

# 资本禀赋、环境变化感知与农户种植绿肥的环境属性支付意愿

——基于小农户小麦豆科绿肥间作的选择实验例证

李 坦,王 欣,宋燕平\*

(安徽农业大学 经济管理学院,安徽 合肥 230036)



**摘 要** 运用选择实验法研究豫、冀、鲁、皖 4 省 1058 份种麦小农户对种植绿肥环境属性的支付偏好,结合随机参数 Logit 模型对小农户资本禀赋、环境变化感知的异质性进行了实证分析与检验,对绿肥不同环境属性的支付意愿进行了分析。结果显示:在农户禀赋中,家庭农业劳动力数量、人均收入水平、与亲友交流频繁程度、文化程度对小农户绿肥环境属性的支付意愿有积极影响;在环境变化感知中,担心小麦产量受到环境恶化影响的小农户在支付意愿上更强;在资本禀赋和环境变化感知因素的影响下,农户对豆科绿肥环境属性的支付意愿显著提高,其中,对耕地质量与肥力提高属性的支付意愿最高,对耕地质量与肥力略有提高属性的支付意愿最低。

**关键词** 小农户;绿肥;资本禀赋;环境变化感知;选择实验法

**中图分类号:**F 323.22 **文献标识码:**A **文章编号:**1008-3456(2021)02-0060-11

**DOI 编码:**10.13300/j.cnki.hnwkxb.2021.02.008

粗放的农业发展方式,使中国已成为世界上化肥施用量最多的国家之一<sup>[1]</sup>。据统计,中国的化肥施用量已高于世界公认的每公顷播种面积施用 225 千克的环境安全上限<sup>[2]</sup>,40%以上的耕地出现了不同程度的退化<sup>①</sup>。化肥的过量施用产生了一系列严重的环境问题,如农业温室气体排放的加剧、耕地生态系统功能的退化、农业面源污染的日趋严重,使粮食生产基本条件恶化加剧<sup>[3]</sup>。在这一严峻形势下,中国政府高度重视并出台了一系列提升生产潜力,治理农业面源污染和推进农业绿色发展的政策。农业农村部已明确提出,2020 年在全国扩大实施小麦豆科绿肥轮作间作规模<sup>②</sup>。绿肥是一种环境友好型有机肥料,在保育土壤、改善生态环境和提高农产品产量质量方面发挥着重要的作用<sup>[4]</sup>。绿肥不仅具有降低生产成本、提高作物产量的经济功能,还具有固碳释氧、涵养水源等环境功能,推动绿肥种植已成为保护与改善中国耕地资源的有效途径,是一种典型的生态系统服务付费计划<sup>[5]</sup>。从长期效应来看,小麦豆科绿肥间作对土壤有良好的固氮效应,改善土壤结构,能够显著提高小麦产量<sup>[6]</sup>。但是,农户在实施小麦豆科绿肥间作时,需要耗费劳动力和劳动时间,属于劳动时间耗费型生产投入行为,且短期直接经济效益不明显。因此农户易忽略种植绿肥的环境功能及长远效益,种植积极性不高<sup>[7]</sup>。在实际中,农户参与绿肥种植的意愿如何?对豆科绿肥这一环境友好产品所具有的不同环境属性的支付意愿如何?其不同的支付偏好受到哪些因素影响?对以上问题的回答能够为提高农民种植绿肥积极性,推动我国农业绿色发展和政府制定绿肥激励种植政策提供依据。

探明农户对绿肥环境属性支付意愿的行为逻辑,对推广以绿肥种植为代表的绿色农业技术具有

收稿日期:2020-10-23

基金项目:安徽省哲学社会科学重点项目“异质性绿色农业技术的应用与效应研究”(AHSKZ2020D03)。

\* 为通讯作者。

① 光明日报, [http://news.gmw.cn/2018-05/28/content\\_28995902.htm](http://news.gmw.cn/2018-05/28/content_28995902.htm)。

② 农业农村部《2020 年种植业工作要点》, [http://www.moa.gov.cn/xw/bmdt/202002/t20200210\\_6336809.htm](http://www.moa.gov.cn/xw/bmdt/202002/t20200210_6336809.htm)。

理论启示和现实作用。现有研究主要从以下几方面进行:一是运用经济学原理<sup>[8]</sup>和社会学分析框架<sup>[9]</sup>,在“理性人”假设下,结合资本禀赋<sup>[10-11]</sup>、政府规制<sup>[12-13]</sup>、社会规范<sup>[14-16]</sup>等视角诠释农户对绿色农业技术采纳行为的影响机理和现实逻辑。如杨玉苹等发现,成本预期阻碍菜农参与农业生态转型,而收入预期则对其意愿存在促进作用,政府监管与政策补贴对菜农的转型行为具有靶向指导作用<sup>[17]</sup>;李福夺等发现,农户家庭禀赋、绿肥福利认知中的部分因素对其绿肥种植行为决策有着重要影响<sup>[18]</sup>。二是通过条件价值法等价值评估方法核算农户对采用绿色农业技术的支付意愿与力度,如: Danso 等<sup>[19]</sup>、李玉贝等运用条件价值法对农户采纳绿色农业生产技术(堆肥、绿肥等)的支付意愿进行了研究,结果显示,尽管所有受访农户都认可绿色生产技术的重要性,但仍有部分农户不愿为绿色生产技术额外付费<sup>[20]</sup>;张诩等同样运用条件价值法对北京市种植户施用粪肥的支付意愿进行测度,结果表明种植户对粪肥的支付意愿为 82.99 元/立方米<sup>[21]</sup>。

已有研究成果丰富,但也存在一定的拓展空间:在研究设计上,现有文献多对农户绿色农业技术支付意愿进行离散模型测度,较少从小农户<sup>①</sup>视角进行研究。基于我国经营面积低于 50 亩的 2.6 亿农户大量且长期存在的现实国情,在未来很长一段时间内,以小农户为主的家庭经营仍将是我国农业生产经营的基本方式<sup>[22]</sup>。与规模户相比,小农户的生产经营行为更具有灵活性<sup>[23]</sup>,对绿肥种植的机械成本投入也更高,其意愿可能更具敏感性,因此,关注小农户层面的资本禀赋与环境变化感知的现状,对于发现现实问题并寻找解决途径十分必要;其次,对绿肥种植支付意愿的评价准确度对评价方法依赖性较高,而现有研究主要采用条件价值法等方法进行探讨,鲜有运用选择实验法。和条件价值法相比较,选择实验法可以进行条件排队、条件分级和配对比较,可以更准确地描述农户对绿肥种植的支付意愿与环境属性偏好。此外,选择实验法可以避免二元选择问题中过度回答“是”的偏差和条件价值法在假想情景时的“框架效应”偏差,因此选择实验的“假想偏差”较弱,结果也更准确<sup>[24-26]</sup>。

鉴于此,本文将研究对象确定为拟实施小麦和豆类绿肥轮作间作的小农户,原因在于:小麦是我国三大主粮之一,其产量约占全球总产量的 17.40%<sup>②</sup>,是绿色农业发展的基础,但目前小麦生产中绿肥种植比例较低。同时,研究运用选择实验方法,借助随机参数 Logit 模型,分析小农户对豆科绿肥环境属性的支付意愿。

## 一、理论分析与研究假说

### 1. 理论分析框架

Bourdieu<sup>[27]</sup>认为,社会世界具有初级客观性和次级客观性,前者主要指各种资本类型,后者体现为各种分类系统,即行动者的知觉和评判的展示。因此,实践活动就是初级客观与次级客观系统双重作用的过程。据此认为,农户的实践行为受到场域、资本与惯习的共同影响<sup>[27]</sup>。场域是一个关系系统,也是一个特定的空间,而惯习是一个性情倾向系统,是社会化的主观性,来自社会制度,寄存于农户个体之中,是一种对事物的主观评价<sup>[28-29]</sup>。在政府推动农户进行绿肥种植的活动中,绿肥种植作为一项保护性耕作方式,同样受到了场域、资本和关系的三重影响。基于此,本文关注的问题是在既定的场域下,农户自身的资本禀赋和特有的环境变化感知(惯习)是如何影响其对绿肥种植环境属性的认知及支付意愿。本文提出小农户对绿肥环境属性支付意愿的分析框架(图 1),假定农户对绿肥环境属性的支付意愿受到农户资本禀赋的约束和环境变化感知能力的影响,即小农户自身禀赋和环境风险感知是绿肥环境属性的内生解释变量。

① 根据第三次全国农业普查主要数据公报(第二号)中对规模农业经营户的界定“一年二熟及以上地区露地种植农作物的土地达到 50 亩及以上”,依此本文将种植面积小于 50 亩的农业经营户归纳为小农户。

② 该比例由农业农村部所提的数据计算所得,2017 年全国小麦总产量为 13433.4 万吨,全球小麦总产量为 77172 万吨。

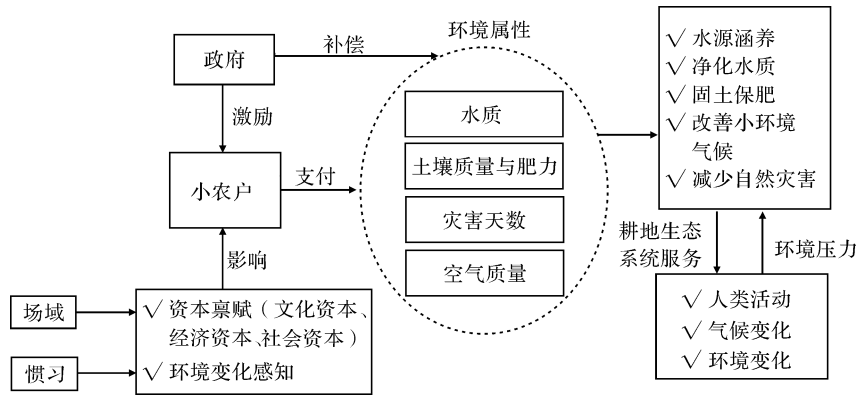


图1 理论分析框架

## 2. 农户禀赋

根据 Bourdieu<sup>[27]</sup> 的观点,资本是一种以物质化形式存在的累积劳动,也是个体得以在社会空间生存的外在条件,资本可以根据其作用领域的不同及转化效率的区分进一步划分为文化资本、经济资本与社会资本,并指出资本会影响个体的实践行为选择。因此,农户自身资本禀赋的状况会影响其参与绿肥种植的意愿,具体假设如下:

(1)文化资本。文化资本与农户的主观意识密切相关。根据已有研究<sup>[30]</sup>及调查区域的实际情况可知,文化资本如受教育程度和技术培训情况是保证小农户进行绿肥种植的重要保障,农户的文化水平越高,对绿肥环境属性的认知越深刻,保护意愿越强烈,对绿肥的支付意愿也会越高。由此,本文提出假说:

H<sub>1</sub>:小农户文化资本的提高会对其绿肥种植支付意愿产生积极影响。

(2)经济资本。根据 Bourdieu<sup>[27]</sup> 的观点,经济资本可以兑换成货币并物化为产权,能够影响人们的行为决策。小农户的经济资本通常是指一个家庭所拥有的财富的总和,家庭资本的充裕与否往往直接影响着农户的实践决策。已有研究<sup>[31]</sup>表明经济资本的充足与否直接影响着农户对有机肥、绿肥等水土保持措施的投资强度。可知,经济资本如年收入情况等是保证小农户绿肥种植的重要经济支持,如果上述条件得以满足并较为丰富,种麦小农户自然愿意进行绿肥种植并具有更高的支付意愿。由此,本文提出假说:

H<sub>2</sub>:小农户经济资本的提高会对其绿肥种植支付意愿产生积极影响。

(3)社会资本。社会资本的参与会对农户的环境治理行为产生显著影响。参照史恒通等<sup>[32]</sup>的研究,小农户社会资本的丰裕程度会极大影响农户社会资源的获取。现有研究<sup>[33-34]</sup>认为中国农村家庭的社会资本能为农户采纳绿色生产技术提供物质与资金支持,减少信息的不对称,降低绿色生产技术的采纳成本等,家中有亲友参与环保方面工作或政府部门任职的农户,其在有关农业的信息与金融扶持等方面的获取能力高于普通农户,故社会资本的拓展能够较大提高农户采纳绿色生产技术的意愿程度。由此,本文提出假说:

H<sub>3</sub>:小农户社会资本的丰富会对其绿肥种植支付意愿产生积极影响。

## 3. 环境变化感知

除禀赋外,农户的惯习(社会心理变量)也会决定其支付行为。在实际中,小农户在决定是否绿肥种植时,必定会衡量化肥减量兼绿肥种植与单施化肥这两种情况下的小麦产量。心理学中的“相对思维理论”与“凸显理论”表明:当小农考虑不同的生产方式时,由于环境变化引起的相对变化越大,小农对生产质量的关注程度就越大,生产价格的重要性就越不突出<sup>[35-36]</sup>。本文认为,在比较替代方案时,农户会更更多地关注某一特定的环境属性,使得不同替代方案的环境属性在比较时更为明显,从而在决策过程中,环境属性会得到不相称的权重。因此,在环境变化背景下,种麦小农户在生产行为的价格谈判中更愿意接受更高的价格,如果政府不根据环境变化改进小农户的生产行为,将会导致更高的交

易概率。对环境变化的感知是激励小农户绿肥种植的重要感知因素,如果对此类风险的感知程度比较高,种麦小农户自然愿意进行绿肥种植并具有更高的支付意愿<sup>[37]</sup>。由此提出假说:

H<sub>1</sub>:小农户对环境变化的正面感知对其绿肥种植支付意愿有积极影响。

## 二、研究方法 with 数据来源

### 1. 选择实验法

选择实验(choice experiment, CE)方法基于 Lancaster<sup>[38]</sup>的新消费者理论与随机效用理论形成。新消费者理论认为消费者并不是从商品或服务中获得效用,而是由商品或服务自身所附带的特征属性中获取,消费者根据需求比较已有的商品或服务的特征属性做出最优选择,以实现性价比最大化。与其他陈述偏好方法相比(如:条件价值评估法),选择实验法提供了更多驱动因素之间权衡的信息。特别是,它可以估计不同属性之间的边际替代率。当一个属性用货币表示时,这些边际替代率可以解释为属性值变化的支付意愿。

在本文中,小农户作为被调查者,他们在保留现状和采用绿肥提高环境质量的替代之间做出行为选择。根据随机效用理论,小农户所获得的效用分为两部分,一部分是绿肥自身环境属性所带来的可观察到的确定性效用,另一部分为不可观测到的随机效用,其具体模型如下:

$$U_{ij} = V_{ij} + \epsilon_{ij} \quad (1)$$

式(1)中, $U_{ij}$ 表示农户*i*选择方案*j*时的总体效用, $V_{ij}$ 表示农户*i*选择*j*方案的可观测效用, $\epsilon_{ij}$ 代表农户*i*选择方案*j*时的不可观测效用,即随机扰动项。在本文的具体的分析中, $V_{ij}$ 主要的表达式有如式(2)、式(3):

$$V_{ij} = ASC + \sum \beta_{jk} X_{jk} \quad (2)$$

式(2)为基准模型。在式(2)中,ASC是替代常数项(alternative specific constant, ASC),表示未选择改进方案时的基准效用。若选择“维持现状”,ASC赋值为1;选择“改进”方案,则将ASC赋值为0。 $X_{jk}$ 表示*j*方案中第*k*个属性变量, $\beta_{jk}$ 为对应的估计参数。

为了更好地解释小农户资本禀赋及环境变化感知对其方案选择的影响,式(3)中加入了ASC与小农户文化资本 $H_i$ 、经济资本 $E_i$ 、社会资本 $S_i$ 、环境变化感知 $R_i$ 构成的交互项, $\gamma$ 为各交互项估计参数。

$$V_{ij} = ASC + \sum \beta_{jk} X_{jk} + \sum \gamma \cdot ASC \cdot H_i + \sum \gamma \cdot ASC \cdot E_i + \sum \gamma \cdot ASC \cdot S_i + \sum \gamma \cdot ASC \cdot R_i + \sum \gamma \cdot ASC \cdot C_i \quad (3)$$

当随机扰动项满足不同假设时,式(2)与式(3)可形成不同的模型。如果随机扰动项为独立同分布且属于极值分布,其具有独立不相关性质,从而可得到多项Logit模型。如果随机扰动项 $\epsilon_{ij}$ 服从随机分布,则可得到随机参数Logit模型。与多元Logit模型相比,随机参数Logit模型可以捕捉个体偏好的异质性,其估计结果更优,也更符合小农户的偏好异质性普遍存在的实际情况,故本文选择随机参数Logit模型作为本文的计量模型<sup>[39-40]</sup>。模型中被访小农户*i*选择方案*j*的概率 $P_{ij}$ 可表达为:

$$P_{ij} = \int \frac{\exp(\beta_i V_{ij})}{\sum_{k=1}^J \exp(\beta_i V_{ik})} f(\beta_i) d\beta_i \quad (4)$$

通过最大似然估计法对各属性参数进行估计,可以获得小农户对绿肥环境属性的边际支付意愿值WTP,可表示为:

$$WTP = -\frac{\beta_i}{\beta_p} \quad (5)$$

式(5)中, $\beta_i$ 表示*i*属性的估计参数, $\beta_p$ 表示个人支付意愿的估计参数。

### 2. 属性及水平设计

在选择实验中,假想的产品可以被描述为一系列有关属性的组合,属性决定产品的效用。本文在已有研究<sup>[37]</sup>和对重点人群进行访谈的基础上,初步选定了选择实验的环境属性及其状态水平,根据

设计的选择实验问卷对农户进行了预调研。在预调研结束后,研究者进一步与资源环境科学、农业科学领域专家进行咨询讨论,最终确定水质、耕地质量与肥力、空气质量、自然灾害天数为环境属性变量<sup>①</sup>,支付金额是 4 种属性变量的目标结果变量。

(1)水质。已有研究<sup>[37]</sup>表明,化肥大量施用所引发的面源污染会间接导致水体富营养化,造成水质下降<sup>[2]</sup>,而水质的好坏直接影响到农户的日常生活与农业生产。推动绿肥种植能够有效减少农业氮排放量,降低农业面源污染,改善水体质量。依据《2018 年中国生态环境状况公报》数据<sup>②</sup>,设定 V 类水质为研究区域目前或将来可能达到的农业灌溉用水状况为基准水平,改进水平选定为 IV 类和 III 类水质,分别对应略有改善与改善。

(2)耕地的质量与肥力。化肥的投入使用量不断增加,其效果不断衰减,导致土壤侵蚀严重<sup>[1]</sup>。已有研究显示,连续五年使用豆科绿肥,可以使土壤质量提升两个等级<sup>[41]</sup>。基于样本地区均位于小麦主产区,耕地肥力应属于全国平均水平,故以全国耕地平均质量等级 9.96 等<sup>③</sup>为基准水平,即维持现状,改进的水平选定为提升 1 等和提升 2 等,分别对应略有提高、提高。

(3)空气质量。农业氨的排放是雾霾污染加剧的推手之一,而种植绿肥通过固氮,从而有效地降低农业氨的排放强度,保护空气质量<sup>[4]</sup>。根据环保部门公布的空气质量报告,本文将空气优良天数<sup>④</sup>作为衡量空气质量的标准,以样本区域 2018 年空气优良天数比例为基准水平,改进水平选定为优良天数上升 5%和 10%,分别对应略有改善、改善。

(4)自然灾害天数。绿肥具备固氮吸碳的能力,推动其广泛种植能够降低农业温室气体排放强度,降低因温室气体过多排放所引发的自然灾害发生率<sup>[4]</sup>。根据环保统计数据,将自然灾害分为干旱、高温、寒潮等,以样本地区 2018 年自然灾害天数为基准水平,即维持现状,改进水平选定为自然灾害天数减少 5%和 10%,分别代表略有减少和减少的改进属性水平。

(5)支付金额。在支付金额的设定上,本文根据预调研所获得绿肥种植成本并通过与相关专家咨询,将种麦小农户每年愿为间作绿肥支付金额设为“0 元/亩、50 元/亩、100 元/亩、150 元/亩、200 元/亩”5 级标准,用来衡量种麦小农户绿肥种植的支付意愿。

### 3. 正交实验设计

根据表 1 显示的属性及其状态水平设定,理论上总共可以得到 405(3×3×3×3×5)个环境属性组合备选方案,让受访者对所有备选方案都做出回应现实中很难实现<sup>[42]</sup>。为了优化方案,本文运用 JMP 软件进行正交设计,最终筛选出较为合理的 12 个方案,设计功效(D-efficiency)为 94.79%,说明正交程度较好。在实地调查中,以维持现状作为基准方案,连同 12 个改进方案,最终获得 6 个选择集,每个选择集由两个改进方案与一个维持现状的基准方案组成,表 2 为选择集的示例。

### 4. 数据来源

本研究数据来自课题组 2019 年 2—9 月在位于黄淮海平原的河南省、山东省、安徽省、河北省 4 个小麦生

表 1 选择实验属性及状态水平

属性	水平及赋值	预期作用方向
水质	以维持现状为参照,维持现状=0;略有改善=1;改善=2	+
耕地质量与肥力	以维持现状为参照,维持现状=0;略有提高=1;提高=2	+
空气质量	以维持现状为参照,维持现状=0;略有改善=1;改善=2	+
自然灾害天数	以维持现状为参照,维持现状=0;略有减少=1;减少=2	+
支付金额	每年支付 0 元/亩、50 元/亩、100 元/亩、150 元/亩、200 元/亩	

表 2 选择集示例

属性	方案 A	方案 B	方案 C
水质	改善	略有改善	维持现状
耕地质量与肥力	维持现状	提高	维持现状
空气质量	略有改善	略有改善	维持现状
自然灾害天数	减少	维持现状	维持现状
支付金额	150 元/亩	100 元/亩	0 元/亩
您的选择(划√)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

① 依据预调查和专家访谈的结果,划分了各环境属性变量的间隔程度与等级。

② 依据《地表水环境质量标准》,水质从 I 类至 V 类依次降低,III 类水质可用于饮用水源二级保护区、鱼虾类越冬场、洄游通道、水产养殖区、游泳区;IV 类水质可用于一般工业用水和人体非直接接触的娱乐用水;V 类水质可用于农业用水及一般景观用水。

③ 数据来源于《2016 年中国国土资源公报》,全国耕地评定为 15 个等别,1 等耕地质量最好,15 等耕地质量最差。1~4 等、5~8 等、9~12 等、13~15 等耕地分别划为优等地、高等地、中等地、低等地。

④ 优良天数:空气质量指数(AQI)在 0~100 之间的天数为优良天数,又称达标天数。

产省开展的实地调查。黄淮海平原地区小麦产量总和约占全国小麦总产量的 69.48%<sup>①</sup>,能够较好地代表中国的小麦主产区且该区域内 97%<sup>②</sup>以上的小麦生产经营者均为小农户,样本代表性显著。

调查分为两个阶段展开,第一阶段为小组访谈。2019年2—5月,课题组通过典型随机抽样法在4个省份选择10户种麦小农户进行访谈,了解小农户的基本背景与对绿肥种植的态度、意愿和政策需求,为调查问卷设计和选择实验的开展提供依据。第二阶段为选择实验实地调查。2019年6—9月,课题组利用分层随机抽样法开展选择实验调查。具体调查方法为:首先,在样本省份内随机抽取1~2个小麦种植大县(区);其次,在每个县(区)内随机抽取2~3个镇;最后,每个镇随机抽取2~4个行政村,并随机选择30户左右从事小麦种植的小农户进行实地调查。课题组在当地招募了农林院校在校和大学生村官做调查员,以减少由于不懂方言造成的理解偏差。在正式开展问卷调查前,课题组选取了100户小农户开展了预调查,根据预调查结果进一步完善了选择实验方案。

正式调查共发放问卷1120份,剔除部分无效的问卷后,获得有效问卷1058份,有效率为94.46%。由于1058个样本均进行了2次选择实验,且每次实验均有3个方案,故最终得到的有效观测值共6348(1058×2×3)组。问卷由个体特征、经济资本、社会资本、文化资本、环境变化感知以及选择集组成,变量的选择与赋值情况如表3所示。

表3 变量选取与赋值

变量类型	变量名	变量定义与赋值	均值	标准差
个体特征	性别	女性=0;男性=1	0.599	0.490
	年龄	受访者的年龄/岁	47.510	10.062
经济资本	农业劳动力数量	家庭参与农业劳动的实际人口数量	2.876	0.543
	人均收入水平	受访者家庭人均年总收入/万元	1.192	0.923
	耕地面积	农户经营的耕地规模/亩	8.460	1.885
社会资本	亲友是否担任村干部	否=0;是=1	0.089	0.285
	每周与亲友交流情况	2次及以下=1;2~5次=2;5次及以上=3	2.330	0.635
文化资本	文化程度	受访者的受教育年限	7.717	1.776
	相关农业技术培训	否=0;是=1	0.241	0.428
环境变化感知	对当地环境变化感知	改善=1;变化不明显=2;恶化=3	2.297	0.595
	是否担心环境变化影响产量	不担心=1;比较担心=2;非常担心=3	1.953	0.828

### 三、选择实验模型结果

#### 1. 随机参数 Logit 模型估计结果

运用 NLOGIT5.0 软件对 1058 份选择实验数据,共 6348 组观察值进行估计,结果如表 4 所示。表 4 中,模型 1 为仅包含环境属性的基准随机参数 Logit 模型,模型 2 在其基础上引入了 ASC 和小农户个体资本禀赋及环境变化感知的交互项。在随机参数 Logit 模型的估计中,如果假定所有属性变量均为随机参数变量易导致结果不稳定、变量难以识别等问题,故本文基于环境属性特征,首先将支付金额作为固定参数,将模型结果选择标准差系数显著的属性变量作为随机参数并不断调试,最终确定耕地质量与肥力略有提高这一属性水平为随机参数变量,其余属性水平和 ASC 作为固定参数变量。具体结果如表 4 所示。

(1)ASC 的影响。模型 2 中的结果显示,在引入资本禀赋与环境变化感知变量后,ASC 系数在 1%的水平上显著且方向为负,说明小农户选择改进方案的可能性更大。

(2)环境属性变量的影响。模型 1 和模型 2 中各环境属性均在 1%的水平上显著且为正,即绿肥的各环境属性对小农户的绿肥种植意愿产生正向影响。这说明,种麦小农户对绿肥种植的环境属性如水质改善或略有改善、耕地质量与肥力提高或略有提高、空气质量改善或略有改善、自然灾害天数

① 根据《2019年中国统计年鉴》数据计算所得。

② 根据《第三次全国农业普查主要数据公报》数据计算所得。

减少或略有减少的支付意愿会提高,与李晓平等、史雨星等研究结论一致<sup>[29,43]</sup>。

(3)小农户禀赋、环境变化感知和 ASC 交互项的影响。首先,从 ASC 与小农户资本禀赋交互项的估计结果来看,小农户的绿肥支付意愿主要受经济资本中的农业劳动力数量、人均收入水平,社会资本中的与亲友交流情况以及文化资本中文化程度这 4 个因素的影响。ASC 与农业劳动力数量、人均收入水平、与亲友交流情况、文化程度的交互项均在 1% 的水平上显著且方向为正,说明家庭农业劳动力越充足、收入越高、与亲友交流越频繁、文化程度越高的小农户越倾向于对绿肥种植的环境属性进行支付。可能的解释是,绿肥种植需要小农户拥有更强的学习与生产能力,农业劳动力充足、家庭人均收入水平高的小农户拥有更强的生产能力去满足绿肥种植所需的投入;文化程度高的小农户更易接受新技术,其对绿肥效用的认知更为清晰,学习能力更强;而与亲友交流较多的小农户在相关信息的获取上更具优势,同时如果亲友中有人进行绿肥种植,也会对其起到示范作用。上述的结果验证了前文所提出的假设  $H_1 \sim H_3$ ,表明了小农户经济资本、社会资本、文化资本的提高会增强其绿肥种植支付意愿。其次,ASC 与小农户环境变化感知交互项的估计结果显示,是否担心环境变化影响产量对小农户的支付意愿有着显著影响,其与 ASC 的交互项在 1% 的水平上显著且方向正,说明小农户更加在意环境变化对其自身的经济利益的影响,感知到自身利益受损的农户对绿肥种植的意愿更强。上述结果验证了前文的假设  $H_4$ ,即小农户对环境变化的正面感知会增强其绿肥种植支付意愿。以上结果证实了小农户在绿肥环境属性的支付意愿中存在场域、惯习的影响及“凸显效应”等,这与现有研究的研究结论相似<sup>[28-29]</sup>。

表 4 随机参数 Logit 模型估计结果

变量名	模型 1			模型 2		
	系数	标准误	Z 值	系数	标准误	Z 值
ASC	0.364	0.233	1.56	-4.347***	0.435	-9.99
水质略有改善	1.201***	0.319	3.76	0.846***	0.171	4.95
水质改善	3.595***	1.280	2.81	2.015***	0.236	4.71
耕地质量与肥力略有提高	1.066***	0.331	3.22	1.425***	0.229	6.05
耕地质量与肥力提高	3.578***	1.296	2.76	2.188***	0.440	4.97
空气质量略有改善	2.373**	1.075	2.21	1.202***	0.301	3.99
空气质量改善	2.796**	1.167	2.40	1.727***	0.385	4.49
自然灾害略有减少	3.113**	1.271	2.45	1.678***	0.359	4.67
自然灾害减少	3.579**	1.627	2.20	1.714***	0.451	3.80
支付金额	-0.071***	0.025	-2.62	-0.040***	0.008	-4.88
ASC×农业劳动力数量				0.719***	0.115	6.28
ASC×人均收入水平				0.222***	0.065	3.40
ASC×耕地面积				-0.091	0.065	-1.40
ASC×亲友是否担任村干部				0.353	0.220	1.61
ASC×与亲友交流情况				0.559***	0.090	6.20
ASC×文化程度				0.518***	0.082	6.30
ASC×技术培训				-0.108	0.135	-0.80
ASC×对当地环境变化感知				0.157	0.099	1.59
ASC×是否担心环境变化影响产量				0.496***	0.074	6.70
观测值		6348			6348	
对数似然函数值		-2216.104			-2055.960	
卡方检验值		208.331***			528.620***	

注:\*\*\*、\*\*、\* 表示估计结果在 1%、5%、10% 的水平上显著。

## 2. 稳健性检验

为进一步检验模型 2 估计结果的稳健性,本研究从剔除部分样本和数据分组两个方面进行选择实验的二次估计。在小农户兼业化程度逐渐加深的现实情况下,非农收入已成为其家庭主要经济来源。兼业收入比较高的农户的农业收入低,对种植豆科绿肥的意愿及影响对其家庭总收入影响很低,因此他们的选择可能会有一定的偏差<sup>[1,18]</sup>。基于此,本文参照 2019 年《中国统计年鉴》中的农村居民按收入五等份分组,剔除样本中人均收入水平在 34042.6 元之上且农业收入占比低于 10% 的高收入

农户,采用与模型2相同的回归方法进行建模,得到的结果为模型3(表5)。结果表明,样本调整后的回归结果与模型2的结果具有较高程度的一致性,本文的模型估计结果具有一定的稳健性。

其次,利用不同调查地区的样本数据分别进行回归,得到结果为模型4~7(表5)。不同调查地区在经济水平、人口、环境政策及管理方面都存在差异,因此,不同地区的种麦小农户对绿肥环境属性的偏好可能存在不一致。因此,本文将河南省、山东省、安徽省和河北省分别进行回归。结果显示,模型整体运行良好,卡方检验结果均在1%统计水平上显著。ASC、样本的资本禀赋和环境变化感知分别与ASC交互后的系数与模型2相应的回归结果基本相同。但是,在不同区域也存在一定差异,说明不同地区的样本对环境属性的偏好具有异质性。如在模型4(河南省)、模型5(山东省)、模型6(安徽

表5 稳健性检验

变量名	模型3	模型4 (河南省)	模型5 (山东省)	模型6 (安徽省)	模型7 (河北省)
ASC	-4.446*** (0.444)	-3.904*** (1.247)	-3.717*** (0.864)	-6.142*** (1.232)	-5.257*** (0.739)
水质略有改善	0.860*** (0.170)	1.842** (0.783)	1.049*** (0.365)	1.384*** (0.495)	0.590** (0.291)
水质改善	1.927*** (0.411)	8.680** (3.816)	2.464** (1.061)	3.696*** (1.201)	1.254** (0.583)
耕地质量与肥力略有提高	1.340*** (0.238)	3.148** (1.267)	1.415** (0.560)	2.246*** (0.738)	1.445*** (0.404)
耕地质量与肥力提高	2.116*** (0.427)	8.356** (3.772)	2.486** (1.107)	4.070*** (1.316)	1.555** (0.629)
空气质量略有改善	1.166*** (0.291)	6.559* (3.405)	1.777** (0.751)	2.034** (0.880)	0.525 (0.422)
空气质量改善	1.648*** (0.379)	7.821** (3.710)	1.845* (0.972)	2.894** (1.137)	1.123* (0.607)
自然灾害略有减少	1.628*** (0.348)	8.263** (3.862)	1.807* (0.929)	2.608** (1.014)	1.330*** (0.498)
自然灾害减少	1.684*** (0.445)	8.730* (4.472)	2.377** (1.147)	2.728** (1.285)	1.098 (0.689)
支付金额	-0.039*** (0.008)	-0.173** (0.077)	-0.045** (0.020)	-0.064*** (0.024)	-0.029*** (0.011)
ASC×农业劳动力数量	0.713*** (0.114)	0.592** (0.282)	0.152 (0.230)	0.797** (0.313)	0.755*** (0.212)
ASC×人均收入水平	0.220*** (0.079)	0.249 (0.198)	0.164 (0.134)	0.065 (0.155)	0.373*** (0.112)
ASC×耕地面积	-0.090 (0.066)	0.130 (0.165)	-0.136 (0.154)	-0.110 (0.213)	-0.144 (0.099)
ASC×亲友是否担任村干部	0.343 (0.223)	-0.021 (0.440)	-0.294 (0.600)	0.104 (0.466)	0.245 (0.471)
ASC×与亲友交流情况	0.581*** (0.092)	0.551** (0.242)	0.499*** (0.188)	0.656*** (0.246)	0.800*** (0.149)
ASC×文化程度	0.515*** (0.084)	0.309 (0.189)	0.504** (0.218)	0.671*** (0.172)	0.310* (0.170)
ASC×技术培训	-0.093 (0.137)	0.087 (0.314)	-0.679** (0.273)	0.626 (0.538)	0.053 (0.222)
ASC×对当地环境变化感知	0.173* (0.099)	0.601* (0.315)	0.301 (0.213)	0.239 (0.271)	0.372** (0.180)
ASC×是否担心环境变化影响产量	0.513*** (0.075)	0.336** (0.166)	0.482*** (0.163)	0.933*** (0.200)	0.431*** (0.131)
观测值	6150	1392	1368	1464	2124
对数似然函数值	-1990.625	-423.736	-406.539	-440.507	-664.821
卡方检验值	514.271***	169.842***	188.857***	186.837***	223.795***

注:\*\*\*、\*\*、\*表示估计结果在1%、5%、10%的水平上显著;括号内的数字为标准误。



省)的环境属性估计结果中,水质、耕地质量与肥力、空气质量、自然灾害天数改善和略有改善均显著且方向为正,说明绿肥的各环境属性均能够显著提高农户的支付意愿。而在模型 7(河北省)的估计结果中,空气质量略有改善、自然灾害减少属性虽方向为正,但并不显著,这一现象的原因可能在于近年来该省生态环境的改善(相关统计数据<sup>①</sup>显示,2018 年河北省农业受灾面积呈大幅下降趋势,与 2016 年相比,年均降幅约 30.75%,农业生产外部环境稳定),因此农户对空气的改善和自然灾害的减少失去了支付动力。从 ASC 与资本禀赋交互项的估计结果来看,模型 4 中 ASC 和农业劳动力数量、与亲友交流情况的交互项显著且方向为正,说明在河南省,农业劳动力的充足及与亲友交流频繁对绿肥种植支付意愿有积极作用。模型 5 中 ASC 和与亲友交流情况、文化程度的交互项均正向显著,而与技术培训的交互项系数则负向显著。可能的解释是,在山东省,与亲友交流频繁且具有高文化水平的小农户在有关绿肥信息及技术的获取、学习上更具优势。绿肥种植作为一种劳动—资金双密集型的绿色生产技术,其采纳将增加生产投入成本。对于小农户而言,频繁技术培训反而使其感到技术的复杂性而可能会令其产生抵触心理,进而降低支付意愿。模型 6 中,ASC 与亲友交流情况、文化程度的交互项同样显著且方向为正,除此以外,ASC 与农业劳动力数量的交互项同样显著且方向为正。模型 7 与模型 4~6 的结果存在差异,除农业劳动力数量、与亲友交流情况、文化程度外,人均收入水平亦对小农户的支付意愿有着正向的显著影响,即家庭人均收入水平越高的小农户其对绿肥种植支付意愿越强。在 ASC 与环境变化感知的交互项检验中,模型 4~7 的结果基本与全样本的结果保持一致,说明了结果具有稳健性。

### 3. 种麦小农户对绿肥环境属性的支付意愿

在以上分析基础上,根据公式(5)分别计算模型 1 和模型 2 中种麦小农户对绿肥各属性水平的边际支付意愿,具体如下表 6 所示。

由表 6 的结果可看出,小农户对绿肥各环境属性水平具有不同的支付意愿。模型 1 的结果显示,在只考虑环境属性时,种麦小农户对绿肥支付意愿最强的属性为水质的改善,具体支付意愿值为每年 50.63 元/亩,支付意愿最弱的属性为耕地质量与肥力略有提高,为每年 15.01 元/亩。模型 2 的结果显示,在资本禀赋和环境变化感知因素的影响下,种麦小农户对绿肥环境属性支付意愿有所增强。此时,种麦小农户对耕地质量与肥力的提高这一环境属性的支付意愿最强烈,为每年 54.84 元/亩,对水质略有改善支付意愿最弱,为每年 21.20 元/亩。在模型 1 和模型 2 中,农户对改善水质的支付意愿最强烈,在改善耕地质量和改善空气质量环境属性上,模型 2 中的改善值均比模型 1 的改善值更大。而在自然灾害减少的属性支付意愿上,考虑个体因素的模型 2 呈现了比模型 1 支付意愿降低的特征,说明现阶段小农户群体对自然灾害减少这一环境属性的认识仍不充分。

表 6 支付意愿分析 元/(亩·年)

属性		支付意愿	
		模型 1	模型 2
水质	略有改善	16.92	21.20
	改善	50.63	50.50
耕地质量与肥力	略有提高	15.01	35.72
	提高	50.39	54.84
空气质量	略有改善	33.42	30.11
	改善	39.38	43.28
自然灾害天数	略有减少	43.85	42.06
	减少	50.41	42.95

## 四、结论与启示

本文对种麦小农户绿肥环境属性的支付偏好进行了识别,考察了资本禀赋和环境变化感知的内生机理。结果显示:1)在考虑资本禀赋和环境变化感知因素的影响下,种麦小农户对绿肥环境属性的支付意愿由 15.01~50.63 元/亩变动为 21.20~54.84 元/亩,此时,种麦小农户对耕地质量与肥力提高属性的支付意愿最高,对水质略有改善这一属性的支付意愿最低。可以看出,对于具有公共品属性的绿肥种植,大部分小农户不愿意为其环境属性承担过高的价格,也表达了希望政府补贴的意愿;2)从农户禀赋、环境变化感知特征的估计结果来看,农户禀赋中农业劳动力数量、人均收入水平、与亲友交流频繁程度、文化程度等因素对小农户绿肥环境属性的支付意愿有积极影响;环境变化感知中,

<sup>①</sup> 数据来源于《2018 年河北省生态环境质量状况公报》与 2017—2019 年《中国统计年鉴》。

担心小麦产量受到影响的小农户在支付意愿上强于其他农户;3)从稳健性检验结果来看,不同地区的农户在资本禀赋的影响下对环境属性的支付意愿体现了一定的差异性,但所有地区的农户在环境变化感知的影响下其对环境属性的支付意愿结果体现了较强的稳健性。

基于以上结论,本文提出以下政策启示:第一,农户的资本禀赋显著影响其对绿肥种植环境属性的支付意愿,因此,对资本禀赋水平低的小农户应重点关注,将小农户作为保护性耕作如绿肥种植的重点补贴对象,促进可持续发展农业的信息广泛传播,发挥邻里之间的示范效应;推广绿色农业技术的社会化服务,增加对小农户的技术帮扶力度,降低或分摊其绿肥种植成本;第二,环境变化感知显著影响小农户对绿肥种植支付意愿,对环境属性的差异化支付意愿也体现了其对绿肥种植环境属性的认知程度不一致,因此,应注重提高小农户对绿色农业生产和环境改善的认知水平,增强小农户对可持续发展农业和环境变化认知等新知识、新信息的获取能力,建立相关公共社交平台,提升小农户获取信息与资源的便利程度;第三,加大绿色农业生产技术的宣传力度,提高技术使用的便捷性,关注农户的种植行为与决策,提高小农户绿肥种植产品的帮扶力度,拓宽绿色农产品的销售渠道,提高绿色农产品的市场认可度,增强小农户绿肥种植的信心;第四,由于不同地区的农户对绿肥环境属性的支付意愿有一定差异,建议制定精细化分区域的绿肥补贴政策,分地区制定绿肥种植的补贴标准;通过设计合理的激励政策,实现保护性耕作与耕地的可持续发展。

## 参 考 文 献

- [1] 高晶晶,彭超,史清华.中国化肥高用量与小农户的施肥行为研究——基于1995—2016年全国农村固定观察点数据的发现[J].管理世界,2019(10):120-132.
- [2] 张维理,武淑霞,冀宏杰,等.中国农业面源污染形势估计及控制对策 I.21 世纪初期中国农业面源污染的形势估计[J].中国农业科学,2004(7):1008-1017.
- [3] 张云华,彭超,张琛.氮元素施用与农户粮食生产效率:来自全国农村固定观察点数据的证据[J].管理世界,2019,35(4):109-119.
- [4] 曹卫东,包兴国,徐昌旭,等.中国绿肥科研 60 年回顾与未来展望[J].植物营养与肥料学报,2017,23(6):1450-1461.
- [5] 廖薇.农户秸秆处理行为特征与影响因素分析[J].地域研究与开发,2020,39(4):134-138,145.
- [6] TAMBO J A, MOCKSHELL J. Differential impacts of conservation agriculture technology options on household income in Sub-Saharan Africa[J]. Ecological economics, 2018(151):95-105.
- [7] HIJBEEK R, PRONK A A, ITTERSUMV M K, et al. Use of organic inputs by arable farmers in six agro-ecological zones across Europe: Drivers and barriers[J]. Agriculture, ecosystems and environment, 2019(275):42-53.
- [8] 余威震,罗小锋,唐林,等.土地细碎化视角下种粮目的对稻农生物农药施用行为的影响[J].资源科学,2019,41(12):2193-2204.
- [9] 程琳琳,张俊飏,何可.网络嵌入与风险感知对农户绿色耕作技术采纳行为的影响分析——基于湖北省 615 个农户的调查数据[J].长江流域资源与环境,2019,28(7):1736-1746.
- [10] 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.
- [11] 张童朝,颜廷武,何可,等.资本禀赋对农户绿色生产投资意愿的影响——以秸秆还田为例[J].中国人口·资源与环境,2017,27(8):78-89.
- [12] 黄炎忠,罗小锋,李容蓉,等.农户认知、外部环境与绿色农业生产意愿——基于湖北省 632 个农户调研数据[J].长江流域资源与环境,2018,27(3):680-687.
- [13] 张连华,霍学喜.农户商品有机肥投入的市场激励研究——基于农地确权调节效应的分析[J].长江流域资源与环境,2020(7):1663-1673.
- [14] 周力,冯建铭,曹光乔.绿色农业技术农户采纳行为研究——以湖南、江西和江苏的农户调查为例[J].农村经济,2020(3):93-101.
- [15] 徐志刚,张骏逸,吕开宇.经营规模、地权期限与跨期农业技术采用——以秸秆直接还田为例[J].中国农村经济,2018(3):61-74.
- [16] 郭清卉,李昊,李世平.社会规范对农户化肥减量措施采纳行为的影响[J].西北农林科技大学学报(社会科学版),2019,19(3):112-120.
- [17] 杨玉苹,朱立志,孙炜琳.农户参与农业生态转型:预期效益还是政策激励? [J].中国人口·资源与环境,2019,29(8):140-147.
- [18] 李福夺,李忠义,尹昌斌,等.农户绿肥种植决策行为及其影响因素——基于二元 Logistic 模型和南方稻区 506 户农户的调查[J].中国农业大学学报,2019,24(9):207-217.
- [19] DANSO G, DRECHSEL P, FIALOR S, et al. Estimating the demand for municipal waste compost via farmers' willingness-to-pay in Ghana[J]. Waste management, 2006,26(12):1400-1409.
- [20] 李玉贝,陆迁,郭格.农户对水土保持技术的支付意愿及影响因素分析——基于社会关系网络视角[J].干旱区资源与环境,2018,

- 32(4):31-36.
- [21] 张翎, 乔娟. 基于种养结合的种植户粪肥支付意愿研究[J]. 中国农业资源与区划, 2019, 40(8): 177-186.
- [22] 屈冬玉. 以信息化加快推进小农现代化[N]. 人民日报, 2017-06-05(7).
- [23] 陈军亚. 韧性小农: 历史延续与现代转换——中国小农户的生命力及自主责任机制[J]. 中国社会科学, 2019(12): 82-99, 201.
- [24] 全世文. 选择实验方法研究进展[J]. 经济学动态, 2016(1): 127-141.
- [25] KRAH K, MICHELSON H, PERGE E, et al. Constraints to adopting soil fertility management practices in Malawi: a choice experiment approach[J]. World development, 2019(124): 104651.
- [26] NORTH D. Institutions, institutional change and economic performance[M]. Cambridge: Cambridge university press, 1990.
- [27] BOURDIEU P. The forms of capital[M]//RICHARDSON J. Handbook of theory and research for the sociology of education. Westport: Greenwood Press, 1986.
- [28] 谢先雄, 李晓平, 赵敏娟, 等. 资本禀赋如何影响牧民减畜——基于内蒙古 372 户牧民的实证考察[J]. 资源科学, 2018, 40(9): 1730-1741.
- [29] 李晓平, 谢先雄, 赵敏娟. 资本禀赋对农户耕地面源污染治理受偿意愿的影响分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(7): 93-101.
- [30] 王恒, 易小燕. 绿色发展背景下农户施肥及其决策行为研究进展[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2019, 27(8): 1284-1292.
- [31] KOUSAR R, ABDULAI A. Off-farm work, land tenancy contracts and investment in soil conservation measures in rural Pakistan [J]. Australian journal of agricultural and resource economics, 2016, 60(2): 307-325.
- [32] 史恒通, 睢党臣, 吴海霞, 等. 社会资本对农户参与流域生态治理行为的影响: 以黑河流域为例[J]. 中国农村经济, 2018(1): 34-45.
- [33] 邝佛缘, 陈美球, 鲁燕飞, 等. 生计资本对农户耕地保护意愿的影响分析——以江西省 587 份问卷为例[J]. 中国土地科学, 2017, 31(2): 58-66.
- [34] 盖豪, 颜廷武, 何可, 等. 社会嵌入视角下农户保护性耕作技术采用行为研究——基于冀、皖、鄂 3 省 668 份农户调查数据[J]. 长江流域资源与环境, 2019, 28(9): 2141-2153.
- [35] AZAR O H. Relative thinking theory[J]. Journal of socio-economics, 2007, 36(1): 1-14.
- [36] LIAN C, MA Y, WANG C. Low interest rates and risk-taking: evidence from individual investment decisions[J]. Review of financial studies, 2019, 32(6): 2107-2148.
- [37] 仇焕广, 苏柳方, 张伟彤, 等. 风险偏好、风险感知与农户保护性耕作技术采纳[J]. 中国农村经济, 2020(7): 59-79.
- [38] LANCASTER K. A new approach to consumer theory[J]. The journal of political economy, 1966, 74(2): 132-157.
- [39] 全世文. 选择实验方法研究进展[J]. 经济学动态, 2016(1): 127-141.
- [40] LANZ B, PROVINS A. Do status quo choices reflect preferences? Evidence from a discrete choice experiment in the context of water utilities' investment planning[C]. CEPE Working paper series, 2012: 12-87.
- [41] 兰延, 黄国勤, 杨滨娟, 等. 稻田绿肥轮作提高土壤养分增加有机碳库[J]. 农业工程学报, 2014, 30(13): 146-152.
- [42] LIU R F, GAO Z F, NAYGA R M, et al. Consumers' valuation for food traceability in China: does trust matter[J]. Food policy, 2019(88): 101768.
- [43] 史雨星, 李超琼, 赵敏娟. 非市场价值认知、社会资本对农户耕地保护合作意愿的影响[J]. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(4): 94-103.

(责任编辑: 金会平)