

推广一致性对农户绿色生产技术采纳行为的影响研究

——以测土配方施肥技术为例

李 欣^{1,2}, 李文静^{1,2}

(1. 华中农业大学 经济管理学院, 湖北 武汉 430070;
2. 湖北生态文明建设研究院, 湖北 武汉 430070)



摘 要 政府组织与市场组织协同发力能够有效引导农户采用农业绿色生产技术。基于黑龙江、湖北、广西 995 份农户调查数据, 探析推广一致性对农户测土配方施肥技术采纳行为的影响, 并从信任程度的视角解析其作用机制。研究发现: (1) 推广一致性水平对农户绿色生产技术采纳行为具有正向影响, 在通过内生性处理解决度量偏误后, 上述结论依然成立; (2) 推广一致性对农户测土配方施肥技术采纳行为的影响在不同的农户群体中具有明显的异质性。相较老年组农户, 推广一致性对年轻组农户的影响更为显著; (3) 作用机制分析发现, 在农资店和农技站都明显鼓励农户使用农业绿色生产技术, 即推广一致性水平高时, 农户对该技术信任程度更高, 促使其更倾向于采纳该技术。因此, 实现农户采纳测土配方施肥技术, 可从以下几个途径着力: 完善推广一致性机制、提高农户对农业测土配方施肥技术的信任程度, 并结合农户特性开展有效的激励措施。

关键词 推广一致性; 测土配方施肥技术; 农户采纳行为; 信任程度

中图分类号: F323.3 **文献标识码**: A **文章编号**: 1008-3456(2025)03-0067-10

DOI 编码: 10.13300/j.cnki.hnwkxb.2025.03.006

化肥在保障农作物稳定高产、提升农产品质量和解决全球饥饿危机方面发挥了重要作用。然而, 农业化肥的过度使用逐渐形成了粗放式肥料管理方式, 加剧了农业面源污染, 成为我国生态环境污染中主要的污染源之一^[1-2]。《中国统计年鉴 2023》的数据显示, 2022 年我国的农用化肥施用量约为 303.50 千克/公顷, 远高于国际公认的化肥施用环境安全上限 (225 千克/公顷)。为此, 农业农村部颁布的《到 2025 年化肥减量化行动方案》明确提出, 要加快推广施肥新技术和新产品, 促进农业生产绿色转型^[3]。然而, 中国农业生产实践中农户使用测土配方施肥技术的占比不足 30%^[4], 测土配方施肥技术面临着“推而不广”的现实困境^[5]。

目前, 学者们已从两个方面对农业绿色生产技术采纳行为进行了深入研究: 一方面, 从农业生产主体出发, 重点关注农户个体因素和家庭因素对其农业绿色生产技术采纳行为的影响。其中, 个体因素包括户主年龄、受教育程度、风险偏好、技术认知等^[6], 家庭因素包括收入、资产、劳动力等^[7]。另一方面, 从农业生产条件出发, 聚焦土地规模、政策补贴等因素对农户绿色生产技术采纳行为的影响。有研究发现, 土地经营规模、地权稳定性、土地细碎化程度等因素会改变农户生产规模经济性, 影响其农业绿色生产技术的采纳行为^[8], 而技术补贴、技术培训、社会化服务等因素可以降低农户技术采用门槛, 促进农户采纳农业绿色生产技术^[9]。

收稿日期: 2024-06-30

基金项目: 国家自然科学基金面上项目“信息不对称、技术推广服务与稻农采纳行为: 基于生物农药的理论与实证研究”(72073048);

国家自然科学基金青年项目“农户测土配方施肥技术规范使用行为的信息强化机制与应对政策研究”(72203125)。

*为通讯作者。

作为农业绿色生产技术的推广主体,农技站和农资店均通过一系列农业技术推广活动,有效促进农户采纳农业绿色生产技术,但在推广方式上存在差异。具体而言,农技站等公共农业技术部门通过开展农业绿色生产技术的宣传、培训、示范和补贴等农业技术推广活动,能有效地促进农户采纳农业绿色生产技术^[10]。农资店主要通过提高技术适用性、满足农户个性化需求;提供良好物资供应条件,确保农户正确使用;提高农技推广可得性,实现技术信息共享等方式发挥农业绿色生产推广活动作用^[11]。

尽管学术界普遍认为,农业技术推广是影响农户采纳测土配方施肥技术的重要因素,但已有研究要么将农资店、农技站等农业绿色生产技术推广主体视为一个整体,要么将农资店、农技站等农业绿色生产技术推广主体完全分开,而在现实情境中农资店、农技站既非一个整体,也非毫无联系,两者技术推广行为的一致性有可能会影响农户采纳测土配方施肥技术。尽管少部分学者已经关注到推广一致性问题^[12],但是尚未有研究探讨推广一致性对农户农业绿色生产技术采纳行为的影响,更没有深入分析推广一致性对农业绿色生产技术采纳行为的作用机制。

为此,本文利用黑龙江、湖北、广西三省(自治区)农户调查数据,试图从以下三方面对既有研究作出补充:一是将测土配方施肥技术推广主体细分为农技站和农资店,并对两者的推广一致性问题进行探讨;二是实证分析推广一致性对农户绿色生产技术采纳行为的促进作用,补充有关农户测土配方施肥技术采纳行为影响因素研究的不足;三是从信任程度视角分析推广一致性影响农户采纳测土配方施肥技术的作用机制。

一、理论分析与研究假说

1. 推广一致性对农户测土配方施肥技术采纳行为的影响

知识分工理论认为,整个社会的知识分散地掌握在每个人或每类组织手中^[13]。相较于传统技术,测土配方施肥技术具有采纳成本高和正外部性的双重特征:一是测土配方施肥技术环节较多,操作程序复杂,需要耗费一定的精力和成本;二是测土配方施肥除为作物补充养分外,还有利于保护和改善生态环境,具有正外部性特征。因此,测土配方施肥技术推广主体主要包括:以农技站为代表的公共农技推广部门,以及以农资店为代表的营利性组织。以农技站为代表政府公益性的农业技术推广主要通过集中培训和田间示范的方式,向农户推广农业绿色生产技术^[14]。相较于农技站等组织,农资店推广则更多表现为市场导向的经营性活动,与销售农资产品密切相关,注重产品销售和满足消费者的个性化需求^[15]。

推广一致性即农业技术推广一致性,指的是通过国家农业技术推广机构(农技站)与经营性农资经销组织(农资店)利用各自优势,分工协同、高效协作,开展农业技术推广工作^[16]。推广一致性对农户采纳农业绿色生产技术具有促进作用,具体表现为:一方面,农民是否通过农资店推广获取信息及其投入的努力主要取决于个人意愿,因此农资店推广在某种程度上缺乏强制性。相比之下,农技站等公共农业技术推广则采取自上而下、集中培训的方式来传播测土配方施肥技术的相关信息^[17],这种方式具有一定的外部强制力。此外,由于政府的权威性和信誉度较高,农技站等公共农技推广还享有额外的信任优势,能够有效激发农户采纳新技术的积极性,这一点是农资店推广无法比拟的。因此,公共农技推广可以在一定程度上弥补农资店推广在执行力上的不足。另一方面,农技站公共农技推广有时会出现推广内容与实际需求不符的情况^[18]。而农资店推广则能够在地理位置上更接近农户,使得农户可以根据自己的生产需要寻求建议,并通过面对面交流解决疑问,从而建立起一种更加直接有效的双向沟通机制,提高了技术推广的时效性和针对性。综上所述,在两种推广方式高度互补的情况下,公共农技推广可以增强农资店推广的约束力,同时农资店推广也能够缓解公共农技推广中出现的供需不匹配问题,共同促进测土配方施肥技术的普及。基于此,提出如下研究假设。

H₁:技术推广一致性越高,农户采纳测土配方施肥技术的概率越大。

2. 推广一致性通过信任程度影响农户测土配方施肥技术采纳行为的作用机制

一致性理论认为,推广和应用新技术或产品时,多个技术推广或供给主体的态度和行为一致性会对技术采纳个体是否接受新技术或产品产生影响^[19]。理论上,推广一致性对农户测土配方施肥技术采纳行为的诱导机制包括两方面。一是直接作用机制,推广一致性可以帮助农户直接接触新技术,降低信息搜寻成本^[20];二是间接作用机制,较高的技术推广一致性能在无形中为农户树立测土配方施肥技术的“灯塔效应”,本质上是农户心理层面的一种风险分担机制^[19]。

信任是指农户相信技术推广组织或提供商推荐的技术是可靠和有效的^[21]。信任在农户技术采纳过程中发挥的作用包括两个方面。一是当农户信任技术提供者或推广者时,他们更可能相信所提供的技术信息是准确和可靠的^[22]。信任发生于对一种行为的规矩熟悉到不假思索时的可靠性,就农户技术采纳行为来说,信任反映出农户对于农业生产技术的选择与认可,增加了他们尝试新技术的意愿。二是信任降低农户对选择采纳技术后可能产生利益受损的风险预期^[23]。农户的技术采纳行为在长期的生产实践中,利用包括对技术推广主体的信任评估等诸多决策信息,通过选择规避潜在风险和实现损失最小化的一种理性行为。当农技站和农资店的推广工作高度一致时,会增强农户对测土配方施肥技术的信任程度,进而会表现出较高的测土配方施肥技术采用概率。基于此,本提出如下研究假设。

H₂:技术推广一致性越高,农户的信任程度越高,从而促进其采纳测土配方施肥技术。

二、数据来源、变量设置与模型设定

1. 数据来源

本文所用数据来源于课题组在2023年7—8月对黑龙江、湖北和广西三省(自治区)的农户开展的农业生产情况“一对一”入户问卷调查。选取上述样本的主要原因在于:第一,三省(自治区)都是中国重要的粮食主产区。2022年,黑龙江、湖北和广西稻谷产量分别占全国的13.69%、8.85%和4.78%。第二,测土配方施肥技术推广开展效果较好。根据《国家质量兴农战略规划(2018—2022年)》和农业农村部种植管理司公布的第一批全国测土配方施肥示范县名单可知,上述省份的较多县市均被列为开展农作物测土配方施肥的示范县。样本选择过程如下:首先,随机抽取绥化市北林区、庆安县、枣阳市、南漳县、仙桃市、潜江市、全州县、灵川县8个县(市、区)作为样本;其次,根据每个县(市、区)农业农村局提供的信息,随机选取3个样本乡镇;再次,在每个乡镇随机抽取2~4个样本村庄;最后,每个村庄随机抽取10~15个样本农户家庭。

本次问卷内容涵盖农户的基本信息、农业生产条件、信任水平及测土配方施肥技术的应用情况。共发放并回收了1073份问卷,在排除了部分存在数据缺失或异常的样本之后,最终确定了995份有效问卷,有效率达到了92.73%。

2. 变量设置

(1)被解释变量。本文的因变量为农户测土配方施肥技术采纳行为。根据《农业部关于深入推进科学施肥工作的意见》,测土配方施肥技术涵盖测土、配方、配肥、供应以及施肥指导五个环节。结合该技术的实际推广应用现状,本文借鉴余威震等的做法^[24],将农户采纳测土配方施肥技术取值为1。反之,则为0。统计结果显示,黑龙江、湖北和广西的样本农户对测土配方施肥技术的采纳率分别为37.05%、31.01%和28.57%。

(2)核心解释变量:推广一致性水平。借鉴何楠等对协同行为形成的研究^[12],本文将农技推广一致性划分为高协同、较高协同、中等协同、低协同、逆协同等5个程度。参照Goldenberg等的分类思路^[25],本文利用问题项“在推广测土配方施肥技术时,农技站是否明显鼓励您使用该技术?农资店是否明显鼓励您使用该技术?”进行测度,选项设为“明显鼓励使用、仅是介绍推荐、评价不好”,变量取值为“1~5”。若农技站与农资店均“明显鼓励使用”,定义为高一致,取值为5;若农技站与农资店之中,一个“明显鼓励使用”,而另一个“仅是推荐介绍”,定义为较高一致,取值为4;若农技站与农资店

均“仅是推荐介绍”,定义为中等一致,取值为3;若农技站与农资店之中,一个“评价不好”,而另一个“明显鼓励使用”或“仅是推荐介绍”时,定义为低一致,取值为2;若农技站与农资店均“评价不好”,定义为逆一致,取值为1。

(3)中介变量。信任程度是推广一致性作用于农户测土配方施肥技术采纳行为的作用路径。信任主体对未知的产品或技术的信任源自其对熟知的事物、人或组织的信任^[26]。参照王全忠等的研究^[14],利用题项是否信任“测土配方施肥技术、农技站推广活动、农资店推广活动、农技站技术评价以及农资店技术评价”等5个问题测量信任。以上测量指标的选项均为“完全不同意”“较不同意”“一般”“比较同意”“完全同意”,依次分别赋值为1~5。以上题目的均值分别为3.578、3.366、3.151、3.570和3.350。

(4)控制变量。参考已有研究^[27-29],本文控制了其他影响农户农业绿色生产技术采纳的因素,包括户主年龄、性别、受教育年限、户主健康、农业劳动力、家庭总收入、种植经验、种植规模、土壤肥力、灌溉条件、交通条件、市场距离、社会网络和邻居行为。关于地区变量,设置黑龙江、湖北、广西三省(自治区)地区虚拟变量。

变量含义与描述性统计见表1。由表1可知,样本农户中,采纳测土配方施肥技术的农户占比约为31.9%。

表1 变量含义与描述性统计

变量分类	变量	变量含义和赋值	均值	标准差
被解释变量	测土配方施肥技术采纳行为	农户是否采纳测土配方施肥技术:是=1;否=0	0.319	0.466
核心解释变量	推广一致性水平	推广一致性水平:高=5;较高=4;中等=3;较低=2;逆=1	3.626	1.018
中介变量	信任程度	根据等加权平均计算而得	3.400	1.124
	性别	受访者性别:男=1;女=0	0.862	0.345
	年龄	户主实际年龄	56.927	10.343
	健康状况	受访者健康状况:很好=5;较好=4;一般=3;较差=2;很差=1	3.888	0.999
	受教育年限	受访者受学校正规教育年限	7.953	2.721
	种植经验	农户务农年限	36.061	13.553
	农业生产劳动力	家庭从事农业生产的劳动力数量	1.992	0.729
控制变量	家庭总收入	2022年农户家庭的总收入/万元	18.780	33.666
	种植规模	家庭经营耕地面积/亩	77.242	129.637
	土壤肥力	土壤肥沃程度:较好=3;一般=2;较差=1	2.274	0.653
	灌溉条件	灌溉条件:较好=3;一般=2;较差=1	2.295	0.763
	交通条件	家庭住处是否有水泥路:是=1;否=0	0.952	0.213
	市场距离	与最近集镇/市场距离/千米	4.405	3.186
	社会网络	手机通讯录上联系人数	139.980	233.290
	邻居行为	周围邻居使用测土配方肥情况:很多=5;很少=1	3.850	1.124
	地区虚拟变量1	湖北=1;其他=0	0.564	0.496
	地区虚拟变量2	黑龙江=1;其他=0	0.232	0.430
	地区虚拟变量3	广西=1;其他=0	0.204	0.496

3. 模型设定

参照已有研究^[23],本文构建计量经济学模型进行实证分析。考虑到因变量为二元离散变量,故本文采用Logit模型,该模型的表达式如下:

$$\ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right)=\alpha_0+\alpha_1CE_i+\alpha_2Control_i+\epsilon_i$$

(1)

式(1)中, p_i 表示第*i*个农户采纳测土配方施肥技术的概率; $1-p_i$ 表示第*i*个农户未采纳测土配方施肥技术的概率; CE_i 表示第*i*个农户描述的推广一致性的虚拟变量; $Control_i$ 表示控制变量; ϵ_i 为随机扰动项; α_1 、 α_2 为待估系数。

为进一步探讨推广一致性与农户测土配方施肥技术采纳行为之间的作用机制,本文从信任度视角进行了讨论与分析,并且预期:农技站和农资店的推广一致性越高,农户更加信任推广活动的规范性和权威性,越易对技术主体的评价形成信任,也越能信任测土配方施肥技术;相应地,农户对技术的信任程度越高,农户测土配方施肥技术采纳的可能性就越高。借鉴已有研究的中介效应检验方法^[30],首先,将中间作用机制(M)对推广一致性(CE)进行回归,以检验推广一致性对信任程度的影响;其次,将农户测土配方施肥技术采纳行为对中间作用机制(M)进行回归,以检验信任程度对农户技术采纳行为的影响。对此,构建以下方程,对可能存在的中介路径进行检验,将中介效应模型设定如下:

$$M_i=\beta_0+\beta_1CE_i+\beta_2Control_i+e_i \tag{2}$$

$$\ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right)=\gamma_0+\gamma_1CE_i+\gamma_2M+\gamma_3Control_i+\varphi_i \tag{3}$$

其中: M 为中介变量,即农户对测土配方施肥技术的信任程度, β_0 、 β_1 、 β_2 、 γ_0 、 γ_1 、 γ_2 、 γ_3 为待估系数, e_i 和 φ_i 为随机扰动项,其余变量和符号的含义与式(1)相同。

三、实证结果分析

1. 基准回归:推广一致性影响农户测土配方施肥技术采纳行为的影响

回归结果如表2所示。回归1基于Logit模型进行计算得出;回归2则采用了“OLS+稳健标准误”的方法来获得结果;回归3,则是通过加权最小二乘法(WLS)来进行估计的。回归结果表明,推广一致性与农户测土配方施肥技术采纳行为之间始终保持着显著的正相关关系。根据回归分析的结果对比显示,选取不同的控制变量并未显著改变核心变量的估计结果,这进一步支持了研究结论的稳健性。研究发现表明,推广一致性对农户采用测土配方施肥技术的行为具有明显的促进作用,意味着推广一致性水平越高,农户采纳该技术的可能性越大。

表2 推广一致性影响农户绿色生产技术采纳行为的基准回归结果						N=995
变量或指标名称	(1)Logit		(2)OLS		(3)WLS	
	系数	标准误	系数	标准误	系数	标准误
推广一致性水平	0.613***	0.082	0.123***	0.016	0.146***	0.018
户主性别	0.215	0.212	0.045	0.044	0.034	0.043
户主年龄	-0.001	0.011	-0.000	0.002	-0.000	0.002
户主健康状况	0.027	0.080	0.005	0.016	0.016	0.017
户主受教育年限	-0.010	0.028	-0.001	0.006	-0.003	0.006
种植经验	-0.005	0.008	-0.001	0.002	-0.001	0.002
农业生产劳动力	0.217**	0.108	0.042*	0.022	0.046**	0.023
家庭总收入	0.002	0.003	0.001	0.001	0.000	0.001
种植规模	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
土壤肥力	0.015	0.122	0.004	0.024	0.028	0.025
灌溉条件	0.207*	0.122	0.038*	0.024	0.037	0.024
交通条件	0.628	0.422	0.111	0.069	0.196***	0.070
市场距离	-0.043*	0.025	-0.008*	0.005	-0.005	0.005
社会网络	0.002***	0.001	0.000***	0.000	0.000***	0.000
邻居行为	0.032	0.074	0.007	0.014	0.011	0.015
地区虚拟变量:湖北	-0.301	0.731	-0.034	0.115	-0.117	0.100
地区虚拟变量:黑龙江	0.013	0.724	0.024	0.115	-0.056	0.099
地区虚拟变量:广西	-0.106	0.720	-0.007	0.115	-0.134	0.100
R^2	0.095		0.093		0.124	

注:标准误为稳健标准误,*、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平上显著。下同。

推广一致性的影响。表 2 的估计结果显示: 推广一致性对农户绿色生产技术采纳行为产生显著正向影响。从施肥技术推广体系的构建来看, 以农技站和农资店为主要推广主体, 能够有效提高稻农对测土配方施肥技术的采纳概率。这种技术推广模式的本质在于向农户精准传递科学施肥的关键要素, 包括施肥时间、用量和方式等技术参数, 从而引导农户采用科学的施肥方法。从文化传播的角度来看, 传统农耕文明的深远影响塑造了特定的文化特征, 这种特征的形成与演变是传统集体主义认知模式与现代传播技术交互作用的结果^[31]。这种文化背景下的技术推广具有显著的一致性特征, 而这种一致性恰恰能够有效促进农户对新技术的积极采纳。

就其他控制变量而言, 劳动力投入对农户绿色生产技术采纳行为存在显著的正向影响, 可能的解释是, 从事农业生产的农户中, 如果家庭从事农业生产的劳动力越多, 其更加重视农业生产方式的改变, 更加愿意引入新技术改善农业生产环境, 以提高家庭农业收入^[32]。社会网络对农户绿色生产技术采纳行为存在显著的正向影响, 社会网络是农户之间互动学习的重要平台, 借助社会互动交流技术使用心得, 不仅能有效降低农户的技术学习与使用成本, 对农户积累技术知识也具有重要影响^[33]。灌溉条件、交通条件对农户绿色生产技术采纳行为有显著的正向影响, 而市场距离对技术采纳行为有显著的负向影响。这可能是因为灌溉、交通条件越便利和市场距离越近, 农户越容易接触到测土配方施肥技术的传播与扩散, 越可能采纳测土配方施肥技术^[34]。以上变量的回归结果与已有研究结果基本一致。

2. 内生性处理: 倾向得分匹配法

推广一致性对农户绿色生产技术采纳行为有显著正向影响, 但是该结果可能受到内生性问题影响。对于本研究而言, 可能存在样本自选择问题。高推广一致性和农户测土配方施肥技术采纳之间的因果关系可能存在内生性, 即推广一致性程度高状态下的农户可能自身对新技术需求敏感。也就是说, 农户的农业绿色生产技术采纳水平是由其自身技术需求、技术偏好本身决定的, 而非由高程度的农业技术推广一致性决定的。

倾向得分匹配(PSM)是一种解决内生性问题的方法, 它通过在样本内寻找与处理组相似的控制组, 以减少或消除由于非随机分配处理变量而导致的内生性问题。由于推广一致性可能不是随机分配的, 而是受到样本本身特征的影响, 因此观察到来自于变化结果可能来自于两个方面的影响: 推广一致性和两组之间本身的特征差异。通过 PSM 方法可以在控制组中找到与处理组相似的个体进行匹配, 从而剔除特征因素对因变量的影响, 使得处理变量尽可能随机。

采用倾向得分匹配(PSM)技术进行内生性问题的检验。这一方法借鉴了孙小燕等^[35]的研究成果, 在原有的基准模型之上进行了应用, 处理推广一致性对农户测土配方施肥技术采纳行为影响的内生性。通过运用多种匹配技术后, 剩余自变量的标准化偏差显著减少, 这表明采用倾向得分匹配(PSM)方法能够有效降低处理组与控制组之间样本的标准化偏差, 从而接近随机实验的理想状态。表 3 展示了推广一致性对于农户采纳测土配方施肥技术行为影响的估计结果, 基于三种不同的匹配策略。结果显示, 在这三种匹配方式下, 推广一致性的平均处理效应均呈现出显著的正面影响, 证明了推广一致性在促进农户采纳测土配方施肥技术方面具有积极的作用。ATT 值表明, 在解决了可能存在的内生性问题后, 推广一致性显著提升了农户的农业绿色生产技术采纳行为, 假说 H₁ 得到进一步验证。

3. 稳健性检验

(1) 更换推广一致性定义方式的稳健性检验。参考已有相关农业技术推广研究^[36], 本文利用问题项“农技站是否向您宣传介绍配方肥的有用性? 农资店是否向您宣传介绍使用配方肥的有用性”测

表 3 推广一致性对农户绿色农业生产技术采纳行为影响的平均处理效应

匹配方法		近邻 匹配	卡尺 匹配	核密度 匹配
ATT		0.334*** (0.029)	0.339*** (0.026)	0.334*** (0.028)
	控制变量	已控制	已控制	已控制
	共同支 处理组	642	642	642
	持域 控制组	331	331	331
剔除样 本	处理组	22	22	22
	控制组	0	0	0

度推广一致性并进行稳健性检验。进行测度,选项设为“很有用、一般、没有用”,变量取值为“1~5”。若农技站与农资店均介绍“很有用”,定义为高一致,取值为5;若农技站与农资店之中,一个“很有用”,而另一个“一般”,定义为较高一致,取值为4;若农技站与农资店均介绍“一般”,定义为中等一致,取值为3;若农技站与农资店之中,一个“没有用”,而另一个“很有用”或“一般”时,定义为低一致,取值为2;若农技站与农资店均“没有用”,定义为逆一致,取值为1。表4中的回归1与回归2展示了采用不同推广一致性定义方法后所得的估计结果。研究发现,推广一致性的提升显著促进了农户采纳测土配方施肥技术的行为,其影响系数保持正值,表明了该因素正向作用的稳定性。整体而言,这些估计结果是可靠的。

(2)通过调整样本规模来检验模型的稳健性。鉴于部分受访者年龄超过70岁,在参与问卷调查时可能未能准确理解测土配方施肥技术,这可能会给估计结果带来偏差。为此,本研究选取了年龄小于70岁的受访者数据作为回归分析的基础,目的在于剔除部分可能由于身体机能减退而无法准确回答问项的高龄农户。表4中的回归3和回归4分析结果与基准估计值呈现出一致性,表明模型具有较高的稳健性。

4. 异质性分析

考虑到不同年龄段农户在认知能力上的差异,同等推广一致性水平可能会导致他们在采纳测土配方技术时表现出不同的行为。为了分析不同年龄组农户测土配方技术采纳行为的差异性,本文根据年龄将农户分为老龄组和年轻组,并进行了分组回归分析。具体地,以60岁作为划分标准,将农户分为两类:达到或超过60岁的归类为“老龄组农户”,而未满60岁的则定义为“年轻组农户”。

表5中的回归(1)和回归(2)结果显示,推广一致性水平对老龄组和年轻组农户的农业绿色生产技术采纳行为均产生了显著的正向影响,但对年轻组的边际影响更大。原因可能在于,相较于年轻组农户,老龄组农户由于长期形成的生活习惯、思维方式以及对测土配方施肥技术的陌生感,仅凭推广手段难以轻易促使他们采纳新技术。即便进行多方劝导,他们的接受意愿也可能仍然较低。一方面,老龄农户可能担心采用测土配方施肥技术会增加经济负担,或者认为自己已经习惯了现有的生产方式,没有必要去尝试新事物^[37]。另一方面,新技术的采纳通常需要一定的学习和适应过程,而老龄农户可能在这方面面临困难,缺乏足够的信心和动力去尝试新技术^[38]。因此,相较于老龄组农户,推广一致性水平对年轻组农户的影响更为显著。

5. 机制检验

前文的分析表明,推广一致性对农户采纳测土配方施肥技术具有显著的促进作用。本质上,较高的信任程度不仅表明农户对农技推广主体及其所提供的信息和服务持有高度认可,还反映了农户对新技术的有效性和适用性的信心增强。具体来说,当农户感受到推广主体之间的协作更加紧密、服务更加专业时,他们对这些推广活动的信任度也会相应提高。基于此,本文将进一步探讨信任程度在推广一致性对农户测土配方施肥技术采纳行为中的作用。

从表6中回归(1)可以看出,推广一致性越高,农户越信任测土配方施肥技术;为方便计算中介效应占总效应的比值,以上回归均采用OLS模型估计。在确定中介效应显著后,还需要计算中介作用的效应量,即中介变量在自变量和因变量之间的关系中所起的相对重要性。借鉴已有研究的中介效

表4 推广一致性对农户绿色生产技术采纳行为影响的稳健性检验

变量	替换变量		替换样本	
	(1)Logit	(2)OLS	(3)Logit	(4)OLS
推广一致性	0.629*** (0.056)	0.120*** (0.010)	0.688*** (0.082)	0.130*** (0.015)
常数项	-2.839** (0.928)	-0.063 (0.180)	-2.699** (1.004)	-0.036 (0.191)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制
观测值	995	995	897	897
R ²	0.120	0.139	0.132	0.156

表5 区分农户类型异质性分析结果

变量	回归(1)	回归(2)
	老龄组农户	年轻组农户
推广一致性水平	0.590*** (0.132)	0.690*** (0.148)
N	471	418
R ²	0.118	0.139
卡方检验	55.03***	45.94***

应占比计算方法^[30],发现信任程度中介效应占总效应的比重为0.195,表明推广一致性对农户测土配方施肥技术采纳水平的影响 19.5% 是通过信任程度变量的中介作用实现的,即推广一致性增强了农户的信任,从而促进其采纳农业绿色生产技术,假说H₂得以验证。

此外,通过运用 Bootstrap 方法来评估中介效应的重要性,具体结果见表7。在“推广一致性—信任程度—测土配方施肥技术采纳”这一路径中,发现中介效应值为0.0215,其95%置信区间为[0.0121, 0.0309],由于该区间不包括零点,表明信任度作为中介变量,在推广一致性影响农户采用测土配方施肥技术的过程中发挥了显著的正向作用。同样地,这也证实了信任度在促进农户基于推广一致性而采取特定农业实践方面具有重要的中介角色。全文结果具有稳健性。

四、结论与启示

加快先进绿色技术推广应用是推动发展农业新质生产力的重要举措,政府组织与市场组织协同发力能够有效引导农户采用测土配方施肥技术。本文以2023年黑龙江、湖北和广西三省(自治区)995户农户调查数据为基础,分析了推广一致性对农户测土配方施肥技术采纳行为的影响及作用机制。主要结论如下:(1)推广一致性正向影响农户绿色农业生产技术采纳行为。(2)推广一致性水平对农户绿色农业技术采纳行为的影响在不同的农户群体中具有异质性。进一步研究发现,相较老年组农户,推广一致性水平对年轻组农户的影响更为显著;(3)作用机制分析发现,推广一致性通过增强信任程度促进农户采纳农业绿色生产技术,且中介效应占总效应的比重为19.5%。

基于以上结论,有如下政策启示:(1)政府应加强多主体推广体系建设,发挥推广一致性对农户技术采纳行为的促进作用,为农户采纳测土配方施肥技术提供更有效的技术支持。一是既要完善公共农技推广体系,也要在实践操作方面建立交流反馈机制,以准确把握农户差异化的技术需求,从而提高技术推广的有效性;二是深入推进农资店推广带动测土配方施肥技术可持续发展。为进一步发挥农资店推广的作用,应致力于营造有利于农资店发展的环境,譬如通过设置激励措施,激发农资店在测土配方施肥技术推广中的主观能动性。三是发挥高推广一致性对农户技术采纳行为的促进作用。政府既要完善公共农技推广内容,借助公共农技推广保障技术传播效力,也要深入挖掘农资店推广的作用,不断丰富农资店推广内容,只有当农技站与农资店推广工作高度一致时,才会增强农户对测土配方施肥技术的信任程度,进而才会更倾向于采用测土配方施肥技术。(2)针对老龄农户,除了继续加强推广措施之外,还可以辅以更多的激励策略。如对测土配方施肥技术采纳者给予一定的资金补贴或优惠政策,让老龄农户看到新技术带来的实际好处。同时,还可以结合老龄农户的实际需求和兴趣点,设计更加贴近他们生活的推广活动和示范项目,让他们亲身体验到新技术的便捷和实用。(3)提高测土配方施肥技术推广服务质量,增强农户对技术的信任程度。建议各级农业技术推广机构与农资经营主体建立协作机制,充分发挥政府机构的权威性和专业机构的技术优势,共同开展农技推广服务。同时,加强市场监管,规范测土配方肥的生产流通环节,强化农资市场主体资格审查和经营行为监管,确保农资市场规范有序。通过建立严格的市场监管机制,有效消除农户对技术应用风险的顾虑,促进测土配方施肥技术在农业生产中的广泛应用。

表 6 推广一致性对农户采纳测土配方施肥技术的作用机制估计结果 N=995

变量	(1)信任程度	(2)测土配方施肥技术采纳行为
推广一致性水平	0.197*** (0.035)	0.095*** (0.014)
信任程度		0.122*** (0.012)
常数项	1.446*** (0.423)	-0.488*** (0.177)
控制变量	已控制	已控制
R ²	0.128	0.157

表 7 Bootstrap 检验结果

抽样次数	中介效应	Boot 标准误	置信区间 下限	置信区间 上限
1000	0.0215	0.0050	0.0116	0.0313
2000	0.0215	0.0051	0.0118	0.0315
5000	0.0215	0.0051	0.0121	0.0309

参 考 文 献

- [1] 罗小锋. 中国农村绿色发展问题研究[M]. 北京: 科学出版社, 2022.
- [2] MENG F, QIAO Y, WU W, et al. Environmental impacts and production performances of organic agriculture in China: a monetary valuation[J]. Journal of environmental management, 2017, 188: 49-57.
- [3] 张福锁. 测土配方施肥技术要览[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2006.
- [4] 孙杰, 周力, 应瑞瑶. 精准农业技术扩散机制与政策研究——以测土配方施肥技术为例[J]. 中国农村经济, 2019(12): 65-84.
- [5] 张馥林, 陈美球, 黄庆龙, 等. 农户绿色生产技术采纳的邻里效应分析——基于农技推广和农户认知的调节作用[J]. 中国土地科学, 2023, 37(5): 67-78.
- [6] NEZOMBA H, MTAMBANENGWE F, RURINDA J, et al. Integrated soil fertility management sequences for reducing climate risk in smallholder crop production systems in southern Africa [J]. Field crops research, 2018, 224: 102-114.
- [7] 张聪颖, 霍学喜. 劳动力转移对农户测土配方施肥技术选择的影响[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2018(3): 65-72.
- [8] 冯晓龙, 仇焕广, 刘明月. 不同规模视角下产出风险对农户技术采用的影响——以苹果种植户测土配方施肥技术为例[J]. 农业技术经济, 2018(11): 120-131.
- [9] 孙杰, 周力, 应瑞瑶. 供需视角下化肥减量增效技术扩散机制研究[J]. 农业技术经济, 2024(2): 19-35.
- [10] 张馥林, 陈美球, 刘桃菊. 政府推广、社会网络与农户测土配方施肥技术采纳行为[J]. 中国农业资源与区划, 2024, 45(5): 133-143.
- [11] 王思琪, 陈美球, 彭欣欣, 等. 农户分化对环境友好型技术采纳影响的实证研究——基于554户农户对测土配方施肥技术应用的调研[J]. 中国农业大学学报, 2018, 23(6): 187-196.
- [12] 何楠, 李佳音, 张亚琼. 多元主体水环境治理协同行为形成的路径研究[J]. 干旱区资源与环境, 2023, 37(6): 56-63.
- [13] BECKER M C, COHENDET P, LLERENA P. Division of labor and division of knowledge: why the nature of the causality matters for the evolutionary theory of the firm [M]//CANTNER U, MALERBA F. Innovation, industrial dynamics and structural transformation. Berlin: Springer, 2007.
- [14] 张振, 高鸣, 苗海民. 农户测土配方施肥技术采纳差异性及其机理[J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版), 2020, 20(2): 120-128.
- [15] 高杨, 赵端阳, 于丽丽. 家庭农场绿色防控技术政策偏好与补偿意愿[J]. 资源科学, 2019, 41(10): 1837-1848.
- [16] 王航, 于湘莉, 杜清清, 等. 农技推广一致性机制分析与涉农高校实践探索[J]. 科技管理研究, 2023, 43(9): 90-94.
- [17] 马千惠, 郑少锋. 信息获取渠道对农户绿色防控技术采纳行为的影响[J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版), 2023, 23(3): 109-119.
- [18] 耿宇宁, 郑少锋, 陆迁. 经济激励、社会网络对农户绿色防控技术采纳行为的影响——来自陕西猕猴桃主产区的证据[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2017(6): 59-69.
- [19] 张哲晰, 潘彪, 高鸣, 等. 农业社会化服务: 衔接赋能抑或歧视挤出[J]. 农业技术经济, 2023(5): 129-144.
- [20] 李博伟, 徐翔. 社会网络、信息流动与农民采用新技术——格兰诺维特“弱关系假设”的再检验[J]. 农业技术经济, 2017(12): 98-109.
- [21] 王全忠, 田中宝, 潘锦云, 等. 信任能否促进农户选择病虫害统一防治服务?[J]. 中国农村观察, 2022(4): 115-133.
- [22] 杨兴杰, 齐振宏, 杨彩艳. 公共农技推广与数字农技服务促进了农户采纳稻虾共作模式吗[J]. 农业技术经济, 2024(6): 107-123.
- [23] 鄧建功, 颜廷武. 技术感知、风险规避与农户秸秆还田技术采纳行为——基于对鄂皖冀3省1490个农户的调查[J]. 干旱区资源与环境, 2021(11): 74-80.
- [24] 余威震, 罗小锋, 黄炎忠, 等. 服务供给对稻农测土配方施肥技术采纳行为的影响研究[J]. 长江流域资源与环境, 2021, 30(2): 484-492.
- [25] GOLDENBERG J, MULLER L E. Talk of the network: a complex systems look at the underlying process of word-of-mouth[J]. Marketing letters, 2001, 12(3): 211-223.
- [26] 房莉杰. 制度信任的形成过程——以新型农村合作医疗制度为例[J]. 社会学研究, 2009(2): 130-148, 245.
- [27] 张复宏, 宋晓丽, 霍明. 果农对过量施肥的认知与测土配方施肥技术采纳行为的影响因素分析——基于山东省9个县(区、市)苹果种植户的调查[J]. 中国农村观察, 2017(3): 117-130.
- [28] 李莎莎, 朱一鸣. 农户持续性使用测土配方肥行为分析——以11省2172个农户调研数据为例[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2016(4): 53-58.
- [29] 周曙东, 李幸子. 农户特征、外部环境与科学施肥[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2021, 20(1): 51-58.
- [30] 江艇. 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J]. 中国工业经济, 2022(5): 100-120.
- [31] 康婷, 穆月英. 产销信息不对称对农户过量施肥行为的影响[J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版), 2020, 20(2): 111-119.
- [32] 董恺, 穆月英. 节水技术采纳、价值感知对农户收入的影响[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2024(1): 100-110.
- [33] 杨志海. 老龄化、社会网络与农户绿色生产技术采纳行为——来自长江流域六省农户数据的验证[J]. 中国农村观察, 2018(4):

44-58.

- [34] SERRANO V, FISCHER T. Consistency innovation in ubiquitous systems [J]. Journal of intelligent manufacturing, 2007, 18: 599-615.
- [35] 孙小燕, 刘雍. 土地托管能否带动农户绿色生产?[J]. 中国农村经济, 2019(10): 60-80.
- [36] HUANG Y, LI Z, LUO X, et al. Biopesticide extension and rice farmers' adoption behavior: a survey from rural China [J]. Environmental science and pollution research, 2022(34): 51744-51757.
- [37] 闫阿倩, 罗小锋, 黄炎忠, 等. 基于老龄化背景下的绿色生产技术推广研究——以生物农药与测土配方肥为例[J]. 中国农业资源与区划, 2021, 42(3): 110-118.
- [38] 温赛赛, 李俊杰, 肖琴, 等. 老龄化、子代联系与农业绿色生产技术采纳——来自中国黄河流域的调研证据[J]. 干旱区资源与环境, 2024, 38(12): 80-91.

The Impact of Extension Consistency on Farmers' Adoption of Green Production Technologies

——A Case Study of Testing Soil Formula and Fertilization Technology

LI Xin, LI Wenjing

Abstract The coordinated efforts of government and market organizations can effectively guide farmers to adopt green agricultural production technologies. Based on 995 farmer survey data from Heilongjiang, Hubei and Guangxi provinces, this paper explores the impact of technology extension consistency on farmers' adoption of soil testing and formula fertilization technology, and analyzes its mechanism from the perspective of trust. The findings are as follows: 1) The level of technology extension consistency has a positive impact on farmers' adoption of green production technology. This conclusion still holds after addressing measurement errors through endogeneity treatment; 2) The impact of technology extension consistency on farmers' adoption of testing soil formula and fertilization technology has obvious heterogeneity among different farmer groups. Compared with farmers in the elderly group, the impact of technology extension consistency on young farmers is more significant; 3) The mechanism analysis reveals that when both agricultural supply stores and agricultural extension stations strongly encourage the use of green agricultural technologies—indicating a high level of promotion consistency—farmers exhibit a higher level of trust in the technology, which in turn increases their likelihood of adopting it. Therefore, improve the coordinated technology extension mechanism, enhance farmers' trust in agricultural testing soil formula and fertilization technology, and develop effective incentive measures based on farmers' characteristics, which is an effective way to enable farmers to adopt testing soil formula and fertilization technology.

Key words technology extension consistency; testing soil formula and fertilization technology; adoption behavior; trust degree

(责任编辑:金会平)