农户特征、外部环境与科学施肥

周曙东，李幸子

（南京农业大学 经济管理学院，江苏 南京 210095）

摘　要：构建农户科学施肥行为的分析框架，基于全国 17 个省 596 户花生种植户的调查数据，运用双变量 Probit 模型进行实证分析，揭示农户特征、外部环境对农户科学施肥行为的作用机理。结果表明：农户特征及市场环境对农户科学施肥行为存在显著影响，农户特征及市场环境能够决定的科学施肥行为适用市场主导、自下而上的“拉动”模式，与这种影响路径匹配的是经营性运行机制；政策环境对农户科学施肥行为存在显著影响，需要通过政策引导诱使农户产生的科学施肥行为适用政府主导、自上而下的“推动”模式，与这种影响路径匹配的是公益性运行机制；文化程度、种植规模和种植经验是显著影响农户施用新型肥料产品和采纳新型施肥技术的共性因素。提出加强公益类农技推广系统的能力建设，健全平台化农业科技成果转化机制，维护和规范肥料市场秩序等政策建议。

关键词：农业产出；农户特征；外部环境；科学施肥；环境污染

中图分类号：F323.3　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**1672－0202(2021)01－0050－09

一、引言

改革开放以来，化肥的大量施用在保障农业产出增长的同时也带来了严重的环境污染问题[1-2]。2015 年政府出台《到 2020 年化肥使用量零增长行动方案》，2017 年中央一号文件明确提出，推行绿色生产方式，深入推进化肥农药零增长行动。随着我国推动绿色农业生产政策力度的不断加大，我国肥料产业进入了转型升级阶段，农业科技的发展使得施肥方式发生了较大的改进，产生了测土配方施肥、水肥一体化等新技术，为了适应施肥方式的转变，缓/控释肥料、水溶肥料等新品种不断出现[3]。通过科学施肥，不仅能够提高农作物产量，还能控制面源污染，实现农业可持续发展。但目前农业生产中依旧普遍存在盲目或是不合理的施肥现象，农民通常采用大水大肥、“一炮轰”、撒施等粗放的施肥方式，倾向于多施化肥、氮肥而轻有机肥、微量元素肥[4]。那么到底是什么因素阻碍了农户采取科学合理的施肥方式？农户作为农业技术推广和采用的主体，其对新技术新产品的采纳行为决定着农业科技成果是否能转化为实际生产力[5]。因此，促进农民施肥过程中接受并应用新技术、新产品，实现农业增产与生态环境保护平衡发展，是摆在我们面前的一项重要课题。

目前学术界对于农户科学施肥行为及其影响因素进行了大量研究，主要集中在两个方面：一是农户对于符合科学施肥理念的新型施肥技术的采纳及其影响因素分析。其中关注较多的是测土配方施肥技术，一些学者从诸多角度量化分析了各种可能的因素对农户技术选择的影响，葛继红等[6]的研究发现，科学施肥能力越强、示范户、配方卡、培训次数及培训人数对农户选择配方施肥技术有显著正向影响，而化肥店对农户选择配方施肥技术有显著负向影响。还有一些研究重点

收稿日期：2020－09－21　　**DOI：**10.7671/j.issn.1672－0202.2021.01.005

基金项目：国家社会科学基金重大项目(13&ZD160)；国家现代农业(花生)产业技术体系项目(CARS-13)；江苏省高校优势学科建设工程资助项目(PAPD)

作者简介：周曙东(1961—)，男，江苏扬州人，南京农业大学经济管理学院教授，主要研究方向为农业经济管理。E-mail：sdzhou@njau.edu.cn

考察某一因素对农户技术选择的影响,例如土地经营规模[7]、农户认知[8]、社会网络[9]、农户分化[10]、劳动力转移[11]等。二是农户对于符合科学施肥理念的新型肥料产品的施用及其影响因素分析。其中关注较多的是有机肥,一些学者从诸多角度量化分析了各种可能的因素对农户肥料选择的影响,胡乃娟等[12]的研究发现,受教育程度、有机肥了解程度、环境污染认识、对土壤无害、饲养家禽及技术指导对农户施用有机肥有正向影响,价格和省工对农户具有负向影响。还有一些研究重点考察某一因素,例如非农就业[13]、农地流转[14]、合同生产模式[15]、农地使用权预期[16]、农业保险参保行为[17]等对农户肥料选择的影响。也有一些学者注意到不同类型农业经营主体科学施肥行为的影响因素可能不同,家庭农场采用测土配方施肥受到培训、经营年限、经营规模、加入合作社、“三品一标”认证的显著影响[18],而小农户采用测土配方施肥受到年龄、土地产权类型、家庭收入、受教育程度、技术培训、风险偏好程度的显著影响[19]。上述成果为研究农户科学施肥提供了有效借鉴,但仍存在可以扩展的空间。一是研究视角方面,现有研究大多数只关注到了农户特征、外部环境中某一方面因素对农户科学施肥行为的影响,但是将两者结合在一起的研究较少。二是研究内容上,以往文献大多是以特定的某种技术或肥料为例,但科学施肥是一项系统工程,鲜有学者将不同的科学施肥方式放到一个分析框架中进行研究。鉴于此,本文基于我国 17 省 596 户花生种植户的调查数据,运用双变量 Probit 模型实证分析农户对不同科学施肥方式的行为选择及其决定因素,着重从农户特征和外部环境两个方面因素进行分析,进一步厘清农户科学施肥行为背后的影响机制,明确对于不同科学施肥行为是否应采取不同的推广措施,进而提高农技推广的针对性和有效性,为我国积极深入开展科学施肥提供一定的理论与现实依据。

二、分析框架与研究假说

随着绿色农业的发展以及农业科技的进步,各种新型施肥技术和新型肥料产品不断涌现。农户作为科学施肥行为的直接主体,受到个体特征、心理认知等农户内部特征以及政策引导、市场服务等外部环境因素的影响,其参与选择行为大相径庭[20]。农户特征和外部环境可以看作是农户科学施肥行为的“主观态度”和“外部激励”,两者共同作用将影响农户做出的最优生产决策。

根据理性小农学派的农户行为理论,农户的行为决策是理性并符合最优化原则[21]。农户在面临是否采用科学施肥方式的选择时,主要会从以下几个方面进行考量和判断。一是经济效益,作为经济理性人,科学施肥的预期成本收益是农户调整生产行为的主要诱因,只有当采用科学施肥方式的预期净收益大于传统施肥方式时,农户才会调整施肥方式;二是生态效益,农户在追求自身利润最大化的同时,也会注重施肥带来的非市场价值,如改良土壤、培肥地力等。农户的非市场价值认知越高,其参与生态环境保护的响应程度也会越高[22];三是经营风险,由于信息不对称导致的“柠檬市场”效应,使得农户对农资经销商等失去信任,从而降低了购买热情。新型施肥技术和新型肥料产品作为两种不同的科学施肥方式,具有各自的属性特征。新型施肥技术属于长期投资行为,前期一次性投入大,虽然新技术能够节本、增收、环保,但往往需要多轮种植周期才能体现,且操作门槛较高,同时存在一定的不确定性,包括新技术投入伴随的经济风险和新技术失败导致的使用风险。短期来看,由于技术采纳的私人成本与社会成本不一致,农户几乎是不愿意主动参与的。相比之下,新型肥料产品属于短期投资行为,投入成本较低、即时见效且操作简单。农业生产中小农所追求的行动逻辑一直是低风险、小损失和求稳定[23]。因此,从农户角度来说,更倾向于选择新型肥料产品。农户依据自身禀赋及认知偏好对行为的发生做出预期判断,进而决定是否选择或者在多大程度上选择科学的施肥方式。

农户不仅是“理性人”,同时也是“社会人”,在两种角色共同作用下农户做出最优的行为决策[24],所以农户的生产行为还要考虑到外部环境因素的影响。在市场经济体制下,农技推广有政

府和市场两种推动力量[25],不同农业技术推广组织的内外部特征将导致他们在农业科技及相关服务的供给上存在显著差异,这些差异直观的反映在农户的应用行为上。由于新型施肥技术具有显著的公共性、基础性和社会性,难以市场化,基本是由政府提倡甚至要求农户使用的,这种推广带有强制或半强制性质,通过示范推广、财政补贴、讲座培训等措施,在技术投资、技能强化等方面引导农户对新技术的采用。政府的政策干预是解决农业生产技术外部性内部化的有效手段,会使农户决策约束条件发生变化,是农户新技术采纳的强决定因素,也是农户获取农业技术信息的主要渠道之一。从市场角度来看,盈利性肥料生产企业大规模生产适用于不同地区、不同农作物的新型肥料产品,他们直接或是与当地农资经销商、农资店等市场化组织合作,通过口头交流、电视广告、手机微信等手段,向农户传递肥料信息、推荐肥料品种和用量等。由于市场化组织与农户之间存在经济利益关系,农户占据一定的主动权,农户作为购买者具有较大的选择自由。在利润最大化的内在动力和优胜劣汰的外在竞争压力下,企业需要根据农户的信息反馈及时调整自己的生产决策,只有迎合了农户需求才能赚取更多的经济利益。

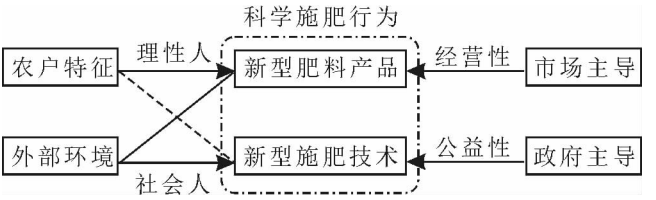


图1 农户科学施肥行为的分析框架

基于以上分析,本研究构建农户科学施肥行为的分析框架(见图1),并提出如下研究假说:

H_1:农户特征和市场环境是影响农户选择新型肥料产品的决定性因素。

H_2:政策环境是影响农户选择新型施肥技术的决定性因素。

三、研究方法、变量选取及数据来源

(一)双变量 Probit 模型构建

农户是否采纳新型施肥技术和农户是否施用新型肥料产品属于二分离散选择变量,某些不能观测的因素会同时影响农户对这两种行为的选择,因此,随机扰动项之间可能相关。由此可得到4种结果,即"同时采纳新型施肥技术和施用新型肥料产品"、"仅采纳新型施肥技术"、"仅施用新型肥料产品"和"既不采纳新型施肥技术,也不施用新型肥料产品"。调查数据表明,采纳新型施肥技术的农户中有91.9%的也施用了新型肥料产品,而施用新型肥料产品的农户中有77.8%的也采纳了新型施肥技术。因此,本文建立允许扰动项相关的双变量 Probit 模型分析农户科学施肥行为的影响因素。模型具体形式如下:

$$\begin{cases} y_1^* = \alpha_1 + \beta_1' X + \varepsilon_1 \\ y_2^* = \alpha_2 + \beta_2' X + \varepsilon_2 \\ E(\varepsilon_1) = E(\varepsilon_2) = 0 \\ \mathrm{var}(\varepsilon_1) = \mathrm{var}(\varepsilon_2) = 1 \\ \mathrm{cov}(\varepsilon_1, \varepsilon_2) = \rho \end{cases} \tag{1}$$

式中,y_1^* 与 y_2^* 为不可观测的潜变量,y_1 与 y_2 是最终的结果变量,作为被解释变量。若 $y_1^* > 0$,表明农户采纳新型施肥技术,即 $y_1 = 1$,反之,$y_1 = 0$;若 $y_2^* > 0$,表明农户施用新型肥料产品,即 $y_2 = 1$,反之,$y_2 = 0$。X 为解释变量,表示影响农户采纳新型施肥技术和施用新型肥料产品的各因素。α_1、α_2、β_1'、β_2'为相应的待估计参数。扰动项$(\varepsilon_1, \varepsilon_2)$服从二维联合正态分布。$\rho$ 是 ε_1 和 ε_2 的相关系数,当$\rho = 0$,则模型中的两个方程等价于两个单独的 Probit 模型;当$\rho \neq 0$,可用双变量 Probit 模

型对 y_1 和 y_2 的取值概率进行最大似然估计,若 $\rho>0$,y_1 和 y_2 呈现互补效应,若 $\rho<0$,y_1 和 y_2 呈现替代效应。

(二)变量选取

1. 解释变量

参考已有研究成果[26-27],并结合花生生产实际情况,将科学施肥行为定义为采纳新型施肥技术和施用新型肥料产品,新型施肥技术具体包括水肥一体化技术和测土配方施肥技术,新型肥料产品具体包括缓/控释肥料和商品有机肥料。

2. 被解释变量

本文将农户特征分为户主个人特征和生产经营特征两方面,其中户主个人特征选取了户主的性别、年龄、文化程度和施肥观念 4 个变量,生产经营特征选取了种植规模、种植经验和土壤肥力 3 个变量;将外部环境分为政策环境和市场环境两方面,其中政策环境选取了科技示范户、技术培训和政府补贴 3 个变量,市场环境选取了施肥成本和购买经历 2 个变量。变量定义及描述性统计分析结果见表 1。

表 1　变量定义及描述性统计分析结果

变量名称		变量定义	均值	标准差
科学施肥行为				
是否采纳新型施肥技术		是=1,否=0	0.27	0.44
是否施用新型肥料产品		是=1,否=0	0.32	0.47
农户特征				
户主个人特征	性别	户主性别?男=1,女=0	0.88	0.33
	年龄	户主实际年龄(岁)	54.46	8.12
	文化程度	户主受教育年限(年)	6.33	3.17
	施肥观念	少施、按需施肥=1;多施多收=0	0.49	0.50
生产经营特征	种植规模	花生种植面积(亩)	23.88	39.15
	种植经验	花生种植年限(年)	14.84	9.50
	土壤肥力	较差=1,中等=2,较好=3	2.11	0.40
外部环境				
政策环境	科技示范户	是否科技示范户?是=1,否=0	0.43	0.50
	技术培训	是否参加过农业技术培训?是=1,否=0	0.37	0.48
	政府补贴	是否有科学施肥补贴?补贴=1,未补贴=0	0.32	0.47
市场环境	施肥成本	施用新型肥料和普通化肥的成本对比?差不多=1,前者略高,能承受=2,前者过高=3	1.91	0.90
	购买经历	是否购买过劣质肥料?是=1,否=0	0.24	0.43

(三)调研数据来源

本研究数据来源自国家花生产业技术体系产业经济岗位专家团队 2018 年对全国 17 个省市自治区花生种植户开展的问卷调查。调研范围不仅包括河南、山东、河北等花生主产区,还包括山西、江西、贵州等非主产区,这些省份的花生种植面积约占全国花生种植面积的 95%,产量占全国的 96.5%①,因此,调研数据具有一定的代表性。经过后期审核和整理,最终形成有效问卷 596 份,问卷有效率为 98.3%。

表 2 列出了样本农户的基本特征。调查结果显示,大多数户主为男性,年龄在 55 岁及以上,文化程度在初中及以下,近半数家庭拥有的花生种植规模在 5 亩及以下。总体而言,样本农户表现出大多

① 数据来源于《中国统计年鉴 2019》。

数户主年龄偏高、受教育程度偏低,家庭经营面积偏小等特征,基本符合我国农户生产的实际情况。

表2 样本农户的基本特征

类型	选项	频数(人)	百分比(%)	选项	频数(人)	百分比(%)
性别	男	540	90.60	女	56	9.40
年龄	40岁及以下	12	2.01	55~64岁	217	36.41
	41~54岁	284	47.65	65岁及以上	83	13.93
文化程度	小学及以下	417	69.97	高中	94	15.77
	初中	78	13.09	大专及以上	7	1.17
种植规模	5亩及以下	263	44.13	15~29.99亩	65	10.90
	5.01~14.99亩	118	19.80	30亩及以上	150	25.17

四、双变量 Probit 模型实证研究结果及分析

(一)双变量 Probit 模型结果

本文运用 Stata13.0 软件检验农户特征、外部环境对农户科学施肥行为的影响,模型估计结果见表3。总体来看,模型拟合程度较好,大多数变量通过了显著性检验。Wald 检验显示,模型拒绝 $\rho=0$ 的原假设,且在1%的统计水平上通过了显著性检验,说明有必要使用双变量 Probit 模型。农户是否采纳新型施肥技术和是否施用新型肥料产品这两种选择之间都是相互影响的,具有较强的互补性,即采纳新型施肥技术的农户同时施用新型肥料产品的可能性大于未采纳新型施肥技术的农户;反之亦然。

表3 双变量 Probit 模型的估计结果

自变量	模型Ⅰ(新型肥料产品)		模型Ⅱ(新型施肥技术)		自变量	模型Ⅰ(新型肥料产品)		模型Ⅱ(新型施肥技术)	
	系数	z值	系数	z值		系数	z值	系数	z值
户主个人特征					政策因素				
性别	-0.163	-0.64	0.0398	0.16	科技示范户	-0.0195	-0.11	0.582***	3.56
年龄	0.0288***	3.22	0.016	1.64	技术培训	0.184	0.85	0.741***	3.84
文化程度	0.235***	8.11	0.209***	7.12	政府补贴	0.0803	0.41	0.398**	2.26
施肥观念	0.696***	4.01	0.137	0.75	市场因素				
生产经营特征					施肥成本	-0.693***	-7.09	-0.123	-1.16
种植规模	0.0239***	5.22	0.0245***	4.96	购买经历	-0.775***	-3.15	-0.0327	-0.13
种植经验	0.0196**	2.44	0.017**	2.16	常数项	-3.075***	-3.98	-4.135***	-5.62
土壤肥力	-0.191	-0.95	-0.145	-0.83	Wald 检验 ($H_0:\rho=0$)	chi2(1)=14.6777 Prob>chi2=0.0001			
					Athrho	11.87***			

注: *、**和***分别表示在10%、5%和1%的水平上显著。

(二)估计结果分析

1. 新型肥料产品施用行为分析

整体上看,年龄、文化程度、施肥观念、种植规模、种植经验、施肥成本和购买经历对农户施用新型肥料产品具有显著影响。户主个人特征变量中,年龄对农户施用新型肥料存在显著的正向影响。新型肥料相比普通肥料来说省力省肥,又比施肥技术更容易操作,户主年龄越大,身体状况可能越差,施用新型肥料的意愿更强烈。文化程度对农户施用新型肥料产品存在显著的正向影响。

户主受教育水平越高,了解、学习、掌握新事物的能力越强,尝试并接受科学施肥的可能性越大。施肥观念对农户施用新型肥料存在显著的正向影响。传统施肥观念认为“粮多粮少在于肥,肥越多产量越高”,现代施肥观念则坚持“少施或按需施肥”,农户越倾向于现代施肥观念,未来主动改变施肥行为的意愿就越强烈。相对采纳新技术,购买新肥料投资少、见效快、操作容易,农户的主观意愿完全可以决定。

生产经营特征变量中,种植规模对农户施用新型肥料产品存在显著的正向影响。一般而言,经营耕地面积越大,带来的规模经济效益越高,农户越倾向于采用先进的农业生产技术或生产方式[28]。实际调研中发现,花生种植规模达到 18 亩后,施用新型肥料的农户数量明显增多。种植经验对农户施用新型肥料产品均存在显著的正向影响。花生种植经验越丰富,对花生需肥特点越熟知,更有能力识别新型肥料的有效性和适用性,施用的概率越大。

市场环境变量中,施肥成本对农户施用新型肥料存在显著的负向影响。价格高低是农户购买肥料时最直观的考虑因素,只有当他们认为新型肥料比传统肥料“划得来”时,才有可能刺激农户选择新型肥料。购买经历对农户施用新型肥料存在显著的负向影响。由于优质肥料的利润空间较小,肥料生产企业等为了追求自身利益,可能会售卖质量不达标或是肥效较差的肥料,农户一旦有过买到劣质肥料的受骗经历,就会产生极大的不信任,通过口碑效应也可能使周围农户降低对新型肥料的选择行为。总体来说,农户特征和市场环境对农户施用新型肥料产品存在显著影响,研究假说 H_1 得到验证。

2. *新型施肥技术采纳行为分析*

整体上来看,文化程度、种植规模、种植经验、科技示范户、技术培训和政府补贴对农户采纳新型施肥技术具有显著影响。农户特征变量中,文化程度、种植规模和种植经验对农户采纳新型施肥技术存在显著的正向影响。不难发现,这些农户特征同时显著影响农户施用新型肥料产品和采纳新型施肥技术,故可以将这些因素看作是农户科学施肥行为的基本素质。实际调研中发现,农户文化程度达到高中水平、家庭种植规模达到 30 亩,更倾向于选择采纳水肥一体化技术。由此估计,高中教育程度、30 亩土地规模在受调查的农户中成为是否采纳新技术潜在的应用门槛。

政策环境变量中,科技示范户对农户采纳新型施肥技术存在显著的正向影响。相对于普通农户,科技示范户会有对应的农技员定期提供专门指导、技术服务,通过知识溢出和技术溢出显著降低农户技术学习成本,促进农户更好地接受、运用新技术。技术培训对农户采纳新型施肥技术存在显著的正向影响。对于传统农户,他们在施肥时更多地依靠经验和习惯,但经验积累通常是缓慢且可能存在偏误的,而技术培训则是另外一种重要途径,特别是当新的肥料品种或是施肥技术出现时[29-30]。技术培训作为一种非正规教育,传授的知识更具针对性和与时俱进,有助于增加农户对科学施肥的了解程度和认可程度,降低农户信息搜寻成本。政府补贴对农户采纳新型施肥技术存在显著的正向影响。政府补贴属于转移性支付,能够有效降低农户新技术的采纳成本。因此,政策环境对农户采纳新型施肥技术存在显著影响,研究假说 H_2 得到验证。研究还发现,部分农户特征对农户采纳科学施肥技术同样具有显著影响,可以将这些因素视为农户科学施肥行为的应用门槛。

五、农户科学施肥行为影响因素的研究结论与政策建议

(一)研究结论

基于我国 17 省 596 户花生种植户的调查数据,运用双变量 Probit 模型,考察农户特征和外部环境对农户采纳新型施肥技术和施用新型肥料产品的影响及其差异,得到以下结论:

第一,农户特征及市场环境会对农户科学施肥行为产生正向或负向影响,具体表现为,年龄、施肥观念对农户施用新型肥料产品存在显著的正向影响,施肥成本和购买经历对农户施用新型肥料产品存在显著的负向影响。农户特征及市场环境能够决定的科学施肥行为适用市场主导、自下而上的"拉动"模式,与这种影响路径匹配的是经营性运行机制,肥料生产企业、经销商等市场化组织有必要围绕农户实际需求推出肥料产品,利用价格、服务、质量等优势吸引农户购买肥料产品。

第二,政策环境也会对农户科学施肥行为产生正向影响,具体表现为,科技示范户、技术培训和政府补贴对农户采纳新型施肥技术存在显著的正向影响。需要通过政策引导诱使农户产生的科学施肥行为适用政府主导、自上而下的"推动"模式,与这种影响路径匹配的是公益性运行机制,农技推广系统通过技术培训、示范等渠道无偿提供农业公共技术供给,政府通过经济性补贴为农户采纳新技术提供财政支持。

第三,部分农户特征成为农户选择科学施肥方式的应用门槛,文化程度、种植规模和种植经验是显著影响农户施用新型肥料产品和采纳新型施肥技术的共性因素,即农户选择新技术与新产品潜在的应用门槛。受调查的农户中,高中教育程度以及30亩土地规模成为其采纳新技术的应用门槛。因此,提高农民文化素质、扩大家庭种植规模等是我国农技推广的必要条件。

(二)政策建议

如何采取有效措施引导农户科学施肥,实现农民增收与环境保护双赢,是未来中国农业发展过程中必须破解的一大难题。基于上述研究结论,给出以下政策建议:

(1)政策环境对农户采纳新技术存在显著的正向影响,所以加强公益性农技推广系统的能力建设对于农业科技推广具有积极意义。一是需要改革优化用人制度,减少人头费的负担比例,从发工资养人员向通过推广项目获取经费的方式引导农技推广队伍进行动态调整,剥离出非专业技术人员,留下的农技人员需要依靠自身专长去参与市场竞争。二是示范项目不能做中看不中用的形象工程,而是要强化对农民的培训、指导和技术支持,要让农民看得懂、学得会、用得上,在验收时需要将推广面积、带动农户的推广效果作为考核指标。三是优化调整农技推广经费投入比例和结构,增加重大基础性、前沿性技术研发以及应用研究的经费投入力度,提高公益性农技推广效率。

(2)农业科研单位研发的新技术、新产品需要通过成果转化才能得到推广与应用,所以需要建立与健全平台化农业科技成果转化机制。农业科技成果转化是实现农业科技从"实验室"向"生产车间"转移的关键环节,因此,有必要构建农业科技成果展示、价值评估、交易平台,将政府、市场、科研机构和中介服务机构等主体整合起来,推动供给与需求的有效对接。可以利用大数据和云平台等互联网技术手段,定期向涉农企业发布科技成果产出报告等相关信息,聚集评估机构对新技术、新产品等进行市场价值评估,通过技术转让、技术咨询等方式实现农业科技成果有偿转让和交换,缩短科技成果与产业化之间的距离。

(3)对于新型肥料的推广应用,维护和规范肥料市场秩序至关重要。一是需要建立肥料产品溯源体系,通过扫二维码等多种形式提供生产或经销单位名称和地址、生产日期和批号、养分含量及其它添加物等全程溯源服务,并在农资企业建立关键点质量控制体系。二是加强肥料市场监管力度,深入生产、流通及销售的各个环节。农资监管部门要加大对肥料产品的抽检力度,打压假冒伪劣产品的生存空间。三是建立以市场为主导的化肥价格形成机制。各级价格主管部门严格依法查处囤积居奇、乱涨价等价格违法行为和低价倾销等不正当竞争行为,创造一个良好的市场环境。

参考文献:

[1]HUANG J, ROZELLE S D. Technological change: rediscovering of the engine of productivity growth in China's rural economy[J]. Journal of Development Economics, 1996(2):337 - 369.

[2]FISCHER G, WINIWARTER W, ERMOLIEVA T, et al. Integrated modeling framework for assessment and mitigation of nitrogen pollution from agriculture: Concept and case study for China[J]. Agriculture Ecosystems & Environment, 2010(1):116 - 124.

[3]白由路. 我国肥料产业面临的挑战与发展机遇[J]. 植物营养与肥料学报,2017(1):1 - 8.

[4]杨帆,孟远夺,姜义,等. 2013 年我国种植业化肥施用状况分析[J]. 植物营养与肥料学报,2015(1):217 - 225.

[5]周曙东,卞琦娟,朱红根,等. 水稻经营大户对有偿农技服务支付意愿的影响因素分析—基于江西省 591 户种稻大户数据[J]. 南京农业大学学报(社会科学版),2008(3):58 - 63.

[6]葛继红,周曙东,朱红根,等. 农户采用环境友好型技术行为研究—以配方施肥技术为例[J]. 农业技术经济,2010(9):57 - 63.

[7]夏雯雯,杜志雄,郜亮亮. 土地经营规模对测土配方施肥技术应用的影响研究—基于家庭农场监测数据的观察[J]. 中国土地科学,2019(11):70 - 78.

[8]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.

[9]冯晓龙,霍学喜. 社会网络对农户采用环境友好型技术的激励研究[J]. 重庆大学学报(社会科学版),2016(3):72 - 81.

[10]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(6):187 - 196.

[11]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.

[12]胡乃娟,孙晓玲,许雅婷,等. 基于 Logistic-ISM 模型的农户有机肥施用行为影响因素及层次结构分解[J]. 资源科学,2019(6):1120 - 1130.

[13]钟太洋,黄贤金,王柏源. 非农业就业对农户施用有机肥的影响[J]. 中国土地科学,2011 (11):67 - 73.

[14]郜亮亮,黄季焜,Rozelle Scott,等. 中国农地流转市场的发展及其对农户投资的影响[J]. 经济学(季刊),2011(4):1499 - 1514.

[15]蔡荣,韩洪云. 合同生产模式与农户有机肥施用行为—基于山东省 348 户苹果种植户的调查数据[J]. 中国农业科学,2011(6):1277 - 1282.

[16]郜亮亮,冀县卿,黄季焜. 中国农户农地使用权预期对农地长期投资的影响分析[J]. 中国农村经济,2013(11):24 - 33.

[17]张驰,张崇尚,仇焕广,等. 农业保险参保行为对农户投入的影响—以有机肥投入为例[J]. 农业技术经济,2017(6):79 - 87.

[18]蔡颖萍,杜志雄. 家庭农场生产行为的生态自觉性及其影响因素分析—基于全国家庭农场监测数据的实证检验[J]. 中国农村经济,2016(12):33 - 45.

[19]孔凡斌,钟海燕,潘丹. 小农户土壤保护行为分析—以施肥为例[J]. 农业技术经济,2019(1):100 - 110.

[20]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.

[21]SCHULTZ T W. Transforming Traditional Agriculture[M]. New Haven: Yale University Press, 1964.

[22]史恒通,王铮钰,阎亮. 生态认知对农户退耕还林行为的影响—基于计划行为理论与多群组结构方程模型[J]. 中国土地科学,2019(3):42 - 49.

[23]李博,左停. 多重制度逻辑视角下基层农业技术推广服务体系探析—以营镇农技推广的实践为例[J]. 贵州社会科学,2017(6):142 - 147.

[24]余威震,罗小锋,黄炎忠,等. 内在感知、外部环境与农户有机肥替代技术持续使用行为[J]. 农业技术经济,2019(5):66 - 74.

[25]周曙东,吴沛良,赵西华,等. 市场经济条件下多元化农技推广体系建设[J]. 中国农村经济,2003(4):57 - 62.

[26]丁相勇,王恒.鲁东南地区花生种植"配方施肥+化肥机械深施"减肥增效技术模式[J].农业工程技术,2018(23):32.
[27]王凯,吴正锋,郑亚萍,等.我国花生优质高效栽培技术研究进展与展望[J].山东农业科学,2018(12):138-143.
[28]唐博文,罗小锋,秦军.农户采用不同属性技术的影响因素分析—基于9省(区)2110户农户的调查[J].中国农村经济,2010(6):49-57.
[29]纪月清,张惠,陆五一,等.差异化、信息不完全与农户化肥过量施用[J].农业技术经济,2016(2):14-22.
[30]何浩然,张林秀,李强.农民施肥行为及农业面源污染研究[J].农业技术经济,2006(6):2-10.

Farmers' Characteristics, External Environment & Scientific Fertilization

ZHOU Shu-dong, LI Xing-zi
(*College of Economics and Management*, *Nanjing Agricultural University*, *Nanjing* 210095, *China*)

Abstract: Based on data from the questionnaires of 526 peanut farmers in 17 provinces, this study applied a bivariate Probit model for empirical analysis, revealed the influence mechanism of farmer characteristics and external environment on farmers' application behavior of scientific fertilization. The results show that, firstly, farmer characteristics and market environment have significant impact on farmers' application behavior of scientific fertilization. Scientific fertilization behavior determined by farmers' characteristics and market environment is suitable for a market-oriented and bottom-up "pull" model, therefore commercial operation mechanism matches with this influence pathway. Secondly, policy environments have significant impacts on farmers' application behavior of scientific fertilization. Scientific fertilization behavior determined by policy environment is suitable for a government-led and top-down "push" mode; therefore public operating mechanism matches with this influence path. Thirdly, farmer's education level, planting scale and farming experience common factors significantly affecting farmers' application behavior of new fertilizer products and adoption of new fertilization technology, that means a potential threshold for farmers to adopt new technologies and new products. Based on the research, this study proposes some policy recommendation: strengthening the capacity building for the extension system of public welfare agricultural technology, improving online platform-based transformation mechanism of agricultural scientific and technological achievements, and maintaining and standardizing fertilizer market order.

Key Words: agricultural output; farmer characteristics; external environment; scientific fertilization; environmental pollution