
农户绿色农业技术认知影响因素及其层级结构分解

——基于 Probit-ISM 模型^{*1}

吴雪莲¹ 张俊飏² 丰军辉³

(1. 长江大学经济学院/湖北农村发展中心, 湖北荆州 434023;

2. 华中农业大学经济管理学院, 湖北武汉 430070;

3. 山东农业大学经济管理学院, 山东泰安 271018)

【摘要】作为决策的首要环节, 农户对绿色农业技术认知程度直接影响其后续的技术采纳行为。基于调研数据, 将 Ordinal Probit 模型和 ISM 模型有机结合, 探讨了农户绿色农业技术认知深度的影响因素及其层级结构。研究结果表明: 农户对绿色农业技术具有一定认知广度, 但缺乏认知深度; 风险态度、技术指导频数、被调查者类型、信息通畅度和受教育程度均可显著正向影响农户绿色农业技术认知深度, 农产品生产安全评价和兼业情况则对农户绿色农业技术认知深度有负向显著影响。农产品生产安全评价是影响农户绿色农业技术认知深度的表层直接因素; 信息渠道通畅度、技术指导频数以及技术指导满意度是中间层因素; 被调查者类型、兼业情况、受教育程度和风险态度是深层次的根源因素。据此, 应多渠道、多形式开展绿色农技推广, 多媒介宣传农产品安全生产和生态环境保护知识, 同时大力扶持新型经营主体, 以切实增进农户的绿色农业技术认知。

【关键词】绿色农业技术; 农技推广服务; 农户信息诉求; 认知深度; Probit-ISM 模型

【中图分类号】: F 205 **【文献标识码】**: A **【文章编号】**: 1008-3456(2017)05-0036-10

DOI 编码: 10.13300/j.cnki.hnwkxb.2017.05.005

近年来, 我国农业资源遭到严重破坏, 生态环境问题日益凸显。中共十八大明确指出需“加快转变农业发展方式, 充分发挥农业生态功能, 大力发展绿色农业, 促进农业节本增效”, 在此背景下, 我国迫切要实现农业绿色化转型。绿色农业技术是促进农业绿色化转型的重要支撑, 农户是农业生产主体, 也是绿色农业技术的终端需求者, 其采纳行为决策是技术认知、采纳及效应评估的连续性过程^[1]。认知心理学理论认为, 经济主体的意愿和行为建立在认知基础之上^[2], 农户对绿色农业技术的采纳意愿和行为也是其有关该技术认知权衡的结果。因此, 如何有效提升农户的绿色农业技术认知水平, 对于促成农户的采纳行为, 进

¹ 收稿日期: 2017-03-05

基金项目: 国家自然科学基金重点项目“现代农业科技发展创新体系研究”(71333006); 中央高校基本科研业务费项目“制度变迁对农业产业结构变动的影响机理研究”(1309122)。

作者简介: 吴雪莲(1982-), 女, 讲师, 博士; 研究方向: 农业技术经济。

而推进农业绿色化发展具有重要意义。

自 Rogers 提出技术扩散理论以来, 农户农业技术认知及应用日益成为西方学者关注的焦点。国内外学者采用多种方法对农户的技术认知特征及其影响因素展开了实证研究, 主要体现在 2 个方面: 一是认知与农户技术采纳的关系。现有研究多证实了二者之间的正相关关系, 如农户对精耕技术有用性和易用性的认知正向影响其采纳行为^[3]; 农户对有机化肥认知程度在刚果东部农业技术扩散过程中具有积极作用^[4]; 农户对节水灌溉技术的认知程度与采纳行为息息相关^[1]。二是对技术认知的影响因素分析。研究发现, 年龄、教育程度会影响香蕉种植户对生态农业种植技术认知^[5]; 收入等个体因素显著影响稻农的新技术认知^[2]; 技术创新环境是诱使农户技术认知产生分化的关键因素, 不完全技术市场对技术认知具有约束作用^[6]; 信息诉求动机及信息渠道均可显著影响稻农新技术认知^[2]; 测土、施肥技术培训的增加有助于农户测土配方施肥技术认知水平的提高^[7]。

上述研究成果为本文提供了坚实的理论基础, 但仍存在可拓展的空间: 在研究视角上, 绿色农业技术是以生产安全无污染的优质营养绿色农产品为目标的可持续农业技术^[8], 是由多项子技术构成的技术包, 单项农业技术的采纳不能实现农业绿色化转型^[9]。因此, 有必要从产前、产中和产后等多环节全面了解农户对绿色农业技术认知。在研究方法上, 现有研究仅采用 Probit 模型或 Logit 模型进行影响因素分析, 忽视了因素间的层级关系, 而层级关系的分解有助于厘清影响因素中的表层直接因素、中层间接因素以及深层根源因素, 以便于政府采取针对性策略。鉴于此, 本文以我国中部地区湖北省 470 户农户的调查数据为基础, 基于社会学习理论, 运用 Ordinal Probit 模型研究农户绿色农业技术认知程度, 在此基础上借助解释结构模型 (ISM) 探讨农户绿色农业技术认知深度各影响因素间的层级结构, 为湖北省绿色农业技术推广工作提供实证依据, 为我国绿色农业发展提供政策参考。

一、数据来源、研究设计及样本特征

1. 数据来源

本文所用数据均源自课题组于 2014 年的暑期调研, 样本区域为湖北随州市、武汉市和天门市, 随机选取了 8 个乡镇、16 个村进行农户入户调查。样本农户的选取均采用随机抽样法, 并以面对面访谈方式进行, 由课题组成员根据被调查者的回答填写问卷。调查共发放问卷 503 份, 收回 503 份, 根据本文研究目的, 剔除信息前后矛盾、漏答的问卷后, 最终获得适用于本研究的问卷 470 份, 其中武汉市 193 份, 随州市 203 份, 天门市 74 份。

2. 研究设计

(1) 被解释变量。本文分别从数量和质量 2 方面考察农户对绿色农业技术的认知: 一是认知广度, 即农户知道多少种绿色农业技术。研究涉及水稻产前 (新品种技术、保护性耕作技术)、产中 (测土配方施肥技术、病虫害物理防控技术、病虫害生物防控技术、高效农药喷雾技术、节水灌溉技术) 和产后 (秸秆还田技术) 等一系列绿色农业技术。根据农户对绿色农业技术种类的了解程度, 将 0~1 种、2~3 种、4~5 种、6~7 种、8 种及以上, 分别赋值为 1~5 的整数。二是认知深度, 即农户对所知道的绿色农业技术价值和操作的了解程度。赋值方法如下: 完全不了解=1; 比较不了解=2; 一般=3; 比较了解=4; 完全了解=5。这里的认知深度是农户对各种绿色农业技术认知深度的加权算数平均值的近似值 (四舍五入)。为避免线性模型中个人特征对因变量产生“线性”影响, 造成识别中的影像问题, 本文将“农户绿色农业技术认知”定义为有序离散变量^[10]。

(2) 解释变量。根据美国心理学家阿尔伯特·班杜拉于 1971 年提出的社会学习理论, 认知、环境和行为之间交互影响, 外界环境可有效激活个体认知, 在其价值观作用下, 对决策行为产生影响。农户的自身特征 (个人和家庭特征) 和自我信息诉求直接影响其绿色农业技术认知, 而绿色农业技术服务渠道、方式等外界环境刺激则间接影响农户绿色农业技术的认知水平。

农技推广服务是激活农户技术认知的外界环境, 其服务水平高低直接关系农户认知程度^[7]。农户绿色农业技术认知的信息来

源渠道包括大众媒体、政府宣传、亲友乡邻以及专业大户等。根据信息差异化理论，信息资源越充分、渠道越稳定，农户获取农业技术信息的机会越多，信息搜寻成本越小。信息渠道越通畅，农户获得的信息越真实可靠，对绿色农业技术的了解越全面^[11]。绿色农业技术在传播过程中，采用农户易于接受的形式，将有利于农户理解接纳该技术。农户对技术指导的满意度较高，反映出其对技术指导的接受程度较高，有利于农户对绿色农业技术形成全面的认知。农户可接受到的技术指导频次越高，越可能接触到更多的绿色农业技术及相关信息，因而认知水平越高。因此，本文预期农业技术推广服务水平会显著影响农户的绿色农业技术认知。

农户信息诉求是激活农业技术认知的内在动力，反映农户对农业技术认知的主动性，主动性越强，获取信息量越多^[2]。农户对绿色农业技术信息诉求很大程度上取决于其风险态度。新技术作为生产经营中的一项投资，必然伴随着未来收益的不确定性。风险偏好型农户更乐于尝试新型农业技术，并促使其主动搜集相关信息，产生强烈信息诉求，而风险厌恶型农户则多处于被动接受状态^[12]，因此，风险偏好型农户可能对绿色农业技术有更高的认知水平。农户对当前生态环境的评价可反映其对生态环境的关注程度。当农户意识到过量施用化肥、农药是造成生态破坏的重要原因时，其寻求绿色农业技术的主动性越强。若农户意识到农产品生产技术存在安全问题，进而危及自身健康，其咨询绿色农业技术的积极性就会增强^[13]，因此，农户的生态环境评价和农产品生产安全评价直接关系农户信息诉求的强烈程度，农户评价越高，信息诉求越低，越不利于农户技术认知。因此，本文预期农户绿色农业技术信息诉求会影响农户的绿色农业技术认知。

一般而言，个体对事物认知程度会受个人和家庭条件的影响。因此，选择农户个人特征和家庭特征作为分析农户绿色农业技术认知程度影响因素的控制变量。农户的个人特征，如其年龄、性别及受教育程度等，均可能会对农户的绿色农业技术认知产生影响^[7, 14]。具体而言，年龄较小的农户视野更为开阔、对新事物的理解接受能力较强，因而对绿色农业技术有更多的了解，而年龄较大的农户则更可能陷入路径依赖，拘泥于传统的农业技术^[5]。若农户的受教育程度较低，则其学习吸收绿色农业技术的能力相对较弱，进而妨碍其绿色农业技术认知，同时也可能会造成农户难以认识到传统农业技术对农业生产造成的危害，使其缺乏动力寻求新的绿色无污染的农业技术。在家庭分工中，男性农户的重心偏向农业生产，对农业技术更加关注，因而对绿色农业技术的了解可能更多。家庭特征包括农户类型、合作社成员、兼业情况、家庭年收入及家庭种植面积等，均可能会影响农户对绿色农业技术的认知^[1, 15]。家庭农场、专业大户的生产经营具有规模效应，对新农业技术的需求会促使其增进对绿色农业技术的认知，同时这类主体也享受国家的优惠政策，有更多的机会接触到先进的绿色农业技术。因此，相对于家庭农场、专业大户等主体而言，小农户对绿色农业技术的认知可能相对不足。是否为合作社成员是衡量家庭社会关系网络的一项重要指标。合作社为农户提供了获取社会关系和信息资源的重要平台，通过合作社，农户更容易接触到绿色农业技术的相关信息，从而增进对绿色农业技术的认知。兼业农户的工作重心已经部分甚至大部分转移至非农业，对农业生产的重视程度要弱于非兼业农户，也缺乏足够的动力主动了解绿色农业技术，因而在其认知上可能相对较弱。家庭年收入水平较高的农户具有更强的资本替代劳动的能力和抵御风险的能力，也更有可能尝试新的绿色农业技术。但也有研究认为，收入水平低的农户更渴望通过可持续的农业技术来改善生产经营状况，而收入水平高的农户由于经营状况良好，对新技术并不感兴趣^[16]。家庭种植面积越大，新技术采纳带来的规模效益越大，从而农户对新技术的需求越强烈，这将促进农户对绿色农业技术的认知。

模型中各变量的含义、赋值及影响预期见表 1。

表 1 模型变量说明及描述性统计

变量名称	变量定义与赋值	平均值	标准误	预期方向
被解释变量				
技术认知				
认知广度 y_1	知道多少种绿色农业技术? 0~1 种=1; 2~3 种=2; 4~5 种=3; 6~7 种=4; 8 种及以上=5	3.660	1.171	
认知深度 y_2	对所知道的绿色农业技术的了解程度? 完全不了解=1; 比较不了解=2; 一般=3; 比较了解=4; 完全了解=5	2.590	1.224	
解释变量				
农技推广服务				
信息渠道通畅度 x_1	完全不通畅=1; 不太通畅=2; 一般=3; 比较通畅=4; 完全通畅=5	3.548	0.978	+
信息质量满意度 x_2	完全不满意=1; 不太满意=2; 一般=3; 比较满意=4; 完全满意=5	3.961	0.895	+
技术指导满意度 x_3	完全不满意=1; 不太满意=2; 一般=3; 比较满意=4; 完全满意=5	3.411	1.074	+
技术指导频数 x_4	每年实际能接受的技术指导次数	1.56	1.205	+
农户信息诉求				
风险态度 x_5	风险厌恶=1; 风险中性=2; 风险偏好=3	1.666	0.667	+
生态环境评价 x_6	完全不生态=1; 不太生态=2; 一般=3; 比较生态=4; 完全生态=5	3.355	1.011	-
农产品生产安全评价 x_7	非常不安全=1; 不太安全=2; 一般=3; 比较安全=4; 完全安全=5	3.253	1.214	-
控制变量				
年龄 x_8	[19,35]=1; (35,45]=2; (45,55]=3; (55,65]=4; (65,81]=5	3.553	1.008	-
受教育程度 x_9	识字很少=1; 小学=2; 初中=3; 高中(中专)=4; 大专及以上=5	2.640	0.903	+
性别 x_{10}	女性=0, 男性=1	0.628	0.484	+
被调查者类型 x_{11}	虚拟变量: D_1 (散户=1, 其他=0), D_2 (家庭农场=1, 其他=0), D_3 (专业大户=1, 其他=0); 基准项为 D_1			
	D_2 (家庭农场=1, 其他=0)	0.021	0.014	+
	D_3 (专业大户=1, 其他=0)	0.062	0.021	+
合作社成员 x_{12}	否=0, 是=1	0.312	0.431	+
兼业情况 x_{13}	否=0, 是=1	0.468	0.500	-
家庭年收入 x_{14}	[0.05,1]=1; (1,3]=2; (3,6]=3; (6,65]=4; 单位: 万元	2.290	1.000	+
家庭种植面积 x_{15}	[0.05,0.33]=1; (0.33,0.67]=2; (0.67,1.00]=3; (1.00,1.33]=4; (1.33,13.33]=5; 单位: hm^2	2.104	1.216	+

3. 样本特征

在 470 份有效问卷中, 男性农户 255 人, 占比 54.26%; 女性农户 215 人, 占比 45.74%。在年龄构成上, 以中老年农户为主。45~55 岁、56~65 岁的样本农户各有 156 人和 154 人, 分别占总样本的 33.2%和 32.8%; 45 岁以上的农户共计 402 人, 占总体的 85.5%, 这在一定程度上反映出农村务农人口老龄化的现状。样本农户的受教育程度普遍不高。其中, 具有初中文化程度的农户占比为 46.0%, 小学及以下文化程度的有 187 人, 比重高达 39.8%, 而受过大专及以上正规教育的受访者占比仅为 1.5%。在家庭主要收入来源方面, 仅有 53.2%的农户以农业收入为主, 而其余 46.8%的农户收入主要来源于非农业, 反映出当前农户兼业情况十分普遍。

二、研究方法

由于农户绿色农业技术认知为有序多分类变量，概率模型是一个较为理想的解决离散选择问题的方法，因此选用 Ordinal Probit 模型进行回归。假设存在一个能代表被解释变量 Y，但是不可观测的潜变量 Y^* ，Y 有 1、2、3、4、5 等 5 个取值。Ordinal Probit 模型可表示为：

$$\begin{aligned} Y_i^* &= X_i\beta + \mu_i^* \\ i &= 1, 2, \dots, N \end{aligned} \quad (1)$$

式(1)中， X_i 为解释变量集合， β 为待估参数， μ_i^* 为随机变量，服从独立同分布。假设 $c_1 < c_2 < c_3 < c_4$ 为未知割点，则 Y_i 可由 Y_i^* 表示如下：

$$Y_i = \begin{cases} 1 & \text{若 } Y_i^* \leq c_1 \\ 2 & \text{若 } c_1 < Y_i^* \leq c_2 \\ 3 & \text{若 } c_2 < Y_i^* \leq c_3 \\ 4 & \text{若 } c_3 < Y_i^* \leq c_4 \\ 5 & \text{若 } c_4 < Y_i^* \end{cases} \quad (2)$$

当 μ_i^* 服从标准正态分布时，用 $\Phi(\cdot)$ 表示标准正态分布的分布函数，则 Y 的条件概率可分别表示为：

$$\begin{aligned} \Pr(Y=1 \mid X) &= \Pr(Y^* \leq c_1) = \varphi_1 \\ \Pr(Y=2 \mid X) &= \Pr(c_1 < Y^* \leq c_2) = \varphi_2 \\ &\dots\dots \\ \Pr(Y=5 \mid X) &= \Pr(Y^* > c_4) = 1 - \varphi_4 \end{aligned}$$

三、结果与分析

1. 农户绿色农业技术认知情况

统计结果显示，从农户对绿色农业技术认知广度来看，占样本总量 80% 的 376 位农户知道“2 种及以上”绿色农业技术，其中有 159 人知道“4~5 种”。这说明大多数农户都听说过绿色农业技术，特别是抗病虫害良种技术、病虫害物理防控、病虫害生物防控、测土配方施肥等产中绿色农业技术，主要原因是这些技术直接关系到农产品的产量和价格，农户平时较为关心，但仅有少数农户知道保护性耕作技术和节水灌溉技术。总体而言，被调查者对绿色农业技术具有一定认知广度。从农户对绿色农业技术

的认知深度来看，分别有 6.0%和 10.4%的农户表示对绿色农业技术“完全了解”、“比较了解”；而“完全不了解”、“不太了解”绿色农业技术的农户比例则分别达到了 18.9%和 28.5%。总体上，绝大多数农户对绿色农业技术的认知深度不够。

2. 农户绿色农业技术认知深度的影响因素回归分析

由于农户对绿色农业技术认知具有广度而缺乏深度，因此，下文主要探讨农户对绿色农业技术认知深度的影响因素。运用 SPSS 软件对模型进行多重共线性检验，容差最小值和方差膨胀因子最大值分别为 0.691 和 1.447，均在合理范围内，因此认为不存在较严重的共线性问题。运用 Stata11.0 软件进行 Ordinal Probit 回归分析，由对数似然值及卡方检验值可知，模型整体拟合效果较好，说明自变量对因变量的变化具有一定的解释能力，回归结果见表 2。

表 2 模型回归结果

类型	变量名称	系数	边际效应				
			完全不了解	比较不了解	一般	比较了解	完全了解
农技推广服务	信息渠道通畅度 x_1	0.379***	-0.107	0.022	0.083	0.036	0.002
	信息质量满意度 x_2	0.114	-0.032	0.005	0.025	0.012	0.001
	技术指导满意度 x_3	0.114**	-0.032	0.007	0.025	0.011	0.001
	技术指导频数 x_4	0.450***	-0.126	0.027	0.099	0.043	0.002
农户信息诉求	风险态度 x_5	0.482***	-0.136	0.029	0.107	0.046	0.003
	生态环境评价 x_6	-0.033	0.009	-0.002	-0.007	-0.003	-0.000
	农产品生产安全评价 x_7	-0.303***	0.084	-0.020	-0.066	-0.028	-0.002
控制变量	年龄 x_8	-0.194	0.053	-0.017	-0.042	-0.016	-0.001
	受教育程度 x_9	0.231***	-0.065	0.014	0.051	0.022	0.001
	性别 x_{10}	0.058	-0.016	0.003	0.129	0.006	0.000
	家庭农场 D_2	0.326***	-0.091	-0.010	0.072	0.031	0.002
	专业大户 D_3	0.415***	-0.117	0.004	0.092	0.040	0.002
	合作社成员 x_{12}	0.049	-0.014	0.002	0.010	0.005	0.000
	兼业 x_{13}	-0.174**	0.049	-0.010	-0.038	-0.017	-0.001
	家庭年收入 x_{14}	0.068	-0.019	0.004	0.015	0.007	0.000
	家庭种植面积 x_{15}	0.038	-0.011	0.002	0.008	0.004	0.000
Pseudo R^2	0.335						
LR χ^2	536.56						
Prob> χ^2	0.000						
Log likelihood	-533.783						

注：***、**、* 分别表示在 1%、5%、10%水平上显著。

(1) 农技推广服务对农户绿色农业技术认知深度的影响。信息渠道通畅度和技术指导满意度分别在 1%和 5%的显著性水平上正向影响农户绿色农业技术认知深度，与预期一致。这表明信息渠道越通畅或技术指导满意度越高，农户对绿色农业技术的了解越深入。具体而言，信息渠道通畅度和技术指导满意度每提升一个等级，农户对绿色农业技术“完全不了解”的概率将分别降低 10.7%和 3.2%，同时农户“比较了解”绿色农业技术的概率将分别提升 3.6%和 1.1%。这意味着绿色农业技术信息来源渠道和技术指导质量在农户的技术认知中扮演了重要角色，畅通的信息渠道便于于农户获取重要且有效的信息，农户对技术指导的满意度越高，即对技术指导服务的评价越高，反映出农户对技术指导的内容及方式等具有较高的认同度，从而有助于提高农户对绿色农业技术的认知深度。技术指导频数变量在 1%的水平上显著正向作用于农户的绿色农业技术认知深度，方向与预期一致。表明技术指导频次越多，农户对绿色农业技术的了解程度越高。农户每年可实际接受的技术指导每增加 1 次，农户对绿色农业技术“完全不了解”的概率将下降 12.6 个百分点，同时其“比较了解”的概率则会提高 4.3 个百分点。统计数据也显示，每年可接受 3 次及以上技术指导的农户对绿色农业技术“比较了解”或“完全了解”的比例达到 46.26%，而在每年接受 1 次技术指导的农户

中, 该比例仅为 19.63%, 二者差距明显。

(2) 信息诉求对农户绿色农业技术认知深度的影响。农户自身的风险态度对其绿色农业技术认知深度具有显著正向影响, 与预期一致。这意味着在其他条件不变的情况下, 风险偏好型农户比风险厌恶型农户具有更深刻的技术认知。其边际效应进一步表明, 若农户的风险态度提升一个层次, 则其“完全不了解”绿色农业技术的概率将减少 13.6%, 同时“比较了解”和“完全了解”的概率将分别提升 4.6%和 0.3%。对于生物农药、病虫害物理防治及测土配方施肥等绿色农业技术, 大多数农户都表示听说过, 但对于其具体操作知之甚少, 仍属于较陌生的新技术, 相应地蕴含着较高的风险。相较于风险规避型农户, 偏好风险的农户会主动去了解此类新型农业技术, 从而对其有相对全面的认识。农产品生产安全评价在 5%的置信水平上显著负向影响农户对绿色农业技术的认知深度, 与预期相符。即农户对农产品生产安全的评价越高, 则其对于绿色农业技术的了解程度越低。具体而言, 如果农户对农产品生产安全评价提高一个等级, 则其对绿色农业技术“比较了解”的可能性将下降约 2.8%, 而“完全不了解”的可能性则会提高约 8.4%。调研数据也显示, 认为农产品生产“不太安全”或“非常不安全”的 124 位农户中, “比较了解”或“完全了解”绿色农业技术的农户比例为 10.41%, 而认为“比较安全”或“非常安全”228 位农户中, 该比例为 6.57%, 下降了 3.84 个百分点。这一方面说明农户的绿色农业技术认知与其农产品生产安全评价密切相关, 另一方面也反映出农户对当前农产品安全生产问题认识严重不足。

(3) 控制变量对农户绿色农业技术认知深度的影响。农户的受教育程度及农户类型(家庭农场、专业大户)显著正向影响农户绿色农业技术的认知深度, 受教育水平越高、农业生产专业化和规模化程度越强, 农户对绿色农业技术了解越深。以受教育程度为例, 农户的受教育程度提升一个等级, 将使农户“完全不了解”绿色农业技术的概率降低约 6.5%, 同时了解程度“一般”和的概率将增加 5.1%和 2.2%。统计数据显示, 受过小学教育的农户中, 仅有 10.7%的人对绿色农业技术“比较了解”, 无人“完全了解”, 而受过大专及以上学历正规教育的农户中该比率分别为 57.1%和 3.3%, 分别高出前者 46.4 和 3.3 个百分点。这一结果验证了受教育程度正向影响农户绿色农业技术认知的假设。一般而言, 家庭农场和专业大户拥有更多的机会接受国家指导培训。调查发现, 当地农业科研机构和农业局会定时向各村镇散发资料, 进行技术讲解培训, 基于技术需求和采纳效果的考虑, 家庭农场和专业大户常作为示范而成为主要的技术培训对象。因此, 相对于普通小农, 家庭农场和专业大户对绿色农业技术的了解更加深入。农户兼业情况显著负向影响其认知深度, 说明专于农业生产的农户会更深入了解绿色农业技术, 非兼业农户对绿色农业技术的认知深度优于兼业农户。其边际效应进一步表明, 在控制其他条件的情况下, 相比于非兼业农户, 兼业农户“完全不了解”绿色农业技术的概率约增加了 4.9%, 而“比较了解”的概率则减少了约 1.7%。

此外, 年龄、家庭年收入、家庭种植面积、合作社成员、生态环境评价以及信息质量满意度等 7 个变量对技术认知深度的影响假设未得到证实。对此可能的解释是, 调研区域对象以散户为主, 家庭种植规模普遍较小、年龄偏高, 且家庭年收入偏低(在调查的 470 个有效样本中, 家庭种植规模低于 10 亩的农户占 67.23%; 45 岁以上的农户占比 85.7%; 家庭收入低于 3 万元的农户占比 65.74%)。对农户而言, 农产品产量和产值是其当前关注的重心, 而生态环境则是更高层次的需求, 多数农户并未认识到技术采纳不当造成的环境问题, 普遍对环境评价持乐观态度。从信息熵的角度看, 由于变异度较小, 变量对因变量的解释作用不大^[17]。由此造成年龄、家庭年收入以及生态环境评价等因素对农户的绿色农业技术认知深度影响不显著。虽然农村合作组织和政府的宣传支持有利于增进农户的绿色农业技术认知, 但现实中由于合作社运行机制不健全^[18]和农户所获绿色农业技术信息质量不高(样本中 75.36%的农户对所获信息质量不满意, 认为不能指导生产), 因此, 农户的合作社成员身份和信息质量满意度不足以显著影响其农业技术认知深度。此外, 样本中, 入社农户仅占样本总量的 11.91%, 说明农户入社积极性不高。

3. 农户绿色农业技术认知深度影响因素层级结构分解

解释结构模型(ISM)适用于分析较为复杂的社会经济系统, 是美国华费尔特教授于 1973 开发的, 该方法能够非常直观清楚地反映系统元素之间的层次结构关系^[19-20]。为了弄清楚影响农户绿色农业技术认知深度的表层直接因素、中层间接因素及深层根源因素。本文拟采用该方法探析农户绿色农业技术认知深度影响因素间的逻辑层次结构及相互作用关系。

根据前文农户绿色农业技术认知深度关键影响因素的分析结果，给出如下设定： S_0 代表被解释变量，即农户绿色农业技术认知深度， S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 、 S_5 、 S_6 、 S_7 、 S_8 分别代表被调查者性质、受教育程度、兼业情况、风险态度、农产品生产安全评价、信息渠道通畅度、技术指导频数、技术指导满意度。同时，本文采纳 Delphi 法分析各影响因素间的逻辑关系，得到图 1。其中，A 表示行因素受到列因素的影响；V 表示列因素受到行因素的影响；0 表示行和列之间无直接或者间接关系。

根据图 1 可知，被调查者性质、受教育程度、兼业情况、风险态度、农产品生产安全评价、信息渠道通畅度、技术指导频数、技术指导满意度间的一个邻接矩阵，其公式为：

$$S_{ij} = \begin{cases} 1, S_i \text{ 对 } S_j \text{ 有直接影响关系} \\ 0, S_i \text{ 对 } S_j \text{ 无直接影响关系} \end{cases} \quad i=0,1,2,\dots,8; j=0,1,2,\dots,8 \quad (2)$$

A	A	A	A	A	A	A	A	S_0
0	V	V	0	A	0	A		S_1
V	V	V	V	0	V			S_2
V	V	V	0	A				S_3
0	0	0	0					S_4
A	A	A						S_5
0	v							S_6
0								S_7
								S_8

图 1 农户绿色农业技术认知深度影响因素的逻辑关系

由式(2)可知，邻接矩阵 R_{ij} ：

$$R_{ij} = \begin{matrix} & S_0 & S_1 & S_2 & S_3 & S_4 & S_5 & S_6 & S_7 & S_8 \\ \begin{matrix} S_0 \\ S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ S_4 \\ S_5 \\ S_6 \\ S_7 \\ S_8 \end{matrix} & \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} \end{matrix}$$

$$M_{ij} = \begin{matrix} & S_0 & S_1 & S_2 & S_3 & S_4 & S_5 & S_6 & S_7 & S_8 \\ \begin{matrix} S_0 \\ S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ S_4 \\ S_5 \\ S_6 \\ S_7 \\ S_8 \end{matrix} & \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \end{matrix}$$

由邻接矩阵 R_{ij} ，采纳布尔代数运算法则

(即 $0+0=0$, $0+1=1$, $1+0=1$, $1+1=1$, $0\times 0=0$, $0\times 1=0$, $1\times 1=1$)进行矩阵的幂运算，可得对应的 9×9 可达矩阵 M ，其公式为：

$$M=(R+I)^r=(R+I)^{(r-1)}\neq\cdots\neq(R+I)^2\neq(R+I) \quad (3)$$

式(3)中， I 为单位矩阵， $r\leq n-1$ ， n 是矩阵阶数，经计算得到可达矩阵 M 。再利用 M 矩阵，寻找绿色农业技术认知深度影响因素的层级，确定方法如下：

$$L_i=\{S_i|P(S_i)\cap Q(S_i)=P(S_i); \quad i=0,1,2\cdots,8\} \quad (4)$$

式(4)中， $P(S_i)$ 为可达集，表示从 S_i 因素出发，可到达的全部因素的集合； $Q(S_i)$ 为前因集，表示矩阵 M 中可以到达因素 S_i 的全部因素的集合。

表 3 第一层因素确定

变量	$P(S_i)$	$Q(S_i)$	$P(S_i)\cap Q(S_i)$
S_0	0	0,1,2,3,4,5,6,7,8	0
S_1	0,1,5,6,7,8	1,2,4	1
S_2	0,1,2,3,5,6,7,8	2	2
S_3	0,3,5,6,7,8	2,3,4	3
S_4	0,1,3,4,5,6,7,8	4	4
S_5	0,5	1,2,3,4,5,6,7,8	5
S_6	0,5,6	1,2,3,4,6	6
S_7	0,5,7	2,3,4,7	7
S_8	0,5,8	1,2,3,4,8	8

由表 3，确定最高层因素为 $S_0(L_1=[S_0])$ 。剔除 S_0 因素后，对其它因素进行重新排列，即删除 S_0 对应的行和列，建立新的可达矩阵。再次按照式(4)运算，确定第二层因素为 $S_5(L_2=[S_5])$ (表 4)。依此类推，第三层因素为 $S_6, S_7, S_8(L_3=[S_6, S_7, S_8])$ (表 5)，第四层因素为 $S_1, S_3(L_4=[S_1, S_3])$ (表 6)，第五层因素为 $S_2, S_4(L_5=[S_2, S_4])$ (表 7)。

表 4 第二层因素确定

变量	$P(S_i)$	$Q(S_i)$	$P(S_i)\cap Q(S_i)$
S_1	1,5,6,7,8	1,2,4	1
S_2	1,2,3,5,6,7,8	2	2
S_3	3,5,6,7,8	2,3,4	3
S_4	1,3,4,5,6,7,8	4	4
S_5	5	1,2,3,4,5,6,7,8	5
S_6	5,6	1,2,3,4,6,7	6
S_7	5,7	2,3,4,7	7
S_8	5,8	1,2,3,4,8	8

表 5 第三层因素确定

变量	$P(S_i)$	$Q(S_i)$	$P(S_i) \cap Q(S_i)$
S_1	1,6,7,8	1,2,4	1
S_2	1,2,3,6,7,8	2	2
S_3	3,5,6,7,8	3,4	3
S_4	1,3,4,6,7,8	4	4
S_6	$\underline{6}$	1,2,3,4,6,7	$\underline{6}$
S_7	$\underline{7}$	2,3,4,7	$\underline{7}$
S_8	$\underline{8}$	1,2,3,7,8	$\underline{8}$

表 6 第四层因素确定

变量	$P(S_i)$	$Q(S_i)$	$P(S_i) \cap Q(S_i)$
S_1	$\underline{1}$	1,2,4	$\underline{1}$
S_2	1,2,3	2	2
S_3	$\underline{3}$	2,3,4	$\underline{3}$
S_4	1,3,4	4	4

表 7 第五层因素确定

变量	$P(S_i)$	$Q(S_i)$	$P(S_i) \cap Q(S_i)$
S_2	$\underline{2}$	2	$\underline{2}$
S_4	$\underline{4}$	4	$\underline{4}$

按照 L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 、 L_5 的因素层级结果重新排列，得到可达矩阵 N_6 。

$$N_{ij} = \begin{array}{c} \begin{array}{c} S_0 \\ S_5 \\ S_6 \\ S_7 \\ S_8 \\ S_1 \\ S_3 \\ S_2 \\ S_4 \end{array} \end{array} \begin{array}{c} S_0 \quad S_5 \quad S_6 \quad S_7 \quad S_8 \quad S_1 \quad S_3 \quad S_2 \quad S_4 \\ \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ \hline 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ \hline 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ \hline \end{array} \end{array}$$

最后，按照层级顺序，把同一个层级的因素表示在同一水平位置的方框内，即可得到农户绿色农业技术认知深度影响因素的层次结构见(图 2)。

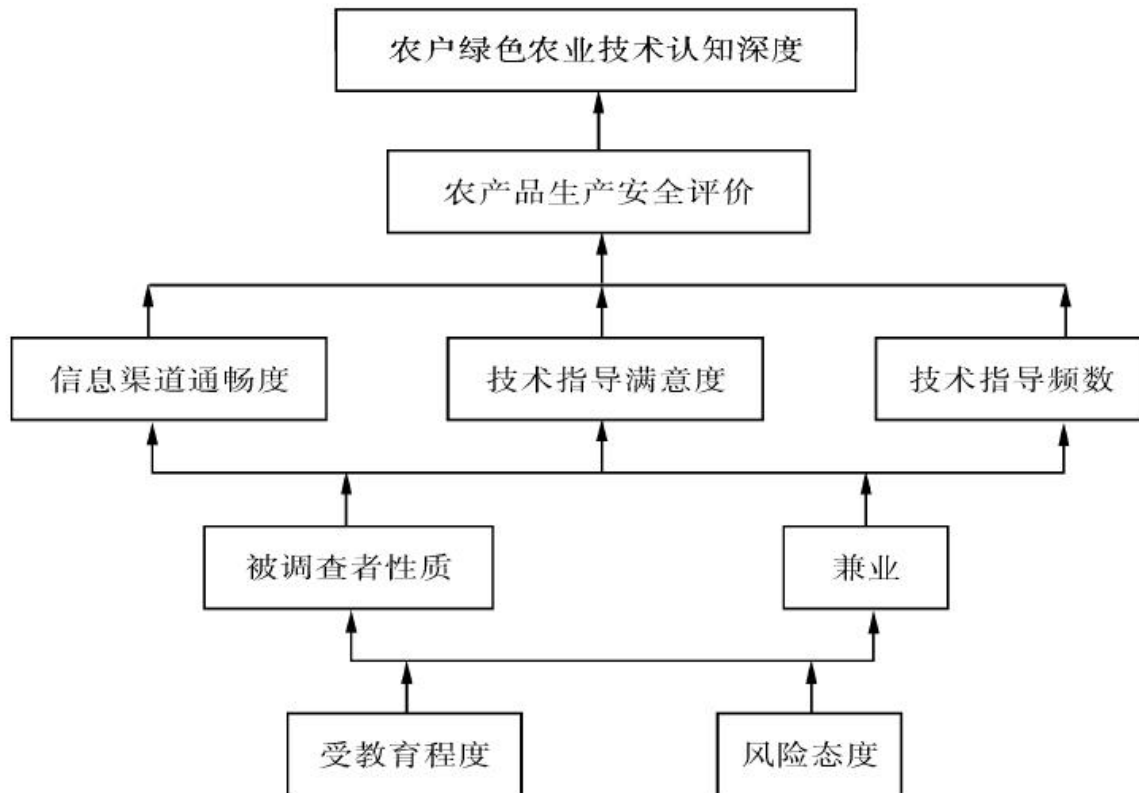


图 2 农户绿色农业技术认知深度影响因素的层次结构

由图 2 可知,在众多影响农户绿色农业技术认知深度的因素中,农产品生产安全评价是表层直接因素,其他影响因素均要通过它才能对农户的绿色农业技术认知深度产生影响;信息渠道通畅度、技术指导频数及技术指导满意度位于第二层级,作用于表层的农产品生产安全评价;被调查者性质和兼业情况位于第三层级;农户的受教育程度和风险态度位于最底层,是深层次的根源因素,会作用于上层因素。结合前文的 Ordinal Probit 模型回归结果分析可知,影响农户绿色农业技术认知深度的多个因素既独立作用,又层层联结,共同形成一个完整的农户绿色农业技术认知影响因素系统。不难发现,在一系列影响农户绿色农业技术认知深度的因素中,根源因素是农户自身禀赋,中间层为来自于农技推广服务的影响力量,最直接的层面为农户信息诉求。作为最深层的根源因素,受教育程度和风险态度直接影响了被调查者性质和兼业情况,沿着受“教育程度、风险态度”→“被调查者类型、兼业情况”→“信息渠道通畅度、技术指导频数、技术指导满意度”→“农产品生产安全评价”→“农户绿色农业技术认知深度”正向传导,从源头上影响着农户对绿色农业技术的认知。

四、结论与启示

1. 结 论

作为决策的首要环节,农户对绿色农业技术认知程度直接影响其后续技术采纳行为。基于湖北省武汉、随州和天门三市 470 户农户调查数据,采用 Ordinal Probit 模型分析农户绿色农业技术认知深度的影响因素,并进一步利用 ISM 模型剖析显著变量间的关联关系和层次结构。研究表明:(1)农户对绿色农业技术具有一定的认知广度,约 80%的农户知道“2 种及以上”绿色农业技术,其中有 159 人知道“4~5 种”,但绝大多数农户对绿色农业技术仍处于一知半解的状态。(2)农户属于风险偏好型、家庭生产规模越大、农业生产越专业,其绿色农业技术认知程度越深;可接受的技术指导频数增加、信息通畅度和受教育程度提高,农户认知水平亦随之提高,但对农产品生产安全评价较高和兼业农户的认知程度较低。(3)农户农产品生产安全评价是表层直接因素;信息渠道通畅度、技术指导频数以及技术指导满意度位于第二层级;被调查者性质和兼业情况位于第三层级;农户的受教育程度和风险态度则是深层次的根源因素。由此不难发现,影响绿色农业技术认知深度的根源是农户自身禀赋因素,中间层为来自于外界(政府)的影响力量,最直接的层面为农户的意识因素。

2. 启 示

基于以上研究结论,得出如下提高农户绿色农业技术认知水平的政策启示:(1)多渠道、多形式开展绿色农业技术推广服务工作,使农户能够及时接触到准确、实用的技术信息。从农户视角出发,采用走访、田间实地指导等农户乐于且易于接受的形式推广绿色农业技术,农技推广人员要深入田间地头,多与农户接触,让农户有更多机会接受技术指导,及时解决农户对于绿色农业技术的疑虑。(2)通过电视、服务热线、广播、宣传栏等多种媒介向农户宣传农产品安全生产和生态环境保护知识,增强农户的安全生产意识、环保意识以及当前农业生产技术的危害,从意识层面上增强农户对绿色农业技术信息的自我诉求。此外,研究还发现,家庭农场、专业大户等新型经营主体对绿色农业技术有更深入和全面的认知,以其为绿色农业技术推广切入点,可在一定程度上减小实施难度,并能对普通农户产生示范带动作用,因此可在现实中从资金、税收、信贷、技术和用地等多方面制定实行优惠政策,扶持专业大户、家庭农场等农业新型经营主体及专业合作社的发展。

参考文献:

- [1] 黄玉祥,韩文霆,周龙,等.农户节水灌溉技术认知及其影响因素分析[J].农业工程学报,2012,28(18):113-120.
- [2] 赵肖柯,周波.种稻大户对农业新技术认知的影响因素分析——基于江西省 1077 户农户的调查[J].中国农村观察,2012(4):29-36,93.
- [3] AUBERT B A, SCHROEDER A, GRIMAUDO J. IT as enabler of sustainable farming: an empirical analysis of

farmers' adoption decision of precision agriculture technology[J].Decision support systems, 2012, 54(1):510-520.

[4] LAMBRECHT I. Understanding the process of agricultural technology adoption: mineral fertilizer in eastern DR Congo[J]. World development, 2014(59):132-146.

[5] BLAZY J, CARPENTIER A, THOMAS A. The willingness to adopt agro-ecological innovations: application of choice modelling to Caribbean banana planters[J]. Ecological economics, 2011(72):140-150.

[6] 王静, 霍学喜. 技术创新环境对苹果种植户技术认知影响研究[J]. 农业技术经济, 2014(1):31-41.

[7] 李莎莎, 朱一鸣, 马骥. 农户对测土配方施肥技术认知差异及影响因素分析——基于 11 个粮食主产省 2172 户农户的调查[J]. 统计与信息论坛, 2015(7):94-100.

[8] 张云华, 杨晓艳, 孔祥智, 等. 发展绿色农业技术面临的难题与出路[J]. 生态经济, 2004(S1):216-218.

[9] 李想. 粮食主产区农户技术采用及其效应研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2014.

[10] 陆铭, 蒋仕卿, 陈钊, 等. 摆脱城市化的低水平均衡——制度推动、社会互动与劳动力流动[J]. 复旦学报(社会科学版), 2013(3):48-64, 166-167.

[11] 吴雪莲, 张俊飏, 何可. 农户高效农药喷雾技术采纳意愿——影响因素及其差异性分析[J]. 中国农业大学学报, 2016, 21(4):137-148.

[12] 蔡键. 风险偏好、外部信息失效与农药暴露行为[J]. 中国人口·资源与环境, 2014(9):135-140.

[13] 何可, 张俊飏, 蒋磊. 生物质资源减碳化利用需求及影响机理实证研究——基于 SEM 模型分析方法和 TAM 理论分析框架[J]. 资源科学, 2013(8):1635-1642.

[14] 陈杰, 丁士军. 农户对转基因技术的认知与采用行为分析——基于湖北与山东转基因抗虫棉种植的调查[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2011(1):25-29.

[15] 吴林海, 侯博, 高申荣. 基于结构方程模型的分散农户农药残留认知与主要影响因素分析[J]. 中国农村经济, 2011(3):35-48.

[16] 孔祥智, 方松海, 庞晓鹏, 等. 西部地区农户禀赋对农业技术采纳的影响分析[J]. 经济研究, 2004(12):85-95, 122.

[17] 黄季焜, 齐亮, 陈瑞剑. 技术信息知识、风险偏好与农民施用农药[J]. 管理世界, 2008(5):71-76.

[18] 程少文. 对湖北省黄梅县农民专业合作社发展现状的认识[J]. 经济研究参考, 2013(23):37, 87.

[19] 张继国, 辛格. 信息熵: 理论与应用[M]. 北京: 水利水电出版社, 2012.

[20] 张化楠, 方金, 毕红霞. 基于有序 Logit-ISM 模型的农村空巢老人生活质量满意度的研究[J]. 南方人口, 2015(5):72-80.