

财政支农补贴能有效提升粮食全要素生产率吗? ——兼顾农业技术环境的调节作用探讨

李自强¹ 李晓云^{1*} 孙倩¹ 叶伟娇²

(1. 华中农业大学 经济管理学院, 武汉 430070;

2. 首都经济贸易大学 工商管理学院, 北京 100070)

摘要 为了解中国财政支农补贴与粮食全要素生产率之间的影响关系,采用传统 DEA-Malmquist 指数法测算粮食全要素生产率,以结构效应和技术效应为中介,以农业技术环境为调节,探究财政支农补贴对粮食全要素生产率的影响机制。结果表明:财政支农补贴能够有效促进粮食全要素生产率的提升,并且对非粮食主产区粮食全要素生产率的影响要大于粮食主产区;财政支农补贴通过发挥结构效应和技术效应,提高粮食全要素生产率;在较优的农业技术环境中,财政支农补贴对粮食全要素生产率具有较强的促进作用。据此,从完善财政支农补贴政策,充分发挥结构和技术效应,加大农业技术环境优化力度 3 个方面提出促进粮食全要素生产率增长的政策建议。

关键词 财政支农补贴; 粮食全要素生产率; 农业技术环境; 结构效应; 技术效应

中图分类号 F323.7 文章编号 1007-4333(2021)08-0236-17 文献标志码 A

Will financial subsidies for agriculture effectively increase the total factor productivity of food: The moderate effect of agricultural technology environment

LI Ziqiang¹, LI Xiaoyun^{1*}, SUN Qian¹, YE Weijiao²

(1. College of Economics and Management, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

2. College of Business Administration, Capital University of Economics and Business, Beijing 100070, China)

Abstract In order to study the relationship between China's financial subsidies for agriculture and grain total factor productivity, this study adopts the traditional DEA-Malmquist index to measure grain total factor productivity, takes structural effects and technological effects as mediation, and uses agricultural technology environment as moderation to explore the influence mechanism of financial subsidies for agriculture on grain total factor productivity. The results show that: The financial subsidies for agriculture can effectively increase the TFP, and the impact on non-major food producing areas is greater than that of major food producing areas. The financial subsidies for agriculture increase the TFP through structural and technological effects. In a better agricultural technology environment, the financial subsidies for agriculture have a significant role in promoting the TFP. In the end, this study puts forward suggestions to promote the TFP, such as improving fiscal subsidy policies for agriculture, making full use of structure and technical effects, and increasing the optimization of the agricultural technology environment.

Keywords financial subsidies for agriculture; food total factor productivity; agricultural technology environment; structure effect; technical effect

确保粮食安全始终是治国理政的头等大事。自 2003 年起中国政府开始对 13 个粮食主产区实行农

资综合补贴和粮食直补政策,2004 年后全面扩大对粮食生产补贴的支持范围,良种补贴、粮食直补、农

收稿日期: 2020-12-04

基金项目: 教育部哲学社会科学重大攻关项目(20 JZD015); 国家自然科学基金项目(71673102)

第一作者: 李自强, 博士研究生, E-mail: liziqiang@webmail.hzau.edu.cn

通讯作者: 李晓云, 教授, 主要从事农业资源与环境研究, E-mail: lixiaoyun@mail.hzau.edu.cn

资综合补贴和农机具购置补贴等政策相继出台。直至2016年展开的三项补贴改革后将财政支农补贴分为农业支持保护补贴和农机购置补贴,在随后的2018与2019年中央“一号文件”中,均强调应继续优化调整农业补贴政策加大财政支农力度,2020年中央“一号文件”又进一步提出“优化农业补贴政策,调整稻谷和小麦最低收购价政策”,中国政府对财政支农补贴政策的重视程度可见一斑。相应的中国粮食产量除2016与2018年小幅下降以外其余年份均保持上升趋势。然而,居民粮食与食物消费需求逐步提升,资源与环境约束日益收紧,都对中国粮食安全提出了更高要求。因此提高粮食的生产效率是在资源、环境约束日趋紧张形势下保障中国粮食安全的重要途径^[1]。但是,受制于较低的粮食生产效率,中国在日益频繁的国际粮食贸易过程中,长期处于劣势,为了保障国内粮价稳定而采取的贸易政策不断受到国际社会的诟病,粮食进口压力与日俱增^[2]。因此,提升粮食全要素生产率对于保障中国粮食安全与增强粮食国际贸易竞争力具有重要作用^[3]。

提高粮食全要素生产率的关键因素是技术进步和技术效率的提升,技术进步的动力来源于技术创新,技术效率的提升则依赖于规模扩张和组织管理效率的提高。基于此,中国政府长期通过财政预算对农业技术研发、农业基础设施和农业生产要素等进行专项投入^[4]。中国政府一直以来寄希望于财政支农补贴能够保护农户种粮积极性,保障粮食供给的同时,提升粮食全要素生产率,进而提高粮食的国际竞争力。那么,财政支农补贴是否能够真正有效提升粮食全要素生产率?其作用机理是什么?对上述问题的回答,不仅关乎中国粮食生产效率的提升,也有助于中国农业补贴政策的完善。因此,本研究从理论上分析财政支农补贴对粮食全要素生产率的影响机制,利用中国31个省(市、自治区,统计数据未含港澳台地区,下同)2003—2018年的省级面板数据,使用DEA-Malmquist指数法测算粮食生产全要素生产率,运用面板数据回归模型对财政支农补贴与粮食全要素生产率之间的关系机制进行实证检验,以期提升中国粮食生产效率和完善财政支农补贴政策提供参考依据。

1 文献综述

现有研究已对财政支农效用和粮食全要素生产率的测量方法及影响因素,进行了较为充分的探讨。

关于财政支农效用的研究,大多从财政支农对农民收入、农村经济增长以及农民消费的影响3个方面展开。首先,在研究财政支农对农民收入影响的文献中,多数研究认为财政支农投入能有效改善农业生产环境和生产条件,从而提升农业的综合生产能力,进而有效促进农民收入的增长^[5-6]。然而,朱青等^[7]则持有不同观点,认为财政支农虽然对农民整体的总收入不具有显著的影响,却对于中低收入农民具有一定的激励作用,但不会改变农民整体的收入分配格局。其次,在探索财政支农对经济增长影响的研究中,有研究认为政府对农业的研发补助有利于提高农业产业的投资回报率^[8]。与此同时,Indalmanie^[9]提出政府对农业的转移性支付能够推动农业GDP的增长。基于此,朱万里等^[10]进一步提出财政支农虽然能够促进当地农业经济的增长,但对于周边地区的农业经济增长却具有一定程度的抑制作用。最后,在研究财政支农对农民消费的影响中,财政支农支出总体上提高了农民的消费水平,然而,在经济萧条时期由于农民较强的流动性约束,财政支农对消费的促进作用要大于经济繁荣时期^[11]。此外,财政支农对农民消费水平的作用还存在地区差异,即东部沿海地区的挤出效应大于中西部地区,而中西部地区的挤入效应则大于东部沿海地区^[12]。

从粮食全要素生产率的测量方法来看主要有3种:一是索洛余值法,索洛余值法是由Solow通过对在一般生产函数中加入技术进步指标,从而构建出包含产出变动、投入要素变动和全要素生产率变动之间函数模型,通常称之为“索洛模型”^[13]。索洛余值法在科技进步对粮食生产贡献率测算过程中被广泛使用,例如刘英基^[14]运用索洛余值法对粮食科技进步贡献率的增长率进行测度,进而研究知识资本对粮食科技进步贡献率增长率的影响。二是数据包络分析法,Los等^[15]是较早使用数据包络分析技术测量全要素生产率的学者之一,后续研究在此基础上提出DEA-Tobit两阶段法,对中国玉米的全要素生产率进行测算,发现在2004—2008年期间由于技术进步作用使得中国玉米的全要素生产率稳步上升^[16]。另外,还有研究运用DEA-Malmquist指数,对云南省各州市粮食的TFP变动情况进行分析,并对其影响因素进行探索^[17]。基于此,李明文等^[18]采用DEA-Malmquist指数法对全国272各个地级市粮食的TFP进行测度,以便于进一步研究农业服务

业对粮食全要素生产率的影响。三是随机前沿生产函数模型,在粮食全要素生产率领域,王琛等^[19]采用随机前沿生产函数模型,对13个粮食主产区的粮食全要素生产率进行测算,并以此为基础进一步对影响主产区粮食全要素生产率的各个因素及作用机制进行探究。此外,曾雅婷等^[20]进一步使用超越对数形式的SFA对各种投入要素产出弹性和粮食生产技术效率进行测度,发现中国粮食生产技术效率从2000年至2014年,由0.790逐渐上升至0.859。在农业全要素生产率领域,李翔等^[21]利用1978—2015年华东地区六省面板数据,使用随机前沿生产函数模型测算出该地区农业全要素生产率每年平均增长率为4.59%。在农业绿色全要素生产率领域,展进涛等^[22]利用2000—2015年中国省级面板数据,采用SFA对农业绿色全要素生产率进行核算,发现农业绿色全要素生产率每年平均增长4.10%,具有时序波动性和梯度性特征。

关于粮食全要素生产率影响因素的研究,可分为微观和宏观2个层面的影响因素。从微观层面来看,主要包括土地投入^[23]、化肥投入、机械投入^[24]、有效灌溉面积^[25]、劳动力投入和粮农个体特征^[16]等因素对粮食全要素生产率的影响。从宏观层面来看,现有研究主要聚焦于地区经济发展水平^[26]、环境污染^[27]、气候条件^[28]、技术变迁^[29]和农业基础设施^[3]等因素对粮食全要素生产率的影响。其中,农业基础设施建设水平对粮食生产效率的作用机理已有不少研究进行验证。如朱晶等^[4]认为农业基础设施有利于粮食规模经营和生产技术进步,从而节约成本,提升粮食的全要素生产率。与此同时,蔡保忠等^[30]利用中国28个省级面板数据,验证了农业基础设施的建设水平对粮食生产的促进作用。李谷成等^[31]提出公路设施能有效提升农业的全要素生产率。沿此思路,卓乐等^[3]分别探讨农田水利设施、农村交通设施和农业电力设施对粮食全要素生产率的作用机制,与多数研究结论不同的是,该研究认为农业基础设施中的农业电力设施并不会对粮食全要素生产率产生影响。因此,农业基础设施对粮食全要素生产率的关系机制存在一定争议。

综上,已有文献对财政支农补贴效用和粮食全要素生产率测度方法及影响因素的探究已较为充分,为本研究奠定了丰富的理论基础。然而,现有研究主要聚焦于财政支农补贴对农民收入、农村经济增长、农民消费等领域的效用,且存在一定的分歧。

此外,已有成果主要从土地投入、化肥投入、机械投入、有效灌溉面积、劳动力投入、粮农个体特征、地区经济发展水平、环境污染、气候条件、技术变迁和农业基础设施等角度对粮食全要素生产率进行探究,忽略了财政支农补贴这个关键的政策性因素对粮食全要素生产率的重要作用,对财政支农补贴影响粮食全要素生产率的机制研究还较为薄弱。因此,本研究借鉴前人广泛使用的DEA-Malmquist指数法测算中国31个省(市、自治区)2003—2018年的粮食全要素生产率,并以结构效应和技术效应为中介,以农业技术环境为调节,考察财政支农补贴对粮食全要素生产率的影响机制,既是对粮食全要素生产率提升的进一步探索,也是对财政支农补贴研究领域的延展。

2 研究假设与理论模型

2.1 财政支农补贴影响粮食全要素生产率的理论分析

多数学者认为农业补贴对粮食生产具有积极作用,原因大致分为以下2个方面。一是农业补贴能够有效激发农民的种粮积极性。农业补贴通过增加农民的收入,提高粮食生产者参与继续教育和专业培训的机会,从而促进粮食生产者投资能力和技术水平的提升,进而调动农民种粮积极性^[32]。此外,在生产资源稀缺背景下,农业补贴会对农业生产者的理性行为产生影响,增加农业生产者的种粮概率^[33]。二是农业补贴能够促进粮食增产。政府利用财政支农资金为粮食生产者提供信息服务、生产服务和科技服务等公共服务,加之,财政支农补贴中的农业信贷补贴为粮食的生产、收购、仓储和运输等环节提供财政贴息,在为粮食生产者提供及时有效融资渠道的同时,降低粮食生产的融资成本,提高中国粮食的综合生产能力。在资金约束的条件下,财政支农补贴能够有效增加粮食生产过程中的劳动力、土地、化肥和农业机械等要素投入数量,从而有利于粮食的增产^[34]。此外,农业补贴还能通过改变要素投入结构,调整各生产要素的投入配比等方式,引导农户采取更为高效的种植行为,对粮食增产也具有积极作用^[35]。由此可见,财政支农补贴能够提升农业生产者的收入水平和技术水平,改变农业生产过程中的要素投入数量和投入结构,降低粮食生产成本,从而提高种粮积极性和产量。在其他条件不变的情况下,粮食生产成本的下降,生产积极性和产量的提升,都能够有效促进粮食全要素生产率的

提高。据此,提出以下假设:

H1:财政支农补贴对粮食全要素生产率具有显著的正向影响

2.2 机制分析

财政支农补贴通过将财政资源差异化地细分于粮食生产内部结构,主要用于对小麦、玉米和水稻三大主粮的直接补贴、生产资料补贴和价格支持上,一定程度上有利于降低农户主粮生产的边际成本,维持粮食市场价格稳定,保障主粮生产者的利益。而农户理性行为则促使其种植受政策补贴的粮食作物,使得农户对主粮种植的积极性得以提升^[36],从而调整了粮食种植的内部结构。可见,财政支农补贴具有扩大主粮播种面积的作用,提升主粮在粮食生产结构中的占比,而主粮占比的提升对粮食专业化生产具有一定的促进作用。粮食种植专业化程度的提升,一方面可以通过专业化的生产性服务组织为粮食生产环节提供专业化机械作业,高效地完成粮食生产工作,降低粮食平均生产成本,促进粮食生产效率的提升^[37]。另一方面粮食专业化生产通过资本、劳动力和信息资源的共享,优化生产要素投入的配置效率,降低信息搜寻成本、使服务价格更加透明,促进技术推广、扩散和应用,从而降低粮食生产成本,提高粮食生产效率^[38]。可见,财政支农补贴能够发挥粮食种植的结构效应,通过专业化生产服务和信息资源共享机制,促进技术效率的提高,进而提升粮食的全要素生产率。据此,提出以下假设:

H2:财政支农补贴能通过结构效应正向影响粮食全要素生产率

财政支农补贴通过增加粮食生产技术研发专项资金的投入,吸引技术研发人才、购置技术研发设备、降低技术研发私人投入,有效增加粮食生产技术研发成果的产出,加快粮食生产科技进步和生产技术革新的步伐^[39]。此外,财政支农补贴还通过科技三项费用的支出,有效激励农业技术创新,提高粮食生产资料相关技术专利成果产出,以此提升粮食生产资料的利用效率,从而为粮食生产带来技术效应。而技术效应一方面能促进粮食生产技术的转型升级,打破现有资源和利用的局限性,进一步实现粮食生产效率的跃迁^[1]。另一方面,技术效应还可以提升粮食生产要素投入的边际产出,在增加粮食产量的同时降低生产成本^[40],从而提高粮食的全要素生产率。更进一步分析,粮食专利成果的技术效应通过发挥技术进步的增产效应,改变粮食的生产要素

投入数量和投入结构以及劳动方式,提高粮食生产的现代化水平,从而为粮食生产效率的提高提供源源不断的动力。据此,提出以下假设:

H3:财政支农补贴能通过技术效应正向影响粮食全要素生产率

农业技术环境是指农业技术研发的投入产出效率以及农业技术交易市场的规模化和规范化程度,主要包括农业技术研发环境和农业技术流通环境两个方面。与之对应的是,粮食生产者采用新技术进行耕作时所产生的2个主要成本,即农业技术专利的购置费用和购置过程中产生的其他交易费用^[41]。一方面,较好的农业技术研发环境,即技术研发人才、技术研发设备与技术研发材料配备较高的环境下,能够有效提升研发要素投入的产出效率,有利于降低单位农业技术产出的研发成本。另一方面,农业技术市场是技术资源配置和技术成果转化为实际价值的重要平台,它的发展程度能够反映农业技术流通环境的优劣,对农业生产效率的变化具有举足轻重的影响。农业技术交易过程中,由于受到信息不对称、技术价值不确定性、合约不完全性和产权易逝性等交易特征的影响,存在着较高的交易成本,但随着农业技术流通环境的改善交易成本也将逐步降低^[42]。与此同时,财政支农补贴对粮食全要素生产率的作用程度,受到外部农业技术环境优劣的影响。在较好的农业技术环境中,农业技术的研发和流通效率较高,对于采用新技术来提高粮食生产效率的生产者而言实现了购置成本和交易成本的节约,更多的财政支农补贴便可以直接或间接地转化为粮食全要素生产率,从而增强了财政支农补贴对粮食全要素生产率的促进作用。反之,在较差的农业技术环境中,农业技术的研发和流通效率较低,意味着采用新技术来提高粮食生产效率的生产者必须为此付出更大的成本,财政支农补贴中的一部分将用来填补粮食生产者增加的这部分成本,而并非直接或间接地转化为粮食全要素生产率,从而削弱了财政支农补贴对粮食全要素生产率的促进作用。基于此,提出以下假设:

H4:农业技术环境在财政支农补贴对粮食全要素生产率的影响中具有正向调节作用

3 粮食全要素生产率测算方法与结果分析

3.1 粮食全要素生产率增长指数测量方法选取

通过对粮食全要素生产率增长指数(以下简写

TFPC)进行测算,能够为后续实证检验提供数据资料。而粮食全要素生产率增长指数测算运用最为广泛的方法是 DEA-Malmquist 指数法,它是指将 DEA 与 Malmquist 指数法相结合,通过构建目标生产函数,估算在多投入-多产出的情形下全要素生产率的变化情况。由于 DEA-Malmquist 指数法测算出的全要素生产率是一种相对效率,因此避免了由参照系改变所引起的误差,不仅克服了索洛余值法的缺陷,还能进一步将全要素生产率分解为技术进步和技术效率,以便后续进行深入研究。此外,该测量方法还有以下三方面优势:一是使用该方法不需要投入变量和产出变量的价格信息,便可计算出粮食全要素生产率增长指数;二是该方法不需要对指标进行权重设定或量纲统一;三是无需对生产决策做假设条件,允许生产决策单元的无效行为。从而能够更加简易、科学、合理地计算除粮食全要素生产率增长指数,在粮食全要素生产率的测算中被广泛使用^[43]。因此,本研究使用 DEA-Malmquist 方法对 2003—2018 年中国的大陆 31 个省(市、自治区)的 TFPC 进行测算。并将其分解成技术进步指数(TCP)和技术效率变化指数(TEP)两个指标,具体公式介绍如下。

t 时期的 Malmquist 指数公式为:

$$M^t = \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})} \quad (1)$$

$t+1$ 时期的 Malmquist 指数公式为:

$$M^{t+1} = \frac{D^{t+1}(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \quad (2)$$

式中: x^t 和 y^t 分别表示 t 时的投入向量和产出向量, x^{t+1} 和 y^{t+1} 分别表示 $t+1$ 时的投入向量和产出

向量。 $D^t(x^t, y^t)$ 和 $D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ 分别表示投入产出向量 (x, y) 在第 t 和 $t+1$ 时期的产出距离函数。

$t+1$ 时期的全要素生产率增长指数(TFPC)公式为:

$$\begin{aligned} M(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) &= \\ &= \left[\frac{D^t(x^t, y^t)}{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D^{t+1}(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}} = \\ &= \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \\ &= \left[\frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D^{t+1}(x^t, y^t)}{D^t(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} = \text{TCP} \times \text{TEP} \end{aligned} \quad (3)$$

将式(1)和(2)相乘之后取几何平均数,计算出从 t 期到 $t+1$ 期的粮食全要素生产率增长指数。并进一步将 TFPC 分解为技术进步指数(TCP)和技术效率变化指数(TEP)。当式(3)值大于 1 时,说明粮食全要素生产率(TFP)从 t 至 $t+1$ 时段是增长的,反之则为下降;当式(3)值为 1 时,表明 TFP 保持不变。与此同时,当 TCP、TEP 的值大于 1 时,则分别表明从 t 至 $t+1$ 时段发生技术进步、技术效率的提升,反之则为退步、下降;当 TCP 和 TEP 的值均等于 1 时,则表明从 t 至 $t+1$ 时段技术进步和技术效率均不变。

关于粮食全要素生产率增长指数的测算指标,本研究选取中国大陆 31 个省(市、自治区)作为研究范围,参照卓乐等^[3]使用的粮食产量 1 个产出指标,土地投入、化肥投入、机械投入、劳动力投入和灌溉投入 5 个投入指标,构建测算指标体系,具体如表 1 所示。

表 1 粮食全要素生产率测算指标

Table 1 Measurement indicators of grain total factor productivity

变量 Variables	符号 Symbol	指标 Index	单位 Unit
粮食产量 Grain production	Y	粮食总产量	万 t
土地投入 Land input	Land	粮食播种面积	hm ²
化肥投入 Fertilizer input	Chem	农用化肥(折纯)使用量	万 t
机械投入 Mechanical investment	Mach	农业机械总动力	万 kW
劳动力投入 Labor input	Labor	第一产业从业人数	万人
灌溉投入 Irrigation input	Ir	有效灌溉面积	hm ²

3.2 粮食全要素生产率增长指数测量结果

从横向来看(表2), 根据 DEA-Malmquist 指数法测算出来的 2003—2018 年中国大陆 31 个省(市、自治区)的技术进步指数(TCP)、技术效率变化指数(TEP)以及粮食全要素生产率增长指数(TFPC)。可以看出在 2003—2018 年, 除重庆、四川、贵州和西

藏 4 省(市)粮食全要素生产率年均增速为负以外, 其余 27 省(市、自治区)的粮食全要素生产率年均增速为正, 说明在 2003—2018 年多数省份粮食全要素生产率维持正增长。此外, 除浙江和西藏 2 省(自治区)以外, 其余 29 省(市、自治区)的年均技术进步指数均大于 1; 且除浙江、湖北、广东、重庆、贵州和

表 2 各省(市、自治区)粮食 DEA-Malmquist 指数均值及其分解情况

Table 2 The average value of DEA-Malmquist index and its decomposition in each province

地区 Area	技术进步指数 Technology progress index, TCP	技术效率指数 Technical efficiency index, TEP	全要素生产率增长指数 Total factor productivity growth index, TFPC
北京 Beijing	1.015	1.006	1.021
天津 Tianjin	1.007	1.012	1.017
河北 Hebei	1.012	1.016	1.025
山西 Shanxi	1.010	1.028	1.032
内蒙古 Inner Mongolia	1.022	1.009	1.027
辽宁 Liaoning	1.013	1.004	1.017
吉林 Jilin	1.008	1.000	1.008
黑龙江 Heilongjiang	1.027	1.000	1.027
上海 Shanghai	1.013	1.000	1.013
江苏 Jiangsu	1.011	1.001	1.010
浙江 Zhejiang	1.014	0.989	1.002
安徽 Anhui	1.013	1.006	1.016
福建 Fujian	1.016	1.004	1.018
江西 Jiangxi	1.004	1.009	1.008
山东 Shandong	1.009	1.010	1.017
河南 Henan	1.011	1.009	1.018
湖北 Hubei	1.011	0.997	1.005
湖南 Hunan	1.011	1.000	1.008
广东 Guangdong	1.038	0.988	1.082
广西 Guangxi	1.011	1.000	1.006
海南 Hainan	1.018	1.006	1.020
重庆 Chongqing	1.005	0.991	0.991
四川 Sichuan	1.001	1.002	0.996
贵州 Guizhou	1.010	0.984	0.988
云南 Yunnan	1.012	1.006	1.010
西藏 Xizang	0.986	0.998	0.983
陕西 Shaanxi	1.011	1.012	1.017
甘肃 Gansu	1.005	1.017	1.017
青海 Qinghai	1.008	1.008	1.012
宁夏 Ningxia	1.014	1.017	1.023
新疆 Xinjiang	1.011	1.002	1.010

西藏6省(自治区)以外,其余25省(市、自治区)的年均技术效率变化指数均大于1,表明多数省(市、自治区)的年均技术进步指数和技术效率变化指数均维持正增长。

从纵向来看(图1),2003—2018年全国平均技术进步指数、效率变化指数和全要素生产率增长指数都具有交替变化的特征。其中,粮食全要素生产率增长指数除2005、2006和2009年为负增长外,其余13个年份均为正增长;同时,除2003、2005、2006、2009、2014和2018年6个年份以外,其余10个年份技术进步指数均大于技术效率变化指数,可以初步看出全国粮食全要素生产率的增长更多依赖

于粮食生产技术的进步。

立体角度,粮食全要素生产率累计增长指数来看(图2),在2003—2018年间粮食全要素生产率累计增长指数明显呈现出空间差异特征,总体上呈现出由东北向西南方向递减的特征。具体而言,黑龙江、北京、内蒙古、安徽、河南、宁夏和山西7个省(市、自治区)的粮食全要素生产率累计增长指数处于相对较高水平,增长情况最好;河北、江苏、天津、上海、甘肃和陕西6个省(市)次之;云南、广西、湖北、浙江、广东和四川6个省(自治区)增长较为缓慢;而西藏、贵州和重庆3个省(市、自治区)粮食全要素生产率累计增长指数处于较低水平。

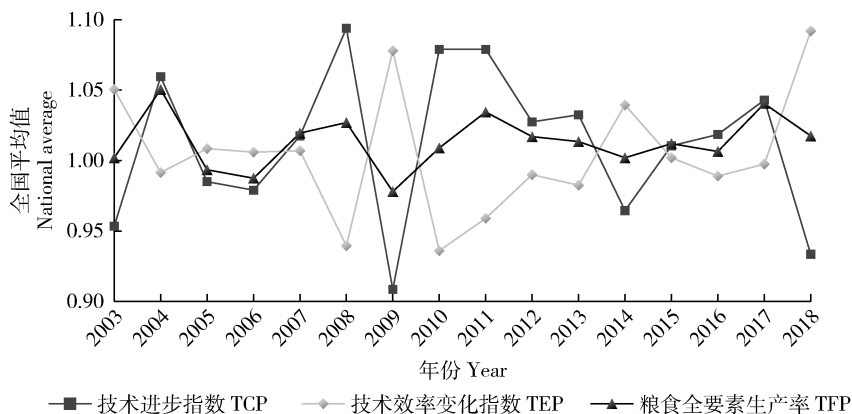


图1 2003—2018年全国粮食DEA-Malmquist指数及其分解情况

Fig. 1 2003—2018 national grain DEA-Malmquist index and its decomposition

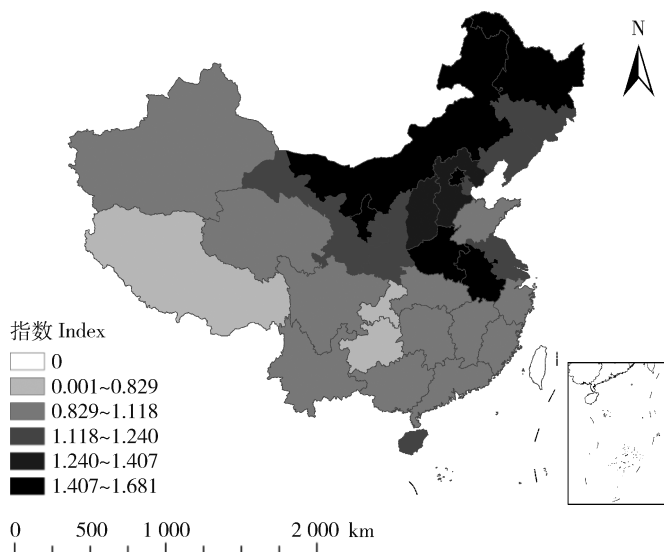


图2 2003—2018年粮食全要素生产率(TFP)累计增长指数分布

Fig. 2 2003—2018 TFP cumulative growth index regional distribution

4 变量选取与模型设计

4.1 变量选取

4.1.1 被解释变量

粮食全要素生产率。关于粮食全要素生产率的测算指标,如前所述,本研究选取粮食产量作为产出变量,土地投入、化肥投入、机械投入、劳动力投入和灌溉投入作为投入变量,对2003—2018年中国大陆31个省(市、自治区)的粮食全要素生产率增长指数进行测量。为计算出各年份的粮食全要素生产率,本研究以2003年作为基期将当年全要素生产率设定为1,其余年份参照基期进行计算。

4.1.2 解释变量

财政支农补贴。关于农业补贴的测量指标,有研究选取2004—2016年的农业四项补贴^[44]、2016年后农业支持保护补贴^[45]或农机购置补贴^[46]作为农业补贴的测量指标。考虑到财政对农业的转移支付一般统计在农林水事务支出项目,因此各省的财政农林水事务支出在一定程度上决定农业补贴的总额。而财政支农补贴则由各省统计年鉴中的统计对象“财政支农情况”的测量指标“农林水事务支出(Expe)”进行测量。因此,本研究参照许庆等^[47],选取中国大陆31个省(市、自治区)2003—2006年农业支出、林业支出、农林水利气象等部门的事业费支出三者之和以及2007—2018年“农林水事务支出”作为财政支农补贴(单位:百亿元)的测量指标。

4.1.3 中介变量

结构效应和技术效应。关于结构效应(Stru)的测算方法,考虑到财政支农补贴用于粮食生产的支出大多数转移到对小麦、稻谷和玉米3种主粮的生产过程中,因此本研究参照金涛等^[48]结合本研究具体情境进行修改,选取主粮种植面积/其他粮食种植面积进行测量;关于技术效应(Tech)的测量方法,考虑到财政支农对粮食相关技术的研发投入与粮食相关技术成果的产出密切相关,故参照马述忠等^[49]的研究进行修改,用分省年度的粮食相关专利数(个)进行测量,该变量的数据来源通过知网专利数据库逐省逐年进行检索获取。

4.1.4 调节变量

农业技术环境。关于农业技术环境(Agri)的测量方法,本研究考虑到农业技术环境的优劣,在一定程度上反映农业技术研发环境和农业技术流通环境的好坏,对粮食生产技术及时有效的扩散和利用具

有较大影响,从而增强或削弱财政支农补贴对粮食全要素生产率的促进作用。而各地区的农业技术合同成交总额,能够较为准确地反映出该地区农业技术市场的发达程度,R&D经费内部支出则反映了技术的研发成本。因此,参照王爱民等^[41]根据本研究研究情境进行修改,选取技术合同成交总额/R&D经费内部支出,作为农业技术环境的测量指标,可以有效反应农业技术研发和流通的效率,在一定程度上能够代表该地区的农业技术环境。

4.1.5 控制变量

根据以往研究对粮食全要素生产率影响因素的相关研究成果^[1,38],选取中国大陆31个省(市、自治区)2003—2018年:单位农业产值固定资产投资(Inve)、农村平均受教育年限(Redu)、交通便利程度(Road)、农业电力消耗(Elec)、和水土流失治理水平(Waso)和城镇化水平(Urba)作为本研究模型的控制变量,具体指标如表3所示。

4.2 数据来源

本研究使用的原始数据,无特别说明均来源于中国大陆31个省(市、自治区)2003—2018年共16年496个样本数据,由《中国农村统计年鉴》^[50]、《中国科技统计年鉴》^[51]、《中国统计年鉴》^[52]、《中国农业机械工业年鉴》^[53]和《新中国六十年农业统计资料汇编》^[54]整理所得。

4.3 模型设计

本研究运用面板数据回归模型分三部分检验上述假说,以此探究财政支农补贴对粮食全要素生产率的影响及其作用机制。式(4)为本研究的基准模型,用于检验财政支农补贴对粮食全要素生产率的影响,即假说H1。

$$\ln TFP_{it} = \alpha_i + \alpha_1 \ln Expe_{it} + \alpha_2 \ln X_{j,it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

式(5)~(7)是根据逐步回归法设计中介机制检验模型^[55]。第一步,检验财政支农补贴对结构效应和技术效应的影响(式5)。第二步,检验结构效应和技术效应对粮食全要素生产率的影响(式6)。第三步,分别检验财政支农补贴和结构效应对粮食全要素生产率的影响,财政支农补贴和技术效应对粮食全要素生产率的影响(式7)。依次构建3个回归模型,以此检验假设H2和假设H3:

$$\ln INFR_{k,it} = \beta_i + \beta_1 \ln Expe_{it} + \beta_2 \ln X_{j,it} + \nu_i + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

表3 控制变量测量指标

Table 3 Control variable measurement index

变量 Variable	指标 Index	计算方法 Calculation method
单位农业产值固定资产投资 Fixed asset investment per unit of agricultural output value	Inve	农户固定资产投资/农林牧渔业总产值
农村平均受教育年限,年 Average years of education in rural areas	Redu	人均受教育年限=未受教育劳动者人数占比×0+小学文化劳动者占比×6+初中文化劳动者占比×9+高中文化劳动者占比×12+大学专科文化劳动者占比×16
交通便利程度, km/hm ² Traffic convenience	Road	各省公路线路总里程/各省面积
农业电力消耗, 亿 kW·h Agricultural power consumption	Elec	电力消费量×第一产业 GDP/GDP 总量
水土流失治理水平, % Soil erosion control level	Waso	水土流失治理面积/省份面积×100%
城镇化水平 Urbanization level	Urba	第二产业从业人数+第三产业从业人数/三次产业从业总人数

$$\ln TFP_{it} = \gamma_i + \gamma_1 \ln INFR_{k,it} + \gamma_2 \ln X_{j,it} + \eta_i + \epsilon_{it} \quad (6)$$

$$\ln TFP_{it} = \kappa_i + \kappa_1 \ln Expe_{it} + \kappa_2 \ln INFR_{k,it} + \kappa_3 \ln X_{j,it} + \pi_i + \epsilon_{it} \quad (7)$$

由于财政支农补贴、农业技术环境和粮食全要素生产率均为连续型变量,因此,在检验调节作用时适合采用层次回归分析法。第一步,进行财政支农补贴和农业技术环境对粮食全要素生产率的回归(式8)。第二步,进行财政支农补贴、农业技术环境、财政支农补贴×农业技术环境对粮食全要素生产率的回归(式9)。通过对比两个回归模型拟合优度 R^2 以及交互项系数符号及显著性判断调节作用成立与否,若拟合优度 R^2 上升且交互项系数显著,则证明农业技术环境在财政支农补贴对粮食全要素生产率的影响中起调节作用,以此检验假设 H4。

$$\ln TFP_{it} = \lambda_i + \lambda_1 \ln Expe_{it} + \lambda_2 \ln AGRI_{it} + \lambda_3 \ln X_{j,it} + \varphi_i + \epsilon_{it} \quad (8)$$

$$\ln TFP_{it} = \xi_i + \xi_1 \ln Expe_{it} + \xi_2 \ln AGRI_{it} + \xi_3 \ln Expe_{it} \times \ln AGRI_{it} + \xi_4 \ln X_{j,it} + \omega_i + \epsilon_{it} \quad (9)$$

式(8)~(9)中: TFP_{it} 为被解释变量,表示 t 年 i 地区

的粮食全要素生产率; $Expe_{it}$ 为核心解释变量,表示 t 年 i 地区的财政支农补贴; $INFR_{k,it}$ 为中介变量; $X_{j,it}$ 为控制变量,代表影响粮食全要素生产率的其他因素; $\alpha, \beta, \gamma, \kappa, \lambda, \xi$ 表示各方程对应的系数; $\mu, \nu, \eta, \pi, \varphi, \omega$ 表示各省难以观测的省区效应; ϵ_{it} 表示随机扰动项。此外, $i = 1, 2, \dots, 31$ 代表中国大陆 31 个省; $t = 2003, 2008, \dots, 2018$ 代表 16 个年份; $j = 1, 2, \dots, 6$ 分别表示单位农业产值固定资产投资、农村平均受教育年限、交通便利程度、农业电力消耗、水土流失治理水平和城镇化水平; $k = 1, 2$ 分别表示 2 个中介变量,即结构效应和技术效应。

5 实证检验

为检验财政支农补贴与粮食全要素生产率之间的关系机制,运用 Stata 16.0 进行面板数据回归。本研究在固定效应和随机效应实证模型的选择上,采用 Hausman 进行检验,检验结果表明选择固定效应更加适合,后续研究主要针对固定效应模型结果进行分析。但是,为了确保回归结果的稳健性,本研究同时使用随机效应模型的检验结果作为参照。

5.1 财政支农补贴与粮食全要素生产率的关系检验

从表4的模型1和模型2回归结果中,可知,财政支农补贴对粮食全要素生产率的影响均在

1%水平上显著,系数分别为0.092和0.068,说明财政支农补贴对粮食全要素生产率具有显著的正向影响。

表4 财政支农补贴与粮食全要素生产率的关系检验

Table 4 Test on the relationship between financial subsidy for agriculture and grain total factor productivity

变量 Variable	因变量:粮食全要素生产率 lnTFP			粮食主产区:lnTFP		非粮食主产区:lnTFP	
	模型1 FE	模型2 RE	模型3 IV	模型4 FE	模型5 RE	模型6 FE	模型7 RE
财政支农补贴 lnExpe	0.092***	0.068***	0.09***	0.015	0.017	0.082**	0.05*
单位农业产值固定资产投资 lnInve	-0.005	-0.005	-0.005	-0.061***	-0.063***	0.031	0.038
农村平均受教育年限 lnRedu	-0.372	-0.035	-0.344	-0.311	-0.237	0.214	0.625
交通便利程度 lnRoad	-0.075	-0.037	-0.073	-0.019	-0.016	-0.125*	-0.072
农业电力消耗 lnElec	0.059	0.014	0.06**	0.177**	0.155***	0.033	-0.037
水土流失治理水平 lnWaso	-0.024	-0.011	-0.025**	-0.112**	-0.103***	0.019	0.029
城镇化水平 lnUrba	-0.358*	-0.223*	-0.354	0.363***	0.343***	-0.572***	-0.362***
常数项 Cons	0.404	-0.065	0.346***	0.491	0.387	-1.014	-1.464
一阶段 F 统计值 F-statistic	49.32						
Wald 检验值 Wald statistics	278.30***						
观测值 Observations	496	496	496	208	208	288	288

注:***、**、* 分别代表在 1%、5% 和 10% 的水平上显著,下同。

Note: ***, ** and * mean significant effects of variables at 1%, 5% and 10% levels. The same below.

考虑模型潜在的内生性问题,粮食全要素生产率的影响因素较多,可能存在遗漏变量问题,例如气候因素、政策因素和其他难以被观测的影响因素等,因此本研究用固定效应模型对遗漏变量问题进行处理。此外,随着粮食全要素生产率的提升意味着政府补贴效用的提高,政府可能对该地区做出更为积极的补贴行为,粮食全要素生产率与财政支农补贴可能存在反向因果问题。因此,本研究借助工具变量法,处理反向因果问题。由于政府的“一般公共预算收入”和“一般公共预算支出”高度相关,且“农林水事务支出”占“一般公共预算支出”的比例通常较为稳定,故“一般公共预算收入”与内生变量“财政支农补贴”具有相关性,并与当期的随机误差项和粮食全要素生产率均不相关。因此,本研究选取“一般公共预算收入(Reve)”作为工具变量。本研究首先对工具变量的有效性进行检验,如模型3所示一阶段估计的F值为49.32远大于弱工具变量检验临界值10,Wald内生性检验的P值显示“财政支农补贴”为内生变量。说明“一般公共预算收入”作为“财政支农

补贴”的工具变量较为合适。两阶段回归结果显示,财政支农补贴对粮食全要素生产率的回归系数为0.09在1%的水平上显著,进一步表明财政支农补贴能够有效提升粮食全要素生产率,假设H1成立。

此外,本研究还将样本分为粮食主产区和非粮食主产区进行检验。从粮食主产区样本的回归结果来看(模型4和5),无论使用固定效应模型还是随机效应模型进行回归,财政支农补贴对粮食全要素生产率的影响均不显著,但回归系数仍然为正。从非粮食主产区样本的回归结果来看(模型6和7),使用固定效应模型和随机效应模型进行回归,财政支农补贴对粮食全要素生产率的影响系数分别在5%和10%水平上通过显著性检验,回归系数分别为0.082和0.050。可以看出,财政支农补贴对非粮食主产区粮食全要素生产率的影响要大于粮食主产区。这可能是因为,粮食主产区的粮食全要素生产率发展起步较早,前期已经获得了较多财政支农资金的支持,粮食全要素生产率也已经达到一个较高水平,单位财政支农补贴投入的边际增长率较低。

而非粮食主产区的粮食全要素生产率发展滞后,前期获得的财政支农补贴较少,粮食全要素生产率处于相对较低的水平,因此单位财政支农补贴投入的边际增长率较高。具体而言,财政支农补贴固然能促进规模效应、结构效应和技术效应的提升,进而提升粮食全要素生产率,但由于粮食主产区已经在一定程度上实现规模化、专业化和集约化生产,待发掘利用资源有限并且存在一定程度的路径依赖,导致对粮食全要素生产率的影响较为微弱。而在非粮食主产区,粮食种植的细碎化程度较高、专业化程度和管理效率较低、要素投入数量和结构还有待调整、待开发利用的资源和技术较多,生产规模和结构调整的灵活性较强,因此财政支农补贴对规模效应、结构

效应和技术效应的提升程度较高,从而能够更有效地提升粮食全要素生产率。

5.2 机制检验

5.2.1 结构效应和技术效应的中介作用检验

从表5的模型8和9回归结果中(基于式5),可以看出,财政支农补贴对结构效应的影响均在1%水平上通过显著性检验,回归系数分别为0.291和0.205,说明财政支农补贴对结构效应具有显著的正向影响,且回归结果较为稳健。从模型10和11回归结果中,可见,财政支农补贴对技术效应的影响均在1%水平上通过显著性检验,且回归系数分别为0.595和0.615,说明财政支农补贴对技术效应具有显著的正向影响。

表5 财政支农补贴对粮食全要素生产率的机制结果

Table 5 Mechanism results of financial subsidies to agriculture on total factor productivity of grain

变量 Variable	结构效应 lnStru		技术效应 lnTech		粮食全要素生产率 lnTFP			
	模型 8	模型 9	模型 10	模型 11	模型 12	模型 13	模型 14	模型 15
	FE	RE	FE	RE	FE	RE	FE	RE
财政支农补贴 lnExpe	0.291***	0.205***	0.595***	0.615***				
结构效应 lnStru					0.14***	0.132***		
技术效应 lnTech							0.032***	0.029***
单位农业产值固定资产投资 lnInve	0.081	0.066	-0.275*	-0.225	-0.016	-0.01	-0.019	-0.017
农村平均受教育年限 lnRedu	-1.815*	-0.82	8.759***	6.253***	0.511	0.592	0.399	0.49
交通便利程度 lnRoad	-0.028	0.117	-0.034	0.265	-0.02	-0.027	-0.012	-0.007
农业电力消耗 lnElec	0.045	0.021	0.339	0.388***	0.082	0.046	0.088	0.042
水土流失治理水平 lnWaso	-0.107*	-0.081	-0.389*	-0.084	-0.018	-0.015	-0.046	-0.032
城镇化水平 lnUrba	-0.516	-0.316	2.384**	1.347***	-0.193	-0.115	-0.238	-0.159
常数项 Cons	5.898**	3.996*	-13.466***	-10.124***	-1.729	-1.687	-1.266	-1.26
观测值 Observations	496	496	496	496	496	496	496	496

模型12和13回归结果中(基于式6),可知,结构效应对粮食全要素生产率的影响均在1%水平上显著,且系数分别为0.14和0.132,说明结构效应对粮食全要素生产率具有显著的正向影响,且回归结果较为稳健。模型14和15回归结果中,可见,技术效应对粮食全要素生产率的影响均在1%水平上通过显著性检验,且回归系数分别为0.032和0.029,说明技术效应对粮食全要素生产率具有显著的正向影响。

对比表4和6中的,模型1和16、模型2和17

(基于式7),可以看出财政支农补贴对粮食全要素生产率的影响系数,分别下降了0.031和0.026,但P值仍然通过5%显著,说明结构效应在财政支农补贴对粮食全要素生产率的影响中起部分中介作用,假设H2成立。对比模型1和18、模型2和19,可以看出财政支农补贴对粮食全要素生产率的影响系数,分别下降了0.006和0.018,但P值均通过显著性检验,说明技术效应在财政支农补贴对粮食全要素生产率的影响中起部分中介作用,假设H3成立。

表6 结构效应与技术效应的中介作用检验结果

Table 6 Test Results of the Intermediary Effect of Structure Effect and Technology Effect

变量 Variable	因变量：粮食全要素生产率 lnTFP			
	模型 16 FE	模型 17 RE	模型 18 FE	模型 19 RE
财政支农补贴 lnExpe	0.061**	0.051**	0.086***	0.059**
结构效应 lnStru	0.109***	0.119***		
技术效应 lnTech			0.014	0.015
单位农业产值固定资产投资 lnInve	-0.014	-0.012	-0.023	-0.022
农村平均受教育年限 lnRedu	-0.174	-0.039	-0.361	-0.05
交通便利程度 lnRoad	-0.072	-0.063	-0.087*	-0.045
农业电力消耗 lnElec	0.054	0.011	0.052	0.012
水土流失治理水平 lnWaso	-0.013	-0.003	-0.041	-0.022
城镇化水平 lnUrba	-0.302**	-0.201**	-0.332	-0.221
常数项 Cons	-0.24	-0.335	0.397	-0.075
观测值 Observations	496	496	496	496

然而,部分学者认为即使在系数 β_1 和 γ_1 不显著的情况下也可能存在中介效应,而逐步回归法却要求系数 β_1 和 γ_1 必须具有统计意义,一定程度上降低了统计功效。为此,本研究采用对抽样分布没有限制且具有较高统计效力的 Bootstrap 中介检验法,对假设 H2 和 H3 的检验结果进行稳健性检验。Bootstrap 检验中发现(表 7),结构效应在财政支农

补贴对粮食全要素生产率影响中的中介效应为 0.026,技术效应在财政支农补贴对粮食全要素生产率影响中的中介效应为 0.019,且偏度校正检验与百分位数检验值在 95% 的置信区间内都不包含 0,表明中介效应存在。再次验证假设 H2 和 H3 成立,与逐步回归法得出的结果相同,说明中介效应检验结果较为稳健。

表7 Bootstrap 中介效应检验结果

Table 7 Bootstrap mediation effect test results

路径 Path	中介效应 Mediation effect	偏度校正检验 95% 置信区间		百分位数检验 95% 置信区间	
		95% confidence interval bias-corrected		95% confidence interval percentile	
		下限 Lower	上限 Upper	下限 Lower	上限 Upper
财政支农补贴→结构效应→粮食全要素生产率 Financial subsidies for agriculture→structural effects→total factor productivity of grain	0.026	0.007	0.047	0.008	0.049
财政支农补贴→技术效应→粮食全要素生产率 Financial support for agriculture→technical effect→food total factor productivity	0.019	0.001	0.033	0.003	0.035

5.2.2 农业技术环境的调节作用检验

为检验农业技术环境(M)在财政支农补贴(X)对粮食全要素生产率(Y)影响中的调节作用,先对上述三个变量进行中心化处理,再运用 Stata16.0 软

件进行层次回归分析检验。回归结果如表 9 的模型 20、21 和 22 所示(基于式 8 和 9)。其中,模型 20 为控制变量对粮食全要素生产率的影响,作为模型 21 和 22 的参照。

表 8 农业技术环境的调节作用检验结果

Table 8 Test results of the regulation effect of agricultural technology environment

变量 Variable	因变量:粮食全要素生产率 Y		
	模型 20	模型 21	模型 22
单位农业产值固定资产投资 $\ln Inve$	-0.011	-0.007	-0.002
农村平均受教育年限 $\ln Redu$	1.034	0.32	0.108
交通便利程度 $\ln Road$	0.031	0.052	0.033
农业电力消耗 $\ln Elec$	0.112	0.059	0.081
水土流失治理水平 $\ln Waso$	-0.053*	-0.024	-0.023
城镇化水平 $\ln Urba$	-0.164	-0.412*	-0.363
常数项 $Cons$	-2.515*	-1.015	-0.632
财政支农补贴 X		0.023***	0.031***
农业技术环境 M		-0.001	0.025**
财政支农补贴 \times 农业技术环境 $X\times M$			0.012**
R^2	0.200	0.248	0.278
ΔR^2	0.200	0.048	0.030
F	3.61***	3.74***	3.56***
观测值 $Observations$	446	446	446

从模型回归结果看,拟合优度(R^2)由模型 21 的 0.248 提高到了模型 22 的 0.278, ΔR^2 为 0.030 表明模型整体的解释力提升了 3.0%,说明财政支农补贴与农业技术环境的交互项增加了对方差的解释力。而且,模型 22 结果显示,财政支农补贴对粮食全要素生产率具有显著的正向影响,加入农业技术环境交互项之后,发现财政支农补贴与农业技术环境的交互项($X\times M$)对粮食全要素生产率的回归系数为 0.012 在 5%水平上通过显著性检验。综上,可以看出农业技术环境在财政支农补贴对粮食全要素生产率影响中起正向调节作用,验证了假说 H4。

6 结论与对策建议

本研究利用 2003—2018 年中国大陆 31 个省的面板数据,采用 DEA-Malmquist 指数法对粮食全要素生产率进行测算,并实证检验了财政支农补贴对

粮食全要素生产率的影响机制,得出以下两方面结论。从基础回归的结果来看,财政支农补贴对粮食全要素生产率具有显著的正向影响,说明财政支农补贴确实能够有效促进粮食全要素生产率的提升;分样本回归结果显示财政支农补贴对粮食主产区粮食全要素生产率的影响系数为正但不显著,而对非粮食主产区粮食全要素生产率的影响系数为正且显著,表明财政支农补贴对非粮食主产区粮食全要素生产率的提升作用要大于粮食主产区。从机制分析结果来看,结构效应和技术效应均在财政支农补贴对粮食全要素生产率的影响中发挥中介作用,证明财政支农补贴不仅能通过结构效应,而且还能通过技术效应,提高粮食全要素生产率;此外,机制分析结果还发现,农业技术环境在财政支农补贴对粮食全要素生产率的影响中具有正向调节作用,在较优的农业技术环境中,能够更为高效地将财政支农补贴转化为粮食全要素生产率。

据此,本研究提出以下3点对策建议:1)完善财政支农补贴政策,提高财政支农资金效用。财政支农补贴作为粮食生产过程中的主要外源性资金来源,对粮食生产的提质增效发挥着重要作用。一方面,应继续加大财政支农补贴规模,在维持粮食主产区的财政支农支出的基础上,侧重增加非粮食主产区中粮食种植资源禀赋较高的省份的财政支农投入。另一方面,政府适当增加用于粮食生产技术研发、技术扩散、政府服务和农业人才培养等“绿箱政策”的财政支农补贴,充分发挥补贴的创新效应促进粮食生产的技术进步;调整用于粮食生产的固定资产和生产要素投入等“黄箱政策”的财政支农补贴,提高粮食生产资料配置效率,以此提升粮食生产的技术效率。2)充分发挥结构和技术效应,提高粮食全要素生产率。粮食全要素生产率的提升依赖于技术效率和技术进步。一方面,财政支农政策应继续维持对主粮生产补贴的投入,进行精细化的政策管理进一步优化粮食内部种植结构,提高主粮生产的专业化水平,发挥粮食生产的结构效应,提升粮食的全要素生产率。另一方面,政府应适当加强粮食生产科技项目的研发投入,强化财政支农补贴引导技术进步的作用,鼓励粮食生产地区资源禀赋特征与技术进步相结合,提高科技成果转化,在保障粮食质量的前提下,尽可能提高粮食全要素生产率。3)加大农业技术环境优化力度,增强财政支农转化效率。优化农业技术环境是实现财政支农补贴向粮食全要素生产率高效转化的关键着力点,政府应主要从农业技术研发环境和农业技术流通环境两个方面着手进行改善。一方面,农业技术研发环境的改善对技术研发成本的节约具有较大影响,政府必须加大力度优化农业技术研发环境。另一方面,农业技术市场通过促进科技成果商品化和产业化,从而实现技术成果向现实生产力的转化,对粮食生产活动中各要素的投入以及资源的有效配置发挥着至关重要的作用。因此,政府有必要构建良好的农业技术流通环境,以此优化农业技术流通环境,提升财政支农补贴向粮食全要素生产率的转化效率。

本研究的局限性及展望主要有以下两个方面:一方面是本研究主要利用省级面板数据从宏观角度探究财政支农补贴对粮食全要素生产率的影响,未从微观农户视角进行验证。在接下来的研究中,可进一步采用实地调研方式获取农户微观调查数据,分析农户实际获取的农业补贴对农户生产行为产生

的影响,进而影响粮食全要素生产率的作用机制。另一方面,本研究主要关注财政支农补贴总额对粮食全要素生产率的影响,在未来的研究中可以分别开展财政补贴的各个项目对粮食全要素生产率的影响,针对影响较大的项目提出优化调整的政策建议。

参考文献 References

- [1] 杨义武,林万龙,张莉琴. 农业技术进步、技术效率与粮食生产:来自中国省级面板数据的经验分析[J]. 农业技术经济, 2017(5): 46-56
Yang Y W, Lin W L, Zhang L Q. Agricultural technology progress, technical efficiency and food production: an empirical analysis from China's provincial panel data[J]. *Technical Economics of Agriculture*, 2017(5): 46-56 (in Chinese)
- [2] 张瑞娟,李国祥. 全球化视角下中国粮食贸易格局与国家粮食安全[J]. 国际贸易, 2016(12): 10-15
Zhang R J, Li G X. China's grain trade pattern and national food security from the perspective of globalization [J]. *International Trade*, 2016(12): 10-15 (in Chinese)
- [3] 卓乐,曾福生. 农村基础设施对粮食全要素生产率的影响[J]. 农业技术经济, 2018(11): 92-101
Zhuo L, Zeng F S. The influence of rural infrastructure on the total factor productivity of grain[J]. *Agricultural Technology and Economy*, 2018(11): 92-101 (in Chinese)
- [4] 朱晶,晋乐. 农业基础设施、粮食生产成本与国际竞争力:基于全要素生产率的实证检验[J]. 农业技术经济, 2017(10): 14-24
Zhu J, Jin Y. Agricultural infrastructure, food production costs and international competitiveness: Based on the empirical test of total factor productivity[J]. *Technical Economics of Agriculture*, 2017(10): 14-24 (in Chinese)
- [5] Homolka J, Švecová M. Analysis of financial support influences on management of agricultural enterprises [J]. *AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics*, 2012, 4(1): 13-20
- [6] 罗东,矫健. 国家财政支农资金对农民收入影响实证研究[J]. 农业经济问题, 2014, 35(12): 48-53
Luo D, Jiao J. An empirical study on the impact of national financial support funds on farmers' income[J]. *Agricultural Economic Issues*, 2014, 35(12): 48-53 (in Chinese)
- [7] 朱青,卢成. 财政支农政策与农民收入的实证研究:基于农业补贴的视角[J]. 暨南学报:哲学社会科学版, 2020, 42(3): 67-83
Zhu Q, Lu C. An empirical study on financial supporting agriculture policy and farmers' income: Based on the perspective of agricultural subsidies [J]. *Journal of Jinan: Philosophy and Social Science Edition*, 2020, 42(3): 67-83 (in Chinese)

- [8] Stads G J, Beintema N. Agricultural R&D expenditure in Africa: An analysis of growth and volatility[J]. *European Journal of Development Research*, 2015, 27(3): 391-406
- [9] Indalmanie S P. The Impact of Government Expenditure on the Agricultural Sector in Jamaica: 1962-2011 [J]. *SSRN Electronic Journal*, 2012, 35(4): 2588695, DOI: 10.2139/ssrn.2588695
- [10] 朱万里, 胡瑜杰. 财政支农、农业技术创新对农业经济增长的影响效应研究[J]. *科学与管理*, 2019, 39(4): 73-80
Zhu W L, Hu Y J. Study on the impact of financial support for agriculture and agricultural technology innovation on agricultural economic growth[J]. *Science and Management*, 2019, 39(4): 73-80 (in Chinese)
- [11] 兰永生. 财政支农支出对农村居民消费的影响分析: 基于经济周期的视角[J]. *财政研究*, 2015(3): 11-15
Lan Y S. Analysis of the impact of financial support for agriculture on rural residents' consumption: Based on the perspective of business cycle[J]. *Financial Research*, 2015 (3): 11-15 (in Chinese)
- [12] 王谦, 李超, 侯建国. 中国财政支农支出对农村居民消费的影响效应: 基于1995—2015年分省面板数据的实证分析[J]. *经济与管理评论*, 2017, 33(6): 104-111
Wang Q, Li C, Hou J G. The effect of China's financial expenditure on agricultural expenditure on rural residents' consumption: An empirical analysis based on panel data of provinces from 1995 to 2015[J]. *Economics and Management Review*, 2017, 33(6): 104-111 (in Chinese)
- [13] 徐瑛, 陈秀山, 刘凤良. 中国技术进步贡献率的度量与分解[J]. *经济研究*, 2006(8): 93-103, 128
Xu Y, Chen X S, Liu F L. The measurement and decomposition of the contribution rate of China's technological progress[J]. *Economic Research*, 2006(8): 93-103, 128 (in Chinese)
- [14] 刘英基. 知识资本对粮食科技进步贡献率的影响[J]. *华南农业大学学报: 社会科学版*, 2017, 16(4): 107-115
Liu Y J. The influence of knowledge capital on the contribution rate of food science and technology progress[J]. *Journal of South China Agricultural University: Social Science Edition*, 2017, 16(4): 107-115 (in Chinese)
- [15] Los B, Timmer M P. The 'appropriate technology' explanation of productivity growth differentials: An empirical approach[J]. *Journal of Development Economics*, 2005, 77 (2): 517-531
- [16] 朱满德, 李辛一, 程国强. 综合性收入补贴对中国玉米全要素生产率的影响分析: 基于省级面板数据的DEA-Tobit两阶段法[J]. *中国农村经济*, 2015(11): 4-14, 53
Zhu M D, Li X Y, Cheng G Q. Analysis of the impact of comprehensive income subsidies on China's corn total factor productivity: DEA-Tobit two-stage method based on provincial panel data[J]. *China Rural Economy*, 2015(11): 4-14, 53 (in Chinese)
- [17] 李学林, 李隆伟, 董晓波, 毛昭庆, 王雪娇, 郭沛. 云南省粮食全要素生产率分解研究[J]. *农业技术经济*, 2019(10): 102-113
Li X L, Li L W, Dong X B, Mao Z Q, Wang X J, Guo P. Study on the decomposition of total factor productivity of grain in Yunnan Province[J]. *Technical Economics in Agriculture*, 2019(10): 102-113 (in Chinese)
- [18] 李明文, 王振华, 张广胜. 农业服务业促进粮食高质量发展了吗: 基于272个地级市面板数据的门槛回归分析[J]. *农业技术经济*, 2020(7): 4-16
Li M W, Wang Z H, Zhang G S. Is the agricultural service industry promoting the development of high-quality food: A threshold regression analysis based on the panel data of 272 prefecture-level cities [J]. *Agricultural Technology and Economy*, 2020(7): 4-16 (in Chinese)
- [19] 王琛, 吴敬学, 钟鑫. 中国粮食劳动生产率地区差异及分解研究: 基于回归分解方法的实证[J]. *中国农业大学学报*, 2015, 20(3): 231-240
Wang C, Wu J X, Zhong X. A study on the regional difference and decomposition of China's grain labor productivity: Based on the empirical regression decomposition method[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2015, 20(3): 231-240 (in Chinese)
- [20] 曾雅婷, 李宾, 吕亚荣. 中国粮食生产技术效率区域差异及其影响因素: 基于超越对数形式随机前沿生产函数的测度[J]. *湖南农业大学学报: 社会科学版*, 2018, 19(6): 13-21, 36
Zeng Y T, Li B, Lu Y R. Regional differences in China's grain production technical efficiency and its influencing factors: Based on the measurement of transcendental logarithmic stochastic frontier production function[J]. *Journal of Hunan Agricultural University: Social Science Edition*, 2018, 19 (6): 13-21, 36 (in Chinese)
- [21] 李翔, 杨柳. 华东地区农业全要素生产率增长的实证分析: 基于随机前沿生产函数模型[J]. *华中农业大学学报: 社会科学版*, 2018(6): 62-68, 154
Li X, Yang L. An empirical analysis of the growth of agricultural total factor productivity in east China: Based on the stochastic frontier production function model[J]. *Journal of Huazhong Agricultural University: Social Science Edition*, 2018(6): 62-68, 154 (in Chinese)
- [22] 展进涛, 徐钰娇. 环境规制、农业绿色生产率与粮食安全[J]. *中国人口·资源与环境*, 2019, 29(3): 167-176
Zhan J T, Xu Y J. Environmental regulation, agricultural green productivity and food security[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2019, 29 (3): 167-176 (in Chinese)
- [23] Li L, Tsunekawa A, Tsubo M, Koike A, Wang J. Assessing total factor productivity and efficiency change for farms participating in grain for green program in China: A case study from Ansai, Loess Plateau[J]. *Journal of Food Agriculture & Environment*, 2010, 8(2): 1185-1192

- [24] 张丽, 李容. 农机服务发展与粮食生产效率研究: 2004—2016: 基于变系数随机前沿分析[J]. 华中农业大学学报: 社会科学版, 2020(2): 67-77, 165
Zhang L, Li R. Research on agricultural machinery service development and food production efficiency: 2004-2016: Based on variable coefficient stochastic frontier analysis[J]. *Journal of Huazhong Agricultural University: Social Science Edition*, 2020(2): 67-77, 165 (in Chinese)
- [25] 田红宇, 祝志勇. 中国粮食生产效率及影响因素分析: 基于DEA-Tobit 两步法研究[J]. 中国农业资源与区划, 2018, 39(12): 161-16
Tian H Y, Zhu Z Y. Analysis of China's grain production efficiency and influencing factors: Based on the DEA-Tobit two-step method [J]. *China Agricultural Resources and Regional Planning*, 2018, 39(12): 161-168 (in Chinese)
- [26] 张利国, 鲍丙飞. 中国粮食主产区粮食全要素生产率时空演变及驱动因素[J]. 经济地理, 2016, 36(3): 147-152
Zhang L G, Bao B F. The spatiotemporal evolution and driving factors of grain total factor productivity in China's main grain producing areas[J]. *Economic Geography*, 2016, 36(3): 147-152(in (in Chinese)
- [27] 汪慧玲, 卢锦培. 环境约束下粮食安全与经济可持续发展的实证研究[J]. 资源科学, 2014, 36(10): 2149-2156
Wang H L, Lu J P. An empirical study on food security and sustainable economic development under environmental constraints[J]. *Resources Science*, 2014, 36(10): 2149-2156 (in Chinese)
- [28] Chen Y F, Wu Z G, Zhu T H, Yang L, Ma G Y. Agricultural policy, climate factors and grain output: Evidence from household survey data in rural China [J]. *Journal of Integrative Agriculture*, 2013, 12(1): 169-183
- [29] 江松颖, 刘颖, 王媛媛. 中国谷物全要素生产率的动态演进及区域差异研究[J]. 农业技术经济, 2016(6): 13-20
Jiang S Y, Liu Y, Wang M M. Study on the dynamic evolution and regional differences of China's cereal total factor productivity[J]. *Agricultural Technology and Economy*, 2016(6): 13-20 (in Chinese)
- [30] 蔡保忠, 曾福生. 农业基础设施的粮食增产效应评估: 基于农业基础设施的类型比较视角[J]. 农村经济, 2018(12): 24-30
Cai B Z, Zeng F S. Assessment of the effect of agricultural infrastructure on increasing grain production: Based on the perspective of the type comparison of agricultural infrastructure[J]. *Rural Economy*, 2018(12): 24-30 (in Chinese)
- [31] 李谷成, 尹朝静, 吴清华. 农村基础设施建设与农业全要素生产率[J]. 中南财经政法大学学报, 2015(1): 141-147
Li G C, Yin C J, Wu Q H. Rural infrastructure construction and agricultural total factor productivity [J]. *Journal of Zhongnan University of Economics and Law*, 2015(1): 141-147 (in Chinese)
- [32] 王欧, 杨进. 农业补贴对中国农户粮食生产的影响[J]. 中国农村经济, 2014(5): 20-28
Wang O, Yang J. The impact of agricultural subsidies on the grain production of Chinese farmers [J]. *China Rural Economy*, 2014(5): 20-28 (in Chinese)
- [33] Emil E, Marko L. Research of European Union's common agricultural policy: Disciplinary boundaries and beyond[J]. *European Review of Agricultural Economics*(4): 705-731 (in Chinese)
- [34] Zhou Y H, Sun D Q, Fu J. Grain subsidy, liquidity constraints and food security: Impact of the grain subsidy program on the grain-sown areas in China[J]. *Food Policy*, 2015, 50(5): 114-124
- [35] 李江一. 农业补贴政策效应评估: 激励效应与财富效应[J]. 中国农村经济, 2016(12): 17-32
Li J Y. Evaluation of the effects of agricultural subsidy policies: Incentive effects and wealth effects[J]. *China Rural Economy*, 2016(12): 17-32 (in Chinese)
- [36] 星焱, 胡小平. 中国新一轮粮食增产的影响因素分析: 2004—2011年[J]. 中国农村经济, 2013(6): 14-26
Xing Y, Hu X P. Analysis of the influencing factors of China's new round of grain production: 2004—2011[J]. *China Rural Economy*, 2013(6): 14-26 (in Chinese)
- [37] 王微恒, 朱会义. 现阶段中国农地利用专业化的主要限制因素[J]. 自然资源学报, 2018, 33(3): 361-371
Wang W H, Zhu H Y. The main limiting factors for the specialization of agricultural land use in China at this stage[J]. *Journal of Natural Resources*, 2018, 33(3): 361-371 (in Chinese)
- [38] 赵丹丹, 周宏. 农业生产集聚: 如何提高粮食生产效率: 基于不同发展路径的再考察[J]. 农业技术经济, 2020(8): 13-28
Zhao D D, Zhou H. Agricultural production agglomeration: How to improve food production efficiency: Re-examination based on different development paths [J]. *Agricultural Technology and Economy*, 2020(8): 13-28 (in Chinese)
- [39] 贾娟琪, 孙致陆, 李先德. 粮食价格支持政策提高了中国粮食全要素生产率吗: 以小麦最低收购价政策为例[J]. 农村经济, 2019(1): 67-72
Jia J Q, Sun Z L, Li X D. Did the grain price support policy increase China's grain total factor productivity: Take the lowest purchase price policy for wheat as an example[J]. *Rural Economy*, 2019(1): 67-72 (in Chinese)
- [40] 吴连翠, 谭俊美. 粮食补贴政策的作用路径及产量效应实证分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2013, 23(9): 100-106
Wu L C, Tan J M. An empirical analysis of the function path and output effect of food subsidy policy[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2013, 23(9): 100-106 (in Chinese)
- [41] 王爱民, 李子联. 技术引进有利于企业自主创新吗: 对技术环境调节作用的解析[J]. 宏观质量研究, 2018, 6(1): 109-117
Wang A M, Li Z L. Is technology introduction conducive to independent innovation of enterprises: Analysis of the regulatory

- role of technological environment[J]. *Macro Quality Research*, 2018, 6(1): 109-117 (in Chinese)
- [42] 毕娟. 交易费用视角下的技术市场效率研究:北京案例[J]. 经济体制改革, 2014(1): 148-151
Bi J. Technology market efficiency research from the perspective of transaction costs: Beijing case [J]. *Economic System Reform*, 2014(1): 148-151 (in Chinese)
- [43] Fare R, Primont D. *Multi-output Production and Duality: Theory and Applications* [M]. Berlin: Springer Science & Business Media, 1994
- [44] 孙博文. 中国农业补贴政策的多维效应剖析与机制检验[J]. 改革, 2020(8): 102-116
Sun B W. Analysis of the multidimensional effects of China's agricultural subsidy policies and mechanism test [J]. *Reform*, 2020(8): 102-116 (in Chinese)
- [45] 周静. 农业支持保护补贴对稻作大户投入行为的激励作用实证分析[J]. 经济地理, 2020, 40(7): 150-157
Zhou J. An empirical analysis of the incentive effect of agricultural support and protection subsidies on the input behavior of large rice farmers [J]. *Economic Geography*, 2020, 40(7): 150-157 (in Chinese)
- [46] 王文信, 徐云, 王正大. 农机购置补贴对农户购机行为的影响[J]. 农业机械学报, 2020, 51(5): 151-155
Wang W X, Xu Y, Wang Z D. The influence of agricultural machinery purchase subsidy on farmers' purchase behavior [J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Machinery*, 2020, 51(5): 151-155 (in Chinese)
- [47] 许庆, 陆钰凤, 张恒春. 农业支持保护补贴促进规模农户种粮了吗:基于全国农村固定观察点调查数据的分析[J]. 中国农村经济, 2020(4): 15-33
Xu Q, Lu Y F, Zhang H C. Has agricultural support and protection subsidies promoted large-scale farmers to grow grain: Based on the analysis of the national rural fixed observation point survey data [J]. *China Rural Economy*, 2020 (4): 15-33 (in Chinese e)
- [48] 金涛. 中国粮食作物种植结构调整及其水土资源利用效应[J]. 自然资源学报, 2019, 34(1): 14-25
Jin T. The adjustment of China's grain crop planting structure and its water and soil resource utilization effects [J]. *Journal of Natural Resources*, 2019, 34(1): 14-25 (in Chinese)
- [49] 马述忠, 陈颖, 王笑笑. 农业 FDI 对中国粮食安全的动态影响研究:基于种业研发能力视角[J]. 管理世界, 2013(7): 71-79, 187-188
Ma S Z, Chen Y, Wang X X. A study on the dynamic impact of agricultural FDI on China's food security: Based on the perspective of seed industry R&D capability [J]. *Management World*, 2013(7): 71-79, 187-188 (in Chinese)
- [50] 中国国家统计局农村社会经济调查司. 中国农村统计年鉴 [M]. 北京:中国统计出版社, 2003—2018
Department of Rural social and Economic Investigation of National Bureau of Statistics of the People's Republic of China. *China Rural Statistical Yearbook* [M]. Beijing: China Statistics Press, 2003—2018 (in Chinese)
- [51] 国家统计局社会科技和文化产业统计司, 科学技术部战略规划司. 中国科技统计年鉴 [M]. 北京:中国统计出版社, 2003—2018
Social science & technology and Cultural Industry Division of National Bureau of Statistics, Strategic Planning Division of Ministry of Science & Technology. *China Science & Technology Statistics Yearbook* [M]. Beijing: China Statistics Press, 2003—2018 (in Chinese)
- [52] 中国国家统计局. 中国统计年鉴 [M]. 北京:中国统计出版社, 2003—2018
National Bureau of Statistics of the People's Republic of China. *China Statistical Yearbook* [M]. Beijing: China Statistics Press, 2003—2018 (in Chinese)
- [53] 中国机械工业年鉴编辑委员会. 中国农业机械工业年鉴 [M]. 北京机械工业出版社, 2003—2018
China Machinery Industry Yearbook Editorial Committee. *China Agricultural Machinery Industry Yearbook* [M]. Beijing Machinery Industry Press, 2003—2018 (in Chinese)
- [54] 中国国家统计局. 新中国六十年农业统计资料汇编 [M]. 北京:中国统计出版社, 2003—2018
National Bureau of Statistics of China. *A Compilation of Agricultural Statistics in the 60 Years of New China* [M]. Beijing: China Statistics Press, 2003—2018 (in Chinese)
- [55] 温忠麟, 侯杰泰, 张雷. 调节效应与中介效应的比较和应用 [J]. 心理学报, 2005(2): 268-274
Wen Z L, Hou J T, Zhang L. The Comparison and application of moderating effect and mediating effect [J]. *Acta Psychology*, 2005(2): 268-274 (in Chinese)

责任编辑:王岩