

# 中国苹果全要素生产率及影响因素研究

白秀广, 霍学喜

(西北农林科技大学 经济管理学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:**利用基于 DEA 的 Malmquist 指数模型, 以 1999~2011 年中国苹果主产区省级面板数据为基础, 系统研究了苹果产业全要素生产率增长情况, 并对其影响因素进行了分析。结果表明:在整个研究期间内, 苹果全要素生产率年均增长 1.9%, 主要归结于技术效率变化和技术进步的共同提高, 但技术进步是直接动力; 全要素生产率、技术进步的波动呈现出与苹果生产本身一致的特征, 如大小年现象, 且技术效率变化以 4 a 为周期稳步提升; 受教育程度、农村人均纯收入、有效灌溉面积比例、农村投资比例对生产率增长均有显著的正影响, 而受灾面积比例、果园面积比例和市场化程度有显著的负影响。建议应进一步推广苹果新品种和新技术, 加大对农村投资和对农民的培训力度, 同时还应加快水利工程等的建设。

**关键词:**Malmquist 指数; 全要素生产率; 技术效率; 技术进步; 影响因素

**中图分类号:**S 661.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)21-0195-06

2009 年我国苹果种植面积和产量分别占世界苹果总量的 40.6%、40.2%, 规模居世界第一, 对世界苹果产量增长的贡献率高达 84%<sup>[1]</sup>。然而法国作为世界第一大苹果鲜果出口国, 其苹果种植面积仅是我国的 3.3%, 年产量却是我国的 12.5%; 美国苹果种植面积是我国的 8%, 产量却是我国的 25%, 其单位面积生产率分别约是我国的 3.7 倍和 3 倍<sup>[2]</sup>。因此, 分析我国苹果生产效率低下的原因, 提高生产经营效率, 实现我国苹果生产由数量型向质量效益型的转变, 对我国苹果产业生产效率的提高具有重要的现实意义。

目前对农业生产效率的研究主要集中在大农业上, 如 Fan<sup>[3]</sup>、Kalirajan 等<sup>[4]</sup>、Lambert 等<sup>[5]</sup>、孟令杰<sup>[6]</sup>、石慧等<sup>[7]</sup>、Li 等<sup>[8]</sup>、李谷成等<sup>[9]</sup>对整个农业的全要素生产率进行了研究, 而对小农业方面如具体的农产品产业效率的研究则比较少, 虽然有部分学者如 Xu 等<sup>[10]</sup>、Chieko 等<sup>[11]</sup>、张冬平等<sup>[12]</sup>、陈超等<sup>[13]</sup>对水稻、小麦等生命周期

较短的谷物进行了研究, 但针对生产周期较长的水果生产效率的研究非常少。针对某一省区层面生产率的研究, 顾海等<sup>[14]</sup>对河南省苹果的生产效率进行了研究, 指出全要素生产率(TFP)的增长应归结于综合技术效率和技术进步的共同提高, 而全国平均 TFP 的增长主要来源于技术进步; 王静等<sup>[15]</sup>对陕西省 4 个苹果基地县的生产效率进行了研究, 指出技术进步波动是 TFP 波动的主要因素; 黄祖辉<sup>[16]</sup>运用 DEA 以销售对象选择的不同对河北和浙江省的果梨种植户的经营效率进行了研究, 得出了交易成本是销售效率的重要影响因素。对于全国范围内苹果主产区效率的研究, 王艾敏<sup>[17]</sup>基于 Malmquist 指数对我国苹果主产区的全要素生产率变化进行了实证分析, 指出 1994~2006 年生产率的增长更多的来源于技术进步, 纯技术效率是综合技术效率增长的主要因素; 刘天军等<sup>[18]</sup>对黄土高原 5 个省区的苹果生产技术效率及其收敛性进行了研究, 指出生产技术效率呈现波动性和地区间不平衡增长的特征, 并具有条件  $\beta$  收敛特性; 贾筱文等<sup>[1]</sup>对 2006~2009 年全国苹果主产区的生产率及影响因素进行了研究, 指出技术效率和规模效率的下降导致了生产率的降低, 农户投资占总投资额的比重、农村居民受教育水平对苹果生产效率呈显著正影响。上述研究对中国苹果产业生产率进行了不同程度的研究, 然而均存在以下不足: 一是指标选取比较粗糙, 主要选取产量、用工量、物质费用和期间费用作为主要的投入产出指标, 而没有考虑像农药、化肥、灌溉等更详细的指标; 二是研究对象时期较短, 且缺乏对生产率的

**第一作者简介:**白秀广(1981-), 男, 河南人, 博士, 副教授, 硕士生导师, 研究方向为农业经济管理和产业经济及供应链。E-mail: baixg960@nwsuaf.edu.cn.

**责任作者:**霍学喜(1960-), 男, 陕西人, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向为农业区域经济与农产品贸易。E-mail: xuexihuo@nwsuaf.edu.cn.

**基金项目:**教育部人文社会科学研究青年基金资助项目(11YJC630003); 中央高校基本科研业务资助项目(QN2012050); 西北农林科技大学人文社科资助项目。

**收稿日期:**2013-07-24

影响因素进行深入分析;三是目前对苹果产业生产效率的增长是来自技术进步还是效率提升还没有一个确切的定论,如王艾敏<sup>[17]</sup>更倾向于技术进步,王静等<sup>[15]</sup>更倾向于技术效率的提升。因此,现将 1999~2011 年的中国苹果主产区的成本收益面板数据运用 Malmquist 指数进行全要素生产率的动态分解,以期找出生产率增长的根本动因,并运用面板数据回归进行生产率变动影响因素的分析。

## 1 理论模型

### 1.1 基于 DEA 的 Malmquist 指数模型

数据包络分析(DEA)是一种测算具有相同类型投入和产出的若干系统或部门(简称“决策单元”,DMU)相对效率的有效方法。其实质是根据一组关于投入和产出的观察值,采用数学规划模型来估计有效的生产前沿面,再将各 DMU 与此前沿面作比较,进而衡量其效率。凡是处在前沿面上的 DMU,DEA 认定其投入-产出组合最有效率,将其效率指标定为 1;不在前沿面上的 DMU 则被认定为无效率,同时以效率前沿面之有效点为基准,给予一个相对的效率指标(大于 0,小于 1),即(纯)技术效率。

DEA 处理的是截面数据,所以测算出来的(纯)技术效率是衡量 DMU 实际生产点到生产可能性边界的距离,不能描述面板数据中前沿面的变动即技术进步引起的生产率的变化,而 Malmquist 指数则解决了这个问题。该指数最初由 Malmquist<sup>[19]</sup>提出,Caves 等<sup>[20]</sup>首先将该指数应用于生产率变化的测算,此后与 Charnes 等<sup>[21]</sup>建立的 DEA 理论相结合,在生产率测算中应用的日益广泛。

Fareta 等<sup>[22]</sup>提出了基于产出型的 Malmquist 全要素生产率变化指数(TFPch)模型:

$$M_0(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) = \left[ \frac{d_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^t(x_t, y_t)} \times \frac{d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2} \quad (1),$$

式中,  $(x_{t+1}, y_{t+1})$  和  $(x_t, y_t)$  分别表示  $t+1$  时期和  $t$  时期的投入和产出向量;  $d_0^t$  和  $d_0^{t+1}$  分别表示以  $t$  时期技术  $T$  为参照,时期  $t$  和时期  $t+1$  的距离函数。该指数大于 1 时表明从  $t$  时期到  $t+1$  时期全要素生产率是增长的。

上述得到的 Malmquist 指数具有良好的性质,它可以分解为不变规模报酬假定下技术效率变化指数(efficiency change, Ech)和技术进步指数(technical change, Tch),分解过程如下:

$$M_0(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) = \frac{d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^{t+1}(x_t, y_t)} \left[ \frac{d_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^t(x_t, y_t)} \times \frac{d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1} | V)}{d_0^t(x_t, y_t | V)} \right] \quad (3),$$

$$\left[ \frac{d_0^t(x_t, y_t)}{d_0^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2} \quad (2),$$

公式(2)是建立在规模报酬不变(CRS)的假设基础之上的,如果放松规模报酬不变假设,上述技术效率变化指数(Ech)还可进一步分解为纯技术效率变化指数(pure efficiency change, Pech)和规模效率变化指数(scale efficiency change, Sech)。即

$$\begin{aligned} Ech &= \frac{d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^t(x_t, y_t)} \\ &= \frac{SE_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{SE_0^t(x_t, y_t)} \times \frac{d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1} | V)}{d_0^t(x_t, y_t | V)} \end{aligned} \quad (3),$$

从而:

$$\begin{aligned} M_0(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) &= TFPch \\ &= Tch \times Sech \times Pech \\ &= Tch \times Ech \end{aligned} \quad (4),$$

即技术效率为纯技术效率与规模效率的乘积,全要素生产率(TFPch)为技术效率与技术进步的乘积。与单纯的截面数据 DEA 分析相比, Malmquist 指数分析将技术进步因素剥离。因此,截面数据的纯技术效率包括了技术进步和管理水平,而 Malmquist 指数分析中的纯技术效率仅反映了管理水平,这样结果更为精确。

### 1.2 全要素生产率变化的影响因素模型

对于全要素生产率  $TFP_{it}$ , 假设有因素  $X_{1it}, X_{2it}, \dots, X_{kit}$  等通过以下方式对其产生影响:

$$TFP_{it} = \phi + \beta X_{1it} + \gamma X_{2it} + \dots + \nu X_{kit} + \epsilon_{it} \quad (5),$$

式中,  $\beta, \gamma, \dots, \nu$  分别表示因素  $X_{1it}, X_{2it}, \dots, X_{kit}$  对全要素生产率变化的影响程度。对于面板数据模型,根据截距项向量和系数向量的不同限制要求,可以将面板数据模型划分成 3 种类型:无个体影响的不变系数模型、含有个体影响的不变系数模型(即变截距模型)和含有个体影响的变系数模型。因此,在运用面板数据进行建模时,需要根据不同的目的及数据本身的特征选取合适的模型进行估计。

## 2 数据来源与变量说明

### 2.1 数据来源

苹果生产成本收益数据来源于国家发改委价格司 2000~2012 年的《全国农产品成本收益资料汇编》中的苹果部分,每年主要统计苹果主产区的成本收益情况,包括河北、辽宁、山东、河南、陕西、山西、甘肃 7 省,对于缺失值较严重的天津和宁夏不予考虑。生产资料如农药、化肥、农家肥、水电等价格指数均来自于《中国农村统计年鉴》2000~2012 年中价格指数中的各地区指数。

### 2.2 变量说明

石慧等<sup>[7]</sup>、李谷成等<sup>[9]</sup>对农业生产率的测算主要选取土地面积、从业人员数、物质费用等作为投入,农业总

产值作为产出,对大农业的测算来说指标选取相对比较粗糙,没能体现农药、农家肥、化肥等投入的重要性,而用一个总的物质费用来代替,当然,这可能与数据的可获得性有关,而在对苹果全要素生产率的研究中,贾筱文等<sup>[1]</sup>、王静等<sup>[15]</sup>、顾海等<sup>[14]</sup>、王艾敏<sup>[17]</sup>也利用单位面积劳动力、直接和间接物质费用作为投入,单位面积产量作为产出进行了生产率的测算,未进一步详细分析各生产资料如农药、化肥、农家肥、灌溉的效用。因此,该试验在上述文献指标的基础上,将选取能更好的反应投入产出状况的指标来进行测算。

由于农药、化肥、农家肥、灌溉、雇工费用占到物质费用的90%以上,且是除了土地之外的重要投入要素,故该试验选取每667 m<sup>2</sup>的苹果主产品产量作为产出变量,每667 m<sup>2</sup>的劳动用工数(包括家庭用工和雇人用工,与以往的研究不同的是,雇工费用没有按照传统做法纳入物质费用之中,而是按照雇佣工作日数纳入劳动用工之中)、每667 m<sup>2</sup>的农家肥费用、每667 m<sup>2</sup>的化肥用量(用每667 m<sup>2</sup>化肥的氮肥、磷肥和钾肥的折存量来表示)、每667 m<sup>2</sup>的农药费用和每667 m<sup>2</sup>的灌溉费用作为投入变量。

对价值变量价格因素的处理,采用《中国农村统计年鉴》中相应的化肥、农药、水电价格指数对农家肥、农药和灌溉费用折算成1999年的不变价格,其中农家肥由于没有单独的价格指数,运用化肥的价格指数代替。

对于影响生产率的因素,根据内外生经济增长理论,主要选取农村居民平均受教育程度(EDU,平均受教育程度由《中国农村统计年鉴》中农村居民每百人文化程度组成折算,其中小学、初中、高中、中专和大专分别按教育年限5、3、3、2、3 a来计算)、受灾面积占各省总面积的比率(DISA)、苹果种植面积占总面积的比率(GARD)、有效灌溉面积占总面积的比率(IR)、各省农村人均纯收入(INCOME)、各省财政支出中对农村投资占总投资比率(PROP)及各省的市场化指数(MARK,市场化指数来源于攀纲(2010)的《中国市场化指数》,并根据其测算方法,扩展了2010、2011年的市场化指数)等,均来自2000~2012年的《中国统计年鉴》和《中国农村统计年鉴》。

### 3 模型估计结果与分析

#### 3.1 苹果产业全要素生产率分析

根据产出导向的规模报酬变化模型(4),利用DEAP 2.1对中国1999~2011年7个省份的苹果生产面板数据进行估计,得出中国苹果产业全要素生产率的变动结果。表1、2分别是中国苹果产业分年份和省份的生产率变动情况。从表1可以看出,在整个研究期间,苹果

产业的全要素生产率年均增加1.9%,其中技术效率年均提升0.2%,技术进步年均提升1.7%,规模效率增长0.2%,对全要素生产率来说,技术进步贡献最大,占89.5%。分年度来看,1999~2000年,全要素生产率呈上升趋势,随后2001、2002年呈现下降趋势,这与20世纪末的整个经济大环境和农业生产环境不佳表现出极大的一致性<sup>[9]</sup>,即各行业在20世纪末处于衰退之中,并在21世纪初呈现复苏态势。2004年之后,全要素生产率呈现上升和下降相互交错的增长态势,这可能与苹果的生产周期有关,苹果生产由于本身固有的周期性,呈现大小年之分,即使投入增加,也不会提高其生产率,并且可以看出,全要素生产率增长与技术进步呈现极大的一致性,即全要素生产率的变动主要由技术进步引起,这与王静等<sup>[15]</sup>、贾筱文等<sup>[1]</sup>对苹果效率的研究是吻合的。技术效率变化周期大约为4 a,这与顾海等<sup>[14]</sup>对河南苹果生产率研究的结论是一致的,基本呈现先递增再衰减再递增的趋势,它由纯技术效率变化和规模效率两方面引起。技术进步呈现与全要素增长率一样的变化趋势,即在2004年以前呈现先减后增的态势,2005年以后呈现下降和上升的相互交错形势,2000~2002年,由于整个经济环境的影响,技术进步衰退,在2003~2004年,呈现报复性增长,技术进步迅速恢复,在2005年后趋于稳定,并交互波动,主要与气候及洪涝旱灾害有关;另外,与技术更新慢、科技创新力度不强也有关。纯技术效率变化即管理水平呈现与技术进步极大的一致性,一方面说明农户接受新技术的学习能力较强,这可能与科技推广有关,据调研,陕西、河南、甘肃等省果业局技术人员每月基本都要下乡入地进行现场培训指导,使果农掌握其基本技术;另一方面纯技术效率变化不大也说明了技术更新缓慢、技术创新不强等问题,据调研了解,农户基本掌握了果树拉枝、整形、修剪和疏花疏果等基本生产技术,而对测土配方施肥及病虫害防治需求较强,但这方面的培训相对较少,主要与这方面的复杂度有关。规模效率整体来说处于规模报酬递增阶段,基本处于规模有效性,只有2004年规模效率明显下降,说明目前的苹果生产规模基本处于最优状态,另外,规模效率是技术效率变化的最主要因素,因此,要实现苹果全要素生产率的增长,应该保持规模的稳定性,加强果业科技创新的研发和推广力度,注重提高其技术进步和纯技术效率变化率,实现其增长的双驱动。

由表2可以看出,分省情况平均来说,在整个研究期间,各苹果主产区的全要素生产率年均提升1.9%,且除了河南、甘肃省外均为正增长,其中陕西增长最快,达到8%,河南、甘肃省呈现倒退形势,全要素生产率分别



表 1 分年份的苹果产业全要素生产率

年份	效率变化(Ech)	技术进步(Tch)	纯效率变化(Pech)	规模效率(Sech)	全要素生产率(Tfp)
1999~2000	0.847	1.306	0.934	0.907	1.107
2000~2001	0.998	0.966	1.029	0.97	0.964
2001~2002	1.007	0.946	0.903	1.115	0.953
2002~2003	1.211	1.081	1.152	1.051	1.309
2003~2004	0.918	1.235	1.000	0.918	1.133
2004~2005	0.999	0.716	0.959	1.042	0.716
2005~2006	1.036	1.120	1.043	0.993	1.161
2006~2007	1.058	0.877	1.000	1.058	0.928
2007~2008	1.008	1.145	1.000	1.008	1.154
2008~2009	0.967	0.970	0.971	0.996	0.938
2009~2010	1.008	0.836	1.030	0.978	0.842
2010~2011	1.005	1.178	1.000	1.005	1.184
平均	1.002	1.017	1	1.002	1.019

衰退 1.8%、0.5%，这可能与这些省份的重视程度不够有关。对全要素生产率来说，技术进步是其增长的动力来源，且基本实现了技术效率与技术进步的同步提升，完成了向效率和技术双驱动的全要素生产率增长模式转变，这与顾海等<sup>[14]</sup>、王艾敏<sup>[17]</sup>的结论是相似的。技术效率变化率除河北省有所退步外均稳定增长，其中山东省技术效率进步最快，为 1.8%，这可能与山东省的经济发达、苹果知名度比较高且种植历史悠久有关。技术进步除河南省和甘肃省外，其余省基本处于稳步提升状态，可能与这些省的技术水平、科研及推广能力比较高有关，其中进步最快的是陕西省，为 8%，这与陕西省近年来对苹果产业的重视是分不开的，陕西省专门设有省果业局，用于统筹发展苹果产业一条龙服务，并与科研院所在洛川、白水等地建立苹果示范站，用于科技推广

示范，并于近年针对所有果园进行了“大改形、强拉枝、无公害、巧施肥”四大关键技术的推广。各省的纯技术效率变化不明显，说明苹果主产区的果农管理水平已较高，基本掌握了最基本的生产技能，但从侧面也反应了最近几年苹果生产新技术创新的匮乏，应注重加大科研力度，进行技术创新。而规模效率除河北外，基本处于稳步提升，说明各省通过一段时期的农业结构调整，其苹果生产规模基本稳定，规模效率逐渐显现，其中规模效率提升最快的是山东省，为 1.8%，这可能与山东省苹果生产布局优化、规模调整有关。整体来说，目前所有苹果主产区的规模效率进步均处于稳定或递增状态，因此，可以在保持规模效率稳定增加的基础上，加大科研投入和科技推广服务，使技术进步和技术效率达到同步增长，实现苹果产业生产率的双驱动增长模式。

表 2 分省份的苹果产业全要素生产率

省份	效率变化(Ech)	技术进步(Tch)	纯效率变化(Pech)	规模效率(Sech)	全要素生产率(Tfp)
河北	0.995	1.012	1	0.995	1.007
山西	1	1.008	1	1	1.008
辽宁	1	1.036	1	1	1.036
山东	1.018	1.011	1	1.018	1.029
河南	1	0.982	1	1	0.982
陕西	1.001	1.079	1	1.001	1.08
甘肃	1	0.995	1	1	0.995
平均	1.002	1.017	1	1.002	1.019

### 3.2 苹果产业全要素生产率影响因素分析

运用 Eviews 5.1 软件对各苹果主产区全要素生产率的影响因素进行分析，通过检验运用固定效应的变截距即考虑各苹果主产区个体效应的面板数据模型进行估计，其结果见表 3。

由表 3 可以看出，回归方程调整后的  $R^2$  为 0.985，说明模型拟合的相当好，且影响因素除收入在 5%水平

下显著外其余因素均在 1%水平下显著。表 3 的回归结果表明，农村居民的受教育程度对苹果全要素生产率的改进有显著的正影响，农民每增加 1 a 的受教育机会，生产率就升 0.31 个单位，说明应该加强农村劳动力的培训和教育力度。受灾面积所占比例对苹果生产率有显著的负影响，这是显而易见的，因此应加强农业设施的投资，减少灾害的发生。苹果种植面积所占比例在某程

表 3

全要素生产率变动影响因素回归结果

变量	系数	标准误	t 值	P 值
C	-0.1903	0.2156	-0.8823	0.3805
EDU	0.3109	0.0448	6.9356	0.0000
DISA	-0.3280	0.0173	-18.9765	0.0000
GARD	-8.8293	0.3497	-25.2512	0.0000
IR	1.4744	0.1834	8.0383	0.0000
INCOME	3.72E-05	1.50E-05	2.4798	0.0154
PROP	0.7066	0.0535	13.2140	0.0000
MARK	-0.0345	0.0044	-7.8442	0.0000
HB-C	-0.5058	HN-C	-0.3884	
SX-C	0.2254	SN-C	1.0602	
LN-C	0.0785	GS-C	0.6089	
SD-C	-0.2913			
R <sup>2</sup>	0.9876	F 值	391.5149	
调整 R <sup>2</sup>	0.9850	F 检验	0.000000	

度上反映了各省对苹果产业的重视程度,然而却对生产率呈显著的负影响,与预期不符,可能苹果种植面积越大,各省对单位面积苹果的投资、培训指导及科技推广等相对较小有关,因此,各省除加大已有面积的投资力度和培训指导及科技推广力度外,还应当适当控制苹果栽培面积,不应盲目扩大规模,这在侧面印证了前面分析的规模效率进步不高的原因。有效灌溉面积所占比重对苹果生产率的改进有显著的正影响,且边际效应较高,每增加1%的有效灌溉面积,苹果生产率将增加1.47%,这与实际是符合的,目前苹果生产区特别是黄土高原区,大部分是旱塬,基本靠天吃饭,对灌溉的需求是非常强烈的,因此,应加强对水利工程的投资。农村居民人均纯收入对苹果生产率有显著的正影响,然而系数较小,主要与近年来施行的小额信贷和抵押贷款等有关,基本解决了农户的生产投资需求,因而影响不大。政府对农村投资所占比重对生产率有显著的正影响,说明政府加大对农村的投资为增加果农技术上和物质上的投入提供了一定的条件,这些投资可能加强了民生工程,加大了对农村的扶持力度及农业的科研推广力度等,使农民生产的积极性和生产技术的掌握程度有所提高,这与贾筱文等<sup>[1]</sup>的研究结论是一致的。市场化指数对生产率的提升有显著的负作用,这可能是由于农业的边际效益较低且风险较大,市场化程度越发达,农村中受过较高教育水平或有能力的人更倾向于外出务工,而出现了较多的老人和妇女从事苹果等农业生产的现象,由于教育水平不高、技术不熟练等使生产率下降,因此,在加快市场化的进程中,应加强对农业、农村和农民问题的扶持力度,使可持续性生产得以进行。

#### 4 结论

该试验利用 Malmquist 指数对 1999~2011 年我国苹果七大主产省区的全要素生产率进行了研究,对技术效率变化、技术进步、纯技术效率变化和规模效率变化 4 个指数进行了分析,进而研究了全要素生产率变化的影响因素,得出以下结论:一是在整个研究期间内,中国苹果产业的全要素生产率年均增加 1.9%,其中技术效率年均提升 0.2%,技术进步为 1.7%,规模效率提升 0.2%,对整个全要素生产率来说,技术进步贡献最大,占 89.5%,全要素生产率增长与技术进步呈现极大的一致性,即全要素生产率的变动主要由技术进步引起;二是技术进步、全要素生产率变化呈现与苹果本身生产周期即大小年一样的波动趋势,而技术效率变化则以 4 a 为周期稳步性提升;三是从各苹果主产区的全要素生产率来看,除了河南、甘肃等省外均为正增长,其中陕西省增长最快,达到 8%,河南、甘肃 2 省呈现倒退形势,全要素生产率平均分别衰退 1.8%、0.5%,技术进步是各省全要素生产率增长的直接动力来源,且基本实现了技术效率变化与技术进步的同步提升,完成了向效率和技术双驱动的全要素生产率增长模式;四是各省的技术效率变化和技术进步均在波动中提升,规模效率变化整体来看比较平缓,基本趋势是稳中有升,是技术效率增长的不可忽视的因素,而纯技术效率变化即管理水平基本处于停滞状态,在技术进步的同时,应该加强科技推广和培训,努力提高其纯技术效率;五是从影响全要素生产率增长的因素来看,受教育程度、农民人均收入、有效灌溉面积、农村投资比例均对生产率增长有显著的正影响,而受灾面积比例、果园面积比例和市场化程度有显著的负影响。

该研究结论具有明显的政策意义。首先,应加强农业科研和科技推广示范及培训的力度,从上述分析可以看出,逾 10 a 来,全要素生产率及分解的技术进步、技术效率变化等年均增长幅度均不大,因此,要想增加苹果产业的竞争力,实现苹果产业可持续性发展,必须加强科研投入;其次,应加强对农业、农村和农民问题的扶持和关注力度,协调发展各行业,有效解决农村剩余劳动力转移及留守的从事生产的劳动力的教育、技术培训等问题,以及积极发展设施农业,有效防止冰雹、病虫害等自然灾害发生;最后,应加强水利工程建设,有效解决黄土高原、环渤海地区等苹果优生区靠天吃饭的情形。

### 参考文献

- [1] 贾筱文,姚顺波. 我国苹果主产区效率特征及其影响因素分析[J]. 江西农业大学学报(社会科学版),2011(1):79-82.
- [2] USDA-Foreign Agricultural Service. Fresh Deciduous Fruit (Apples, Pears, & Grapes); World Markets and Trade[R]. 2008.
- [3] Fan S. Effects of technological change and institutional reform on production growth in Chinese agriculture[J]. American Journal of Agricultural Economics,1991,73(2):266-275.
- [4] Kalirajan K P, Obwona M B, Zhao S. A Decomposition of total factor productivity growth: the case of Chinese agricultural growth before and after reforms[J]. American Journal of Agricultural Economics,1996,78(2):331-338.
- [5] Lambert, D • K E Parker. Productivity in Chinese provincial agriculture [J]. Journal of Agricultural Economics,1998,49(3):378-392.
- [6] 孟令杰. 中国农业产出技术效率动态研究[J]. 农业技术经济,2000(5):1-4.
- [7] 石慧,孟令杰,王怀明. 中国农业生产率的地区差距及波动性研究-基于随机前沿生产函数的分析[J]. 经济科学,2008(3):20-33.
- [8] Li X L, Luo Y Z. Farm production growth in the upper and middle parts of the Yellow River basin, China, during 1980~1999[J]. Agricultural Sciences in China,2008,7(3):344-355.
- [9] 李谷成,冯中朝. 中国农业全要素生产率增长:技术推进抑或效率驱动[J]. 农业技术经济,2010(5):4-14.
- [10] Xu X S, Jeffrey S R. Efficiency and technical progress in traditional and modern agriculture: evidence from rice production in China[J]. Agricultural Economics,1998(18):157-165.
- [11] Chieko U, Thamana L, Ujjayant C. Efficiency and technical change in the philippine rice sector: a malmquist total factor productivity analysis[J]. American Journal of Agricultural Economics,2003,85(4):943-963.
- [12] 张冬平,冯继红. 我国小麦生产效率的 DEA 分析[J]. 农业技术经济,2005(3):48-54.
- [13] 陈超,李纪生. 基于 SBM 模型的中国水稻生产效率分析[J]. 农业技术经济,2008(4):71-78.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] 黄祖辉. 交易费用与农户契约选择[J]. 管理世界,2008(9):76-81.
- [17] 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.
- [18] 刘天军,潘明远,朱玉春,等. 苹果优势区生产技术效率变化特征及收敛性[J]. 山西财经大学学报,2012,34(4):58-66.
- [19] Malmquist S. Index numbers and indifference surfaces[J]. Trabajos de Estadística,1953,4(1):209-242.
- [20] Caves, D W, Christensen L R, Diewert W E. The economic theory of index numbers and the measurement of input, output and productivity[J]. Econometrics,1982,50:1393-1414.
- [21] Charnes A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units[J]. European Journal of Operational Research,1978,2(6):429-444.
- [22] Faretal R, Grosskopf S, Knox Lovell C A. Production frontiers[M]. Cambridge Eng: Cambridge University Press,1994:65-259.

## Research on the Technical Efficiency, Technical Progress, Total Factors Productivity and Its Influence Factors on Apple Industry in China

BAI Xiu-guang, HUO Xue-xi

(Department of Economics and Management, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

**Abstract:** Malmquist Index was employed to investigate the total factor productivity (TFP) growth and its influence factors in the seven apple main provinces of China over the period 1999~2011. The results showed that the TFP increased 1.9% per year, which was driven by both the technology efficiency and technology progress, while the contribution of the technology progress was dominant; the TFP and technology efficiency were relative to the productive characters of apple industry, and the technical efficiency had crossed raised and descend phenomenon; to the TFP, the education degree, irrigated area proportion, income and rural invested proportion had the positive and significant influence, while the disaster area proportion, apple area proportion and the marketing degree had the negative influence.

**Key words:** malmquist; TFP; technical efficiency; technical progress; influence factors