

基于结构方程模型的中国农户秸秆回收利用意愿的影响因素分析

——以江苏省秸秆综合利用重点县为例

李丁丁, 徐陆艳

江苏大学财经学院, 江苏 镇江

收稿日期: 2023年6月10日; 录用日期: 2023年7月14日; 发布日期: 2023年7月21日

摘要

在本文中, 我们通过结构方程模型来探讨个体感知在中国农户采用秸秆回收再利用过程中发挥的作用。结果显示: 微观感知在一定程度上影响农户的秸秆回收利用行为, 感知有用性、感知收益和环境意识都对采用意愿构成正向的直接效应。同时, 在社会资本的积极作用过程中, 个体感知发挥了重要中介作用, 社会资本通过感知有用性、感知收益和环境意识进而提升采用意愿。因此, 秸秆回收利用的高效推广和大规模利用还需要改变个体认知。本研究为中国政府和秸秆企业的方案指定和执行提供参考, 为中国农村绿色可持续发展、农业现代化进程推进寻找新渠道、新力量。

关键词

农业现代化, 秸秆回收利用, 影响因素, 个体感知, 结构方程模型

Analysis of Influencing Factors of Chinese Farmers' Straw Recycling Willingness Based on Structural Equation Model

—Taking Key Counties of Straw Comprehensive Utilization in Jiangsu Province as an Example

Dingding Li, Luyan Xu

School of Finance and Economics, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Received: Jun. 10th, 2023; accepted: Jul. 14th, 2023; published: Jul. 21st, 2023

文章引用: 李丁丁, 徐陆艳. 基于结构方程模型的中国农户秸秆回收利用意愿的影响因素分析[J]. 理论数学, 2023, 13(7): 1976-1987. DOI: 10.12677/pm.2023.137204

Abstract

In this paper, we use structural equation modeling to explore the role of individual perception in the adoption of straw recycling by Chinese farmers. The results show that microscopic perception affects farmers' straw recycling behavior to a certain extent, and perceived usefulness, perceived benefit and environmental awareness all have positive direct effects on adoption intention. At the same time, in the positive process of social capital, individual perception plays an important intermediary role, and social capital enhances the willingness to adopt through perceived usefulness, perceived benefits and environmental awareness. Therefore, the efficient promotion and large-scale utilization of straw recycling need to change individual cognition. This study provides a reference for the Chinese government and straw enterprises to formulate and implement plans, and seeks new channels and new forces for the green and sustainable development of rural China and the advancement of agricultural modernization.

Keywords

Agricultural Modernization, Straw Recycling, Influencing Factors, Individual Perception, Structural Equation Model

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

农作物秸秆作为一种分布广、成本低、产量大的农业生产废弃物,是具有巨大能源潜力的重要生物质能。秸秆的可持续管理及利用方法也具有巨大技术和经济潜力,每公顷农作物秸秆可以带来净收益 664 美元的有形(经济)和无形(环境)效益[1]。当今,越来越多的国家日益重视生物能源技术的开发,陆续颁布有关政策及立法文书[2],开始从生物质能中提取绿色能源(乙醇、生物柴油等),中国也不例外。经研究发现,秸秆资源利用可为中国社会带来巨大的经济效益和环境效益[3]。随着秸秆产业向“富民产业”、“富民工程”转变,循环经济、乡村振兴和环境保护等政策也都强调了发展秸秆产业的必要性。中国政府也积极推行秸秆肥料化、饲料化、燃料化、基料化、原料化的“五料化”政策,加大补贴力度,为秸秆处理创造条件,串联绿色产业链,助推乡村振兴。在第 75 届联合国大会上,习近平主席郑重承诺,中国将在 2030 年前实现“碳达峰”,在 2060 年前实现“碳中和”。推进秸秆回收利用则是实现这一目标的重要举措。与露天焚烧相比,秸秆回收利用可以平衡土壤养分循环,产生更大的间接回报[4]。相较于其他能源,将秸秆转化为电力和沼气也会对全球变暖潜能值(GWP)产生更为显著的正向影响[5]。秸秆回收利用的大范围推广可以显著减少温室气体和大气污染物的排放[6],缓解农村大量生物质燃料使用带来的空气污染,减少环境污染[7],具有巨大减排和减轻环境污染的潜力[8],助力实现农村减碳、减排与村民健康双达标。

2. 文献综述和假设提出

农民作为村落中的主要居住者,处于在社会资本力量强大的农村社会网络,在生物质资源收集和供应方面起到至关重要的作用[9][10]。他们是秸秆收集利用的行为主体,对于秸秆利用技术的采纳和利用

水平的提高都有重要影响。提高他们对秸秆利用的采用意愿对于秸秆回收利用的推广和农村空气污染问题的解决至关重要。首先,成本和收益在一定程度上会影响环境意识转变为环保行为[11],这一点在秸秆回收中也同样生效,农民因为提前考虑不可负担的成本和不理想的收益因而被迫采用秸秆回收利用[1]。其次,从环境认知来看,提高农民的环境意识有助于提高秸秆还田的意愿[12]。研究还显示,农民秸秆回收利用意愿同样也受到宣传的影响[13],在不同的环保宣传模式下,态度、主观规范、感知行为控制、价值感知和社会信任也各自对农民的采用意愿产生了不同的影响[14]。因此,本研究从个人感知特性角度出发,探究农村秸秆回收利用意愿的影响因素。

2.1. 有用性感知和易用性感知

技术接受模型(TAM)由 Davis 等人[15]提出,是被用来分析影响人们采用新技术的模型。有用性感知和易用性感知是技术接受模型中的核心结构,是用来解释用户对技术采用意愿的关键变量。其中,有用性感知会在一定程度上增加人们对新事物的好奇心[16],这对技术信息的传播具有非同寻常的意义。在已有的研究下,有用性感知具有极大价值,对农业和环境方面产生重要影响。例如, Liu 等人[17]对 TAM 进行拓展,将有用性感知划分成多个具体维度来探究农村居民对清洁供暖的接受度。Caffaro 等人[18]则对通过构建结构方程模型发现有用性感知对农民采用新的生产技术的意愿有一定推动作用。易用性感知被 Davis [15]定义为一个人认为使用某一新技术的便利程度,在不同的研究中,各学者也对易用性感知进行不同定义[19][20]。在本研究中,指进行秸秆收集、回收、运输过程中的农户所感知到的难易程度,当前关于秸秆回收利用的研究很少提及感知易用性的重要性[13][21],在本文中,我们弥补这一空白,对现存秸秆回收利用的感知便利度和农民秸秆回收利用行为在多大程度上相关进行探究。我们提出以下假设:

H1a-1b: 感知有用性/感知易用性与村民秸秆回收利用意愿呈正相关。

此外,除了有用性感知和易用性感知对新技术采用具有直接影响外,大量研究发现,他们在众多领域发挥了中介效应。Putri [22]发现易用性感知对有用性感知和影响 P2P 借贷金融技术使用的不同因素的路径上发挥间接效应。Nugraha [23]发现,在印度尼西亚中小企业内,有用性感知在易用性感知和金融科技采用中起到显著的中介作用。此外,有用性感知在意大利农民获取信息来源影响产量更高的智能农业技术的采用的过程中起到中介作用[18]。因此,本研究提出,农民的有用性和易用性感知在社会资本对秸秆回收利用行为的影响中起着中介作用。综上所述,我们提出以下假设:

H2a-2b: 村民的有用性/易用性感知在关系性社会资本与秸秆回收利用意愿间起中介作用。

H3a-3b: 村民的有用性/易用性感知在结构性社会资本与秸秆回收利用意愿间起中介作用。

2.2. 环境意识

环境意识是实行环境保护行为、有效达到节能减排的目的的关键因素。农民的环境意识主要分为四个维度,分别是环境知识、环境价值、环境态度和环境行为[24]。随着全球环境破坏加重,聚焦环境意识、关注农村视角的研究也越来越多,Zhang 等人[25]将知识和信任的关系进行拓展,发现环境知识对公众信任度具有一定的积极影响。同时,环境价值观也被引入到不同研究之中[24][26][27]。越来越多的研究涉及到评估个体对环境的态度,现有研究结果显示,企业家对环境的关注正向影响了农村企业的绿色创新行为[20],农民对环境的高度关注也会促使他们使用绿色农业环境措施[28]。此外,对于将环境态度转变为环境行为,Wyss 等人[11]就对成本、收益和个人自我控制在转变过程中的作用进行了分析。环境意识与农业生产、废物回收之间的关系也在研究中有所提及,研究发现,环境意识更高的村民也更倾向于使用更为清洁的农业生产方式[24],环保意识也会改善增进居民的废物分类行为,进而对废物回收系统起到积极影响[29]。因此,本文在对中国农村秸秆回收利用意愿的影响因素分析中加入农村居民的环境意识,

并进行如下假设:

H1c: 环境意识与村民秸秆回收利用意愿呈正相关。

H2c: 村民的环境意识在关系性社会资本与秸秆回收利用意愿间起中介作用。

H3c: 村民的环境意识在结构性社会资本与秸秆回收利用意愿间起中介作用。

2.3. 收益感知和成本感知

我们认为, 仅通过以上变量不能完全阐述影响农民进行秸秆回收利用的因素, 因此我们加入感知利益和成本进行进一步探索。公众对效益和成本的看法会影响到可持续能源技术、低碳技术的接受[30][31]。Visschers [32]通过构建两级分层线性模型(HLM)发现, 公众对能源技术接受程度主要取决于其的效益感知, 其中, 感知利益显著增加了公众对能源技术的接受度, 而感知成本显著降低了公众对能源技术的接受度。Liu [33]发现秸秆还田和发电在短期内可带来较高的经济效益, 但因为受自然因素、非个人因素、技术和农民自身意愿的影响, 进行秸秆发电的成本相对较高[34]。尽管秸秆回收可以创造令人满意的收益, 但高成本的压力可能会迫使农民放弃对秸秆回收再利用技术的采纳。鉴于以上实证分析和研究, 我们将农村村民对秸秆回收所创造和消耗的成本和收益的认知和看法定为本研究中的感知收益、感知成本。我们提出以下假设:

H1d: 感知收益与村民秸秆回收利用意愿呈正相关。

H1e: 感知成本与村民秸秆回收利用意愿呈负相关。

一些研究表明, 效益和成本感知在某些领域可以起到中介作用[35], 认为他们在某两个变量中作为中介变量而存在。因此, 本研究提出, 农民的感知收益/成本在社会资本和秸秆回收利用意愿的关系中起着中介作用。基于上述分析, 提出以下假设:

H2d-2e: 村民的效益/成本感知在关系性社会资本与秸秆回收利用意愿间起中介作用。

H3d-3e: 村民的效益/成本感知在结构性社会资本与秸秆回收利用意愿间起中介作用。

3. 方法论和实证结果

3.1. 调查区域和对象

江苏省位于中国大陆东部沿海, 常住人口数位居全国第五, 是全国农业大省之一, 耕地面积辽阔, 有着丰富的秸秆资源, 全省秸秆年产量达 4000 万吨, 可利用潜力大, 是最早开设秸秆综合利用重点县项目的省份之一。此外, 江苏省高校云集, 高校数量在中国位列第一, 秸秆企业多于与高校共同开发新秸秆处理方式。因此, 本次调查区域定为中国江苏省的农村地区, 以 10 个入样行政市区的 70 个入样行政村的村民为调查对象。

3.2. 抽样方法和数据获取

本次调研设计采用 PPS 不等概率抽样取 10 个入样行政市区, 采用耶茨格伦迪法抽取各地级市下辖市、区中的行政村。设总体中每个样本度量规模大小的指标值为 N_i , 在抽样过程中用 N_i 表示第 i 个区或市行政村数量。记为:

$$Z_i = N_i / MN_0, \quad i = 1, 2, 3, \dots, M, \quad N_0 = \sum_{i=1}^M N_i \quad (1)$$

第一个样本单位抽取概率为 Z_i , 设第 i 个单位入样; 第二个样本单位在余下 $N-1$ 个单位中抽取概率为 $\frac{Z_j}{1-Z_i}$, 设第 j 个单位如样; 第三个样本单位以 $\frac{Z_i}{1-Z_i-Z_j}$ 的抽取概率在剩下的 $N-2$ 个单位中抽样。

以上流程依次抽取样本村。最后, 采用简单随机抽样法抽取受访村民。

考虑到农村问题调研困难度和本次调查范围的广度, 我们先根据抽样方案, 于扬州市高邮市的 5 个行政村发放预调研问卷 300 份, 回收有效问卷为 117 份。经过问卷修正后, 展开正式调研。正式调查共覆盖 70 个村落, 发放 2000 份问卷, 在经过数据优化、去除不合理问卷和缺失值后, 从农村受访者处共回收有效问卷 1445 份。

3.3. 质量控制

在抽样和问卷设计阶段, 本研究通过增大样本量的方法来减小抽样误差, 并综合专家意见, 将问卷设计的更简单易懂, 在开头部分给受访者强调调查对象和调查范围。在调研前期, 本研究对调研小组每位成员进行培训和实景模拟。在调研结束后, 借助计算机软件的自动化审核, 方法上采用重复录入法和检验平衡法, 提高数据的质量, 杜绝录入错误问题的出现。

3.4. 统计学方法

采用 SPSS 27.0 软件进行数据分析。使用 Amos28.0 软件利用极大似然法对问卷数据进行结构方程模型检验。

4. 结果

4.1. 基本情况

本次调研共包括江苏省农村居民 1445 人。其中包括男性 689 人(47.68%), 女性 756 人(52.32%), 受访者年龄多介于 56~65 岁之间。此外, 样本村民的最高学历多集中在初中(39.24%)。受访村民中, 414 人拥有一份稳定的工作(28.65%), 月收入水平大多数介于 2001~4000 元之间(46.64%), 普遍收入水平较低。家中常住人口大多为三人(39.86%), 40.83%的农户家中种植 7~10 亩的指定农作物, 秸秆总体规模和潜力较大。以上人口学特征与已有农村田野调查结果和中国农村现状相符[36] [37] [38], 样本具有一定代表性。详见表 1。

Table 1. Classification and descriptive statistics of demographic variables

表 1. 人口学变量的分类和描述性统计

变量名称	分类	频数	占比(%)	平均值	方差	标准偏差
性别	1 = 男	689	47.68	1.523	0.249	0.500
	2 = 女	756	52.32			
年龄	1 = 20~35 岁	89	6.16	3.526	1.412	1.189
	2 = 36~45 岁	203	14.05			
	3 = 46~55 岁	382	26.44			
	4 = 56~65 岁	401	27.75			
	5 = ≥66 岁	370	25.61			
受教育水平	1 = 小学以下	135	9.34	2.695	0.975	0.988
	2 = 初中	567	39.24			
	3 = 高中或职校	367	25.4			
	4 = 大专	356	24.64			
	5 = 本科及以上	20	1.38			

Continued

职业	1 = 无职业或已退休	360	24.91			
	2 = 务农	319	22.42			
	3 = 工厂/单位上班	414	28.65	2.572	1.419	1.191
	4 = 自由职业	284	19.65			
	5 = 其他	68	4.70			
月收入 (元人民币)	1 = ≤2000	140	9.69			
	2 = 2001~4000	674	46.64			
	3 = 4001~6000	325	22.49	2.588	1.006	1.003
	4 = 6001~8000	253	17.51			
	5 = >8000	53	3.67			
常住人口数	1 = 一人	171	11.83			
	2 = 两人	364	25.19			
	3 = 三人	576	39.86	2.765	0.967	0.984
	4 = 四人	302	20.90			
	5 = ≥五人	32	2.21			
指定农作物耕地面积 (亩)	1 = <1	175	12.11			
	2 = 1~4	108	7.48			
	3 = 4~7	361	24.98	3.383	1.405	1.186
	4 = 7~10	590	40.83			
	5 = ≥10	211	14.60			

4.2. 结构方程模型结果

结构方程模型(SEM)是运用线性方程系统表示观测变量与潜变量之间、潜变量与潜变量之间的关系的一种统计方法, 其本质是一种广义的一般线性模型(GLM), 根本目的是通过探究变量之间的因果关系来揭示客观事物发展、变化的规律以及特点, 一般此模型主要涉及两类变量, 一是潜变量, 二是观测变量。潜变量一般不能直接观测, 需要用观测变量对它进行反映。SEM 主要包括两个模型, 分别是测量模型和结构模型。测量模型主要研究测量项与潜变量之间的关联关系, 而结构模型主要研究潜变量之间的关系, 分别对应的是因子分析和路径分析两种方法。

由于本文选取的变量均为潜变量, 且维度众多难以直接测量, 同时这些潜变量之间也可能会存在多重共线性, 而结构方程模型(SEM)可以较好的解决上述问题, 而且结构方程模型(SEM)可以同时处理多个自变量和因变量的关系, 且允许变量测量误差的存在, 从而帮助确认变量间影响关系和影响路径, 分析其存在的直接或间接效应。因此, 本文首先采用结构方程模型(SEM)来进行分析。

4.2.1. 探索性因子分析

分别采用 Cronbach's alpha 系数、组合信度、平均方差提取量指标对所选取的潜变量进行可靠性分析

和探索性因子分析。表 2 显示, 所有指标均符合要求均大于 Hair [39]所设定的阈值(Cronbach's alpha 系数和 $CR > 0.7$, $AVE > 0.5$), 说明数据具有良好的可靠性和收敛有效性, 适合进行因子分析。

Table 2. Reliability and convergent validity

表 2. 可靠性和收敛有效性

潜在变量	题项	标准化因子载荷	Cronbach's alpha	AVE	CR	\sqrt{AVE}
RSC	RSC 1	0.859	0.898	0.748	0.899	0.868
	RSC 2	0.867				
	RSC 3	0.868				
SSC	SSC 1	0.830	0.887	0.727	0.889	0.852
	SSC 2	0.872				
	SSC 3	0.855				
PU	PU 1	0.867	0.894	0.739	0.895	0.860
	PU 2	0.872				
	PU 3	0.840				
PEOU	PEOU 1	0.853	0.862	0.688	0.868	0.829
	PEOU 2	0.817				
	PEOU 3	0.817				
EA	EA 1	0.838	0.866	0.678	0.863	0.823
	EA 2	0.800				
	EA 3	0.832				
PB	PB 1	0.947	0.891	0.808	0.927	0.899
	PB 2	0.909				
	PB 3	0.838				
PC	PC 1	0.920	0.926	0.808	0.927	0.899
	PC 2	0.912				
	PC 3	0.864				
AW	AW 1	0.808	0.839	0.636	0.840	0.797
	AW 2	0.793				
	AW 3	0.791				

4.2.2. 拟合优度评价

随后, 我们采用验证性因子分析(CFA)来衡量模型拟合程度, 使用 Amos28.0 利用极大似然法对问卷数据进行结构方程模型检验。表 3 显示, 本研究的适配度指标 RMSEA、卡方自由度比、GFI 等值均在标准范围内, 模型拟合较为理想。

Table 3. Index of model fit
表 3. 模型拟合度指标

指标名称	判别标准	值
RMSEA	<0.06	0.073
χ^2/df	<3	2.714
GFI	>0.8	0.857
AGFI	>0.8	0.808
TLI	>0.9	0.923
CFI	>0.9	0.938
NFI	>0.9	0.917

4.2.3. 模型结果分析

① 直接效应

检验结果(表 4)显示: 村民的感知有用性、感知收益和环境意识都正向促进了居民采用秸秆回收(0.080***; 0.061**; 0.230***), 假设 H1a、1c、1d 得到了有力支持, 表明了部分感知特性与秸秆回收利用采用意愿之间的关系。村民对秸秆回收利用所需要的成本感知对其采用意愿呈现出负相关(-0.044**), 检验结果与假设 H1e 一致, 原因可能是中国农村居民对秸秆回收利用行为所花费的金钱与时间成本十分重视, 多数人认为自家进行收割或直接焚烧所需要的成本更实惠, 潜意识认定联系企业进行秸秆回收利用需要耗费巨大成本, 这削弱了其采用意愿。感知易用性对采用意愿的作用不显著(0.015), 不支持假设 H1b, 可能是因为村民对秸秆回收利用的复杂度和具体流程仍不确定和不肯定, 因此对其不敏感。

Table 4. Direct effect
表 4. 直接效应

假设	估计值	S.E.	结果
H1a:PU → AW	0.080***	0.022	支持
H1b:PEOU → AW	0.015	0.024	不支持
H1c:EA → AW	0.230***	0.022	支持
H1d:PB → AW	0.061**	0.021	支持
H1e:PC → AW	-0.044*	0.019	支持

*p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001。

② 中介效应

为检验感知特性的中介作用, 我们采用 Bootstrap 置信区间法, 在 Amos 28.0 中将样本量设为 2000, 将采样频率设为 5000, 在置信区间为 95%时, 如果偏差校正和百分位数的置信区间均不包含 0, 即中介效应存在。具体检验结果见表 5。

Table 5. Indirect effect
表 5. 中介效应

路径	估计值	S.E.	P 值	Bias-corrected 95%CI		Percentile 95%CI	
				Lower	Upper	Lower	Upper
RSC → PU → AW	0.377**	0.104	0.001	0.228	0.585	0.223	0.577
RSC → PEOU → AW	0.305**	0.102	0.001	0.158	0.533	0.150	0.524
RSC → EA → AW	0.131	0.433	0.295	-0.153	0.339	-0.145	0.344
RSC → PB → AW	0.212**	0.052	0.001	0.126	0.335	0.124	0.327
RSC → PC → AW	-0.060	0.039	0.079	-0.144	0.007	-0.142	0.009
SSC → PU → AW	0.031	0.019	0.057	-0.078	0.001	-0.073	0.005
SSC → PEOU → AW	0.126**	0.035	0.001	0.072	0.206	0.069	0.202
SSC → EA → AW	0.045	0.142	0.264	-0.047	0.130	-0.049	0.129
SSC → PB → AW	0.161***	0.061	0.000	0.082	0.318	0.073	0.284
SSC → PC → AW	-0.207***	0.064	0.000	-0.375	-0.123	-0.354	-0.112

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ 。

感知易用性在关系性社会资本和结构性社会资本影响采用意愿的过程中发挥中介效应(0.305**；0.126**)。但感知有用性仅在关系性社会资本作用采用意愿的发挥中介作用(0.377**)，路径“SSC → PEOU → AW”的中介效应不显著(0.031)。这种结果的原因可能是相比理性的信息扩散，村民间的信任、关系质量和强度使尚未接触过秸秆回收利用的村民更加相信秸秆循环技术的好处和前景，更能增强村民的有用性和易用性感知，提高采用意愿。

环保意识在两种社会资本作用于采用意愿的过程中都未能发挥中介效应(0.131；0.045)。农村村民群体普遍环境意识和社会责任感较低，经过较强的结构性和关系性社会资本的信息传播、关系扩散，这种对环保不重视的心理在村民群体中广泛传播，未能使社会资本更有效地作用于采用意愿。因此，路径“SSC → EA → AW”不显著。

感知效益在社会资本作用于其他因素的过程中发挥中介效应，结构性社会资本可以强化村民的感知效益，对采用意愿起到催化作用。但感知成本只在结构性社会资本与采用意愿间发挥中介作用(-0.207***)，路径“RSC → PC → AW”的中介效应则不显著(-0.060)。村民对成本感知的增加弱化了正规的信息传播对采用意愿的促进作用，但由于村民间关系强度、信任程度、情感等因素的关系性社会资本足够强大，因此，其作用于采用意愿的过程并不会轻易受到成本感知的简介作用。假设 H2、H3 并不完全成立。

5. 讨论

通过收集中国江苏省农村居民的一手问卷数据，我们基于 SEM 构建了一个分析框架来探究农村居民秸秆回收利用意愿的影响因素。本研究结果为政府有关部门优化完善秸秆产业政策提供意见，为中国秸秆企业拓宽市场和提供优质服务提供见解。在涉及的中国江苏省受访村中，本研究得出以下结论：

1) 在对个体感知的影响进行探究时发现，微观个体感知对村民采用秸秆回收利用行为具有重要意义。感知有用性、感知收益和环境意识都对采用意愿构成正向的直接效应。相反，村民对成本的感知削弱了

其采用意愿。

2) 在社会资本的积极作用过程中, 感知有用性、感知易用性、感知收益和感知成本分别发挥了中介效应。以上三个变量在社会资本作用于其他因素的过程中分别起到催化的中介作用。

通过分析和结论, 本研究发现多数村民都对秸秆回收加工的成本感到敏感及抗拒, 对所获利益敏感度高, 这表明政府的相关扶持政策和补贴力度必须落在实处。微观个体感知对农户环保行为具有积极作用。在宣传推广过程中, 政府和企业还应该重视农户个体感知。一方面, 政府在推广过程中, 注重对农村居民进行环保方面的宣传, 增强农户社会责任感, 提高环保意识。积极落实财政补贴, 尽可能减少村民成本负担, 弱化感知成本作用。另一方面, 企业应因地制宜地选取适合中国农村地区的技术进行推广; 注重与村民面对面交流和互动, 提高村民信任度; 重视秸秆回收利用过程中的成本和费用(打捆、运输等), 自主提供收割、运输机器。

本研究对研究人员、政府和企业具有以下理论和实践意义。本研究揭示了影响中国农村居民进行秸秆回收利用的主要因素, 从农村社会入手, 确定不同感知特性对采用意愿的直接效应。此外, 本研究为政府和企业的方案指定和执行提供参考, 为农村绿色可持续发展提出建议。本研究具有一定的局限性。上述研究结果仅是在中国江苏省秸秆利用重点县的基础上得出的, 具有调查地区局限, 对于其他地区的有关研究结论是否如此, 仍需进一步探索, 以此得到规律。除此之外, 农民秸秆回收利用意愿会受到诸多因素的影响, 本研究仅探讨感知特性因素, 具有局限性。未来, 可纳入其他因素, 如人口学因素进行细致全面的研究。

参考文献

- [1] Bhattacharyya, P., Bisen, J., Bhaduri, D., *et al.* (2021) Turn the Wheel from Waste to Wealth: Economic and Environmental Gain of Sustainable Rice Straw Management Practices over Field Burning in Reference to India. *Science of the Total Environment*, **775**, Article ID: 145896. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145896>
- [2] Sorda, G., Banse, M. and Kemfert, C. (2010) An Overview of Biofuel Policies across the World. *Energy Policy*, **38**, 6977-6988. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.06.066>
- [3] Wang, C., Malik, A., Wang, Y., *et al.* (2020) The Social, Economic, and Environmental Implications of Biomass Ethanol Production in China: A Multi-Regional Input-Output-Based Hybrid LCA Model. *Journal of Cleaner Production*, **249**, Article ID: 119326. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119326>
- [4] Liu, H., Jiang, G.M., Zhuang, H.Y. and Wang, K.J. (2008) Distribution, Utilization Structure and Potential of Biomass Resources in Rural China: With Special References of Crop Residues. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **12**, 1402-1418. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2007.01.011>
- [5] Soam, S., Borjesson, P., Sharma, P.K., *et al.* (2017) Life Cycle Assessment of Rice Straw Utilization Practices in India. *Bioresour. Technol.*, **228**, 89-98. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.12.082>
- [6] Zhuang, M.H., Zhang, J., Kong, Z.Y., *et al.* (2020) Potential Environmental Benefits of Substituting Nitrogen and Phosphorus Fertilizer with Usable Crop Straw in China during 2000-2017. *Journal of Cleaner Production*, **267**, Article ID: 122125. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122125>
- [7] Pathak, H., Singh, R., Bhatia, A. and Jain, N. (2006) Recycling of Rice Straw to Improve Wheat Yield and Soil Fertility and Reduce Atmospheric Pollution. *Paddy and Water Environment*, **4**, 111-117. <https://doi.org/10.1007/s10333-006-0038-6>
- [8] Wang, Z.W., Wang, Z.F., Xu, G.Y., *et al.* (2020) Sustainability Assessment of Straw Direct Combustion Power Generation in China: From the Environmental and Economic Perspectives of Straw Substitute to Coal. *Journal of Cleaner Production*, **273**, Article ID: 122890. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122890>
- [9] Sherrington, C., Bartley, J. and Moran, D. (2008) Farm-Level Constraints on the Domestic Supply of Perennial Energy Crops in the UK. *Energy Policy*, **36**, 2504-2512. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.03.004>
- [10] Wang, L. and Watanabe, T. (2016) A Stackelberg Game Theoretic Analysis of Incentive Effects under Perceived Risk for China's Straw-Based Power Plant Supply Chain. *Energies*, **9**, Article 455. <https://doi.org/10.3390/en9060455>
- [11] Wyss, A.M., Knoch, D. and Berger, S. (2022) When and How Pro-Environmental Attitudes Turn into Behavior: The Role of Costs, Benefits, and Self-Control. *Journal of Environmental Psychology*, **79**, Article ID: 101748.

- <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2021.101748>
- [12] Lu, H., Hu, L.X., Zheng, W.W., Yao, S. and Qian, L. (2020) Impact of Household Land Endowment and Environmental Cognition on the Willingness to Implement Straw Incorporation in China. *Journal of Cleaner Production*, **262**, Article ID: 121479. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121479>
- [13] Wang, L.L. and Watanabe, T. (2017) Influence of Trust on Biomass Supply Decision-Making in China. *Energies*, **10**, Article 1749. <https://doi.org/10.3390/en10111749>
- [14] Zhu, H., Ao, Y.B., Xu, H., et al. (2021) Determinants of Farmers' Intention of Straw Recycling: A Comparison Analysis Based on Different Pro-Environmental Publicity Modes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **18**, Article 11304. <https://doi.org/10.3390/ijerph182111304>
- [15] Davis, F.D., Bagozzi, R.P. and Warshaw, P.R. (1989) User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. *Management Science*, **35**, 982-1003. <https://doi.org/10.1287/mnsc.35.8.982>
- [16] Dubey, R., Griffiths, T.L. and Lombrozo, T. (2022) If It's Important, Then I'm Curious: Increasing Perceived Usefulness Stimulates Curiosity. *Cognition*, **226**, Article ID: 105193. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2022.105193>
- [17] Liu, J.H., Luo, X., Liu, X.J., et al. (2022) Rural Residents' Acceptance of Clean Heating: An Extended Technology Acceptance Model Considering Rural Residents' Livelihood Capital and Perception of Clean Heating. *Energy and Buildings*, **267**, Article ID: 112154. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112154>
- [18] Caffaro, F., Micheletti Cremasco, M., Roccatò, M. and Cavallo, E. (2020) Drivers of Farmers' Intention to Adopt Technological Innovations in Italy: The Role of Information Sources, Perceived Usefulness, and Perceived Ease of Use. *Journal of Rural Studies*, **76**, 264-271. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.04.028>
- [19] Geiger, J.L., Van Der Werff, E., Berfu Ünal, A. and Steg, L. (2022) Context Matters: The Role of Perceived Ease and Feasibility vis-à-vis Biospheric Values in Recycling Behaviour. *Resources, Conservation & Recycling Advances*, **16**, Article ID: 200122. <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2022.200122>
- [20] Polas, M.R.H., Kabir, A.I., Jahanshahi, A.A., et al. (2023) Rural Entrepreneurs Behaviors towards Green Innovation: Empirical Evidence from Bangladesh. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, **9**, Article ID: 100020. <https://doi.org/10.1016/j.oiotmc.2023.100020>
- [21] Zheng, W.L. and Luo, B.L. (2022) Understanding Pollution Behavior among Farmers: Exploring the Influence of Social Networks and Political Identity on Reducing Straw Burning in China. *Energy Research & Social Science*, **90**, Article ID: 102553. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102553>
- [22] Putri, G.A., Widagdo, A.K. and Setiawan, D. (2023) Analysis of Financial Technology Acceptance of Peer to Peer Lending (P2P Lending) Using Extended Technology Acceptance Model (TAM). *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, **9**, Article ID: 100027. <https://doi.org/10.1016/j.oiotmc.2023.100027>
- [23] Nugraha, D.P., Setiawan, B., Nathan, R.J. and Fekete-Farkas, M. (2022) Fintech Adoption Drivers for Innovation for SMEs in Indonesia. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, **8**, Article ID: 208. <https://doi.org/10.3390/oiotmc8040208>
- [24] Despotović, J., Rodić, V. and Caracciolo, F. (2021) Farmers' Environmental Awareness: Construct Development, Measurement, and Use. *Journal of Cleaner Production*, **295**, Article ID: 126378. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126378>
- [25] Zhang, H.Y., Zhou, L.X., Liu, N. and Zhang, L. (2022) Seemingly Bounded Knowledge, Trust, and Public Acceptance: How Does Citizen's Environmental Knowledge Affect Facility Siting? *Journal of Environmental Management*, **320**, Article ID: 115941. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115941>
- [26] Yang, M.H., Chen, H., Long, R.Y. and Yang, J.H. (2023) How Does Government Regulation Shape Residents' Green Consumption Behavior? A Multi-Agent Simulation Considering Environmental Values and Social Interaction. *Journal of Environmental Management*, **331**, Article ID: 117231. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117231>
- [27] Salari, N. (2022) Electric Vehicles Adoption Behaviour: Synthesising the Technology Readiness Index with Environmentalism Values and Instrumental Attributes. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, **164**, 60-81. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2022.07.009>
- [28] Poltimäe, H. and Peterson, K. (2021) Role of Environmental Awareness in Implementing Farmland Conservation Measures. *Journal of Rural Studies*, **87**, 58-66. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.08.021>
- [29] Cantillo, T., Notaro, S., Bonini, N. and Hadjichristidis, C. (2023) Assessing Italian Household Preferences for Waste Sorting Systems: The Role of Environmental Awareness, Socioeconomic Characteristics, and Local Contexts. *Waste Management*, **163**, 22-33. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.03.014>
- [30] Huijts, N.M.A., Molin, E.J.E. and Steg, L. (2012) Psychological Factors Influencing Sustainable Energy Technology Acceptance: A Review-Based Comprehensive Framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **16**, 525-531. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.08.018>

-
- [31] Arning, K., Offermann-Van Heek, J., Sternberg, A., Bardow, A. and Ziefle, M. (2020) Risk-Benefit Perceptions and Public Acceptance of Carbon Capture and Utilization. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, **35**, 292-308. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.05.003>
- [32] Visschers, V.H.M. and Siegrist, M. (2014) Find the Differences and the Similarities: Relating Perceived Benefits, Perceived Costs and Protected Values to Acceptance of Five Energy Technologies. *Journal of Environmental Psychology*, **40**, 117-130. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2014.05.007>
- [33] Liu, B., Wu, Q., Wang, F. and Zhang, B. (2019) Is Straw Return-to-Field Always Beneficial? Evidence from an Integrated Cost-Benefit Analysis. *Energy*, **171**, 393-402. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.01.031>
- [34] Zhang, Q., Zhou, D., Zhou, P. and Ding, H. (2013) Cost Analysis of Straw-Based Power Generation in Jiangsu Province, China. *Applied Energy*, **102**, 785-793. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.08.032>
- [35] Salim, T.A., El Barachi, M., Mohamed, A.A.D., Halstead, S. and Babreak, N. (2022) The Mediator and Moderator Roles of Perceived Cost on the Relationship between Organizational Readiness and the Intention to Adopt Blockchain Technology. *Technology in Society*, **71**, Article ID: 102108. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.102108>
- [36] Li, W.S., Li, J.F. and Cui, J.X. (2020) Exploring Rural Decline with the Perspective of Demographics: Case Study of Hubei, China. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, **120**, Article ID: 102917. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2020.102917>
- [37] Chen, X., Liu, Y. and Zhong, H. (2023) Generalized Trust among Rural-to-Urban Migrants in China: Role of Relative Deprivation and Neighborhood Context. *International Journal of Intercultural Relations*, **94**, Article ID: 101784. <https://doi.org/10.1016/j.ijintrel.2023.101784>
- [38] Li, N., Luo, X., Luo, F.Z., et al. (2022) Exploring the Influencing Factors of Chinese Rural Households' Clean Heating Choice Considering the Attitude—Behavior Gap Based on Two-Level Classification Methods. *Energy and Buildings*, **273**, Article ID: 112357. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112357>
- [39] Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J. and Anderson, R.E. (2010) *Multivariate Data Analysis: A Global Perspective*. Pearson, London.