

安徽农业科技创新效率测度与 创新能力提升对策

陈学云 程长明 张敏¹

(滁州学院经济与管理学院, 安徽 滁州 239000)

【摘要】: 建立农业科技创新效率测度模型, 构建评价指标体系, 基于 2006—2015 年的数据, 对安徽省农业科技创新效率进行测度, 结果表明: 安徽省农业科技创新效率整体不高, 创新资源配置未实现最优状态。综合效率提升主要受到规模效率的拉动作用, 而纯技术效率起到制约作用, 制度运行效率和管理水平不足。从安徽省市际看, 农业科技创新效率存在时空差异, 但总体而言均有所上升。安徽农业科技创新能力提升应从完善体制机制、实施差异化战略、增强科技投资能力入手。

【关键词】: 安徽 农业科技 效率测度 创新能力提升

0 引言

当前, 农业发展的条件和环境正发生深刻变化, 农业可持续发展问题已成为发展现代农业关注的焦点。依靠科技进步, 实施创新驱动战略, 促进农业质量、效益和竞争力不断提升是新时代农业供给侧改革的重要任务。因此, 如何提高农业科技创新效率和能力成为当下亟待解决的问题, 而这一问题的解决必须建立在对我国农业科技创新效率准确测度的基础上。

众多学者从不同的研究视角, 运用不同的方法对农业科技创新效率展开研究, 并得出不同的结果。运用 Malmquist 指数法、TOPSIS 法, 对我国农业科技创新效率进行测算, 并分省份对农业科技创新效率进行比较研究, 认为我国农业科技创新能力总体较弱, 区域农业科技创新效率存在着显著差异^[1,2]; 从农业生态区划视角进行分析, 结果显示农业科技资源技术效率存在明显的时空差异^[3]; 从成果转化角度, 对农业科技创新成果转化效率进行测度, 得出总体转化效率不高, 不同的转化主体效率水平存在差异, 事业型研究单位转化效率较高且稳定的结论^[4]; 运用 SFA 模型, 研究我国农业科技创新效率, 显示: 东部、中部、西部地区的创新效率依次降低, 但差距在逐年缩小^[5]。

有学者对农业科技创新效率的影响因素进行了专门研究, 其核心因素有: 政府支持力度、农村劳动力素质、农村经济发展水平^[6]; 技术市场发育程度、农业技术引进与吸收能力及农业生产力发展水平^[7]; 市场化程度^[8]; 环境规制和政府 R&D 投入^[8]。

有学者专门对地方农业科技创新效率进行研究和探索, 如: 河南省 18 地市农业科技创新效率测算^[9], 北京、上海及天津三大都市农业科技创新效率测度^[7], 四川省农业科技创新效率评价^[10], 山西省农业科技创新效率测算和评价^[11], 福建农业科技创新效率分析^[12], 重庆市农业科技资源配置效率^[13]。

基金项目: 安徽省高校人文社会科学研究重大项目——“安徽农业科技创新能力提升研究”(项目编号: SK2018ZD034, 项目负责人: 陈学云) 成果之一; 安徽省社会科学创新发展研究项目——“安徽省农业现代化与农业科技创新协调发展: 机理、测度与对策研究”(项目编号: 2018CX037; 项目负责人: 程长明) 成果之一。

作者简介: 陈学云, 管理学博士, 滁州学院经济与管理学院教授, 研究方向: 农业科技创新; 程长明, 管理学硕士, 滁州学院经济与管理学院讲师, 研究方向: 农业产业化; 张敏, 管理学硕士, 滁州学院经济与管理学院教授, 研究方向: 农业农村经济。

目前, 还未见专门对安徽省农业科技创新效率进行全面测度的文献, 仅有一些局部的研究, 如安徽省农业科技园创新能力评价^[14], 仅就科技园创新能力进行评价。有文献运用层次分析法构建了科技创新促进安徽农业发展的能力评价模型, 对安徽省的农业科技创新能力进行综合评价^[15]。但该文献仅就投入能力、产出能力、转化能力和支撑能力对安徽省科技创新能力进行总体性研究, 没有分地区进行效率评价, 而安徽省科技创新效率存在明显的地区差异, 在作空时研究的基础上, 对安徽省农业科技创新效率进行测度十分必要。

1 测度模型

本文对农业科技创新效率的理解主要基于 Shephard^[16]的距离函数和 Farrell^[17]的效率理论。农业科技创新效率评价问题涉及多指标投入和多指标产出。不仅包括科研机构、高等院校为代表的政府主导型, 还包括企业、农户为代表的市场主导型, 其投入要素也分为不同的类型, 除了常规的人、财、物等投入要素, 还包括政策、环境等要素。而产出的要素则包括农业新技术、农业新品种、农业新型管理方式等。借助 DEA 模型可以有效判断其投入产出效率水平。DEA 模型方法包含多种模型结构, 其中产出不变的 C^rR 模型建模思路清晰、形式简单、理论完善, 具有广泛的运用领域和价值^[18], 因此本文采用该模型对农业科技创新的各 DMU 进行效率测度, 其对偶形式的模型结构如下:

$$s. t. \begin{cases} \min [\theta - \varepsilon (\hat{e}^T s^- + e^T s^+)] \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j X_j + s^- = \theta X_0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_j - s^+ = Y_0 \\ \lambda_j \geq 0, s^- \geq 0, s^+ \geq 0 \end{cases} \quad (1)$$

其中, 农业科技创新效率评价的 DMU 包含 m 个投入向量 $x_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})$ 和 n 个产出向量 $y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{nj})$; s^- 和 s^+ 分别表示农业效率评价投入和产出的松弛变量; ε 表示效率评价中的非阿基米德无穷小。根据模型 (1), 存在以下情况: 若 $\theta = 1$, 且 $s^- = 0, s^+ = 0$ 时, 则表示该地区的农业科技创新投入产出为 DEA 有效, 获得最优产出; 若 $\theta = 1$, 且 $s^- > 0$ 或 $s^+ > 0$ 时, 则说明该地区的农业科技创新投入产出为弱 DEA 有效, 可以通过投入产出一方不变的前提下相应减少投入或增加产出的方式提高农业科技创新效率^[19]; 若 $\theta < 1$, 则表示该地区农业科技创新投入产出非 DEA 有效, 需要进行结构调整实现效率最优。

2 实证分析

2.1 指标体系构建

本文对农业科技创新测度指标的构建, 坚持指标体系的可代表性和全面性原则, 参考了多个学者的研究成果。其中农业科技创新的投入指标选取农业科技创新人数、研究与试验发展 (R&D) 人员全时当量、研究与试验发展 (R&D) 经费支出总额 3 个指标; 产出指标包含国内专利申请授权量、技术市场成交额、农林牧渔业总产值 3 个指标 (见表 1)。本文选取 DEA 模型对农业科技创新效率进行评价, 而实际测量过程, 要求 DMU 的数量不应该少于投入和产出指标数量的总和, 同时不少于投入和产出指标数量总和的 3 倍^[20]。

根据评价原则和 DEA 模型对指标的要求, 以安徽各地市作为效率评价的决策单元, 选取安徽省 16 个地级市的 10 年数据, 形成安徽省农业科技创新的投入产出指标体系所需数据如表 2 所示。

2.2 效率分析

基于上述模型,采用DEAP2.1软件计算安徽省各DMU的农业科技创新效率,得出考察期16个地级市的农业科技创新效率状况,具体有综合技术效率(TE)、纯技术效率(PTE)和规模效率(SE),如表3、表4所示。

由表3可以看出,在考察期内,安徽省农业科技创新综合效率、平均纯技术效率、平均规模效率分别为0.828,0.871,为0.946,说明安徽省农业科技创新效率整体来说还不高,还需要对农业科技创新资源进行调整,从人力、物力和财力等要素方面提高各种投入产出资源的整体配置效率水平。根据三种效率的大小可以看出,安徽省农业科技创新综合效率的提升主要受到规模效率的拉动作用,而纯技术效率起到制约作用,表明安徽省农业科技创新的发展过程中制度运行效率和管理水平的不足,对于未来的发展过程中要侧重从这些方面进行提升。而且各地市各效率之间都存在一定的差异。

表1 农业科技创新效率指标

指标类别	指标选取	单位	说明
投入指标	X ₁ 农业科技创新人数	人	采用公有经济企事业单位农业技术人员数
	X ₂ 人员全时当量	人年	采用研究与试验发展(R&D)人员全时当量
	X ₃ 尺经费支出总额	万元	采用研究与试验发展(R&D)经费内部支出总额代替
产出指标	Y ₁ 国内专利申请授权量	件	反映科技创新重要成果的指标之一
	Y ₂ 技术市场成交额	亿元	反映农业科技创新成果转化能力,衡量产出价值
	Y ₃ 农林牧渔业总产值	亿元	农林牧渔业总产值指数折算成以2004年为基期的不变价格

表2 样本描述性统计分析(2006—2015年)

变量	X ₁	X ₂	X ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃
最小值	111.68	940.00	2.81	792.00	0.10	20.56
最大值	3147.54	50713.90	174.87	17070.00	104.93	555.09
平均值	555.93	7962.83	24.53	3255.58	10.23	267.63
标准差	723.55	11029.22	38.65	3425.46	22.78	156.06

资料来源:根据2014—2016年《安徽省科技统计公报》和《安徽统计年鉴》整理。下同

表3 2013—2015年安徽省各地市农业科技创新效率均值

地市	TE	PTE	SE
合肥	1.000	1.000	1.000
淮北	0.733	0.817	0.892
亳州	1.000	1.000	1.000
宿州	1.000	1.000	1.000
蚌埠	1.000	1.000	1.000
阜阳	0.969	1.000	0.969
淮南	0.640	0.650	0.984

滁州	0.571	0.690	0.825
六安	1.000	1.000	1.000
马鞍山	0.861	0.883	0.975
芜湖	1.000	1.000	1.000
宣城	0.647	0.733	0.902
铜陵	0.451	0.488	0.924
池州	0.973	1.000	0.973
安庆	0.774	0.833	0.939
黄山	0.632	0.849	0.750
均值	0.828	0.871	0.946

从地市差异性角度来看,考察期内农业科技创新效率处于 DEA 有效的包含合肥、亳州、宿州、蚌埠、六安和芜湖 6 个地市,占据全部地市的 37.50%。它们的农业科技创新投入产出比例较为合理,效率最优。在非 DEA 有效的地市中,阜阳、池州和黄山市的农业科技创新效率中纯技术效率优于规模效率,尤其是阜阳和池州市,其纯技术效率为 1,说明对于两市而言没有投入需要减少、没有产出需要增加,需要重点实现产业化发展,实现规模经济;淮北、淮南、滁州、马鞍山、宣城、铜陵和安庆的农业科技创新的规模效率优于纯技术效率,表明其规模效率相对较高,需要重点从制度运行状况和管理水平提升角度实现农业科技创新效率的提升。

由表 4 可以得出安徽省农业科技创新效率的时空差异。从全省来看,安徽省 16 个地市 2013 年的综合效率、纯技术效率、规模效率平均值分别为 0.795、0.832、0.829,而 2015 年的效率值为 0.829、0.876、0.939,三个效率呈现倒“U”型发展趋势,总体而言均有所上升。

从区域差异性来看,安徽省各地市间的农业科技创新效率差异较大,具体表现为:合肥、亳州、宿州、蚌埠、六安和芜湖均处于效率的生产前沿面,农业科技创新资源配置属于 DEA 有效,且 DEA 有效的地市占 37.50%。以合肥市、芜湖、蚌埠市为代表的安徽省中心城市,市场开放度高、科技创新能力和技术水平较高,为其农业科技创新产业的增长奠定了坚实的发展基础;宿州市是皖北地区的粮食重镇,农业资源相对较为丰富,尤其是水果、蔬菜产业化程度较高,与之相对应的农业科技水平也较为重视,促进其效率的提升;六安和亳州市属于农业产值排名靠前的地市,农业科技创新发展的相对投入产出效率较高,资源配置已经实现最优状态,且考察期内均属于有效状态。阜阳和池州市在 2015 年的农业科技创新是 DEA 有效的,尤其是阜阳的农业规模和水平均处于领先地位,其农业科技也逐渐趋于有效状态。其他地市的农业科技创新效率均属于非 DEA 有效的,究其原因,主要是受到农业科技创新的纯技术效率的限制。

表 4 安徽省各地市农业科技创新效率(2013—2015 年)

地 市	2013 年				2014 年				2015 年			
	TE	PTE	SE	RTS	TE	PTE	SE	RTS	TE	PTE	SE	RTS
合 肥	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变
淮 北	0.718	0.751	0.956	递增	0.913	0.978	0.934	递增	0.569	0.723	0.787	递增
亳 州	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变
宿 州	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变
蚌 埠	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变
阜 阳	1.000	1.000	1.000	不变	0.907	1.000	0.907	递减	1.000	1.000	1.000	不变
淮 南	0.492	0.513	0.961	递增	0.634	0.636	0.997	递增	0.795	0.800	0.994	递增

滁州	0.484	0.659	0.734	递减	0.683	0.787	0.868	递减	0.545	0.624	0.874	递减
六安	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变
马鞍山	0.869	0.903	0.962	递减	0.794	0.810	0.980	递增	0.920	0.935	0.984	递减
芜湖	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变
宣城	0.613	0.679	0.903	递减	0.793	0.985	0.805	递减	0.535	0.536	0.999	递减
铜陵	0.475	0.490	0.971	递增	0.462	0.489	0.944	递增	0.416	0.485	0.857	递增
池州	0.938	1.000	0.938	递增	0.980	1.000	0.980	递增	1.000	1.000	1.000	不变
安庆	0.491	0.498	0.986	递增	0.936	1.000	0.936	递减	0.896	1.000	0.896	递减
黄山	0.637	0.825	0.772	递增	0.673	0.801	0.841	递增	0.585	0.920	0.636	递增
均值	0.795	0.832	0.949		0.861	0.905	0.95		0.829	0.876	0.939	

2.3 实证结论

从对安徽省的实证研究看，农业科技创新效率整体不高，创新资源配置未实现最优状态。安徽还需要对农业科技创新资源进行调整，从人力、物力和财力等要素方面提高各种投入产出资源的整体配置效率水平。根据农业科技创新的综合效率分解情况，考察期内纯技术效率起到制约作用。从安徽省各市情况看，宣城、铜陵等地市纯技术效率均较低，要实现农业结构优化、转型升级，必须从机制上进行创新。池州、黄山等市必须提升规模效率以实现产业转型，而且要加大创新要素的投入，合理配置资源。

3 创新能力提升对策

3.1 完善体制机制

实证研究表明，安徽省农业科技创新过程中存在着制度运行效率不高和管理水平不足问题。基于此，创新农业科技体制机制，形成农业科技创新的投入、管理和转化的激励机制，形成创新过程中的利益相关者(政府部门、科学界和产业界等)的合作与互动局面，强化农业科技创新系统各环节的协调和联动。扩大创新主体的自主权，营造“双创”人员开拓创新的政策环境，鼓励科技人员创新创业，充分重视科技成果扩散，提高农业科技成果转化的政策力度，提升转移转化能力。

3.2 实施差异化战略

安徽省农业科技创新效率的存在时空差异，在创新能力的提升上应实施差异化战略。由于安徽省16个地市经济发展水平、科研基础条件、创新效率等方面差别大，科技发展战略应基于各市的实际情况，区别对待。做到分类指导、因地制宜地，分配科技资源时应各有侧重。对创新效率较高的地市，可以通过政策引导，社会资本进入创新领域，壮大研发力量。对于创新效率较低的地市，可以加大政府的投入，对科技产出者的进行补贴，助其提出自我发展能力，以缩小区域间农业科技创新差距。

3.3 增强科技投资能力

纯技术效率主要受投资能力或是投入资源的使用能力的影响，安徽应重视农业科技投资能力的提升。优化政策环境，正确处理农业科技公益性与投资者收益之间的矛盾，在增加政府投入强度的同时，吸引大量的非公共投入，以优化农业科技投入结构。引导资源优化配置，实现对现有资源最大化利用，提高农业科技成果推广及应用效益。为了使农业科技创新效率达到较优水平，减少对投入要素冗余较多地市的要素投入，增加不存在冗余情况地市的要素投入。促进创新要素的流动，发挥各地市的创新力，实现安徽农业科技创新能力的整体提升。

4 进一步讨论

有两个重要的因素影响着农业科技创新能力的提升。一是政府投入，二是环境规制。由于农业科技具有很强的正外部性，政府投入是为必然。环境规制是科技创新存在负外部性的理由。

根据经济学理论，政府投入会对私人投资产生挤出效应，这在农业领域会不会发生？乡村振兴战略鼓励社会资本，尤其是工商资本投资于农业。在这一背景下，如何处理好政府投入与社会资本投资的矛盾，成为亟须解决的问题。基于农业科技创新活动过程、成果和收益的溢出性所导致的市场投入不足，政府投入农业科技创新领域不可避免。但同时也会产生所谓的对私人投资的挤出效应，出现了政府不断增加投入，但收效仍然不大的局面。其原因在于政府投资的诱导作用没有得到充分发挥，反而由于投资结构不良以及权力寻租行为破坏了投资环境，抑制了私人投资的积极性。因此，没有理由否定政府投入的必要性，关键是如何实现其“杠杆效应”，撬动社会部门投资农业，解决农业科技投入不足问题。乡村振兴战略的顺利实施要靠科技支撑，发展现代农业，要靠科技创新。只有实现政府投入与社会投入的良性互动，才能解决这一问题。

根据“波特假说”，适当的环境规制将刺激技术创新，并能降低或抵消遵循环境规制的成本。环境条件有很强的非竞争性和非排他性，属公共产品，政府理应规制，以纠正市场失灵。否则，必然导致环境过度使用现象的产生，造成环境条件的恶化，危害公共利益。如前所述，农业科技创新也存在对环境的负效应，创新效率的提高也要重视“高质量”。所以本文提出的创新能力提升更加重视质量和社会效益的提高。笔者认为，农村环境问题必须用农业科技创新去解决，这也是大多数学者所认同的。当然，农业科技在发展的同时，也会对环境产生负面影响，但不能因此成为政府规避对农业农村科技投入的理由，因为“波特假说”提出的促进科技创新的环境规制强度区间是存在的，尤其是市场激励型规制，关键是我们如何去拿捏和把握。

参考文献：

[1]张静，张宝文. 基于 Malmquist 指数法的我国农业科技创新效率实证分析[J]. 科技进步与对策, 2011(7):84-88.

[2]陈耀，赵芝俊，高芸. 中国区域农业科技创新能力排名与评价[J]. 技术经济, 2018(12):53-60.

[3]杨传喜，张俊飏，李树明. 农业科技资源技术效率的测算与分析——基于农业生态区划的视角[J]. 中国科技论坛, 2011(6):138-143.

[4]肖娴，毛世平，孙传范，等. 农业科技成果转化效率测度及分析[J]. 中国科技论坛, 2015(8):139-144.

[5]赵丽娟，张玉喜，潘方卉，等. 科技人力资源与资金对农业科技创新效率影响研究[J]. 华东经济管理, 2016(1):100-105.

[6]董明涛. 我国农业科技创新资源的配置效率及影响因素研究[J]. 华东经济管理, 2014(2):53-58.

[7]张莉，佚名，美莲，等. 农业科技创新效率测算及比较研究[J]. 农业技术经济, 2016(12):84-90.

[8]赵丽娟，张玉喜，潘方卉. 政府 R&D 投入、环境规制与农业科技创新效率[J]. 科研管理, 2019(2):76-85.

[9]陈振，郑锐，李佩华，等. 河南省农业科技创新效率评价与分析[J]. 河南农业大学学报, 2018(3):464-469+484.

[10]傅丽，张社梅. 四川省农业科技创新效率评价研究[J]. 农村经济与科技, 2015(7):33-36.

-
- [11]赵骁炀. 山西农业科技创新效率研究[J]. 经济师, 2014(10):148-149+153.
- [12]郑逸芳, 王姿燕, 苏时鹏, 等. 福建省农业科技创新效率分析[J]. 科技和产业, 2010(6):76-78.
- [13]赵连明. 重庆市农业科技创新资源配置效率及影响因素研究[J]. 中国农业资源与区划, 2018(7):92-98.
- [14]夏岩磊, 李丹. 基于层次分析法的农业科技园创新能力评价——以安徽为例[J]. 皖西学院学报, 2017(5):54-60.
- [15]杜俊娟. 安徽农业科技创新能力评价研究[J]. 安庆师范学院学报(社会科学版), 2016(2):99-104.
- [16] SHEPHARD R W. Theory of Cost and Production Functions[M]. Princeton: Princeton University Press,1970:308.
- [17] FARRELL M J. The measurement of productive efficiency[J]. Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General), 1957, 120(3): 253-290.
- [18]郝海, 郑丕谔, 踪家峰. 基于 C2R 模型决策单元规模收益的判断准则[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2009(6):236-238.
- [19]基于 DEA 模型的我国农业科技创新投入产出分析[J]. 科技进步与对策, 2013(8):82-85.
- [20] COOPER W W, SEIFORD L M, TONE K. Data Envelopment Analysis:A comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software[M]. 2nd ed. New York: Springer Science & Business Media, 2007: 333-335.