

【农业经济】

# 偏好异质性、农户参与式方案创设 与养殖废弃物资源化利用

——来自养殖户种养结合的选择实验

江光辉<sup>1</sup> 胡浩<sup>2</sup>

(1.安徽财经大学 金融学院, 蚌埠 233030; 2.南京农业大学 经济管理学院, 南京 210095)

**摘 要:**生态补偿政策构成的农业环境方案对于废弃物资源化利用具有激励作用,但现行补偿政策方案可能存在推广瓶颈,突破瓶颈的关键在于了解农户的政策选择偏好。以养殖废弃物肥料化还田为例,通过选择实验法构建了由 4 个政策属性组合而成的备选政策情境,结合江苏省 346 户生猪养殖户实验数据,运用 Mixed Logit 模型检验了补偿政策的选择偏好及协同互补效应。结果表明:(1)养殖户对选择实验方案中的服务类、收入类和价格类补偿政策的偏好程度更高,而对于技术支持类补偿政策不具备明显偏好;(2)养殖户环保认知与风险特征是上述政策偏好异质性的来源,风险偏好型和环保认知水平高的养殖户对各类补偿政策方案的接受意愿更高;(3)技术支持、外包服务同收入类、价格类补偿政策之间呈现显著的互补性。根据“重视多元化补偿,强化正协同效应”原则,本文创设了针对养殖废弃物还田利用的推广方案,旨在优化和完善现行的生态补偿政策体系,打好相关政策措施的“组合拳”。

**关键词:**养殖废弃物资源化利用;种养结合;生态补偿;偏好异质性;离散选择实验

**中图分类号:**F326.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-7465(2024)03-0161-13

## 一、问题的提出

2024 年中央一号文件强调“协同推进农村有机生活垃圾、粪污、农业生产有机废弃物资源化处理利用”和“推广种养循环模式”。畜牧业是农业碳排放的主要来源之一,畜禽养殖废弃物是引起面源污染的重要原因,但其也是重要的有机肥源,高效的废弃物资源化利用渠道是农业可持续发展的重要支撑。中国每年产生的畜禽养殖废弃物高达 38 亿吨,折合成纯养分为 3200 万吨,相当于化肥总养分投入量的 50% 左右<sup>[1]</sup>。因此,农业废弃物只有得到资源化利用,方能在避免对农业可持续发展造成阻碍的同时实现其价值。以现有技术,通过种养结合使养殖废弃物肥料化后还田是最主要、最有效的资源化利用途径<sup>[2]</sup>。农户在种养结合生产过程中需要将畜禽粪污等有机废弃物经过腐熟堆肥、生物发酵和无害化处理等一系列流程肥料化后才能作为粪肥还田,有条件的农户还可以进一步将种植业产生的秸秆、青饲料等原

收稿日期:2023-11-04

**基金项目:**国家社会科学基金重大项目“超大规模人口国家农业农村现代化建设研究”(23&ZD109);安徽省自然科学基金青年项目“面向广域种养结合的畜禽养殖废弃物循环利用行为与生态补偿机制研究”(2308085QG239);安徽省高校人文社会科学研究重点项目“农户种养结合型低碳农业生产行为与生态补偿政策研究”(22AH050553)

**作者简介:**江光辉,男,安徽财经大学金融学院讲师;胡浩,男,南京农业大学经济管理学院教授,博士生导师。

料加工转化为养殖业所需的饲料<sup>[3]</sup>,从而建立“种植-养殖”两部门间的资源要素循环链条。但种养结合生产需要同时考虑种养两部门所蕴含的自然规律,这使得种养结合型农户面临的风险更大,约束条件也更多<sup>[4]</sup>。为此,各级政府颁布了一系列针对种养结合型养殖废弃物还田利用的支持政策,归纳起来主要分为技术支持、收入补偿和外包服务等措施,其目的是降低养殖户种养结合的技术采纳成本,引导和促进粪污还田利用行为。

然而,现实中种养分离的趋势仍难以遏止。根据测算,国内种养结合型农户从1986年的71%急剧下降到2017年的12%<sup>[5]</sup>,2021年全国畜禽粪污综合利用率仅为76%<sup>[6]</sup>。上述事实说明,长期以来的种养分离导致我国畜禽养殖废弃物综合利用率不高<sup>[7]</sup>,进一步推广种养结合模式、提高粪污资源化利用效率可能存在政策瓶颈。一是由政府“自上而下”主导制定的政策措施并没有充分考虑农户的实际政策需求和偏好,无法充分调动农户的积极性和主动性<sup>[8]</sup>;二是在农业主产区地方财政困难的情况下,长期依赖政府转移支付投入的支持政策前景堪忧<sup>[9]</sup>,基于市场机制的价格分级收购政策措施仍然不够成熟;三是相关政策之间的衔接配合不够紧密,难以形成完备的支持政策体系,甚至由于政策出台部门的职责和所属系统不同引起部分内容相互矛盾,影响支持政策执行效率及协同效应的发挥<sup>[10]</sup>。

鉴于此,在现行有关种养结合与畜禽粪污还田利用的政策背景下,本文引入技术采纳模型分析相关政策措施及农户选择偏好,并构建由不同政策属性组合而成的备选政策情境,以江苏省生猪养殖户为目标补偿群体,运用选择实验方法,通过政策选择模拟与随机效用函数估计获取其偏好信息,考察不同特征养殖户对补偿政策的偏好异质性及其来源,并挖掘多元政策间的协同互补效应,为相关政策推广方案的优化设计提供理论依据。通过上述分析,本文旨在厘清以下问题:一方面,现行有关养殖废弃物还田利用的支持政策中,哪类补偿政策的农户偏好程度较高?上述偏好异质性的来源是什么?另一方面,技术支持、财政补贴等常用政策措施之间是否存在协同互补效应,如何利用政策互补创设符合农户偏好的政策推广方案?本文主要贡献如下:第一,聚焦种养结合型废弃物还田利用,探索农户参与式的推广方案创设,跳出传统的“自上而下”实施推广方案的局限,通过离散选择实验探明农户对补偿政策的选择偏好、异质性来源及政策间交互作用,是“自下而上”对农业推广方案制定的一次有益探索;第二,提出“重视多元化补偿,强化正协同效应”原则,创设兼具激励、约束和灵活性的种养结合型废弃物还田利用推广方案,有利于充分发挥各类补偿政策间的协同互补效应。

## 二、文献综述与理论分析

### (一) 文献综述

农业生态补偿作为外部成本内部化的经济手段,能够激励生态保护行为、均衡环保利益相关者成本效益并且弥补环境治理的正外部性<sup>[11]</sup>。国际上通常将各类补偿政策配套整合在一起形成推广方案,来推行各种环境友好型农业技术并激励和约束农户的生产行为<sup>[12]</sup>。回顾已有研究,大都应用选择实验法设计由不同政策措施组成的选择集,测度农户对政策方案中各政策属性的相对偏好程度<sup>[13]</sup>。龚亚珍等<sup>[14]</sup>研究发现,在各种常见的政策属性中,农户对于货币类型的补偿方式具有明显的选择偏好;徐涛等<sup>[15]</sup>认为含有较高收入补偿或者较高工时补贴的生态补偿方案更容易被农户选中,从而对其绿色生产技术采纳的激励作用更大。进一步地,俞振宁等<sup>[16]</sup>指出不同补偿方式间存在替代关系,相较于技术或项目等造血式补偿方式,农户更偏好资金或物化的输血式补偿方式。与此同时,也有研究发现现行的耕地保护补贴并未与农户耕地保护具体行为挂钩,而是被用于农业生产性投入或家庭内部生活消费支

出<sup>[17]</sup>。因此,应逐步采用实物补偿或技术、服务等多元化补偿方式,同时还要注意避免补偿政策的“一刀切”,因地制宜采取差异化的补偿方式<sup>[18]</sup>。

然而,在实际推广过程中,受成本收益、执行效率等诸多约束条件的影响,既有补偿政策的扶持对象和标准不明朗,导致相关措施落实起来仍然难度较大,难以有效激励农户持续采纳种养结合模式<sup>[19]</sup>。此外,源于农户自身认知和风险特征的差异,可能导致其在生产行为与偏好上大相径庭,基于同质性假设得出的研究结论会失之偏颇,这凸显了通过农户切身参与的方式研究多元化和差异化补偿政策的重要性。农户作为种养结合生产模式的采纳主体,也是相应补偿政策的主要接受者,补偿方式与农户需求偏好的错位必将导致补偿政策的实际效率和效果较差,因而补偿政策的适宜范围以及农户对差异化、多元化补偿政策的需求和偏好亟须得到关注。因此,从农户偏好角度,探究其对种养结合生产技术及其配套支持政策的需求偏好,进而设计与之相适应的推广方案,被认为是确保相关政策切实落地的关键<sup>[20]</sup>。

(二) 理论分析

种养结合可视作养殖户对具有明显正外部性新技术的采纳问题。在一般的技术采纳模型中<sup>[21]</sup>,农户遵循收益最大化目标,新技术选择取决于对新旧技术成本收益的比较,在没有公共政策干预时,农户技术采纳的均衡条件可设定为如下形式:

$$p_1 g(s) r - [n_l + n_b + c] s = p_0 f(s) - cs \tag{1}$$

式(1)中, $f(s)$ 为传统技术的生产函数; $g(s)$ 为采纳新技术后的生产函数; $s$ 为决策规模; $c$ 为传统技术的生产成本; $n_l$ 和 $n_b$ 分别为采纳新技术新增的学习成本和要素投入成本; $p_0$ 和 $p_1$ 分别为基于传统技术和新技术生产的产品价格; $r$ 为风险函数,且 $r \in [0, 1]$ ,假设其大小与新技术采纳的预期收益负相关。

首先,种养结合生产过程具有知识密集型特征,并且还要新增劳动、资金、技术和机械投入,因此需要较高的学习成本( $n_l$ )和要素投入成本( $n_b$ );其次,种养结合生产过程中使用畜禽粪肥替代传统化肥作为种植业投入品,虽然能够一定程度提高作物品质,但减少化肥施用存在较大的产量风险( $r$ );最后,调研中还发现当前农产品市场缺乏成熟的价格识别机制,难以区分施用粪肥的有机农产品和施用化肥的普通农产品,使得式(1)中 $p_1 = p_0$ ,这意味着养殖户不仅需要支付额外成本并承担风险,新技术还难以通过市场机制转化成收益。因此,按照上述均衡分析,若无其他政策干预,一个理性的养殖户在考虑其预期成本收益的情况下,将不会采纳种养结合。

但种养结合生产具有正外部性,技术采纳会产生私人收益之外的社会效益或环境效益,如果要实现外部效益最大化,政府就有政策干预的必要。现假设政府对养殖户进行补偿政策干预( $T_n$ ):学习成本补偿政策能降低养殖户种养结合生产技术的学习成本 $n_l(T_1)$ ;要素投入成本补偿政策能减少养殖户种养结合生产过程中的要素投入成本 $n_b(T_2)$ ;收入补偿政策能降低养殖户采纳新技术的预期产量风险 $r(T_3)$ 并直接提高农户私人收益 $I(T_3)$ ;区分有机农产品和普通农产品的价格补偿政策 $T_4$ 会促使 $p_1 > p_0$ 。在上述四类生态补偿政策的干预下,养殖户的预期成本收益比较可由如下不等式表达:

$$p_1(T_4) g(s) r(T_3) + I(T_3) - [n_l(T_1) + n_b(T_2) + c] s \geq p_0 f(s) - cs \tag{2}$$

其中,补偿政策干预程度受政府预算成本约束。在补偿政策干预下,式(2)中左边新技术采纳后的私人净收益将可能超过右边传统技术净收益,从而激励养殖户进行种养结合生产。基于上述分析框架,下文进一步分析在面临不同种类补偿政策时异质性养殖户的选择偏好差异。

1.降低养殖户学习成本的技术支持政策。技术支持是指政府以集中培训或上门指导等



形式,单方面向农户提供农业生产知识、技术和管理等技能,对种养结合生产给予综合支持,典型代表政策是农业农村部2021年颁布的《绿色种养循环农业试点技术指导意见》,确立了堆肥还田、沼渣和沼液还田等关键技术及其相应技术指标,旨在将传统养殖工艺改进为清洁生产工艺,符合粪污资源化利用相关技术规范,一般通过当地畜牧兽医部门召集养殖户集中培训或委派农技人员驻场指导这两种常用方式。此类政策属于“造血式”补偿方式,但其缺点是短期内效果不明显且受众面较窄,难以实现大范围覆盖<sup>[22]</sup>,很难对追求短期利益的风险规避型农户产生明显的激励效果,一般需要与其他类型补偿措施配合实施以弥补农户技术采纳的私人成本。

2.降低养殖户要素投入成本的外包服务补偿政策。外包服务是指对种养结合型农户提供粪污收集、处理、田间管理等服务。典型代表政策是农业农村部 and 财政部2021年颁布的《关于开展绿色种养循环农业试点工作的通知》(农办农〔2021〕10号),该试点政策以粪肥还田专业化服务组织或市场主体为主要支持对象,政策目标在于通过有限的财政扶持资金撬动庞大的社会资本参与畜禽粪污处理的专业化外包服务,对接有需求的养殖户提供粪污收集处理、粪肥施用到田等服务,最终培育粪肥还田外包服务市场,实现粪污还田利用整县推进。研究表明,农户对生产性社会化服务均有普遍且紧迫的需求,生产服务市场化可以显著促进养殖户畜禽粪污资源化处理行为<sup>[23]</sup>。专业化养殖场与农田存在空间上的距离,以及畜禽粪肥无法实现完全机械化施肥,又会产生额外的运输费用和施肥成本,因而养殖户对粪污收集处理和施肥到田等外包服务需求较大,但对于不同的外包服务种类偏好可能存在一定差异。

3.降低养殖户预期产量风险、弥补个人收益的收入补偿政策。收入补偿是指政府通过财政转移支付形式,补偿由于采纳正外部性技术而遭受的私人利益损失,其在所有补偿方式中实践操作简便、最为直接、见效最快且受众面较宽<sup>[22]</sup>。畜禽粪肥相较于化肥而言肥力较低,要想利用粪肥替代部分化肥施用并达到同等肥力,则会产生庞大的粪肥施用量,对于农作物而言存在较大的产量风险,因而养殖户对于收入补偿政策偏好程度较高。典型代表政策是国务院2017年出台的《关于加快推进畜禽养殖废弃物资源化利用的意见》(国办发〔2017〕48号),相关措施可以概括为设备设施项目补助政策与优惠补贴政策两类。其中,设备设施项目补助政策主要与养殖场的粪污处理利用设施装备挂钩,通过整合农机设备购置的补助资金,针对养殖场进行粪污资源化利用的设备或设施建设改造项目,实施敞开补助政策;优惠补贴政策内容则包含了对养殖户进行粪污资源化利用活动的用地租赁优惠政策、信贷和税费等优惠政策。

4.针对有机农产品的价格分级收购补偿政策。分级收购是指对施用有机粪肥的农产品进行分级定价收购,以区别于施用化肥的普通农产品,其本质是市场化形式的价格支持。理论上,价格类补偿政策对农户具有激励作用,但当前农产品市场缺乏成熟的价格识别机制,难以区分施用粪肥的有机农产品和施用化肥的普通农产品,因而基于市场机制的价格分级收购补偿政策仍然不够成熟。对于农户而言,施用有机粪肥而不是传统的化肥,在提高农产品品质的同时可能带来更高的产量风险,风险偏好型养殖户更愿意通过粪肥还田的形式减少化肥投入,而风险规避型养殖户则很难做出化肥替代的决策,因而此类补偿政策对风险特征异质性的养殖户可能存在差异化激励效果。

5.补偿政策组合的协同作用。在施策过程中,不同类型补偿政策只有在适当组合并产生协同效应时才能实现最佳激励效果<sup>[24]</sup>。譬如,单一的货币化补偿方式可能会偏离政策初衷,即使农户有机会获得直接或间接的收入补偿,但没有配套针对性的技术支持或适宜的外包服务,也可能将获得的补偿金用于其他用途而非改进生产方式<sup>[25]</sup>。若补偿金没有及时到位或

不能持续,缺乏相应技术或外包服务支持的农户也将会停止采纳种养结合,恢复到传统的单一养殖模式,使得政策推广变得不可持续。因此,技术支持、外包服务类补偿手段与其他类型补偿措施间存在协同互补效应。

### 三、实验设计与数据采集

#### (一) 数据采集

生猪是我国饲养范围最广的牲畜之一,猪粪作为重要的有机肥源,肥料特性适于各种农作物和土壤,在还田促种方面具有显著优势,是目前还田应用最为广泛的畜禽粪肥<sup>[7]</sup>。课题组依托江苏省现代农业(生猪)产业技术体系示范养殖基地(县)内生猪养殖场(户)进行访谈调研。在采集样本数据过程中,对每个养殖户都使用两份问卷进行访谈调查:第一份为通用问卷,主要包括养殖场决策者基本情况、养殖场经营状况、成本收益明细、环境规制实施情况、种养结合生产情况、粪污资源化利用现状;第二份问卷为实验问卷,用来实施实验方案、记录实验结果。具体实验流程设计如下:

1. 预调研与政策属性设定。采用典型抽样方法在每个示范基地抽取 1~2 户生猪养殖户进行预调研,了解当地的畜禽粪污资源化政策、养殖户种养结合生产情况以及对补偿政策的需求,进而确定政策属性及属性水平范围,为选择实验设计提供现实依据。

2. 完善实验设计。结合以往研究经验和预调研情况确定每组实验中选择集的个数以及每个选择集中备选项的个数;运用 SPSS 软件通过部分因子设计对备选项进行正交化,形成选择实验方案;设计包括各项实验指标属性含义、属性水平、选择集合以及投票示例内容的手册。

3. 实施正式调研。为确保实验的有效性,在正式调研前对调研员进行培训,以便在实验过程中确保被实验参与者的偏好、意愿和选择具备一致性。调研过程中,通过分层随机抽样法确定实验样本,在体系所有示范基地内抽取 20 个样本县,根据当地畜牧兽医部门提供的花名册在每个样本县随机抽取 20 名养殖户,调研员仔细讲解各类补偿方案属性及水平的含义后,让养殖户依次从 5 个选择集的情景卡片中选择符合自身偏好的选项,并使用实验问卷记录获取选择实验数据。调研完成后,进行实验数据的统计与整理,剔除问卷中信息不完整及回答不合理的问卷后,共获得有效样本 346 个。

#### (二) 政策属性及水平设置

本文首先在总结现行政策补偿措施以及专家咨询的基础上,初步确定了由技术支持、外包服务、收入补贴、分级收购四类补偿政策属性组合而成的备选政策情境。其次,针对收入补贴政策的属性水平,充分梳理相关文献资料,发现全国各省区市关于种养结合的收入补贴标准不一,因而参考当地的补贴标准进行设置;针对分级收购价格政策的属性水平,样本区域的农户主要从事稻麦轮作,故参考当地优质大米收购价格补贴标准设置该属性水平。最后,设计选择实验问卷进行预调研,确定补偿政策属性水平的合理范围,并根据等距原则设置各个属性水平,如表 1 所示,共可得到 96 个(2×3×4×4)补偿政策方案;通过部分因子设计来减少组合数目,并检验各实验组合的合理性,避免占优策略选择集,最终确定 20 个生态补偿政策方案,将其按照属性水平平衡原则匹配后随机分成 5 个选择集,每个选择集都由 4 个不同的政策组合和 1 个“维持现状”选项构成,将 5 个选择集全部嵌入选择实验问卷,受访者需要依次从每个选择集的 5 个选项中选择 1 个。表 2 是其中一个选择集示例,如果养殖户选择选项 A,说明该选项的预期效用比选项 B、C、D、E 高。

表 1 补偿政策属性及水平

政策属性	属性水平	补偿方式	具体内容
技术支持	0	驻场指导	提供养殖废弃物发酵堆肥技术支持
	1	集中培训	
外包服务	0	无	提供畜禽粪污收集处理或粪肥施肥到田等生产性服务
	1	粪污收集处理	
	2	粪肥施肥到田	
	3	全程托管	
收入补贴	0	0 元/亩	根据粪肥还田面积给予补贴,参考当地的种养结合收入补贴标准
	50	50 元/亩	
	100	100 元/亩	
	150	150 元/亩	
分级收购	0	加价 0 元/kg(市场价)	有机农产品收购价格支持,参考当地优质大米收购价格补贴标准
	0.2	加价 0.2 元/kg	
	0.4	加价 0.4 元/kg	
	0.6	加价 0.6 元/kg	

表 2 选择集示例

选项	技术支持	外包服务	收入补贴	分级收购	您的选择(打√)
A	1	2	150	0	<input type="checkbox"/>
B	1	0	150	0.2	<input type="checkbox"/>
C	0	1	100	0.4	<input type="checkbox"/>
D	0	2	50	0.6	<input type="checkbox"/>
E	维持现状	维持现状	维持现状	维持现状	<input type="checkbox"/>

四、模型构建与变量选择

(一) 模型构建

根据实验设计,废弃物还田利用的补偿政策方案由技术支持、外包服务、收入补贴和分级收购四个属性及其相对应的属性水平随机组合而成,农户基于自身效用最大化进行选择。那么,决策者*i*在选择集包含的*n*个生态补偿方案中选择方案*m*获得的效用可表示为:

$$U_{im} = V_{im}(X_m, S_i) + \varepsilon_{im}$$

(3)

式(3)中, $U_{im}$ 表示生态补偿方案*m*给决策者*i*带来的总效用; $V_{im}(X_m, S_i)$ 表示生态补偿方案*m*的可观测效用,可表示为该生态补偿方案包含的各政策属性 $X_m$ 和决策者特征 $S_i$ 的函数; $\varepsilon_{im}$ 是随机误差项,表示不可观测因素对决策者选择的影响。在具体分析中,可观测效用函数 $V_{im}$ 通常采用如下表达式:

$$V_{im} = ASC + \sum \alpha_{mk} X_{mk}$$

(4)

式(4)中, $ASC$ 是备择常数项,表示维持现状或都不选择; $\alpha_{mk}$ 是第*m*个生态补偿政策方案的第*k*个( $k = 1, \cdots, 4$ )政策属性变量 $X_{mk}$ 的系数。进一步在式(4)的基础上引入决策者基本特征和属性变量的交互项,检验决策者个人特征变量的异质性影响:

$$V_{im} = ASC + \sum \alpha_{mk} X_{mk} + \sum \beta_{mkij} X_{mk} S_{ij}$$

(5)

式(5)中, $S_{ij}$ 为决策者的基本特征变量, $\beta_{mkij}$ 是决策者*i*的第*j*个基本特征变量与政策属性

变量  $X_{mk}$  交互项的系数,用来测度决策者基本特征对其选择偏好的影响。由于本文假定农户具有异质性偏好,且允许不同选择方案之间存在相关性,政策属性的估计系数需要被设定为服从某一特定分布。Mixed Logit 模型允许解释变量的系数是随机的,其待估参数服从一个概率分布而不是一个点估计,又可称为随机系数 Logit 模型<sup>[26]</sup>。因而本文运用 Mixed Logit 模型估计不同特征养殖户群体对补偿政策的选择偏好。

(二) 变量选择与描述统计

本文的被解释变量是某方案是否被选中,如果某一政策组合被选中则赋值为 1,否则赋值为 0。根据表 3 的选择集示例,将每个选择集中 E 选项对应的 ASC 变量以及其他选项对应的技术支持、外包服务、收入补贴、分级收购四个政策属性作为核心解释变量。当 ASC 的估计系数为正时,意味着养殖户不选择该补偿政策方案的概率较大。

除了方案中涉及的政策属性变量,本文还引入包括环保认知和风险特征变量在内的养殖户个体特征,以及样本县是否列入绿色种养循环农业试点县,进一步探究养殖户的补偿政策选择偏好异质性来源。其中,养殖户环保认知水平包括:①对畜禽粪便环境影响的认知。根据计划行为理论,个体行为受其认知的影响,畜禽粪污未经处理还田而直接排放会对生态环境和人体健康造成潜在威胁,农户的认知程度可以显著促进农业废弃物资源化利用行为<sup>[27]</sup>。②对种养结合生产技术的认知。绿色生产技术的认知程度会显著促进农户绿色技术采纳应用,因而养殖户对种养结合生产技术的认知程度越高,补偿政策的接受意愿也越高<sup>[28]</sup>。养殖户风险规避系数参照 Tanaka 等<sup>[29]</sup>的研究,采用实验经济学方法测度。选择实验方案属性和养殖户个体特征变量定义及描述统计结果见表 3。

表 3 变量定义与描述统计

变量	含义与赋值	均值	标准差
方案属性变量			
技术支持	驻场指导 = 0;集中培训 = 1	0.400	0.253
外包服务	无 = 0;粪污收集处理服务 = 1;粪肥施肥到田服务 = 2;全程托管 = 3	0.920	0.560
收入补贴	一档 = 0 元/亩;二档 50 元/亩;三档 = 100 元/亩;四档 = 150 元/亩	102.000	58.531
分级收购	一档 = 市价收购;二档 = 加价 0.2 元/kg;三档 = 加价 0.4 元/kg;四档 = 加价 0.6 元/kg	0.248	0.133
个体特征变量			
对畜禽粪污环境影响认知	没影响 = 1;影响较小 = 2;一般 = 3;影响较大 = 4;影响极大 = 5	3.902	0.978
对种养结合生产技术认知	不了解 = 1;了解一点 = 2;一般 = 3;了解较多 = 4;非常了解 = 5	4.130	0.933
受访者风险特征	风险规避系数	0.568	0.270
绿色种养循环农业试点县	否 = 0;是 = 1	0.436	0.496

注:采用风险规避系数  $\alpha$  刻画样本风险特征,  $0 \leq \alpha < 1$ ,  $\alpha = 1$  表示极端风险规避,  $\alpha = 0$  表示极端风险偏好。

五、模型估计结果与讨论

(一) 补偿政策偏好检验

由于每份问卷包含 5 个不同的选择集,每个样本均进行了 5 次选择实验,且每次选择均有 5 种不同的选项组合,最终共得到 8650(346×5×5)个观测值,采用多元 Logit 模型进行估计,结果如表 4 回归 I 所示。考虑到农户偏好存在异质性,进一步采用随机参数 Logit 模型估计基准方程。随机参数 Logit 模型需要设置固定参数和随机参数变量,本文基于政策方案属性特征经过多次调试,最终将备择常数项 ASC 设为固定参数变量,其他政策属性变量的系数



设为服从正态分布的随机参数变量,估计结果见表 4 回归Ⅱ。回归Ⅱ中 4 个政策属性变量在标准差系数估计结果中均显著,验证了农户偏好异质性的存在,且回归Ⅱ的对数似然值和卡方检验值均优于回归Ⅰ,应该使用随机参数 Logit 模型进行估计。

从回归Ⅱ中政策属性变量的均值系数可以看出,技术支持政策的估计参数虽然为正但不显著,表明现行的技术支持政策对养殖户采纳种养结合生产模式的激励作用并不明显。这一结果与张园园等<sup>[30]</sup>的研究结论相似,即养殖户倾向于不选择包含技术支持的补偿政策组合,也证实了实施多元补偿措施的必要性。在实际调研中也发现,即使政府进行单方面的技术指导或集中培训,部分养殖户采纳种养结合生产模式的积极性也普遍较低,政府自上而下的技术指导或集中培训难以产生最佳激励效果。与此同时,外包服务、收入补贴和分级收购三类生态补偿政策的系数均显著为正,意味着除技术支持外,养殖户对这三类补偿政策存在显著的需求偏好,尤其是针对有机农产品的分级收购,需要重视现行生态补偿政策体系。此外,从各个政策属性变量的标准差系数来看,估计参数的标准差均显著,说明养殖户对补偿政策的偏好程度存在异质性。

表 4 基于连续属性值的模型估计结果

N = 8650

变量	回归Ⅰ 多元 Logit	回归Ⅱ 随机参数 Logit
ASC	-23.282(115.515)	-41.744(199.331)
方案属性变量		
技术支持	0.0670(0.055)	0.121(0.134)
外包服务	0.438*** (0.098)	0.320*** (0.066)
收入补贴	0.011*** (0.001)	0.013*** (0.002)
分级收购	1.956*** (0.246)	1.213*** (0.316)
随机参数标准差		
技术支持		0.909*** (0.136)
外包服务		0.015* (0.009)
收入补贴		0.018*** (0.001)
分级收购		1.991*** (0.298)
对数似然值	-1984.866	-1750.838
卡方检验值	236.66***	237.09***

注:\*\*\*、\*\*、\* 分别表示在 1%、5%、10%统计水平上显著;括号内为标准误;随机参数标准差通过 100 次 Halton 抽样估计得到。下同。

(二) 稳健性检验

为检验估计结果的稳健性,将前文设定的连续型政策属性值替换为离散型变量,并将其设为随机参数变量,同样基于随机参数 Logit 模型进行估计。基于离散属性值的模型估计结果与表 4 基本一致,表明前文估计结果较为稳健。且随着政策方案属性等级的提高(如补贴额度和收购价格增加),相应的估计系数值随之增加,即养殖户政策偏好程度随之增强。限于文章篇幅,稳健性检验结果不再汇报。

(三) 政策偏好异质性来源

为进一步分析养殖户对于政策选择偏好异质性的来源,将样本个体特征和所在县域特征变量纳入模型(不显著的特征变量从略),对带交互项的随机参数 Logit 模型进行估计,结果见表 5。



表 5 含样本特征交互项的 Mixed Logit 模型估计结果

N = 8650

变量	技术支持×	外包服务×	收入补贴×	分级收购×
绿色种养循环农业试点县	1.969*(1.110)	2.099*(1.105)	2.381***(1.107)	2.492***(1.103)
对畜禽粪污环境影响的认知	2.930*** (0.689)	3.006*** (0.688)	3.064*** (0.689)	2.947*** (0.689)
对种养结合生产技术的认知	2.290** (0.936)	2.424** (0.937)	2.192** (0.935)	2.392** (0.936)
个体风险规避程度	-5.119*** (1.687)	-4.601*** (1.677)	-3.920*** (1.679)	-4.098*** (1.671)
对数似然值	-1745.033	-1751.511	-1708.373	-1713.132
卡方检验值	244.62***	235.85***	272.10***	212.4***

1. 环保认知异质性视角。各类政策属性变量与个体环保认知两个维度的交互项均显著为正,表明个体环保认知水平是其对各类补偿政策的偏好异质性来源。个体环保认知包括对畜禽粪污环境影响和种养结合生产技术的认知,随着养殖户对畜禽粪污环境影响和种养结合生产技术的认知水平的提高,其对各类补偿政策方案的偏好或接受意愿会更高,即倾向于不选择“维持现状”选项,从而促进其采纳种养结合生产模式,而在实际生产中养成良好粪污还田利用习惯,又会进一步促使养殖户获得对环境保护的感知。

2. 风险特征异质性视角。各类政策属性变量与个体风险特征的交互项均通过了显著性检验,表明养殖户风险特征也是其对各类补偿政策的偏好异质性来源。由风险规避程度刻画的个体风险特征估计系数为负,即风险偏好型养殖户对于各类补偿政策方案的偏好或接受意愿更高,更倾向于不选择“维持现状”选项,即采纳种养结合生产模式。

3. 绿色种养循环农业试点。估计结果显示,各类政策属性变量与试点县的交互项均显著为正,表明试点县养殖户对于多元补偿政策的偏好或接受意愿比非试点县更高,生态补偿方案在试点县的实施效果可能会更好。因此,除了继续在试点县维持现行的奖补政策,还有必要构建包括技术支持和分级收购措施在内的多元化补偿体系。

(四) 考虑政策交互作用的推广方案创设

为考察不同补偿政策间的相互作用,纳入政策属性的交互项进行估计,并将其和备择常数项 ASC 设为固定参数变量,方案属性变量仍设为随机参数变量,回归结果见表 6。引入政策交互项后,ASC 显著且为负数,表明含政策属性交互的实验方案设计具有较好的效用权衡特征,样本倾向于不选择“维持现状”选项,选择某一补偿政策方案的可能性更大。即在补偿政策的激励下,养殖户采纳种养结合生产模式的意愿提高。

从交互项的均值系数来看,技术支持与收入补贴、分级收购的交互项系数显著为正,说明技术支持和收入类、价格类补偿政策间存在显著的互补性,这也印证了只通过单方面提供技术指导或培训,若无其他配套政策,养殖户技术的选择意愿并不高,而在提供技术支持的同时发放收入补贴或价格分级收购,技术支持类补偿措施的作用效果将会得以发挥。外包服务与收入补贴、分级收购的交互项系数也显著为正,说明外包服务和收入类、价格类补偿政策间同样存在显著的互补性,在对提供外包服务的同时发放收入补贴或价格分级收购,外包服务类补偿措施的作用效果将会得到强化。

技术支持与外包服务类补偿政策的交互项系数,以及收入补贴与分级收购的交互项系数均不显著,可能的原因在于,技术支持与外包服务类补偿政策对于养殖户而言,都是促进生产效率的手段,不存在明显的互补性,同样,收入补偿与价格补偿政策对于养殖户而言也比较接近,在实际推广过程中也不存在互补性。这意味着,在探索推广技术支持类或外包服务类补偿政策时,相应的配套政策应是收入或价格类补偿政策,否则技术支持的激励效果可能难以显现。而收入与价格类补偿政策在实际推广过程中也应避免相互重叠。

表 6 含政策属性交互项的 Mixed Logit 模型估计结果

N = 8650

变量	均值系数	随机参数标准差
ASC	-22.906 * * * ( 3.302 )	
方案属性变量		
技术支持	0.505 ( 1.783 )	0.304 ( 0.242 )
外包服务	0.764 * * * ( 0.213 )	0.046 ( 0.059 )
收入补贴	0.015 * * * ( 0.005 )	0.001 ( 0.098 )
分级收购	3.416 * * * ( 1.054 )	0.279 ( 0.725 )
政策属性交互项		
技术支持×外包服务	0.006 ( 0.007 )	
技术支持×收入补贴	0.538 * ( 0.303 )	
技术支持×分级收购	0.508 * ( 0.304 )	
外包服务×收入补贴	0.004 * * * ( 0.001 )	
外包服务×分级收购	0.027 * * ( 0.011 )	
收入补贴×分级收购	0.604 ( 0.732 )	
对数似然值		-2313.246
卡方检验值		186.30 * * *

根据上述实证结果,本文针对种养结合创设了一个具有激励和约束双重属性的推广方案。该方案由四个部分组成:必选部分——所需推广的种养结合生产技术;可选部分Ⅰ——农业技术支持和外包服务;可选部分Ⅱ——收入补贴和价格分级收购;合同中规定的其他要求。如表 7 所示。

表 7 基于种养结合的废弃物还田利用推广方案创设

方案模块		类别	具体内容要求	备注
必选部分	畜禽粪肥替代化肥	比例	0~40%	农户根据实际生产情况和补偿档位选择替代比例
可选部分Ⅰ	二选一	技术支持	驻场指导 集中培训	二选一
		外包服务	不需要	四选一
			粪污收集处理	
			粪肥施肥到田 全程托管	
可选部分Ⅱ	二选一	收入补贴	根据粪肥还田面积补贴 0~150 元/亩	具体补贴标准参考表 1 的属性水平和当地实际情况
		分级收购	针对施用粪肥的有机农产品 加价 0~0.6 元/kg 收购	
合同规定的其他要求		对补贴支付方式、监督、合同期限和退出的要求		—

在该方案中,粪肥替代比例被列入必选部分,调研发现,在不影响农作物产量的情况下,生猪粪肥作为基肥还田可以替代不超过 40%的化肥。配套支持政策方案是作为可选部分出现的,将功能接近而缺乏互补性的支持政策并列在同一可选部分的两个选项中,将具有明显互补性的支持政策分别列入可选部分的不同栏目中,由农户选择后重新组合。签约农户应完成合同规定的部分,才能获得可选部分的政策补偿,补偿标准应结合当地情况和农户粪肥还田比例具体计算。如果农户选择在必选部分采用更高的粪肥替代比例则可以获得额外的补贴,即农户技术采纳所得到的补偿是渐进的、累积的,从而优于传统“一刀切”的补偿标准。

因此,推广方案在合同内容和农户选择方面具有很大的灵活性,不仅可以最大限度地提高农民的参与率,而且可以通过正式的合同形式对农户采纳过程进行监督和约束,从而促进农户参与式方案创设,保证相关技术持续应用。

## 六、结论与政策启示

本文从养殖废弃物还田利用的政策背景出发,剖析现行政策的实施现状、推广瓶颈以及农户种养结合采纳面临的约束,据此设计选择实验方案,获取了生猪养殖户对废弃物肥料化还田的补偿政策偏好,并识别了源于养殖户自身特征的偏好异质性以及补偿政策间的协同效应。主要结论如下:第一,受访养殖户更偏好实验方案中的服务类、收入类和价格类补偿政策,而对于技术支持类补偿政策不具备明显偏好。第二,种养结合采纳意愿存在显著的个体异质性,养殖户环保认知与风险特征是其对各类补偿政策偏好异质性的重要来源。其中,环保认知水平越高的养殖户对各类补偿政策方案的偏好更高,风险偏好型养殖户对于各类补偿政策方案的接受意愿更高。研究还发现,相较于非试点县,绿色种养循环农业试点县的养殖户更倾向于选择参与补偿方案并采纳种养结合生产,生态补偿方案在试点县的实施效果可能会更好。第三,技术支持、外包服务同收入类、价格类补偿政策间呈现显著的互补性,在收入补贴或分级收购补偿缺失时,单方面的技术支持手段的激励效果将难以显现。而功能接近的补偿政策间则不存在协同效应,在实际推广过程中应避免相互重叠。

研究结论对于进一步优化现行政策措施、提高养殖废弃物资源化利用效率具有如下政策启示:

第一,优化补偿方案创设与推广方式创新。差异化的补偿政策方案可以适应农民的异质性偏好,最大限度地提高农民的参与率,是种养结合技术采纳并持续应用的关键。具体而言,来自农户自身特征的偏好异质性是技术推广方案创设中应考虑的重要因素。其中,个体环保认知和风险特征是其对各类补偿政策偏好异质性的重要来源,政府应高度重视宣传教育等引导手段效力的发挥,以及对粪污资源化利用和种养结合生产方式的相关技术普及,着力提高养殖户对畜禽养殖废弃物污染防治的认知水平与实践水平,增加养殖户对环境风险的感知程度,进而推动种养结合生产方式转型。

第二,探索制定市场化的补偿机制。国内现行补偿政策长期依赖政府转移支付投入,市场化的补偿机制仍然不够成熟。基于市场机制的价格分级收购补偿措施不仅能够适应不同偏好类别的农户,而且可以与传统的收入补贴发挥相近的政策效果,这给补贴标准制定创造了更大的调整空间。同时,市场化的补偿机制可以避免行政命令式的“一刀切”,有利于让自愿采纳更高粪肥替代比例的农户获得更多的补偿,最终实现更好的政策实施效果和技术推广效率。在具体实践中,可遵循试点原则,先从粪肥需求量较大、有机农产品区分度较高的经济作物入手,探索制定针对施用粪肥的有机农产品价格分级收购补偿措施,通过市场机制将养殖废弃物资源化利用的正外部性转化成农户实际收益。

第三,建立健全系统性的补偿政策体系。高效和可持续的推广方案不应仅着眼于单一的农业技术和固定的配套政策,应充分考虑种养结合模式具备的多重复杂属性,推进多元化配套服务。特别是在绿色种养循环农业试点县范围内,除了现行的收入补贴类和外包服务类补偿政策,进一步推广实施种养结合生产还需要充分利用各类补偿政策间的协同互补效应,探索配套技术支持和分级收购等多元化生态补偿政策,创新实现不同政策有机组合的补偿方式,同时应避免功能接近的补偿政策在实际推广过程中出现相互重叠,从而提高政策执行效

率并发挥政策间协同效应。

## 参考文献:

- [1] 郭庆海. 渐行渐远的农牧关系及其重构[J]. 中国农村经济, 2021(9): 22-35.
- [2] 何可, 张俊飏, 张露, 等. 人际信任、制度信任与农民环境治理参与意愿——以农业废弃物资源化为例[J]. 管理世界, 2015(5): 75-88.
- [3] Li Y, Sun Z G, Accatino F, et al. Comparing Specialised Crop and Integrated Crop-livestock Systems in China with a Multi-Criteria Approach Using the Emergy Method [J]. Journal of Cleaner Production, 2021, 314: 127974.
- [4] Han Z, Han C, Shi Z Z, et al. Rebuilding the Crop-livestock Integration System in China—Based on the Perspective of Circular Economy[J]. Journal of Cleaner Production, 2023, 393: 136347.
- [5] Jin S Q, Zhang B, Wu B, et al. Decoupling Livestock and Crop Production at the Household Level in China[J]. Nature Sustainability, 2021, 4: 48-55.
- [6] Feng D M, Mao K, Yang Y J, et al. Crop-livestock Integration for Sustainable Agriculture in China: The History of State Policy Goals, Reform Opportunities and Institutional Constraints[J]. Frontiers of Agricultural Science and Engineering, 2023, 10(4): 518-529.
- [7] 胡浩, 江光辉, 戈阳. 中国生猪养殖业高质量发展的现实需求、内涵特征与路径选择[J]. 农业经济问题, 2022, 43(12): 32-44.
- [8] 王娜娜, 王志刚, 罗良国. 技术偏好异质性、农户参与式方案创设与政策绿色转型[J]. 中国农村经济, 2023(3): 136-156.
- [9] 罗小娟, 冯淑怡, Reidsma P, 等. 基于农户生物-经济模型的农业与环境政策响应模拟——以太湖流域为例[J]. 中国农村经济, 2013(11): 72-85.
- [10] 陈秋红, 张宽. 新中国70年畜禽养殖废弃物资源化利用演进[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(6): 166-176.
- [11] Fan M, Chen L. Spatial Characteristics of Land Uses and Ecological Compensations Based on Payment for Ecosystem Services Model from 2000 to 2015 in Sichuan Province, China. [J]. Ecological Informatics, 2019, 50: 162-183.
- [12] Taylor B M, Van Grieken M. Local Institutions and Farmer Participation in Agri-environmental Schemes[J]. Journal of Rural Studies, 2015, 37: 10-19.
- [13] 陈琦. 水产绿色健康养殖行动: 养殖户的选择偏好及其异质性来源——基于最优-最劣选择实验法的分析[J]. 农业技术经济, 2023(5): 64-79.
- [14] 龚亚珍, 韩炜, Michael Bennett, 等. 基于选择实验法的湿地保护区生态补偿政策研究[J]. 自然资源学报, 2016, 31(2): 241-251.
- [15] 徐涛, 赵敏娟, 乔丹, 等. 农户偏好与“两型技术”补贴政策设计[J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版), 2018, 18(4): 109-118.
- [16] 俞振宁, 谭永忠, 茅铭芝, 等. 重金属污染耕地治理式休耕补偿政策: 农户选择实验及影响因素分析[J]. 中国农村经济, 2018(2): 109-125.
- [17] 谢文宝, 刘国勇, 陈彤. 耕地质量保护补偿标准测算及方案设计: 新疆例证[J]. 农村经济, 2019(6): 32-39.
- [18] 潘丹. 基于农户偏好的牲畜粪便污染治理政策选择——以生猪养殖为例[J]. 中国农村观察, 2016(2): 68-83.
- [19] 王悦, 闫佳惠, 张越杰. 肉牛养殖废弃物资源化利用生态补偿偏好研究[J]. 农业技术经济, 2024(2): 96-109.
- [20] 黄炜虹, 齐振宏, 邬兰娅, 等. 农户从事生态循环农业意愿与行为的决定: 市场收益还是政策激励? [J]. 中国人口·资源与环境, 2017, 27(8): 69-77.
- [21] 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, 39(12): 85-95.



[22] 杨义风. 农户有机肥替代化肥技术采纳行为及生态补偿激励机制研究——以东北黑土区为例[D]. 长春: 吉林农业大学, 2021.

[23] 王建华, 钭露露, 马玲. 农户融入农业绿色生产转型的驱动机制分析——以农户农业废弃物资源化利用为例[J]. 南京农业大学学报(社会科学版), 2023, 23(5): 165-177.

[24] 刘馨月, 周力, 应瑞瑶. 耕地重金属污染治理生态补偿政策选择与组合研究[J]. 中国土地科学, 2021, 35(1): 88-97.

[25] Sun J, Zhou L, Lei L. Can Money always Talk? Implication for Environmental Compensation by International Agribusiness[J]. Journal of Cleaner Production, 2019, 215: 1014-1024.

[26] McFadden D, Train K. Mixed MNL Models for Discrete Response[J]. Journal of Applied Econometrics, 2000, 15(5): 447-470.

[27] 王建华, 钭露露, 王缘. 环境规制政策情境下农业市场化对畜禽养殖废弃物资源化处理行为的影响分析[J]. 中国农村经济, 2022(1): 93-111.

[28] Obubuafo J, Gillespie J, Paudel K, et al. Awareness of and Application to the Environmental Quality Incentives Program by Cow-calf Producers[J]. Journal of Agricultural and Applied Economics, 2008, 40(1): 357-368.

[29] Tanaka T, Camerer C F, Nguyen Q. Risk and Time Preferences: Linking Experimental and Household Survey Data from Vietnam[J]. American Economic Review, 2010, 100(1): 557-571.

[30] 张园园, 陈秋红. 生猪养殖主体对制度激励型碳减排政策的选择偏好——基于选择实验法的分析[J]. 农业技术经济, 2021(10): 107-120.

(责任编辑: 刘浩)

**Heterogeneous Preferences, Farmers Participatory Schemes Design and Livestock Manure Recycling: A Choice Experiment from Swine Farmers**

*JIANG Guanghui HU Hao*

**Abstract:** The agricultural environmental program, which includes ecological compensation policies, exerts an incentive effect on the utilization of waste resources. However, the existing compensation policy framework may have reached a promotional bottleneck, and the key to overcoming this obstacle lies in understanding farmers’ policy preferences. Using livestock manure recycled as fertilizer as a case study, an alternative policy scenario was developed using four policy attributes through a choice experiment method. The Mixed Logit model was applied to analyze the data from 346 swine farmers in Jiangsu Province, testing the preferences for compensation policies and their synergistic and complementary effects. The findings indicated that: (1) Farmers favored service, income, and price compensation policies in the experimental scheme, showing no clear preference for technical support compensation policies; (2) Farmers’ environmental awareness and risk characteristics significantly influenced their policy preferences, with those having a higher risk preference and environmental awareness being more receptive to various compensation policies and schemes; (3) There was a significant complementarity between technical support and service outsourcing, and income and price compensation policies. Drawing on the principle of “promoting diversified compensation and enhancing positive synergistic effects”, this study proposes a plan for the recycling of aquaculture waste to fields, aimed at optimizing and improving the current ecological compensation policy system to create a cohesive set of policies and measures.

**Keywords:** Livestock Manure Recycling; Crop-livestock Integration; Agri-environmental Scheme; Heterogeneous Preference; Discrete Choice Experiment