

农业经营规模化发展对化肥施用强度的影响

——基于投入产出规模化视角的分析

马永喜^{1a,2}, 马一鸣^{1b}

(1.浙江理工大学 a 浙江省生态文明研究院, b.经管学院, 浙江 杭州 310018; 2.之江实验室, 浙江 杭州 311121)

摘要: 基于浙江省 2004—2016 年水稻种植户地块层面的投入产出面板数据, 采用动态面板系统 GMM 方法, 实证检验土地面积、劳动投入、资本投入和农业产出等农业经营规模性指标对化肥施用强度的影响。结果表明: 农户化肥施用有一定的惯性; 劳动投入的减少将会导致化肥施用的替代性增加; 资本投入的扩张将会增加化肥的施用强度, 而土地面积和农业产出对化肥施用强度没有显著的影响。因而, 要继续加强农户的施肥指导和培训, 改变施肥习惯; 要鼓励规模化经营农户采用劳动节约型生产设备和技术, 合理引导资本投向, 避免化肥施用的进一步增加。

关键词: 农业经营规模; 化肥施用强度; 投入产出

中图分类号: F325.22

文献标志码: A

文章编号: 1009-2013(2020)04-0019-08

Effects of agricultural operation scale on the intensity of chemical fertilizer use: from the perspective of input-output scale

MA Yongxi^{1a,2}, MA Yiming^{1b}

(1.a.Zhejiang Academy of Ecological Civilization Research, b.School of Economics and Management, Zhejiang Sci-tech University, Hangzhou 310018; 2. Zhejiang Lab, Hangzhou 311121, China)

Abstract: Based on the panel data of the input and output of rice land in Zhejiang Province from 2004 to 2016, the effects of some agricultural management scale index, such as the land area, the labor input, the capital input and the agricultural output, on the chemical fertilizer use have been tested by adopting the dynamic panel system GMM method. The results show that there was a certain pattern in the use of chemical fertilizer; the decrease of labor input led to the substitutive increase of chemical fertilizer use; the increase of capital input led to the increase of the intensity of chemical fertilizer use; however, the land area and the agricultural output had no significant effect on chemical fertilizer use. Therefore, it is necessary to enhance the guidance and training of fertilizer use, change fertilization habit, encourage farmers to adopt labor-saving equipment and technologies, and guide the investment of capital, so as to avoid the further increase of chemical fertilizer use.

Keywords: agricultural operation scale; intensity of chemical fertilizer use; input and output; system-GMM

一、问题的提出

伴随着粮食产量的不断增长, 中国农业生产中化学品的使用也不断增加。近 30 年, 我国粮食产

量增长约 60%, 而化肥施用量却增长了两倍, 远远超过粮食产量的增速^①。化肥的大量施用是一把双刃剑, 其在促进粮食产量增加、保障粮食安全的同时, 也带来了较高的健康成本^[1]和巨大的资源浪费与环境威胁^[2,3], 这与可持续粮食生产的农业发展目标背道而驰。

农业规模化发展是我国近年来农业发展的重要战略^[4]。2014 年 11 月, 国务院颁布了《关于引导农村土地经营权有序流转发展农业适度规模经

收稿日期: 2020 - 04 - 29

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(71873125);
国家自然科学基金国际合作项目(41961124004)

作者简介: 马永喜(1977—), 男, 河南信阳人, 教授, 博士, 主要从事资源环境管理研究。

营的意见》，鼓励土地依法有序转让，开展适度规模经营。2016年，我国的家庭承包地流转面积占总承包土地面积的35.1%，流转耕地的农户数量达到29.7%^[5]，农业规模化经营已是大势所趋。在将来一段时期内，我国将继续推进农业规模化发展，农业经营规模将不断扩大^[1]。农业经营的规模化会对化肥施用产生怎样的影响，已经成为当前非常值得关注的理论及现实问题。

现有关于农业经营规模对化肥施用影响的研究不多，对于规模化经营将会增加还是减少化肥的使用，学术界对此问题认识不一。一些学者认为随着农场规模的扩大，农业经营方式和技术变革具有规模效应，专业化经营的规模化农场在相同面积的土地上将使用更少的肥料^[6,7]。Wu等^[7]研究证实施肥量与土地面积之间具有反向关系。而另有一些学者认为，农民在农业生产中为保障作物的产量会以化肥投入来替代逐步流失的农业劳动力，从而会增加化肥的施用^[8-10]。此外，还有少数学者认为农业化学品使用与农场经营规模之间没有显著的正向或反向关系，化肥使用量与劳动密集度、种植结构及经济回报和农户技术信息获得等因素有关^[11,12]，而与农场经营规模无关。

已有文献大多以农场土地面积来衡量农业经营规模，研究农业经营规模和化肥施用之间的关系。但越来越多的学者认为，这种采用单一农业经营规模衡量指标的研究方法，会导致其他多种规模性影响因素不能与土地面积因素有效分离，使得对农业经营规模与化肥施用之间关系的认识出现诸多争议^[13]。在研究方法上，大多数研究采用固定效应模型计量分析方法^[14,15]，没有考虑和刻画农户化肥施用中的惯性行为等问题^[16]。基于此，本研究将从农业投入和产出相结合的角度，以土地面积、劳动投入、资本投入和农业产出等多规模性变量来综合地衡量农业经营规模化发展，并利用浙江省水稻种植户地块层面的投入产出面板数据，采用动态面板模型系统GMM方法，实证检验农业经营规模的发展（投入与产出等规模性变化）对化肥施用强度的影响。

二、理论分析与模型构建

农业经营规模在理论上不仅仅与农业耕地面

积（土地面积）有关，还与资本和劳动投入及产出收益有关^[17-19]。农业经营规模的发展不仅表现为土地规模的扩大，还表现在劳动和资本投入的集约化和农业产出的规模化。而不同类型的投入与产出的规模性变化对化肥施用强度的影响路径及机制不尽相同，本研究拟分析土地面积、劳动投入、资本投入和农业产出这些规模性变量对化肥施用强度的影响。1) 土地规模的技术限制效应。对于土地耕作面积较小的农户来讲，增加使用农用化学品比增加机械设备和技术投资更容易，因而其化学品施用量相对较高^[14]。农户土地面积规模是限制农业生产新技术新知识应用的重要影响因素^[7]。经营较大面积的农户通常更易于采用现代农业技术和管理方法，释放因土地面积约束对新技术使用的限制，从而提高农用化学品（例如化肥）的使用效率，从而降低其使用强度。2) 劳动投入与化肥投入之间的替代效应。劳动力和化肥都是农业生产中的重要投入要素。伴随着劳动力相对成本的逐步提高，多数农民的理性选择是转向回报更高的非农工作，而以化肥等要素的增加来弥补劳动力流失可能带来的产量损失^[20]。3) 资本投入对化肥投入的拉动作用。农业资本化经营已成为现代农业规模化发展的重要动力^[21,22]。规模化经营的农户面临着更大的投资风险压力，而农业生产中化肥产出弹性较大^[23]，规模化农户更注重化肥农药等短期的流动性资产与机械设备等固定资产的同步跟进^[24,25]。因而，为稳定提高产量、保障资本投入收益，农业投资的加大将会对化肥的施用有一定的拉动作用。4) 农业产出的收入效应。化学肥料在保证农业产量和收成质量上有着重要作用。粮食增产能够给农户带来较高的收入^[26,27]，而家庭收入水平较高的农户，更可能尝试环保型的生产行为^[28]，这会导致其减少化肥施用强度。但是，农业产出的增加所带来的收入的增长，也可能正向激励农户增加包括化肥在内的生产要素的投入，以期获得更多的产出^[16]，因而农业产出的增加对化肥施用强度的影响将具有一定的不确定性。综上所述，农业经营规模化发展引起土地面积、劳动投入、资本投入和农业产出的变化，这些变化将通过不同的渠道对化肥施用强度产生各自不同的作用。本研究将实证检验农业经营规模化发展究竟会对化肥施用强度带来怎样的影响，尤

其是土地面积、劳动投入、资本投入和农业产出这些农业经营投入和产出规模变化会对化肥施用强度带来怎样的影响。

1. 模型设定与估计方法

为分析农业生产土地面积变化对化肥施用的影响, Wu 等^[7]构建了如下的土地面积对化肥施用强度影响模型:

$$Fertilizer_{it} = \alpha_0 + \beta_1 Farmsize_{it} + \gamma_k X_{kit} + \sigma_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中, $Fertilizer_{it}$ 为化肥施用强度; i 表示所调查地块; t 代表调查年份; $Farmsize_{it}$ 为农场土地面积规模。 X_k 是影响农用化学品使用强度的各种控制变量。 β_1 和 γ_k 均为解释变量和控制变量的估算系数; α_0 为常数项; σ_i 是不随时间变化的个体固定效应; λ_t 为时间固定效应; ε_{it} 是误差项。该模型是一个固定效应模型, 用来分析土地面积规模与化肥施用强度之间的关系。

根据本研究分析, 农业生产中化肥施用强度不仅与土地面积有关, 还可能受到劳动和资本投入、农业产出等方面的影响。本研究将综合考虑农业投入和产出这些农业经营规模性指标, 来实证检验土地面积规模、劳动投入规模、资本投入规模和产出规模对化肥施用强度的影响。在 Wu 等^[7]的化肥施用强度影响模型基础上, 本研究将农业生产中的投入规模变量和产出规模变量作为地块特征共同纳入化肥施用强度影响模型, 建立如下农业经营规模与化肥施用强度关系模型, 来检验农业经营中投入和产出规模对化肥施用强度的影响。

$$Fertilizer_{it} = \alpha_0 + \theta Fertilizer_{i(t-1)} + \beta_1 Farmsize_{it} + \beta_2 Labor_{it} + \beta_3 Capital_{it} + \beta_4 Output_{i(t-1)} + \sum \gamma_k X_{kit} + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

式中, $Fertilizer_{i(t-1)}$ 为 $Fertilizer_{it}$ 一阶滞后项。新增变量 $Labor_{it}$ 为劳动投入规模; $Capital_{it}$ 为资本投入规模; $Output_{i(t-1)}$ 为前期产出规模。 β_i 和 γ_k 为各解释变量和控制变量的估算系数; λ_t 为时间固定效应; α_0 为常数项; ε_{it} 为误差项。

在这个模型中, $Fertilizer_{it}$ 一阶滞后项将存量因素对化肥施用强度可能存在的滞后效应纳入模型。农业产出 $Output_{i(t-1)}$ 以前期产出表示, 一方面是因为基于前述理论分析, 农户前期产出的收入效应可能会对当期的化肥施用产生影响; 另一方面这也避免了产出与投入(土地、劳动和资本)之间可能存在

的多重共线性。

考虑到农户个体当前生产行为往往受到过去行为的影响, 农户化肥的施用行为可能有一定惯性, 同时前期产出可能会对下期的化肥施用产生一定的影响^[16], 因而在解释变量中加入化肥施用强度和农业产出的滞后期, 建立动态面板模型, 来刻画这种惯性行为和动态影响。在动态面板模型中, 大多采用广义矩估计方法(GMM)。该方法能够解决动态面板中滞后因变量的内生性问题, 去除滞后项和不可观察的面板固定效应相关性的偏差, 从而能够有效地控制其他因素的影响, 得到一致性的估计。相较于差分广义矩估计, 系统广义矩估计还可以提高估计的效率, 具有更好的无偏性^[29], 因而本研究将采用系统 GMM 方法对上述模型进行估计。

2. 变量选取与衡量

(1) 被解释变量。化肥施用强度作为被解释变量, 以亩均化肥折纯施用量表示。化肥折纯量指氮肥、磷肥和钾肥分别按含氮、五氧化二磷和氧化钾的成分含量进行折算, 复合肥按其所含主要成分折算。

(2) 核心解释变量。农业经营规模各指标变量是本研究的核心解释变量。选取土地面积规模、资产投入规模、劳动投入规模和农业产出规模这四个农业经营规模性指标作为主要解释变量。土地面积规模为所调查的地块面积, 以对数形式表示。劳动投入规模为该地块的全部劳动投入天数, 包含家庭用工天数和雇工天数。资本投入规模为该地块上的全部资本性投入, 包含各种物质性直接投入、技术服务及其他直接费用。农业产出规模为该地块上粮食主产品产量。

(3) 控制变量。本研究控制变量包括要素价格或成本(化肥价格、劳动力价格和土地成本)、农业补贴及农户户主特征变量(年龄和受教育程度)。化肥价格以当年化肥总花费除以化肥折纯用量计算得到; 劳动力价格为农户的家庭劳动日工价, 即一个标准劳动日的机会成本; 土地成本为当地流转地租金和自营地折租之和; 农业补贴指每亩耕地平均得到的农业补贴金额。所有价格和费用变量都以 2004 年为基期根据当年 CPI 去除通胀后的实际价格和费用核算。农户户主年龄为调查当年农户户主的年龄。农户户主教育程度包含无教育、小

学、初中、高中、大专及以上共五个级别,分别以0、1、2、3、4表示。

三、数据来源及计量结果分析

1. 样本及数据说明

本研究使用的数据来自浙江省发展和改革委员会所做的农产品生产成本与收益调查。该调查主要内容包括地块层面上主要农产品生产投入(包括化肥投入、劳动投入、机械设备、固定资产等)和产出情况,还包括种植户的社会经济信息(年龄和教育程度等)。由于浙江省水土资源条件较好,水稻在浙江省主要粮食生产中占主导地位,因此本研究选取水稻生产作为研究对象。该调查中样本选择是根据各行政区域的水稻种植户比例确定,具有一定的代表性。基于上述调查数据,构建一个水稻生产投入产出数据集。该数据集包含对调查农户的某一地块投入产出情况进行详细的跟踪调研记录,从2004年持续到2016年,包含5880个样本值,每个地块平均持续调查5年(至少连续调查两年),每个农户调查一个地块,共计调查945个地块。调查地块数量逐年增加,从2004年245户(其中早籼稻71户、晚籼稻63户、粳稻111户)增加到2016年480户

(其中早籼稻173户、晚籼稻132户、粳稻175户),主要变量的描述性统计结果如表1所示。

表1 变量描述性统计

变量名称	变量单位	均值	标准差
化肥投入量	千克/亩	20.860	5.491
土地面积规模	亩	34.830	148.482
劳动投入规模	天/亩	5.094	2.024
资本投入规模	百元/亩	5.437	1.245
农业产出规模	千克/亩	456.281	76.651
化肥价格	元/千克	4.308	0.782
劳动力价格	元/天	40.489	14.547
土地成本	百元/亩	1.412	0.803
农业补贴	百元/亩	0.894	0.907
年龄	岁	55.465	8.948
教育程度		1.826	0.747

2. 实证分析结果

本研究主要采用系统广义矩估计(GMM)方法对(2)式进行参数估计,模型I为仅考虑核心解释变量的两阶段系统GMM估计模型。模型II、模型III和模型IV为分次加入不同控制变量后的两阶段系统GMM估计模型。作为对比,还采用固定效应方法对(2)式进行估计,模型V为固定效应估计模型。本研究所用统计软件为Stata15。各模型估计结果如表2所示。

表2 水稻农业经营规模对化肥施用强度影响估计结果

变量	模型 I	模型 II	模型 III	模型 IV	模型 V
	系统 GMM	系统 GMM	系统 GMM	系统 GMM	固定效应 FE
L.化肥施用强度	0.321*(0.183)	0.069*(0.169)	0.075*(0.170)	0.273**(0.129)	
ln(土地面积)	-0.059(0.089)	-0.089(0.094)	-0.078(0.099)	-0.149(0.092)	-0.544*** (0.176)
劳动投入	-0.704*** (0.071)	-1.055*** (0.070)	-1.057*** (0.070)	-1.013*** (0.070)	-0.926*** (0.085)
资本投入	2.766*** (0.178)	3.601*** (0.173)	3.593*** (0.173)	3.387*** (0.154)	3.358*** (0.175)
L.农业产出	0.001(0.002)	0.001(0.002)	0.001(0.002)	-0.001(0.002)	-0.001(0.002)
化肥价格		-1.990*** (0.139)	-1.990*** (0.139)	-2.116*** (0.137)	-1.928*** (0.122)
劳动力价格		-0.156*** (0.017)	-0.155*** (0.017)	-0.147*** (0.016)	-0.029(0.026)
土地成本		1.325*** (0.200)	1.313*** (0.201)	1.104*** (0.198)	0.806*** (0.270)
农业补贴			-0.075(0.134)	-0.034(0.132)	-0.002(0.179)
年龄				-0.009(0.011)	-0.034(0.062)
教育程度				-0.014(0.127)	-0.134(0.243)
2006.year	7.322*** (0.758)	3.360*** (0.616)	18.635*** (1.041)	3.271*** (0.624)	-1.005*** (0.362)
2007.year	6.874*** (0.764)	2.596*** (0.590)	17.872*** (1.058)	2.517*** (0.593)	-1.514*** (0.379)
2008.year	4.312*** (0.766)	2.340*** (0.536)	17.622*** (1.174)	2.295*** (0.536)	-2.037*** (0.457)
2009.year	4.600*** (0.742)	1.478*** (0.521)	16.766*** (1.105)	1.442*** (0.523)	-3.282*** (0.532)
2010.year	4.945*** (0.742)	1.202** (0.520)	16.492*** (1.084)	1.184** (0.520)	-3.518*** (0.559)
2011.year	3.854*** (0.753)	1.013** (0.464)	16.303*** (1.126)	1.008** (0.466)	-3.953*** (0.653)
2012.year	1.756** (0.826)	0.240(0.336)	15.537*** (1.266)	0.228(0.341)	-5.920*** (0.874)

表 2 (续)

变量	模型 I	模型 II	模型 III	模型 IV	模型 V
	系统 GMM	系统 GMM	系统 GMM	系统 GMM	固定效应 FE
2013.year	2.035** (0.849)	0.165 (0.303)	15.465*** (1.280)	0.156 (0.306)	-6.338*** (0.990)
2014.year	2.127** (0.853)	-0.106 (0.280)	15.196*** (1.275)	-0.107 (0.283)	-6.853*** (1.096)
2015.year	2.384*** (0.890)	0.346 (0.283)	15.640*** (1.321)	0.345 (0.284)	-6.598*** (1.207)
2016.year	2.318*** (0.888)	0.000 (0.000)	15.292*** (1.292)	0.000 (0.000)	-7.242*** (1.269)
常数项	0.000 (0.000)	16.548*** (2.345)	0.000 (0.000)	15.022*** (2.027)	23.277*** (3.347)
样本数	4,811	4,811	4,811	4,811	4,811
地块数	945	945	945	945	945
AR(1)检验 p 值	0.000	0.012	0.012	0.000	
AR(2)检验 p 值	0.556	0.577	0.596	0.659	
Hansen 检验 p 值	0.223	0.392	0.388	0.107	
R^2					0.257

注：*、**、***分别表示在 10%、5%和 1%的统计水平上显著，括号内为稳健标准误；AR(2)的零假设为差分后的残差项不存在二阶序列自相关；Hansen 检验的零假设为过度识别检验是有效的。

表 2 估计结果表明，化肥施用强度滞后项（滞后一期）估计系数显著为正，说明前一期化肥施用强度对其后期的化肥施用强度有显著正向作用，即农户有一定的化肥施用习惯，其化肥施用行为具有一定的行为惯性。表 2 相关检验结果显示，模型 I—模型 IV 的二阶序列相关检验结果均支持回归方程不存在二阶序列相关的假设，这表明估计值是无偏和一致的；并且 Hansen 过度识别的检验结果也显示不能拒绝工具变量有效性的零假设，表明模型中的工具变量具备有效性，因此可认为动态面板模型设定是合理的，GMM 结果是可靠的。

本研究重点考察土地面积、劳动投入、资产投入和农业产出这四个农业经营规模性变量对化肥施用强度的影响。本研究固定效应模型（模型 V）估计结果显示，土地面积对化肥施用强度有显著的负向影响，这验证了先前大多数学者关于农民土地面积规模对化肥施用影响的研究结果^[1,7,14,16,30]。而系统 GMM 估计的结果显示土地面积对化肥施用强度的影响不显著。这说明在考虑化肥施用强度的滞后效应后，没有充分的证据表明土地面积的扩张会对化肥施用强度产生显著的影响。

从劳动投入角度来看，劳动投入对化肥施用强度具有负向影响，并在 1%的水平上显著。即随着劳动投入规模的增加，农户的化肥施用量将会减少，验证了劳动力要素投入对于化肥要素投入的替代效应。这意味着在目前劳动力转移的现实背景下，农业劳动力投入的相对减少，将激励农户进行

要素投入配置的调整，以自身利益最大化为导向的农户可能通过替代性要素（化肥、农药等）的投入增加，来应对劳动力资源的不足，以维持农业生产的产出水平。

从资本投入角度来看，资本投入规模对化肥施用强度的影响显著为正。即随着农场单位面积上的资本投入的增加，农户化肥施用强度将会增加，验证了前述分析。这说明农户农业资本投入对化肥投入具有一定的拉动作用，这也与姚增福^[24]的研究相一致，即相比于小农户，大规模农户在投入较大生产资本的同时，往往具有更高的风险规避偏好，更关注产量下降风险所导致的经济损失^[31,32]，因而也往往更加注重化肥农药等短期生产性流动资金的投入。

从农业产出规模来看，农业产出规模滞后项（滞后一期）的回归系数不显著，即地块前期的粮食产量对当期的化肥施用量没有显著的影响，粮食产量对化肥施用影响效应有待进一步探讨。农业产出及相应收入的增加所引发的农户环保型行为和投资性行为对化肥施用的影响方向不同，因而农业产出对化肥施用强度的影响也难以确定。

表 2 还汇报了控制变量的估计系数。估计系数显示，化肥价格对农户化肥施用强度具有显著的负向影响，符合需求定律，这也与先前学者的研究结果相一致^[33,34]。化肥的施用强度与劳动力价格呈反向变动，可能是由于劳动力市场价格的提升，部分农户可能会选择增加自身劳动力的投入，从而在一定程度上减少化肥的施用强度，同时劳动力价格高

的地方其收入较高,并注重化肥投入带来的不利影响,进而施用量较少。化肥的施用强度与土地成本同向变动,可能在于土地成本高的地方农户更加重视作物的产出和收入,为避免产出风险而增加化肥投入。农业补贴、农户主年龄和教育程度对化肥施用强度的影响均不显著。根据侯玲玲等人^[34]的研究,其原因可能是补贴前化肥施用量已高于最优施用量,理性的农户获得农业补贴后将会减少化肥施用,但补贴对化肥施用没有显著的影响。江激宇等^[39]研究指出农户年龄及生产年限(经验)对农户施肥行为没有显著影响。而何浩然和郑鑫等^[35,36]研究也显示无法确定农户教育水平的提高是否会减少化肥农药施用量。年份固定效应估计结果显示,各年份的估计系数均为负值,说明农户化肥施用存在一定的技术进步。动态面板模型所估计的年份效应系数逐步变小也进一步佐证了农户化肥施用存在一定的技术进步,使得施肥量逐年减少。

3. 稳健性检验

本研究分别采用改变估计方法、分样本估计和替换变量三种方法来分别考察回归结果的可靠性。

考虑到回归结果可能会因估计方法的不同而出现差异,本研究进行了固定效应估计,表2模型V提供了固定效应模型的估计结果。固定效应模型与系统GMM模型的回归结果中,各核心解释变量的影响方向基本一致。将总样本分为早籼稻、晚籼稻和粳稻三个子样本,并分别进行计量回归(系统GMM模型)分析。用分样本估计进行稳健性检验在实证研究中被广泛使用^[37-39]。分样本估计结果如表3(模型VI-模型VIII)所示。为考察不同化肥施用强度代理变量对模型估计的影响,本研究使用替换变量(被解释变量)的方法进一步检验模型的可靠性。该方法也是模型稳健性检验常用方法之一^[16,40,41]。研究选取亩均化肥使用费用作为被解释变量化肥施用强度的替代指标进行模型估计。

表3模型IX提供了替换被解释变量后对样本总体的系统GMM回归结果。表3估计结果显示,进行分样本回归和替换被解释变量之后,各核心解释变量估计系数符号与显著性基本未发生变化。据以上稳健性分析,模型回归结果在整体上是稳健的。

表3 农业经营规模对化肥施用强度影响稳健性检验

变量	模型 VI	模型 VII	模型 VIII	模型 IX
	粳稻	早籼稻	晚籼稻	总体
L.化肥施用强度	0.115*** (0.037)	0.204*** (0.037)	0.181*** (0.065)	0.185*** (0.025)
Ln(土地面积)	-1.159* (0.684)	-0.607 (0.438)	0.475 (0.674)	-0.163** (0.081)
劳动投入	-6.111*** (0.585)	-3.756*** (0.434)	-3.127*** (0.626)	-1.033*** (0.070)
资本投入	17.898*** (1.156)	12.967*** (0.988)	13.371*** (1.321)	3.453*** (0.143)
L.农业产出	22.101*** (8.383)	1.149 (9.548)	-14.906 (11.626)	0.130 (1.288)
化肥价格	13.740*** (1.245)	7.049*** (1.486)	6.236*** (1.817)	-1.953*** (0.126)
劳动力价格	-0.594*** (0.147)	-0.530*** (0.104)	-0.777*** (0.155)	-0.146*** (0.017)
土地成本	3.324*** (0.982)	3.194** (1.472)	7.280*** (2.294)	1.011*** (0.185)
农业补贴	-0.299 (1.196)	-0.982 (1.113)	-4.860** (2.345)	-0.020 (0.132)
教育程度	0.349 (1.102)	-1.112 (0.908)	-0.350 (1.092)	-0.044 (0.135)
年龄	-0.071 (0.102)	-0.126 (0.083)	-0.049 (0.105)	-0.018 (0.012)
年份固定效应	已控制	已控制	已控制	已控制
常数项	-40.241*** (12.384)	16.482 (12.416)	11.117 (12.855)	16.372*** (1.474)
样本数	1,828	1,734	1,249	4,811
地块数	329	353	263	945
AR(1)检验 p 值	0.000	0.000	0.000	0.000
AR(2)检验 p 值	0.074	0.171	0.624	0.985
Hansen 检验 p 值	0.087	0.231	0.077	0.178

注: *、**、***分别表示在 10%、5%和 1%的统计水平上显著,括号内为稳健标准误; AR(2)的零假设为差分后的残差项不存在二阶序列自相关; Hansen 检验的零假设为过度识别检验是有效的。

四、结论与启示

本研究基于浙江省 2004—2016 年水稻种植农户地块层面的调查数据,构建农业经营规模与化肥施用强度关系的动态面板模型,采用系统 GMM 方法,实证检验了土地面积、劳动投入、资本投入和农业产出对化肥施用强度的影响。结果表明:农民化肥施用有一定的行为惯性;土地面积、劳动投入、资本投入和农业产出规模对化肥施用强度的影响不尽相同。在分离农户化肥施用惯性的影响后,劳动投入规模的降低,将会使得化肥施用强度替代性地增加;资本投入规模的扩张将拉动化肥施用量的增加;而地块土地面积规模和农业产出规模的变化对化肥施用强度没有显著的影响。

根据研究结论,可得到以下几点启示:第一,要继续加强对规模化经营农户的施肥知识和施肥技术的培训,改变农民施肥习惯,提高肥料利用效率,减少化肥施用。第二,基于土地面积扩大的农业经营规模的增长并未直接带来化肥施用的减少,因而不能简单地依靠土地兼并或土地耕种面积扩大来减少化学品的投入,当前要继续强化对土地规模化经营中化学品使用的管理和指导,避免化肥投入的进一步增加。第三,在当前劳动力继续转移和农业资本投入不断增加的背景下,要推广采用现代农业技术和施肥管理方法,鼓励规模化经营农户采用劳动节约型生产设备和生产技术,合理引导资本投向,降低因劳动投入减少和资本投入增加而对化肥施用增长带来的压力。

注释:

① 国家统计局农村社会经济调查司(编):《中国农村统计年鉴》(2007-2017年),北京:中国统计出版社。

参考文献:

- [1] Ju X ,Gu B ,Wu Y ,et al .Reducing China's fertilizer use by increasing farm size[J] . Global Environmental Change , 2016(41) : 26-32 .
- [2] Vitousek P M , Naylor R , Crews T , et al . Nutrient imbalances in agricultural development[J] . Science , 2009 , 324(5934) : 1519-1520 .
- [3] West P C , Gerber J S , Engstrom P M , et al . Leverage points for improving global food security and the environment[J] . Science , 2014 , 345(6194) : 325-328 .
- [4] 李玉红 . 农业规模化经营的外部性分析——一个生态环境角度的考察[J] . 重庆理工大学学报(社会科学) , 2016 , 30(7) : 37-43 .
- [5] 张红宇 . 从“两权分离”到“三权分置”——中国农地制度的绩效分析[J] . 农村经营管理 , 2017(8) : 6-7 .
- [6] Chen X ,Cui Z ,Fan M .Producing more grain with lower environmental costs[J] . Nature , 2014 , 514(7523) : 486-489 .
- [7] Wu Y ,Xi X ,Tang X ,et al .Policy distortions ,farm size , and the overuse of agricultural chemicals in China[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America , 2018 , 115(27) : 7010-7015 .
- [8] Lambert K . Risk Considerations in the Reduction of Nitrogen Fertilizer Use in Agricultural Production[J]. Western Journal of Agricultural Economics , 1990 , 15(2) : 234-244 .
- [9] Rodriguez D . Simulation of whole farm management decisions[J] . Farm Management Decisions , 2009(4) : 284 .
- [10] 胡浩 ,杨泳冰 .要素替代视角下农户化肥施用研究——基于全国农村固定观察点农户数据[J] . 农业技术经济 , 2015(3) : 84-91 .
- [11] Wossink G A A ,Wenum J H V .Biodiversity conservation by farmers ,analysis of actual and contingent participation[J]. European Review of Agricultural Economics , 2001 , 30(4) : 461-485 .
- [12] 金书秦 ,沈哲 ,杨欣泽 .不同经营主体棉农经济与环境绩效调查——基于 4 省农户的数据[J] . 调研世界 , 2013(5) : 30-33 .
- [13] Lund P , Price R . The Measurement of Average Farm Size[J] . Journal of Agricultural Economics , 1998 , 49(1) : 100-110 .
- [14] Foster Andrew D , Rosenzweig Mark Richard . Are there too many farms in the world?[DB/OL] . https : //ssrn . com/abstract=3037569 . 2017-09-15 .
- [15] 李宾 ,王婷婷 ,马九杰 . 农业规模经营对农户化肥投入水平的影响——基于河南省 H 县的农户调查[J] . 农林经济管理学报 , 2017 , 16(4) : 430-440 .
- [16] 高晶晶 ,彭超 ,史清华 . 中国化肥高用量与小农户的施肥行为研究——基于 1995 ~ 2016 年全国农村固定观察点数据的发现[J] . 管理世界 , 2019 , 35(10) : 120-132 .
- [17] Hadrach J C ,Olson F .Joint measurement of farm size and farm performance : a confirmatory factor analysis[J]. Agricultural Finance Review , 2011 , 71(3) : 295-309 .
- [18] Olson K ,Vu L .Economic efficiency in farm households : trends , explanatory factors , and estimation methods[J]. Agricultural Economics Amsterdam , 2009 , 40(5) : 587-599 .

- [19] 何秀荣. 关于我国农业经营规模的思考[J]. 农业经济问题, 2016, 37(9): 4-15.
- [20] 陆文聪, 刘聪. 化肥污染对粮食作物生产的环境惩罚效应[J]. 中国环境科学, 2017, 37(5): 1988-1994.
- [21] 李谷成, 范丽霞, 冯中朝. 资本积累、制度变迁与农业增长——对 1978~2011 年中国农业增长与资本存量的实证估计[J]. 管理世界, 2014(5): 67-79, 92.
- [22] 胡雯, 张锦华, 陈昭玖. 小农户与大生产: 农地规模与农业资本化——以农机作业服务为例[J]. 农业技术经济, 2019(6): 82-96.
- [23] 孔祥智, 张琛, 张效榕. 要素禀赋变化与农业资本有机构成提高——对 1978 年以来中国农业发展路径的解释[J]. 管理世界, 2018, 34(10): 147-160.
- [24] 姚增福. 黑龙江省种粮大户经营行为研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2011.
- [25] 侯俊东, 吕军, 尹伟峰. 农户经营行为对农村生态环境影响研究[J]. 中国人口资源与环境, 2012, 22(3): 26-31.
- [26] 肖卫, 肖琳子. 二元经济中的农业技术进步、粮食增产与农民增收——来自 2001~2010 年中国省级面板数据的经验证据[J]. 中国农村经济, 2013(6): 4-13, 47.
- [27] 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.
- [28] Zepeda L, Douthitt R, You S Y. Consumer risk perceptions toward agricultural biotechnology, self-protection, and food demand: The case of milk in the United States [J]. Risk analysis, 2003, 23(5): 973-984.
- [29] 向涛, 纂勇. 粮食安全与农业面源污染——以农地禀赋对化肥投入强度的影响为例[J]. 财经研究, 2015, 41(7): 132-144.
- [30] Zhang F, Chen X, Vitousek P. Chinese agriculture: An experiment for the world[J]. Nature, 2013, 497(7447): 33-35.
- [31] Paudel K P, Lohr L, Martin N R. Effect of risk perspective on fertilizer choice by sharecroppers[J]. 2000, 66(2): 115-128.
- [32] 仇焕广, 栾昊, 李瑾, 等. 风险规避对农户化肥过量施用行为的影响[J]. 中国农村经济, 2014(3): 85-96.
- [33] 马骥. 农户粮食作物化肥施用量及其影响因素分析——以华北平原为例[J]. 农业技术经济, 2006(6): 36-42.
- [34] 侯玲玲, 孙倩, 穆月英. 农业补贴政策对农业面源污染的影响分析——从化肥需求的视角[J]. 中国农业大学学报, 2012, 17(4): 173-178.
- [35] 何浩然, 张林秀, 李强. 农民施肥行为及农业面源污染研究[J]. 农业技术经济, 2006(6): 2-10.
- [36] 郑鑫. 丹江口库区农户氮肥施用强度的影响因素分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(5): 75-79.
- [37] 秦雪征, 庄晨, 杨汝岱. 计划生育对子女教育水平的影响——来自中国的微观证据[J]. 经济学(季刊), 2018, 17(3): 897-922.
- [38] 陈中飞, 王曦, 王伟. 利率市场化、汇率自由化和资本账户开放的顺序[J]. 世界经济, 2017, 40(6): 23-47.
- [39] 徐丽鹤, 袁燕. 收入阶层、社会资本与农户私人借贷利率[J]. 金融研究, 2013(9): 150-164.
- [40] 唐云锋, 马春华. 财政压力、土地财政与“房价棘轮效应”[J]. 财贸经济, 2017, 38(11): 39-54+161.
- [41] 江激宇, 柯木飞, 张士云, 等. 农户蔬菜质量安全控制意愿的影响因素分析——基于河北省藁城市 151 份农户的调查[J]. 农业技术经济, 2012(5): 35-42.

责任编辑: 李东辉