

曹芳萍 沈小波

我国粮食生产全要素化肥效率研究

内容提要 本文基于随机生产边界分析方法,对我国 30 个省(市、自治区)1991-2009 年粮食生产部门全要素化肥效率进行了研究。结果表明:我国农业生产中全要素化肥效率处于较低水平。从空间分布特征来看,东部地区高于中西部地区,但中西部提高速度快于东部。从时间分布特征来看,全要素化肥效率随着时间推移而改善。为了提高农用全要素化肥效率,应该加强绿色农业技术的研发和推广工作,向农民提供使用绿色农业技术的信息和方法,尝试设立绿色农业补贴制度。

关键词 粮食生产 技术效率 全要素化肥效率

我国是一个拥有 13 亿多人口的大国,提高粮食产量和增加农民收入一直是政府“三农”政策的首要目标。在耕地资源有限的条件下,粮食产量的持续增长一靠投入增长,二靠技术进步。我国之所以能够自己基本解决 13 亿人口的吃饭问题,现代农业要素投入,尤其是化肥农药投入的快速增长起了重要作用。我国是世界上最大的化肥生产和消费国,2010 年,我国化肥施用量高达 5404.4 万吨,单位面积平均施用量达到 434.3 千克/公顷,不仅高于世界平均水平,也高于发达国家的水平。

但是,农业投入的增长,特别是化肥、农药投入的增长,对资源环境造成较大影响,农业源污染及相关食品安全问题,已经成为制约我国粮食持续增长的突出问题。2010 年发布的《第一次全国污染源普查公报》公布的数据显示,2007 年农业源总氮、总磷排放量分别为 270.46 万吨和 28.47 万吨,分别占排放总量的 57.2%和 67.4%;农业源总氮和总氮流失量中,来自种植业的分别为 159.78 万吨和 10.87 万吨,分别占农业源总量的 59.1%和 38.2%。这些数据表明,农用化肥导致的环境污染已较为突出。因此,利用我国粮食生产的投入和产出的数据,结合相关的经济理论,对我国粮食生产中全要素化肥效率的时空分布特征进行研究,并据以提出相应的政策建议,是十分必要的。

一、我国全要素化肥效率的定义与估计方法

(一)全要素化肥效率的定义

改革开放以来,随着我国经济体制改革的推进和深化,我国的农业和农村经济取得了长足的发展。我国农业部门的技术效率问题,也就成为国际经济学界持续关注的论题。Mcmillan et al.(1989)、Fan et al.(1991)、Lin(1992)、乔榛等人(2006)、Kalirajan et al.(1996)、陈卫平、郑凤田(2006)、全炯振(2009)等文献,都对我国农业或粮食生产部门的全要素生产率和技术效率进行了深入的、富有成效的研究。但是,对我国粮食生产部门全要素化肥效率问题的研究,迄今为止还不多见。近年来,随着我国农业环境污染的日益严重,与农业生产投入相关的环境问题已经引起学术界的关注。杨印生、吴才聪等人(2004)利用数据包络方法,对变量施肥法和

传统施肥法的技术效率进行了评价和比较。吴小庆、徐阳春、陆根法(2009)运用超效率数据包络方法,对不同水稻品种的生态效率进行了评价,发现不同品种的生态效率与氮肥利用效率具有一定的正相关性,氮肥利用效率高的品种,其生态效率也较高。本文在这些研究的基础上,利用 SFA 方法对我国各省区 1991-2009 年粮食生产的技术效率和综合利用效率进行测算,并分析其时序变化及空间分布特征。

全要素化肥效率与通常所说的技术效率有密切关系,从节约投入的方向,可以把技术效率定义为:在技术和观察到的产出生产条件下,最小可行投入与观察到的投入之间的比率。

在技术效率的基础上,可以把全要素化肥效率定义为:在给定所观察到的产出水平和常规投入的条件下,化肥的最小可行使用量与实际使用量的比率。因此,全要素化肥效率,是从投入的方向,对粮食生产的技术效率所做的单要素度量。这是一种非径向的投入效率的概念,就像 Kopp(1981)所指出的,这种效率度量允许对所使用的多种投入做不同比例的削减。标准的径向(等比例)度量无法识别出单个投入使用的效率,因为它把每种投入对生产效率的贡献同等看待。

(二)评估方法

全要素化肥效率的估计可采用随机边界分析方法:在随机边界分析中,无效率被模型化为一个具有两参数分布的附加误差项。

随机生产边界被定义为:

$$Y_{it} = f(X_{it}, Z_{it}, \beta, \gamma) \exp(V_{it} - U_{it}) \quad (1)$$

这里,下标 i 表示生产单位, t 表示时间。

产出导向的技术效率度量由下式给出:

$$TE_{it} = Y_{it} / [f(X_{it}, Z_{it}, \beta, \gamma) \cdot \exp\{V_{it}\}] = \exp\{-U_{it}\} \quad (2)$$

技术效率估计量:

$$TE_{it} = E[\exp\{-U_{it}\} | (V_{it} - U_{it})] \quad (3)$$

为了获得方程(2)中利用效率度量的随机表达式,我们需要设定随机生产边界的具体函数形式。我们采用常规的 C-D 函数形式:

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \sum \beta_j \ln X_{ijt} + \gamma_2 \ln Z_{it} + V_{it} - U_{it} \quad (4)$$

为了把随机的化肥利用效率的度量分离出来,假设:

$$EE_{it} = \exp[-U_{it} / \gamma_2] \quad (5)$$

通常, $0 \leq \exp[-U_{it} / \gamma_2] \leq 1$, EE_{it} 的值越大,表明全要素化肥效率越高,特别是当该度量等于 1 时,表示在其他投入不变条件下,生产既定产出所投入的化肥量与最小可行使用量相等,实现了化肥的最有效利用。

二、我国粮食生产全要素化肥效率估计

这里,我们利用 1991-2009 年我国 30 个省区(四川和重庆作为一个省区处理)的面板数据,采用随机生产边界的方法对粮食生产的技术效率和化肥效率进行测算。被解释变量 Y_{it} 为 i 省 t 年的粮食总产量,我们选取 i 省 t 年粮食生产中投入的劳动力数量、大中型农机总动力、粮食播种面积作为常规投入的代表,分别用 X_1 、 X_2 和 X_3 表示,粮食生产中化肥施用量用 Z 表示。我们选取了农药使用量、有效灌溉面积及成灾面积占播种面积的比例作为控制变量,分别用 $pest$ 、 $irri$ 和 $disaster$ 来表示。我国官方农业统计资料中化肥和农药的施用量,包括了粮食、油料和蔬菜种植中的使用总量,因此用粮食播种面积占总播种面积的比例乘以总的施用量,获得粮食生产中的化肥和农药使用量。在进行参数估计时,所有变量均取自然对数。所需数据来自各年份《中国统计年鉴》、《新中国农业 60 年统计资料》以及“中经网经济统计数据库”。

(一)生产函数估计

首先,基于 1991-2009 年我国省级面板数据,对我国粮食生产随机边界生产函数进行估计,表 1 给出了估计结果。结果显示,播种面积、化肥、农药、成灾面积比例等都在 1% 水平显著,大中型拖拉机、灌溉面积比例在 5% 水平上显著,劳动力在 10% 水平上显著。

表 1 随机边界生产函数估计结果

lnY	参数	标准误	z 值	P 值
lnX ₁ (劳动)	-0.0653	0.0381	-1.74	0.084
lnX ₂ (播种面积)	0.8526	0.0439	19.91	0.000
lnX ₃ (大中型拖拉机)	0.0287	0.0145	2.11	0.046
lnZ (化肥)	0.1403	0.0294	4.42	0.000
lnpest (农药)	0.0335	0.0125	2.71	0.008
lnirri (灌溉面积比例)	0.0709	0.0306	2.43	0.020
Indisaster (成灾比例)	-0.0521	0.0058	-8.95	0.000
常数项	-0.5750	0.1484	-3.89	0.000
对数似然函数值=-544.87 wald Chi2(7)=7279.82 prob>chi2=0.0000				

就要素产出弹性来看,播种面积的产出弹性最大,为 0.8526,这意味着如果其他因素保持不变,则粮食播种面积增加 1%,粮食总产就会增长 0.8526%;其次是化肥的产出弹性,为 0.1403;再次是有效灌溉面积比例、农药和大中型拖拉机总动力,其产出弹性分别为 0.0709、0.0335 和 0.0287;最后是劳动力,其产出弹性为 -0.0653。这个结果有几点值得注意:第一,耕地面积是制约我国粮食产量增长的首要因素,保证足够数量的耕地是保障粮食供给安全的基础;第二,化肥施用量是除土地之外影响粮食生产的最主要因素,对粮食增长具有重要作用;第三,我国粮食生产部门仍然存在明显的过剩劳动力,劳动力不是影响粮食生产的主要因素。

(二)我国粮食生产全要素化肥效率测算

基于生产函数的上述估计,计算 1991-2009 年 30 个省市的全要素化肥效率,给出部分年份东、中、西部三大地区的平均值和全国平均水平,具体结果见表 2。

表 2 的结果表明,1991-2009 年,虽然我国粮食生产中综合利用效率存在提高的趋势,但其水平之低是惊人的。从全国平均值来看,1993 年,化肥利用效率值为 0.2243,这意味着化肥利用率还不到 23%。2009 年,化肥利用效率有一定程度的提高,但也仅为 0.2739。可见我国粮食生产过程中化肥的过度使用情况也较严重。

表 2 我国粮食生产全要素化肥效率值

	1993	1995	2000	2002	2004	2005	2009
东部地区	0.2740	0.2811	0.2992	0.3066	0.3140	0.3177	0.3351
中部地区	0.2195	0.2234	0.2336	0.2379	0.2422	0.2445	0.2593
西部地区	0.0804	0.0848	0.0963	0.1012	0.1063	0.1088	0.1152
全国平均	0.2243	0.2298	0.2439	0.2497	0.2556	0.2586	0.2739

注:东部地区包括北京、天津、河北、辽宁、山东、江苏、上海、浙江、福建、广东、海南;中部地区包括吉林、黑龙江、山西、内蒙古、河南、安徽、江西、湖北、湖南;西部地区包括广西、四川(含重庆)、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆。

从东、中、西部的综合利用效率来看,东部地区化肥利用效率最高,但 2009 年化肥农药综合利用效率值也仅为 0.3351,说明化肥和农药的综合利用率差不多为 33%;中部和西部地区的环境效率值更低,分别为 0.2593 和 0.1152,化肥农药综合利用率分别在 26% 和 11% 左右。总之,虽然我国粮食生产中化肥利用效率随着时间在逐步提高,但总体其水平和效率低下的现象还相当严重。

三、政策建议

我国粮食生产中化肥利用效率低以及过度使用的问题,是多种因素相互交织的结果。要解决这个问题必须制定综合的农业环境政策。

1. 大力推广绿色农业技术。绿色农业技术的使用会减少化肥农药等的使用,缓解农业发展对资源环境的危害,长远来看,绿色农业技术的应用能进一步降低农民的生产成本,激发农民使用绿色农业技术的动力。现有的农业技术机构更多拥有的是传统农业技术,缺乏合适的绿色技术知识向农民传授。

2. 大力加强农业支持服务。目前的农业支持服务,特别是农技研发与推广计划必须更多地向绿色农业方向转变。农技部门应该要在土壤测试和田间试验的基础上,根据当地的土壤条件、作物需肥规律和肥料效应,制定科学的施用数量、养分配比和施用方法,并通过宣传培训、试验示范和技术指导,把相关的知识传授给农民。为了减少农药的使用量,农技人员应该深入基层,指导农民采取病虫害综合防治措施,推广生物防治、物理控害技术,帮助农民制定科学的用药方案。

3. 为农业技术机构研发和推广绿色农业技术提供必要的支持。国家应该为研发绿色环保型农业投入品的机构提供资金扶持和政策优惠,以加快环保绿色农业技术的创新,同时加大农技推广机构的投入力度,推广环境友好型农业投入品和先进实用技术的应用。还应该考虑改革和完善现有的农业补贴方式。政府对农机、肥料和杀虫剂等农业生产资料进行大量的财政补贴,使得这些投入物比较便宜,导致过度使用。可以研究借鉴德国等发达国家的农业生态补偿政策,把农业补贴与生产方式和生产结构的转变结合起来。

参考文献:

- [1]杨印生,吴才聪,马成林,张书慧.基于数据包络分析的变量施肥技术经济分析[J].农机化研究,2004(4)
- [2]陈卫平,郑凤田.中国的粮食生产力革命[J].经济理论与经济管理,2006(4)
- [3]吴小庆,徐阳春,陆根法.基于超效率 DEA 模型的农业生态效率评价[J].生态经济,2009(3)
- [4]全炯振.中国农业全要素生产率增长的实证分析:1978-2007 年[J].中国农村经济,2009(9)

(作者单位:曹芳萍,北京林业大学经济管理学院;沈小波,厦门大学中国能源经济研究中心)