

王紫露, 张 玮, 杨 丽. 长三角城市群农业全要素生产率时空演化特征分析[J]. 江苏农业科学, 2023, 51(8): 255–260.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2023.08.036

长三角城市群农业全要素生产率时空演化特征分析

王紫露¹, 张 玮², 杨 丽³

[1. 浙江省科技信息研究院(智江南), 浙江杭州 310006; 2. 浙江省科技项目管理服务中心, 浙江杭州 310006;
3. 浙江工商大学, 浙江杭州 310018]

摘要:农业全要素生产率是现代农业经济增长的重要体现, 长三角区域作为我国重要的农业生产区域之一, 探讨长三角地区农业全要素生产率及其时空演变, 对于实现长三角地区农业经济高质量发展具有重要意义。选取长三角城市群 26 个城市 2013—2019 年的面板数据为样本, 基于 DEA – Malmquist 模型测算分解其农业全要素生产率, 并利用 ArcGIS 软件进行空间可视化分析, 结果表明, 2013—2019 年长三角城市群 26 个城市农业全要素生产率均值为 1.01, 总体来看, 长三角城市群农业生产效率呈上升趋势。其中, 农业技术进步指数对农业生产效率指数的贡献较大。从城市个体来看, 长三角城市群 26 个城市间农业生产综合效率及纯技术效率、规模效率空间差异较大。分省域来看, 浙江省各城市农业生产效率提高较快, 江苏省多数城市农业生产效率总体稳定且略有提升, 安徽省多数城市和上海市的农业生产效率稳定中略有下降。进而提出长三角地区农业高质量发展应着力于提高农业基础研发、核心技术攻关、转变农业发展方式等建议。

关键词:农业全要素生产率; DEA – Malmquist; 长三角城市群

中图分类号:F323.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2023)08-0255-06

农业是维护国家粮食安全和社会稳定的基础产业。2021 年中央一号文件指出“十四五”时期要加快农业农村现代化, 促进农业高质高效发展, 为全面建设社会主义现代化国家开好局、起好步提供有力支撑^[1]。农业高质量发展, 必须加快农业生产方式从要素驱动、投资驱动为主转变为创新驱动为主, 以农业生产效率变革引领经济增长。长三角区域是中国传统的鱼米之乡, 农林牧渔总产值合计占全国的 1/10 以上, 同时也是我国科技创新综合实力较强的区域。农业全要素生产率反映了农业生产的效率, 它的提高是长三角地区“科创 + 产业”深度融合, 推动农业高质量发展的必然结果^[2-3]。本研究测算长三角城市群 26 个城市农业全要素生产率并开展时空演化分析, 对新时期加快推动长三角地区农业高质量发展, 实现农业现代化具有重要的现实意义。

1 文献综述

目前, 农业全要素生产率的研究成果非常丰富, 学者们的讨论主要集中在测算分解和影响因素 2 个方面。农业全要素生产率的测算分解主要基于全要素生产率的测算分解方法, 主要有代数指数法、生产函数法、随机前沿生产函数(SFA)法、数据包络分析法(DEA)等^[4]。如朱希刚基于索洛余值模型设计建立中国农业科技进步贡献率测算方法, 并测算中国“九五”期间农业科技进步贡献率^[5]; 陈卫平运用非参数的 Malmquist 指数法测算 1990—2003 年中国农业全要素生产率, 发现除云南省、内蒙古自治区、上海市、贵州省、西藏自治区外的省(市、区)农业全要素生产率都实现了正增长^[6]; 全炯振运用 SFA – Malmquist 模型测算分解 1978—2007 年中国农业全要素生产率^[7]; 李谷成等运用 SFA 方法进行研究, 发现改革开放以来中国农业内部各行业的全要素生产率增长较大, 整体上具有较强的技术推进特征, 但行业差异大^[8]。随着低碳经济的发展, 在农业全要素生产率的测度方面, 王奇等将农业生产的资源和环境污染约束作为环境变量, 测算农业绿色全要素生产率^[9-12]。

在农业全要素生产率测算的基础上, 其影响因

收稿日期: 2022-06-29

基金项目: 浙江省重点软科学项目(编号: Y2022H002.03)。

作者简介: 王紫露(1987—), 女, 浙江衢州人, 硕士, 助理研究员, 从事区域科技创新、科技统计研究。E-mail: wangzilu232612@163.com。

通信作者: 张 玮, 助理研究员, 从事科技项目管理与政策研究。

E-mail: zw0571@foxmail.com。

素是学者们另一个关注的重点。如周端明从内在的技术进步和技术效率角度分析农业全要素生产率的提升^[13]；张乐等测度分解中国农业全要素生产率，发现配置效率变化是全要素生产率地区差异的主要因素来源^[14]；高帆发现技术进步是导致我国及各省份农业全要素生产率变动的主要因素，人力资本含量、灌溉面积占比和工资性收入占比等对农业全要素生产率有正面影响，农业产值占比、粮食播种面积占比则具有约束作用^[15]；徐永利认为，外在的农业生产制度的变革能够有效地影响农业全要素生产率的提高^[16]；王珏等发现，地理因素、工业化进程和土地利用能力因素等对农业全要素生产率增长影响显著^[17]；张淑辉等发现，农业科研投入对农业全要素生产率增长具有显著的正向影响^[18]；余航等考察土地配置效率改进、留守农户平均生产率、城乡二元结构、农业补贴政策等诱致性变迁因素与强制性变迁因素对农业全要素生产率的影响^[19]。

已有研究成果对准确衡量农业发展水平，探寻提升农业全要素效率的途径具有深远的意义，但针对长三角区域农业全要素生产率的相关研究较少。本研究将长三角城市群 26 个城市作为研究对象，基于 DEA - Malmquist 模型测算 2013—2019 年的农业全要素生产率，并利用 ArcGIS 软件进行可视化分析，以期准确反映长三角地区农业经济增长绩效，为因地制宜地制定农业高质量发展政策提供相关参考。

2 研究方法与评价指标

2.1 研究方法

2.1.1 DEA 模型 DEA 基本模型有规模收益不变的 CRS 模型和规模收益可变的 VRS 模型 2 种。在规模收益不变的 CRS 模型下，假设决策单元有 k 个，每个决策单元投入和产出的数量分别为 n 、 m 个，则投入和产出变量可以分别表示为 $X_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj})^T$ 、 $Y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{mj})^T$ ，此时决策单元的生产可能集表示为 $\{(x, y) | x \geq \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j, y \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j\}$ ，则规模收益不变的 CRS 模型表达为

$$\begin{aligned} & \min \theta \\ & \text{s. t. } \begin{cases} \sum_{j=1}^m \lambda_j y_j \geq x_k \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j \leq \theta X_k \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \end{aligned} \quad \circ$$

在此基础上假设 $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ ，则规模收益不变的 CRS 模型变为规模收益可变的 VRS 模型。DEA 基本模型的计算结果静态反映了决策单元特定时间的投入产出是否有效率

2.1.2 DEA - Malmquist 模型 为了对决策单元在一段时期中的全要素生产率变化情况进行动态分析，本研究在 DEA 基本模型的基础上引入 Malmquist 指数，时间 t 到 $(t+1)$ 期间的 Malmquist 生产率指数公式如下：

$$\begin{aligned} M_t^{t+1} &= \left[\frac{D^{t+1}(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}{D^{t+1}(x_i^t, y_i^t)} \times \frac{D^t(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}{D^t(x_i^t, y_i^t)} \right]^{1/2} \\ &= \left[\frac{D^t(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}{D^{t+1}(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})} \times \frac{D^t(x_i^t, y_i^t)}{D^{t+1}(x_i^t, y_i^t)} \right]^{1/2} \times \\ & \quad \frac{D^{t+1}(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}{D^t(x_i^t, y_i^t)} \end{aligned}$$

其中： $\left[\frac{D^t(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}{D^{t+1}(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})} \times \frac{D^t(x_i^t, y_i^t)}{D^{t+1}(x_i^t, y_i^t)} \right]^{1/2}$ 为技术进步指数； $\frac{D^{t+1}(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}{D^t(x_i^t, y_i^t)}$ 为技术效率指数。即生产率指数 = 技术进步指数 × 技术效率指数，在规模收益可变的 VRS 模型限定条件下，将技术效率指数

$\frac{D^{t+1}(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}{D^t(x_i^t, y_i^t)}$ 继续分解为纯技术率指数和规模效率指数，全要素生产率可进一步表达为：生产率指数 = 技术进步指数 × 纯技术率指数 × 规模效率指数。式中：生产率指数代表的是全要素生产率的变动，技术进步指数表示技术进步，具体体现为生产前沿的前移或后退。技术效率指数代表相对技术效率的变动，在没有技术改进的情况下，通过更有效率的使用投入并使之靠近生产前沿面以实现全要素生产率的增长。其中，规模效率指数大于 1 表示决策单元的生产规模不断优化；纯技术率指数大于 1 则表示资源配置与利用的改善。

2.2 测算指标

本研究在借鉴专家学者对农业全要素生产率影响因素研究成果的基础上，充分考虑指标数据的科学性与可获取性，选取农林牧渔业总产值作为产出指标，采用居民消费价格指数进行平减处理，消除价格因素的影响；选取化肥使用量、农村用电量、第一产业从业人员、农作物总播种面积、农用机械总动力等 5 个指标为投入指标（表 1）。由于 2012 年开始，农林牧渔服务业从第一产业调整到第三产业，为了保证统计数据口径的一致性，本研究计算

长三角城市群 26 个城市农业全要素生产率的时间段为 2013—2019 年。数据来源于中国经济与发展统计数据库及长三角城市群 26 个城市的《统计年鉴(2014—2020 年)》。

表 1 农业全要素生产率测算指标

一级指标	二级指标	单位
产出指标	农林牧渔业总产值	亿元
投入指标	化肥使用量	万 t
	农村用电量	亿 kW · h
	第一产业从业人员	万人
	农作物总播种面积	千 hm ²
	农用机械总动力	万 kW
平减指标	居民消费价格指数	

3 实证结果与分析

3.1 时间序列分析

2013—2019 年长三角城市群 26 个城市农业生产的综合效率及分解纯技术效率、规模效率的计算结果见表 2。2013—2018 年,长三角城市群农业生产综合效率、纯技术效率和规模效率均呈波动上升趋势;2019 年综合效率和规模效率发生较大的回

表 2 2013—2019 长三角城市群农业生产效率值

年份	综合效率	纯技术效率	规模效率
2013	0.802	0.887	0.908
2014	0.813	0.897	0.910
2015	0.843	0.911	0.928
2016	0.822	0.897	0.919
2017	0.825	0.894	0.924
2018	0.837	0.905	0.927
2019	0.804	0.900	0.896

落,而纯技术效率略有下降。

长三角城市群 26 个城市 2013—2019 年农业全要素生产率指数的计算结果见表 3。2013—2019 年长三角城市群 26 个城市农业生产效率的全要素生产率指数均值为 1.01,年均增长率为 1%,农业生产效率总体呈上升趋势,2016—2018 年略有回调。其中,技术进步指数与技术效率指数对农业生产效率的提高均起促进作用,技术进步指数对农业生产效率提高的促进作用较明显,而技术效率指数对农业生产效率提高的促进作用不明显。影响技术效率的因素中,纯技术效率指数均值大于 1,起促进作用,规模效率指数均值小于 1,起抑制作用。

表 3 2013—2019 年长三角城市群农业全要素生产率指数

年份	技术效率指数	技术进步指数	纯技术率指数	规模效率指数	全要素生产率
2013—2014	1.015	1.002	1.013	1.003	1.018
2014—2015	1.046	0.987	1.016	1.029	1.032
2015—2016	0.974	1.040	0.985	0.989	1.013
2016—2017	1.002	0.994	0.995	1.007	0.996
2017—2018	1.016	0.978	1.012	1.004	0.993
2018—2019	0.959	1.053	0.995	0.964	1.010
均值	1.002	1.009	1.002	0.999	1.010

3.2 空间分布情况

3.2.1 DEA 模型静态分析 静态 DEA 结果(图 1)显示,长三角城市群 26 个城市的农业生产效率差异较大。2013—2019 年,安徽省合肥市、池州市、滁州市和浙江省舟山市等 4 个城市农业生产综合效率值保持在 1,处于技术前沿水平。江苏省苏州市、安徽省马鞍山市和安庆市等的农业生产综合效率在长三角城市群 26 个城市中保持相对较高的水平。农业生产综合效率不佳的是浙江省金华市和安徽省铜陵市,2013 年农业生产综合效率值仅分别为 0.450、0.407,2019 年分别提高到 0.457、0.580,但仍为 26 个城市最末。其中,金华市农业生产综合效

率主要受纯技术效率较低的影响;铜陵市农业生产的纯技术效率保持在 1,综合效率被规模效率所拉低。

3.2.2 DEA - Malmquist 模型动态分析 根据动态 DEA 全要素生产率指数结果(表 4),将长三角城市群 26 个城市分为农业全要素生产率指数大于 1 的增长组和农业全要素生产率指数小于 1 的下降组。
3.2.2.1 增长组 该组有 14 个城市,按照农业全要素生产率指数增速又可以分为 3 个梯队:第一梯队是农业全要素生产率指数年均增速高于 5% 的浙江省杭州市(9.7%)、浙江省台州市(7.8%)、浙江省宁波市(6.9%)等 3 个城市;第二梯队是农业全

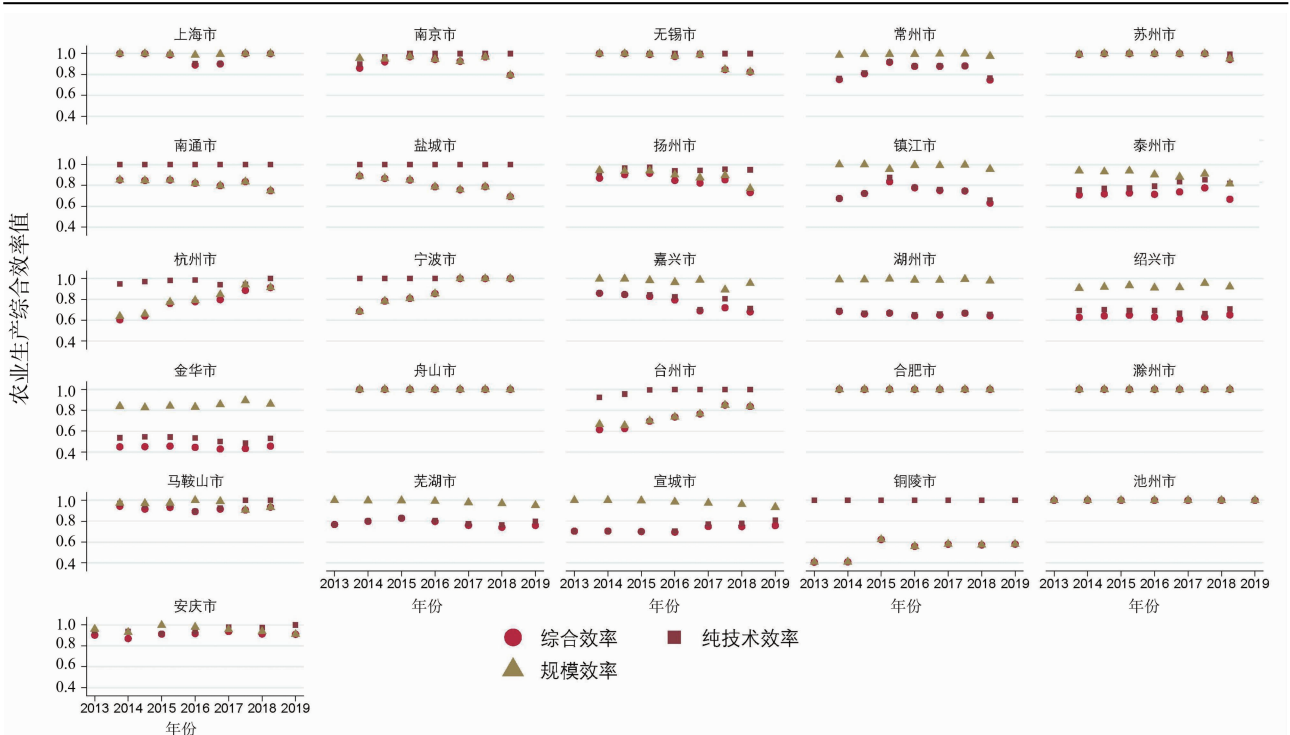


图1 2013—2019 年长三角城市群 26 个城市农业生产效率值

表 4 2013—2019 年长三角城市群 26 个城市全要素生产率指数均值

组别	省份	城市	技术效率指数	技术进步指数	纯技术率指数	规模效率指数	全要素生产率
增长组	浙江	杭州市	1.071	1.024	1.009	1.062	1.097
	浙江	台州市	1.053	1.024	1.013	1.039	1.078
	浙江	宁波市	1.065	1.004	1.000	1.065	1.069
	安徽	铜陵市	1.061	0.978	1.000	1.061	1.037
	浙江	舟山市	1.000	1.034	1.000	1.000	1.034
	浙江	金华市	1.003	1.026	0.998	1.004	1.029
	浙江	绍兴市	1.006	1.018	1.004	1.002	1.024
	江苏	常州市	0.999	1.017	1.000	0.999	1.016
	浙江	湖州市	0.990	1.027	0.992	0.998	1.016
	安徽	池州市	1.000	1.015	1.000	1.000	1.015
	江苏	南京市	0.987	1.028	1.018	0.97	1.014
	江苏	泰州市	0.99	1.024	1.014	0.976	1.014
	江苏	镇江市	0.989	1.024	0.996	0.993	1.012
	江苏	南通市	0.979	1.025	1.000	0.979	1.003
降低组	安徽	宣城市	1.012	0.985	1.024	0.989	0.998
	江苏	扬州市	0.971	1.027	1.005	0.966	0.997
	江苏	苏州市	0.992	1.003	0.999	0.993	0.995
	安徽	合肥市	1.000	0.993	1.000	1.000	0.993
	安徽	马鞍山市	0.998	0.995	1.005	0.993	0.993
	安徽	安庆市	1.001	0.988	1.01	0.991	0.990
	安徽	滁州市	1.000	0.987	1.000	1.000	0.987
	上海	上海市	1.000	0.983	1.000	1.000	0.983
	浙江	嘉兴市	0.962	1.017	0.969	0.993	0.978
	安徽	芜湖市	0.998	0.979	1.006	0.992	0.977
	江苏	盐城市	0.959	1.012	1.000	0.959	0.970
	江苏	无锡市	0.968	0.994	1.000	0.968	0.962

要素生产率指数年均增速在 $>2\% \sim 5\%$ 的安徽省铜陵市 (3.7%)、浙江省舟山市 (3.4%)、浙江省金华市 (2.9%)、浙江省绍兴市 (2.4%) 等 4 个城市;第三梯队是农业全要素生产率指数年均增速在 $0 \sim 2\%$ 的江苏省常州市 (1.6%)、浙江省湖州市 (1.6%)、安徽省池州市 (1.5%)、江苏省南京市 (1.4%)、江苏省泰州市 (1.4%)、江苏省镇江市 (1.2%)、江苏省南通市 (0.3%) 等 7 个城市。

3.2.2.2 降低组 该组有 12 个城市,同样按照农业全要素生产率指数增速分为 3 个梯队:第一梯队是农业全要素生产率指数年均增速在 $\geq -1\% \sim 0$ 的安徽省宣城市 (-0.2%)、江苏省扬州市 (-0.3%)、江苏省苏州市 (-0.5%)、安徽省合肥市 (-0.7%)、安徽省马鞍山市 (-0.7%)、安徽省安庆省 (-1%) 等 6 个城市;第二梯队是农业全要素生产率指数年均增速在 $\geq -3\% \sim -1\%$ 的安徽省滁州 (-1.3%)、上海市 (-1.7%)、浙江省嘉兴市

(-2.2%)、安徽省芜湖市 (-2.3%)、江苏省盐城市 (-3%) 等 4 个城市;第三梯队是农业全要素生产率指数年均增速低于 -3% 的江苏省无锡市 (-3.8%)。

根据 26 个城市的省域地理位置分布,利用 ArcGIS 软件得到可视化分析结果 (图 2)。浙江省除嘉兴市外,其他 7 个城市全要素生产率均呈增长趋势,尤其是杭州市、台州市和宁波市,增速远高于其他长三角城市群城市。安徽省 2 个城市农业生产综合效率提高,其中铜陵市增速仅次于杭州市、台州市和宁波市,位于增长组第二梯队之首;其余 6 个城市农业生产综合效率呈下降趋势。江苏省 5 个城市农业生产综合效率提高,但增幅相对较低,均位于增长组第三梯队;4 个城市农业生产综合效率下降,其中安徽省芜湖市、江苏省盐城市位于长三角城市群 26 个城市之末。上海市农业生产综合效率下降,位于降低组第二梯队。

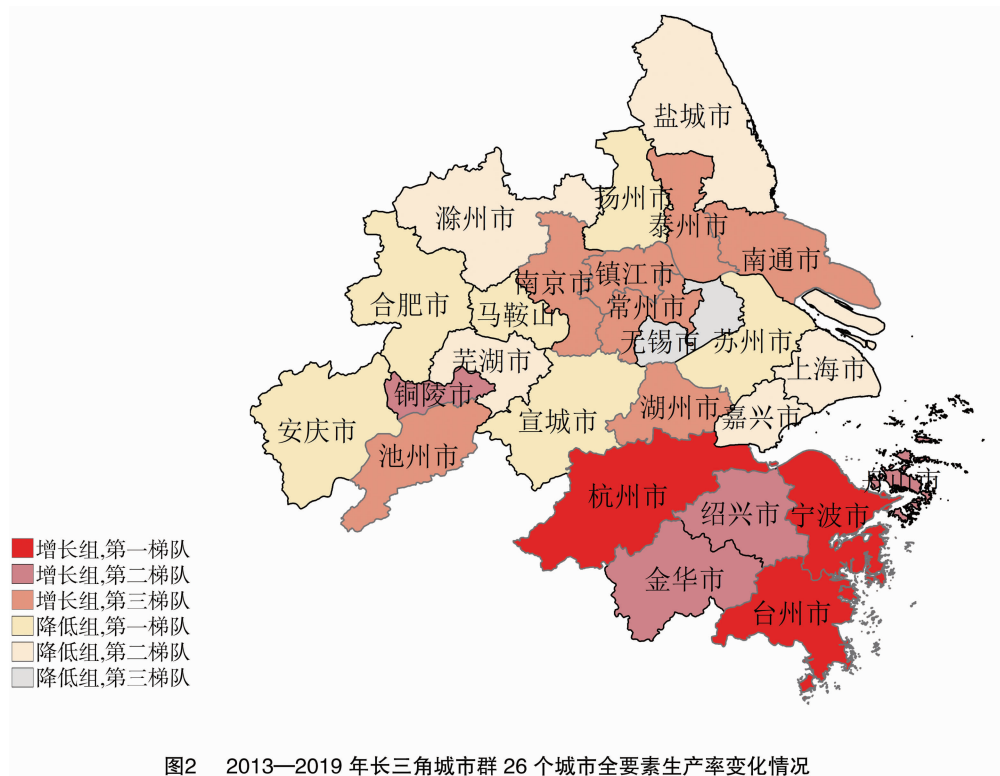


图2 2013—2019 年长三角城市群 26 个城市全要素生产率变化情况

4 结论与建议

对长三角城市群 26 个城市 2013—2019 年农业全要素生产率进行分析,得出以下结论与建议。第一,从总体情况看,2013—2019 年长三角城市群 26 个城市农业全要素生产率均值为 1.01,年均增长率

为 1%,农业生产效率呈上升趋势。其中,农业技术进步指数对农业生产效率的贡献较大,农业技术效率指数提高的贡献则较小。以资源要素投入拉动经济增长的粗放型农业生产方式已经进入瓶颈期,“十四五”时期更要注重加强面向农业产业发展需求的基础、实用技术研发,依靠农业科技进步的力

量带动生产效率提升,进而推动农业产业高质量发展。第二,分 26 个城市情况看,长三角城市群 26 个城市间农业生产综合效率及纯技术效率、规模效率空间差异较大。2013—2019 年只有合肥市、池州市、滁州市、舟山市等 4 个城市的农业生产综合效率实现 DEA 有效并保持,其他城市尚存在改进空间。金华市、铜陵市的农业生产综合效率值为 26 个城市最末,2019 年仅分别为 0.457、0.580。各地制定农业发展规划要充分考虑当地农业产业的现实基础,注重农业新品种、新技术、新设施(装备)、新产品的研发和推广应用,切实转变农业生产方式,提高农业生产效率。第三,分 3 省 1 市情况看,浙江省各城市农业生产效率提高较快,杭州市、宁波市、台州市等城市农业生产效率落后的状况已发生改变,2019 年农业全要素生产率跻身長三角城市群 26 个城市前列。江苏省多数城市农业生产效率总体稳定且略有提升,安徽省多数城市和上海市的农业生产效率稳定中略有下降。长三角 3 省 1 市要充分利用科技创新资源优势,瞄准农业领域国家战略需求,开展农业关键核心技术攻关,加强农业科技成果转化应用,打造国际国内领先的现代农业产业集群。

参考文献:

- [1] 中共中央国务院关于全面推进乡村振兴加快农业农村现代化的意见[EB/OL]. (2021-02-21)[2022-05-22]. http://www.gov.cn/zhengce/2021-02/21/content_5588098.htm.
- [2] 蒋一琛,许 斌,胡丽艳. 浙江省推进长三角科创产业一体化发展指数研究[J]. 全球科技经济瞭望,2021,36(12):62-68.
- [3] 李晓龙. 农村产业融合对农业全要素生产率的效应检验与机制分析[J]. 江苏农业科学,2021,49(22):20-26.
- [4] 叶 璐,王济民. 农业全要素生产率国内外研究综述[J]. 世界农业,2020(2):50-58.
- [5] 朱希刚. 我国“九五”时期农业科技进步贡献率的测算[J]. 农业经济问题,2002,23(5):12-13.
- [6] 陈卫平. 中国农业生产率增长、技术进步与效率变化:1990—2003 年[J]. 中国农村观察,2006(1):18-23,38,80.
- [7] 全炯振. 中国农业全要素生产率增长的实证分析:1978—2007 年——基于随机前沿分析(SFA)方法[J]. 中国农村经济,2009(9):36-47.
- [8] 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——一项基于随机前沿生产函数的行业比较研究[J]. 农业技术经济,2010(5):4-14.
- [9] 王 奇,王 会,陈海丹. 中国农业绿色全要素生产率变化研究:1992—2010 年[J]. 经济评论,2012(5):24-33.
- [10] 梁 俊,龙少波. 农业绿色全要素生产率增长及其影响因素[J]. 华南农业大学学报(社会科学版),2015,14(3):1-12.
- [11] 吴传清,宋子逸. 长江经济带农业绿色全要素生产率测度及影响因素研究[J]. 科技进步与对策,2018,35(17):35-41.
- [12] 郭海红,刘新民. 中国农业绿色全要素生产率时空演变[J]. 中国管理科学,2020,28(9):66-75.
- [13] 周端明. 技术进步、技术效率与中国农业生产率增长——基于 DEA 的实证分析[J]. 数量经济技术经济研究,2009,26(12):70-82.
- [14] 张 乐,曹 静. 中国农业全要素生产率增长:配置效率变化的引入——基于随机前沿生产函数法的实证分析[J]. 中国农村经济,2013(3):4-15.
- [15] 高 帆. 我国区域农业全要素生产率的演变趋势与影响因素——基于省际面板数据的实证分析[J]. 数量经济技术经济研究,2015,32(5):3-19,53.
- [16] 徐永利. 兵团农业全要素生产率的测算与分析[J]. 资源开发与市场,2009,25(12):1082-1085.
- [17] 王 珏,宋文飞,韩先锋. 中国地区农业全要素生产率及其影响因素的空间计量分析——基于 1992—2007 年省域空间面板数据[J]. 中国农村经济,2010(8):24-35.
- [18] 张淑辉,陈建成. 农业科研投资与农业生产率增长关系的实证研究[J]. 云南财经大学学报,2013,29(5):83-90.
- [19] 余 航,周泽宇,吴 比. 城乡差距、农业生产率演进与农业补贴——基于新结构经济学视角的分析[J]. 中国农村经济,2019(10):40-59.