

# 种粮大户环境友好型技术选择的关联效应与决策机制 ——基于联立双变量 Probit 模型的实证分析

罗小娟<sup>a, b</sup>

(江西师范大学 a. 江西经济发展研究院; b. 财政金融学院 江西 南昌 330047)

**摘要:**近年来,鄱阳湖流域的农业面源污染呈加剧趋势,研究鄱阳湖流域种粮大户对环境友好型技术选择的关联效应与决策机制,对于促进农业绿色发展行动、实施乡村振兴战略具有重要意义。以测土配方施肥和秸秆还田技术为例,构建联立双变量 Probit 模型,对鄱阳湖流域 333 个种粮大户样本进行了实证分析。研究表明:种粮大户对测土配方施肥和秸秆还田技术两种环境友好型技术之间的选择存在显著的互补效应;相比个人特征和家庭特征变量,社会资本变量和技术信息变量对种粮大户采用环境友好型技术的影响更显著,其中拥有非农就业经历和村干部身份的种粮大户对环境友好型技术的概率会增加;容易获取农技员的技术指导服务,或者从电视、网络等渠道获取农业技术信息均对种粮大户采用环境友好型技术具有促进作用;土地经营面积对种粮大户选择测土配方施肥技术具有显著影响,但影响并非单调一致的,而是呈现显著的倒“U”型关系。为此,提出在环境友好型技术推广过程中需要考虑技术选择之间的互补性以及土地规模边界问题,同时注重利用农户间的社会关系网络,调动种粮大户在环境友好型技术推广中的示范作用,提高环境友好型技术推广政策的精准性和效率。

**关键词:**环境友好型技术;关联效应;联立双变量 Probit 模型;种粮大户

**中图分类号:** F323.22 **文献标识码:** A **文章编号:** 2095-0098(2019)04-0011-09

## 一、引言

中国农业化学品过量使用造成了诸多环境问题,主要表现在三方面:一是土壤酸化板结<sup>[1-2]</sup>。该问题在南方地区表现更为突出,酸化土壤的总面积占全国土壤面积的 22.7%<sup>[3]</sup>。土壤酸化不仅会使土壤养分流失,土壤结构变差,影响作物生长发育<sup>[4]</sup>,还会活化重金属元素,造成土壤重金属污染<sup>[5]</sup>等环境问题。二是耕地地力下降<sup>[6]</sup>。根据农业部统计显示,中国中低产田占耕地总面积的比例超过 70%<sup>[7]</sup>,耕地退化面积占耕地总面积超过 40%<sup>[8]</sup>。由于对耕地过度索取,近十多年,中国基础地力贡献率下降了 5%,基础地力对粮食产量的贡献率仅有 50% 左右,远低于欧美国家的 70~80%<sup>[9]</sup>。耕地地力下降并不是在短期内就能够修复的,因耕地地力下降造成的粮食安全隐患须引起重视。三是污染加剧<sup>[10-11]</sup>。化肥、农药用量过多,利用率过低,造成大量养分随地表径流、泥沙、淋溶等形式流失到环境中,加剧江河湖泊的富营养化问题<sup>[12]</sup>。

为了控制农业化学品的投入量,改善环境,政府推广了多项环境友好型技术,但是这些技术实际推广进

收稿日期:2018-12-01

基金项目:国家自然科学基金项目“生态敏感区新型农业经营主体环境友好型施肥技术的采纳行为与激励政策工具模拟研究”(71503113);江西省社科规划项目“科技创新引领生态文明建设的机制与评价体系研究”(18GL08);江西经济发展研究院招标课题“加快培育新型农业经营主体对策研究”;江西省社科规划一般项目(13GL42);江西省科技厅软科学项目(20141BBA10070、20141BBA10069)

作者简介:罗小娟(1984-),女,广东韶关人,博士,副教授,研究方向为资源环境经济与政策。

展缓慢。2018 年中央 1 号文件提出,要开展农业绿色发展行动,实现投入品减量化、生产清洁化、废弃物资源化。农业部印发的《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》均指出,通过施用有机肥、秸秆还田、测土配方施肥和种植绿肥等技术措施,可有效增加土壤有机质含量,平衡土壤养分,持续提升土壤肥力。上述技术和措施尽管在部分试点或示范区取得较为明显的成效,但是大面积推广应用的进展却很慢,导致其对控制农业面源污染的贡献不够显著。

根据农技推广人员分析,环境友好型技术推广进展缓慢的可能原因是环境友好型技术分散应用的节本增效效果不一定很明显,增收不多,农户也不愿意“冒险”,但多项技术“捆绑”应用的效果可能会更为显著,从而更能够吸引农户积极主动采纳环境友好型技术。所以本文试图以测土配方施肥技术和秸秆还田技术为例,分析农户在多项环境友好型技术进行不定项选择时,不同的技术选择之间是否存在互补或者替代关系?不同技术选择的影响因素是否存在差异?研究农户在不同环境友好型技术选择的关联效应以及决策机制,为农业技术精准推广、提高技术推广效率提供重要的现实参考依据。

## 二、文献综述

农户是环境友好型技术的最终采用者,现有文献对农户环境友好型技术采用的研究,主要运用二元选择模型从户主特征、家庭特征、技术认知以及政府推广等方面研究农户是否采用某种技术。有学者运用 Logit 模型研究了影响美国农户有机肥施用意愿的因素,发现农户的年龄、预期收益等因素影响显著<sup>[13]</sup>。也有学者采用 logit 模型分析了江西农户有机肥、水利建设和土壤改良等环境友好型技术采纳意愿的影响因素,发现务农劳动力数量、年龄、耕地年均收入和土地细碎化等是主要因素<sup>[14]</sup>。韩洪云和杨增旭(2011)<sup>[15]</sup>利用 Bivariate Probit 模型分析了山东农户部分采纳和完全采纳测土配方施肥技术的影响因素,发现两者存在显著差异,地块特征、施肥观念、技术获得与指导是影响农户采用该技术的重要因素。颜廷武等(2017)<sup>[16]</sup>利用安徽、山东等七省的农户调查数据构建 Logit 模型研究农户秸秆还田决策的影响机制,发现相对于个体和家庭特征,还田补贴、焚烧处罚、政策宣传等外部环境因素影响更显著。杨志海等(2015)<sup>[17]</sup>应用 Probit 模型研究湖北地区农户环境友好型技术选择行为差异的影响因素,发现农户村干部身份、信息认知以及接受的农业技术指导是影响农户采纳有机肥、测土配方、秸秆还田等技术的主要因素。李卫等(2017)<sup>[18]</sup>应用 Heckman 样本选择模型分析了黄土高原农户对秸秆还田等环境友好型技术采用行为的影响因素,发现户主受教育程度、家庭收入水平、农业收入比重、作业机械的便利性对环境友好型技术的采用具有显著影响。

以上研究从不同方面考察了影响农户环境友好型技术选择行为的因素,但至少还存在两方面不足:一是研究方法上,现有大多数研究主要应用二元选择模型分析各种因素对某项耕地质量保护技术的影响。在实际生产中,农户往往会同时选择多项耕地质量保护技术,技术选择之间可能存在联系,如褚彩虹等(2012)<sup>[19]</sup>的研究结果就表明农户在选择商品有机肥和农家肥之间会存在互补效应。若某些不能观测到的因素会同时影响农户对不同技术的选择,那么简单的二元选择模型可能会产生估计偏差,所以应用联立双变量 Probit 模型或者多变量 Probit 模型研究环境友好型技术选择的关联性具有重要的理论意义。二是研究对象上,目前学者主要关注普通小规模农户对环境友好型技术的选择行为,而极少关注种植大户的选择行为。为了增强农业农村发展新动能,近年来中央将培育新型农业经营主体上升为国家战略,很多农业优惠政策也向规模经营主体倾斜。据统计,2016 年全国规模经营农户数量超过 350 万户,经营耕地面积超过 3.5 亿多亩,接近承包耕地总面积的 1/3<sup>[20]</sup>。所以研究种粮大户环境友好型技术选择的关联效应与机制,对于保护和提升环境质量、促进农业绿色发展、实施乡村振兴战略具有十分重要的意义。

考虑到鄱阳湖是中国第一大淡水湖,鄱阳湖流域集中了江西省较大部分的农田,既是粮食主产区同时又是化肥污染、重金属污染问题较严重的区域,所以本文选取鄱阳湖流域内的种粮大户为研究对象,以测土配方施肥和秸秆还田技术为例,建立联立双变量 Probit 模型(Bivariate Probit Model)研究种粮大户耕地质量保护技术的决策行为。本研究不仅对农户环境友好型技术采用行为的研究进行了补充,还可以为大湖流域推广环境友好型农业技术、提高耕地综合生产能力、保障粮食安全、推进生态文明建设提供决策参考。

### 三、数据来源与技术选择的统计分析

#### (一) 数据来源

本文所用数据来自2016年8月~9月对江西省环鄱阳湖流域种粮大户<sup>①</sup>的抽样调查。具体而言,首先采用分层随机抽样方法,根据经济状况、耕地面积,选取了8个样本县(区),然后依据耕地面积比例为指标在每个样本县市随机选择2~4个样本乡(镇),再次在每个样本乡(镇)随机调查20个种粮大户<sup>②</sup>,进行问卷调查与访谈。该调查最终获得8个县(区)、20个乡(镇)共336户样本种粮大户,剔除信息不足及没有水稻种植的问卷后,有效问卷为333份,问卷有效率达99%。调查问卷主要涵盖种粮大户个人情况、家庭劳动力结构、收入与支出、农业生产情况以及环境友好型技术采用情况等内容。

#### (二) 种粮大户环境友好型技术采用情况

本研究中的环境友好型技术主要是以测土配方施肥和秸秆还田技术为例。其中,测土配方施肥技术是政府从2005年开始重点推广的环境友好型施肥技术,一方面可以节省肥料成本、减少肥料流失、增加作物产量,另一方面属于精细化操作管理要求较高的劳动密集型技术。秸秆还田技术是当今世界上普遍重视的一项培肥地力的增产措施,在杜绝了秸秆焚烧所造成的大气污染的同时还有增肥增产作用,而调研区域的秸秆还田一般使用机械化粉碎还田方式,其属于资本密集型技术。根据统计,样本种田大户采用测土配方施肥和秸秆还田技术分别有94户和149户,分别占总样本数量的28.23%和44.74%。

### 四、模型构建、变量设置及描述性统计分析

#### (一) 模型构建

如前文所述,种粮大户可能同时选择多种环境友好型技术,且这些技术选择之间并不互相排斥。某些不能观测的因素会同时影响农户对不同环境友好型技术的选择,若使用简单二元Probit模型对不同技术选择进行独立回归,则不同模型的误差项之间存在相关性,会造成模型估计偏差。为了避免这一问题,本研究采用联立双变量Probit模型分析种粮大户采纳两种环境友好型技术的影响因素,该模型允许不同方程的误差项之间存在相关性<sup>[21]</sup>。

联立双变量Probit模型包含多个二元被解释变量,模型具体形式如下:

$$Y_j^* = \beta_j X + \mu_j (j = 1, 2) \quad (1)$$

$$Y_j = \begin{cases} 1 & \text{如果 } Y_j^* > 0 \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad (2)$$

其中,  $\mu_j$  满足以下假设:

$$\begin{cases} E(\mu_1) = E(\mu_2) = 0 \\ \text{Var}(\mu_1) = \text{Var}(\mu_2) = 1 \\ \text{Cov}(\mu_1, \mu_2) = \rho \end{cases}$$

(1)式和(2)式中  $j=1, 2$ , 分别表示测土配方施肥和秸秆还田两种环境友好型技术;  $Y_j^*$  为无法观测的潜变量;  $Y_j$  为最终结果变量, 如果  $Y_j^* > 0$ , 则  $Y_j$  为1, 表示种粮大户选择相应的环境友好型技术;  $X$  表示影响种粮大户选择环境友好型技术的各类因素变量,  $\beta_j$  是相应变量的估计系数;  $\mu_j$  为随机扰动项, 符合均值为零, 协方差服从二元联合正态分布。  $\rho$  为  $\mu_1$  和  $\mu_2$  的相关系数, 若  $\rho$  显著, 且  $\rho > 0$ , 表明两种技术采纳间存在互补效应; 若  $\rho < 0$ , 表明两种技术采纳间存在替代效应; 若  $\rho = 0$ , 说明两种技术采纳之间不存在关系, 可分别独立估计两个方程。

#### (二) 变量设置及描述性统计分析

综合国内外相关研究成果以及农户行为理论, 本文将影响种粮大户环境友好型技术选择行为的因素归

① 注: 参照各省对种粮大户的认定标准, 本研究的种粮大户的划分标准是粮食种植面积等于或者超过50亩。

② 注: 由于每个村庄的种粮大户数量较少, 所以本次调研并未在样本乡(镇)下面抽取样本村庄, 而是直接抽取种粮大户样本。

纳为种粮大户个人特征变量、家庭特征变量、土地资源禀赋变量、社会资本变量和技术信息变量。表 1 汇总了各变量的定义、描述性统计及预期影响方向。

1. 个人特征变量。该组变量主要包括户主年龄、受教育程度和务农年限。一般来说,年龄较小的农户思维比较开阔,更容易接受新鲜事物,故预期年龄变量与采纳测土配方施肥与秸秆还田等新型环境友好型技术的关系为负。教育可以提高农户采用环境友好型农业技术的概率<sup>[22]</sup>,受教育程度越高,种粮大户接受农业新技术的能力越强。农户从事农业生产的年限越长,意味着农业经验越丰富,一方面可能更容易识别新技术的有效性和适用性,会促进环境友好型技术的采纳,但另一方面务农时限长的农户可能会更加相信和坚持自己的经验积累,反而采纳新技术的可能性变小,所以对该变量的影响无法预期。

2. 家庭特征变量。该组变量主要指家庭人口总数和家庭总收入情况。家庭总人口表征人力资源储备情况,家庭人口越多,在满足现有农业生产劳动力需求的前提下,能够将富余的劳动力资源配置在其他生产投资。测土配方施肥需要精细化管理,需要给予更多人力,故本文预期家庭人口数量与其具有正向关系。种粮大户在选择环境友好型技术时会受到家庭收入的约束。一般而言,收入较高的农户家庭,选择测土配方施肥和秸秆还田等需要投入更多资本的环境友好型技术的可能性更大。

3. 土地资源禀赋变量。该组变量主要包括土地经营规模和土地细碎化程度。学者认为,土地经营面积越大,农户选择农业新技术的可能性更大<sup>[23-24]</sup>。但刘乐等(2017)<sup>[25]</sup>研究发现土地规模与农户采纳秸秆还田技术存在倒“U”型关系,故土地经营规模的预期符号不确定。土地细碎化程度增加,精细化耕作的管理难度递增,不利于环境友好型技术的采纳。

4. 社会资本变量。社会资本有助于农户突破物质资本、人力资本以及市场信息方面的约束,是影响农户采纳农业新技术的重要因素<sup>[26]</sup>。本研究用非农就业经历和村干部身份表征农户的社会资本情况。一般而言,农村中的非农就业行为是典型的“传、帮、带”,所以具有非农就业经历的农户可能拥有更为广阔的人脉关系。而村干部不仅在技术推广中承担重要角色,具有榜样、带头作用,在村里也具有较高威望和良好的社会关系网络。所以预期非农就业经历和村干部身份对测土配方施肥和秸秆还田技术的采纳具有促进作用。

5. 技术信息变量。农业信息是影响农户采用环境友好型技术的重要因素<sup>[19][27]</sup>。若农技员在农户向其寻求农业技术指导时能够容易获得指导服务,或者农户有渠道获得准确的农业技术信息,就会提高其对环境友好型技术优点的了解与认知,故选择该技术的可能性就会更大。本文预期:如果可以容易取得农技推广人员的农业技术服务,或者可以从网络或广播等媒介中获取农业技术信息的农户,其采纳环境友好型技术的概率更大。种粮大户之间的相互模仿也是一种技术信息的传递方式,所以预期如果农户会学习其他种粮大户的新技术采纳行为,对其选择农户环境友好型技术具有促进作用。

表 1 变量的定义、描述性统计及预期影响

变量	变量定义	均值	标准差	预期影响	
				T1	T2
因变量					
测土配方施肥技术 / T1	采用测土配方施肥 = 1; 其他 = 0	0.28	0.45	/	/
秸秆还田技术 / T2	采纳秸秆还田 = 1; 其他 = 0	0.45	0.50	/	/
自变量					
个人特征变量					
年龄	1 = 31 岁及以下; 2 = 31 - 40; 3 = 41 - 50; 4 = 51 - 60; 5 = 61 及以上	3.55	0.83	-	-
受教育程度	户主受教育年限 ,单位: 年	7.20	3.20	+	+
务农年限	从事农业生产的年限 ,单位: 年	23.06	14.41	?	?
家庭特征变量					
家庭总人口	家庭人口总数 ,单位: 人	5.41	2.06	+	?
家庭总收入	家庭年收入 ,单位: 万元	38.25	52.73	+	+
土地资源禀赋变量					

变量	变量定义	均值	标准差	预期影响	
				T1	T2
土地经营规模 <sup>a</sup>	土地经营面积 单位: 亩	190.00	246.96	+	+
土地细碎化程度	经营土地的地块数 单位: 块	130.13	235.77	-	-
社会资本变量					
非农就业经历	户主是否有非农就业经历	0.58	0.49	+	+
村干部身份	户主是否村干部: 是 = 1; 否 = 0	0.03	0.16	+	+
技术信息变量					
技术信息获取	是否从各种媒介获取过农业技术信息: 1 = 是; 0 = 否	0.67	0.47	+	+
技术服务指导	能否容易获得农技员的农业技术指导 服务: 1 = 容易; 2 = 一般; 3 = 困难	1.86	0.90	-	-
模仿其他种植大户技术采纳行为	是否会模仿他种田大户应用农业新技术: 是 = 1; 否 = 0	0.86	0.35	+	+

注: 实证模型中还引入了土地经营规模的平方项以捕捉耕地面积与环境友好型技术选择的波动变化规律

## 五、模型估计与结果分析

### (一) 估计结果

本文使用 Stata15.0 统计软件对种粮大户环境友好型技术选择行为进行联立双变量 Probit 模型估计, 表 2 展示了模型的回归结果。总体而言, 模型的拟合程度较好, 本研究所关心的影响因素基本通过了显著性检验, 且系数符号与预期影响方向基本一致。具体而言, 模型的卡方值为 90.78, 且在 1% 水平上通过显著性检验, 说明两个方程的随机扰动项存在相关性。种粮大户对测土配方施肥和秸秆还田技术的选择是相互影响的, 故本研究采用联立双变量 Probit 模型是合适的。两个模型随机误差项的相关系数  $\rho$  在 5% 水平上通过了显著性检验, 且符号为正, 说明测土配方施肥和秸秆还田技术之间具有较强的互补性。

表 2 种粮大户环境友好型技术选择行为的联立双变量 Probit 模型回归结果

	测土配方施肥技术		秸秆还田技术	
	估计系数	稳健标准差	估计系数	稳健标准差
个人特征变量				
年龄	-0.059	0.102	-0.121	0.104
受教育程度	-0.018	0.026	-0.029	0.025
务农年限	-0.128	0.097	0.044	0.093
家庭特征变量				
家庭总人口	0.349 <sup>*</sup>	0.209	-0.098	0.207
家庭总收入	0.196	0.151	0.140	0.131
土地资源禀赋变量				
土地经营规模	0.893 <sup>*</sup>	0.500	0.524	0.426
土地经营规模的平方项	-0.091 <sup>*</sup>	0.054	-0.034	0.045
土地细碎化程度	-0.080	0.095	-0.085	0.101
社会资本变量				
非农就业经历	0.072	0.164	0.310 <sup>**</sup>	0.158
村干部身份	0.989 <sup>**</sup>	0.497	0.370	0.528
技术信息变量				
技术信息获取	0.148	0.170	0.418 <sup>***</sup>	0.165

	测土配方施肥技术		秸秆还田技术	
	估计系数	稳健标准差	估计系数	稳健标准差
技术服务指导	-0.206**	0.086	-0.218***	0.084
模仿其他种植大户技术采纳行为	0.477**	0.247	1.068***	0.256
常数项	-4.885**	2.187	-3.573*	1.924
观测值	333		333	
Log likelihood			-379.175	
Wald chi2			90.78***	
$\rho$			0.204**	

注: \*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5%、1% 的水平通过了显著性检验。

## (二) 估计结果分析

1. 个人特征变量。农户的个人特征变量对测土配方施肥和秸秆还田技术均没有显著影响,可能的原因是相比小规模经营的农户而言,种粮大户在做农户技术采纳决策表现得更为客观,个人的年龄、受教育水平和农业经验积累等并不是影响决策的主要因素,而社会资本变量和技术信息变量的影响作用更加突出。

2. 家庭特征变量。结果显示,家庭人口数量对选择测土配方施肥技术具有显著的促进作用,与预期相符,说明家庭人口越多、劳动力越充足,就越有利于劳动密集型环境友好型技术的采用,这与 Thangata 等 (2003)<sup>[28]</sup> 和高启杰 (2000)<sup>[29]</sup> 的研究结论一致。家庭总收入变量对两种环境友好型技术的采纳具有正向作用,与预期相符,但是影响并不显著,这表明资金约束并不是制约种粮大户采纳环境友好型技术的主要原因。可能的原因是种粮大户即使有足够的经济能力选择环境友好型技术,他们仍会综合比较投资方案的成本与收益,以做出实现自身利益最大化的理性决策。

3. 土地资源禀赋变量。土地经营规模对选择测土配方施肥技术的影响显著,但影响方向并非单调一致的,也就是说,土地经营规模的扩大并不一定导致技术采用率的上升或下降。模型结果表明,土地经营规模与采用测土配方施肥技术呈现显著的倒“U”型关系,拐点在 134 亩左右,可能的原因是随着土地经营规模的扩大,种粮大户对节本增效较快的测土配方施肥技术的采用率会增加,但是随着土地规模进一步扩大,在雇工过程中会存在较多交易成本及监督管理问题,故种粮大户对劳动力依赖性较强的测土配方施肥技术的采纳意愿逐渐下降,这与刘乐等 (2017)<sup>[25]</sup> 的研究结论相似。土地细碎化程度对测土配方施肥技术和秸秆还田技术的采用没有产生显著的影响,可能的原因是土地细碎化主要对大型机械使用的限制较大<sup>[25]</sup>,而测土配方施肥技术并不需要用地农机具,而秸秆还田也只用到了中小型农业机械,故土地细碎化对这两种环境友好型技术的采用基本不构成限制。

4. 社会资本变量。非农就业经历对秸秆还田技术的采纳具有显著的正向影响,因为非农就业经历表明农户可能具有更加广泛的人际接触机会,了解农业新技术的渠道更为广阔,而且非农就业会更新农户的知识结构和改变思想观念,对环保问题更为重视,使其更容易接受环境友好型技术。村干部身份对种田大户采纳测土配方施肥技术具有正向影响,且在 1% 水平上通过显著性检验,这一结果与秦明等 (2016)<sup>[30]</sup> 的研究结论一致。一方面,村干部在农业技术推广中担任重要的角色,尤其是测土配方施肥涉及土壤测试、配方设计等多个环节,村干部是主要参与者,所以采纳该技术的可能性更高。另一方面,Bourdieu 认为,群体中,拥有威望和声望的人可以有限占有和控制资源<sup>[31]</sup>,村干部在村里具有较高的威望和声望,可以通过更为丰富的社会资本获得更多的物质资本、人力资本以及市场信息的可得性,从而提高农户采纳农业技术的可能性<sup>[26]</sup>。

5. 技术信息变量。技术信息获取变量是影响种粮大户选择环境友好型技术的重要影响因素,该变量对两种技术选择的影响系数符号均为正,与预期相符,其中在秸秆还田方程通过显著性检验。这表明,电视、网络、手机短信和广播等是种粮大户获取新技术、新知识的重要途径,通过各种媒介对农业技术的宣传和扩散,种粮大户可以全面了解环境友好型技术的信息并掌握技术要点,提升对技术的认知程度,进而提高技术采用率。农技员的技术服务指导对测土配方施肥和秸秆还田技术等环境友好型技术的选择具有更为显著的促进

作用。这表明,如果农技员能够及时解答农户的技术疑问,向其提供农业技术指导,有助于增进种粮大户对环境友好型技术的认知和益处的了解,所以容易获得农技人员的技术指导服务可以显著提高环境友好型技术的采用率。学习和模仿其他种粮大户的技术采纳行为可以显著提升对环境友好型技术的采纳,该变量在测土配方施肥和秸秆还田技术方程均显著为正,充分说明,种粮大户是环境友好型技术推广和扩散的主力军,可以起到较明显的带头和示范作用。

## 六、结论

利用江西鄱阳湖流域 333 户种粮大户的调查数据,以测土配方施肥技术和秸秆还田技术为例,通过构建联立双变量 Probit 模型分析种粮大户选择环境友好型技术的关联效应以及影响因素,得出以下主要结论:

第一,种粮大户在测土配方施肥与秸秆还田技术之间的选择行为存在较强的互补效应,即选择测土配方施肥技术的种粮大户,选择秸秆还田技术的可能性更大,反之亦然。

第二,相比个人特征和家庭特征变量而言,社会资本变量和技术信息变量对种粮大户采用环境友好型技术的影响更显著。具体而言,拥有非农就业经历和村干部身份的种粮大户采纳环境友好型技术的可能性更大;容易获取农技员的技术指导服务,或者从电视、网络等渠道获取农业技术信息均对种粮大户采用环境友好型技术具有促进作用。

第三,土地经营面积对种粮大户选择环境友好型技术具有显著、但并非单调一致的影响。具体而言,土地经营规模与采用测土配方施肥技术呈现显著的倒“U”型关系,拐点在 134 亩左右。这与测土配方施肥技术对精细化管理的要求有关。

本文研究结论的政策启示如下:第一,在环境友好型技术推广中利用技术选择之间的互补性,对互补技术进行捆绑宣传推介,一方面可以根据种粮大户技术采用现状,精准筛选互补技术的重点培训对象以提高技术使用率,另一方面,相比技术分散推广,捆绑推广有助于提升环境友好型技术对种粮大户的吸引力,比如测土配方施肥技术亩均节本增效 50 元,秸秆还田技术亩均节本增效 30 元,若同时采用这两种技术,50 亩的种粮大户就可以节本增效 4000 元。第二,开通多样化的农业技术信息传递渠道,注重加强种粮大户对环境保护政策的认知和理解。通过组织农业技术讲座、培训和田间示范等形式,充分结合电视、广播、两微一端等媒介,组织种粮大户进行集中技术培训并加强技术宣传力度。因地制宜开展形式多样的生态保护宣传教育和政策解读宣讲,切实提高种粮大户对生态保护政策的了解与认知,增强其保护与提升环境质量、促进绿色农业发展的自觉性和责任感。第三,利用社会关系网络,充分发挥种粮大户在环境友好型技术传播中的示范作用,注重提升种粮大户在环境友好型技术扩散中的主体地位。第四,考虑到选择环境友好型技术存在土地规模边界,在环境友好型技术推广中应根据具体农业技术特性以及耕地规模,进行分类宣传以提高环境友好型技术的采用率。

## 参考文献:

- [1] 张福锁. 我国农田土壤酸化现状及影响[J]. 民主与科学, 2016(6): 26-27.
- [2] Guo J H, Liu X J, Zhang Y, et al. Significant acidification in major Chinese croplands[J]. Nature, 2010, 327: 1008-1010.
- [3] 赵其国, 吴志东, 张桃林. 我国东南红壤丘陵地区农业持续发展和生态环境建设: I. 优势、潜力和问题[J]. 土壤, 1998, 113(3): 113-120.
- [4] 于天一, 孙秀山, 石程仁, 等. 土壤酸化危害及防治技术研究进展[J]. 生态学杂志, 2014, 33(11): 3137-3143.
- [5] 郭朝晖, 黄昌勇, 廖柏寒. 模拟酸雨对污染土壤中 Cd、Cu 和 Zn 释放及其形态转化的影响[J]. 应用生态学报, 2003, 14(9): 1547-1550.
- [6] 蔡荣. 农业化学品投入状况及其对环境的影响[J]. 中国人口、资源与环境, 2010, 20(3): 107-110.
- [7] 农业部. 关于全国耕地质量等级情况的公报(农业部公报[2014]1号) [R]. 2014 年 12 月 17 日.

- [8]农业部. 耕地轮作休耕制度试点进展情况发布会 [EB/OL]. <http://www.moa.gov.cn/hdllm/zbft/gdhxzdspdjz/>.
- [9]我国耕地基础地力下降明显 [N]. 中国农资 2014-05-23(3).
- [10]高云宪, 高贤彪, 梁晓辉. 肥料施用技术与农业可持续发展 [J]. 中国农村经济, 1999(10): 28-33.
- [11]闫湘, 金继运, 何萍, 梁鸣早. 提高肥料利用率技术研究进展 [J]. 中国农业科学 2008, 41(2): 450-459.
- [12]李太平, 张锋, 胡浩. 中国化肥面源污染 EKC 验证及其驱动因素 [J]. 中国人口、资源与环境 2011, 21(11): 118-123.
- [13]Nunez J, McCann L. Crop Farmers' Willingness to Use Manure [C]. selected paper for American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Denver, Colorado 2004.
- [14]陈美球, 冯黎妮, 周丙娟, 等. 农户耕地保护性投入意愿的实证分析 [J]. 中国农村观察 2008(5): 23-29.
- [15]韩洪云, 杨增旭. 农户测土配方施肥技术采纳行为研究——基于山东省枣庄市薛城区农户调研数据 [J]. 中国农业科学 2011(4): 4962-4970.
- [16]颜廷武, 张童朝, 何可, 张俊彪. 作物秸秆还田利用的农户决策行为研究——基于皖鲁等七省的调查 [J]. 农业经济问题 2017(4): 39-50.
- [17]杨志海, 王雅鹏, 麦尔旦·吐尔孙. 农户耕地质量保护性投入行为及其影响因素分析——基于兼业分化视角 [J]. 中国人口·资源与环境 2015, 12(25): 105-112.
- [18]李卫, 薛彩霞, 姚顺波, 朱瑞祥. 农户保护性耕作技术采用行为及其影响因素——基于黄土高原 476 户农户的分析 [J]. 中国农村经济 2017(1): 44-59.
- [19]褚彩虹, 冯淑怡, 张蔚文. 农户采用环境友好型农业技术行为的实证分析——以有机肥与测土配方施肥技术为例 [J]. 中国农村经济 2012(3): 68-77.
- [20]农业部. 全国承包耕地流转比例已超过三分之一 [EB/OL]. [http://news.xinhuanet.com/politics/2016-11/17/c\\_11119933443.htm](http://news.xinhuanet.com/politics/2016-11/17/c_11119933443.htm)
- [21]Greene W H. Econometric analysis [M]. Granite Hill Publishers 2008.
- [22]Burton R J. The influence of farmer demographic characteristics on environment behavior: a review [J]. Journal of Environmental Management 2014, 135(3): 19-26.
- [23]Khanna M. Sequential adoption of site-specific technologies and its implication for nitrogen productivity: a double selectivity model [J]. American Journal of Agricultural Economics 2001, 83(1): 35-51.
- [24]林毅夫. 制度、技术与农业发展 [M]. 上海: 上海三联书店, 1994: 159-178.
- [25]刘乐, 张娇, 张崇尚, 等. 经营规模的扩大有助于农户采取环境友好型生产行为吗? ——以秸秆还田为例 [J]. 农业技术经济 2017(5): 17-26.
- [26]郭铖, 魏枫. 社会资本对农户技术采纳行为的影响 [J]. 管理学刊 2015, 28(6): 30-38.
- [27]Nowak P J. The adoption of agricultural conservation technologies: economic and diffusion explanations [J]. Rural Sociology 1987, 52(2): 208-220.
- [28]Thangata P H, Alavalapati J R. Agroforestry adoption in southern Malawi: the case of mixed intercropping of gliricidiaesepium and maize [J]. Agricultural Systems 2003, 78: 57-71.
- [29]高启杰. 农业技术推广中的农民行为研究 [J]. 农业科技管理 2000(1): 28-30.
- [30]秦明, 范焱红, 王志刚. 社会资本对农户测土配方施肥技术采纳行为的影响——来自吉林省 703 份农户调查的经验证据 [J]. 湖南农业大学学报: 社会科学版 2016, 17(6): 14-20.
- [31]Bourdieu P. The social space and the genesis of groups [J]. Theory & Society 1985, 14(6): 723-744.



## Correlation Effects and Decision Making Mechanisms of the Adoption of Environmental – friendly Technologies

——A Bivariate Probit Model approach

LUO Xiaojuan<sup>a, b</sup>

( a. Jiangxi Economic Development Research Institute; b. College of Finance ,  
Jiangxi Normal University ,Nanchang ,Jiangxi 330047 ,China)

**Abstract:** In recent years ,agricultural non – point source pollution in Poyang Lake Basin has been aggravating. Studying the correlation effects and decision – making mechanisms of large scale grain producers’ adoption of environmental – friendly technologies is of great significance to the promotion of green agricultural development and the implementation of rural revitalization strategy. Taking formula fertilization and straw returning technology for example ,a Bivariate Probit model is used to empirically analyze the data of 333 large scale grain producers in Poyang Lake Basin in Jiangxi province. Results show that large scale grain producers’ adoption decisions of environmental – friendly technologies are interrelated. There are significant complementary relationships between formula fertilization and straw returning technology. Compared with personal characteristics and family characteristics variables ,social capital variables and technological information variables have more significant impacts on large scale grain producers’ adoption of environmental – friendly technologies. Among which ,large scale grain producers with non – agricultural employment experience and village cadre status are more likely to select environmental – friendly technologies. Technical guidance services from agricultural technicians ,or acquiring agricultural technical information from TV , Internet and other channels ,have positive effects on large scale grain producers’ adoption of environmental – friendly technologies. Operated farm size has a significant impact on large scale grain producers’ adoption of cultivated land protection technologies ,and the impact is not monotonous. Operated farm size shows a significant inverted “U” relationship with formula fertilization technology. It is proposed that the complementarity of environmental – friendly technologies and the issue of farm size boundaries need to be considered in the process of extending environmental – friendly technologies. At the same time ,it should focus on utilizing the social network among farmers and mobilize the demonstration role of large scale grain producers in the promotion of environmental – friendly technologies. Additionally ,emphasis should be placed on improving the accuracy and efficiency of environmental – friendly technology extension policies.

**Key words:** environmental – friendly technology ,correlation effect ,bivariate probit model ,large scale grain farmers

( 责任编辑: 罗序斌)