

## 影响农户减施化肥行为因素实证研究——以云南省洱源县为例

曾维军, 侯明明\* (昆明理工大学环境科学与工程学院, 云南昆明 650093)

**摘要** 以洱源县6个乡镇农户问卷调查数据为基础,运用因子分析与回归分析方法,对6个乡镇农户参与减施化肥的影响因素进行了研究。结果表明,政府补贴与政府组织教育培训是农户决定是否参与减施化肥的关键因素;农户对化肥利用率与品牌的认知对农户是否参与减施化肥产生较大影响;具有风险偏好、性别为男性、文化程度较高、有特殊经历的农户,农作物种植面积较大、产生的废弃物较多、农业收入较高、属于科技创新示范户的家庭更倾向于在农业生产中减施化肥;农户的环境污染与绿色产品的认知水平对农户是否参与减施化肥基本不产生影响。

**关键词** 问卷调查;因子分析;回归分析;减施化肥;影响因素

中图分类号 S181.3;F767.2 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2014)05-01489-06

**Empirical Research on the Impact Factors of Farmers' Reducing Use of Fertilizer—A Case Study of Eryuan County, Yunnan Province**  
ZENG Wei-jun, HOU Ming-ming (Faculty of Environmental Science and Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan 650093)

**Abstract** Based on the questionnaire survey of farm households from 6 villages, this paper studies the influencing factors of reducing the use of fertilizer through factor analysis and regression analysis. The result shows that pension and basic training offered by the government are the key factors that influence the farmers' willingness to join the fertilizer reduction project. The farmers' knowledge about fertilizer use efficiency and fertilizer brands also greatly influence their willingness to join the fertilizer reduction project. It was found that the farmers who are more willing to reduce the use of fertilizers have the following characteristics: prefer risks, male, higher education level, special experience, possessing bigger cultivation area, producing more wastes, higher income, and model household of scientific and technological innovation. On the other hand, the farmers' cognitive level of environmental pollution and green products has no influence on their willingness to join the fertilizer reduction project.

**Key words** Questionnaire survey; Factor analysis; Regression analysis; Reduction of chemical fertilizer; Influencing factors

环境污染主要分成点源污染与非点源污染,非点源污染又称面源污染,与点源污染相比,非点源污染具有广泛而分散、随机且高度不确定、潜伏性、研究和控制难度大等特点<sup>[1]</sup>。在流域尺度的水体污染中,由农田、农村养殖业以及城乡结合部产生的农业面源污染的危害大大地超过了城市工业点源污染。我国污染最为严重的三大湖泊太湖、巢湖、滇池,其中巢湖的水质为V类,太湖、滇池的水质为劣V类,三大湖面源污染所占比例已经超过点源污染,成为水质恶化和富营养化的主要原因<sup>[2-4]</sup>。农业面源污染的日益恶化,给世界各国造成了巨大的经济损失。据估计,水污染造成的经济损失占我国GDP的1.46%~2.84%<sup>[5]</sup>。

洱源县6个乡镇位于洱海流域的上游,每年通过6个乡镇注入洱海的水量约占其补水总量的70%。在进入洱海的总氮、总磷负荷中,农业面源污染分别占53%和42%,而洱海流域的化肥利用率仅为24.50%,每年约有13.87万~27.88万t的氮、磷残留在农田土壤,而后随径流进入水体<sup>[6]</sup>。洱海流域农村与农田面源氮、磷污染是洱海富营养化的主要影响因素<sup>[7]</sup>。农作物施肥量增加引起水质下降,袁天泽等研究认为随着施肥量的增加,稻田水体中、土壤中的总氮、总磷化学需氧量随之增加<sup>[8-9]</sup>。洱海的污染主要来自于农业面源污染,化肥的不合理使用是造成农业面源污染的主要原

因,传统的施肥方式与观念、对化肥利用率的认知又是造成化肥使用不合理的主要影响因素,在农业生产中减少化肥施用量,可以有效减少农业面源污染。农户施肥行为作为农户生产行为重要组成部分,国外许多学者利用农户的施肥行为模型对农户行为进行研究,结果显示,农户施肥行为受农户个人特征、家庭特征、外部环境等多种因素的影响<sup>[10-13]</sup>。因此,笔者研究洱源县6个乡镇农户对施肥行为认知、态度、动机等影响因素,对控制洱海流域农业面源污染、保护洱海生态具有重要意义。

## 1 资料与方法

### 1.1 问卷调查

**1.1.1 问卷调查地点。**在问卷调查地点的选择上,主要基于以下几点考虑:一是调查的乡镇、村庄地理位置必须位于洱海流域界内;二是农业收入是所调查的乡镇及村庄的主要经济来源;三是兼顾不同的农业资源禀赋,种植的农作物有一定的差异。按以上原则,项目调查地点选择在洱源湖镇、邓川镇、右所镇、三营镇、凤羽镇、牛街乡进行。这5镇1乡的农业生产、生活用水等最终汇入洱海,成为洱海农业面源污染的主要来源。通过查阅相关资料及实地走访,在上述5镇1乡范围内选择了16个行政村(表1)作为走访调查的对象。此次问卷调查总计发放问卷400份,最终共收回有效问卷368份。

### 1.1.2 调查方案。

**1.1.2.1 调查目的。**通过实地走访洱源县洱海流域内的农户,了解农户在农业生产中施肥行为、减施化肥的态度影响因素。

**1.1.2.2 预调查。**在开展正式调查前,对调查区域农户先进行了小规模预调查,对参加调查人员做了统一的培训工

**基金项目** 昆明理工大学与大理州财政局、洱源县财政局合作项目“基于农户意愿的减施化肥生态补偿研究”。

**作者简介** 曾维军(1979-),男,湖南邵阳人,工程师,在读博士,从事环境资源遥感、环境资源管理、GIS应用研究。\*通讯作者,教授,博士生导师,从事生态环境监控研究。

**收稿日期** 2014-01-03

作,预调查的村庄选取了三营镇的永乐村、永兴村以及牯碧湖镇的官营村进行,共调查了农户20户,收回调查问卷20份。

**1.1.2.3 调查的形式。**采用问卷调查的方式,根据调查问卷样本区的总样本数确定样本容量,采取随机样本抽样法对农户发放调查问卷进行调查。调查样本的抽取分成2个阶段,第1阶段,在所取得进行调查的乡镇,选择典型的有代表性的村级样本;第2阶段,在选择的有代表性的村级样本中,按照随机抽样原则选择农户进行入户调查。

**1.1.2.4 调查问卷补充与修改。**通过对预调查问卷进行信度与效度检验、因子相关性分析等,剔除问卷中相关性高的选项,对问题的顺序进行重新排列,对调查问卷中问卷设计的问题与内容主旨不相符的内容,先后对调查问卷进行了5次修改与补充,形成最终的问卷。问卷内容紧扣农户施肥行为主旨,问卷表现形式上通俗易懂,问卷的安排合理,基本上达到了预期目的。

表1 问卷调查地点的分布情况

乡镇	村庄	问卷数/份	百分比/%
牯碧湖镇	海口村	24	6.52
	永兴村	18	4.89
	松鹤村	26	7.07
	玉湖社区居委会	45	12.23
	九台社区居委会	45	12.23
三营镇	永乐	20	5.43
	永胜	22	5.98
邓川镇	腾龙村	14	3.80
	新洲村	16	4.35
右所镇	西湖村	26	7.07
	团结村	22	5.98
凤羽镇	江登村	12	3.26
	白米村	12	3.26
牛街乡	福田村	22	5.98
	福和村	20	5.43
	大松坪村	24	6.52

**1.1.2.5 正式调查。**项目组共组织在校硕士研究生5名、博士研究生1名,通过统一培训后,于2012年5~8月在涇源县的三营镇、牯碧湖镇、牛街乡等6个乡镇进行问卷调查。项目组共发放调查问卷400份,收回调查问卷392份,通过对问卷的完整性进行检验及遗失样本进行统计,有效问卷总计368份。

**1.1.2.6 调查问卷数据的处理。**收回调查问卷后,笔者于2012年10月~2013年4月对调查问卷的数据进行了统计及录入等工作;统计工具主要是Excel、SPSS、Eviews等软件。

**1.1.3 问卷内容。**

**1.1.3.1 农户及农户家庭基本情况调查。**主要包括农户的性别、年龄、文化程度、政治面貌、特殊经历、主要从事的行业、年家庭总收入及来源、家庭耕地面积及播种面积、农业收入占比、是否为生态文明示范户等。

**1.1.3.2 2011年种植行业及肥料施用基本情况调查。**主要包括主要作物名称、种植面积、土地权属性质、茬口、产量以

及产品处理方式等调查内容、施用肥料种类。

**1.1.3.3 化肥使用相关情况调查。**在这部分调查中,主要以调查农户的施肥量、施肥方式、施肥行为、购买化肥行为等相关影响因素为目的。

**1.1.3.4 农户对减施化肥生态补偿的认知、态度及动机调查。**此部分共设计14个问题,通过这部分的调查,了解农户对生态补偿、农业面源污染、循环农业、化肥利用率、绿色生态产品及农户对治理农业面源污染措施等相关知识的认知程度,了解农户对参与减施化肥的态度及动机。

## 1.2 研究方法

**1.2.1 因子分析。**因子分析是多元统计分析的一个重要分支,是一种将多变量化简的技术,其目的是分解原始变量,从中归纳出潜在的类别,每一种类别即代表一个“共同因子”,原始变量与因子分析时抽出的共同因子的相关关系用因子负荷表示<sup>[14]</sup>。因子分析最常用的理论模式为: $Z_j = a_{j1}F_1 + a_{j2}F_2 + a_{j3}F_3 + \dots + a_{jm}F_m + U_j$  ( $j=1,2,3,\dots,n$ ,  $n$ 为原始变量总数),式中, $Z_j$ 为第 $j$ 个变量的标准化分数; $F_i$  ( $i=1,2,\dots,m$ )为共同因素; $m$ 为所有变量共同因素的数目; $U_j$ 为变量 $Z_j$ 的唯一因素; $a_{ji}$ 为因素负荷量。通过因子分析还能够对化简的数据继续进行回归分析、聚类分析和判别分析等。

**1.2.2 回归分析。**回归分析是处理2个及2个以上变量之间线性依存关系并说明这种依存关系变化的数量关系的统计方法,包括线性回归、非线性回归、针对因变量为分类资料的回归方法等。其中针对因变量为分类资料的回归方法主要以Logistic模型为代表,包括二分类、无序多分类和有序多分类Logistic过程。在对农户减施化肥行为影响因素调查中的反应变量为一个二分类变量,农户对减施化肥影响因素分析中1表示“支持在农业生产中减施化肥”,0表示“不支持在农业生产中减施化肥”,在此采用二分类Logistic回归模型对数据进行回归分析。先根据影响农户减施化肥3个方面因素,即农业生产决策者个体特征变量(A)、农业生产决策者家庭特征变量(B)、外部环境因素变量(C)建立计量模型: $P_i = f(A_i + B_i + C_i) + \Sigma_i$ ,式中, $P_i$ 表示农户施肥量、减施化肥的状态, $\Sigma_i$ 表示其他不可预测的因素的随机影响。将因子分析理论模式做logit变换,建立二分类Logistic回归模型<sup>[14]</sup>为: $h\left[\frac{P}{1-P}\right] = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_nx_n$ ,  $P = \frac{1}{1 + \exp(b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_nx_n)}$ ,式中, $P$ 表示因变量 $Y$ 的发生概率; $b_0$ 表示常数项,表示自变量取值全为0(称基线状态)时,比数( $Y=1$ 与 $Y=0$ 的概率之比)的自然对数值; $b_i$  ( $i=1,2,3,\dots,n$ )中 $n$ 表示参加回归分析的变量的个数。

## 2 结果与分析

**2.1 变量描述** 在阅读相关文献的基础上,结合研究区的实际情况,利用问卷调查得到的15个解释变量参与因子分析,并利用因子分析后得到的公因子得分进行回归分析,并对解释变量的正、负影响方向进行推测。设因变量为农户对减施化肥的态度,自变量包括农户的性别、农户的文化程度、

农户对待风险的态度、农户的特殊经历、家庭农业收入、科技创新示范户、家庭农业种植面积、政府宣传培训次数、农户家庭生产和生活废弃物数量、有机肥施用量等,并分别对各变量的含义、取值范围、平均值进行解释和统计。由表 2 可知,受访农户中男性占 85.87%,女性仅占 14.13%;农户对待风险的态度中选择风险规避的占 75.4%,家庭农业种植面积平

均为 0.5 hm<sup>2</sup>,家庭农业收入为 5 873.56 元,属于科技创新示范户占 11.69%;政府宣传培训次数的平均值为 3.352 6,说明农户认为政府需增加宣传培训次数。从农户对于化肥认知的情况来看,农户对环境污染、施用化肥利用率、绿色产品、化肥品牌的认知比较了解,分别仅占 39.1%、28.3%、24.5%、32.2%,认知程度较低。

表 2 实证模型解释变量说明

变量	变量含义	取值范围	平均值	推测影响方向
Y	农户对减施化肥的态度	1 = 支持, 0 = 不支持	0.821	
X <sub>1</sub>	农户的性别	1 = 男, 0 = 女	0.859	正向
X <sub>2</sub>	农户的文化程度	1 = 文盲, 2 = 小学, 3 = 初中, 4 = 高中或中专, 5 = 大专及以上	2.213	正向
X <sub>3</sub>	农户对待风险的态度	1 = 风险偏好, 0 = 风险规避	0.754	正向
X <sub>4</sub>	农户特殊经历	1 = 是, 0 = 否	0.557	正向
X <sub>5</sub>	家庭农业收入	元	5 873.560	正向
X <sub>6</sub>	科技创新示范户	1 = 是, 0 = 否	0.117	正向
X <sub>7</sub>	政府组织的宣传培训	1 = 很多, 2 = 较多, 3 = 一般, 4 = 较少, 5 = 很少	3.353	正向
X <sub>8</sub>	农业种植面积	连续变量(hm <sup>2</sup> )	0.500	正向
X <sub>9</sub>	家庭生产、生活废弃物数量	1 = 不多, 0 = 多	0.323	负向
X <sub>10</sub>	有机肥施用量	1 = 充足, 2 = 适量, 3 = 少量, 4 = 没有	2.134	正向
X <sub>11</sub>	环境污染认知程度	1 = 了解, 0 = 不了解	0.391	正向
X <sub>12</sub>	施用化肥利用率情况	1 = 了解, 0 = 不了解	0.283	正向
X <sub>13</sub>	对绿色产品的认知程度	1 = 了解, 0 = 不了解	0.245	正向
X <sub>14</sub>	政府是否有补贴	1 = 有, 0 = 否	0.794	正向
X <sub>15</sub>	农户对化肥品牌的理解	1 = 了解, 0 = 不了解	0.323	正向

## 2.2 因子分析

**2.2.1 KMO 和 Bartlett 检验。**对因子进行是否适合因子分析检验的常用方法有 KMO 检验与 Bartlett 检验。对农户减施化肥的影响因素进行 KMO 和 Bartlett 检验,发现取样足够度的 Kaiser-Meyer-Olkin 度量值为 0.774,大于 0.5 接近 1, Bartlett 球体检验的近似卡方达 964.721,自由度 df 达 105,显著水平值  $P < 0.000 1$ ,说明因子分析相关矩阵中存在共同因子,适合于因子分析。

**2.2.2 抽取共同因子。**在此采用主成分分析法来估计因素负荷量,因子数目的确定采取的是特征值(eigen value)准则

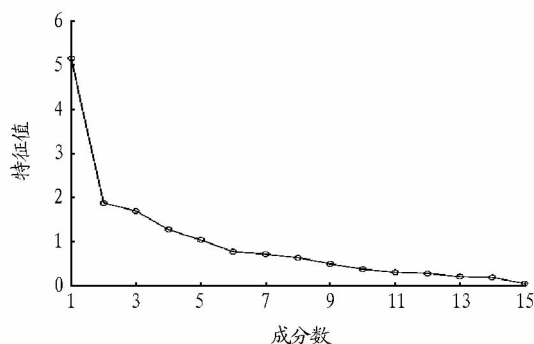


图 1 公共因子碎石图

与碎石图检验(scree test)准则相结合的办法,特征值准则仅提取特征值 > 1 的选项,从碎石图检验(图 1)可以看出,有 5 个公因子的特征值 > 1,第 6 个因子的特征值与后面因子的特征值均小于 1,处于一种近似平行的趋势。确定主因子数目后,通过因子模型进一步分析,计算原有变量的相关矩阵非零特征根方差贡献率、累计方差贡献率以及最大方差法旋转后所得到的方差贡献率、累计方差贡献率。从表 3 可以看出,初始特征值 > 1 的公因子共有 5 个,5 个公因子的方差贡献率分别为 34.293%、12.463%、11.262%、8.456%、

6.904%,5 个公因子因子的累积贡献率达 73.379%,即累积贡献率 > 70%,说明前 5 个公因子基本能反映所有变量的大部分信息,可以进行下一步的分析。经最大方差法旋转后,5 个公因子累计贡献率不变,方差贡献率分别为 22.982%、17.773%、13.438%、11.730%、7.456%。

**2.2.3 因子分析及命名。**为了对抽取的因子做出更有意义的解释,往往需要对因子进行坐标旋转,调整各因子负荷量的大小,转轴后,公共因子的特征值会发生改变,但变量的共同性不会改变。由经方差最大法正交旋转的因子载荷矩阵(表 4)可见,变量农作物种植面积、家庭农业收入、科技创新示范户以及家庭生产、生活废弃物数量在第 1 个公共因子  $F_1$  上载荷较大,说明  $F_1$  公共因子对这些变量有较大影响,变量中农作物种植面积、家庭农业收入、生态文明示范户以及家庭生产、生活废弃物数量均属农户家庭特征,因此将公共因子  $F_1$  取名为农户家庭特征;第 2 个公共因子  $F_2$  对变量农户对待风险态度、农户性别、农户文化程度、农户特殊经历影响较大,4 个变量均是农户个人特征,因此公共因子  $F_2$  取名为农户个人特征;第 3 个公共因子  $F_3$  对变量农户对环境污染的认知、有机肥施用量、农户对绿色产品的认知影响较大,3 个变量均与农户对环境污染认知有关,因此将公共因子  $F_3$  取名为农户环境污染认知;第 4 个公共因子  $F_4$  对变量接受农技培训、政府补贴影响较大,2 个变量均与政府政策有关,因此将公共因子  $F_4$  取名为政府涉农政策;第 5 个公共因子  $F_5$  对变量是否知道化肥利用率、是否了解化肥品牌影响较大,因此将公共因子  $F_5$  取名为农户化肥认知。

**2.2.4 计算样本各因子得分。**因子分析的最终目的是在进一步分析中用较少的因子代替原有的变量参与建模,原有变量是通过各个主因子与之建立线性方程来表示的。各个变量的因子得分系数矩阵是将公因子表示成各个变量的线性

组合,由此计算出5个公因子的得分(表5)并代替16个变量参与下一步的回归分析。

表3 模型解释的总方差

因子	初始特征值			提取平方和载入			旋转平方和载入		
	合计	方差贡献率//%	累积贡献率//%	合计	方差贡献率//%	累积贡献率//%	合计	方差贡献率//%	累积贡献率//%
1	5.144	34.293	34.293	5.144	34.293	34.293	3.447	22.982	22.982
2	1.869	12.463	46.756	1.869	12.463	46.756	2.666	17.773	40.755
3	1.689	11.262	58.018	1.689	11.262	58.018	2.016	13.438	54.193
4	1.268	8.456	66.475	1.268	8.456	66.475	1.760	11.730	65.923
5	1.036	6.904	73.379	1.036	6.904	73.379	1.118	7.456	73.379
6	0.768	5.119	78.498						
7	0.712	4.748	83.245						
8	0.634	4.227	87.473						
9	0.493	3.287	90.760						
10	0.372	2.477	93.237						
11	0.302	2.016	95.253						
12	0.278	1.851	97.103						
13	0.202	1.348	98.451						
14	0.186	1.239	99.691						
15	0.046	0.309	100.000						

表4 方差最大正交旋转因子载荷矩阵

变量	公因子				
	1	2	3	4	5
农作物种植面积	-0.817				
家庭生产、生活废弃物数量	0.786				
家庭农业收入	-0.783				
科技创新示范户	0.768				
农户对待风险的态度		0.909			
农户性别		0.761			
农户文化程度		0.746			
农户特殊经历		0.605			
农户对环境污染的认知			0.841		
有机肥施用量			0.798		
农户对绿色产品的认知			0.569		
政府补贴				0.849	
政府组织教育培训				0.788	
是否了解化肥利用率					0.917
是否了解化肥品牌					0.464

## 2.3 回归分析

**2.3.1 模型检验。**在因子分析的基础上,为了考察各变量对农户减施化肥行为的影响,笔者将5个公因子的得分与经标准化处理后的农户减施化肥意愿进行 Logistic 二元回归分析。回归分析进入的方法采用常用的 backward condional 方法,首先将所有的变量全部引入方程,并进行回归系数显著性检验,对回归系数不显著的变量排除出方程,并重新进行模型拟合,直到方程中变量的系数达到显著水平。Hosmer 和 Lemeshow 检验值是检验模型拟合优度指标,回归模型经 Hosmer 和 Lemeshow 检验,2个模型的 Hosmer 和 Lemeshow 检验值概率  $P$  值(0.479, 0.490)均大于显著性水平(表6),即不拒绝原假设,在可接受的水平上的模型估计拟合了数据,模型回归是有效的。模型系数的综合检验是模型的  $\chi^2$  检验,它检验的是自变量与研究事件对数发生比线性相关的

检验,经综合检验发现模型1与模型2的  $P$  值  $< 0.001$  (表7),说明模型中的自变量对因变量有显著的解释能力,自变量与因变量之间存在显著的线性相关。2个模型的预测准确率均达 81.7%,说明模型基本可以通过模拟回归农户减施化肥的影响因素,准确预测农户对待减施化肥的态度。

表5 因子得分系数矩阵

变量	公因子				
	1	2	3	4	5
农户性别	-0.107	0.340	0.062	-0.046	-0.113
农户文化程度	0.073	0.275	-0.081	-0.064	0.018
农户对待风险态度	-0.125	0.416	-0.032	-0.033	0.007
科技创新示范户	0.271	-0.055	-0.151	0.067	0.104
农户特殊经历	0.082	0.188	-0.148	0.098	0.070
家庭生产、生活废弃物数量	0.283	-0.123	-0.074	0.064	0.107
家庭农业收入	-0.253	-0.012	-0.075	0.207	0.084
有机肥施用量	0.156	0.001	0.456	-0.091	-0.035
农户对环境污染的认知	0.015	-0.043	0.426	-0.067	-0.002
是否了解化肥利用率	0.129	-0.096	-0.061	-0.010	0.853
政府组织教育培训	-0.139	0.006	0.071	0.510	-0.055
农作物种植面积	-0.266	-0.007	-0.048	0.168	0.020
农户对绿色产品的认知	0.079	-0.123	0.270	0.133	-0.074
政府补贴	-0.052	-0.092	0.011	0.544	0.017
是否了解化肥品牌	-0.172	0.171	0.158	-0.016	0.365

**2.3.2 Logistic 回归分析。**从农户减施化肥意愿影响因素的模型回归估计结果(表8)可见,从模型1到模型2,剔除了没有达到显著性水平的公因子  $F_3$ ,模型2中,公因子  $F_1$ 、 $F_2$  分别在 10%、5%的水平上统计显著,公因子  $F_4$ 、 $F_5$  均达到了 1%的统计显著水平;进入模型的5个公因子最终通过显著性检验的有  $F_1$ (农户家庭特征)、 $F_2$ (农户个体特征)、 $F_4$ (政府涉农政策)、 $F_5$ (农户对化肥的认知)4个公因子,农户减施化肥意愿的影响因素的模型可以表示为:  $Y_1 = 0.781 - 0.440F_1 + 0.698F_2 + 1.896F_4 + 1.450F_5$ 。

表 6 回归模型的 Hosmer 和 Lemeshow 检验

步骤	卡方	df	Sig.
1	7.547	8	0.479
2	7.444	8	0.490

表 7 模型系数的综合检验

		卡方	df	Sig.
步骤 1	步骤	67.362	5	0.000
	块	67.362	5	0.000
	模型	67.362	5	0.000
步骤 2a	步骤	-0.034	1	0.853
	块	67.328	4	0.000
	模型	67.328	4	0.000

注:a 的负卡方值表示卡方值已从上一步中减小。

为了方便对回归模型做出说明,笔者在此将方差最大正交旋转因子载荷矩阵(表 4)与农户减施化肥影响因素模型回归估计结果(表 8)的有用信息整合成一张表(表 9)。再根据各变量的推测影响方向与表 9 回归检验结果,得到表 10。

**2.4 农户减施化肥主要影响因素分析** 从表 9 可以看出,4 个公因子对农户减施化肥影响大小的排序为公因子  $F_4$ (政府涉农政策) > 公因子  $F_5$ (农户对化肥的认知) > 公因子  $F_2$ (农户个人特征) > 公因子  $F_1$ (农户家庭特征)。 $F_1$  对农户

化肥减施意愿影响最小, $F_1$  对农户减施化肥的影响显著小于  $F_4$ ,从 4 个公因子对农户减施化肥意愿影响的正负关系来看,除  $F_1$  农户家庭特征对农户减施化肥意愿为负相关外,其余公因子与农户减施化肥意愿均呈现正相关的关系。下面,笔者根据模型公因子回归系数与因子载荷对模型回归结果进行说明。

表 8 农户减施化肥影响因素模型回归估计结果

模型		B	S. E	Wals	df	Sig.	Exp (B)
步骤 1a	$F_1$	-0.445	0.261	2.906	1	0.088*	0.641
	$F_2$	0.697	0.278	6.284	1	0.012**	2.008
	$F_3$	-0.050	0.269	0.034	1	0.853	0.951
	$F_4$	1.903	0.389	23.961	1	0.000***	6.707
	$F_5$	1.449	0.335	18.733	1	0.000***	4.260
步骤 2a	常量	0.788	0.282	7.777	1	0.005***	2.199
	$F_1$	-0.440	0.259	2.878	1	0.090*	0.644
	$F_2$	0.698	0.278	6.298	1	0.012**	2.009
	$F_4$	1.896	0.385	24.252	1	0.000***	6.656
	$F_5$	1.450	0.335	18.768	1	0.000***	4.262
	常量	0.781	0.279	7.817	1	0.005***	2.184

注:\*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5%、1% 的水平上统计显著。

表 9 农户减量施肥影响因素模型综合信息

变量	回归系数	因子载荷	特征根	贡献率 %	累计贡献率//%	Wals	Exp(B)
农户家庭特征( $F_1$ )	-0.440		5.144	22.982	22.982	2.878	0.644
农作物种植面积		-0.817					
家庭生产、生活废弃物		0.786					
家庭农业收入		-0.783					
科技创新示范户		0.768					
农户个人特征( $F_2$ )	0.698		1.869	17.773	40.755	6.298	2.009
农户对待风险的态度		0.909					
农户性别		0.761					
农户文化程度		0.746					
农户特殊经历		0.605					
政府涉农政策( $F_4$ )	1.896		1.268	11.730	65.923	24.252	6.656
政府补贴		0.849					
政府组织教育培训		0.788					
农户对化肥的认知( $F_5$ )	1.450		1.036	7.456	73.379	18.768	4.262
是否了解化肥利用率		0.917					
是否了解化肥品牌		0.464					

**2.4.1 公因子  $F_4$  对农户减施化肥意愿影响。** $F_4$  是对农户减施化肥影响最大的因子,主要包括政府补贴与政府组织农技教育培训 2 个变量,2 个变量对农户减施化肥意愿均是正向的影响(表 10),政府对农户每亩农作物减施化肥的补贴越多,则农户参与减施化肥的意愿越强烈;同理,政府组织越多的农技培训,农户越倾向在农业生产中减施化肥。在问卷调查中,很多农户把政府是否有补贴作为其是否愿意参与减施化肥的最重要的条件,所以政府涉农政策公因子对农户减施化肥意愿的影响最大,由此可见,政府在引导农户进行减施化肥过程中,制定合理的减施化肥生态补偿标准是最关键的一步。

**2.4.2 公因子  $F_5$  对农户减施化肥意愿影响。** $F_5$  对农户减施化肥意愿影响居于第 2 位, $F_5$  包括农户是否了解化肥利用率、是否了解化肥品牌 2 个变量,2 个变量对农户减施化肥意愿的影响均是正向的(表 10),表明农户越了解化肥的利用率与化肥品牌,则农户参与减施化肥的积极性更高。在现实中,一般说来,农户了解的化肥品牌越多,了解哪一类化肥主要适用于哪一类农作物的知识越多,其了解化肥利用率的知识也会越多,在过量施肥比较普遍的情况下,则农户在农业生产中减施化肥的意愿也更强烈。

**2.4.3 公因子  $F_2$  对农户减施化肥意愿影响。** $F_2$  对农户减施化肥意愿影响居于第 3 位, $F_2$  包括农户对待风险的态度、

农户性别、农户文化程度、农户特殊经历4个变量,4个变量对农户减施化肥意愿的影响均是正向的(表10),表明农户越有冒险精神,文化程度越高,拥有的特殊个人经历越丰富,

则农户参与减施化肥的积极性更高,男性在实际农业生产中参与减施化肥的意愿强于女性。

2.4.4 公因子  $F_1$  对农户减施化肥意愿影响。 $F_1$  对农户减

表10 农户减量施肥模型回归检验结果

影响因素	推测影响方向	检验结果	影响因素	推测影响方向	检验结果
农户家庭特征( $F_1$ )			农户文化程度	正向	正向
农作物种植面积	正向	正向	农户特殊经历	正向	正向
家庭生产、生活废弃物数量	负向	负向	政府涉农政策( $F_4$ )		
家庭农业收入	正向	正向	政府补贴	正向	正向
科技创新示范户	正向	负向	政府组织教育培训	正向	正向
农户个人特征( $F_2$ )			农户对化肥的认知( $F_3$ )		
农户对待风险的态度	正向	正向	是否了解化肥利用率	正向	正向
农户性别	正向	正向	是否了解化肥品牌	正向	正向

施化肥意愿影响最小, $F_1$  包括家庭种植面积、家庭农业收入、科技创新示范户以及家庭生产、生活废弃物数量4个变量。变量家庭农作物种植面积、家庭农业收入对农户减施化肥意愿的影响是正向的,表明受访农户家庭农作物种植面积越多、家庭农业收入越高,农户越愿意在农业生产中进行化肥减施的尝试;变量家庭生产、生活废弃物数量以及科技创新示范户对农户减施化肥意愿的影响是负向的,变量家庭生产、生活废弃物数量影响方向与实际推测方向相同,在实际生活中,家庭产生越多的生产、生活垃圾,即会产生越多的有机肥,在农业生产中农户减施化肥的愿望也越强烈;变量科技创新示范户影响方向与实际推测方向相反,一般说来,科技创新示范户文化程度较高,接受生态施肥的培训较多,农业科学知识相对丰富,在农业生产中越倾向减施化肥。模型回归结果与实际推测影响方向出现偏差可能的原因是在受访的农户中,科技创新示范户所占比例非常小,不能代表样本的总体水平,从而造成模型回归结果与实际推测方向出现差异。

此外,从回归结果来看,公因子农户对环境污染的认知对减施化肥影响不显著,而从现实的情况看,有机肥施用量会对农户是否参与减施化肥产生影响。可能的原因是从调查问卷结果分析,农户对环境污染的认知、对绿色产品的认知的程度很低,大部分农户对农业生产活动是否对环境产生污染、生产产品是否绿色生态持无所谓的态度;在模型分析过程中,农户对环境污染的认知与对绿色产品的认知对公因子  $F_3$  的回归结果产生影响,从而造成公因子  $F_3$  对减施化肥影响不显著。

### 3 结论与讨论

(1)在参与减施化肥的动机中,农户更关注自身的经济利益,即减施化肥行为能得到政府的补贴是多少,这也成为决定农户是否参与减施化肥的决定因素;通过政府组织农业科技教育培训,有助于提高了农户农业科学与技术水平,则农户参与减施化肥的意愿也更趋于强烈。

(2)作为理性经济人的农户以粮食产量的最大化为目标,当决定是否参与减施化肥时,农户更关注化肥利用率及化肥品牌对粮食产量的影响程度,而农户的环境污染与绿色产品的认知水平对农户是否参与减施化肥基本不产生影响。

(3)具有风险偏好、性别为男性、文化程度较高、有特殊经历的农户,农作物种植面积大、产生的废弃物较多、农业收入较高、属于科技创新示范户的家庭更倾向在农业生产中减施化肥。

### 参考文献

- [1] DENNIS L CORWIN, KEITH LOAGUE, TIMOTHY R. Ellsworth. GIS-based modeling of non-point source pollutants in the vadose zone [J]. Journal of soil and water Conservation, 1998, 53(1): 34-38.
- [2] 鲍全盛,王华东. 我国水环境非点源污染研究与展望 [J]. 地理科学, 1996, 16(1): 66-72.
- [3] 袁晓燕,余志敏,施卫明. 浙江平原河网农村小流域面源污染调查与防治对策——以德清县武康镇新琪村为例 [J]. 生态与农村环境学报, 2010, 26(3): 193-198.
- [4] 席运官,陈瑞冰,李国平,等. 太湖流域坡地茶园径流流失规律 [J]. 生态与农村环境学报, 2010, 26(4): 381-385.
- [5] 曲格平. 影响中国生态安全的若干问题分析 [J]. 环境保护, 2002(9): 25.
- [6] 李凤香. 洱海面源污染治理现状及对策 [J]. 环境科学导刊, 2008, 27(S1): 82-84.
- [7] 程磊磊,尹昌斌,胡万里,等. 云南省洱海北部地区农田面源污染现状及控制的补偿政策 [J]. 农业现代化研究, 2010, 31(4): 471-474.
- [8] 袁天泽,徐燕,黄仁军,等. 水稻施肥量对农田水质的影响 [J]. 江苏农业科学, 2010(2): 343-344.
- [9] 刘红梅,修伟明,赵建宇,等. 不同施肥量和方式对小麦产量及土壤硝态氮的影响 [J]. 湖北农业科学, 2011, 50(2): 253-262.
- [10] NKAMLEUG B, ADESINA A A. Determinants of Chemical Input Use in Peri-Urban Lowland Systems; Bivariate Probit Analysis in Cameroon [J]. Agricultural Systems, 2000, 63(2): 111-121.
- [11] ASFAW A, ADMASSIE A. The Role of Education on the Adoption of Chemical Fertilizer under Different Socioeconomic Environments in Ethiopia [J]. Agricultural Economics, 2004, 30(3): 215-228.
- [12] ABDOLAYE T, SANDERS J H. Stages and Determinants of Fertilizer Use in Semiarid African Agricultural [J]. The Niger Experience. Agricultural Economics, 2005, 32(1): 167-179.
- [13] COADY D P. An Empirical Analysis of Fertilizer Use in Pakistan [J]. Economica, 1995, 62(246): 213-234.
- [14] 郭志刚. 社会统计分析方法-SPSS 软件应用 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2001: 195-210.