

doi: 10.7621/cjarrp.1005-9121.20190305

· 技术方法 ·

我国柑橘全要素生产率测算与区域差异分析*

——基于 DEA - Malmquist 指数法

方国柱, 祁春节*, 雷权勇

(华中农业大学经济管理学院, 湖北武汉 430070)

摘要 [目的] 在我国柑橘产业蓬勃发展背景下, 存在耕地规模狭小和劳动资源匮乏的双重瓶颈, 研究试图从全要素生产率视角探究柑橘产业可持续健康发展的路径。[方法] 基于 2011—2016 年我国柑橘生产的面板数据, 文章运用 DEA - Malmquist 指数法测算了柑橘全要素生产率, 分析了我国柑橘全要素生产率的动态演进特点, 比较了柑橘、柑和橘全要素生产率的区域差异。[结果] (1) 从整体趋势看, 2011 年以来我国柑橘全要素生产率呈下降趋势, 但年际间波动较小。考察期间内, 柑橘、柑和橘的平均全要素生产率增长率分别为 2.6%、2.0% 和 2.3%。(2) 从影响因素看, 技术进步是影响柑橘产业全要素生产率的主要因素, 纯技术效率和规模效率是影响全要素生产率的重要因素。(3) 从区域差异看, 科技进步为福建、广东等省份柑橘产业的生产效率的提升发挥了重要作用, 但经营规模过小阻碍了其生产效率的进一步提高, 其增长优势明显劣于江西、湖南两省。(4) 从品种分类看, 多数省份橘的技术进步指数和规模效率指数均高于柑, 柑的全要素生产率增长相对较差, 仅在部分省份优势明显。[结论] 推进柑橘科技创新, 引导适度规模经营, 培育新型农业经营主体, 因地制宜实施柑橘产业支持政策是促进我国柑橘全要素生产率增长有效途径。

关键词 柑橘 DEA 模型 全要素生产率 时序变化 区域差异

中图分类号: F323.3 **文献标识码**: A **文章编号**: 1005-9121[2019]03029-06

0 引言

中国是世界柑橘生产与消费大国之一, 2008 年种植面积和产量均跃居世界首位, 第一次超过巴西成为世界第一大柑橘生产国^[1]。此后, 我国柑橘的种植面积和总产量呈现逐年稳步增长的趋势。2011—2016 年我国柑橘种植面积从 228.83 万 hm^2 增长至 256.08 万 hm^2 , 总产量从 2 944.0 万 t 增长至 3 764.87 万 t。我国柑橘生产取得了巨大成就, 柑橘产业已经成为关乎我国民生的重要农业产业。但与同期世界柑橘生产发达国家的单位面积产量相比, 我国柑橘生产仍处于相对偏低的水平。根据 FAO 数据统计, 2016 年我国柑橘单位面积产量为 14.58t/ hm^2 , 低于同期世界柑橘单位面积产量 15.49t/ hm^2 的平均水平。而导致我国柑橘生产效率与柑橘生产发达国家生产效率存在明显差距的原因主要有两方面: 一是我国农业生产以小而散的小农经营为主, 耕地面积小, 小规模经营使得耗费多, 劳动投入多^[2]。二是随着化肥、农药等农业生产资料价格上涨和人工成本上升, 农村青壮劳动力不断外流, 柑橘生产“用工荒”现象频现并呈蔓延之势^[3]。在新的历史环境下, 我国柑橘产业的可持续健康发展不能仅依靠经营规模的扩大, 而更应该通过生产效率的提高来加以实现^[4]。对此, 如何提高柑橘生产效率是未来柑橘产业健康发展的重要课题。

关于中国柑橘生产效率研究的文献主要集中在以下方面: (1) 对柑橘科技进步贡献率的研究, 祁春

收稿日期: 2018-01-18

作者简介: 方国柱 (1994—), 男, 甘肃酒泉人, 硕士生。研究方向: 农村与区域发展

*通讯作者: 祁春节 (1965—), 男, 湖北黄冈人, 博士、教授。研究方向: 农产品价格、贸易。Email: qichunjie@126.com

*资助项目: 中央财政科技计划专项“国家现代农业(柑橘)产业技术体系(MATS)”(CARS-26-08B); 农业农村部农业财政项目“促进园艺产业高质量发展路径分析”(101821301124031003)

节首次运用 C-D 生产函数法按照 3 种不同方案测算了 1990—1999 年我国柑橘产业的科技进步贡献率^[5]；(2) 分品种、分地区对柑橘全要素生产率的研究，李道和等分析了我国柑、橘 4 个主产省份（区、市，以下统称省份）2003—2008 年间全要素生产率的变化^[6]，陈新建等对 2001—2009 年 5 个柑橘主产省份技术效率进行了测算和分析^[7]，得出与李道和等类似的结论。(3) 对柑橘生产效率影响因素的研究，汤荣丽^[8]、王志彬等^[1]分析认为影响我国柑橘生产技术效率低下的主要因素是农药费和其他物质费用的过度投入，张炳亮在测算 1996—2011 年我国柑橘整体技术效率时发现，体制机制改革、人工成本上涨过快及生产结构也是影响柑橘产业投入产出效率的重要因素^[9]。上述研究从不同角度对我国柑橘生产效率进行了详细的分析，为后续研究提供了坚实的理论基础与实践借鉴。但由于考察期限、研究区域及指标选取的不同，研究结果存在一定差异。有鉴于此，文章选取 2011—2016 年柑橘生产成本与收益数据，借助 DEA—Malmquist 指数法测度我国柑橘、柑和橘的全要素生产率，进一步探究我国柑橘全要素生产率的演进特点和区域差异，为柑橘产业可持续发展的政策制定提供理论依据。

1 研究方法 with 数据说明

1.1 理论模型

Malmquist 指数法由 Malmquist 在 1953 年提出^[10]，Caves 将其与 DEA 理论相结合，所以简称 DEA-Malmquist 指数法，广泛用于测算全要素生产率的变动。Fare 将 BCC 模型引入 Malmquist 生产效率指数的计算，进一步将综合技术效率分解为技术变化 (TP) 和效率变化 (EC)。Malmquist 指数法是一种非参数方法，由于既不需要特定的函数形式，也不需要数据的随机特征，如条件分布等做出假设，并允许无效率行为存在，能对 TFP 变动进行分解等优点更受欢迎^[11]。其原理如下：

首先用投入集 $L(y)$ 来定义投入距离函数：

$$d_i(x, y) = \max \{ \rho : (x/\rho) \in L(y) \} \quad (1)$$

式 (1) 中， $d_i(x, y)$ 为距离函数，下标 i 表示基于投入的距离函数， x 和 y 分别表示投入和产出向量， ρ 表示 Farrell 面向投入的效率指标。

$$L(y) = \{ x : x \text{ 可生产 } y \} = \{ x : (x, y) \in S \} \quad (2)$$

基于投入角度的 Malmquist 指数可以表示为：

$$d_i^t = d_i^t(x^{t+1}, y^{t+1}) / d_i^t(x^t, y^t) \quad (3)$$

式 (3) 中，Malmquist 指数的测度是以时间 t 的技术 T 水平为参照，测度从时期 t 到 $t+1$ 的技术效率变化的 Malmquist 指数。同理，定义在 $t+1$ 时期的技术水平下，测度时期 $t+2$ 到 $t+1$ 的技术效率变化的 Malmquist 指数：

$$d_i^{t+1} = d_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) / d_i^{t+1}(x^t, y^t) \quad (4)$$

实际应用中，Malmquist 生产率指数是采用 (1) 和 (2) 的几何平均数来衡量时期 t 到 $t+1$ 时期的全要素生产率的变化。

$$\begin{aligned} M_i(x^{t+1}, y^{t+1}; x^t, y^t) &= \left[\frac{d_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{d_i^t(x^t, y^t)} \times \frac{d_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{d_i^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= \frac{d_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{d_i^t(x^t, y^t)} \left[\frac{d_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{d_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{d_i^t(x^t, y^t)}{d_i^{t+1}(x^t, y^t)} \right] \\ &= EC(x^{t+1}, y^{t+1}; x^t, y^t) \cdot TP(x^{t+1}, y^{t+1}; x^t, y^t) \\ &= PC \cdot SC \cdot TP \end{aligned} \quad (5)$$

在式 (5) 中，Malmquist 生产率指数在不变规模报酬假定下可以分解为技术效率变化指数 (EC) 和技术进步指数 (TP)。EC 还可以进一步分解为纯技术效率变化指数 (PC) 和规模效率变化指数 (SC)。

1.2 投入产出指标选取

该文选取主产品产值作为产出指标，选择人工费、土地成本、肥料费、农药费和其他费用作为投入指

标,各项指标最终通过相应的价格指数进行平减,以消除价格的影响。在上述指标中,人工费用是家庭用工折价和雇工费用的合计,肥料费是农家肥费和化肥费之和,间接费用包括机械作业费、排灌费、固定资产折旧、管理费等。这样处理既可以保证物质费用的完整性,又可在尽量包括各类费用的基础上减少指标。

1.3 研究对象选取与数据来源

考虑到数据的可获得性,本文将分别选取2011—2016年7个柑橘主产省份(区、市)的柑橘成本收益等相关数据。其中柑主产省份为:福建、江西、湖北、湖南、广东、广西、重庆;橘主产省份为:浙江、福建、江西、湖北、湖南、广东、重庆。2016年7个柑主产省份的产量占全国柑产量的77.67%,7个橘主产省份的产量占全国橘产量的85.16%,数据具有较强的代表性。由于《全国农产品成本收益资料汇编》将柑和橘分开统计,该文根据考察期内各年份柑和橘种植面积加权得到柑橘的成本与收益数据。该文使用的所用数据主要源自《中国农业统计资料》《全国农产品成本收益资料汇编》和联合国粮食及农业组织(FAO)官方数据。

2 全要素生产率及其分解值测度

2.1 全国柑橘、柑和橘全要素生产率变化分析

如表1所示,由于不同柑橘品种生产环境的变化与不同柑橘生长特性的差异,我国柑橘全要素生产率及其构成具有3个特点。

(1) 柑橘、柑、橘全要素生产率指数的增减态势同技术进步指数基本一致,表明技术进步是影响柑橘全要素生产率的主要因素,效率的损失可以通过技术来弥补。技术进步指数的波动趋势也可以分为两个阶段:2011—2014年技术进步指数以增长为主,表明在此期间,技术进步水平提高较快,其原因在于:第一,生产技术的积累,以邓秀新院士为代表的优秀的科学家选育的一些优良品种以及绿色生态栽培模式的推广促进了柑橘技术进步水平的提高。第二,伴随政府一系列体制改革和惠农政策的出台和实施,柑橘生产率的增长和技术进步的作用得到了进一步的加强^[12]。2014—2016年农业科技发展较缓慢,其可能的原因在于我国柑橘、柑和橘栽培历史悠久,由于技术的内生性,这些技术在过去可使技术进步提高,但再取得新的生产技术突破面临很大困难,其技术进步的推动作用自然就降低了。另外,柑橘种植新技术的采用,其发挥效用会有一定的滞后期,这对技术进步和全要素生产率的增长也有一定影响。

表1 2011—2016年我国柑橘全要素生产率及其分解

年份	柑橘					柑					橘				
	全要素生产率指数	技术进步	综合效率	纯技术效率	规模效率	全要素生产率指数	技术进步	综合效率	纯技术效率	规模效率	全要素生产率指数	技术进步	综合效率	纯技术效率	规模效率
2011—2012	1.034	1.040	0.995	1.006	0.989	1.031	1.038	0.993	0.983	1.010	1.037	0.857	1.210	1.211	0.999
2012—2013	1.023	1.093	0.936	1.009	0.928	1.029	1.041	0.988	0.990	0.998	1.022	1.327	0.770	0.783	0.983
2013—2014	1.031	1.030	1.001	0.990	1.011	1.020	1.032	0.989	1.013	0.976	1.019	1.125	0.905	0.898	1.008
2014—2015	1.024	0.976	1.050	0.993	1.057	1.012	1.014	0.998	1.007	0.991	1.021	0.986	1.036	1.060	0.977
2015—2016	1.019	1.071	0.952	0.976	0.975	1.010	0.983	1.027	0.992	1.035	1.018	0.986	1.033	1.201	0.860
2011—2016	1.026	1.041	0.986	0.995	0.991	1.020	1.021	0.999	0.997	1.002	1.023	1.045	0.980	1.004	0.976

资料来源:2011—2016《全国农产品成本收益资料汇编》数据,利用DEAP2.1软件计算整理所得

(2) 纯技术效率和规模效率是影响全要素生产率的重要因素。2011—2016年柑橘、柑、橘的综合效率指数均时增时减,说明柑橘的生产规模不稳定,生产资料利用效率变化较大。近年来,柑橘黄龙病有逐年蔓延趋势加深了经营规模的不确定性,加之柑橘阶段性供过于求导致柑橘增产不增收,影响了柑橘种植户的积极性,进而使柑橘生产中资源配置难以达到合理状态,这是我国柑橘综合效率指数呈不规则波动的

主要原因。

(3) 柑橘、柑、橘的全要素生产率及其构成具有明显的差异。2011—2016年柑橘和橘全要素生产率高于柑的全要素生产率，这主要是因为我国柑橘产业以宽皮柑橘为主，宽皮柑橘科研实力较雄厚，相比之下，柑的科技实力稍显薄弱，同时柑橘全要素生产率介于柑和橘两者之间，也印证这一点。另外，从综合技术效率指数看，柑综合技术效率指数有4年小于1，表明了橘的生产规模较柑具有一定优势。在柑橘生产中，柑生产所需的肥料、农药和人工等投入均多于橘，因而同等条件下，橘规模效率更佳。

2.2 柑橘、柑和橘全要素生产率区域变化特征分析

如表2所示，2011—2016年不同省份的柑橘、柑、橘全要素生产率及其构成具有较大的差异，主要存在以下两个特点。

(1) 技术进步、规模效率是造成主产省份柑橘全要素生产率增长率存在显著差异的主要原因。根据表2，福建和广东柑橘技术进步指数增长率较高，分别为5.3%和3.6%，远高于重庆-8.9%，而规模效率增长率分别为-11%和-7.4%，明显低于重庆2.6%，表明科技进步为这两省柑橘生产效率的提升发挥了重要作用，而经营规模过小阻碍了生产效率的进一步提高。同时，技术进步和规模效率也是影响两省柑和橘全要素生产率的主要因素。分析其原因主要在于：一方面，福建和广东降水量、热量、光照充足，具有柑橘生产所需的天然优势，政府有足够的财力进行技术研发与推广^[13]，因而技术进步指数同其他省份相比更高；另一方面，福建和广东人均耕地资源不足严重制约了柑橘的种植规模，导致其规模效率指数较低。

(2) 柑橘、柑和橘3种全要素生产率增长的地区差异显著。具体而言，种植柑橘的6个省份中，5个省份的全要素生产率为正增长，仅广东为负增长。种植柑的7个省份中，4个省份的全要素生产率为正增长，其中，江西、湖南的增长率位居前列，而湖北、广东、重庆为负增长。种植橘的7个省份中，6个省份的全要素生产率为正增长，其中，浙江、江西和湖北3省的增长率位居前列，而广东、重庆为负增长。

综合来看，2011—2016年既种植柑又种植橘的多数省份全要素生产率具有良好的增长势头，同时，种植橘的全要素生产率增长较好，多数省份的宽皮柑橘生产发展良好；柑的全要素生产率增长相对较差，仅在部分省份优势明显。

3 结论及建议

该研究采用2011—2016年我国柑橘生产成本与收益数据，运用DEA-Malmquist指数法，对我国柑橘主产省份柑橘、柑和橘全要素生产率演进及其分解进行测度，分析我国柑橘全要素生产率的动态演进特点，探究柑橘、柑和橘全要素生产率的区域差异。得出如下结论。

表2 2011—2016年我国柑橘主产省份全要素生产率及其分解

分类	地区	综合效率	技术进步	纯技术效率	规模效率	全要素生产率指数	
柑橘	福建	0.989	1.053	1.000	0.989	1.042	
	江西	1.000	1.070	1.000	1.000	1.070	
	湖北	0.978	1.058	1.000	0.978	1.035	
	湖南	1.000	1.040	1.000	1.000	1.040	
	广东	0.926	1.036	1.000	0.926	0.959	
	重庆	1.026	0.991	1.039	0.987	1.017	
	平均	0.986	1.041	1.006	0.980	1.026	
	柑	福建	1.000	1.025	1.000	1.000	1.025
		江西	1.092	1.041	1.000	1.092	1.136
		湖北	0.924	1.054	0.926	0.998	0.974
湖南		1.024	1.014	1.000	1.024	1.038	
广东		0.950	1.009	1.000	0.950	0.958	
广西		1.000	1.026	1.000	1.000	1.026	
重庆		1.013	0.982	1.004	1.009	0.995	
平均		0.999	1.021	0.990	1.010	1.020	
橘		浙江	1.027	1.061	1.100	0.974	1.138
		福建	1.025	1.012	1.000	1.025	1.037
	江西	1.056	1.042	1.000	1.056	1.100	
	湖北	1.029	1.101	1.144	0.900	1.133	
	湖南	1.000	1.023	1.000	1.000	1.023	
	广东	0.867	1.013	1.000	0.867	0.878	
	重庆	0.837	1.062	0.849	0.986	0.889	
平均	0.980	1.045	1.009	0.971	1.023		

资料来源：2011—2016《全国农产品成本收益资料汇编》数据，利用DEAP2.1软件计算整理所得

(1) 从整体来看,2011—2016年我国柑橘产业全要素生产率总体均呈现下降趋势,但年间波动较小。在考察期间内,柑橘、柑和橘的平均全要素生产率增长率分别为2.6%、2.0%和2.3%。技术进步在两个阶段的变迁影响柑橘产业全要素生产率的增长,黄龙病的蔓延造成生产规模不稳定,是全要素生产率提升的掣肘。柑橘、柑、橘的技术进步和综合效率存在明显的差异,橘的技术进步指数和规模效率指数均高于柑。

(2) 从主产省份来看,科技进步为福建、广东等省份柑橘产业的生产效率的提升发挥了重要作用,但经营规模过小阻碍了生产效率的进一步提高,其增长优势明显劣于江西、湖南等省份。种植橘的多数省份全要素生产率具有良好的增长势头,提高了其整个柑橘产业的全要素生产率,这与我国柑橘以发展宽皮柑橘为主有重要关联,而柑的全要素生产率增长相对较差,仅在部分省份优势明显。

为进一步促进我国柑橘产业的持续健康发展以及柑橘产业全要素生产率的提升,从主要依靠资本、劳动、土地的投入,到主要依靠提高技术进步、要素配置效率、体制机制的转变,将是一个艰难的过程^[14]。基于研究结论该文提出以下建议:①构建现代柑橘产业科技创新体系,加大柑橘科研投入,创新和研发柑橘生产技术,优化柑橘品种结构,通过柑橘科技进步提高柑橘生产全要素生产率。②引导橘农适度规模经营,完善耕地流转机制,培养一批懂技术、善经营、能管理的家庭农场、专业大户、柑橘合作社和龙头企业等新型农业经营主体,提高柑橘种植规模效率和技术效率。③因地制宜实施柑橘支持政策,加大对广东和重庆产区的支持强度,缓解两省生产耕地约束,进一步增强其抗御自然灾害的能力。

参考文献

- [1] 王志彬,汤荣丽. 我国柑橘生产技术效率实证分析. 经济问题探索, 2011 (12): 185-190.
- [2] 熊巍,祁春节. 湖北省柑橘产业生产效率的DEA分析. 华中农业大学学报(社会科学版), 2012 (5): 36-40.
- [3] 周霞,胡继连,宋霞. 中国柑橘供求弹性与生产波动影响因素实证研究. 中国农业资源与区划, 2014 (3): 52-58.
- [4] 向云,祁春节,王伟新. 柑橘生产的要素替代关系及增长路径研究——基于主产区面板数据的实证分析. 中国农业大学学报, 2017, 22 (7): 200-209.
- [5] 祁春节. 中国柑橘产业的经济分析与政策研究. 武汉: 华中农业大学, 2001.
- [6] 李道和,郭锦镛,朱述斌. 中国柑橘产业的全要素生产率、技术进步与效率变化. 农林经济管理学报, 2010, 9 (1): 43-47.
- [7] 陈新建,曾继吾,金燕,等. 基于随机前沿生产函数的柑橘生产技术效率分析. 浙江农业学报, 2011, 23 (5): 1038-1043.
- [8] 汤荣丽. 我国柑橘投入产出效率研究. 杨凌: 西北农林科技大学, 2012.
- [9] 张炳亮. 我国柑橘产业投入产出效率测算、趋势及改进. 广东农业科学, 2014, 41 (14): 219-223.
- [10] Malmquist S. Index numbers and indifference surfaces. Trabajos De Estadística, 1953, 4 (2): 209-242.
- [11] 邢慧茹,张晓骏,邓义. 农业生产效率与其影响因素相关关系实证分析——基于湖北省数据. 中国农业资源与区划, 2016, 37 (12): 198-203.
- [12] 何劲,祁春节. 我国柑橘生产成本和价格变动的实证研究. 经济纵横, 2009 (2): 84-86.
- [13] 江松颖,刘颖,王嫚嫚. 我国谷物全要素生产率的动态演进及区域差异研究. 农业技术经济, 2016 (6): 13-20.
- [14] 李谷成. 技术效率、技术进步与中国农业生产率增长. 经济评论, 2009 (1): 60-68.

CALCULATION OF TOTAL FACTOR PRODUCTIVITY OF CITRUS IN CHINA AND THE DIFFERENCE OF REGION* ——BASED ON THE DEA-MALMQUIST INDEX METHOD

Fang Guozhu, Qi Chunqie^{**}, Lei Quanyong

(College of Economics and Management, Huazhong Agriculture University, Wuhan, Hubei 430070, China)

Abstract Under the background of vigorous development of citrus industry in China, there is a double bottleneck, namely small scale of cultivated land and lack of labor resources. This study attempts to explore the sustainable and healthy development path of citrus industry from the perspective of total factor productivity. Based on the panel data of citrus production in China from 2011 to 2016, this study used the DEA-Malmquist index method to measure total

