华南农业大学学报(社会科学版)
2023年第6期 JOURNAL OF SOUTH CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY
(第22卷) (SOCIAL SCIENCE EDITION)

农业托管服务对化肥减量施用的影响

夏显力,崔 民

(西北农林科技大学 经济管理学院,陕西 杨陵 712100)

摘 要:基于山东省和河南省772份农户调研数据,估计了施肥托管服务对化肥减量的作用效果,并进一步从专业化分工视角阐析了施肥托管服务对化肥减量的影响。研究结果表明:施肥托管服务有助于在农业生产中实现化肥减量;异质性检验表明,在兼业程度较高、经营规模较小及有村集体监督的农户群体中,施肥托管服务对化肥减量的作用效果更为显著;从横向分工视角看,横向分工水平的提升能够强化施肥托管服务对化肥减量的促进作用;从纵向分工视角来看,相较于半托管,纵向分工程度更高的全托管模式对化肥减量的促进效果更为明显。据此,应进一步加大对托管服务的宣传与补贴力度,以协助小农户利用现代农业生产方式实现化肥减量;同时应提高横向分工水平,促成连片专业化生产格局,并需强化财政资金引导作用及完善保险体系以支持全托管发展。

关键词:施肥托管服务;化肥减量;横向分工;纵向分工

中图分类号:F324.6 **文献标识码**:A **文章编号**:1672-0202(2023)06-0088-14

一、引言

改革开放以来,我国农业取得了举世瞩目的成就,不仅保障了农产品的有效供给,且实现了农户收入的稳步提升。其中,化肥的使用在我国农业增产、农民增收过程中发挥了不可替代的作用[1-2],但其长期过量施用不仅导致了一系列环境问题,还造成了土壤肥力下降及农产品质量安全隐患[3],延缓了我国农业的可持续发展进程。我国政府高度重视化肥过量施用问题,2015年农业农村部(原农业部)出台了《到2020年化肥使用量零增长行动方案》,2023年中央一号文件中更是强调"实施化肥减量化行动,建设施肥新技术、新产品、新机具集成配套样板区,推广应用智能化推荐施肥系统,推进多元替代减少化肥投入"。化肥减量行动虽已得到政府部门的重点关注,但减量效果尚未达到政策预期[4],推进化肥减量工作仍是一项任重道远的任务。

依靠规模化经营来破解农业难题已成为农业现代化发展进程中的重要逻辑。学者们围绕土地规模经营与化肥减量之间的作用关系进行了广泛讨论。主流学者认为,在土地加速流转背景下,规模化经营一方面凭借规范化和标准化生产模式提高了化肥利用效率,从而实现了化肥减量[5-6],另一方面则通过生产成本的降低而加速有机肥的替代使用[7],使其具备了耕地保护的环境效益。但囿于人多地少的基本国情,近几年来的土地流转实践并没有从根本上改变我国细碎化的农业生产格局[8],在短期内我国难以通过土地规模经营来实现化肥减量的目标。事实上,服务规模化同样是新型农业规模经营的重要形态[9]。与传统意义上的土地规模经营相比,服务规模经营在不改变土地经营权,避免大规模流转带来社会矛盾的同时,通过整合农业机械资源,使农户能

收稿日期:2023-06-20 **DOI**:10.7671/j.issn.1672-0202.2023.06.008

基金项目:国家社会科学基金面上项目(21BJY187)

作者简介:夏显力(1973—),男,安徽怀宁人,西北农林科技大学经济管理学院教授,主要研究方向为土地资源管理、城镇化与区域经济发展。E-mail:xnxxli@163.com

够共享农业机械设备，有效解决了农户在农业生产中所面临的小规模、分散经营的禀赋约束问题，是更符合我国农业发展的现实选择。

作为服务规模经营的重要实现途径，生产托管近年来得到了快速发展。不同于其他服务规模化组织形式，生产托管直指当前农业发展的时代主题和矛盾根源，致力于破解拥有土地承包经营权的小农户与资本、技术、装备和管理等现代农业资源要素有机衔接的困难[10]。在稳定的人地关系前提下，生产托管不断对农业生产中的土地、人力、资金、技术等资本配置进行再调整、再优化，形成“专业的人做专业的事情”的新生产格局，激发了我国农业现代化发展新动能，是实现小农户与现代农业有机衔接的重要路径[11]。关于生产托管模式及其与农户和增产的关系等问题，学者们展开了深入的研究。部分学者从风险规避、关系网络及补贴等视角探究了影响农户参与生产托管的因素[12-13]，另有学者对生产托管的服务模式、利益分配方式及组织形式进行了详尽剖析[14-16]，还有学者聚焦粮食安全，对生产托管的增产效应进行了分析。如张安然等[17]利用稻农的调查数据，根据索洛增长核算理论，发现生产托管能够显著提升水稻的单产水平；李琪等[18]利用得分倾向匹配法刻画了生产托管服务对小麦生产技术效率的影响，认为托管服务对生产技术效率的提升作用十分显著。在现有研究中，只有少量文献涉及生产托管与化服减量之间的逻辑关联，且研究结论尚未达成一致意见。曹铁毅等[19]认为托管服务有助于在农业生产中实现化肥减量，梁志会等[20]学者指出，政府向托管服务主体推广绿色病虫害防治、水肥一体化、测土配方施肥等环境友好型农业技术，能显著降低化肥施用强度，杨高第等[21]学者的研究也得出了类似结论。但也有学者认为，托管服务与化肥之间呈现出微弱的负相关关系[22]，甚至随着服务组织的商业化，农资供应商和服务商的合谋会导致农户过量施肥[23-24]。

总体而言，对于生产托管与化肥施用问题的研究，现有文献仍存在如下问题：第一，现有的文献大多笼统地将“是否采纳生产托管服务”作为解释变量来刻画对化肥减量的影响，尚未有研究专门就施肥托管服务的化肥减量效果展开分析，虽然通过购买其他环节生产托管服务，农户能够获取化肥施用相关信息从而影响其施肥决策，但是更直接影响最终施肥效果的应该是施肥托管服务，因此有必要专门就此进行研究；第二，已有关于托管服务对化肥施用影响的研究往往将托管服务的参与行为直接作为外生变量来处理，这会忽略样本自选择导致的内生性问题，导致估计结果出现偏误；第三，托管服务是农业分工和专业化生产的产物，不同服务模式具有不同的分工效率，直接影响着服务质量，进而影响化肥减量效果，但已有研究尚未对此予以重视。

有鉴于此，本文基于山东、河南两省 772 份玉米种植户调研数据，首先利用 C-D 生产函数对农户化肥减量行为作出研判，其次在运用倾向得分匹配模型（PSM）解决了“内生性”和“自选择”问题的基础上，估计施肥托管服务对化肥减量的影响，并从经营规模、兼业化程度及村集体监督角度进行异质性分析，以揭示施肥托管服务对化肥减量影响的情境依赖与群体特征，最后从专业化分工视角进一步阐析施肥托管服务对化肥减量的影响效果。本文旨在探究施肥托管服务对化肥减量的影响，从而为优化农户要素配置行为决策、推动农业生产持续发展提供政策参考。

二、理论分析与假设

施肥托管服务与农户化肥减量之间的作用关系会受到不同条件约束，需要综合多种因素来共同讨论。行为经济学研究表明，在不同属性特征农户中，施肥托管服务对化肥减量影响的反应函数可能会存在较大差异；同时，生产托管是典型的委托代理行为，村集体在农业生产和农村生活中对代理者具有监督及约束作用，因此有必要从农户异质性及村集体监督角度作进一步分析。此外，古典经济学理论认为，分工水平的高低是经济增长的决定力量。生产托管作为农业分工体系演进和专业化发展

的产物,探析其与化肥减量之间的关联性也不能忽视对分工效率这一前置条件的考量。

(一)施肥托管服务对化肥减量的直接影响

施肥托管服务能够通过技术嵌入、机械和先进设备应用及有机肥替代3条路径降低农户对化肥的施用量:第一,施肥托管服务可降低农户对先进施肥技术的使用门槛,将化肥深施、种肥同播和控释肥等科学的施肥技术以迂回的方式引入到农业生产中,提高了农户对施肥技术的了解程度和应用水平,在稳定产量的同时降低对化肥的依赖程度和施用量,从而合理控制化肥施用强度。第二,依靠农用机械的嵌入,施肥托管服务能够实现精准施肥[19],降低损耗并提升施肥效率,有效规避了人工作业带来的不均匀和不规范问题,从而提升化肥减量效果。随着人工智能、信息化与传统农业的深度融合,我国农业生产正朝着信息化和智能化方向发展[25],同时也加快了农业新科技、新装备在托管服务中的推广应用,如未来智能农机的使用则可以提升化肥用量的可追溯性,能够对托管服务主体形成更为精准的质量控制和减量化约束,从而有助于实现节本增效。第三,有机肥的施用能够有效培肥地力、减少污染,成为政府积极倡导推行的新兴肥料。托管服务商为树立公司绿色形象,会积极响应政府发展绿色农业的要求,集中大批量采购有机肥等绿色农资[26],从而能够获得优惠价格和补贴,农户获取有机肥的价格也会随之降低,进而提升有机肥的增施概率,有效实现化肥减量。

鉴于此,提出假设1:施肥托管服务能够有效促进化肥减量施用。

(二)施肥托管服务对化肥减量影响的异质性分析

随着城镇化和工业化快速发展,农户兼业行为日益普遍,不同兼业程度农户在生计策略和要素配置偏好上呈现出较强的异质性,对托管服务需求以及在化肥减量效果上也会随之出现明显分化。同时,托管服务商会倾向于优先为一些规模经营主体提供服务,而作业质量效果在不同经营规模农户中也存在明显不同。因此,本部分从兼业程度及经营规模两个方面对施肥托管服务与化肥减量之间的作用关系进行异质性分析。此外,村集体的介入能够更好地防范施肥托管服务中的道德风险和监管难题,保证服务质量和效果,进而影响到托管服务的化肥减量效果,因此亦需从村集体监督角度作进一步解析。

首先,从经营规模角度看,施肥托管服务中的机械作业存在一定的经营规模门槛[27],当托管服务组织为小规模农户提供服务时,由于农户对施肥服务的需求难以统一,需要根据不同小农户的需求对服务进行调整,导致交易成本过高,从而对交易密度产生不利影响,最终阻碍了托管服务市场容量的提高,不利于优质托管服务主体的孵化培育,也不利于农户与优质服务供应商的对接,弱化了托管服务的化肥减量效果。而当托管服务匹配到大规模农户时,托管服务中的机械作业效率得到提升,能够实现更加精准的施肥,从而在提升化肥施用效率同时,降低化肥使用量。其次,从兼业化角度分析,受非农兼业时间挤出影响,兼业农户在农业生产中普遍面临劳动力约束问题,若农户频繁往返于非农就业地点与农地之间,则容易导致时间成本与人力资产的浪费[28],并会面临生产效用耗散的问题,因此兼业农户只能寄希望于单次施用更多的化肥[29],从而极易形成对化肥投入的过度依赖。在此情况下,施肥托管服务凭借技术及人力资源优势,协助农户完成施肥作业,直接缓解了兼业农户因劳动时间投入不足而造成的化肥过度使用问题,且随着农户兼业程度加深,农业生产中面临的劳动力约束越大,化肥过量施用的现象就越严重,化肥减量空间也就更大,从而使得施肥托管服务的化肥减量效果愈加明显。最后,从村集体监督角度看,施肥作为技术密集型生产环节,面临着农业分工和劳动计量难题,并且服务市场存在明显的信息不对称及道德风险问题,致使服务商在自身利益最大化目标下倾向于采用节约成本的粗放型施肥方式,导致施肥量偏离最优水平,不利于化肥减量施用。村集体作为熟人社会中最为常见的第三方监督主体,不仅能够降低服务商与农户对接的交易成本,还被认为具有监督托管作业、组织验收等功能[18],从而

能够有效保障化肥减量效果。鉴于此，提出假设：

假设 2：施肥托管服务在经营规模较大农户群体中的化肥减量效果更好。

假设 3：施肥托管服务在兼业程度较高农户群体中的化肥减量效果更好。

假设 4：施肥托管服务在有村集体监督的农户群体中化肥减量效果更好。

（三）专业化分工视角下施肥托管服务对化肥减量的影响分析

农业分工可提高农产品生产的专业化程度，进而诱致农业规模报酬递增，改善农业生产效率，释放农业规模经济效应。农业分工可分为横向分工和纵向分工[20]，横向分工是指农户专门从事某种农产品或以某一种农产品为主导的生产经营活动。地理空间内横向分工趋同性越强，表现为农业生产集中度与连片化程度越高，此时，服务市场容量变大，有效提升了机械连片作业范围，催生了大量生产托管服务主体，这使小农生产被纳入现代农业的发展轨道。在农业生产中，纵向分工表现为生产环节的分工外包[20]。服务组织长期在特定生产工序上的专业化生产有助于发挥比较优势，提高技术效率，并且随着纵向分工深化，各生产环节间的协调性也会相应提升。因此，提升施肥托管服务有效性，可进一步从提高横向分工效率、深化纵向协同程度两条路径入手。

长期以来化肥的密集施用虽满足了产量目标导向下农业增产的需要，但相伴而生的过量施肥“负外部性”问题没有内化为生产成本，减量施肥的环境效益又不易被感知，因此农户没有足够的经济动力进行减量施肥，并容易出现“搭便车”现象。横向分工水平的提升则可协调农户间的生产行为，使不同农户的生产决策趋同，促进了农业统一布局和统一生产，从而有助于在农户间大范围开展施肥托管服务，是解决外部性行为和达成化肥减施集体行动的有效选择。同时施肥托管服务中的机械作业具有较强的地域专用性和环节专用性，托管服务商在不同作物间作业面临较高的转场成本，为降低单位作业成本及提高作业效率，需要形成单一作物连片种植的横向分工格局以满足空间连续且足量的托管服务需求[18]，从而提高施肥作业效率，减少化肥投入。另外，农户间（尤其是邻片农户之间）的沟通交流有助于生产经验的分享[30]，使其获取更多有关施肥的信息和资源，并能够了解到有机肥、测土配方施肥等先进技术的良好效益，农户对化肥减量施用行为的认知也会更加全面和深刻，有利于促使农户向托管服务商提出施用先进施肥技术的个性化服务及化肥减量的主动性要求。

鉴于此，提出假设 5：横向分工的扩大有助于强化施肥托管服务的化肥减量效果。

总体而言，生产托管主要分为“菜单式”半托管和“保姆式”全托管两类模式[31]。半托管是指托管服务商为农户提供某一种或某几种服务，全托管则指农户将从种到收的全过程托管给服务商。相较于半托管，全托管模式的纵向分工程度得以进一步深化，使得各生产环节粘合性和协调度更高，因此作业效率提升效果更为明显。对于施肥托管服务来讲，由于利益联结机制及各环节协调程度的差异，不同托管模式的化肥减量效果出现异化，具体而言：包含施肥环节在内的半托管服务（以下简称半托管）中服务商与农户之间仅存在雇佣与被雇佣的经济关系，其收入来源为固定的服务作业费，并不享有服务地块的剩余索取权，无法与最终产量挂钩，而农业产出影响因素的复杂性及服务效果滞后性使农户难以及时、精准地对托管服务的作业质量作出考核和度量[32]，因此服务商极易采取机会主义行为，不利于化肥的合理施用。甚至不少农资销售商为促进化肥等农资的销售，采取“服务式销售策略”为农户提供施肥托管服务，从而会在作业过程中过分强调投入品作用，导致了化肥的超量使用[33]。而全托管模式则能够有效明确生产责任归属，双方构建起风险共担、互惠共赢的利益联结机制[34]。在此情况下，托管服务商的收益一方面来源于托管服务费用的收取，另一方面根据合约进行收益分成，使得服务商兼具服务者和经营者双重身份，并对最终的产出收益负责，这也是全托管区别于半托管服务的最主要特征。托管服务商为了获取更高收益，

会进行精准施肥作业以提高农业产出并降低生产成本,从而有利于化肥投入的减量化。另外,纵向分工程度的深化提高了各生产环节的协调程度,有利于资源的统一调配,进一步推动了施肥环节在内的整体作业效率的提升,同时,依靠单个服务商对作物种植的统一生产经营,使得作物生产具备计划性和组织性,确保了对作物的精细化和标准化管理,从而有助于精准及合理施肥。

鉴于此,提出假设6:纵向分工程度的深化有助于强化施肥托管服务的化肥减量效果。

三、数据来源、变量选取与模型构建

(一)数据来源

玉米是我国三大主粮作物之一,也是当前我国种植面积最大的农作物[35]。在其生产过程中,化肥施用过量和低效利用的现象较为严重,这不仅加剧了土壤板结和肥力下降,也导致农业面源污染进一步恶化。因此,本文主要对玉米种植中的化肥投入进行研究。在研究区域上,山东、河南地区种植结构以小麦和玉米轮作为主,玉米种植规模较大。同时,山东、河南是我国的两个传统农业大省,其农业发展模式具有一定代表性。因此,本文选取山东聊城市和河南濮阳市作为调研地点。

课题组于2022年7—8月对样本区域进行调研。具体的抽样过程为:在综合考虑地理位置以及农业经营状况基础上,在每个市选择2~3个县(区),然后采用分层逐级抽样和随机抽样相结合的方式选取样本,在每个县随机选取3~5个乡镇,再在每个乡镇随机选取2~4个村,最后在每个村随机选取15~20户农户。本次调研共获取问卷892份,经过数据筛查,剔除数据缺失和前后矛盾的问卷后共获得有效问卷772份。

(二)变量选取与描述性统计分析

1. 被解释变量

本文的被解释变量为农户的化肥减量行为。在农户化肥减量行为的界定上,本文借鉴张露等[36]研究,首先计算出化肥的最优施用量,然后将实际化肥施用量处于最优量及其水平以下的农户赋值为1,表示农户施行化肥减量;反之赋值为0,表示农户未施行化肥减量。

2. 核心解释变量

本文核心解释变量为施肥托管服务。若农户采纳施肥托管服务,赋值为1,反之则赋值为0。进一步的,本文从横向分工与纵向分工视角对施肥托管服务的化肥减量效应进行考察。在横向分工方面,本文借鉴相关研究[37-38],采用周边在茬口和成熟期上相同的玉米生产地块数来表征横向分工水平,生产趋同的地块数越多表示越容易形成农业的集中和连片化生产,农业专业化生产的可能性越大,横向分工水平也就越高。在纵向分工方面,本文借鉴李琪等[18]的相关研究,若农户只采用施肥环节在内的几种服务,则视为半托管,赋值为0;若农户购买了全部生产环节的托管服务,则视为全托管,赋值为1。

3. 投入-产出变量

产出变量为玉米的亩均产量,投入变量包括亩均化肥投入、农药投入、机械投入、人工投入及种子投入。

4. 控制变量

为避免因遗漏变量而导致的模型估计偏误,本文选取户主特征、家庭特征、农业生产特征、外部政策环境及村庄特征等18个变量作为控制变量。其中,户主特征包含年龄、健康状况、受教育程度、风险偏好等4个变量;家庭特征包括农业劳动力人数、耕地面积、家庭人均收入、兼业化程度、地块数量等5个变量;生产特征包括土地确权、农业生产培训、灌溉条件、土壤肥力等4个变量;

外部政策环境包括政府对耕地破坏行为的惩罚力度及政府对有机肥使用补贴力度 2 个变量;村庄特征包括村庄地形和村庄距镇政府距离 2 个变量。此外,本文设置了地区虚拟变量来控制未观测到的地区社会经济、制度环境等因素对化肥减量的影响。

表 1　变量含义及描述性统计

变量	定义与赋值	均值	标准差
投入 - 产出变量			
玉米亩均产量	公斤/亩	642.891	1421.112
化肥投入	公斤/亩	75.533	63.309
农药投入	元/亩	51.166	165.631
机械投入	元/亩	305.248	358.736
人工投入	天/亩	37.202	128.620
种子投入	元/亩	61.982	256.028
耕地地形	非平地 =0;平地 =1	1.252	0.990
被解释变量			
化肥减量行为	化肥是否减量:是 =1,否 =0	0.359	0.479
核心解释变量			
施肥托管服务	是否采纳:是 =1,否 =0	0.408	0.490
横向分工	周边在茬口和成熟期上相同的玉米生产地块数(块)	1.516	1.816
纵向分工			
半托管	是 =1,否 =0	0.184	0.387
全托管	是 =1,否 =0	0.224	0.417
控制变量			
年龄	连续变量(岁)	56.860	14.207
健康状况	不健康 =1;一般 =2;健康 =3	2.422	0.953
受教育程度	连续变量(年)	7.656	3.976
风险偏好	有风险的事,我都不做:1 = 非常不同意;2 = 不同意;3 = 一般;4 = 同意;5 = 非常同意	2.917	1.472
农业劳动力人数	连续变量(个)	2.795	1.518
耕地面积	连续变量(亩)	20.679	25.356
家庭人均收入	连续变量(取对数)	9.598	1.322
兼业化程度	家庭中非农就业人数所占比重	0.434	0.375
地块数量	连续变量(块)	5.341	5.546
土地是否确权	是 =1,否 =0	0.797	0.403
农业生产培训	是 =1,否 =0	0.313	0.464
灌溉条件	非常差 =1;比较差 =2;一般 =3;比较好 =4;非常好 =5	3.760	1.476
土壤肥力	非常差 =1;比较差 =2;一般 =3; 比较好 =4;非常好 =5	2.657	1.635
政府对耕地破坏行为的惩罚力度	非常小 =1;比较小 =2;一般 =3;比较大 =4;非常大 =5	1.098	1.599
政府对有机肥使用补贴力度	非常小 =1;比较小 =2;一般 =3;比较大 =4;非常大 =5	2.900	1.742
村庄地形	山地 =1;丘陵 =2;平原 =3	2.550	0.714
村庄离镇政府距离	连续变量(公里)	6.766	12.308
地区虚拟变量	山东 =1,河南 =0	0.439	0.497

(三)模型构建

1. 化肥减量生产模型

首先,本文在参考郑旭媛等[33]相关研究基础上,使用对数形式的 C-D 生产函数模型来测算化肥亩均最优施用量:

$$\ln\text{Yield}=\beta_0+\beta_1\ln\text{Fert}+\beta_2\ln\text{Labor}+\beta_3\ln\text{Capital}+\ +\beta_4X_{p_i}+\beta_5X_{l_i}+\varepsilon_i \tag{1}$$

其中,被解释变量 Yield 代表玉米亩均产量,Fert 代表化肥亩均使用量,Labor 和 Capital 分别代表劳动力(亩均用工日)和资本(包括亩均机械投入、种子投入、农膜投入、农药等)要素投入,X_{p_i}代表农户个人特征(包括年龄、受教育程度等),X_{l_i}代表地块特征(包括土壤肥力、耕地地形等),ε_i 表示随机扰动项。

其次,根据利润最大化原则,计算出化肥亩均最优施用量:

$$F_{\text{optional}}=\frac{\beta_1\times\text{Yield}}{P_{\text{Fert}}/P_{\text{Yield}}} \tag{2}$$

其中,F_{optional}代表化肥亩均最优施用量,Yield 代表玉米亩均产量,P_{Fert}代表化肥的市场价格,P_{Yield}代表玉米的市场价格。

最后,将农户实际化肥亩均施用量与根据(2)式测算出的亩均最优施用量进行比较,以研判是否存在化肥减量施用行为。

2. PSM 模型

本文采用基于"反事实框架"的倾向得分匹配法(PSM)估计施肥托管服务对化肥减量的影响。首先需要构建一个影响农户参与施肥托管服务的决策模型,用以估计农户参与施肥托管服务的可能性,即"倾向得分",以此匹配出与参与托管服务农户(处理组)有相似特征的未参与托管农户(控制组)。倾向得分(PS_i)通过形式较为灵活的 Logit 模型进行估计,计算得到的倾向得分值为:

$$\text{PS}_i=P[T_i=1\mid X_i]=E[T_i=0\mid X_i] \tag{3}$$

其中,PS_i为倾向得分值,i 代表不同农户,$T_i=1$ 代表农户参与施肥托管服务,$T_i=0$ 代表农户未参与施肥托管服务,X_i为可观测到的协变量。估计倾向得分后,需要根据估计的匹配量对参与托管服务的农户与未参与托管服务的农户进行匹配。本文采用 K 近邻匹配(K=4)对处理组和控制组农户进行匹配,然后运用卡尺匹配及核匹配证明匹配的稳健性。施肥托管服务对化肥减量的影响可用处理组采纳托管服务的平均处理效应(ATT)进行估计:

$$\text{ATT}=E(B_{1i}\mid O_i=1)-E(B_{0i}\mid O_i=1)=E(B_{1i}-B_{0i}\mid O_i=1) \tag{4}$$

其中,ATT 代表平均处理效应,B_{1i}为处理组即采纳托管服务农户的化肥施用情况,B_{0i}为控制组即未采纳托管服务农户的化肥施用情况;$O_i=1$ 表示农户处于采纳施肥托管服务的状态;$E(B_{1i}\mid O_i=1)$和 $E(B_{0i}\mid O_i=1)$分别表示同一个体在采纳和未采纳施肥托管服务情况下的化肥施用情况,但 $E(B_{1i}\mid O_i=1)$可被直接观测到,$E(B_{0i}\mid O_i=1)$无法被直接观测到,需构造相应替代指标。

四、实证结果分析

(一)施肥托管服务对化肥减量影响的估计结果

本部分就施肥托管服务对农户化肥减量的影响展开实证分析。首先,根据 C-D 生产函数计算化肥最优施用量,并根据农户实际化肥施用量判断其是否存在减量行为;其次,采用 PSM 模型估计施肥托管服务对化肥减量影响的平均处理效应;最后,采用工具变量法和缩尾处理方法进一步验证基准回归结果的稳健性。

1. 农户化肥减量行为界定

表 2 的 C-D 生产函数估计结果表明,化肥对玉米产量产生了显著的促进作用,其生产弹性为 0.115,这说明化肥投入每增加 10%,玉米产量增加 1.15%。根据 C-D 生产函数测算结果,化肥最优施用量为 36.966 公斤/亩,若农户化肥的实际施用量等于或低于最优施用量则视为存在化肥减量行为,若实际施用量高于最优施用量则视为存在化肥过量行为。表 3 的统计结果显示,样本农户实际施用量平均达到 75.533 公斤/亩,户均过量施用 38.567 公斤/亩。进一步对比农户化肥实际施用量与最优施用量发现,仅有 277 个样本农户存在化肥减量行为,占全部样本的 35.88%;分地区来看,河南和山东两省农户中均存在不同程度的化肥过量施用问题,其中,山东省样本中有 123 个农户存在化肥减量行为,占比为 36.39%,河南省样本中有 154 个农户实施了化肥减量生产,占比为 35.48%。

表 2　C-D 生产函数回归结果

变量	系数	标准误	T 值
化肥投入	0.115*	0.065	1.770
农药投入	0.749***	0.046	16.370
种子投入	-0.011	0.045	-0.250
机械投入	0.144***	0.037	3.950
人工投入	0.004	0.051	0.070
耕地地形	0.072	0.100	0.710
土壤肥力	-0.080	0.058	-1.390
受教育程度	-0.021	0.025	-0.860
健康状况	0.095	0.099	0.950
观测值		772	
调整 R^2		0.282	

注:***、**、* 分别表示在 1%、5% 和 10% 的水平上显著。下同。

表 3　样本农户化肥施用情况

化肥施用情况	总样本	山东省	河南省
实际施用量/(公斤/亩)	75.533	80.843	71.374
最优施用量/(公斤/亩)	36.966	50.539	26.336
过量施用量/(公斤/亩)	38.567	30.304	45.038
减量施肥农户数/个	277	123	154
减量施肥农户占比/%	35.88	36.39	35.48

2. 施肥托管服务对化肥减量影响的平均处理效应

本部分运用 PSM 考察施肥托管服务对农户化肥减量的影响效应。首先,进行共同支撑域与平衡性检验以考察样本是否符合平均处理效应假设;其次,采用 K = 4 近邻匹配、卡尺匹配和核匹配的方法进行样本匹配,由此计算施肥托管服务对农户化肥减量的平均处理效应。

(1)共同支撑域和平衡性检验。为保证样本农户匹配质量,本文在根据 Logit 模型得到各农户采纳施肥托管服务的条件概率拟合值后,绘制核密度函数图以检验匹配前后的共同支撑域(见图1)。其中,实线代表采纳托管服务的农户,虚线代表未采纳托管服务的农户,纵轴为概率密度,横

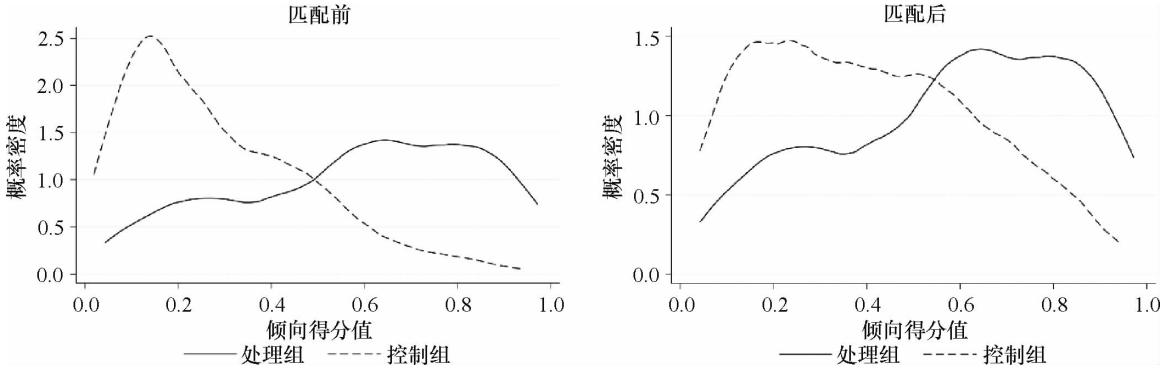


图 1　匹配前和匹配后的共同支撑域

轴为倾向得分值。通过对比分析可以发现,匹配过后采纳托管服务农户与未采纳托管服务农户的倾向得分值存在较大范围的重叠区域,说明匹配结果较为稳健,即通过 PSM 仅损失了少量样本值,多数样本在共同取值范围之内,满足共同支撑假设。

为进一步保证匹配结果的可靠性,本文对协变量进行平衡性检验,结果如表 4 所示。由平衡性检验结果可知,通过样本匹配,Pseudo R^2 由匹配前的 0.214 降至 0.023 ~ 0.037,LR chi2 由匹配前的 222.76 降至 18.55 ~ 31.01,均值标准化偏差由匹配前的 25.3 降至 6.4 ~ 9.9,中位数标准化偏差由 19.3 降至 6.1 ~ 9.1。另外,匹配后,各个控制变量上的差异不再显著,即满足在控制变量方面不具有系统性差别的要求,从而表明各匹配变量在经过匹配后满足条件独立性假定。综合上述检验结果可知,PSM 有效减少了处理组和控制组自变量分布的差异,基本消除了样本自选择所导致的估计偏误。

(3)平均处理效应估计。表 5 显示了 3 种匹配方法下施肥托管服务对化肥减量的影响效应,最后一行给出了 3 种匹配方法测算结果的平均值。由匹配结果可知,尽管采用了 3 种匹配方法,但匹配结果基本相同,说明匹配结果具有稳健性。表 5 还显示,经过 PSM 的反事实估计后,施肥托管服务对化肥减量的影响效应均在 1% 水平上正向显著。虽然不同匹配方法得到的 ATT 略有差异,但从影响方向来看,3 种匹配方法所得到的实证结论是一致的,即施肥托管服务能够有效促进化肥减量,假设 1 得以印证。

表 4 平衡性检验

匹配方法	Pseudo R^2	LR chi2	均值偏差	中位数偏差
匹配前	0.214	222.760	25.300	19.300
K=4 近邻匹配	0.037	31.010	9.900	9.100
卡尺匹配	0.024	18.550	6.400	6.300
核匹配	0.023	19.100	7.300	6.100

表 5 施肥托管服务对化肥减量的平均处理效应

匹配方法	ATT 值	标准差	T 统计量
K=4 近邻匹配	0.224***	0.034	3.980
卡尺匹配	0.245***	0.061	3.980
核匹配	0.228***	0.053	4.260
平均值	0.232	0.049	4.073

3. 稳健性检验

(1)稳健性检验一。本文采用 PSM 模型在一定程度上缓解了因样本选择偏误和自选择导致的内生性问题,但依然不能忽视被解释变量和解释变量之间的互为因果问题。考虑到互为因果导致的内生性,本文进一步采用 2SLS 模型进行内生性检验。借鉴郭清卉[39]的做法,本文选取家庭成员最高学历作为工具变量。由表 6 结果可知,第一阶段的 F 统计量为 16.17,大于 10,说明不存在弱工具变量问题,同时在第一阶段回归中工具变量对施肥托管服务的影响也显著为正,进一步说明工具变量与施肥托管服务之间相关性较强,即农户家庭成员学历越高,其采纳施肥托管服务的概率就越大。第二阶段回归结果中系数为 7.535,且通过 1% 显著性水平检验,说明在修正可能的内生性问题后,施肥托管服务依然对化肥减量产生了显著正向影响。

表 6 稳健性检验一

变量	2SLS 模型	
	第一阶段	第二阶段
施肥托管服务		7.535*** (2.732)
工具变量	0.012*** (0.004)	
常数项	0.232(0.172)	-4.284*** (1.588)
控制变量	已控制	已控制
样本数量	772	
一阶段 F 值	16.170	
Wald chi^2	47.810***	

注:括号内数字为标准误。

表 7 稳健性检验二

项目	ATT 值	标准差	T 统计量
K=4 近邻匹配	0.268***	0.057	4.700
卡尺匹配	0.280***	0.061	4.600
核匹配	0.241***	0.054	4.450
平均值	0.263	0.057	4.583

(2)稳健性检验二。为消除极端值的影响,本文参考李松泽等[40]的研究,对所有连续变量采取上下 1%缩尾处理来检验上述实证结果的可靠性。表 7 的结果表明,施肥托管服务对化肥减量的平均处理效应依然显著为正,这表明在消除极端值的影响后,上述实证结果仍具备较强的稳健性。

(二)异质性分析

当前,我国农村地区社会经济结构正在经历重大转型,农户日益分化成为高度异质性的群体,因此探讨施肥托管服务对化肥减量的作用效果时不能把农户看作同质性整体。本文从经营规模、兼业化程度及村集体监督 3 个维度对施肥托管服务的化肥减量效果进行异质性分析。其中,在经营规模和兼业化程度的差异性检验中,本文借鉴谭永风[41]和杨志海[42]的做法,以均值为临界点,将样本分为“高于均值”和“低于均值”两组进行分析。而在村集体监督方面,本文根据在托管服务中有无村集体监督进行分组。异质性分析结果如表 8 所示。

1. 经营规模异质性分析

在经营规模方面,施肥托管服务对较小规模农户的化肥减量产生了显著促进作用,但在较大规模农户中,ATT 值虽然同样为正,但并没有通过显著性检验,这与假设 2 相悖。合理的解释在于,相较于小规模农户,较大规模农户所面临的资金刚性约束较弱,为获取更大的规模比较优势,倾向于选择自购农机进行自主作业,从而会减少对托管服务的购买,因此施肥托管服务对规模较大农户化肥减量的作用有限。

2. 兼业程度异质性分析

在兼业程度方面,施肥托管服务对低兼业程度和高兼业程度农户化肥减量行为均具有显著正向影响,ATT 值分别为 0.204 和 0.283,但相较于低兼业程度农户而言,在高兼业程度农户群组中,施肥托管服务的 ATT 值更大,这也表明施肥托管服务对高兼业程度农户化肥减量更为有效。兼业行为使得农户将有限的劳动力资源转移到非农领域,而在农业生产中则面临劳动力约束问题,为节约非农劳动时间,兼业农户倾向于通过单次过量施肥弥补劳动力缺失,从而极易造成化肥施用过量问题。农户兼业程度越高,面临的劳动力约束问题则越大,化肥过量施用现象也就越严重,因此通过施肥托管服务以实现化肥减量的作用空间便会更大,效果也会更明显,由此假设 3 得证。

3. 村集体监督异质性分析

在有村集体监督的施肥托管服务中,ATT 值为 0.331,通过了 1%显著性水平检验,表明施肥托管服务对化肥减量产生了显著正向影响。但在无村集体监督的农户群体中,ATT 值虽同为正值,但并没有通过显著性水平检验,这说明在缺乏村集体监管的情境下,施肥托管服务与化肥减量间的关联并不明显,由此假设 4 得证。施肥作为技术密集型生产环节,在服务过程中作业监督难度较大,易出现道德风险问题,村集体的嵌入能有效监督托管作业及组织验收,从而切实保障了化肥减量效果。

表 8　施肥托管服务对化肥减量影响的差异性分析

分组变量	分组标准	进行施肥托管	未进行施肥托管	ATT
经营规模	低于均值	0.483	0.258	0.224***
	高于均值	0.531	0.389	0.141
兼业程度	低于均值	0.505	0.302	0.204***
	高于均值	0.504	0.222	0.283***
村集体监督	无监督	0.465	0.372	0.093
	有监督	0.547	0.216	0.331***

五、进一步分析:专业化分工视角下施肥托管服务对化肥减量的影响

首先,考察横向分工视角下施肥托管服务对化肥减量的影响。为检验横向分工在施肥托管服务与化肥减量之间所发挥的作用,模型中纳入了横向分工水平与施肥托管服务的交互项。由表9结果可知,交互项系数显著为正,说明横向分工能够强化托管服务对化肥减量的正向影响。单一作物的连片化种植满足了托管服务对空间连续且足量的作业条件需求,有效发挥出同区域内统一作业的优势,提升了施肥作业效率,进而提高了化肥减量效果,假设5得证。

表9 横向分工效率模式下化肥减量平均处理效应

项目	化肥减量	化肥减量	化肥减量
是否采纳施肥托管		0.534***(0.132)	0.287*(0.164)
横向分工	0.259***(0.032)	0.243***(0.033)	0.167***(0.044)
施肥托管×横向分工			0.163**(0.065)
常数项	-1.431***(0.475)	-1.579***(0.479)	-1.513***(0.482)
Pseudo R^2	0.245	0.262	0.268
P 值	0.000	0.000	0.000

其次,考察纵向分工视角下施肥托管服务对化肥减量的影响。在表10中,子样本1的回归结果表明,未托管农户假如接受半托管,则化肥减量概率会上升24.2%;子样本2的回归结果表明,未进行托管的农户假如接受全托管,则化肥减量会上升27.1%;子样本3的回归结果表明,采纳半托管农户若接受全托管,则化肥减量概率会上升13.7%。由上述3个子样本回归结果可知,全托管和半托管的化肥减量效果均要显著高于自主施肥的农户,同时,相较于半托管,全托管的化肥减量效果更为显著。原因在于,与半托管服务相比,全托管服务双方能够构建起风险共担、互惠共赢的利益联结机制,服务商为了获取更高收益,会进行更精准的施肥作业以提高农业产出并降低生产成本,从而更有助于实现化肥减量,假设6得证。

表10 纵向分工效率模式下化肥减量平均处理效应

样本组别	组别	托管特征	处理组	控制组	ATT
子样本1	处理组	半托管	0.457	0.215	0.242***
	控制组	未托管			
子样本2	处理组	全托管	0.532	0.262	0.271***
	控制组	未托管			
子样本3	处理组	全托管	0.515	0.379	0.137**
	控制组	半托管			

六、结论与建议

本文基于山东省和河南省772份农户的调研数据,在利用PSM模型解决了“内生性”和“自选择”问题的基础上,估计了施肥托管服务对化肥减量的作用效果,并从专业化分工视角分析了施肥托管服务对化肥减量的影响。得出如下研究结论:第一,施肥托管服务有助于农户在玉米生产中实现化肥减量,通过内生性检验和双边缩尾处理后,上述基准结论依旧稳健可靠。第二,施肥托管服务对农户化肥减量的影响具有异质性效果,从经营规模角度看,施肥托管服务能够有效促进小规模农户进行化肥减量,而对大规模农户的化肥减量影响没有通过显著性检验;从兼业化程度角

度看,施肥托管服务均能促进低、高兼业程度农户实行化肥减量,但对高兼业程度农户的作用效果更为明显;从村集体监督角度看,施肥托管服务能够有效促使有村集体监督农户减少化肥施用量,但对无村集体监督农户化肥减量的作用效果并不显著。第三,从横向分工视角来看,形成横向连片规模后能够有效发挥出同区域内统一作业的优势,从而强化了施肥托管服务的化肥减量效果;从纵向分工视角来看,相较于半托管,全托管模式的纵向协同程度更为深化,对农户化肥减量具有更明显的促进作用。

根据上述研究结论,本文得到以下政策启示:第一,鉴于施肥托管服务的化肥减量效应,政府应进一步加大对托管服务的宣传与推广力度,引导更多小农户参与到生产托管中,推动小农户与现代农业的有机衔接,从而协助小农户利用现代农业生产方式实现化肥减量。同时也要加大对托管服务商采购绿色农机及绿色农资的补贴力度,从而将绿色生产要素引入生产托管服务中,激励托管服务商提供农业绿色生产服务。第二,应进一步完善土地流转市场,建立规范的土地流转交易平台,促进作物集中连片种植,同时也可通过开展与周边农户合作的方式进行统一生产,提高模向分工水平,强化托管服务对化肥减量的正向促进作用。第三,逐步推进全托管以增强纵向协同分工。应发挥财政资金引导作用支持全托管服务的发展,如可进一步畅通向全托管经营主体供应优质化肥等农资的配送渠道,提高购置农用机械设备的补贴力度。同时,农业生产的高风险性使得全托管经营主体承受更大风险,因此需推进农业保险制度改革,探索制定面向全托管经营主体的更为优惠的保险条款。另外,应加大对购买全托管服务农户的补贴,从而降低农户购买服务的成本,调动其采纳全托管服务的积极性。第四,鉴于施肥托管服务对兼业化程度较高和经营规模较小农户的化肥减量效果更好,且未来一段时期内农户兼业化趋势仍十分明显,小农户仍是我国粮食种植的重要主体,因此生产托管服务的开展需更多面向该类农户群体,应提高他们对生产托管的认知水平,并适当将优惠政策向该类农户群体倾斜。另外,也应进一步强化村集体在生产托管作业中的监督作用,从而确保服务质量。

参考文献:

[1]陈萌山,秦朗,程广燕. 践行大食物观:中国食物系统转型的挑战、目标与路径[J]. 农业经济问题,2023(5):4 – 10.

[2]ERISMAN J W, SUTTON M A, GALLOWAY J, et al. How a century of ammonia synthesis changed the world[J]. Nature Geoscience, 2008(10):636 – 639.

[3]李昊,陈南旭. 多维视角下农户施肥行为的理论逻辑与经验探索[J]. 华中农业大学学报(社会科学版),2023(1):93 – 105.

[4]刘浩,吕杰. 粮食种植户化肥减量的嵌入逻辑:结构嵌入还是关系嵌入? [J]. 世界农业,2023(4):111 – 124.

[5]赵昶,孔祥智,仇焕广. 农业经营规模扩大有助于化肥减量吗——基于全国 1274 个家庭农场的计量分析[J]. 农业技术经济,2021(4):110 – 121.

[6]WANG X, CHEN Y, SUI P, et al. Preliminary analysis on economic and environmental consequences of grain production on different farm sizes in North China Plain[J]. Agricultural Systems, 2017(153):181 – 189.

[7]王卫卫,张应良. 规模分化视角下农户有机肥替代化肥意愿及行为分析——基于川渝柑橘主产区果农调查数据的实证[J]. 中国农业资源与区划,2022(4):46 – 57.

[8]谷彬. 农村土地流转综合评估与区域分析[J]. 统计研究,2017(1):102 – 107.

[9]孔祥智,张琛. 新中国成立以来农业农村包容性发展:基于机会平等的视角[J]. 中国人民大学学报,2019(5):27 – 38.

[10]芦千文,苑鹏. 农业生产托管与稳固中国粮食安全战略根基[J]. 南京农业大学学报(社会科学版),2021(3):

58 - 67.
[11]朱俊峰,邓远远. 农业生产绿色转型:生成逻辑、困境与可行路径[J]. 经济体制改革,2022(3):84 - 89.
[12]吕杰,薛莹,韩晓燕. 风险规避、关系网络与农业生产托管服务选择偏向——基于有限理性假设的分析[J]. 农村经济,2020(3):118 - 126.
[13]韩青,刘起林,孟婷. 农业生产托管薄弱环节补贴能否提高农户全程托管意愿? ——以农业病虫害防治补贴为例[J]. 华中农业大学学报(社会科学版),2021(2):71 - 79.
[14]张瑞娟,宦梅丽. 农业生产托管:模式、成效及启示——来自黑龙江省兰西县的经验[J]. 重庆社会科学,2020(10):5 - 17.
[15]姜长云,李俊茹,赵炜科. 农业生产托管服务的组织形式、实践探索与制度创新——以黑龙江省 LX 县为例[J]. 改革,2021(8):103 - 115.
[16]杜洪燕,陈俊红,李芸. 推动小农户与现代农业有机衔接的农业生产托管组织方式和利益联结机制[J]. 农村经济,2021(1):31 - 38.
[17]张安然,李谷成,罗斯炫,等. 农业生产托管的增产效应研究——基于湖北省水稻种植户的调查数据[J/OL]. 农业技术经济,2022:1 - 19[2022 - 10 - 21]. https://doi. org/10. 13246/j. cnki. jae. 20220905. 001. html.
[18]李琪,李凯. 病虫害防治托管对技术效率的影响——基于横向分工与纵向协同视角[J]. 资源科学,2022(10):1964 - 1979.
[19]曹铁毅,周佳宁,邹伟. 土地托管与化肥减量化:作用机制与实证检验[J]. 干旱区资源与环境,2022(6):34 - 40.
[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(1):150 - 159.
[21]杨高第,张露. 农业生产性服务对农户耕地质量保护行为的影响——来自江汉平原水稻主产区的证据[J]. 自然资源学报,2022(7):1848 - 1864.
[22]谢琳,廖佳华,李尚蒲. 服务外包有助于化肥减量吗? ——来自荟萃分析的证据[J]. 南方经济,2020(9):26 - 38.
[23]王常伟,顾海英. 市场 VS 政府,什么力量影响了我国菜农农药用量的选择? [J]. 管理世界,2013(11):50 - 66,187 - 188.
[24]ZHANG C, HU R, SHI G, et al. Overuse or underuse? An observation of pesticide use in China[J]. Science of the Total Environment, 2015(538):1 - 6.
[25]齐鹏. 我国农业数据跨境传输规制标准构建[J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版),2023(3):152 - 160.
[26]朱建军,徐宣国,郑军. 农机社会化服务的化肥减量效应及作用路径研究——基于 CRHPS 数据[J]. 农业技术经济,2023(4):64 - 76.
[27]梁志会,张露,张俊飚. 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.
[28]温映雪,刘伟平. 资产专用性与交易频率对农户林业生产环节外包决策的影响[J]. 东南学术,2021(6):196 - 205.
[29]孙小燕,韩培培,刘小瑜. 土地托管与兼业农户粗放种粮的缓解机制及效果检验[J]. 中国人口·资源与环境,2021(6):135 - 146.
[30]杨万江,李琪. 稻农化肥减量施用行为的影响因素[J]. 华南农业大学学报(社会科学版),2017(3):58 - 66.
[31]吴重庆. 超越"空心化":内发型发展视角下的县域城乡流动[J]. 南京农业大学学报(社会科学版),2021(6):91 - 100.
[32]张仁慧,朱玲,赵凯. 邻里效应对农户粮食生产托管的影响——基于河南省周口市 617 户小麦种植户的经验证据[J]. 经济与管理研究,2023(5):75 - 92.
[33]郑旭媛,张晓燕,林庆林,等. 施肥外包服务对兼业农户化肥投入减量化的影响[J]. 农业技术经济,2023(4):35 - 51.

[34]武舜臣,钱煜昊,于海龙. 农户参与模式与农业规模经营稳定性——基于土地规模经营与服务规模经营的比较[J]. 经济与管理,2021(1):30 - 35.
[35]詹绍菓,宦梅丽. 农业社会化服务、作物结构趋粮化与化肥减量施用[J]. 农村经济,2023(5):96 - 105.
[36]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.
[37]杨宇,李容,吴明凤. 土地细碎化对农户购买农机作业服务的约束路径分析[J]. 农业技术经济,2018(10):17 - 25.
[38]吴明凤,李容,杨宇. 土地细碎化背景下地块生产趋同对农户购置农机的影响[J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版),2017(2):113 - 122.
[39]郭清卉,李世平,南灵. 环境素养视角下的农户亲环境行为[J]. 资源科学,2020(5):856 - 869.
[40]李松泽,王颜齐. 农户异质性影响金融机构农地抵押贷款供给吗? ——基于农户家庭土地禀赋特征的分析[J]. 中国土地科学,2020(9):67 - 76.
[41]谭永风,陆迁,张淑霞. 契约农业能否促进养殖户绿色生产转型[J]. 农业技术经济,2022(7):16 - 33.
[42]杨志海. 生产环节外包改善了农户福利吗? ——来自长江流域水稻种植农户的证据[J]. 中国农村经济,2019(4):73 - 91.

Impact of Fertilization Custody Services on Fertilizer Reduction

XIA Xian-li, CUI Min

(*College of Economics and Management*, *Northwest A&F University*, *Yangling* 712100, *China*)

Abstract: Based on 772 survey data from farmers in Shandong and Henan provinces, this article analyzes the effect and heterogeneity characteristics of fertilization and trusteeship services on fertilizer reduction, and the impact of fertilization and trusteeship services on fertilizer reduction from a professional division of labor perspective. The research results indicate that fertilization hosting services can help achieve fertilizer reduction in agricultural production; Heterogeneity testing shows that in the group of farmers with higher part-time employment, smaller business scale, and village collective supervision, the effect of fertilization trusteeship services on fertilizer reduction is more significant; From the perspective of horizontal division of labor, the improvement of horizontal division of labor can strengthen the promoting effect of fertilization custody services on fertilizer reduction; From the perspective of vertical division of labor, compared to semi trust, the fully trust model with a deeper degree of vertical collaboration has a more significant effect on fertilizer reduction. Therefore, further efforts should be made to promote and subsidize custody services to assist small farmers in utilizing modern agricultural production methods to achieve fertilizer reduction. At the same time, it is necessary to improve the level of horizontal division of labor, promote a continuous specialized production pattern, and strengthen the guidance role of financial funds and improve the insurance system to support the development of "full custody".

Key Words: fertilization hosting service; chemical fertilizer reduction; horizontal division of labor; vertical division of labor