



柴镇镇, 吕杰, 薛莹. 耕地细碎化对农户化肥减量施用的影响机制——基于生产环节外包的调节效应[J]. 中国农业大学学报, 2024, 29(11): 311-328.
CHAI Zhenzhen, LV Jie, XUE Ying. Mechanisms of the influence of land fragmentation on fertilizer application reduction: Based on the moderating effect of outsourcing agricultural production[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2024, 29(11): 311-328.
DOI: 10.11841/j.issn.1007-4333.2024.11.29

耕地细碎化对农户化肥减量施用的影响机制 ——基于生产环节外包的调节效应

柴镇镇 吕杰 薛莹*

(沈阳农业大学 经济管理学院, 辽宁 沈阳 110866)

摘要 为助力农业可持续发展,解决我国化肥施用量居高不下的问题,根据目前耕地细碎化的现状,聚焦于化肥减量施用目标,基于农户行为理论,探究耕地细碎化、生产环节外包对农户化肥减量施用的调节机理,构建“耕地细碎化-生产环节外包-化肥减量施用”理论框架,并利用东北三省875份玉米种植户的调研数据进行实证检验。结果表明:耕地细碎化抑制了农户化肥减量施用;生产环节外包会促进农户化肥减量施用,并在耕地细碎化影响化肥施用量过程中发挥调节作用,能够削弱耕地细碎化的影响。施肥环节外包与非施肥环节外包均具有此效应;非施肥环节外包对不同农户的调节效应是稳健的,且施肥环节外包的调节效应对兼业程度较高、有转入土地的农户影响更显著。基于此,本研究提出如下建议:完善土地流转制度,鼓励农户土地整合、连片生产,改善耕地细碎化程度;鼓励技术创新,提升服务主体服务水平,规范施肥标准;鼓励农户采用先进科学技术,提高农业投入品生产效率。

关键词 耕地细碎化; 生产环节外包; 化肥减量施用; 施肥环节外包; 东北三省

中图分类号 F323.3

文章编号 1007-4333(2024)11-0311-18

文献标志码 A

Mechanisms of the influence of land fragmentation on fertilizer application reduction: Based on the moderating effect of outsourcing agricultural production

CHAI Zhenzhen, LV Jie, XUE Ying*

(College of Economics and Management, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China)

Abstract In order to promote the sustainable development of agriculture and solve the problem of high application of fertilizers in China, according to the current situation of land fragmentation and focusing on the goal of reducing the application of fertilizers, this study explore the regulation mechanism of land fragmentation and outsourcing agricultural production on fertilizer application reduction based on the theory of farmers' behavior. A theoretical framework of "land fragmentation-outsourcing agricultural production-fertilizer application reduction" is constructed, and the 875 corn farmers' research data in the three northeastern provinces are used to test the theoretical framework. The results show that: Land fragmentation inhibits farmers' fertilizer application reduction; outsourcing agricultural production promotes farmers' fertilizer application reduction. It plays a moderating role in the process of land fragmentation affecting fertilizer application and able to weaken the impact of land fragmentation. Fertilizer outsourcing

收稿日期: 2024-05-21

基金项目: 国家自然科学基金项目(72103143, 72373101); 国家社科重大项目(22&ZD083); 辽宁省社会科学规划基金项目(L22AGL017); 辽宁省哲学社会科学青年人才培养对象委托课题项目(2022LSQNREWTKT-51)

第一作者: 柴镇镇(ORCID: 0009-0004-9579-7151), 博士研究生, E-mail: czz@stu.syau.edu.cn

通讯作者: 薛莹(ORCID: 0009-0007-2390-7173), 讲师, 主要从事农业经济管理研究, E-mail: xueying@syau.edu.cn

and non-fertilizer outsourcing have this effect; The moderating effect of non-fertilizer outsourcing on different farmers is robust, and the moderating effect of fertilizer outsourcing is more significant for farmers with a higher degree of part-time employment and with transferred land. Based on this, this study puts forward the following recommendations: Improving the land transfer system, encouraging farmers to integrate land and continuous production to improve the degree of land fragmentation; encouraging technological innovation, improving the service level of the service main body, and standardizing the standard of fertilizer application; encouraging farmers to adopt advanced science and technology and improving the efficiency of the production of agricultural inputs.

Keywords land fragmentation; outsourcing agricultural production; fertilizer application reduction; fertilization outsourcing; the three provinces of Northeast China

在保障粮食安全的背景下,我国愈加重视农业生态环境问题,不断加强对田间土壤环境的保护力度,以促进农业可持续发展。化肥施用量从1978年的884万t增加至2015年的5 416万t,施用总量是世界平均用量的3.4倍^[1]。农业农村部2015年2月印发的《到2020年化肥使用量零增长行动方案》^[2]中指出,我国化肥施用强度高、施肥不均衡问题突出,农作物化肥折纯施用量达到328.5 kg/hm²,远高于世界120 kg/hm²的水平^[3],需要依靠科技进步、依托新型农业经营主体等专业服务组织,转变已有施肥方式,推进科学施肥,从而促进粮食增产、农民增收和生态环境安全。至2020年底,我国顺利实现了化肥零增长目标,以农业专业服务组织为主体的科学施肥技术推广取得初步成效,水稻、玉米和小麦三大粮食作物的化肥利用率达到了40.2%,仍低于世界平均水平约10~20个百分点^[4]。不同经营主体施肥不均衡问题依然突出,化肥减量化工作需要进一步推进。为持续推动农业生产方式绿色转型,力争到2025年化肥利用率再提高3%,2022年11月农业农村部推出《到2025年化肥减量化行动方案》^[5],提出要以不牺牲产量为前提,将不合理的化肥用量减下来,倡导“一减三提”策略,持续推进机械施肥,促进施肥精准化、专业化。2022年全国农用化肥施用量5 079.2万t,化肥平均施用强度为298.8 kg/hm²^[6],东北三省为229.67 kg/hm²,依然高于国际施肥上限225 kg/hm²^[7],化肥减量进入关键阶段。在农业农村部2017年发布的《东北黑土地保护规划纲要(2017—2020年)》^[8]中指出,到2030年,要将耕地面积集中连片、整体推进,持续改善黑土区生态环境。因此,克服耕地细碎化现状,协助服务组织普及专业施肥方式,成为当前促进化肥减量增效,推动农业绿色发展取得新突破的重要内容。

耕地细碎化已然成为研究化肥减量的焦点,耕地细碎化程度越高,农户单位面积化肥施用量越多^[9]。地块分散增加了劳动力地块间往返的时间成本^[10],地块边界和田埂数量增多,浪费了耕地有效面积^[11],狭小的地块面积无法分摊农业机械等生产要素的固定投入,阻碍了规模经济的实现^[12]。因此,已有研究建议鼓励农户土地流转来实现规模经济,然而,化肥施用量与土地经营规模呈U型变化趋势^[13-14],随着经营规模的扩大,农户合理施肥行为的概率有所增加,而化肥过量施用的现象并未改善^[15]。当前我国土地流转市场并没有显著改变国内耕地的细碎化问题^[16],交易费用也远大于交换带来的规模收益^[17]。生产环节外包是指在整地、播种施肥、打药、收割的产中环节,以机械作业的方式,优化了劳动力配置,促进农业劳动力向非农行业转移,增加农户收入^[16],并通过集中机械和技术支持,提高了作业效率,采取高效化肥施用方式,降低化肥成本^[12]。生产环节外包的出现,以不改变经营权及集中服务的模式,将分散的土地集约化管理,降低了农业生产的耕地细碎化程度,提升了农户规模化生产的优势。因此,生产环节外包为由于耕地细碎化,导致化肥过度施用的困境提供新的有效解决路径。

已有研究从化肥的价格与质量、农产品的价格、其他生产资料价格、政策支持等外部因素和农户个体特征、认知程度、家庭禀赋等内部因素来探索对农户化肥减量施用的影响^[18-19]。土地禀赋中农户的经营面积、土壤质量、农田便利程度、耕地细碎化程度等因素,都会显著影响农户化肥减量施用^[20]。但由于受到研究视角、样本数据等方面的局限,对耕地细碎化程度的作用效果研究并未达成一致。一方面,有研究认为耕地细碎化能促进农业生

产多元化,降低自然灾害的连带影响,并可以分散农业劳动时间,提高劳动配置效率,促进农户增收,缓解农户施肥增产的压力^[14];另一方面,有研究指出地块分散增加了生产成本和时间成本,降低生产效率,阻碍了规模经济效益的实现,进而抑制农户化肥减量施用^[6,18]。此外,虽然规模经营的化肥减量逻辑受到普遍的重视,但少有研究注意到生产环节外包中施肥环节与非施肥环节外包在耕地细碎化影响下对化肥施用行为的作用差异。已有文献往往对耕地细碎化、生产环节外包与农户化肥减量施用的单一影响关系进行研究,鲜有将耕地细碎化和生产环节外包纳入到同一框架中来考虑二者相互作用对农户化肥减量施用的影响。因此,本研究拟基于农户行为理论,构建“耕地细碎化-生产环节外包-化肥减量施用”理论框架,分析耕地细碎化、生产环节外包对农户化肥减量施用的影响,探究生产环节外包在其中的调节效应及影响机制。具体探讨耕地细碎化是否会抑制农户化肥减量施用以及生产环节外包对农户化肥减施的影响路径是否受到施肥环节外包和非施肥环节外包的双重影响,进一步探究生产环节外包能否缓解耕地细碎化带来的消极影响,从而促进农户化肥减量施用行为。在此利用 2023 年本课题组在东北三省调研获取的 875 份有效样本,进行验证,以期为东北黑土地进一步加快发展农业生产环节外包服务,制定多样的、灵活的、有效的化肥减施政策提供理论依据。

1 理论分析与研究假说

1.1 耕地细碎化对农户化肥减量施用的影响

我国的土地分配制度以公平为导向,充分考虑地权均等、土壤肥力、生产便利等因素,使得农户经营地块分散、种植作物多样化,出现了严重的耕地细碎化问题^[21]。耕地细碎化对农户化肥减量施用的抑制影响路径主要有:一是影响农户的生产成本,分块管理的农业生产方式,造成了人工等生产资料投入在地块间运输的浪费,造成规模不经济^[22],由于非农工资上涨,农户生产过程中不愿意增加劳动力投入,便会选择粗放式经营,一次性多施肥^[12],进而抑制农户化肥减量施用^[23];二是影响农户的施肥方式,土地零散、面积小等耕地细碎化特征增加了机械作业难度和损耗^[24],农户无法采用先进施肥技术^[18],抑制化肥利用效率的提高,不利

于农户化肥减量施用。农户作为理性经济人,不会根据耕地细碎化程度直接决定化肥施用量,而是基于当前耕地细碎化现状,对农业生产所需的时间等生产资料成本和预期收益进行比较,重新优化要素配置来追求利润最大化。如果保持其他投入不变的情况下,同等规模下,地块数越多,耕地细碎化程度越大,农业收入可能越低。在化肥的边际产量 >0 的情况下,农户为了稳定产量和收入,并不会选择化肥减量施用。因此,耕地细碎化使资源配置效率低下,隐性成本增加,降低利润,农户为了弥补损失,会选择增加化肥投入,稳定产量。故提出:

假说 1:耕地细碎化会抑制农户化肥减量施用,耕地细碎化程度越低,农户化肥施用量越少。

1.2 生产环节外包对农户化肥减量施用的影响

生产环节外包,主要是指农户将生产的某个或某几个环节分别外包给其他农机专业户、种植大户、合作社或服务公司的一种行为选择^[25]。生产环节外包打破了农机具资产专用性^[24]的局限,降低了机械使用门槛,使小农户也可以获得机械技术的优势,提高了农业生产效率。基于诱致性技术变迁理论,农户早期以农业收入为主,多选择生物化肥技术来提高产量,稳定收入。随着非农就业工资上涨以及机械服务普及,农户选择生产环节外包,以机械替代劳动力,整体收入增加,放松了化肥施用的依赖^[26]。具体来说,生产环节外包对农户化肥减量施用有两方面的影响:一是施肥环节外包以专业的施肥方式和规范的作业标准,精准施肥,提升化肥施用效率,减少化肥损耗,直接减少化肥施用量^[27];二是非施肥环节外包的发展带动了少耕免耕播种、秸秆还田等保护性耕作技术的应用,通过增加土壤有机质,改善土壤结构,提升土壤质量,增强土壤吸收能力,进而提高化肥利用率,间接减少化肥施用量^[28]。除此之外,生产环节外包服务主体绿色生产带动效应日益凸显,服务主体有较强的化肥甄别能力和用量把控能力,为了提升自身的声誉与竞争优势,选择自发化肥减量、宣传绿色种植理念,化解农户化肥用量越多产量越高的误区,鼓励农户化肥减量施用^[27]。由此判断,生产环节外包通过改善施肥方式,提高土壤环境的方式,促进农户化肥减量施用。据此,提出:

假说 2:生产环节外包可以促进农户化肥减量施用,且通过施肥环节外包与非施肥环节外包双重

降低农户化肥施用量。

1.3 耕地细碎化、生产环节外包对农户化肥减量施用的影响

农户化肥减量施用会面临耕地细碎化的约束,耕地细碎化程度的增加会抑制农户化肥减量施用的概率,而生产环节外包的参与,对耕地细碎化带来的化肥施用压力具有一定的缓解作用。一方面,生产环节外包可以解决耕地细碎化带来的成本问题:生产环节外包以机械替代劳动力的方式,规避了分散经营造成的人工成本增加问题^[29],推动农业劳动力向非农行业转移,促进农户增收,进而减轻了农户为追求产出而多施肥的压力^[30]。农户参与生产环节外包,减少了化肥等生产资料在地块间的运输浪费,降低了化肥需求量,可以减少化肥成本。另一方面,生产环节外包可以解决耕地细碎化带来的规模不经济问题:单纯依靠土地流转实现规模经

济,促进农户化肥减量施用的进程缓慢^[27],生产环节外包以连片生产的方式,有效解决地块集中但经营权分散的耕地细碎化问题,以服务规模经营的方式,为农业规模化生产提供了新的途径。此外,由于不可忽视的交易成本,服务主体会更愿意在同一区域内尽可能增加服务农户数量,扩大服务区域,集中服务^[16]。由服务主体统一规划生产,不仅有助于提高农业机械利用率,还可以优化化肥投入配置,提升化肥施用效率,进而减少农户化肥施用量。因此,推测生产环节外包可以有效缓解耕地细碎化抑制化肥减量施用的问题,对推动农业可持续发展具有重要作用。故提出:

假说3:生产环节外包在耕地细碎化与化肥减量施用之间具有调节效应,且施肥环节外包与非施肥环节外包调节效应显著。

基于上述分析,构建理论分析框架如图1所示。

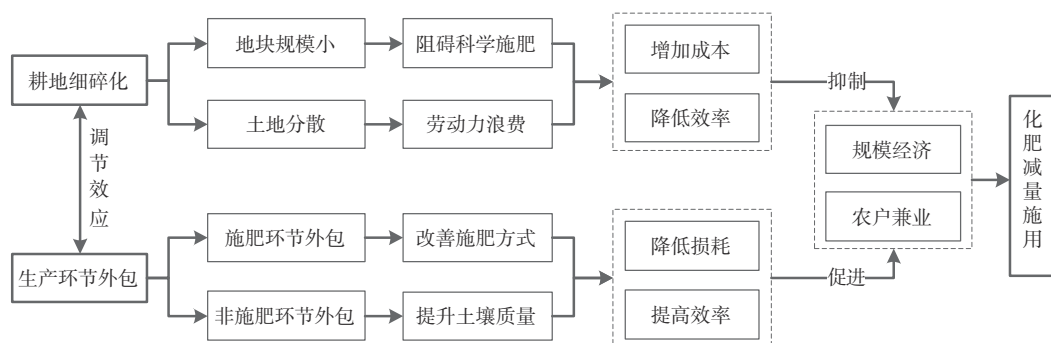


图1 耕地细碎化、生产环节外包对农户化肥减量施用的影响机理

Fig. 1 Influence mechanism of land fragmentation and production process outsourcing on the reduction of fertilizer application by farmers

2 数据、变量与模型

2.1 数据来源

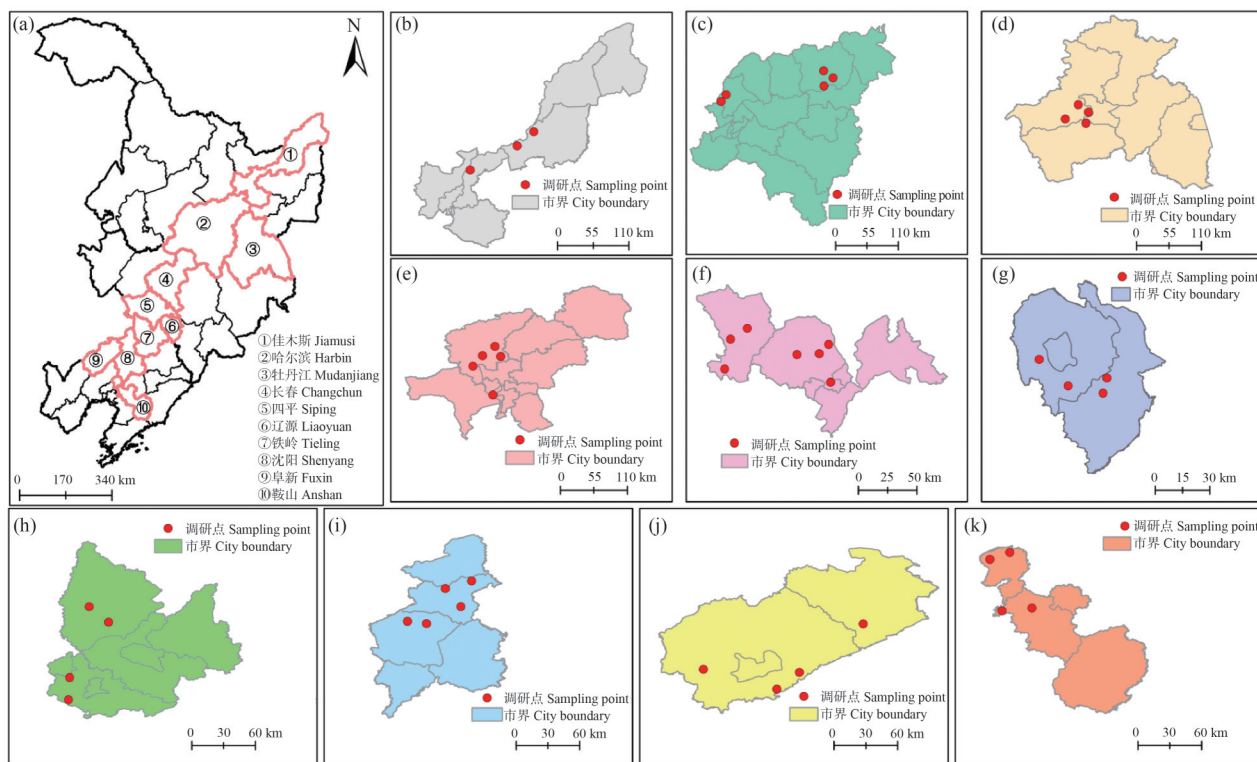
我国东北黑土地总面积109万 km^2 ,其中典型黑土地耕地面积1 853.33万 hm^2 ,粮食调出量占全国的1/3,被誉为粮食生产的“稳压器”和“压舱石”,为保障我国粮食安全发挥了重大作用^[31]。2023年东北三省粮食播种面积为2 414.71万 hm^2 ,总产量为14 538.1万t,平均产量为6 544.17 kg/hm^2 ,对比全国单位面积平均产量5 845.3 kg/hm^2 ,东北三省粮食产量相对较高^[32]。但因东北三省长期粗放式耕作,区域黑土地出现了不同程度退化,直接影响到粮食产量的稳定。因此,有必要针对东北三省黑土

地农户化肥减量施用展开研究。

本课题组采用多阶段抽样方法选取样本,先后于2018年和2023年在东北三省进行调研。具体为:第1阶段,综合考虑种植方式、经济发展状况、地形地貌等因素,选取调研地级市;第2阶段,课题组根据各市区内农业生产的经营规模、农业机械化水平等情况进行分析,在各市选取2~3个县区;第3阶段,在乡镇选取方面,与相关工作人员确定玉米种植农户数量和化肥施用行为的基本情况,选取具体村镇。调研采取问卷调查的形式,主要访问内容包括玉米生产农户的个体特征、家庭特征、农业生产经营情况、社会交往情况等方面。2018年调研团队最终选取地点为辽宁省铁岭市2镇,吉林省四平市

3 镇,长春市 3 镇,黑龙江省哈尔滨市 2 镇,齐齐哈尔市 3 镇,绥化市 2 镇,在此选取与本研究相关的 741 份数据。2023 年团队将调研地点最终确定在辽宁省沈阳市 5 镇,铁岭市 4 镇,阜新市 4 镇,鞍山市

4 镇,吉林省长春市 6 镇,四平市 7 镇,辽源市 4 镇,和黑龙江哈尔滨 5 镇,佳木斯 3 镇,牡丹江市 4 镇,在此选取与本研究相关问卷 875 份。2023 年调研样本分布图见图 2。



图(b)~(k)分别为图(a)中①~⑩区域的放大图。

Figs (b) to (k) are the magnification of the regions ① to ⑩ in Fig. (a), respectively.

图 2 2023 年东北三省样本分布图

Fig. 2 Sample distribution diagram in the three provinces of Northeast China in 2023

2.2 变量选取

2.2.1 被解释变量

本研究主要探究玉米种植农户化肥减量施用情况,选择化肥施用量作为被解释变量,考虑到不同地区化肥价格存在差异,可能会对化肥施用量的测度准确性造成偏差,故在此采用农户实际单位面积化肥投入量进行测度^[22],单位为 kg/hm^2 ,具体包括播种施肥和追肥 2 个环节的施用量。

2.2.2 核心变量

已有研究多采用地块数量^[33]、平均地块面积^[34]、辛普森指数^[3]等来衡量耕地细碎化,本研究参照罗必良等^[29]的研究,选取采用单位面积地块数量,即每 hm^2 地块数来代表耕地细碎化程度,地块数量越多,耕地细碎化程度越大。

2.2.3 调节变量

农户参与生产环节外包情况,选择农户是否参与任一生产环节外包来衡量。根据调研情况,东北三省农业生产施肥与播种同时进行,因此采用播种环节是否外包来表示施肥环节是否外包。由于本研究采用的是截面数据,考虑到部分非施肥环节外包发生在施肥环节之后,并不会对农户当年的施肥决策造成影响,故在此重点研究施肥前环节外包,即整地环节是否外包。3 个变量值均为 0 或 1。

2.2.4 控制变量

为避免因遗漏变量而导致的模型估计偏误,本研究控制变量选取农户的个体特征,如性别、年龄、健康状况、受教育年限、风险偏好、参与农业技术培训情况^[35-37];家庭特征,如农业劳动力人数、农业收

入占总收入的比重、家里拥有农用固定资产的种类数^[38];农业生产特征,如耕地离家最远距离、近3年是否发生自然灾害、是否有高标准农田建设^[39]。其中,风险偏好程度问题的设置参考吕杰等^[35]的文章中抛硬币的游戏。具体变量定义、测度与描述性统计如表1所示。

表1 变量定义、测度与描述性统计分析
Table 1 Variable definition, measurement and descriptive statistical analysis

类型 Type	变量 Variable	变量测度 Variable measurement	均值 Mean	标准差 SD
被解释变量 Dependent variable	化肥施用量	单位面积化肥投入量, kg/hm ²	929.63	319.65
核心变量 Kernel variable	耕地细碎化	单位面积地块数量, 块/hm ²	3.52	2.82
调节变量 Moderator variable	任一生产环节外包	农户是否参与 1=是; 0=否	0.805	0.397
	施肥环节外包	整地环节是否外包 1=是; 0=否	0.598	0.491
	非施肥环节外包	播种环节是否外包 1=是; 0=否	0.486	0.5
控制变量 Control variable	户主性别	1=男; 0=女	0.95	0.211
	户主年龄	户主实际年龄, 岁	57.679	10.015
	户主健康状况	1=非常差; 2=差; 3=一般; 4=好; 5=非常好	3.941	1.088
	户主受教育年限	户主实际受教育年限, 年	7.92	2.866
	风险偏好	以抛硬币游戏为依据, 选 A=1 为偏好风险; B=0, 为规避风险	1.526	2.146
	参与农业技术培训情况	1=是; 0=否	0.288	0.453
	从事农业劳动人数	家中参与农业生产的人数, 人	2.111	0.884
	农业收入所占比例	农业收入/总收入	0.610	0.258
	拥有固定资产种类	家里拥有农用固定资产的种类数	1.353	1.879
	近3年自然灾害发生情况	1=是; 0=否	0.834	0.372
	耕地离家最远距离	最远地块离家距离, 公里	1.924	1.965
	是否有高标准农田建设	1=是; 0=否	0.208	0.406

2.3 描述性分析

本部分主要对样本农户特征、耕地细碎化、生产环节外包和农户化肥施用量情况的统计特征分析,并采用2018年团队在东北三省的调研数据进行对比,分析农户经营耕地细碎化、参与生产环节外包和化肥施用量的变动情况。

2.3.1 样本农户特征

表2为2018年和2023年各基本信息特征样本农户所占比例情况。可见:2年样本农户个人特征分布情况较相似,绝大多数户主为男性、年龄在

35岁以上,主要集中在50~65岁,受教育程度为初中以下,健康状况较好,风险偏好程度较低,参与过农业技术培训的农户比例较低。其中,吉林省2023年农户参与农业技术培训所占比例为31.29%,三省最高。

2.3.2 耕地细碎化、生产环节外包情况

表3为2018年和2023年东北三省调研样本农户耕地细碎化、生产环节外包情况。可见:2年数据对比,东北三省样本农户的户均规模增加,户均地块数增加约2块,平均单位面积地块数增加约1块,

表 2 2018 年与 2023 年东北三省样本农户基本信息									
Table 2 Basic information of sample farmers in the three provinces of Northeast China in 2018 and 2023									%
变量 Variable	类别 Category	所占比例 Proportion							
		辽宁 Liaoning		吉林 Jilin		黑龙江 Heilongjiang		总体 Total	
		2018 年	2023 年	2018 年	2023 年	2018 年	2023 年	2018 年	2023 年
性别 Sex	男	90.38	95.27	93.37	95.16	98.91	95.77	95.01	95.31
	女	9.62	4.73	6.63	4.84	1.09	4.23	4.99	4.69
年龄 Age	[18, 35)	2.88	1.42	2.76	0.97	5.45	2.11	3.78	1.37
	[35, 50)	31.73	20.33	19.34	16.13	35.64	16.90	27.13	18.29
	[50, 65)	40.38	48.94	54.70	59.03	47.64	61.27	50.07	54.51
	[65, 88)	25.00	29.31	23.20	23.87	11.27	19.72	19.03	25.83
受教育年限 Education	[0, 6]	41.35	30.02	48.90	45.48	50.18	37.32	48.31	36.69
	[7, 9]	51.92	54.37	41.44	39.35	44.36	58.45	43.99	49.71
	[10, 12]	4.81	11.11	9.12	11.29	5.45	4.23	7.15	10.06
	[13, 16]	1.92	4.26	0.55	3.87	0.00	0.00	0.54	3.43
健康状况 Health	非常差	0.96	2.13	1.10	3.87	0.73	2.11	0.94	2.74
	差	6.73	9.69	9.39	12.26	7.64	7.04	8.37	10.17
	一般	12.50	16.78	12.15	12.26	9.82	17.61	11.34	15.31
	好	45.19	34.28	53.31	29.35	60.36	42.25	54.79	33.83
	非常好	34.62	37.12	24.03	42.26	21.45	30.99	24.56	37.94
风险偏好 Risk appetite	0	72.12	60.28	73.76	65.48	69.45	59.86	71.93	62.06
	1	1.92	4.26	3.59	3.87	2.91	2.82	3.10	3.89
	2	2.88	3.55	1.10	5.16	3.27	3.52	2.16	4.11
	3	4.81	4.96	0.55	1.61	2.18	3.52	1.75	3.54
	4	0.00	2.13	1.38	1.94	2.55	2.82	1.62	2.17
	5	18.27	24.82	19.61	21.94	19.64	27.46	19.43	24.23
农业技术培训情况 Participation in training	是	24.04	26.95	9.94	31.29	14.91	28.87	13.77	28.80
	否	75.96	73.05	90.06	68.71	85.09	71.13	86.23	71.20

参与生产环节外包比例减少,参与施肥环节外包比例普遍低于参与非施肥环节外包比例。其中:辽宁省 2023 年样本农户的户均规模比 2018 年增加近 2.46 hm²,户均地块数、平均单位面积地块块数均增加,参与生产环节外包、施肥环节外包、非施肥环节外包比例均有所增加;吉林省 2023 年户均规模比 2018 年增加近 2.33 hm²,户均地块数、平均单位面

积地块数同样明显增加,参与生产环节外包比例、参与施肥环节外包比例和参与非施肥环节外包比例均有所降低;黑龙江省户均规模 2 年均在 3 hm²以上,户均地块数比其他两省多,平均单位面积地块数相对较少,参与生产环节外包、施肥环节、非施肥环节的农户比例也有所增加,参与施肥环节外包的农户比例增加最明显。

表3 2018年与2023年东北三省耕地细碎化程度、生产环节外包参与情况

Table 3 Degree of land fragmentation and participation in outsourcing agricultural production in the three provinces of Northeast China in 2018 and 2023

项目 Item	变量 Variable	单位 Unit	辽宁 Liaoning		吉林 Jilin		黑龙江 Heilongjiang		总体 Total	
			2018年	2023年	2018年	2023年	2018年	2023年	2018年	2023年
	户均规模	hm ²	1.77	4.23	1.83	4.16	5.48	5.59	3.18	4.43
耕地细碎化程度 Degree of land fragmentation	户均地块数	块	3.91	7.15	4.38	8.46	8.41	8.46	5.81	7.83
	平均单位面积地 块数	块/hm ²	2.76	3.39	2.745	4.095	1.92	2.63	2.45	3.53
生产环节外包参 与情况 Participation in outsourcing agricultural production	任一生产环节参与 外包	%	77.88	89.36	91.44	63.55	86.55	90.85	87.72	80.46
	施肥环节参与外包	%	59.62	68.09	25.97	24.84	17.09	42.25	27.4	48.57
	非施肥环节参与 外包	%	74.04	75.41	78.18	40.32	48	55.63	66.4	59.77

注：吉林省2018年样本农户中有34户选择全程托管，占当年全省样本总数的8.59%；2023年样本农户中有79户选择全程托管，占全省样本总数的18.94%。可见参与全程托管的所占比例增加，对农户参与部分环节生产外包比例可能造成影响。

Note: In 2018, 34 of the sample farmers in Jilin Province chose full custody, accounting for 8.59% of the total sample. In 2023, 79 households of the sample farmers in Jilin Province choose full custody, accounting for 18.94% of the total sample. Therefore, the increase in the proportion of full custody may have an impact on the proportion of farmers participating in outsourcing agricultural production.

2.3.3 化肥施用量情况

表4为2018年和2023年东北三省样本农户的单位面积化肥施用量情况，并采用单位面积地块数代表耕地细碎化程度，根据其数值是否大于当年总样本单位面积地块数均值分为较大、较小；根据农户任一生产环节是否参与外包、非施肥环节是否参与外包、施肥环节是否参与外包进行分组对比化肥施用量的不同。可见：五年来单位面积化肥施用量有所增加，耕地细碎化程度较大的施肥量普遍较高，但五年来与耕地细碎化程度较小的化肥施用量差距有所减少。其中：辽宁省整体化肥施用量均值五年减少约76 kg/hm²，耕地细碎化程度较大的化肥施用量比耕地细碎化较小的农户施肥量少，2023年参与施肥环节外包的农户化肥施用量比未参与农户少近43.5 kg/hm²，未参与非施肥环节外包的农户

施肥量比参与的多约55.35 kg/hm²；吉林省单位面积化肥施用量2年数据变化较小，耕地细碎化程度较大的农户化肥施用量小幅增加近28.2 kg/hm²，而耕地细碎化程度较小的农户化肥施用量减少近20 kg/hm²，在2018年末参与施肥环节外包的农户比参与农户化肥施用量多近47 kg/hm²，2023年参与施肥环节外包农户反而比未参与农户化肥施用量多近45 kg/hm²，2023年末参与非施肥环节外包的农户化肥施用量比参与农户多近28 kg/hm²左右，相较2018年差距有所减少；黑龙江省农户化肥施用量2年数据相差较大，2023年比2018年多近300 kg/hm²，黑龙江省玉米种植多为自耕自种，农户每年化肥施用量在逐年递增，2017年前后玉米价格下降，农户为了维持收益，反而会减少化肥施用量。

表 4 2018 年与 2023 年东北三省单位面积化肥施用量情况

Table 4 The average amount of fertilizer application per unit area in the three provinces of Northeast China in 2018 and 2023

kg/hm²

变量 Variable	类别 Category	辽宁 Liaoning		吉林 Jilin		黑龙江 Heilongjiang		总体 Total	
		2018 年	2023 年	2018 年	2023 年	2018 年	2023 年	2018 年	2023 年
总样本 Total sample	均值	910.65	833.70	1 024.95	1 021.50	710.25	1 014.75	892.20	929.70
耕地细碎化程度 Degree of land fragmentation	较大	911.25	839.10	1 025.85	1 054.05	760.50	1 090.80	950.55	957.45
	较小	910.35	830.10	1 024.35	1 003.80	681.90	977.10	849.90	912.15
任一生产环节参与外包 Participation in any outsourcing agricultural production	否	945.00	931.65	1 099.35	1 035.90	669.45	895.50	885.60	997.80
	是	900.90	822.15	1 018.05	1 013.25	716.55	1 026.75	893.10	913.05
施肥环节参与外包 Participation in fertilizer outsourcing	否	899.25	863.40	1 037.40	1 010.40	697.95	930.75	882.75	951.75
	是	918.45	819.90	989.70	1 055.10	770.10	1 129.50	917.10	906.30
非施肥环节参与外包 Participation in non-fertilizer outsourcing	否	949.50	875.55	1 057.20	1 032.75	688.20	918.90	833.55	966.00
	是	897.15	820.20	1 016.10	1 004.85	734.10	1 091.25	921.90	905.25

2.4 模型构建

2.4.1 基准回归模型

为了保证回归效果的准确性,将部分变量取对数形式,构建耕地细碎化、生产环节外包和化肥施用量的回归模型,具体如下:

$$\ln \text{Fer}_i = \alpha_0 + \alpha_{1i} n_i + \sum_{k=1}^j \alpha_{2k} \text{Controls}_i + \epsilon_i \quad (1)$$

$$\ln \text{Fer}_i = \alpha_0 + \alpha_{1i} \text{service}_i + \sum_{k=1}^j \alpha_{2k} \text{Controls}_i + \epsilon_i \quad (2)$$

式(1)中: $\ln \text{Fer}_i$ 为第*i*个农户的玉米单位面积化肥施用量的对数; n_i 为农户的耕地细碎化程度; Controls_i 为控制变量; α_0 为常数项, α_{1i} 、 α_{2k} 为待估计系数; ϵ_i 为随机扰动项。

式(2)中: service_i 代表农户生产环节外包参与情况,具体包括农户在任一生产环节是否参与外包、施肥环节是否参与外包、非施肥环节是否参与外包;其余变量含义同式(1)相同。

2.4.2 倾向得分匹配法

倾向得分匹配法在学术界被广泛用来解决自选择偏误问题,进行生产环节外包与化肥减量施用都属于农户的“自选择”行为,可能会导致模型中存在内生性问题,估计结果产生偏差。

$$\ln \text{Fer}_i = f(\text{Controls}_i) + \delta \text{service}_i + \epsilon_i \quad (3)$$

$$\text{ATT} = E(\ln \text{Fer}_{1i} | \text{service}_i = 1) -$$

$$E(\ln \text{Fer}_{0i} | \text{service}_i = 1) = E(\ln \text{Fer}_{1i} - \ln \text{Fer}_{0i} | \text{service}_i = 1) \quad (4)$$

式(3)中: Controls_i 为控制变量集; service_i 含义同式(2)相同,为二元变量,农户参与生产环节外包值为1,为处理组,否则为控制组;系数 δ 可以测量出参与生产环节外包带来的化肥减量施用效应; ϵ_i 为扰动项。

式(4)中:ATT为平均处理效应,由处理组和控制组的化肥施用量差异得出;其他变量与式(1)含义相同。

2.4.3 工具变量法

基准回归模型由于存在遗漏变量,“生产环节外包”可能存在内生性问题,扰动项与解释变量相关,导致估计结果不一致。在此选取同一市内其他县区的农户参与任一生产环节外包均值、施肥环节外包均值、非施肥环节外包均值作为工具变量,解决内生性问题。同一市内的生产环节外包的发展情况较为相近,可能会因为同群效应来诱导农户进行生产环节外包^[40],但不会直接影响化肥施用量。本研究采用两阶段最小二乘法,第1阶段将生产环

节外包对工具变量及控制变量回归,得到残差拟合值,第2阶段将农户化肥施用量与生产环节外包、控制变量及第一步回归得到的残差拟合值进行回归。

2.4.4 调节效应模型

为了更好地验证生产环节外包可以缓解耕地细碎化对化肥减量施用的影响,进行调节效应分析。在原有的基准回归模型基础上,加入生产环节外包和耕地细碎化的交互项,来判断生产环节外包的调节作用是否存在。

$$\ln Fer_i = \alpha_0 + \alpha_1 service_i + \alpha_2 n_i + \alpha_3 service_i \times n_i + \sum_{k=1}^j \alpha_{4k} Controls_i + \varepsilon_i \quad (5)$$

式中: n_i 为耕地细碎化程度; $service_i$ 含义同式(2)相同; $service_i \times n_i$ 为生产环节外包和耕地细碎化的交互项;其他变量含义与式(1)相同。若 α_3 显著,则说明调节效应存在。

3 实证结果与分析

本研究基于理论分析所提出的研究假说进行实证检验。首先,进行基准回归,验证耕地细碎化和生产环节外包对化肥减量施用的影响是否显著;其次,根据回归结果,进一步分析其中的影响机制,进行稳健性检验、内生性检验、调节效应检验、异质性检验。

3.1 基准回归结果

表5为耕地细碎化、生产环节外包与化肥施用量的基准回归模型的参数估计系数与标准误值。根据式(1)进行耕地细碎化与农户化肥施用量的基准回归,回归结果见表5中结果1。可以看出耕地细碎化在1%的水平上显著为正,说明耕地细碎化程度越高,农户单位面积化肥施用量越多,假说1成立,耕地细碎化会抑制农户化肥减量施用。农户经营土地分散、地块规模小的特征,增加了生产成本,为了达到预期收益,农户不会选择化肥减量施用。根据式(2)进行生产环节外包与农户化肥施用量的基准回归,具体回归结果见表5中结果2~4。其中:结果2显示农户是否参与任一生产环节外包与农户化肥施用量的基准回归结果,参与生产环节外包在1%的水平上显著为负,可以降低化肥施用量;结果3证明施肥环节外包有显著的负向影响,施肥环节外包凭借机械优势和技术规范,可以显著降低化肥施用量;结果4显示非施肥环节外包同样显著为负,

整地环节外包提升了土壤质量,农户会根据整地完成后的土壤情况决定化肥施用量,假说2成立,生产环节外包可以促进农户化肥减量施用。

同时,表5中结果1~4可证明,在控制变量中,样本农户的年龄、健康状况、受教育程度、农业收入所占比例均有显著影响,年龄、健康状况、受教育程度都显著为负,农户年龄越大、健康状况越好、受教育程度越高,单位面积化肥施用量越小,农户越会选择化肥减量施用。农业收入所占比例显著为正,农业收入所占比例越高,农户对玉米产量要求越高,不会轻易选择化肥减量施用。

3.2 稳健性检验

3.2.1 替换被解释变量

为了验证基准回归模型结果的稳健性,采用单位面积底肥施用量来替代单位面积化肥施用量,进行稳健性检验,具体为参数估计系数和标准误值为表6中的结果5~8。调研区域农户底肥施用主要是在播种环节,服务主体会同时提供播种和施肥服务,农户多在这一施肥环节外包,在追肥环节极少外包。在生产过程中,底肥的施用情况很大程度会决定产量,和后续是否需要追肥,底肥施用量同样受到耕地细碎化和生产环节外包的影响。将式(1)中单位面积化肥施用量替换为单位面积底肥施用量,得到表6中结果5,可以看出,耕地细碎化程度对单位面积底肥施用量的影响同样显著为正;根据式(2),将替换后的因变量分别与农户参与任一生产环节外包、施肥环节外包、非施肥环节外包进行基准回归得到表6中结果6~8,可见任一生产环节外包、施肥环节外包和非施肥环节外包对单位面积底肥施用量的作用也同样显著为负。因此,基准回归模型中,耕地细碎化、生产环节外包对农户化肥减量施用的影响的结果是稳健的。

3.2.2 替换核心变量

近年来,农地确权、土地流转等方式,以扩大平均地块面积和最大地块面积的方式,降低耕地细碎化程度^[41]。并考虑到农户的机械采用可能以最大地块面积为主,故在此参考徐涛等^[42]的研究,在式(1)中采用最大地块面积替换单位面积地块数量,具体实证的参数估计系数与标准误值见表6的结果9,可见最大地块面积显著为负,说明地块面积越大,单位面积化肥施用量越小,验证了耕地细碎化程度越小,化肥施用量越少的假说;另外,采用农

表 5 耕地细碎化、生产环节外包与化肥施用量的基准回归模型估计结果

Table 5 Results of benchmark regression model of land fragmentation, outsourcing agricultural production and fertilizer application

变量 Variable	结果 1 Result 1	结果 2 Result 2	结果 3 Result 3	结果 4 Result 4
耕地细碎化 Land fragmentation	0.243*** (0.063)			
任一生产环节外包 Any outsourcing agricultural production		-0.102*** (0.030)		
施肥环节外包 Fertilization outsourcing			-0.057** (0.025)	
非施肥环节外包 Non-fertilization outsourcing				-0.072*** (0.025)
性别 Sex	-0.034 (0.053)	-0.045 (0.053)	-0.044 (0.053)	-0.041 (0.053)
年龄 Age	-0.002* (0.001)	-0.002* (0.001)	-0.002* (0.001)	-0.002* (0.001)
健康状况 Health	-0.020* (0.011)	-0.026** (0.011)	-0.026** (0.011)	-0.028** (0.011)
受教育程度 Education	-0.012*** (0.004)	-0.012*** (0.004)	-0.012*** (0.004)	-0.011*** (0.004)
风险偏好 Risk appetite	0.001 (0.005)	0.000 (0.005)	-0.001 (0.005)	0.000 (0.005)
参与农业技术培训情况 Participation in training	0.051* (0.026)	0.043 (0.026)	0.044* (0.026)	0.042 (0.026)
从事农业人口数 Number of people working in agriculture	0.008 (0.013)	0.005 (0.013)	0.007 (0.013)	0.006 (0.013)
农业收入所占比例 Share of agriculture income	0.127*** (0.046)	0.089** (0.045)	0.079* (0.045)	0.076* (0.045)
拥有固定资产种类 Type of fixed assets owned	-0.002 (0.006)	-0.011* (0.007)	-0.010 (0.007)	-0.011* (0.007)
耕地离家最远距离 Furthest distance from home for land	-0.000 (0.006)	-0.001 (0.006)	-0.002 (0.006)	-0.003 (0.006)
近三年是否发生自然灾害 Occurrence of natural disasters in the last three years	0.040 (0.030)	0.044 (0.030)	0.040 (0.030)	0.043 (0.030)
是否有高标准农田建设 Availability of high-standard	-0.013 (0.029)	-0.011 (0.029)	-0.013 (0.029)	-0.014 (0.029)
常数项 Constant	4.219*** (0.129)	4.425*** (0.126)	4.378*** (0.125)	4.387*** (0.125)
调整后的 R^2 Adjusted R^2	0.048	0.045	0.037	0.040

注：结果 1~4 为耕地细碎化、生产环节外包与化肥施用量的基准回归模型实证结果。其主要区别在于核心变量的不同：结果 1~4 的核心变量分别为耕地细碎化、任一生产环节外包、施肥环节外包和非施肥环节外包。表中数值主要为基准回归结果的参数估计系数与标准误差。***、**、* 分别表示在 $P < 0.01$ 、 $P < 0.05$ 、 $P < 0.10$ 差异显著。括号内为稳健标准误。下同。

Note: Results 1 to 4 are the empirical results of the benchmark regression model of land fragmentation, outsourcing agricultural production and fertilizer application. The main difference lies in the core variables. The core variables of results 1 to 4 are fragmentation, any outsourcing agricultural production, the fertilization outsourcing and non-fertilization outsourcing, respectively. The values in this table are mainly the parameter estimation coefficient and standard error of the benchmark regression results. Significant levels are: *** $P < 0.01$, ** $P < 0.05$ and * $P < 0.10$. Robust standard errors are in parentheses. The same below.

表6 基准回归模型的稳健性检验结果

Table 6 Robustness test results of the benchmark regression model

变量 Variable	结果 5 Result 5	结果 6 Result 6	结果 7 Result 7	结果 8 Result 8	结果 9 Result 9	结果 10 Result 10
耕地细碎化 Land fragmentation	0.299*** (0.071)					
任一生产环节外包 Any outsourcing agricultural production		-0.157*** (0.033)				
施肥环节外包 Fertilization outsourcing			-0.053* (0.028)			
非施肥环节外包 Non-fertilization outsourcing				-0.078*** (0.028)		
最大地块面积 Maximum plot size					-0.043*** (0.015)	
参与外包环节数 Number of outsourced participations						-0.016* (0.008)
控制变量 Control variable	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
常数项 Constant	4.576*** (0.144)	4.850*** (0.140)	4.766*** (0.140)	4.780*** (0.140)	5.073*** (40.90)	5.067*** (40.48)
调整后的 R ² Adjusted R ²	0.041	0.046	0.025	0.029	0.041	0.035

注:结果5~8为被解释变量替换为单位面积底肥施用量后的基准回归结果。结果5~8核心变量分别为:耕地细碎化、任一生产环节外包、施肥环节外包和非施肥环节外包。结果9~10分别为最大地块面积与化肥施用量的基准回归结果和参与外包环节数与化肥施用量的基准回归结果。

Note: Results 5-8 are the benchmark regression results after the explanatory variables are replaced by the amount of base fertilizer per unit area. The specific core variables of results 5-8 are land fragmentation, any outsourcing agricultural production, fertilization outsourcing and non-fertilization outsourcing. Results 9 ~ 10 are the regression results after replacing the core variables. Result 9 is the benchmark regression result of the maximum plot area and the fertilizer application. Result 10 is the benchmark regression result of the number of outsourcing agricultural production and fertilizer application.

户参与外包环节数来代表农户参与生产环节外包情况,根据式(2)进行基准回归的参数估计系数与标准误差见表6中结果10,参与外包环节数在10%的水平上显著为负,农户参与外包环节数越多,单位面积化肥施用量越少。因此,可进一步证实,基准回归模型结果稳健,耕地细碎化可以抑制农户化肥减量施用,而生产环节外包可以促进农户化肥减量施用。

3.3 生产环节外包的内生性分析

3.3.1 倾向得分匹配检验结果

在实际调研过程中,样本农户很可能在其他特征方面存在差异,如果直接对原始样本进行估计,估计结果会受到其他因素的干扰,导致结果出现偏差。根据式(3)和(4)进行K近邻匹配、卡

尺匹配和核匹配,具体估计结果和平衡检验结果见表7和表8。

由表7可见:任一生产环节外包和非施肥环节外包的匹配结果均通过检验,T值>1.96,在95%的置信水平显著,ATT值相差不大,结果稳健;施肥环节外包K近邻匹配结果T值为1.95,在90%的置信水平上显著。

由表8可见:各变量匹配后的平衡结果,任一生产环节外包、施肥环节外包和非施肥环节外包匹配后P值均>0.05,协变量之间不存在显著差异,伪R²下降至0.1以下,LR统计量下降至20以下,均值偏差、中位数偏差下降至5.1%及以下,B值<25%。因此,匹配后样本总偏误明显降低,对照组与控制组特征相似,平衡性检验通过。

表 7 不同匹配方式下生产环节外包对化肥施用量的处理效应						
Table 7 Treatment effect of outsourcing agricultural production on fertilizer application under different matching methods						
项目 Item	匹配方式 Matching method	处理效应 Treatment effect				
		处理组 Treatment group	对照组 Control	ATT 值 ATT value	标准误 S. E.	T 值 T value
任一生产环节外包 Any outsourcing agricultural production	K 近邻匹配法	4. 747	4. 878	−0. 132	0. 043	−3. 06
	半径匹配法	4. 746	4. 869	−0. 123	0. 036	−3. 40
	核匹配法	4. 746	4. 864	−0. 117	0. 035	−3. 34
施肥环节外包 Fertilization outsourcing	K 近邻匹配法	4. 738	4. 796	−0. 058	0. 030	−1. 95
	半径匹配法	4. 738	4. 799	−0. 061	0. 027	−2. 23
	核匹配法	4. 738	4. 800	−0. 062	0. 028	−2. 26
非施肥环节外包 Non-fertilization outsourcing	K 近邻匹配法	4. 740	4. 820	−0. 082	0. 033	−2. 46
	半径匹配法	4. 740	4. 815	−0. 076	0. 030	−2. 58
	核匹配法	4. 740	4. 817	−0. 078	0. 030	−2. 61

表 8 不同匹配方式下变量整体的平衡性检验结果							
Table 8 Balance test results of the overall variables under different matching methods							
变量 Variable	不同匹配方式 Different matching methods	伪 R^2 Ps R^2	LR 统计量 LR χ^2	P 值 P -value	均值偏差 Mean bias	中位数偏差 Med bias	B 值 B -value
任一生产环节外包 Any outsourcing agricultural production	未匹配	0. 098	84. 98	0. 000	24. 2	17. 9	80. 0*
	K 近邻匹配法	0. 007	12. 56	0. 051	5. 9	6. 3	19. 1
	半径匹配法	0. 003	5. 22	0. 516	3. 4	2. 0	12. 3
	核匹配法	0. 003	5. 41	0. 493	4. 0	3. 1	12. 5
施肥环节外包 Fertilization outsourcing	未匹配	0. 187	226. 62	0. 000	35. 1	18. 1	104. 3*
	K 近邻匹配法	0. 006	7. 38	0. 832	4. 5	4. 0	18. 4
	半径匹配法	0. 002	2. 10	0. 999	2. 2	2. 0	9. 9
	核匹配法	0. 002	1. 77	1. 000	2. 0	1. 9	9. 1
非施肥环节外包 Non-fertilization outsourcing	未匹配	0. 160	188. 28	0. 000	23. 8	21. 2	98. 2*
	K 近邻匹配法	0. 004	5. 13	0. 883	3. 3	3. 4	14. 1
	半径匹配法	0. 004	5. 43	0. 861	3. 1	2. 5	14. 4
	核匹配法	0. 004	5. 60	0. 848	3. 5	2. 9	14. 6

3.3.2 工具变量检验结果

在此选取同一市内其他县区的农户参与任一生产环节外包均值、施肥环节外包均值、非施肥环节外包均值作为工具变量,分别对任一生产环节外包、施肥环节外包、非施肥环节外包 3 个变量进行检

验。具体结果为:第 1 阶段,3 个工具变量均有显著的正向影响;在第 2 阶段,任一生产环节外包、施肥环节外包、非施肥环节外包对单位面积化肥施用量有显著的负向影响。 F 统计量均在 10 以上,工具变量属于强工具变量。因此,在工具变量有效的情况

下,生产环节外包对化肥施用量具有显著的负向影响,进一步证实了基准回归中,生产环节外包可以促进农户化肥减量施用的结果。

3.4 调节效应检验

为了验证生产环节外包会缓解耕地细碎化对农户化肥减量施用的抑制作用,根据式(5),此部分引入任一生产环节外包、施肥环节外包、非施肥环节外包与耕地细碎化的交互项,进行调节效应检

验。表9中结果11~13分别加入了任一生产环节外包、施肥环节外包、非施肥环节外包与耕地细碎化的交互项后的估计系数与标准误值,可见:交互项显著为负,调节效应存在,且交互项系数与耕地细碎化的系数相反,生产环节外包可以缓解耕地细碎化带来的抑制影响,假说3成立。生产环节外包以连片作业的方式,一定程度减少了耕地细碎化造成的化肥损失,促进了农户化肥减量施用。

表9 生产环节外包在耕地细碎化对化肥施用量影响中的调节效应估计结果

Table 9 Moderating effect regression results of outsourcing agricultural production in the impact of land fragmentation on fertilizer application

变量 Variable	结果 11 Result 11	结果 12 Result 12	结果 13 Result 13
任一生产环节外包×耕地细碎化 Any outsourcing agricultural production × Land fragmentation	−0.330*** (0.124)		
施肥环节外包×耕地细碎化 Fertilization outsourcing × Land fragmentation		−0.321** (0.128)	
非施肥环节外包×耕地细碎化 Non-fertilization outsourcing × Land fragmentation			−0.406*** (0.118)

注:参考式(5),结果11~13为分别引入任一生产环节外包、施肥环节外包、非施肥环节外包等变量后,与耕地细碎化的交互作用回归检验的结果。

Note: Referring to equation (5), results 11-13 show the regression results of introducing the interaction terms between any outsourcing agricultural production, fertilization outsourcing, non-fertilization outsourcing and land fragmentation, respectively

3.5 异质性检验

生产环节外包市场的发展,不断促进农业劳动力向非农行业转移,农户随之朝着2个方向发展,一部分农户选择向非农行业转移,但依然保留土地经营权,成为兼业农户;另一部分农户是自身农业经营能力较强,不断转入土地,扩大规模,成为当地的种植大户。对于不同的农户,生产经营决策也随之具有异质性^[43],耕地细碎化、生产环节外包对农户化肥减量施用的影响也会不同。因此,本部分从兼业程度高低及是否转入土地2个方面,详细对施肥环节外包和非施肥环节外包的调节效应进行异质性分析。

根据表10异质性回归的参数估计系数及标准误结果显示,非施肥环节的调节效应在兼业程度不同、转入土地情况不同的农户中均显著,施肥环节外包的调节效应存在显著的异质性。对于兼业程度较高和未转入土地的农户,施肥环节外包的调节效应不显著。兼业程度较低的农户,家庭收入以农

业为主,对产量要求较高,不会轻易选择化肥减量施用。未转入土地的农户经营规模较小,耕地细碎化程度较大,服务主体在施肥时,虽然机械施肥会提升化肥施用效率,但依然存在地块间转换的成本损耗,且多数情况由农户承担,因此施肥环节外包并没有改善未转入土地农户的化肥施用现状。

对于兼业程度较高和有转入土地的农户,施肥环节外包的调节效应显著为负,可以缓解耕地细碎化带来的消极影响。由于非农工资与农业收入之间的不平衡,兼业程度大的农户会选择缩短从事农业劳动时间^[16],但耕地细碎化的存在造成了农户从事非农行业时间减少,整体收入减少,农户便会一次性多施肥,来避免后期追肥^[22]。农户选择施肥环节外包,只需付出极少的监工时间,解决了因耕地细碎化造成的劳动力浪费问题,加上受到服务主体对施肥决策的引导,可以有效减少化肥施用量。对于有转入土地的农户,施肥环节外包的缓解效应得到显著体现的具体原因:一是此类农户生产经营能

表 10 基于兼业程度与土地转入情况的异质性分析估计结果								
Table 10 Heterogeneity analysis regression results based on the degree of part-time employment and land transfer								
变量 Variable	兼业程度				土地转入情况			
	Degree of part-time employment				Land transfer			
	施肥环节外包		非施肥环节外包		施肥环节外包		非施肥环节外包	
	较高	较低	较高	较低	转入	未转入	转入	未转入
	结果 14	结果 15	结果 16	结果 17	结果 18	结果 19	结果 20	结果 21
施肥环节外包×耕地细碎化 Fertilization outsourcing×Land fragmentation	−0.474** (0.188)	−0.287 (0.178)			−0.512* (0.262)	−0.168 (0.163)		
非施肥环节外包×耕地细碎化 Non-fertilization outsourcing×Land fragmentation			−0.433** (0.182)	−0.447*** (0.159)			−0.621** (0.267)	−0.449*** (0.149)
样本量 Number	390	485	390	485	379	496	379	496
注：结果 14、15、18、19 分别为基于兼业程度高低和是否转入土地，对施肥环节外包的调节效应的检验结果；结果 16、17、20、21 为非施肥环节外包的调节效应检验结果。								
Note: Based on the degree of part-time employment and whether the land was transferred to the land, results 14, 15, 18 and 19 are the test results of the moderating effect of fertilization outsourcing, while results 16, 17, 20 and 21 are the test results of the moderating effect of non-fertilization outsourcing.								

力较强,家庭收入多以农业经营为主,转入土地后经营规模较大,对机械施肥量掌握较成熟,化肥施用效率较高;二是根据上文描述,转入土地的农户细碎化程度可能也会加大,化肥减量施用会更容易受到耕地细碎化的影响,生产环节外包的调节作用也会更显著。

4 结论与建议

本研究基于 2023 年东北三省 875 份玉米种植户的调研数据,详细分析了耕地细碎化和生产环节外包对农户化肥减量施用的影响及存在的机制,构建“耕地细碎化-生产环节外包-化肥减量施用”理论框架,并进行验证。主要结论如下:

- 1)耕地细碎化会抑制农户化肥减量施用,地块规模小、经营分散,增加了劳动力成本,农户无法采用先进技术施肥,化肥减量施用概率降低;
- 2)农户参与生产环节外包后,化肥施用量有所减少,施肥环节外包凭借专业的施肥技术降低了施肥损耗,非施肥环节外包以改善土壤质量的方式提升化肥利用效率,促进农户化肥减量施用,且生产环节外包以机械生产、连片服务的方式,降低劳动力成本,改善规模不经济的农业生产现状,可以有

效缓解耕地细碎化对化肥减量施用的抑制影响;

3)施肥环节外包的缓解作用存在异质性,对于兼业程度较大或者有转入土地的农户,施肥环节外包可以改善粗放生产方式,精准高效施肥,对耕地细碎化带来的消极影响的缓解作用更明显。

因此,本研究对促进农户化肥减量施用提出以下 3 点建议:1)在耕地细碎化方面,政府应鼓励和支持农业生产向规模化、集约化方向发展,可以结合当地特色,完善土地流转制度,建立土地流转交易平台,保障地权稳定,降低土地流转的交易成本,加快土地规模经营进程。同时,加快耕地整合,采取村委号召、农户自愿的形式,鼓励村组内互换并地,重新整理土地,扩大地块面积,减少地块间转换的生产成本,为先进生产技术的采用提供条件。2)在生产环节外包方面,鉴于生产环节外包对农户化肥减量施用的影响效应,在引导农户选择生产环节外包的同时,规范施肥标准,鼓励技术创新,持续推动非施肥环节外包中保护性耕作技术的应用,提升化肥利用率,提高农业生产各环节的生态价值。同时,政府应为服务主体提供专业培训与指导,发挥其示范带动效应,宣传化肥减量施用理念,同时发挥政府的引导作用,辅助服务主体和农户交易,促

进服务规模经济的实现。3)针对不同的生产主体,采取不同的宣传方式。考虑到农户兼业化趋势逐渐明显,兼业程度大、经营规模小的农户很可能成为玉米种植的重要主体,鼓励其选择生产环节外包,多施有机肥,改善化肥投入结构,注重耕地质量保护,追求长远利益;对于有转入土地的种植大户等新型农业经营主体,鼓励采用先进科学技术,将良种、良法、良制、良田、良机融合,提高农业投入品生产效率。

参考文献 References

- [1] 孙生阳, 邹一南. 互联网使用能促进化肥减量增效吗?: 基于内生转换回归模型的实证分析[J/OL]. 东岳论丛, 2024(1): 57-67
Sun S Y, Zhou Y N. Can internet use promote fertilizer reduction and efficiency?: An empirical analysis based on endogenous switching regression models[J/OL]. *Dongyue Tribune*, 2024(1): 57-67 (in Chinese)
- [2] 中华人民共和国农业农村部, 农业部关于印发《到2020年化肥使用量零增长行动方案》和《到2020年农药使用量零增长行动方案》的通知[EB/OL]. [2024-05-21]. http://www.zzys.moa.gov.cn/gzdt/201503/t20150318_6309945.htm
Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. Notice of the Ministry of Agriculture on the Issuance of the Action Plan for Zero Growth in Fertilizer Use by 2020 and the Action Plan for Zero Growth in Pesticide Use by 2020[EB/OL]. [2024-05-21]. http://www.zzys.moa.gov.cn/gzdt/201503/t20150318_6309945.htm
- [3] 蔡啸宇, 张俊彪, 王璇. 耕地细碎化、耕地质量认知与化肥施用效率: 基于湖北省水稻种植户的调查数据[J/OL]. 农业现代化研究, 2021, 42(5): 869-879
Cai X Y, Zhang J B, Wang X. Land fragmentation, cognition of land quality, and efficiency of fertilizer application: Based on a survey data of rice growers in Hubei Province [J/OL]. *Research of Agricultural Modernization*, 2021, 42(5): 869-879 (in Chinese)
- [4] 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/OL]. 农业技术经济, 2021(4): 110-121
Zhao C, Kong X Z, Qiu H G. Does the expansion of farm size contribute to the reduction of chemical fertilizers?: Empirical analysis based on 1274 family farms in China [J/OL]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2021(4): 110-121 (in Chinese)
- [5] 中华人民共和国农业农村部, 农业农村部关于印发《到2025年化肥减量化行动方案》和《到2025年化学农药减量化行动方案》的通知[EB/OL]. [2024-05-21]. https://www.moa.gov.cn/govpublic/ZZYGLS/202212/t20221201_6416398.htm
Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China, Notice of the Ministry of Agriculture and Rural Affairs on the Issuance of the Action Plan for the Reduction of Chemical Fertilizers by 2025 and the Action Plan for the Reduction of Chemical Pesticides by 2025 [EB/OL]. [2024-05-21]. https://www.moa.gov.cn/govpublic/ZZYGLS/202212/t20221201_6416398.htm
- [6] 李娜, 田云龙, 张蕾, 王胜涛, 朱昌雄, 李红娜. 中国化肥减量增效行动与技术研究[J/OL]. 农业资源与环境学报, 2024: 1-23
Li N, Tian Y L, Zhang L, Wang S T, Zhu C X, Li H N. Research on action and technology for reducing fertilizer usage and enhancing efficiency in China [J/OL]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2024: 1-23 (in Chinese)
- [7] 黄炎忠, 罗小锋. 化肥减量替代: 农户的策略选择及影响因素[J]. 华南农业大学学报: 社会科学版, 2020, 19(1): 77-87
Huang Y Z, Luo X F. Reduction and substitution of fertilizers: Farmer's technical strategy choice and influencing factors [J]. *Journal of South China Agricultural University: Social Science Edition*, 2020, 19(1): 77-87 (in Chinese)
- [8] 农业部, 国家发展改革委, 财政部, 国土资源部, 环境保护部, 水利部. 关于印发《东北黑土地保护规划纲要(2017—2030年)》的通知[EB/OL]. [2024-05-21]. https://www.moa.gov.cn/nybg/2017/dqq/201801/t20180103_6133926.htm
Ministry of Agriculture and Rural Affairs, National Development and Reform Commission, Ministry of Finance, Ministry of Land and Resources, Ministry of Ecology and Environment, Ministry of Water Resources. Notice on the issuance of Outline of the Northeast Black Soil Conservation Plan (2017-2030)[EB/OL]. [2024-05-21]. https://www.moa.gov.cn/nybg/2017/dqq/201801/t20180103_6133926.htm (in Chinese)
- [9] 史常亮, 张益, 郭焱, 朱俊峰. 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
Shi C L, Zhang Y, Guo Y, Zhu J F. The impact of land fragmentation on farmer's chemical fertilizer use efficiency [J]. *Journal of Natural Resources*, 2019, 34(12): 2687-2700 (in Chinese)
- [10] 谢花林, 欧阳振益, 陈倩茹. 耕地细碎化促进了耕地“非粮化”吗?: 基于福建丘陵区农户的微观调查[J]. 中国土地科学, 2022, 36(1): 47-56
Xie H L, Ouyang Z Y, Chen Q R. Does cultivated land fragmentation promote “Non-grain” utilization of cultivated land?: Based on a micro survey of farmers in the hilly and mountainous areas of Fujian [J]. *China Land Science*, 2022, 36(1): 47-56 (in Chinese)
- [11] 谭淑豪, 曲福田, 尼克·哈瑞柯. 土地细碎化的成因及其影响因素分析[J]. 中国农村观察, 2003(6): 24-30, 74.
Tan S H, Qu F T, Nike H. Analysis of the causes of fine land fragmentation and its influencing factors [J]. *China Rural Survey*, 2003(6): 24-30, 74 (in Chinese)
- [12] 杜丽永, 孟祥海, 沈贵银. 规模经营是否有利于农户化肥减量施用?[J/OL]. 农业现代化研究, 2022, 43(3): 475-483
Du L Y, Meng X H, Shen G Y. Does scale operation reduce farmers' fertilizer application?[J/OL]. *Research of Agricultural Modernization*, 2022, 43(3): 475-483 (in Chinese)
- [13] Sheng Y, Ding J P, Huang J K. The relationship between farm size and productivity in agriculture: Evidence from maize production in northern China [J/OL]. *American Journal of Agricultural Economics*, 2019, 101(3): 790-806
- [14] 胡新艳, 陈颜, 陈相泼. 土地经营规模与化肥减量: 来自农业龙头企业的证据[J]. 中国农业大学学报, 2023, 28(11): 219-235.
Hu X Y, Chen Y, Chen X P. Land operation scale and fertilizer reduction: Evidence from agricultural leading enterprises [J]. *Journal of China Agricultural University*, 2023, 28(11): 219-235 (in Chinese)
- [15] 张聪颖, 畅倩, 霍学喜. 适度规模经营能够降低农产品生产成本吗?: 基于陕西661个苹果户的实证检验[J/OL]. 农业技术经济, 2018(10): 26-35.
Zhang C Y, Chang Q, Huo X X. Can the moderate-scale management really reduce the production costs of agricultural products?: An empirical analysis based on 661 Shaanxi apple farmers [J/OL]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2018(10): 26-35 (in Chinese)

- [16] 夏显力, 崔民. 农业托管服务对化肥减量施用的影响[J]. 华南农业大学学报: 社会科学版, 2023, 22(6): 88-101
Xia X L, Cui M. Impact of fertilization custody services on fertilizer reduction [J]. *Journal of South China Agricultural University: Social Science Edition*, 2023, 22(6): 88-101 (in Chinese)
- [17] 卢华, 胡浩, 耿献辉. 土地细碎化、地块规模与农业生产效益: 基于江苏省调研数据的经验分析[J/OL]. 华中科技大学学报: 社会科学版, 2016, 30(4): 81-90
Lu H, Hu H, Geng X H. Land fragmentation, plot size and efficiency of agricultural production: Based on the empirical analysis of the survey data in Jiangsu. [J/OL]. *Journal of Huazhong University of Science and Technology: Social Science Edition*, 2016, 30(4): 81-90 (in Chinese)
- [18] 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/OL]. 管理世界, 2019, 35(10): 120-132
Gao J J, Peng Chao, Shi Q H. A study of high fertilizer use and fertilizer application behavior of smallholder farmers in China: Findings based on data from fixed observation sites in rural areas across China from 1995 to 2016[J/OL]. *Journal of Management World*, 2019, 35(10): 120-132 (in Chinese)
- [19] 梁志会, 张露, 张俊彪. 土地整治与化肥减量: 来自中国高标准基本农田建设政策的准自然实验证据[J]. 中国农村经济, 2021(4): 123-144
Liang Z H, Zhang L, Zhang J B. Land consolidation and fertilizer reduction: Quasi-natural experimental evidence from China's well-facilitated capital farmland construction [J]. *Chinese Rural Economy*, 2021(4): 123-144 (in Chinese)
- [20] 文高辉, 王夏琦, 胡贤辉, 夏卫生. 耕地规模、细碎化对化肥面源污染的影响[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2023, 31(7): 1081-1093
Wen G H, Wang X Y, Hu X H, Xia W S. Impact of cultivated land scale and fragmentation on chemical fertilizer non-point source pollution [J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2023, 31(7): 1081-1093 (in Chinese)
- [21] 胡贤辉, 简思琪, 何庆, 文高辉. 耕地细碎化、耕地经营规模对农户耕地利用生态效率的影响: 以常德市为例[J]. 中国土地科学, 2023, 37(4): 95-106
Hu X H, Lin S Q, He Q, Wen G H. Effects of cultivated land fragmentation and cultivated land operation scale on ecological efficiency of famers' cultivated land use: A case study of Changde City [J]. *China Land Science*, 2023, 37(4): 95-106 (in Chinese)
- [22] 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.
Zhang L, Luo B L. Agricultural chemical reduction: The logic and evidence based on farmland operation scale of households [J]. *Chinese Rural Economy*, 2020(2): 81-99 (in Chinese)
- [23] 史常亮, 李赟, 朱俊峰. 劳动力转移、化肥过度使用与面源污染[J]. 中国农业大学学报, 2016, 21(5): 169-180.
Shi C L, Li E, Zhu J F. Rural labortransfer, excessive fertilizer use and agricultural non-point source pollution [J]. *Journal of China Agricultural University*. 2016, 21(5): 169-180 (in Chinese)
- [24] 郭如良, 刘子玉, 陈江华. 农户兼业化、土地细碎化与农机社会化服务: 以江西省为例[J/OL]. 农业现代化研究, 2020, 41(1): 135-143
Guo R L, Liu Z Y, Chen J H. Part-time farming, land fragmentation, and socialized agricultural machinery services: A case study of Jiangxi Province [J]. *Research of Agricultural Modernization*, 2020, 41(1): 135-143 (in Chinese)
- [25] 畅倩. 生产环节外包对农业绿色发展的影响研究[D]. 西北农林科技大学, 2022.
Chang Q. Impact of outsourcing on agriculture green development [D]. Yangling: Northwest A&F University, 2022 (in Chinese)
- [26] 张梦玲, 陈昭玖, 翁贞林, 张予涵. 农业社会化服务对化肥减量施用的影响研究: 基于要素配置的调节效应分析[J/OL]. 农业技术经济, 2023(3): 104-123
Zhang M L, Chen Z J, Wen Z L, Zhang Y H. Research on the influence of agricultural socialized services on fertilizer reduction: Based on the regulation effect of element configuration [J/OL]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2023(3): 104-123 (in Chinese)
- [27] 杨高第, 张露, 岳梦, 张俊彪. 农业社会化服务可否促进农业减量化生产?: 基于江汉平原水稻种植农户微观调查数据的实证分析[J/OL]. 世界农业, 2020(5): 85-95
Yang G D, Zhang L, Yue M, Zhang J B. Can agricultural socialization services promote agricultural production reduction?: An empirical analysis based on micro-survey data of rice farmers in the Jiangnan Plain [J/OL]. *World Agriculture*, 2020(5): 85-95 (in Chinese)
- [28] 余志刚, 王笑田, 崔钊达, 孙子焱. 秸秆还田技术应用是否减少了化肥面源污染?[J/OL]. 农业现代化研究, 2023, 44(5): 834-844
Yu Z G, Wang X T, Cui Z D, Sun Z Y. Does the application of straw returning to field technology reduce fertilizer non-point source pollution? [J/OL]. *Research of Agricultural Modernization*, 2023, 44(5): 834-844 (in Chinese)
- [29] 罗必良, 万燕兰, 洪炜杰, 钟文晶. 土地细碎化、服务外包与农地撂荒: 基于 9 省区 2704 份农户问卷的实证分析[J/OL]. 经济纵横, 2019(7): 63-73
Luo B L, Wan Y L, Hong W J, Zhong W J. Fragmentation, service outsourcing and farmland abandonment: An empirical analysis based on questionnaires from 2704 households in 9 provinces [J/OL]. *Economic Review Journal*. 2019(7): 63-73 (in Chinese)
- [30] Liu J, Xu Q, Zhou T S. Role of mechanization: The impact of the cropland use scale on fertilizer reduction [J/OL]. *Frontiers in Environmental Science*, 2022, 10: 1053715
- [31] 刘华东. 吹响黑土地保护的法治号角[N/OL]. 光明日报, 2022-07-30: 11
Liu H D, Sounding the trumpet of the rule of law for black land protection [N/OL]. *GuangMing Daily*, 2022-07-30: 11 (in Chinese)
- [32] 国家统计局, 国家统计局关于 2023 年粮食产量数据的公告[EB/OL]. [2024-08-05]. https://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202312/t20231211_1945417.html
National Bureau of Statistics. Announcement on grain production data for 2023 [EB/OL]. [2024-08-05]. https://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202312/t20231211_1945417.html
- [33] 刘浩, 韩晓燕, 薛莹, 朴慧兰, 吕杰. 社会网络、环境素养对农户化肥过量施用行为的影响: 基于东北三省 741 个玉米种植农户的调查数据[J]. 中国农业大学学报, 2022, 27(7): 250-263
Liu H, Han X Y, Xue Y, Piao H L, Lv J. Influence of social network and environmental literacy on farmers' excessive application of chemical fertilizer: Based on survey data from maize farmers of the three provinces in Northeast China [J]. *Journal of China Agricultural University*, 2022, 27(7): 250-263. (in Chinese)
- [34] 梁志会, 张露, 张俊彪. 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
Liang Z H, Zhang L, Zhang J B. Land inward transfer, plot scale and chemical fertilizer reduction: An empirical analysis based on main rice-producing areas in Hubei Province [J]. *China Rural Survey*, 2020(5): 73-92 (in Chinese)
- [35] 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
Lv J, Xue Y, Han X Y. Risk aversion, relational networks and selection

- bias in agricultural production hosting services: An analysis based on the assumption of finite rationality[J]. *Rural Economy*, 2020(3): 118-126 (in Chinese)
- [36] 项诚, 贾相平, 黄季焜, 胡瑞法, 张福锁, 崔振岭. 农业技术培训对农户氮肥施用行为的影响: 基于山东省寿光市玉米生产的实证研究[J/OL]. 农业技术经济, 2012(9): 4-10
Xiang C, Jia X P, Huang J K, Hu R F, Zhang F S, Cui Z L. Effects of agricultural technology training on farmers' nitrogen fertilizer application behavior: An empirical study based on maize production in Shouguang City, Shandong[J/OL]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2012(9): 4-10 (in Chinese)
- [37] 郭清卉, 李昊, 李世平. 社会规范对农户化肥减量措施采纳行为的影响[J/OL]. 西北农林科技大学学报: 社会科学版, 2019, 19(3): 112-120
Guo Q H, Li H, Li S P. Research on the influence of social norms on the adoption behavior of farmers' chemical fertilizer reduction measures[J/OL]. *Journal of Northwest A&F University: Social Science Edition*, 2019, 19(3): 112-120 (in Chinese)
- [38] 张露, 杨高第, 李红莉. 小农户融入农业绿色发展: 外包服务的考察[J/OL]. 华中农业大学学报: 社会科学版, 2022(4): 53-61
Zhang L, Yang G D, Li H L. How to incorporate smallholder farmers into the green development of agriculture: An exploration based on outsourcing services [J/OL]. *Journal of Huazhong Agricultural University: Social Sciences Edition*, 2022(4): 53-61 (in Chinese)
- [39] 孙学涛, 张丽娟, 王振华. 高标准农田建设对农业生产的影响: 基于农业要素弹性与农业全要素生产率视角[J/OL]. 中国农村观察, 2023(4): 89-108
Sun X T, Zhang L J, Wang Z H. The impact of well-facilitated farmland construction on agricultural production: From the perspectives of agricultural factor elasticity and agricultural total factor productivity[J/OL]. *China Rural Survey*, 2023(4): 89-108 (in Chinese)
- [40] 陈仪静. 农业生产性服务对化肥过量施用的影响研究[D]. 江西财经大学, 2023
Cheng Y J. Impact of productive agricultural services on excessive fertilizer application [D/OL]. *Nanchang: Jiangxi University of Finance and Economics*, 2023 (in Chinese)
- [41] 朱莉芬, 李敏, 石永明. 农地确权、土地流转与农户最大地块利用效率[J]. 西部论坛, 2022, 32(6): 111-122
Zhu L F, Li M, Shi Y M. Farmland rights confirmation, land transfer and maximum land utilization efficiency of farmers [J]. *West Forum*, 2022, 32(6): 111-122 (in Chinese)
- [42] 徐涛, 赵敏娟, 乔丹, 姚柳杨, 颜俨. 农户偏好与“两型技术”补贴政策设计[J/OL]. 西北农林科技大学学报: 社会科学版, 2018, 18(4): 109-118
Xu T, Zhao M J, Qiao D, Yao L Y, Yan Y. Subsidy policy design of two oriented technology based on farmer households' preference [J/OL]. *Journal of Northwest A&F University: Social Science Edition*, 2018, 18(4): 109-118 (in Chinese)
- [43] 石志恒, 符越. 农业社会化服务组织、土地规模和农户绿色生产意愿与行为的悖离[J]. 中国农业大学学报, 2022, 27(3): 240-254
Shi Z H, Fu Y. Agricultural socialized service organization, land scale and contradiction between farmers' green production willingness and behavior[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2022, 27(3): 240-254. (in Chinese)

责任编辑: 杨爱东



第一作者简介: 柴媛媛, 中共党员, 沈阳农业大学经济管理学院博士研究生。2020年6月毕业于石家庄铁道大学电子商务专业, 获得管理学学士学位; 2023年6月毕业于山西农业大学农林经济管理专业, 获得管理学硕士学位, 期间以第一作者发表3篇学术论文, 获得2021年校级“优秀研究生”称号, 2022研究生国家奖学金。2023年9月入学沈阳农业大学经济管理学院, 加入农业农村现代化研究团队学习, 从事农业生产性服务相关的研究。自2021年始, 先后在山西、内蒙古及东北三省参加农民访问调研, 深入了解农业生产、农民生活现状, 努力提升科学研究的实用价值。



通讯作者简介: 薛莹, 中共党员, 博士, 沈阳农业大学经济管理学院讲师。2021年1月毕业于沈阳农业大学经济管理学院农林经济管理专业, 管理学学位。长期从事农村发展与农业现代化相关研究。主持国家自然科学基金项目(72103143)、辽宁省社会科学规划基金重点项目(L22AGL017)、辽宁省教育厅项目(LJKR0239)、辽宁省哲学社会科学青年人才培养对象委托项目(2022lslnrcwtk-51)。在CSSCI、SSCI、SCI等期刊上发表论文10余篇。