

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2017.05.025

三峡库区农户过量施肥负效应认知实证分析^①

农金花¹, 梁增芳², 肖新成^{1,3}, 倪九派¹

1. 西南大学 资源环境学院, 重庆 400716; 2. 重庆市万州水务局, 重庆 万州 404120;

3. 宜春学院 经济管理学院, 江西 宜春 336000

摘要:近年来,农业生产中过量施肥问题越来越严重,研究农户对过量施肥负效应的认知对控制化肥施用量具有重要意义.本文采用结构方程模型(SEM),基于三峡库区南沱镇的调查问卷数据,实证分析了农户对过量施肥负效应认知的影响因素.结果表明:当地农户文化程度普遍不高,基本处于初中文化水平;农户比较关心先进农业信息技术,但是当地政府和农技部门对先进农业信息技术的宣传和推广力度不够.家庭特征和环境意识对过量施肥负面效应的认知有一定影响,但是影响不是很大,农技培训对过量施肥负面效应的认知的影响分析具有统计学意义.因此,加强农业技术培训,定期开展农业技术信息宣传对控制农户施肥量具有积极作用.

关键词:三峡库区;过量施肥;农业面源污染;结构方程模型

中图分类号: X508

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2017)05-0162-08

近年来,我国各大流域面源污染问题不断出现,尤其是三峡库区农业面源污染越来越严重^[1-2].三峡库区农户农业生产滥用化肥农药是当前造成农业面源污染形成的最主要原因^[3-7].农户信赖并大量施用化学无机肥料,导致土壤养分含量降低和土壤酶活性下降,加速土壤酸化,改变土壤结构以及物理性质,降低土壤保水保肥能力,加剧水土流失,降低作物产量和品质^[8-13].因此了解和指导农户科学合理使用农药和化肥是改善三峡库区农村农户生产生活环境的前提.不同农户对过量施肥负面效应的认知存在差异,影响农户认知的内在以及外在因素有很多^[14].许多研究发现,农户化肥施用行为受到非农就业人数、户主性别、文化程度、务农时间、种植规模、是否参加过施肥技术培训、信息获取渠道、农户对化肥施用负面影响所采取的态度、个人施肥习惯、土壤质量下降、病虫害问题等多种因素的影响^[15-16].目前国内关于过量施肥研究主要集中于过量施肥对土壤环境造成不良后果,分析方法通常采用定性分析,实证分析方法应用的较少.因此本文选择三峡库区极具代表性的南沱镇开展农户调查,调查农户施肥态度以及对过量施肥危害性的认识,实证分析现阶段农户大量使用化肥的影响因素.为政府制定政策控制农药化肥施用量提供理论依据.

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

南沱镇地处重庆市涪陵区以东长江“几”字形内河套地区,是三峡库区移民重镇,农业面源污染问题十分严重^[17].在预调查结果良好的基础上,本人于2013年6月29日到7月17日对南沱镇9个典型的

① 收稿日期: 2015-05-22

基金项目: 国家自然科学基金项目(41371275); 中央高校基金科研业务费专项基金项目(XDJK2013A016).

作者简介: 农金花(1990-),女,广西百色人,硕士研究生,主要从事水土保持、流域水文与水资源研究.

通信作者: 倪九派,博士,教授.

行政村进行了入户调查(图 1). 9 个调查村地理位置均沿长江边分布, 其农业施肥行为与三峡库区的污染状况关联度高, 对于研究三峡库区农业面源污染十分具有代表性. 采用面对面访谈和引导调查方式, 以在家务农户主为调查对象, 总调查农户为 700 多家, 收回调查问卷 742 份, 经过筛选有效问卷为 632 份, 有效率达到 85.2%.

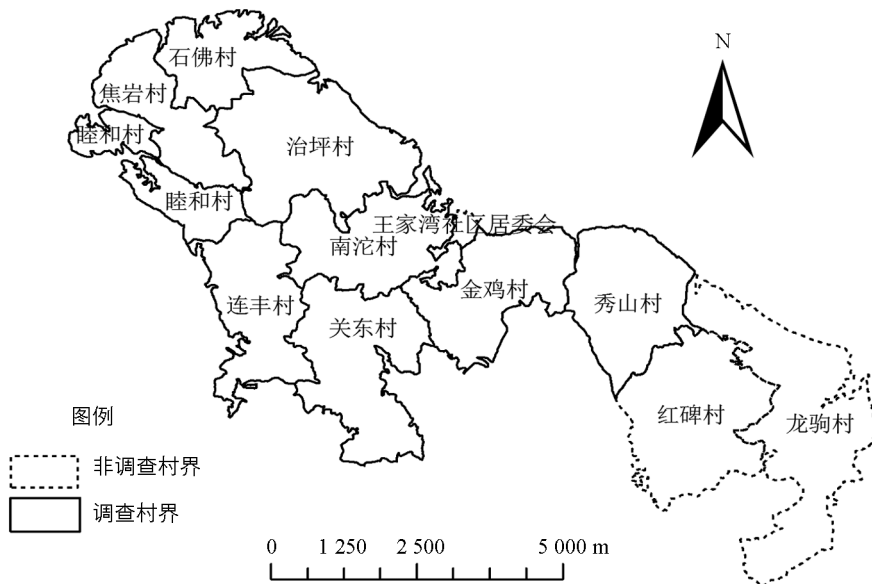


图 1 调查区域图

1.2 结构方程模型

结构方程模型(SEM)结合了因子分析、路径分析和多元回归分析的统计技术, 是一种实证分析模型, 通过寻找变量间内在的结构关系, 验证某种结构关系或模型的假设是否合理, 模型是否正确, 并且可以指出和修正模型存在的问题^[18]. 测量模型和结构模型是结构方程模型两个组成部分. 前者是一组观测变量的线性函数, 由观测变量来定义潜变量, 描述隐变量与指标之间的关系. 后者反映隐变量之间的关系^[17]. 测量方程和结构方程形式如下:

$$y = \Lambda_y \eta + \epsilon \quad (1)$$

$$x = \Lambda_x \xi + \delta \quad (2)$$

$$\eta = B\eta + \Gamma\xi + \zeta \quad (3)$$

公式(1)观测变量 y 将内因潜变量 η 连接到内生标识; 公式(2)观测变量 x 将外因潜变量 ξ 连接到外生标识. 矩阵 Λ_x 和 Λ_y 是相关系数, 分别为反映 x 对 ξ 和 y 对 η 关系强弱程度的系数矩阵. ϵ 和 δ 分别是公式(1)和公式(2)的测量误差. 公式(3)反映了潜变量之间的关系. 内因潜变量和外因潜变量之间通过系数矩阵 B 和 Γ 以及误差向量联系起来. 其中: Γ 为外因潜在变量对内因潜变量的影响, B 为内因潜变量之间的相互影响, ζ 为结构方程的误差项.

1.3 研究假设

本研究主要利用结构方程模型来探索和分析三峡库区农户对过量施肥负面效应的认知程度及其影响因素. 主要考虑影响因素包括: 农户自身特征、家庭特征、农技培训、环境意识(图 2). 其中, 农户自身特征包括户主年龄(x_1)和文化程度(x_2); 家庭特征包括家庭人数(x_3)、劳动力人数(x_4)和农业劳动力人数(x_5); 农技培训包括是否有农业技术人员的指导(x_6)和是否收看农业技术节目(x_7); 环境意识包括是否关心流域水质(x_8)和对流域水环境的认知(x_9); 对过量施肥负面效应的认知程度包括对粮食品质的影响(x_{10})、对土壤的影响(x_{11})、对地下水的影响(x_{12})、对大气的影响(x_{13})和对人体健康的影响(x_{14}). 研究表明农户年龄越大, 受教育程度越低, 接受农技人员和农业电视广播的宣传和指导少, 对过量施肥负面效应认识不深, 很难认识到过量施肥给环境带来的严重影响^[19].

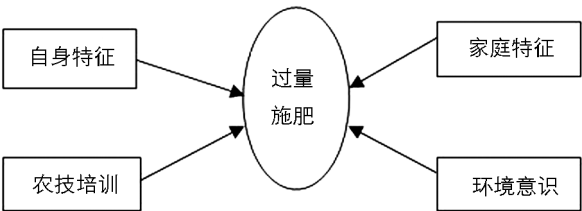


图 2 过量施肥负面效应认知的影响因素假说模型

因此, 本文提出以下研究假设:

H1: 年龄、文化程度等自身特征对过量施肥负面效应的认知有负影响; H2: 家庭人口数、劳动力人数等家庭特征对过量施肥负面效应的认知有正影响; H3: 农技员指导、农业电视广播宣传等农技培训对过量施肥负面效应的认知有正影响; H4: 对周围流域水环境的意识对过量施肥负面效应的认知有正影响; 将采用结构方程模型方法对以上 4 个假设进行分析。

1.4 变量解释与描述性统计分析

将假设模型涉及的 14 个观测变量归类成 4 个隐变量, 分别为: 农户自身特征、家庭特征、农技培训和环境意识。各隐变量下的观测变量的具体定义方法如表 1 所示。

表 1 变量解释

隐变量	观测变量	变 量 定 义
自身特征	年龄	1=20~30 岁, 2=31~40 岁, 3=41~50 岁, 4=51~60 岁, 5=61~70 岁, 6=70 岁以上
	文化程度	1=高中以上, 2=高中毕业, 3=中学, 4=小学, 5=小学以下
家庭特征	家庭人数	1=1~2, 2=3~4, 3=5~6, 4=7 以上
	劳动力人数	1=1~2, 2=3~4, 3=5~6, 4=7 以上
	农业劳动人数	1=1~2, 2=3~4, 3=5~6, 4=7 以上
农技培训	农技人员指导	0=否, 1=是
	农业技术节目	0=否, 1=是
环境意识	是否关心流域水质	0=否, 1=是
	对流域水环境的认知	1=不了解, 2=不太了解, 3=了解, 4=非常了解
过量施肥的负面效应	对粮食品质的影响	1=不知道, 2=没有影响, 3=影响轻微, 4=影响严重, 5=影响相当严重
	对土壤的影响	1=不知道, 2=没有影响, 3=影响轻微, 4=影响严重, 5=影响相当严重
	对地下水的影响	1=不知道, 2=没有影响, 3=影响轻微, 4=影响严重, 5=影响相当严重
	对大气的影响	1=不知道, 2=没有影响, 3=影响轻微, 4=影响严重, 5=影响相当严重
	对人体健康的影响	1=不知道, 2=没有影响, 3=影响轻微, 4=影响严重, 5=影响相当严重

1.4.1 描述性统计分析

影响农户过量施肥的因素包括市场经济制度、农户家庭经济水平、经济鼓励政策、农户个体特征以及农户的态度和意识等等。本文选取了农户自身特征、家庭特征、农技培训、环境意识这 4 个对农户过量施肥负面效应认知有影响的潜变量。对其的描述性统计分析如表 2 所示。

分析结果显示: 户主以男性为主, 占全部调查者的 88.8%。户主年龄偏大, 其中在 41~50 岁之间为 30.7%, 户主年龄在 40 岁以下的农户仅为 10.1%。户主文化程度偏低, 小学水平占 50.2%, 高中及以上的人数仅占 2.9%。因为年轻人外出打工, 中老年人留守在家从事农业活动, 受条件限制中老年人文化程度偏低。

在农技培训调查中, 93.7%的农户表示没有接受过农业技术人员指导, 仅有 6.3%的农户接受过指导或与农技人员有过交流; 53%的农户不经常收看农业技术节目, 47%的农户则表示平时比较关注农业信息, 经常收看农业技术节目。接近一半的农户关注农业信息, 但是绝大多数农户都没有接受过农技人员的技术指导。当地政府和农技部门加大先进农业技术的宣传和指导力度。

在农户环境意识的调查结果显示,79.4%的农户关心周边流域的水质问题,20.4%的农户对周边流域的水质问题不是很关心.8.4%的农户不了解周边流域水环境的质量,26.8%农户不太了解周边流域水环境的质量,45.1%农户了解周边流域水环境的质量,19.6%农户非常了解周边流域水环境的质量.大部分农户关心周边流域的水质问题,仅有少数农户不了解流域周围水质,绝大部分农户对周边流域水环境的质量有一定认识.农户对周边流域水环境质量认识程度层次存在差异.

表 2 描述性统计分析

隐变量	观测变量	变量定义	百分比/%
自身特征	户主性别	1=男	88.8
		2=女	11.2
	户主年龄	1=20~30 岁	1.1
		2=31~40 岁	9.0
		3=41~50 岁	30.7
		4=51~60 岁	19.9
		5=61~70 岁	23.3
		6=70 岁以上	16.0
	户主文化程度	1=小学以下	17.4
		2=小学	50.2
		3=中学	29.6
		4=高中毕业	2.4
		5=高中以上	0.5
农技培训	是否接受过农技人员指导	否	93.7
		是	6.3
	是否收看农业技术节目	否	53.0
		是	47.0
环境意识	是否关心流域水质	否	20.4
		是	79.4
	对流域水环境的认知	不了解	8.4
		不太了解	26.8
		了解	45.1
		非常了解	19.6

1.4.2 过量施肥认知情况

建国初期化肥的使用不是很广泛,我国农户在农业生产行为中使用化肥量很少,这是因为当时农户们对化肥的作用认识不足,再加上当时经济水平较低,而化肥成本比较高,农户们不太愿意大量使用化肥,基本上都使用农家肥.后来由于家庭联产承包责任制的广泛实施,农户的生产积极性得到了很大提升,再加上农户经济水平不断提高,所以农户们对农业生产的投资更加活跃,化肥施用量便不断增加.近几年,过量施肥现象越来越严重,原因就是农户们对过量施肥危害的认识不深.因此,在调查问卷中设计了农户关于过量施肥对粮食品质、土壤质量、地下水质量、大气环境和人体健康影响程度的认识.图 2 为农户对过量施肥的认知情况.

调查显示农户对过量施肥的认识程度不深.大部分人对过量施肥的危害表示不知道或认为过量施肥对环境没有影响,少部分人表示过量施肥对环境,无论是粮食品质、土壤质量、地下水质量、大气环境还是人体健康都有轻微或较严重的影响,仅有个别少数的农户认为过量施肥对环境的影响相当严重.

农户普遍认为过量施肥对粮食品质、土壤质量的影响较重,而对大气,地下水和人体健康的影响则相对较轻.这说明,农户在认识过量施肥对环境的危害时,只看到了过量施肥对土壤和农作物直接造成的影响,而没有看到过量施肥间接对大气、地下水和人体健康带来的危害.

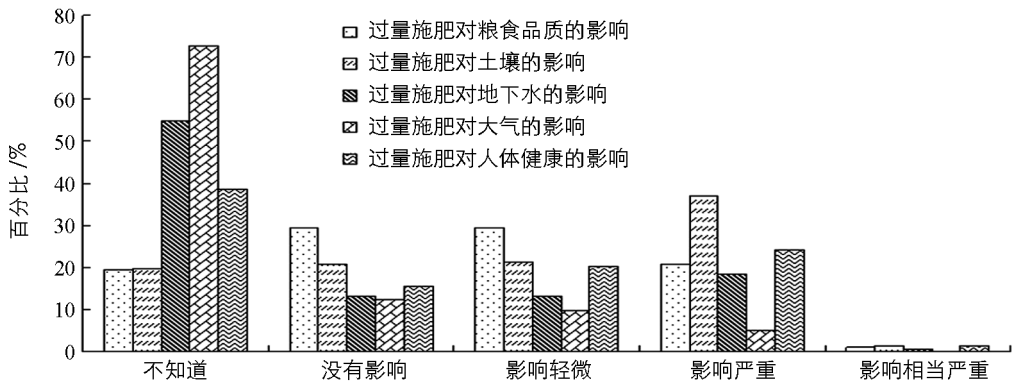


图 2 农户对过量施肥认知情况

2 实证结果与分析

2.1 信度检验

所谓信度,是指不同观测变量测量同一潜变量的程度,内部一致性信度是最为常用的信度度量方法,最流行的估计是 Cronbach's α 值^[20].不同研究者对信度系数的界限值有不同的看法,一般认为,0.60~0.65 认为不可信;0.65~0.70 认为是最小可接受值;0.70~0.80 认为较好;0.80~0.90 就是相当好.本文结合 SPSS18.0 和 Amos17.0 统计分析软件对模型中涉及的变量数据进行信度检验,检验结果如表 3 所示.

从表 3 可以看出,自身特征的 α 值为 0.733,家庭特征的 α 值为 0.715,这 4 个隐变量的信度系数均达到 0.70~0.80 这个较好的范围,农技培训的 α 值为 0.892,环境意识的 α 值为 0.811,这 2 个隐变量的信度系数在 0.80~0.90 这个相当好的范围内.可见,本模型中各隐变量下的观测变量具有较好的内部一致性.

表 3 数据信度检验表

隐变量	自身特征	家庭特征	农技培训	环境意识
α 值	0.733	0.715	0.892	0.811

2.2 模型的适配度检验

结构方程模型的拟合好坏主要通过以下指标来衡量^[21]: $CMIN/DF$ 、拟合良好性指标(GFI)、近似误差均方根($RMSEA$)、均方根残差(RMR)、标准拟合指数(NFI)、非标准拟合指数(TLI)、增值拟合指数(IFI)、比较拟合指数(CFI)等来评价模型拟合优度.本文假设的模型适配检验值见表 4.

一般认为, $CMIN/DF<4$, $RMSEA>0.08$, $RMR<0.05$, $PCFI$ 和 $PNFI>0.05$, GFI,NFI,RFI,IFI,TLI,CFI 均 >0.9 时表示模型拟合效果良好.其中, $CMIN/DF$ 和 $RMSEA$ 越小越好, GFI,CFI,NFI,RFI,TLI,IFI 越接近于 1 越好.从表 4 可知,所有适配指数均达到了理想状态,其中 2 个增值指数 NFI 和 TFI 也接近了适配标准临界值,所以该模型适配度指标基本上达到了适配标准,说明本文建立的因果模型与实际调查数据吻合,对应的路径分析模型可得到支持.

表 4 模型适配度检验摘要表

指数名称	统计检验量	适配的标准或临界值	检验结果数据	模型适配判断
绝对适配度指数	$CMIN/DF$	<4	3.511	理想
	$RMSEA$	>0.08	0.046	理想
	GFI	>0.9	0.891	理想
	RMR	<0.05	0.052	理想
增值适配度指数	NFI	>0.9	0.86	接近
	IFI	>0.9	0.896	理想
	TLI	>0.9	0.835	接近
	CFI	>0.9	0.893	理想
简约适配度指数	$PCFI$	>0.05	0.579	理想
	$PNFI$	>0.05	0.557	理想

2.3 结构方程模型的估计结果

一个模型的建立必须具备相应的理论支持并通过相关检验，上述的理论分析、各潜变量内部一致性的检验以及模型适配度检验，充分证实可以用结构方程模型来对前面假设的 4 个命题进行实证分析. 本文对初始假设模型进行反复修正，删除或者限制初始概念模型中不存在的变量关系，如：自身特征中的性别、政治面貌，农技培训中的是否参与农业技术培训班等变量，得到拟合效果较好的修正模型(图 3)，模型参数估计结果如表 5 所示.

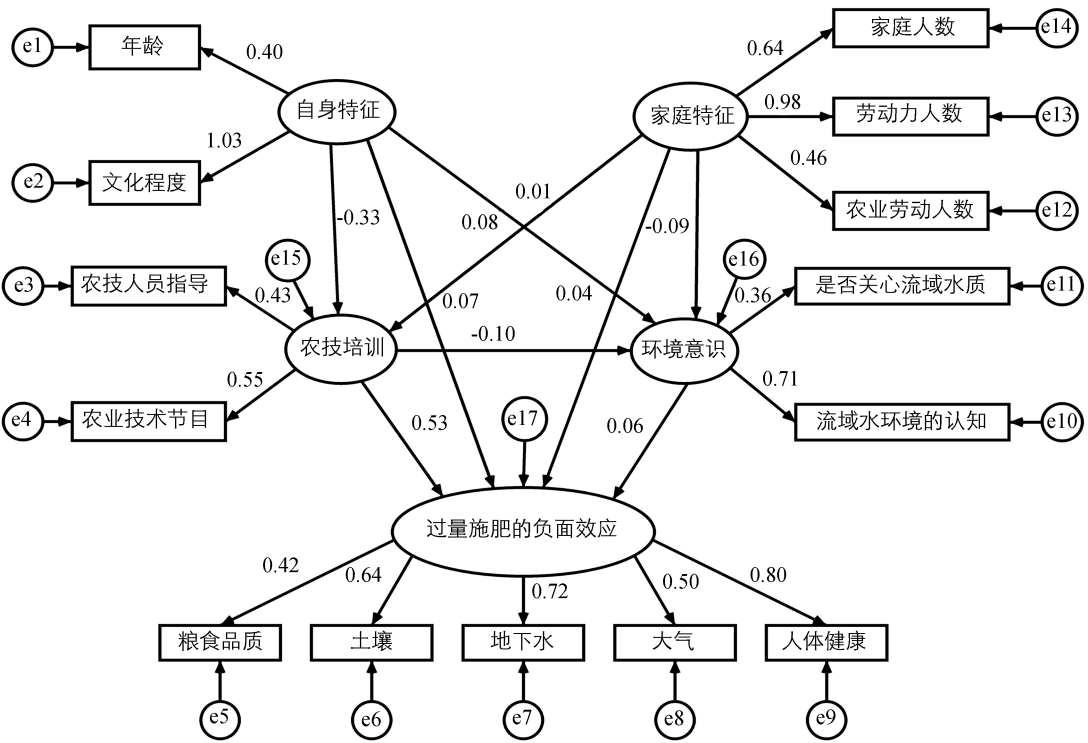


图 3 结构方程模型路径图

表 5 模型参数估计结果

	未准备化路径系数	标准误差	p	标准化路径系数
过量施肥的负面效应←家庭特征	0.036	0.043	0.401	0.04
过量施肥的负面效应←自身特征	0.094	0.087	0.281	0.07
过量施肥的负面效应←农技培训	1.921	0.453	0.001	0.53
过量施肥的负面效应←环境意识	0.281	0.34	0.408	0.06

2.4 模型解释

根据修正模型运行结果，由隐变量之间的路径系数可以看出，理论模型中，假设 2 和假设 3 和假设 4 的方向与模型估计结果的方向一致，都为正影响，而假设 1 的方向与模型估计的结果不一致. 有 3 个假设得到了支持.

1) 家庭特征和农户自身特征对过量施肥负面效应的认识有一定影响，但是影响不大(标准化路径系数分别为 0.04 和 0.07). 农户家庭人数和结构对过量施肥负面效应的认知影响不大. 一般来说，农户年纪越轻、文化程度越高，获得农业信息和施肥技术的途径就越多，理应对过量施肥负面效应有一定的认识，但是本文中，模型估计的结果与假设相反，这在今后的研究中需作进一步探讨.

2) 农技培训对过量施肥负面效应的认识影响明显(标准化路径系数为 0.53). 这与假设的方向一致，在农户农业生产过程中，有农业技术人员的宣传和指导(适量施肥、适时施肥、测土配方施肥等技术)，加深了农户多过量施肥负面效应的认识，能有效控制施肥量，提高粮食品质，降低对土壤结构破坏. 农户经常观看农业电视节目，也能获悉一些关于过量施肥危害的科普宣传和科学合理使用化肥的小知识，从而更加深

入地了解过量施肥的危害性。

3) 环境意识对过量施肥负面效应的认识影响较小,假设方向一致。对周围流域水质比较关心且有一定了解的农户相应对过量施肥负面效应的认知较深,对流域水质很了解的农户,知道水污染很大程度上是因为农田过剩的残留农药化肥迁移到水体中造成的。所以环境意识对过量施肥负面效应的认识存在一定影响。

3 结 论

本文基于三峡库区南沱镇 9 个行政村的调查问卷,采用结构方程模型研究了农户对过量施肥负面效应认知的影响因素。结果表明:1) 当地农户户主以中老年男性为主,文化程度以小学及小学以下为主;农户比较关注农业技术电视节目,但是当地政府和农技部门对先进农业技术的宣传和推广力度不够。2) 农户自身特征对过量施肥负面效应的认知的影响有待进一步研究;而家庭特征和环境意识对过量施肥负面效应的认知有一定影响,但是影响不是很大;农技培训对过量施肥负面效应的认知的影响显著,上述结论与本文初始假设基本一致。

为了有效提高农户对过量施肥负面效应的认知程度,有效控制施肥量创造基础,可以在乡里设立农业技术推广站,定期宣传最新的农业技术信息和过量施肥的危害,设立农业技术培训班,积极鼓励和引导农户收听农业广播和收看农业类电视节目,定期派专业技术人员到村里指导农户科学施肥等。

参考文献:

- [1] 丁俊恩,谢德体,魏朝富,等. 基于 MUSLE 模型的三峡库区重庆段农业非点源污染危险性评价 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2010, 32(5): 96—101.
- [2] 吴兆娟,倪九派,魏朝富,等. 三峡工程胁迫下重庆库区耕地利用变化及其机制研究 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2011, 33(3): 50—57.
- [3] 张维理,冀宏杰, KOLBE H, 等. 中国农业面源污染形势估计及控制对策 II. 欧美国家农业面源污染状况及控制 [J]. 中国农业科学, 2004, 37(7): 1018—1025.
- [4] 陈玉成,杨志敏,陈庆华,等. 基于“压力—响应”态势的重庆市农业面源污染的源解析 [J]. 中国农业科学, 2008, 41(8): 2362—2369.
- [5] 武淑霞. 我国农村畜禽养殖业氮磷排放变化特征及其对农业面源污染的影响 [D]. 北京: 中国农业科学院, 2005.
- [6] 梁流涛,冯淑怡,曲福田. 农业面源污染形成机制: 理论与实证 [J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(4): 74—80.
- [7] 李海鹏. 中国农业面源污染的经济分析与政策研究 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2007.
- [8] 张玉启,李 彤,郑钦玉,等. 论三峡库区农业面源污染控制的生态补偿措施 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2011, 36(4): 230—234.
- [9] 马宁宁,李天来,武春成,等. 长期施肥对设施菜田土壤酶活性及土壤理化性状的影响 [J]. 应用生态学报, 2010, 21(7): 1766—1771.
- [10] 王艳群,彭正萍,薛世川,等. 过量施肥对设施农田土壤生态环境的影响 [J]. 农业环境科学学报, 2005, 24(z1): 81—84.
- [11] 王继红,刘景双,于君宝,等. 氮磷肥对黑土玉米农田生态系统土壤微生物量碳、氮的影响 [J]. 水土保持学报, 2004, 18(1): 35—38.
- [12] 杨曾平,张杨珠,曾希柏,等. 不合理施肥引起高产稻田土壤退化研究 [J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2007, 33(2): 225—231.
- [13] 陈劲憬,高丽红,曹之富. 施肥对设施土壤及作物生育的影响研究进展 [J]. 农业工程学报, 2005, 12(S2): 16—20.
- [14] 梁增芳,肖新成,倪九派. 农业面源污染认知与调控意愿关系的实证分析—以三峡库区南沱镇为例 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2015, 37(3): 125—131.
- [15] 颜 璐,马惠兰. 塔河流域农户化肥施用行为影响因素分析—以温宿县实证调查为例 [J]. 新疆农业科学, 2011, 48(6): 1152—1156.
- [16] 巩前文,穆向丽,田志宏. 农户过量施肥风险认知及规避能力的影响因素分析—基于江汉平原 284 个农户的问卷调查 [J]. 中国农村经济, 2010(10): 66—76.

- [17] 梁增芳. 重庆三峡库区农业面源污染的农户行为研究 [D]. 重庆: 西南大学, 2015.
- [18] 侯杰泰, 温忠麟, 成子娟, 等. 结构方程模型及其应用 [M]. 北京: 教育科学出版社, 2004.
- [19] 梁增芳, 肖新成, 倪九派. 三峡库区环境友好型农业生产的意愿研究 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2017, 39(1): 150—157.
- [20] CARMINES E G, MCIVER J P. Analyzing Models with Unobserved Variables: Analysis of Covariance Structures [J]. *Social Measurement: Current Issues*, 1981(10): 65—115.
- [21] 吴明隆. 结构方程模型: AMOS 的操作与应用 [M]. 2 版. 重庆: 重庆大学出版社, 2010.

An Empirical Analysis of the Influencing Factors for Farmers' Cognition of the Negative Effects of Excessive Fertilization in the Three Gorges Reservoir Area

NONG Jin-hua¹, LIANG Zeng-fang², XIAO Xin-cheng^{1,3}, NI Jiu-pai¹

1. School of Resources and Environment, Southwest University, Chongqing 400716, China;

2. Water Supplies Bureau of Wanzhou, Wanzhou Chongqing 404120, China;

3. School of Economics and Management, Yichun University, Yichun Jiangxi 336000, China

Abstract: In recent years, excessive application of fertilizer in agricultural production is becoming increasingly serious. Farmers' cognition of the negative effects of excessive fertilization is of great significance to controlling chemical fertilizer consumption. In a study reported in this paper, based on the questionnaire data of Nantuo town in the Three Gorges Reservoir Area, the structural equation model (SEM) was used to make an empirical analysis of the influencing factors for farmers' cognition of the negative effects of excessive fertilization. The results showed that the local farmers' education background was, on the whole, not good enough, basically being at a junior high school level. Farmers appeared interested in the advanced agricultural information technology, but the local government and agricultural technology department failed to do a good job in its dissemination and promotion. Family characteristics and environmental consciousness of excessive fertilization of the farmers had but insignificant effects on their cognition of the negative effects of excessive fertilization, while agricultural technology training had a great influence on it. It is, therefore, concluded that agricultural technology training should be strengthened and publicity and dissemination of agricultural technical information should be made on a regular basis, so that the farmer households may control their chemical fertilizer consumption.

Key words: Three Gorges Reservoir Area; excessive fertilization; agricultural non-point source pollution; structural equation model

责任编辑 包 颖

