

商品化率对化肥用量的影响拐点 及其减量政策含义

赵宁¹,张露^{1*},童庆蒙²

(1.华中农业大学经济管理学院/湖北农村发展研究中心,湖北武汉430070;
2.华中师范大学经济与工商管理学院,湖北武汉430079)



摘要 基于资本要素禀赋理论,构建农产品商品化率影响农户化肥施用量的理论模型,以阐明商品化率对化肥用量的影响机理,并结合湖北省江汉平原水稻种植户的调查数据进行实证检验。研究发现:(1)农产品商品化率对农户化肥施用量的影响具有拐点效应,二者呈现“倒U”型变动特征,转折的临界点为69.15%;(2)稻谷商品化率低于69.15%时,土地细碎化和劳动力非农转移对化肥用量具有显著的正向影响,表明土地均分制造成的土地细碎问题和家庭经营重心转向非农活动是引发低商品化率农户短期行为的诱因所在;(3)稻谷商品化率高于69.15%时,服务外包和土地经营规模对化肥用量具有显著负向影响,表明参与农业分工和开展农地规模经营能够激发高商品化率农户的长期行为。基于稻谷商品化率拐点前后的减量影响差异,认为低商品化率农户是化肥减量需要重点关注的群体,引导其减量的策略在于通过高标准农田建设解决土地细碎化问题,同时为机械化等节约人工的作业破除障碍;高商品化率农户的减量策略则在于鼓励有经营能力的农户扩大经营规模,支持有交易能力的农户参与农业分工。

关键词 商品化率;化肥用量;劳动力转移;服务外包;农地经营规模

中图分类号:F323 **文献标识码**:A **文章编号**:1008-3456(2023)02-0102-10

DOI编码:10.13300/j.cnki.hnwkxb.2023.02.010

改革开放40余年,我国农业发展成绩斐然,特别是粮食生产实现“十七连丰”,为维护粮食安全做出了重要贡献。与此同时,传统粗放型的农业发展模式所引发的环境污染问题日益严峻,其中,化肥等化学品不合理使用造成的环境污染,已经成为阻碍我国农业转型升级、实现绿色发展的重要原因^[1-2]。化肥过量化施用不仅会导致土壤营养失衡、水体富营养化^[3-4]以及温室气体排放量增加等环境问题^[5-6],还对农产品的产量和品质安全造成严重威胁^[7-8]。为此,2015年原农业部颁布《到2020年化肥使用量零增长行动方案》,首次提出化肥减量增效;2016年和2017年中央一号文件连续两次提出实施化肥零增长行动,到2018年的投入品减量化,推进有机肥替代化肥,再到2019年中央一号文件再次强调深入推进农业化肥减量化行动,促进农业可持续发展^①,化肥减量的倡议得到国家层面的持续关注。尽管化肥投入总量开始下降,但根据《中国生态环境状况公报(2019)》数据显示,我国水稻、玉米、小麦三大粮食作物化肥利用率仅为39.2%,远低于发达国家水平^②,这意味着中国在化肥减量方面仍需努力。

收稿日期:2022-02-03

基金项目:国家自然科学基金面上项目“时空规律、形成机理与减量策略:长江经济带水稻种植化肥施用的空间经济学研究”(42071157);中央高校基本科研业务费专项资金资助项目“粮食作物种植化肥施用的减量策略:基于农地与服务规模经营的考察”(2662020JGPY11)。

*为通讯作者。

- ① 数据来源于中华人民共和国中央人民政府网《中共中央国务院关于坚持农业农村优先发展做好“三农”工作的若干意见》, http://www.gov.cn/zhengce/2019-02/19/content_5366917.htm。
② 数据来源于中国环境监测总站《2019中国生态环境状况公报》, <http://www.cnemc.cn/jcgb/zghjzkgb/>。

既有关于化肥施用量影响因素的研究主要基于三个角度。其一是从生产者角度出发,研究发现年龄、受教育程度^[9]、身份特征^[10]、风险规避态度^[11]、兼业程度^[12]等农户个体特征均能显著影响农户化学品的投入;其二从消费者角度出发,研究认为通过传播产品健康信息等方式能够有效引导消费者提升对绿色农产品的购买偏好^[13],继而倒逼农业生产向化肥减量方向转型^[14];其三从农业经营组织角度出发,研究指出加入合作社的农户减少施用化肥的可能性更高^[15],土地契约的稳定性有利于降低转入土地农户的施肥强度^[16],转入土地细碎化特征则会抵消经营规模扩张的化肥减量效应,甚至加剧农户的化肥增施行为^[17]等。

已有文献为进一步研究中国农民化肥施用情况奠定了良好的基础,对本文研究有重要的启发与借鉴意义。但截至目前,仅有少量研究探讨了农产品商品化率对农户化肥投入量的影响,且这些研究都没有将商品化率作为主要解释变量而仅仅是将其作为控制变量加入模型中。其中多数研究认为随着粮食商品化率的提高,农户单位面积的化肥投入量会相应增加^[18-19];但也有研究发现,随着商品化率的提升,农户化肥施用量反而呈现逐渐减少的现象^[20]。因此,对商品化率与化肥用量的关系,已有研究未能形成一致性结论。可能的原因在于,既有研究相对忽视了商品化率背后隐含的农业生产经营目标与要素禀赋条件差异。商品化率低的农户,其家庭需求的满足主要依赖非农收入,相应地在农业生产中投入的劳动力要素数量有限,加之土地均分制引起的细碎化问题^[21],因此更容易产生短期行为,产生较高的化肥用量^[22];商品化率高的农户,其家庭需求满足主要来源于农业生产,为了追求农业收入的最大化,其中具有生产能力的农户可能扩张农地经营规模以增产增收^[23-24],而具有交易能力的农户可能参与农业分工以弥补资本要素的不足,并规避资产专用性限制^[25-27]。综上所述,本文认为,商品化率对化肥用量的影响存在拐点,且拐点前后的施肥行为逻辑存在显著差异,因而本文从商品化率角度探究影响农户化肥施用量的关键因素,为优化农户要素配置行为决策、完善相关政策和农业生产持续发展提供参考和借鉴。

为深入发掘商品化率如何影响化肥用量,揭示影响的拐点及其减量政策含义,本文先构建农产品商品化率对农户化肥施用量影响的理论模型;然后结合针对江汉平原地区稻农的问卷调查数据进行实证检验;最后基于理论机理与实证检验提出针对不同商品化率农户的化肥减量激励策略。

一、商品化率影响农户化肥用量的理论逻辑

农户的化肥要素投入同其农业经营目标与资源禀赋条件密切相关。农户通常寻求与其经营目标相匹配的要素禀赋资源,并由此进一步引发其化肥投入行为的异质性^[28-30]。而农产品商品化率是表达农户经营目标的重要指标:(1)商品化率极低或近乎0,表明这类农户的土地要素禀赋和农业经营能力有限,倾向于在有限的土地上开展精耕细作,以最大限度地满足家庭成员的消费需求,实现自给自足^[30];(2)商品化率提高至中等水平,表明这类农户的家庭收入部分依靠农业活动,倾向于追求有限劳动力和土地要素禀赋条件下的产量最大化^[19-26];(3)商品化率极高或接近1,表明这类农户具有农业经营比较优势,倾向于通过土地要素市场转入土地或通过服务市场购买社会化服务,以实现经营规模与经营能力的匹配^[31]。据此,本文从商品化率视角出发,将农户划分为自给自足型、半商品化半自给自足型、完全商品化型三类,探究其农业经营目标分化对化肥要素投入行为的影响。

自给自足型农户受其资本要素禀赋局限和维系家庭成员健康需求的影响,具有化肥减量的自发性。第一,资本约束方面,化肥作为外部要素投入会增加生产成本,自给自足型农户家庭资本条件有限,倾向于发挥家庭劳动力充沛的优势,通过精耕细作提升土地生产率,偏好用农家肥替代化肥以降低生产成本、规避产量风险;第二,健康约束方面,自给自足型农户主要的生产目的是满足家庭成员的消费需求,以食品安全自我保护意识为特征的生存理性促使其为避免化学品施用的致癌、致畸风险而自发减少化肥用量,偏向采用无毒无害的农家肥替代化肥以保证食品安全、规避健康风险^[32-36]。

半商品化半自给自足型农户受产量最大化目标和劳动、土地要素禀赋局限影响,具有高化肥用量偏好。第一,劳动力要素方面,半商品化半自给自足型农户往往开展家庭内部的代际分工,造成农

业剩余劳动力老龄化、妇女化特征^[26]。这类弱质化劳动力的生产行为通常表现出高度的经验行为惯性^[27-29],既不易接受生态农业的发展理念,也不易掌握环境友好的农业生产技术,还难以负荷精耕细作的劳动强度^[30]。因此,这类农户倾向于采用粗放式的化肥施用方式(如不遵从说明书规定的施用计量和次数)^[19],同时偏好过量施肥以降低产量风险。第二,土地要素方面,半商品化半自给自足型农户家庭收入部分由务工补充,因而缺乏扩大经营面积的行为动机,其农地经营呈现小规模、细碎化特征。而地块规模狭小、分散一方面显著增加机械在不同地块之间转移的生产作业成本,不利于施肥机等标准化、规范化施肥工具的采纳^[22];另一方面也使其达不到农业外包服务的门槛要求,从而无法通过迂回投资的方式参与服务分工,继而分享分工在化学品减量方面的规模经济性^[17];完全商品化型农户所追求的利润最大化,既受到产量影响,还受到价格影响。产量方面,具有生产能力优势的完全商品化农户会扩大经营规模,以寻求能力与规模的匹配,实现土地规模经济性;而具有交易能力优势的完全商品化农户会以迂回投资的方式,雇佣农业生产性服务^[31]。二者均可以克服土地细碎化、劳动力老龄化的生产要素禀赋约束,通过施肥机等精准化工具的采用实现减量^[37-38]。价格方面,化肥减量的农产品因为具有绿色农产品的重要属性,因而能够获得产品溢价,同时大批量要素采购也能够增强种植主体在生产要素市场的谈判能力,从而降低环境友好肥料的采购成本,增强其采纳意愿。

从自给自足型农户的低化肥用量,到半商品化半自给自足型农户的高化肥用量,再到完全商品化型农户的低化肥用量,表明伴随商品化率的提升,农户的化肥用量呈现先增加后减少的趋势,即倒U型变动特征。商品化率对化肥施用量影响机制如图1所示。

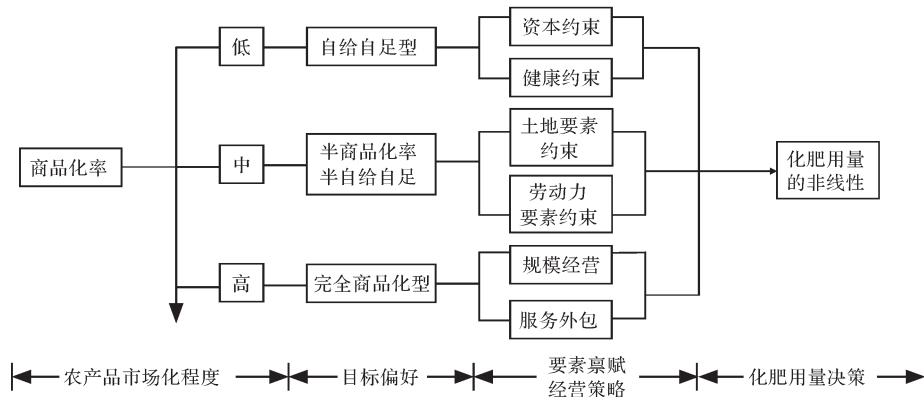


图1 商品化率对化肥施用量影响机制

二、数据与方法

本文使用的数据源于课题组于2019年7—8月在湖北省江汉平原水稻主产区10个县(市、区)农户的抽样调查。湖北省是中国重要的水稻产区,国家统计局数据显示,2018年湖北省水稻总产量为1965.6万吨,占全国水稻总产量的9.27%^①。采用随机抽样的方法,对每个样本县(市、区)随机抽取2个乡镇(街道),再从样本乡镇(街道)随机抽取2个村,最后从每个村随机抽选至少25位农户进行问卷调查。调查内容包括农业经营决策者个人及家庭特征、农作物种植情况、生产要素投入情况、生产成本及收益、当地要素市场特征、农产品销售状况等。选取的调研对象均在前一年(即2018年)从事过农业生产,即数据反映的是农户2018年的农业生产情况。本次调查共计发放1060份问卷,经过剔除遗漏、空白与关键信息缺失的问卷后,最终用于实证研究的有效样本数量为900个。

为考察商品化率对化肥投入的影响,本文构建实证模型如下:

$$\ln F_i = \tau_0 + \gamma COM_i + \chi Control_i + \mu_i \quad (1)$$

其中, i 表示第 i 个农户, F 表示化肥投入量, COM_i 表示稻谷的商品化率, $Control_i$ 表示一组控制

① 数据来源于国家统计局《中国统计年鉴2019》, <https://navi.cnki.net/knavi/yearbooks/YINFN/detail?uniplatform=NZKPT>.

变量。 τ_0 表示常数项, γ, χ 为待估参数, μ_i 为随机扰动项。考虑到稻谷商品化率与化肥投入量之间可能存在非线性关系,因此在方程(1)中加入商品化率的二次项以考察非线性关系的存在性,如(2)式所示:

$$\ln F_i = \tau_0 + \gamma_1 COM_i + \gamma_2 COM_i^2 + \chi Control_i + \mu_i \quad (2)$$

被解释变量为农户水稻实际化肥投入量(斤/亩)。核心解释变量为稻谷商品化率,用全年稻谷出售量与稻谷产量之比表征。控制变量主要包括:(1)农业经营决策者个体特征,即农业经营决策者性别、年龄、受教育状况、兼业情况;(2)家庭特征,即农业劳动力、家庭总收入、土地经营面积、机械化投入,家庭特征中的这些因素会影响被解释变量;(3)外部环境条件,即技术培训、是否加入合作社、稻谷市场价格、市场环境特征;(4)考虑到数据采集地为江汉平原水稻主产区,其地形特征、气候环境条件可能存在差异,为将区域不同可能带来化肥施用量差异考虑进来,故引入地区虚拟变量(以县级为单位设置地区虚拟变量)。

从被解释变量来看,化肥投入量均值达到125.53斤/亩;从解释变量来看,农业经营决策者家庭出售的稻谷量占总收获量之比的均值达77.00%,即当前农民种植水稻的商品化率较高;从控制变量来看,样本中农业经营决策者性别以男性为主,占比高达87.00%,女性农业经营决策者仅占13.00%;农业经营决策者的年龄和受教育程度均值分别为58.78和7.24,表明目前水稻种植户多为受教育水平不高的中老年人;稻谷的市场价格的均值为1.10元/斤,符合市场状况;描述性统计结果显示有30.00%的农业经营决策者家庭加入合作社;20.00%的农业经营决策者家庭表示参加过技术培训,技术培训所占比例仍旧较低;在兼业状况中,没有兼业的农业经营决策者占比69.00%,说明更多的农业经营决策者只在家从事农业生产,从而导致样本农户家庭总收入不高,这与当下中国农业收益率不高的现状相一致;市场环境特征变量的均值为0.09,收购水稻的多为商贩,缺少合作社、公司和粮站等正规收购渠道。各变量的定义与描述性统计详见表1。

表1 相关变量含义、赋值与描述性统计结果

变量	变量定义及赋值	平均值	标准差
化肥投入	水稻生产中化肥实际投入量/(斤/亩)	125.53	56.65
商品化率	农业经营决策者家庭出售的稻谷量占总收获量的比值	0.77	0.29
性别	农业经营决策者性别:男=1;女=0	0.87	0.34
年龄	农业经营决策者实际年龄	58.78	9.78
受教育程度	农业经营决策者实际受教育年限	7.24	3.29
家庭总收入	农业经营决策者家庭总收入/万元	6.55	8.39
农业劳动力	家庭农业劳动力人数	2.02	1.01
土地经营面积	水稻经营总面积/亩	12.78	17.01
技术培训	农业经营决策者是否参加过技术培训:是=1;否=0	0.20	0.40
合作社	农业经营决策者家庭是否加入合作社:是=1;否=0	0.30	0.46
兼业状况	农业经营决策者是否兼业:是=1;否=0	0.31	0.46
机械化投入	机械化投入费用/万元	3.26	1.27
稻谷市场价格	农业经营决策者家庭稻谷的出售单价/(元/斤)	1.10	0.22
市场环境特征	当地是否有专门人员或机构收购粮食:是=1;否=0	0.09	0.29
地区虚拟变量	以县级为单位设置地区虚拟变量	—	—

三、实证结果与分析

1. 农户化肥施用强度影响因素分析

为探究水稻商品化率对稻农化肥施用量的影响,本研究分别对方程(1)和方程(2)进行OLS回归,并采取逐步回归法以提高模型估计结果的可靠性。其中模型I为未控制其他变量下的商品化率对稻农化肥投入量影响的回归结果;模型II是引入了控制变量而未控制区域虚拟变量下的回归结果;模型III是控制了控制变量及引入区域虚拟变量之后的最小二乘法估计结果;模型IV是加入商品化率二次项但没有引入区域虚拟变量的OLS回归结果;而模型V是在模型IV的基础上引入区域虚拟

变量以控制区域固定效应,结果显示,在引入地区虚拟变量控制区域固定效应前后,模型估计结果在影响方向和显著性水平上没有明显差异,如表2所示。

表2 商品化率与化肥投入

N=900

变量	模型 I	模型 II	模型 III	模型 IV	模型 V
商品化率	0.117** (0.049)	0.131*** (0.049)	0.124*** (0.047)	0.772*** (0.186)	0.621*** (0.177)
商品化率的二次项	—	—	—	-0.576*** (0.162)	-0.449*** (0.154)
性别	—	-0.144*** (0.043)	-0.103** (0.040)	-0.143*** (0.042)	-0.103** (0.040)
年龄	—	-0.002 (0.002)	-0.000 (0.002)	-0.003* (0.002)	-0.001 (0.002)
受教育程度	—	-0.001 (0.005)	0.000 (0.004)	-0.002 (0.005)	-0.001 (0.004)
兼业状况	—	-0.077** (0.033)	-0.055* (0.031)	-0.082** (0.033)	-0.059* (0.031)
农业劳动力	—	0.024* (0.014)	0.019 (0.013)	0.026* (0.014)	0.021 (0.013)
家庭总收入(对数)	—	0.007 (0.024)	0.010 (0.022)	0.003 (0.023)	0.007 (0.022)
土地经营面积	—	-0.003** (0.001)	-0.002* (0.001)	-0.002* (0.001)	-0.002 (0.001)
技术培训	—	-0.157*** (0.036)	-0.121*** (0.035)	-0.155*** (0.036)	-0.120*** (0.035)
合作社	—	-0.024 (0.031)	-0.010 (0.031)	-0.017 (0.031)	-0.008 (0.031)
市场环境特征	—	-0.099** (0.048)	-0.036 (0.047)	-0.094** (0.047)	-0.029 (0.047)
稻谷市场价格	—	-0.159** (0.065)	-0.123** (0.063)	-0.166** (0.065)	-0.125** (0.062)
机械化投入	—	0.000* (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)
常数项	4.659*** (0.041)	5.136*** (0.149)	4.826*** (0.154)	5.069*** (0.149)	4.782*** (0.154)
区域虚拟变量		未控制	控制	未控制	控制
R ²	0.006	0.083	0.205	0.096	0.213

注:***、**和*分别表示在1%、5%和10%的水平上显著,括号内为稳健标准误,后表同。

(1)模型估计结果。本文重点考察商品化率对农户化肥投入量的影响,模型III的回归结果显示,商品化率变量的估计系数在1%水平上显著,其边际效应为0.124,表明稻谷商品化率的一次项对于农户化肥投入量具有显著的正向影响。值得注意的是,水稻商品化率的二次项与农户化肥投入之间存在反向关系且在1%显著性水平上通过检验,表明水稻商品化率对农户化肥投入量的影响是非线性的,即随着商品化率的提升,稻农化肥使用量呈现先升后降趋势,这与本文的假说一致。

考虑到OLS属于均值回归,如果被解释变量存在超常值或者分布存在偏斜,会导致模型估计结果有偏。而分位数回归的优势在于不易受超常值、异方差及被解释变量分布偏斜影响,同时还能将解释变量对被解释变量的影响在被解释变量的整体分布上清晰地显示出来。基于此本文利用分位数回归对于不同分布条件下商品化率对化肥使用量的影响效应进行分析,结果如表3所示,商品化率的一次项、二次项对化肥投入影响与前文估计结果一致。图2则进一步呈现了商品化率对农户化肥投入全部分位点上的边际影响变化趋势。结果表明,分位数回归结果与本文主要结论保持一致。

表3 分位数回归结果(化肥亩投入量取对数)

N=900

变量	(1) 0.25分位数	(2) 0.5分位数	(3) 0.75分位数
商品化率	0.735***(0.245)	0.368*(0.191)	0.721***(0.189)
商品化率的二次项	-0.506***(0.176)	-0.346***(0.155)	-0.626***(0.174)
其他控制变量	控制	控制	控制
常数项	4.731***(0.180)	4.904***(0.124)	5.134***(0.163)
R ²	0.039	0.033	0.048

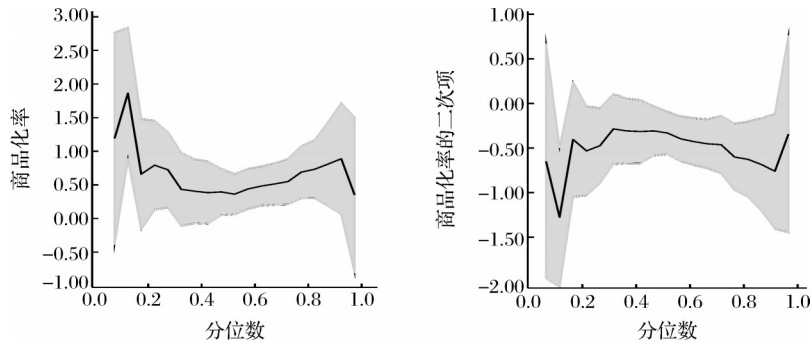


图2 全分位数回归系数及变化趋势

(2)估计结果分析。表2回归结果显示,商品化率的一次项系数显著为正,二次项系数显著为负,表明农业经营者的化肥投入量随稻谷商品化率的提升先增加后减少,呈现倒U型变化趋势。根据表2模型V中商品化率和商品化率的二次项的估计系数计算表明,当稻谷商品化率达到69.15%时,出现拐点,即当商品化率低于69.15%时,随着稻谷商品化率的提升农户倾向增加化肥投入量,但当稻谷商品化率超过拐点69.15%后,随着商品化率的提升农户倾向于减少施用化肥。因此水稻生产过程中,稻谷商品化率对稻农化肥施用量的影响呈现先增后减的非线性关系。

商品化率这一作用可能的解释是在商品化率未达到规模经营门槛时,农户化肥投入受中国土地细碎化背景的影响,使得化肥施用量因土地细碎化严重而趋于走高态势。并且商品化率较低情况下,家庭重心越倾向于非农活动,农户在农业生产中越容易发生短视行为,引起化肥施用量增加;但当商品化率达到规模经营的门槛后,农户可能通过土地转入等形式达到规模经营,致使化肥等生产要素配置出现规模效应;同时因经营规模的扩大,高商品化率农户越有可能为弥补经营中劳动力不足和专业知识缺乏的问题而采用生产服务外包这一生产方式,促使化肥施用出现减量效应。

稻谷商品化率提升到一定门槛之前,因土地细碎化程度高,促使化肥施用量逐渐增加。为验证这一推断利用样本农户当年经营土地的块数作为衡量细碎化程度的指标,若土地面积一定,地块数越多,代表着细碎化程度越高^[17,22]。按照商品化率拐点69.15%进行分组回归,检验土地细碎程度对商品化率处于拐点左右农户的化肥投入影响,结果发现商品化率高于69.15%的样本农户,土地细碎程度对农户化肥施用量没有显著影响,但对于商品化率低于69.15%的样本农户,土地细碎程度对农户化肥施用量的影响系数显著为正。这表明,低商品化率农户在生产过程中由于土地细碎化程度加深,促使化肥施用量随商品化率增加而增加,但商品化率高于拐点后由于规模经营缓解了土地细碎化的不利影响,具体分组估计结果如表4所示。

表4 土地细碎程度分组检验

变量	商品化率低于69.15%组	商品化率高于69.15%组
土地细碎程度	0.007***(0.003)	-0.002(0.001)
其他控制变量	控制	控制
常数项	5.275***(0.297)	5.116***(0.174)
观测值	250	650
R ²	0.160	0.072

人力资源方面的因素可能会影响农户的化肥施用水平,非农活动人力资源投入越多,其家庭重心越倾向于非农活动,在生产中越有可能发生短期行为,引致化肥施用量增加。按照商品化率拐点69.15%进行分组回归,检验非农劳动力数量对商品化率处于拐点左右农户的化肥投入影响,结

果发现商品化率高于69.15%的样本农户,非农劳动力数量对农户化肥施用量没有显著影响,但对于商品化率低于69.15%的样本农户,非农劳动力数量对农户化肥施用量的影响系数显著为正,与理论推断结论一致,具体分组估计结果如表5。

如前文所述服务外包这种生产方式有利于高商品化率农户的化肥减量施用,粮食产业的服务外包是指由外部的、市场化、专业化组织或者机构为粮食生产者提供产前、产中和产后环节的中间投入服务。以水稻产业为例,育秧、整地、移栽、收割、病虫害防治及烘干等主要环节通过购买生产性服务替代人工作业。服务外包生产方式具有要素市场上的谈判交易优势,同时具有专业化的人员和设备,形成化学品用量把握和减量技术甄别优势,有利于解决农户个体经营中劳动力不足和专业知识缺乏的问题。为检验这一理论推断,本文借鉴万晶晶等^[39]的做法利用水稻生产前、产中和产后过程中所购买的生产性服务的总费用支出表征农业服务外包水平,并按照商品化率拐点69.15%进行分组回归,检验服务外包对商品化率处于拐点左右农户的化肥投入影响,结果发现商品化率低于69.15%的样本农户,服务外包对农户化肥投入量的影响未通过显著性检验,但对于商品化率高于69.15%的样本农户,服务外包对农户化肥施用量的影响系数显著为负。这表明,高商品化率农户可能会通过采用服务外包生产方式进而有助于降低化肥施用量,具体分组估计结果如表6所示。

按照常规思路商品化率偏高的农户的生产规模可能越大,因规模效应生产要素利用效率提高,从而有助于化肥减量化生产。据此,本文按照商品化率拐点69.15%进行分组回归,检验经营规模对化肥施用量的影响,表7结果发现符合理论预期,商品化率高于69.15%组的样本农户经营规模对化肥施用量的影响系数显著为负,商品化率低于69.15%组的样本农户经营规模负向影响未通过显著性检验,这表明在商品化率高于69.15%时,农户可能通过土地转入等形式扩大经营规模,致使化肥要素配置出现规模效应,从而表现出化肥用量降低的现象。

2. 稳健性检验
关键变量替代是验证模型估计结果稳健性的常用方法。考虑到化肥投入量不能直接表现出农户化肥使用是否过量,为了更好地表达减量效果,本文参考仇焕广等^[11]的处理方法,利用柯布一道格拉斯生产函数(C-D生产函数),衡量农户化肥减量效果。首先构建C-D生产函数衡量化肥最优投入量,然后根据稻农实际投入量与最优量之间的差值判断其减施与否,以此来替换被解释变量。

2. 稳健性检验

(1)减施测算模型设置。

$$\ln y_i = \alpha_0 + \beta_1 \ln Fertilizer_i + \beta_2 \ln Labor_i + \beta_3 \ln Machine_i + \beta_4 \ln Other_i + \epsilon_i \quad (3)$$

式(3)中, y_i 表示农户*i*亩均水稻产量, $Fertilizer_i$ 、 $Labor_i$ 、 $Machine_i$ 、 $Other_i$ 分别表示农户*i*亩均化肥施用量(千克/亩)、劳动力投入(工日/亩)、机械投入(元/亩)和其他投入(如种子投入、农药投入等), α_0 和 β 表示待估参数, ϵ 表示随机误差项。

表5 非农劳动力分组检验

变量	商品化率低于 69.15%组	商品化率高于 69.15%组
非农劳动力	0.043*** ^(0.016)	-0.007 ^(0.008)
其他控制变量	控制	控制
常数项	5.239*** ^(0.293)	5.184*** ^(0.168)
观测值	250	650
R ²	0.161	0.069

表6 服务外包分组检验

变量	商品化率低于 69.15%组	商品化率高于 69.15%组
服务外包	0.068 ^(0.057)	-0.047** ^(0.024)
其他控制变量	控制	控制
常数项	4.983*** ^(0.276)	5.118*** ^(0.143)
观测值	250	650
R ²	0.132	0.075

表7 规模效应分组检验

变量	商品化率低于 69.15%组	商品化率高于 69.15%组
经营规模	-0.002 ^(0.003)	-0.003** ^(0.001)
其他控制变量	控制	控制
常数项	5.007*** ^(0.275)	5.097*** ^(0.143)
观测值	250	650
R ²	0.127	0.069

根据效用最大化理论可知,当边际收益等于边际成本时稻农的收益最大,此时化肥对水稻产量的边际效应等于化肥与水稻产出的价格比率,即:

$$\frac{\partial y}{\partial Fertilizer} = \frac{P_{Fertilizer}}{P_y} \quad (4)$$

同时,基于式(3)测算的化肥产出弹性为 β_1 ,化肥对水稻产出的边际效应为:

$$\frac{\partial y}{\partial Fertilizer} = \beta_1 \frac{y}{Fertilizer} \quad (5)$$

根据式(4)和式(5)可知稻农单位面积化肥最优使用量为86.17千克/亩,具体测算方式如下:

$$Fertilizer_{optimal} = \frac{\beta_1 y}{P_{Fertilizer} / P_y} \quad (6)$$

(2)化肥施用影响因素的模型设置。稻农的化肥施用行为可以看作一个二值选择问题,即化肥减量使用与否。考虑到线性概率模型存在被解释变量超过[0,1]区间的情况,导致拟合效果变差,本文选择logit模型,基本模型设定如下:

$$Fertilizer_{reduce} = \kappa_0 + \gamma_4 COM_i + \lambda Control_i + \nu_i \quad (7)$$

其中因变量为稻农化肥减量施用 $Fertilizer_{reduce}$,若农户实际化肥使用量处于最优量及其水平之下,将其赋值为1,表示其减量施肥;反之赋值为0,表示其未减量使用化肥。 COM_i 表示稻谷的商品化率, $Control_i$ 表示一组控制变量, κ_0 表示截距项, γ_4 、 λ 为待估参数, ν_i 为随机扰动项。

考虑到稻谷商品化率与化肥减施之间可能存在非线性关系,因此在(7)式中加入了商品化率的二次项,以考察非线性关系的存在性,如(8)式所示:

$$Fertilizer_{reduce} = \kappa_0 + \gamma_5 COM_i + \gamma_6 COM_i^2 + \lambda Control_i + \nu_i \quad (8)$$

回归结果如表8所示,结果表明,商品化率和商品化率二次项的系数均在5%水平上显著,即化肥减量施用伴随商品化率的提升呈现“先下降后上升”趋势。此外,表9测算了商品化率对化肥减量施用概率的平均边际贡献,两表结果均与主回归结果一致,由此可见,logit回归结果反映出前文研究结论的稳健性。

表8 logit回归结果:替换被解释变量与回归方法

N=900

变量	化肥减量施用	
	系数	稳健标准误
商品化率	-2.971 **	1.365
商品化率的二次项	2.314**	1.130
其他控制变量	控制	控制
常数项	1.769	1.018
R ²	0.013	

表9 核心解释变量对化肥减量施用概率的平均边际贡献

变量	化肥减量施用	
	边际效应	稳健标准误
商品化率	-0.427 **	0.196
商品化率的二次项	0.333**	0.162
其他控制变量	控制	控制

四、结论与建议

促进农户化肥减量施用是减轻农业面源污染、推动农业可持续发展的重要举措。现有关于商品化率对化肥施用量的影响的研究存在分歧,分歧产生的原因在于忽视了不同商品化程度的农户其生产经营目标和要素禀赋条件的差异。因此本文在揭示商品化率对农户化肥用量的影响存在拐点效应的基础上,进一步发现拐点前后的化肥用量生成机理及其所隐含的减量政策含义。

第一,水稻农户的化肥投入量随着商品化率的提高其变化存在拐点,在拐点之前稻谷商品化率的增加不利于农户规范使用化肥,而超过拐点之后,农户趋向于规范使用化肥,即农业生产经营者的化肥施用量随商品化率提升呈现“倒U型”趋势。这表明,拐点前后决定农户化肥投入量的关键因素可能存在差异性。

第二,稻谷商品化率低于69.15%时,土地细碎化程度、劳动力非农转移对样本农户化肥施用量产

生显著正向影响,但对商品化率高于69.15%组的化肥施用量没有显著影响。可见,由均分制引发的土地细碎问题以及由工资率差异造成的农业劳动力减少是低商品化率农户采取短期行为的重要诱因。

第三,商品化率高于69.15%时,服务外包生产方式、土地经营规模显著负向影响农户化肥施用量,但对商品化率低于69.15%组农户的化肥施用量没有显著影响。据此可以判断,参与农业分工、分享服务的规模经济性,或者交易流转土地、获得农地的规模经济性,都能够激发高商品化率农户的长期行为。

由上述研究结论得出如下建议:对于低商品化率农户而言,一方面需要通过高标准农田建设改进土地的细碎化水平,这不仅能够节约农户在不同地块间的转换时间、降低劳动强度,而且可以通过地块层面的规模经济性降低化肥用量;另一方面针对低商品化率农户的可用劳动力局限,需要针对性地推广劳动力节约型的减量技术。对于高商品化农户而言,一是促进土地要素交易市场的繁荣,帮助有农业经营能力的农户扩大土地经营规模,通过农地规模经营实现化肥减量;二是培育服务交易市场,帮助有交易能力的农户以迂回投资的方式,通过服务规模经营实现化肥减量。

参 考 文 献

- [1] 陈锡文.环境问题与中国农村发展[J].管理世界,2002(1):5-8.
- [2] 杨滨键,尚杰,于法稳.农业面源污染防治的难点、问题及对策[J].中国生态农业学报,2019,27(2):236-245.
- [3] ZHU Z, CHEN D. Nitrogen fertilizer use in China-Contributions to food production, impacts on the environment and best management strategies[J]. Nutrient cycling in agroecosystems, 2002, 63(2-3):117-127.
- [4] JU X, XING G, CHEN X, et al. Reducing environmental risk by improving N management in intensive Chinese agricultural systems [J]. Proceedings of the national academy of science, 2009, 106(9):3041-3046.
- [5] 魏后凯.中国农业发展的结构性矛盾及其政策转型[J].中国农村经济,2017(5):2-17.
- [6] HUANG J K, SCOTT R. Technological change: rediscovering the engine of productivity growth in China's rural economy[J]. Journal of development economics, 1996, 49(2):337-369.
- [7] 张云华,彭超,张琛.氮元素施用与农户粮食生产效率:来自全国农村固定观察点数据的证据[J].管理世界,2019,35(4):109-119.
- [8] YAN W, YUCHUN Z, SHUOXIN Z, et al. What could promote farmers to replace chemical fertilizers with organic fertilizers?[J]. Journal of cleaner production, 2018, 199:882-890.
- [9] 田云,张俊飏,何可,等.农户农业低碳生产行为及其影响因素分析——以化肥施用和农药使用为例[J].中国农村观察,2015(4):61-70.
- [10] 尚杰,尹晓宇.中国化肥面源污染现状及其减量化研究[J].生态经济,2016,32(5):196-199.
- [11] 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.
- [12] 朱淀,孔霞,顾建平.农户过量施用农药的非理性均衡:来自中国苏南地区农户的证据[J].中国农村经济,2014(8):17-29,41.
- [13] 吴波.绿色消费研究评述[J].经济管理,2014,36(11):178-189.
- [14] 赵大伟.中国绿色农业发展的动力机制及制度变迁研究[J].农业经济问题,2012,33(11):72-78,111.
- [15] 蔡荣,汪紫钰,钱龙,等.加入合作社促进了家庭农场选择环境友好型生产方式吗?——以化肥、农药减量施用为例[J].中国农村观察,2019(1):51-65.
- [16] 李博伟.土地流转契约稳定性对转入土地农户化肥施用强度和效率的影响[J].自然资源学报,2019,34(11):2317-2332.
- [17] 梁志会,张露,张俊飏.土地转入、地块规模与化肥减量——基于湖北省水稻主产区的实证分析[J].中国农村观察,2020(5):73-92.
- [18] 汪厚安,叶慧,王雅鹏.农业面源污染与农户经营行为研究——对湖北农户的实证调查与分析[J].生态经济,2009(9):87-91.
- [19] 张露,罗必良.农业减量化:农户经营的规模逻辑及其证据[J].中国农村经济,2020(2):81-99.
- [20] 梁志会,张露,刘勇,等.农业分工有利于化肥减量施用吗?——基于江汉平原水稻种植户的实证[J].中国人口·资源与环境,2020,30(1):150-159.
- [21] 郭贯成,丁晨曦.土地细碎化对粮食生产规模报酬影响的量化研究——基于江苏省盐城市、徐州市的实证数据[J].自然资源学报,2016,31(2):202-214.
- [22] 史常亮,张益,郭焱,等.耕地细碎化对农户化肥使用效率的影响[J].自然资源学报,2019,34(12):2687-2700.
- [23] 高珊,黄贤金,钟太洋,等.农产品商品化对农户种植结构的影响——基于沪苏皖农户的调查研究[J].资源科学,2014,36(11):2370-2378.
- [24] 肖芳文,杨国强,郭锦楠.农产品市场化对农户土地流入行为的影响研究——以江西省农户调查为例[J].中国农业资源与区划,2016,37(2):45-51.
- [25] 张露,罗必良.规模经济抑或分工经济——来自农业家庭经营绩效的证据[J].农业技术经济,2021(2):4-17.
- [26] 苏柯雨,魏滨辉,胡新艳.农业劳动成本、市场容量与农户农机服务外包行为——以稻农为例[J].农村经济,2020(2):98-105.

- [27] 展进涛,张燕媛,张忠军.土地细碎化是否阻碍了水稻生产性环节外包服务的发展?[J].南京农业大学学报(社会科学版),2016,16(2):117-124,155-156.
- [28] 蔡荣,蔡书凯.农业生产环节外包实证研究——基于安徽省水稻主产区的调查[J].农业技术经济,2014(4):34-42.
- [29] 王志刚,申红芳,廖西元.农业规模经营:从生产环节外包开始——以水稻为例[J].中国农村经济,2011(9):4-12.
- [30] 张露.小农分化、行为差异与农业减量化[J].农业经济问题,2020(6):131-142.
- [31] 张露,罗必良.小农生产如何融入现代农业发展轨道?——来自中国小麦主产区的经验证据[J].经济研究,2018,53(12):144-160.
- [32] 徐立成,周立,潘素梅.“一家两制”:食品安全威胁下的社会自我保护[J].中国农村经济,2013(5):32-44.
- [33] 倪国华,郑风田.“一家两制”“纵向整合”与农产品安全——基于三个自然村的案例研究[J].中国软科学,2014(5):1-10.
- [34] 方平,周立.生存理性如何影响农户的差别化生产[J].西北农林科技大学学报(社会科学版),2018,18(1):124-130.
- [35] 徐立成.“半工半耕”、差序场与农户的差别化食品消费——“一家两制”调查与农户“个体自保”行为分析[J].清华社会学评论,2018(2):180-221.
- [36] 彭军,乔慧,郑风田.“一家两制”农业生产行为的农户模型分析——基于健康和收入的视角[J].当代经济科学,2015,37(6):78-91,125.
- [37] 张露,罗必良.农业减量化及其路径选择:来自绿能公司的证据[J].农村经济,2019(10):9-21.
- [38] 蔡颖萍,杜志雄.家庭农场生产行为的生态自觉性及其影响因素分析——基于全国家庭农场监测数据的实证检验[J].中国农村经济,2016(12):33-45.
- [39] 万晶晶,钟涨宝.非农就业、农业生产服务外包与农户农地流转行为[J].长江流域资源与环境,2020,29(10):2307-2322.

The Inflection Point of the Effect of Commercialization Rate on Fertilizer Use and Its Policy Implication

ZHAO Ning, ZHANG Lu, TONG Qingmeng

Abstract Based on the capital factor endowment theory, a theoretical model representing the effect of agricultural products' commercialization rate on the amount of chemical fertilizer application by farmers is constructed, so as to clarify the impact mechanism. Then, an empirical test was conducted based on the survey data of rice farmers in Jiangnan Plain of Hubei Province to examine the theoretical model. The results shows that there exists an inflection point in the affection of agricultural products' commercialization rate on farmers' chemical fertilizer application, which shows an “inverted U” shape and the tipping point is 69.15%. When the commercialization rate of rice is lower than 69.15%, land fragmentation and off-farm labor transfer have significant positive impacts on the amount of chemical fertilizer application, indicating that land fragmentation caused by the land distribution system and the shift in the focus of household business to off-farm activities are the inducements for the short-term behaviors of farmers with low commercialization rate. When the rice commercialization rate is higher than 69.15%, service outsourcing and farmland scale management have significant negative impacts on the amount of chemical fertilizer application, suggesting that participating in the agricultural division of labor and carrying out farmland scale management can stimulate the long-term behavior of farmers with high commercialization rate. Based on the difference of reduction effects before and after the inflection point of rice commercialization rate, it is believed that farmers with lower commercialization rate should be the focus group in terms of fertilizer reduction, and the strategy to guide them is to solve the problem of land fragmentation through the construction of high-standard farmland, as well as removing the obstacles for mechanization and other labor saving operations. The strategy for farmers with higher commercialization rate is to encourage them to expand their farmland operation scale, and support farmers with trading ability to participate in agricultural division of labor.

Key words commercialization rate; chemical fertilizer application amount; labor transfer; service outsourcing; scale of farmland operation

(责任编辑:陈万红)