

# 基于随机前沿模型的农业生产技术效率研究

——来自甘肃省定西市马铃薯生产的数据

王志刚,李腾飞,黄圣男,张亚鑫

(中国人民大学 农业与农村发展学院,北京 100872)

**摘要** 农业技术效率的提高是农业增长的重要源泉。采用甘肃省定西市马铃薯生产的数据,运用超越对数函数形式的随机前沿模型,对马铃薯生产技术效率及影响因素进行研究。结果表明:种植面积对大规模地块的影响要大于小规模地块,马铃薯的劳动密集型生产使大规模地块的技术效率比小规模地块受到更多限制;劳动时间对种植面积的影响在达到一定规模后随着种植面积的增加而增大;化肥使用量只有在达到最低规模后才开始发挥正向影响。土壤质量、性别和年龄的平方项对技术效率有重要影响,教育水平和种植经验的影响却并不显著。由此,提出提高马铃薯种植技术效率的建议:一是根据技术水平和要素资源合理选择适当规模的地块进行种植;二是农户应加大对规模较大地块的畜力、劳动时间和化肥的投入,以尽可能提高大规模地块的生产技术效率;三是不断改良地块土壤质量,加强农户的种植技能培训。

**关键词** 随机前沿模型;农业生产技术效率;种植面积;资源禀赋;规模经营

**中图分类号:**F 326.1    **文献标识码:**A    **文章编号:**1008-3456(2013)05-0061-07

我国是一个农业大国,农业在国民经济中处于基础地位。近年来党中央、国务院高度重视“三农”工作,积极推进农村各项改革,农业基础实力不断增强,产业结构优化升级,农村市场体系建设有序进行,为农业现代化打下了良好的基础。我国农业的科技进步贡献率也由 2003 年的 45.97% 提高到 2011 年的 53.5%,粮食产量还在 2012 年突破 5 895 亿 kg 大关,实现了连续 9 年增产。但不容忽视的是,我国农业的技术创新水平仍然偏低,制约农业发展的瓶颈因素尚未破除。农业的发展方式也正面临着由传统农业向现代农业的转变,以往单纯依靠加大物质要素投入的粗放型增长方式已难以为继。因此,依靠科技进步改造传统农业,不仅是当前建设社会主义新农村,实现农业农村经济可持续发展的必由之路,也是提升农业科技含量,有效提高农业综合竞争力的有力举措,是农业转变发展方式的重要基础。由此,深入探讨农业生产的技术效率问题,在当前农业科技基础亦然薄弱的背景下,对于加快转变我国农业增长方式,促进农村经济发展和农业现代化具有重要的理论意义与现实价值。

虽然学术界对农业生产技术效率做了不同程度的探索,但目前对技术稀缺的西部地区农业技术效率的研究相对缺乏,也缺少对土地种植规模与技术效率之间关系的探讨。由于传统种植模式多是小规模的精耕细作,根据规模经济的原理,这种作物种植模式严重阻碍了技术效率的提高和现代农业的发展。现代农业要求发展适度规模经营,也即增加种植地块的面积。事实上,由于作物的资源密集属性不同,以及受制于当前的技术水平和要素投入模式,技术效率是否随着种植面积的增加而增加,两者之间是否呈现出简单的线性关系都有待考证。鉴于此,本文以甘肃省定西市马铃薯生产为例,运用随机前沿模型对其生产技术效率及其影响因素进行分析并提出具体政策建议。

## 一、文献回顾

伴随着现代农业的发展和资源约束的加剧,农业生产的技术效率问题日益成为国内外学者关注的焦点之一,并涌现出大量的研究成果。国外关于农业生产技术效率的研究起步较早,研究内容和方法

收稿日期:2013-04-27

基金项目:国家社会科学基金重大项目“供应链视角下食品药品安全监制制度创新研究”(11&ZD052);中国人民大学研究生科学基金“食品安全的政绩考核机制研究——基于制度创新的视角”(13XNH152)。

作者简介:王志刚(1965-),男,教授,博士;研究方向:农业经济、产业经济。E-mail: ohshigo@163.com

也相对比较丰富。如 Battese 等建立了基于面板数据的随机前沿分析方法,测算了印度农户水稻生产的技术效率<sup>[1]</sup>。Lambert 等运用美国北达科他州 54 个农场的数据,深入研究了当地资金结构与农业生产技术效率之间的关系<sup>[2]</sup>。Sharunugam 等采用随机前沿模型测算了印度的农业生产技术效率,并进一步探讨了影响农业生产技术效率的影响因素<sup>[3]</sup>。国内对农业的技术效率也做了积极的研究,研究的重点主要是技术效率的波动趋势以及各区域间技术效率的差异性。如乔世君使用我国 1992、1995 和 1999 年的县(市)级数据,对粮食生产技术效率的空间分布做了研究<sup>[4]</sup>。石慧等根据 Kumbhakar 构建的随机前沿模型,采用省级面板数据分析了 1985—2005 年农业全要素生产率(TFP)的构成<sup>[5-6]</sup>。全炯振使用我国 1978—2007 年间农业生产的面板数据对各省及东中西 3 个地区农业全要素生产率的变化指数进行了测试,并分析了其变化趋势和空间分布特征<sup>[7]</sup>。为避免单一分析方法导致的结论不一致和差异较大等问题,郑循刚使用将随机前沿分析方法、理想点法和改进熵值法进行线性组合的方法,用合作博弈模型测定了 2000—2007 年我国农业的生产技术效率<sup>[8]</sup>。

虽然以上文献在方法选择和数据运用方面提供了很好的借鉴,但在对技术效率的微观分析方面较为不足,难以考察农业经营主体农户的个体行为特征对技术效率的影响。因此一些学者开始从微观角度分析农业生产的生产技术效率,如 Liu 等利用我国 7 927 个家庭的农地数据,对改革开放后的农业技术效率进行了估计<sup>[9]</sup>。基于超越对数函数形式的随机前沿模型,李谷成等运用湖北省的微观面板数据,分析了农户家庭经营的全要素生产和技术效率<sup>[10]</sup>。张新民则从农业经营主体的微观层面出发,对山东省有机蔬菜的生产技术效率及其主要影响因素进行了分析<sup>[11]</sup>。总之,已有研究主要是基于宏观数据分析了农业技术效率问题,却缺乏很好的微观基础,无法具体分析农户个体的行为特征。从区域研究的角度来看,现有文献缺少省级区域以下的农业生产技术效率的研究,而对小区域范围内的农业生产技术效率的研究更具有现实指导意义。此外,目前的研究在分析不同规模农户之间生产技术效率的差异方面相对不足,特别是将农户经营规模与生产技术效率结合起来进行关联分析的研究更是少之又少。鉴于此,本文从微观的农户角度出发,运用调研数据,

实证分析不同规模农地的生产技术效率差别及其影响因素。

## 二、数据来源及描述性分析

### 1. 数据来源

研究所使用的数据来源于中国农业科学院 2010 年在甘肃省定西市对马铃薯种植农户的问卷调查。定西市位于甘肃省中部,被称为“中国马铃薯之乡”,是全国重要的马铃薯加工基地、鲜薯销售基地及全国最大的脱毒种薯生产基地。本次调查共访问了 320 个农户,考察了每户 3 块面积最大的马铃薯生产地块的生产投入情况,并询问了每一地块的投入和产出数据。剔除无效问卷后,共获得 542 个地块的有效样本。为分析不同规模地块的技术效率,研究对 542 各地块根据实地调查情况以 1 333.33 m<sup>2</sup> 为临界值做了区分,也即种植面积小于 1 333.33 m<sup>2</sup> 的称为小规模地块,大于 1 333.33 m<sup>2</sup> 的称为大规模地块。需要说明的是,这里种植规模仅指地块面积,而非一般意义上的种植规模。按照上述标准分类,小规模的地块 259 块,大规模地块 283 块,2 个子样本的比重基本持平。

### 2. 变量选择与描述性分析

(1) 变量选择。研究分别从农户个体特征、地块特征和投入要素 3 个方面进行变量选取。

农户个人特征。农户的个人特征包括年龄、马铃薯的种植年限和教育年限等,这些变量对农业生产技术效率有重要影响,其中最重要的影响因素是户主的性别、年龄、种植年限和教育水平。一般而言,农业生产活动是劳动密集型的,男性在农业生产中比女性有优势,因此,农户的性别对生产技术效率可能会产生影响。年龄大小在一定程度反映其种植经验和种植年限,但除此之外还包含社会经历等其他信息,这些信息也很有可能对农业生产技术效率产生一定的影响。种植年限反映了农户参与农业生产的能力,也会对农业生产技术产生相应的影响。教育是衡量人力资本的重要指标,教育年限长的农户容易较快的接受先进农业技术,也更可能拥有较高的农业管理水平。

地块的特征。地块的特征主要包括土地质量、土地产量和地块与农户居住地的距离。由于农业生产的特殊性,土壤的质量对农业产出有很大的影响,因而会对农业生产的生产技术效率有很大影响。地块与农户居住地的距离也是非常重要的影响因素,因为

距离越远, 管理农地的成本就越高。

投入要素。投入要素主要包括以下 4 个方面。一是土地投入变量。农业的土地要素投入表现为农业生产中所使用的全部地表面积的数量。二是劳动投入变量。由于采用的是微观水平的数据, 可以观察到每个劳动者参加马铃薯种植的劳动时间, 因此选择每块马铃薯土地的实际劳动投入时间作为劳动

投入变量。三是畜力投入和机械投入变量。考虑西部地区的特殊情况, 研究中将畜力作为影响因素既可以反映生产的要素投入, 也可以反映马铃薯生产的技术状况。四是化肥投入变量。农业生产发展的实践证明, 充分和合理使用化学肥料是促进作物增产和加速农业发展的一条有效途径。具体变量说明和定义见表 1。

表 1 变量及变量说明

变量	变量说明	变量	变量说明
年龄	户主的年龄	土地产量	每块土地的马铃薯产量/kg
教育年限	户主的教育年限	土地面积	每块土地的面积/m <sup>2</sup>
种植年限	户主种植马铃薯的年限	畜力投入	每块土地畜力投入/h
性别	虚拟变量: 男性=1; 女性=0	机械投入	每块土地机械投入/h
土壤质量	很差=1; 较差=2; 一般=3; 较好=4; 很好=5	化肥投入	每块土地化肥投入/kg
距离	地块距居住地点的距离/m	劳动力投入	每块土地劳动投入/h

(2) 描述性分析。农户个人特征分析。马铃薯种植农户之间并不是同质的, 其在年龄、种植年限方面具有较大的差异。其中, 年龄分布在中等年龄段, 基本处于 47 岁左右; 教育程度普遍比较低; 马铃薯的种植年限在不同的农户之间具有明显的差异。农户个人特征见表 2。

表 2 农户个人特征

变量	样本数	均值	标准差	最小值	最大值
年龄	320	46.89	0.86	22	78
种植年限	320	23.52	12.66	0	59
教育年限	320	3.81	1.93	0	8

地块特征分析。土壤质量分为很差, 较差, 一般, 较好和很好。地块距农户居住的平均距离近 1 000 m, 土壤的平均质量介于一般和较好之间。调查地的马铃薯平均产量为 1.64 kg/m<sup>2</sup>, 从标准差来看农户之间的马铃薯产量存在一定的差异。地块特征见表 3。

表 3 地块特征

变量	样本数	均值	标准差
土壤质量	542	3.57	1.15
距离/m	542	960.14	1 303.14
土地产量/kg	542	1.64	1.68

投入变量分析。每户平均马铃薯种植面积接近 2 000 m<sup>2</sup>, 不同农户之间的土地面积差异不大。通过对投入要素的分析可以发现, 当地的马铃薯种植劳动力投入比重较大, 劳动力投入时长是畜力和机械投入的 9 倍左右, 这表明当地的马铃薯种植严重

依赖于劳动力, 机械化程度偏低。此外, 马铃薯的平均化肥投入量是 0.67 kg/m<sup>2</sup>。投入要素见表 4。

表 4 投入要素

变量	样本数	均值	标准差
土地面积/m <sup>2</sup>	542	1 966.67	2.10
劳动力投入/h	542	207.59	215.94
畜力投入/h	542	29.28	57.52
机械投入/h	538	30	3.36
化肥投入/kg/m <sup>2</sup>	538	0.67	2.43

### 三、计量模型

根据 Kumbhakar<sup>[6]</sup> 构建的随机前沿模型, 该模型的一般形式可以表示为:

$$y = g(x | \beta) e^\varepsilon \quad (1)$$

式(1)中  $y$  是产出,  $x$  是投入,  $\beta$  是待估参数,  $\varepsilon$  是由一个反应噪音的双边干扰项  $\theta$  和一个反映技术非效率的单边干扰  $\mu$  ( $\mu > 0$ ) 构成。研究考虑的是生产函数形式, 因此可以将  $\varepsilon$  写成:

$$\varepsilon = \theta - \mu \quad (2)$$

在实际应用中,  $\theta$  服从正态分布:  $\theta \sim N(0, \sigma_\theta^2)$ , 假设  $\mu$  服从半正态分布:  $\mu \sim N^+(0, \sigma_\mu^2)$ , 遵循一般的研究路径, 假设  $\theta$  和  $\mu$  都是独立同分布的。

根据特征函数, 可以得到  $\varepsilon$  的密度函数如下:

$$f(\varepsilon) = \frac{1}{\sigma \sqrt{\pi/2}} [1 - \Phi(\frac{\varepsilon}{\sigma} \sqrt{\frac{\tau}{1-\tau}})] \exp(-\frac{\varepsilon^2}{2\sigma^2}) \quad (3)$$

式(3)中,  $\sigma^2 = \sigma_\theta^2 + \sigma_\mu^2$ ,  $\tau = \sigma_\mu^2 / (\sigma_\theta^2 + \sigma_\mu^2)$ ,  $\Phi(\cdot)$  是标准正态分布的分布函数。

给定一个横截面数据样本  $S_n = \{x_i, y_i\}, i = 1, \dots, n$ , 可以得到对数形式的极大似然函数:

$$LLF = -\frac{n}{2} \log\left(\frac{\pi}{2}\right) - \frac{n}{2} \log\sigma^2 + \sum_{i=1}^n \log\left[1 - \Phi\left(\frac{[\log y_i - \log(x_i | \beta)]\tau^{1/2}}{\sigma(1-\tau)/2}\right)\right] - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^n [\log y_i - \log(x_i | \beta)]^2 \quad (4)$$

分别对  $\beta, \sigma^2$  和  $\tau$  求导, 并令导数等于零, 就可以得到相应的极大似然估计  $\hat{\beta}, \hat{\sigma}^2$  和  $\hat{\tau}$ 。而  $\sigma_\mu^2$  和  $\sigma_\theta^2$  的极大似然估计可以通过  $\hat{\sigma}_\mu^2 = \tau\sigma^2$  和  $\hat{\sigma}_\theta^2 = \sigma^2 - \hat{\sigma}_\mu^2$  得到。

建立具体的随机前沿模型时, 首先需要考虑设定生产函数的形式。研究选取形式最为灵活的超越对数生产函数模型, 该模型的函数形式为:

$$\ln y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln x_i + \gamma (\ln x_i)^2 + \delta \ln x_i \ln x_j + \theta - \mu \quad (5)$$

式(5)中  $y_i$  为第  $i$  块土地的产量;  $x_i$  为第  $i$  块

模型一:

$$\ln(y_i) = \alpha + \beta_1 \ln x_{i1} + \beta_2 \ln(x_{i1})^2 + \beta_3 \ln x_{i2} + \beta_4 \ln(x_{i2})^2 + \beta_5 \ln(x_{i3}) + \beta_6 \ln(x_{i3})^2 + \theta - \mu \quad (6)$$

模型二:

$$\ln(y_i) = \alpha + \beta_1 \ln x_{i1} + \beta_2 \ln(x_{i1})^2 + \beta_3 \ln x_{i2} + \beta_4 \ln(x_{i2})^2 + \beta_5 \ln x_{i3} + \beta_6 \ln(x_{i3})^2 + \beta_7 \ln x_{i4} + \beta_8 \ln(x_{i4})^2 + \theta - \mu \quad (7)$$

式(6)和式(7)中,  $y_i$  为第  $i$  块土地的产量;  $x_{i1}$  为第  $i$  块土地的面积投入,  $x_{i2}$  为第  $i$  块土地的劳动力投入,  $x_{i3}$  为第  $i$  块土地的机械投入,  $x_{i4}$  第  $i$  块土地的化肥投入,  $\theta - \mu$  为误差项。

实证模型将选用 Frontier 4.1 程序进行估计, Frontier 4.1 是 Battese 等开发的专门进行随机前沿生产函数或成本函数估计的程序<sup>[1]</sup>, 估计的方法是极大似然估计法。根据种植规模的大小, 以下将分别进行这 2 个模型的估计。

表 5 大规模地块的随机前沿生产函数的极大似然估计 ( $n=283$ )

变量	模型一		模型二	
	半正态分布	截断正态分布	半正态分布	截断正态分布
常数项	7.35*** (16.45)	7.24*** (15.9)	7.47*** (17.04)	7.37*** (16.63)
土地面积	1.71*** (3.13)	1.73*** (3.12)	1.61*** (2.99)	1.61*** (2.86)
劳动力投入	-0.02(-0.36)	-0.02(-0.37)	-0.13(-0.78)	-0.14(-0.92)
机械投入	0.03(0.37)	0.03(0.37)	0.001(0.01)	0.005(0.07)
化肥投入	—	—	-0.02(-0.15)	-0.007(-0.05)
土地面积平方	-0.18(-1.05)	-0.19(-1.07)	-0.16(-0.99)	-0.16(-0.95)
劳动力平方	0.002(0.22)	0.002(0.21)	0.008(0.46)	0.01(0.57)
机械投入平方	-0.006(-0.45)	-0.006(-0.48)	-0.0004(-0.03)	-0.001(-0.09)
化肥投入平方	—	—	0.01(1.02)	0.012(0.96)
平均技术效率	0.67	0.74	0.67	0.73

注:括号中是  $t$  值, \* \* \*、\* \*、\* 分别表示在 1%、5% 和 10% 水平下显著(下同)。

土地的要素投入向量;  $\beta_0, \beta, \gamma$  和  $\delta$  是待估参数,  $\theta - \mu$  是理论模型中假设的误差项。那么技术效率就是  $e^{-\mu_i}$ 。根据选用变量的不同, 可以设定以下 2 个不同的模型。由于关于技术无效率的分布假设的不同可能导致结果的不一致, 本文在每个模型中又分别考虑了技术无效率的分布为半正态分布和截断正态分布 2 种情况, 这些模型将根据地块规模的大小分别进行估计。为避免畜力和机械投入变量之间的共线性, 模型不分析畜力投入而选择机械投入进行分析。具体的模型设定如下:

## 四、计量结果

### 1. 估计结果

运用 Frontier 4.1 程序进行极大似然估计, 得到大规模和小规模地块的回归结果见表 5 和表 6。通过对回归结果的对比分析, 可以发现模型 2 个模型中, 不论是半正态分布, 还是截断正态分布, 大规模地块中种植面积的影响系数都大于小规模的影响

系数,但大规模地块的生产技术效率要小于小规模地块的生产技术效率。这表明研究结论具有稳定性,即不随模型设定的变化而出现很大波动。

就各变量的影响而言,计量结果显示,大规模地块和小规模地块劳力投入在种植面积达到一定规模

之后,都会随着种植面积的增大而增大;化肥的使用量只有在种植面积达到一定规模之后才发挥其正向影响。但是,在半正态分布和截断正态分布2种情况下,除了种植面积及其平方项之外其他变量在统计意义上都不显著。

表6 小规模地块的随机前沿生产函数的极大似然估计( $n=259$ )

变量	模型一		模型二	
	半正态分布	截断正态分布	半正态分布	截断正态分布
常数项	8.35*** (20.97)	8.26*** (19.87)	8.33*** (21.54)	8.26*** (23.88)
土地面积	1.22*** (7.17)	1.21*** (7.31)	1.19*** (7.18)	1.17*** (7.49)
劳动力投入	-0.17 (-0.98)	-0.17 (-1.01)	-0.22 (-1.22)	-0.24 (-1.51)
机械投入	-0.03 (-0.36)	-0.02 (-0.33)	-0.04 (-0.62)	-0.04 (-0.57)
化肥投入	—	—	-0.02 (0.19)	-0.02 (-0.18)
土地面积平方	-0.45* (-1.67)	-0.44* (-1.67)	-0.44* (-1.69)	-0.41* (-1.65)
劳动力平方	0.03 (1.47)	0.03 (1.47)	-0.03 (-1.41)	0.03* (1.68)
机械投入平方	-0.01 (-0.96)	-0.01 (-0.98)	0.008 (0.59)	-0.009 (-0.64)
化肥投入平方	—	—	0.01 (1.15)	0.013 (1.15)
平均技术效率	0.71	0.77	0.68	0.75

## 2. 生产技术效率影响因素的分析

根据之前两个模型估计出来的马铃薯生产技术

效率,将其作为因变量,构建技术效率影响因素模

型。具体模型如下:

$$\begin{aligned} \text{efficiency} = & \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5 \\ & + \beta_6 x_6 + \beta_7 x_3^2 + \beta_8 x_4^2 + \epsilon \end{aligned} \quad (8)$$

式(8)中,  $x_1$  为土壤质量,  $x_2$  为性别,  $x_3$  为年龄,  $x_4$  为种植年限,  $x_5$  为教育年限,  $x_6$  为距离,  $x_3^2$  为年龄的平方项,  $x_4^2$  为种植年限的平方项,  $\epsilon$  为随机误差项。

该实证模型使用 Stata10.0 进行 OLS 回归。由于使用了微观个体截面数据,为避免异方差问题本文在进行 OLS 回归时使用了稳健的标准误,具体的回归结果见表 7。

表7 技术效率的影响因素分析

变量	小规模地块( $n=259$ )		大规模地块( $n=283$ )	
	半正态分布	截断正态分布	半正态分布	截断正态分布
土壤质量	0.02*** (3.01)	0.01*** (2.86)	0.006 (1.01)	0.004 (0.82)
性别	0.09*** (6.29)	0.08*** (5.49)	0.07*** (4.58)	0.06*** (4.15)
年龄	0.002 (0.94)	0.0014 (0.55)	-0.0085* (-1.91)	-0.0082** (-2.05)
种植年限	0.0003 (0.22)	0.0004 (0.27)	-0.00076 (-0.35)	-0.000085 (-0.04)
教育年限	-0.002 (-0.69)	-0.0023 (-0.85)	0.0037 (1.01)	0.003 (0.92)
距离	0.00001* (1.75)	0.00001* (1.88)	0.000003 (0.61)	0.000003 (0.81)
年龄平方	-0.000036 (-1.27)	-0.000021 (-0.82)	0.000074* (1.65)	0.000075* (1.84)
种植年限平方	-0.000017 (-0.49)	-0.000014 (-0.45)	0.000021 (0.48)	0.00001 (0.24)
常数项	0.54*** (7.66)	0.64*** (10.51)	0.80*** (8.21)	0.87*** (9.99)
R <sup>2</sup>	0.23	0.21	0.12	0.11

通过对回归结果的分析,可以得出以下4点结论。首先,土壤质量对小规模马铃薯地块的技术效率的影响系数显著为正,这一结果对于半正态分布

和截断正态分布都成立。然而对于大规模马铃薯地块,土壤质量的影响系数同样为正但并不显著。可能的解释是小规模地块更容易受自然因素的影响,

其承担的自然因素风险要大于大规模马铃薯地块。其次,在半正态分布和截断正态分布两种情况下,户主的性别对小规模地块和大规模地块都有显著的正向影响。其中,男性户主对马铃薯的生产技术效率的影响要大于女性户主,而且这种差别在小规模马铃薯地块上更明显。这可能是因为,与女性相比男性更适合从事需要体力劳动的农业生产活动。再次,对于大规模马铃薯地块,年龄及其平方项对马铃薯的生产技术效率都有显著影响。其中,户主年龄对马铃薯的生产技术效率的影响系数为负,但其平方项的影响系数为正,这说明户主年龄这一变量刚开始对马铃薯的生产技术效率的影响为负,但随着户主年龄的增加,其影响开始变为正向。最后,除了距离对小规模地块有一定程度上的影响之外,其他变量对小规模马铃薯地块和大规模马铃薯地块的影响统计上都不显著。但就各变量的影响方向来看,种植经验对小规模地块的影响是先增加然后逐渐递减。根据屈小博对陕西果农不同规模生产技术效率差异的实证研究表明<sup>[12]</sup>,经营规模与农户生产技术效率呈现“倒 U 型”效应趋势。其原因是,在当前的农业生产技术水平和要素投入模式下,适度规模经营的技术效率提升空间较大。同时,由于马铃薯属于劳动密集型的农业生产活动,其种植、管理和收获需要丰富的经验和劳动力投入,这在相当程度上制约了规模经济和技术效率的提高,导致马铃薯生产的技术效率损失。需要说明的是,由于数据上的限制,使用甘肃定西市的微观截面数据可能会有一定的地域特色,缺乏生产率与技术进步的动态分析,因此研究结论对其他农业产业是否适用需要进一步根据产业属性和特征进行比较研究。

## 五、结论与政策建议

通过利用甘肃省定西市马铃薯的生产数据,运用超越对数函数形式的随机前沿模型对马铃薯的生产技术效率及其影响因素做了研究。与其它横截面数据的文献不同的是,研究不以每个农户为区分标准而是选取每一地块作为分析的基础。具体而言,首先利用马铃薯的生产数据对其生产技术效率进行分析。为考虑不同规模地块生产技术效率的差别,将地块分为 2 类进行对比分析。最后,将测算得到的技术效率作为因变量,探讨了不同因素对技术效率的影响。结果表明,在半正态分布和截断正态分布 2 个模型中,大规模地块中种植面积的影响系数

都大于小规模地块,但其生产技术效率却小于小规模地块。在影响因素方面,土壤质量和户主性别对小规模地块和大规模地块都有显著影响,对于大规模马铃薯地块,年龄及其平方项对马铃薯生产技术效率也有显著影响。

在研究结论的基础上,为促进农业技术效率的提高,提出如下 3 点建议。一是在经营规模方面要因地制宜,根据技术水平和要素资源合理选择适当规模的地块进行马铃薯种植。在广大西部农村地区,由于资金和劳动力等方面的限制,在现有技术水平和要素投入模式下,发展适度规模经营通过改善资源配置、提高要素的市场化程度以及进行精耕细作的技术投入是提高农户生产经营效率的关键;这就要求当地在发展马铃薯种植业时,要根据自身资源禀赋,选择适当的经营规模进行农业生产。二是在要素投入方面,农户应加大对规模较大地块的畜力、劳动时间和化肥的投入,以尽可能提高大规模地块的生产技术效率。三是应不断改良地块土壤质量,加强农户的种植技能培训,不断提高农户的农地种植管理水平和马铃薯生产技术效率。考虑到调研数据的可得性以及研究区域缺乏比较对象,因此实证研究结果存在一定的局限性,未来研究将扩大调查范围和细化品种,深化对马铃薯种植业技术效率的研究,以使得研究结论更加科学和普适。

## 参 考 文 献

- [1] BATTSE G E, COELLI T J. A model for technical inefficiency in a stochastic frontier production function for panel data [J]. Empirical Economics, 1995 (2): 325-332.
- [2] LAMBERT D K, BYADA V. The impact of farm financial structure on production efficiency [J]. Journal of Agricultural and applied Economics, 2005 (1): 277-289.
- [3] SHARUNUGAM K R, VENKATATARAMANI A. Technical efficiency in agricultural production and its determinants: an exploratory study at the district level [J]. Indian Journal of Agricultural Economics, 2006 (2): 45-60.
- [4] 乔世君. 中国粮食生产技术效率的实证研究:随机前沿面生产函数的应用 [J]. 数理统计与管理, 2004(3): 11-17.
- [5] 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.
- [6] KUMBHAKAR S C. Production frontiers, panel data and time-varying technical inefficiency [J]. Journal of Econometrics, 1990(46): 201-211.
- [7] 金炯振. 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] 郑循刚. 基于组合评价的中国农业生产技术效率研究: 基于2000—2007的面板数据[J]. 科技管理研究, 2010(7):41-43.
- [9] LIU Z N, ZHUANG J Z. Determinants of technical efficiency in post-collective chinese agriculture: evidence from farm-level data[J]. Journal of Comparative Economics, 2000, 28(3): 545-564.
- [10] 李谷成, 冯中朝, 范丽霞. 农户家庭经营技术效率与全要素生产率增长分解: 基于随机前沿生产函数与来自湖北省农户的微观证据[J]. 数量经济技术经济研究, 2007(8): 25-34.
- [11] 张新民. 有机菜花生产技术效率及其影响因素分析: 基于农户微观层面随机前沿生产函数模型的实证研究[J]. 农业技术经济, 2010(7): 60-69.
- [12] 屈小博. 不同规模农户生产技术效率差异及其影响因素分析——基于超越对数随机前沿生产函数与农户微观数据[J]. 南京农业大学学报:社会科学版, 2009(3): 27-35.

## Study on Agricultural Production Technical Efficiency Based on Stochastic Frontier Model

———Taking Potato Data from Dingxi City, Gansu Province for Example

WANG Zhi-gang, LI Teng-fei, HUANG Sheng-nan, ZHANG Ya-xin

(School of Agricultural Economics and Rural Development,

Renmin University of China, Beijing, 100872)

**Abstract** Agricultural technology efficiency is one of the most important sources of agricultural growth. Based on potato production data from Dingxi city of Gansu province, this paper uses stochastic frontier production model in translog form to analyze the technical efficiency and its influencing factors. The result shows that impact of planting area on large scale land is bigger than that on small-scale land, the labor-intensive production of potato has more limitation in large-scale land than that in small-scale land. Among the input factors, the effect of labor time on the planting area will enlarge with the increase of planting area when reaching a certain extent, the quantity of fertilizer use begins to exert positive influence only when it reaches a minimum size. In addition, the soil quality, gender and the square of age have important impact on technical efficiency, while education and planting experience have no significant effect. Therefore, this paper puts forward to three suggestions on how to improve the efficiency of potato planting. First, choosing appropriate scale of planting land according to technology level and resources; second, farmers should increase the investment in animal power, labor time and chemical fertilizer for large scale lands to improve their efficiency; finally, soil quality of plots should be improved and training of farmers' planting skills should also be strengthened.

**Key words** stochastic frontier model; the production technical efficiency; planted area; resource endowment; scale management

(责任编辑:金会平)