

苏芳,胡玲,宋妮妮,等.农户对可降解农膜的支付意愿及其影响因素——基于陕西省 339 份农户调研数据[J].地球科学与环境学报,2023,45(2):385-398.

SU Fang, HU Ling, SONG Ni-ni, et al. Farmers' Willingness to Pay for Degradable Agricultural Film Application Technology and Its Influencing Factors—Based on 339 Farmer Survey Data in Shaanxi Province, China[J]. Journal of Earth Sciences and Environment, 2023, 45(2): 385-398.

DOI:10.19814/j.jese.2022.07009

·《地球科学与环境学报》更名二十周年纪念专辑·

农户对可降解农膜的支付意愿及其影响因素

——基于陕西省 339 份农户调研数据

苏芳¹, 胡玲¹, 宋妮妮¹, 李成涛²

(1. 陕西科技大学 经济与管理学院, 陕西 西安 710021;

2. 陕西科技大学 环境科学与工程学院, 陕西 西安 710021)

摘要:研究农户对可降解农膜支付意愿及影响因素,有利于农业绿色生产技术的推广与施用,推动农业发展绿色转型。基于陕西省 339 份农户调研数据,通过条件价值评估法测算不同农户类型对可降解农膜的支付意愿及支付额度,构建二元 Logistic 回归模型和 Tobit 模型探究农户差异化支付意愿和支付额度的影响因素。结果表明:①受访农户中,大多数农户对可降解农膜具有支付意愿,且兼业户的支付意愿更强,支付额度更高;②农户的受教育程度正向显著影响农户可降解农膜支付意愿;③社会影响、技术有用性和技术易用性均正向显著影响农户对可降解农膜支付意愿和支付额度;④不同农户类型对可降解农膜的支付意愿和支付额度影响因素存在差异。综上所述,在推动农业绿色发展过程中,亟需制定差异化的技术响应鼓励政策,加强对农户的技术培训与指导,加大技术应用的补贴力度,建立农户响应绿色生产技术的长效动态激励机制。

关键词:绿色发展;可降解农膜;支付意愿;支付额度;条件价值评估法;Logistic 回归模型;Tobit 模型;陕西

中图分类号:F303.3

文献标志码:A

文章编号:1672-6561(2023)02-0385-14

Farmers' Willingness to Pay for Degradable Agricultural Film Application Technology and Its Influencing Factors

—Based on 339 Farmer Survey Data in Shaanxi Province, China

SU Fang¹, HU Ling¹, SONG Ni-ni¹, LI Cheng-tao²

(1. School of Economics & Management, Shaanxi University of Science & Technology, Xi'an 710021,

Shaanxi, China; 2. School of Environmental Science and Engineering, Shaanxi University of

Science & Technology, Xi'an 710021, Shaanxi, China)

Abstract: The study on farmers' willingness to pay for degradable agricultural film and its influencing factors is conducive to the promotion and application of green agricultural production technology and the promotion of green transformation of agricultural development. Based on the survey data of 339 farmers in Shaanxi province, the willingness to pay and the amount of payment

收稿日期:2022-07-05;修回日期:2022-10-10 投稿网址: <http://jese.chd.edu.cn/>

基金项目:国家自然科学基金项目(42171281,72034007);陕西省创新人才推进计划-科技创新团队项目(2021TD-35);

陕西省哲学社会科学重大理论与现实问题重点智库研究项目(2021ZD1024);国家社会科学基金项目(21BJY138)

作者简介:苏芳(1981-),女,甘肃兰州人,教授,博士研究生导师,理学博士,博士后,E-mail:sufang@sust.edu.cn.

of different types of farmers for degradable agricultural film were calculated through contingent valuation method (CVM), and the binary Logistic regression and Tobit models were constructed to explore the influencing factors of farmers' differentiated willingness to pay and the amount of payment. The results show that ① most of the interviewed farmers have a willingness to pay for degradable agricultural film, and the part-time farmers have a stronger willingness to pay and a higher amount of payment; ② the education level of farmers has a significant positive impact on the willingness to pay for degradable agricultural film; ③ social impact, technology availability and technology ease of use all positively and significantly affect farmers' willingness to pay and amount of payment for degradable agricultural film; ④ different types of farmers have different factors affecting the willingness to pay and amount of payment for degradable agricultural film. In general, in the process of promoting green agricultural development, it is urgent to formulate differentiated technology response incentive policies, strengthen technical training and guidance for farmers, increase subsidies for technology application, and establish a long-term dynamic incentive mechanism for farmers' response to green production technologies.

Key words: green development; degradable agricultural film; willingness to pay; amount of payment; contingent valuation method; Logistic regression model; Tobit model; Shaanxi

0 引言

推动农业绿色发展已经成为中国实现乡村振兴的内在要求,而农业绿色生产技术和是助推实现农业绿色发展的重要工具^[1]。2021 年,中央一号文件《中共中央国务院关于全面推进乡村振兴加快农业农村现代化的意见》指出:“推进农业绿色发展,全面实施秸秆综合利用和农膜、农药包装物回收行动,加强可降解农膜研发推广”。据统计,2020 年,中国塑料薄膜总用量达 238×10^4 t,地膜用量为 135×10^4 t,地膜覆盖面积达 $1\,737 \times 10^4$ hm²,农膜消费量已稳居世界首位^[2]。在农膜快速普及且显著推进中国农业发展的同时,农膜残留现象日趋严重,农田土壤中塑料薄膜累积达到 $(55.08 \sim 66.30) \times 10^4$ t,地膜覆盖农田土壤中地膜残留负荷为 $0.2 \sim 317.4$ kg · hm⁻²^[3]。高田蕊等研究认为,农膜残留不仅会影响土壤及土壤环境中的植物和动物,并通过食物链传递严重危害人类健康^[4]。基于中国农膜使用量和农膜覆盖面积位于世界前列,以及农膜严重污染的现实情况,Yang 等指出可降解农膜是传统农膜的理想替代品,可以最大限度地减少塑料碎屑堆积,避免塑料污染,有效促进农业可持续发展^[5]。赵爱琴等也通过实验发现可降解农膜保墒效果良好,可促使农作物生长周期缩短,产量增加^[6];王建武等研究指出生物可降解农膜覆盖可以提升土壤的温度和含水率以及作物产量^[7]。在农业生产中,农户是可降解农膜决策与施用的主体,可降解农膜推广实施在很大

程度上取决于农户的采纳与支付意愿。因此,提升农户可降解农膜的支付意愿,不仅有利于改善目前中国农村的生产生活环境,还有利于推动农业全面绿色转型、构建农业绿色发展格局,促进中国农业可持续发展。

目前,有关农户绿色生产技术支付意愿(Willingness to Pay, WTP)的研究主要集中在影响因素与价值测算方面。通过总结和梳理已有文献可知,农户绿色生产技术支付意愿的影响因素可以分为内部和外部因素两类。①内部因素主要表现在农户个体特征、家庭特征和个人认知等方面。研究发现,性别^[8]、年龄^[9]、受教育水平^[10]等因素对不同绿色生产技术支付意愿所表现出的影响不同,受教育水平越高的农户越偏好于对绿肥种植的环境属性进行支付^[11]。而家庭总收入^[5]、生产经营^[5]、耕地面积^[4]、养殖规模^[12]、社会资源^[13]是影响农户绿色生产技术支付意愿的主要因素。一般来说,农户的社会资源越丰富,获取生产信息的来源渠道越广阔,对环保技术的认知和接受能力越强,越愿意尝试并采纳有机肥替代化肥技术^[14]。此外,技术效果认知^[15]、农业认知特征^[16]以及政策认知^[17]是影响农户绿色生产技术支付意愿的重要因素。②在外部因素中,政府补贴与财政支农支出、农业合作社参与情况^[18]、农产品价格、农业技术科学指导、农业配套设施^[19]等都是学者们研究的重点内容。研究发现,有机肥替代化肥后农产品售价、施肥配套设施和科学施肥指导对农户的支付意愿有显著影响^[20]。在了解农户

对某一项技术的支付意愿后,多数研究都会对农户的支付额度进行测算,并据此为推广某种技术实施提供相关建议。例如,赵俊伟等研究养殖户对粪污处理社会化服务的支付意愿情况,认为尽管受访养殖户都认识到粪污处理的重要性,但仍有大部分农户不愿意为此支付额外费用^[12];周颖等在研究河北省保定市徐水区农户采纳秸秆还田技术支付意愿影响因素的基础上,采用多元线性对数回归模型测算农户的支付额度^[13];李玉贝等研究考察社会关系网络对农户水土保持技术支付意愿的影响,并计算得出农户平均支付额度^[18]。

综合前人研究不难发现,学者们从不同视角对绿色生产技术支付意愿开展了研究,如生物农药与测土配方肥技术、水土保持技术、玉米秸秆还田技术、节水灌溉技术等。但有关农户可降解农膜支付意愿方面的实证研究鲜有见到,而可降解农膜是绿色生产技术的一项重要内容,了解农户可降解农膜支付意愿及其影响因素,对改善农村土地白色污染,促进农业可持续发展具有重要作用。此外,在研究内容上,现有研究主要探讨农户绿色生产技术支付意愿的影响因素并测算支付额度,却忽视了对农户支付额度影响因素的研究。基于此,本文以陕西省种植户为研究对象,运用条件价值评估法的基本原理设计调查问卷,通过构建二元 Logistic 回归模型和 Tobit 模型,计算农户可降解农膜的支付额度,分析农户可降解农膜支付意愿和支付额度的影响因素,以期引导农户生计绿色转型,构建农业绿色发展格局和推动中国农业现代化发展提供有益参考。

1 研究区概况

陕西省地处中国西部,横跨黄河中游,属于内陆省。境内包括高原、山地、平原和盆地等地貌;地势呈现出由西向东的倾斜状,形成陕北、关中和陕南三大地区(图 1)。在气候方面,陕北地区属于中温带季风气候,关中地区属于暖温带季风气候,陕南地区属于亚热带季风气候。地貌与气候的差异使得陕西省各地区农业呈现出多元化的发展状态,省内种植农作物主要包括小麦、玉米、油料(油菜籽、花生)、大豆、蔬菜和水果等。为了提高农业生产力,地膜覆盖技术在陕西省被广泛运用,不仅改变了农业生产方式,也实现了生产力的飞跃,但是地膜覆盖技术的广泛运用也带来了农膜污染问题,省内大部分地区农膜残留冗余比例长期处于较高水平^[15]。根据 2011~2020 年陕西省统计年鉴数据(《陕西省 2021

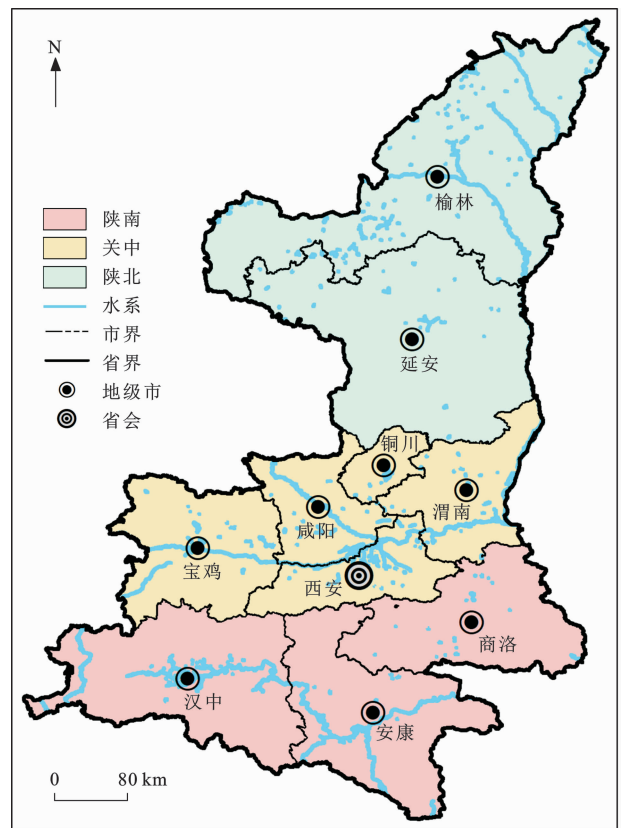


图 1 陕西省地理区划示意图

Fig. 1 Schematic Map of Geographical Division of Shaanxi Province

年统计年鉴》未披露全省各市常用耕地面积,因此,本文选取数据截至 2020 年),陕西省农膜施用量总体呈现增长的趋势,2010 年全省农膜施用量仅为 3.67×10^4 t,2019 年已增长至 4.48×10^4 t。以 2019 年为例,陕西省各地区农膜施用量最高的是渭南(15 304 t),咸阳次之(6 074 t),铜川最少(489 t);农膜耕地负荷因地区不同而具有差异性,咸阳、渭南、延安、安康和杨凌均高于全省平均水平,其中杨凌最高,达 $132 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,宝鸡最小,仅为 $5.588 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。这一现状给陕西省农业生产活动 and 环境治理带来了巨大压力,亟需了解农户可降解农膜支付意愿,大力研发和推广可降解农膜,改善农村农业生产环境,促进农业绿色可持续发展。

2 分析方法与数据来源

2.1 调查问卷设计与数据收集

本文所使用的数据来源于课题组 2021 年 8 月至 9 月在陕西省开展的种植户问卷调查和深度访谈。调查采取分层抽样和随机抽样相结合的方式选取受访种植户,考虑到条件价值评估法在调查问卷设计的时候会出现起点偏差问题,即对支付意愿的

起点值或高或低而出现的偏差,在正式访谈之前设计初步的访谈提纲对农户进行预调研,预调研分别在陕南、关中和陕北地区随机选择 1 个样本村,每个样本村调查 10 户,共计 30 户,在此基础上对调查问卷设计的内容进行修改和完善,把支付额度区间能够涵括在所有农户的支付额度范围内。在正式调研中采取分层随机抽样方式抽取样本,在陕西省共抽取 31 个样本区县,并以农户为单位进行入户调研,共调研了 356 户农户家庭。经过筛查、剔除缺失和前后矛盾的调查问卷,共获得有效调查问卷 339 份,样本有效率为 95.22%。调查问卷主要针对农户在 2020~2021 年的相关情况进行调查访问,内容包括:农户的基本社会经济特征,如农户教育程度,收入等情况;农户支付意愿及额度,如农户是否愿意为使用可降解农膜支付费用及费用区间;农户采纳可降解农膜的行为偏好及预期,如社会影响(乡邻朋友推荐、村委会传播、农技机构宣传)、技术有用性(成本收益、条件适宜)和技术易用性(科学指导、家庭条件)。

2.2 分析方法与模型

2.2.1 条件价值评估法

条件价值评估法(Contingent Valuation Method, CVM)是典型的陈述偏好评估方法之一。该方法假设在一定的市场环境中,通过问卷调查法询问受访者是否愿意为改善环境和保护资源的措施支付费用,或是否愿意接受为改善环境和保护资源而遭受的损失赔偿^[21]。该方法最初应用于环境价值的评估,后来广泛应用于各种公共物品及相关政策的效益评估。条件价值评估法的核心问题之一是引导技术的选择,合理的引导技术是提高该方法有效性的重要手段。投标博弈、开放法、二分式和支付卡式等是条件价值评估法的主要引导技术。不同引导技术具有不同的优缺点,具体情况如表 1 所示。基于易于获得受访者支付意愿、避免信息偏差以及规避极端异值等优点,支付卡式引导技术被大部分学者采用。基于前期预调研结果,支付卡式引导技术在考虑受访者能够接受的上、下限值的基础上,将受访者可能接受的价值都列举出来,受访者可以从给出的价值中选择他们最大的支付额度。相对于其他引导技术,支付卡式引导技术能够简单地估算出受访者的支付意愿值。

本文借用条件价值评估法的相关理论和方法,通过向农户询问是否愿意接受可降解农膜,在调查问卷中估算农户的支付意愿,选择支付卡式引导技

术,即先给定一系列价值数据,让农户从中选择自己的最大支付意愿数量,也可以写出自己的最大支付意愿数量。在调查问卷中,将评估农户支付的问题设计为:“农用塑料地膜会造成白色污染,破坏土壤肥力,污染农村环境。如果政府为减少环境污染,推广一种对环境无害且可以增加土壤肥力的可降解农膜,但需支付一定费用,在经济条件能承担的范围,您是否愿意支付一定费用?”,支付金额选项包括 1~10 元/亩、11~20 元/亩、21~30 元/亩、31~40 元/亩、41~50 元/亩、51~60 元/亩、61~70 元/亩、71~80 元/亩、81~90 元/亩、91~100 元/亩及 101 元/亩以上等 11 项^[18]。本文选择支付意愿计算农户使用可降解农膜的支付意愿。支付意愿期望计算公式为

$$E_{WTP} = \sum_{i=1}^n A_i P_i \quad (1)$$

式中: n 为样本总量; A_i 为第 i 个农户选择可降解农膜的支付意愿额度; P_i 为第 i 个农户选择该额度的概率; E_{WTP} 为支付意愿期望。

2.2.2 农户可降解农膜支付意愿模型

支付意愿是指消费者对某一服务或物品所愿意支付的金额,是消费者根据自身需求对该服务或物品的估价,带有强烈的主观意愿。本文中农户的支付意愿是指农户在农业生产中将资金或劳动力投入可降解农膜的倾向性。本文将农户是否愿意为使用可降解农膜支付一定费用作为被解释变量(离散型二分类变量中,“愿意”为 1,“不愿意”为 0)。该类型数据适合采用二元 Logistic 回归模型进行分析。因变量 Y 具体形式为

$$Y = \ln \frac{1-p}{p} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_k X_k + \mu \quad (2)$$

式中: p 表示农户为使用可降解农膜愿意支付费用的概率($Y=1$); $1-p$ 表示农户不愿意支付费用的概率($Y=0$); β_0 为模型截距项; μ 为随机误差项; X_1, X_2, \cdots, X_k 表示各个解释变量; $\beta_1, \beta_2, \cdots, \beta_k$ 表示各个解释变量所对应的回归系数; k 为解释变量个数。

2.2.3 农户可降解农膜支付额度模型

通过支付卡式引导技术获得农户支付额度,将没有支付意愿的样本赋值为 0,其他支付金额由低到高分别赋值为 1~11。由于因变量取值有部分为 0,不满足正态分布,所以不选择使用最小二乘法。Tobit 模型在处理包含大量 0 值的样本时,可以在不删除 0 值的情况下估计整体样本,并能够很好地进

表 1 条件价值评估研究的支付意愿引导技术概况

Table 1 Summary of Willingness to Pay Guidance Technology by Conditional Value Assessment

引导技术	具体操作	优点	缺点
投标博弈	访问者不断提高和降低报价水平,直到 辨明受访者的最大支付意愿为止	在电话调查和面对面调查中能够发挥 最大优势	起点价格的确定会对最大支付意愿产 生影响,目前的研究中很少使用
开放法	受访者自由选择自己的最大支付意愿	为访问者提供了容易分析的数据	受访者在遇到对自己不了解的问题时, 很难确定自己的最大支付意愿,在调查 问卷上留下空白或者回答的数据并不能 代表他们的最大支付意愿
支付卡式	访问者要求受访者从一系列给定的价值 数据中选择自己的最大支付意愿数量, 也可以写出自己的最大支付意愿数量	能够克服开放式问卷调查中存在的 一些困难	研究人员认为支付卡上提供的报价范围 及其中点可能影响受访者的支付意愿
二分式	访问者要求受访者在给定的最大支付 意愿中回答“是”或“不是”	能很好地模拟市场的讨价还价行为, 受访者容易回答,同时可以减少 受访者的策略行为	不能提供最大支付意愿的直接估计

行回归分析^[22],故选择 Tobit 模型。构建支付额度方程为

$$Y^* = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + \mu$$

(3)

$$Y = \begin{cases} 0 & (Y^* \leq 0) \\ Y^* & (Y^* > 0) \end{cases}$$

(4)

式中:因变量 Y 由潜在变量 Y* 观测得到。

2.3 变量设定

2.3.1 被解释变量

第一个被解释变量是支付意愿,将“不愿意”赋值为 0,将“愿意”赋值为 1;第二个被解释变量是支付额度,根据预调研结果并参考徐大伟等的方法,以 10 元为区间,将支付额度分为 1~10 元/亩、11~20 元/亩、21~30 元/亩、31~40 元/亩、41~50 元/亩、51~60 元/亩、61~70 元/亩、71~80 元/亩、81~90 元/亩、91~100 元/亩及 101 元/亩以上等 11 个等级^[18,23],由低到高依次赋值为 1~11,若支付金额为 0 元/亩则赋值为 0^[24]。

2.3.2 核心解释变量

农户可降解农膜支付意愿和支付额度受多方面因素影响。Davis 等通过研究提出了技术接受模型^[25]。该模型是预测和解释用户对信息技术采纳及使用行为的常用理论,已被拓展到各种技术的采用意愿和行为研究。而可降解农膜支付意愿是可降解农膜技术采纳意愿更进一步的限定,是采纳意愿的一种特殊情形^[26]。基于此,本文选用技术接受模型来探讨农户可降解农膜的支付意愿,选择社会影响、技术有用性和技术易用性作为解释变量。①社会影响是指乡邻朋友推荐、村委会传播、农技机构宣传等对农户可降解农膜支付意愿及支付意愿价值的

影响。农户具有从众意识^[27],如果周围的邻居都具有可降解农膜支付意愿,那么农户具有支付意愿的概率会更大;村委会和农技机构在一定程度上代表国家政策导向,具有权威性,如果村委会和农技机构大力推广宣传可降解农膜,那么农户更可能对可降解农膜进行投资。②技术有用性是指农户认同可降解农膜的优势,包括成本收益和条件适宜两个方面。农户在理性经济人假设下,如果可降解农膜能够为农户带来更大的收益,那么农户对其投资的概率更大。以往普通塑料农膜的施用导致农村环境日益恶化,农村地区亟需可降解农膜对其进行替代,如果该地区的自然条件越需要该技术,则农户具有支付意愿的可能性更大。③技术易用性是指农户认为可降解农膜的施用难易程度,包括科学指导和家庭条件两个方面。技术的可获得性是农户具有支付意愿的前提^[28],当技术可获得性较大时,农户的支付意愿更大;另外农户的家庭经济基础对技术可获得性也有一定的影响,经济基础越好,可获得性越大。

2.3.3 控制变量

农户在进行农业生产技术应用决策时,往往会考虑个人能力与家庭资产等多种因素。因此,本文的控制变量包括农户受教育程度、家庭收入与农户类型 3 个可测变量。一般认为:农户受教育程度的提高能够拓展其自身的视野以及获取信息的能力,增强对绿色生产技术的理解能力和运用能力,受教育程度越高的农户支付绿色生产技术的概率越高已成为一种共识^[29];家庭收入是衡量农户家庭经济能力的重要指标之一,而绿色生产技术的响应可能需要更多资金支持,农户家庭经济能力越好,其支付绿色生产技术的意愿或额度越高^[30-31];不同农户类型

的家庭在非农生产能力和农业生产能力上各不相同,理性农户根据比较优势决定绿色生产技术的采纳,农户在资源禀赋和生计方式等方面的差异,势必会影响其对绿色生产技术的支付态度和支付行为^[32]。

具体来说,受教育程度由低到高赋值 1~4;将家庭收入为“0~5 万元”赋值为 1,“5~10 万元”赋值为 2,“10~15 万元”赋值为 3,“15 万元以上”赋值为 4。在农户类型方面,参照现有涉及农户生计类型划分的研究成果及中国社会科学院农村发展研究所关于中国农户的划分^[33-34],根据农户农业收入与家庭总收入的比值将农户类型划分为 4 种。具体而言,“农业收入占家庭总收入 95%以上”为纯农户,“农业收入占家庭总收入 50%~95%”为一兼户,“农业收入占家庭总收入 5%~50%”为二兼户,“农业收入占家庭总收入低于 5%”为非农户,据此将纯农户、一兼户、二兼户与非农户分别赋值为 1~4。控制变量中没有选择年龄、性别等常用统计指标主要有两个原因:①调查受访者中 46 岁以上的中老年人占比较多,陕西省年轻劳动力外流趋势明显,年龄因素不是主要影响因素;②本次研究的核心问题是对于可降解农膜的支付意愿,生产者共同表达自己的诉求和意愿,不会因性别不同而产生认知差异,故性别因素的影响作用也不明显。各变量具体衡量标

准如表 2 所示。

3 结果分析

3.1 农户支付意愿测算结果

根据实际调研结果可以得出陕西省农户可降解农膜支付意愿统计情况(表 3)。本文所调查的 339 个样本中,有 213 位农户存在支付意愿,126 位农户没有支付意愿。在受教育程度方面,具有支付意愿的农户学历程度为小学和初中,学历普遍偏低;在家庭收入方面,收入在 5 万元以下的农户愿意支付费用的人数最多,占比 61.2%,原因可能是这部分农户的收入主要来源于农业生产,更加注重绿色健康的农业生产环境;在农户类型方面,兼业户具有支付意愿的数量最多,其中一兼户占比 59.6%,二兼户占比 70.3%,原因可能是兼业户不仅具有从事农业生产活动的经验,而且能够获取非农业生产活动的经济收入,能够认识到可降解农膜的优点,并愿意支付一定费用。

3.2 支付意愿影响因素

基于二元 Logistic 回归模型探究农户支付意愿的影响因素。根据变量的维度,本文设置了模型 1、模型 2、模型 3 和模型 4。首先,将社会影响、技术有用性和技术易用性以及相关控制变量放入模型 1;第二步,将社会影响维度下的变量,如乡邻朋友推

表 2 变量选取及赋值说明

Table 2 Description of Variable Selection and Assignment

变量类型	变量名称	变量赋值与定义	均值	标准差
因变量	支付意愿	1 表示愿意,0 表示不愿意	0.628	0.484
	支付额度	0 表示 0 元/亩,1 表示 1~10 元/亩,2 表示 11~20 元/亩,3 表示 21~30 元/亩,4 表示 31~40 元/亩,5 表示 41~50 元/亩,6 表示 51~60 元/亩,7 表示 61~70 元/亩,8 表示 71~80 元/亩,9 表示 81~90 元/亩,10 表示 91~100 元/亩,11 表示 101 元/亩以上	2.522	2.592
控制变量	受教育程度	1 表示小学及以下,2 表示初中,3 表示高中或中专,4 表示大专及以上	1.776	0.928
	家庭收入	1 表示 0~5 万元,2 表示 5~10 万元,3 表示 10~15 万元,4 表示 15 万元以上	1.758	0.867
	农户类型	1 表示纯农户,2 表示一兼户,3 表示二兼户,4 表示非农户	2.962	0.914
自变量	社会影响	1 表示有影响,0 表示没影响	0.413	0.493
	乡邻朋友推荐	1 表示有影响,0 表示没影响	0.198	0.399
	村委会传播	1 表示有影响,0 表示没影响	0.130	0.337
	农技机构宣传	1 表示有影响,0 表示没影响	0.086	0.280
	技术有用性	1 表示有影响,0 表示没影响	0.522	0.500
	成本收益	1 表示有影响,0 表示没影响	0.139	0.346
	条件适宜	1 表示有影响,0 表示没影响	0.027	0.161
	技术易用性	1 表示有影响,0 表示没影响	0.416	0.494
	科学指导	1 表示有影响,0 表示没影响	0.109	0.312
	家庭条件	1 表示有影响,0 表示没影响	0.165	0.372

注:“有影响”指该变量对农户技术偏好存在影响;“没影响”指该变量对农户技术偏好不存在影响。

表 3 农户支付意愿统计结果

Table 3 Statistical Results of Farmers' Willingness to Pay					
变量名称	类别	支付意愿为愿意的统计结果		支付意愿为不愿意的统计结果	
		频数	占比/%	频数	占比/%
受教育程度	小学及以下	91	54.4	76	45.5
	初中	72	67.9	34	32.0
	高中或中专	28	68.2	13	31.7
	大专及以上	22	88.0	3	12.0
家庭收入	0~5 万元	98	61.2	62	38.7
	5~10 万元	76	63.8	43	36.2
	10~15 万元	26	61.9	16	38.1
	15 万元以上	13	72.2	5	27.7
农户类型	纯农户	15	46.8	17	53.1
	一兼户	31	59.6	21	40.3
	二兼户	107	70.3	45	29.7
	非农户	60	58.2	43	41.7
总样本		213	62.8	126	37.2

荐、村委会传播、农技机构宣传放入模型 2;第三步,将技术有用性维度下的变量,如成本收益、条件适宜放入模型 3;最后,将技术易用性维度下的变量,如科学指导、家庭条件放入模型 4。对上述 4 个模型分别进行回归,以此来了解影响农户支付意愿的主要因素。

回归结果如表 4 所示。由表 4 可知,整体上,社会影响、技术有用性与技术易用性的系数在 0.01 显著性水平下均为正,表明社会影响、技术有用性、技术易用性与农户可降解农膜支付意愿有显著的正相关关系。其原因可能是,农户受政策或身边的乡邻朋友影响,开始对可降解农膜产生认知,了解到可降解农膜具有环保和效益优势,并且在相应技术指导下具有可获得性,农户会对可降解农膜产生支付意愿。

在社会影响方面,乡邻朋友推荐、村委会传播、农技机构宣传因素的影响系数在 0.01 显著性水平下均为正,表明乡邻朋友推荐、村委会传播、农技机构宣传与农户可降解农膜支付意愿具有显著的正相关关系。其原因可能是:基于业缘、血缘和地缘的社会性互动可以帮助农户了解可降解农膜,认知有限的农户依据关系紧密的个体行为发生农膜偏好改变;其次,村委会以及其他媒体是有关可降解农膜信息的重要和具有可信度的传播渠道,大量的信息输入会增加农户关于可降解农膜的认识,进而增加农户可降解农膜支付意愿概率;最后,农技机构的政策宣传可以提高农户可降解农膜的价值感知,农户对

表 4 二元 Logistic 回归模型分析结果

Table 4 Analysis Results of Binary Logistic Regression Model					
变量	分类	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4
社会影响		3.305*** (4.68)			
乡邻朋友推荐			4.637*** (4.53)		
村委会传播			4.145*** (4.04)		
农技机构宣传			3.855*** (3.71)		
技术有用性		3.423*** (6.55)			
成本收益				3.606*** (3.52)	
条件适宜				0.969 (1.7)	
技术易用性		2.526*** (3.82)			
科学指导					3.684*** (3.57)
家庭条件					2.854*** (4.64)
受教育程度		0.342 (1.56)	0.188 (1.12)	0.422*** (2.93)	0.441*** (2.86)
家庭收入		-0.101 (-0.39)	-0.122 (-0.68)	0.009 (0.06)	0.024 (0.16)
农户类型	纯农户	-1.876*** (-2.35)	-0.826 (-1.45)	-0.583 (-1.27)	-0.655 (-1.37)
	一兼户	-0.560 (-0.89)	-0.066 (-0.15)	-0.044 (-0.12)	-0.389 (-0.96)
	二兼户	-0.659 (-1.34)	0.195 (0.57)	0.454 (1.59)	0.301 (1.02)

注: * 表示在 0.1 显著性水平下相关; ** 表示在 0.05 显著性水平下相关; *** 表示在 0.01 的显著性水平下相关;括号内数值为 Z 统计量。

可降解农膜应用效果了解得越多,支付意愿越高。

在技术有用性方面,成本收益的影响系数在 0.01 显著性水平下为正,表明可降解农膜成本越低,收益越高,农户的支付意愿就越强。其原因可能是:相比于传统塑料农膜来说,可降解农膜的市场售价更高,农户需要付出更多的成本才能使用该技术,但是在绿色生产技术推广初期,政府会给予技术支持,加大对可降解农膜的使用补贴,从而使得农户的使用成本相对降低;另外,以往大量使用传统塑料农膜造成了残留污染,残留在土地表面的农膜不仅

对生态环境造成了恶劣影响,而且破坏了深层土壤结构,影响后期农作物生长,而可降解农膜能够通过自身降解作用,缓解农膜残留污染问题,优化土壤结构,缩短农作物生长周期,增大产量,提高品质,整体上给农户带来可观的经济收益。

在技术易用性方面,科学指导、家庭条件的影响系数在 0.01 显著性水平下均为正,表明科学指导、家庭条件对农户可降解农膜支付意愿具有显著的正相关关系,即农户接受的科学指导服务越多、家庭条件越好,农户可降解农膜的支付意愿就越强。其原因可能是:村内通过提供科学的技术指导向农户传输可降解农膜的正确使用方法,为农户提供技术保障,能够提高农户的支付意愿;更好的家庭经济条件可承担增加农户可降解农膜支付意愿的资本,从而有效提高农户可降解农膜支付意愿的主动性,增强农户支付意愿。

另外,从不同农户类型来看,纯农户的影响系数在 0.01 显著性水平下为正,表明纯农户与农户可降解农膜支付意愿有显著的正相关关系,即农户类型中纯农户对可降解农膜的支付意愿更强。这可能是因为纯农户长期从事农业生产活动,了解传统塑料农膜对土壤以及农作物的危害,并且能够认识到可降解农膜的优点,在政府进行技术补贴的基础上支付意愿更强。受教育程度的影响系数在 0.01 显著性水平下为正,表明受教育程度与农户可降解农膜支付意愿具有显著的正相关关系,即受教育程度越高,支付意愿就越大。但这与前文所提到的受访农户中具有支付意愿的农户受教育程度主要集中在小学和初中的结论有所背离,原因主要是受访农户的受教育程度普遍较低,但是在实际农业生产中农户的受教育程度对农户的劳动力素质会产生直接影响,具有受教育程度较高的农户学习能力较强,更容易接受新的技术。

3.3 农户支付额度测算结果

在条件价值评估法的条件假设下,对于绿色生产技术的货币衡量一般基于个人对该项技术的价值衡量,通常情况下,个人意愿支付最大货币金额就是其支付额度^[11]。当农户具有支付意愿时,支付额度是农户在农业生产中将资金或劳动力等要素投入可降解农膜技术的最大货币金额。本文所调查的 339 个样本中,有 213 位农户存在支付意愿,其中纯农户 15 位,一兼户 31 位,二兼户 107 位,非农户 60 位。为了计算受访农户可降解农膜的支付额度,取区间中间值作为支付额度,开放问题“110 元及以上”取

下限^[11]。由此计算得出 213 位农户平均支付额度(EWTP)为 22.88 元/亩,其中纯农户的平均支付额度为 20.84 元/亩,一兼户为 20.60 元/亩,二兼户为 26.95 元/亩,非农户为 18.64 元/亩。相对来看,兼业户的支付额度更高。

3.4 支付额度影响因素

基于 Tobit 模型探究农户支付额度的影响因素。与第 3.2 节研究步骤相同,分别构建 4 个模型,以此来了解影响农户支付额度的主要因素。回归结果如表 5 所示。由表 5 可知,整体上,社会影响与技术有用性的系数在 0.01 显著性水平下均为正,技术易用性的系数在 0.05 显著性水平下为正,表明社会影响、技术有用性、技术易用性与农户可降解农膜支付额度有显著的正相关关系。其原因可能是,农户在农业生产中扮演着理性经济人的角色,当农户认知得到提高,了解到可降解农膜对土地、环境以及自身收益都会带来好处,政府会提供相应的扶持保障时,便会激起农户的投资意愿,支付金额也会相应提高。

在社会影响方面,乡邻朋友推荐、村委会传播、农技机构宣传的影响系数在 0.01 显著性水平下均为正,表明乡邻朋友推荐、村委会传播、农技机构宣传与农户可降解农膜支付额度具有显著的正相关关系。其可能原因在于,认知是农户具有支付意愿的前提,农户在社会网络关系与政策宣传的不断影响下,对可降解农膜的认知加深,支付额度也随之增大。

在技术有用性方面,成本收益的影响系数在 0.01 显著性水平下为正,表明成本收益与农户可降解农膜支付额度具有显著的正相关关系。其原因可能是,农户作为理性经济人,在选择投资可降解农膜之前,会先将其与传统塑料农膜进行对比,衡量可降解农膜的价值和预期收益,以此来确定其是否对自身农业生产具有益处。农户选择可降解农膜不仅会得到政府的使用补贴,而且也会缓解环境污染问题,提高自身经济收入,这样农户便会主动提高支付额度。

在技术易用性方面,科学指导、家庭条件的影响系数在 0.01 显著性水平下均为正,表明科学指导、家庭条件对农户可降解农膜支付额度具有显著的正相关关系。其原因可能是:一方面,技术操作问题是制约新技术推广与发展的重要原因,而可降解农膜与传统的普通塑料农膜使用方法差异不大,并且村委会能够提供相应的技术指导,农户愿意支付更多

表 5 Tobit 模型分析结果

Table 5 Analysis Results of Tobit Model

变量	分类	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4
社会影响		1.083*** (3.39)			
乡邻朋友推荐			2.668*** (8.05)		
村委会传播			1.660*** (4.27)		
农技机构宣传			2.453*** (5.33)		
技术有用性		1.451*** (4.66)			
成本收益				1.426*** (3.59)	
条件适宜				0.329 (0.39)	
技术易用性		0.730** (2.21)			
科学指导					1.744*** (4.00)
家庭条件					1.676*** (4.60)
受教育程度		0.016 (0.12)	0.002 (-0.02)	0.229 (1.53)	0.188 (1.29)
家庭收入		0.040 (0.29)	0.021 (0.14)	0.099 (0.61)	0.101 (0.64)
农户类型	纯农户	0.029 (0.06)	0.150 (0.32)	0.222 (0.43)	0.167 (0.33)
	一兼户	0.074 (0.19)	0.202 (0.52)	0.213 (0.49)	0.015 (0.04)
	二兼户	0.146 (0.51)	0.404 (1.36)	0.654** (2.03)	0.484 (1.53)

注：* 表示在 0.1 显著性水平下相关；** 表示在 0.05 显著性水平下相关；*** 表示在 0.01 显著性水平下相关；括号内数值为 T 统计量。

的费用；另一方面，受访农户中，兼业户和非农户数量较多，这些农户通过开辟其他就业渠道获得了较高收益，家庭经济基础较好，其支付技术成本的能力高，承担技术风险的能力强，家庭条件越好的农户其支付额度更高。

最后，从不同农户类型来看，二兼户的影响系数在 0.05 显著性水平下为正，表明二兼户对可降解农膜的支付额度更高。其原因可能是二兼户在从事农业生产的同时，也通过其他非农业生产活动来发展家庭生计，其不仅具备相关农业生产经验，而且也拥有其他非农业生产活动收入，因此，二兼户对可降解

农膜的理解和接受程度更高，其对支付额度影响更为显著。

3.5 稳健性检验

陕南地区作为国家重点生态功能区^[35]，发挥着生态保障^[36]、资源储备^[37]和风景建设^[38]等重要作用，其生态环境保护问题更为突出^[39]，因此，抽取陕南地区 248 份农户调研数据，选择支付意愿、支付额度、农户社会经济特征变量（如受教育程度、家庭收入、农户类型）、社会影响、技术有用性、技术易用性等变量构建二元 Logistic 回归模型和 Tobit 模型，并对其进行稳健性检验（表 6）。

由表 6 可以看出：在验证农户可降解农膜支付意愿影响因素时，社会影响、技术有用性、技术易用性对农户可降解农膜影响因素的回归系数分别为 4.174、3.644、3.807，在 0.01 显著性水平下均为正；在验证农户可降解农膜支付额度影响因素时，社会影响、技术有用性、技术易用性对农户可降解农膜支付额度影响因素的回归系数分别为 2.267、2.382、2.168，在 0.01 显著性水平下均为正。这表明本文得到的研究结论较为可靠。

3.6 异质性检验

生计策略是影响农户生产及消费决策的重要因素^[40]，也必然会对可降解农膜的支付意愿产生影响。研究农户可降解农膜支付意愿的影响因素时，生计策略是一个不可忽视的因素。本文以农户农业收入与家庭总收入的比值为标准将其分为纯农户、兼业户（一兼户、二兼户）、非农户，其中纯农户 32 户，兼业户 204 户，非农户 103 户；运用二元 Logistic 回归模型和 Tobit 模型对纯农户、兼业户和非农户分组回归进行异质性分析，以探究不同农户类型对可降解农膜支付意愿和支付额度的影响因素差异。

异质性检验结果如表 7 所示。由表 7 可以看出：①对纯农户来说，技术有用性对支付意愿和支付额度的回归系数分别为 3.645、0.545，均显著为正。②对兼业户来说，受教育程度对支付意愿和支付额度的回归系数分别为 0.699、0.042，均显著为正；社会影响、技术有用性和技术易用性对支付意愿的回归系数分别为 2.945、4.524、5.239，均显著为正；社会影响、技术有用性和技术易用性对支付额度的回归系数分别为 0.188、0.417、0.276，均显著为正。③对非农户来说，社会影响、技术有用性对支付意愿的回归系数分别为 2.581、4.058，均显著为正；社会影响、技术有用性对支付额度的回归系数分别为 0.196、0.534，均显著为正。

表 6 稳健性检验结果
Table 6 Robustness Test Results

变量	二元 Logistic 回归模型			Tobit 模型		
	社会影响	技术有用性	技术易用性	社会影响	技术有用性	技术易用性
社会影响	4.174*** (5.69)			2.267*** (7.56)		
技术有用性		3.644*** (8.32)			2.382*** (8.07)	
技术易用性			3.807*** (6.24)			2.168*** (7.19)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
Constant	−0.214 (−1.26)	−0.707*** (−3.47)	−0.233 (−1.36)	1.752*** (8.89)	1.394*** (6.31)	1.768*** (8.80)
观察样本	248	248	248	248	248	248

注：* 表示在 0.1 显著性水平下相关；* * 表示在 0.05 显著性水平下相关；* * * 表示在 0.01 显著性水平下相关；括号内未加粗的数值为 Z 统计量，加粗的数值为 T 统计量；Consant 表示常数项。

表 7 异质性检验结果
Table 7 Heterogeneity Test Results

变量	支付意愿			支付额度		
	纯农户	兼业户	非农户	纯农户	兼业户	非农户
受教育程度	−0.181 (−0.22)	0.699* (1.95)	0.418 (1.35)	−0.024 (−0.23)	0.042** (2.00)	0.040 (1.12)
收入	−2.399 (−1.64)	0.359 (0.77)	0.025 (0.07)	−0.130 (−1.33)	−0.003 (−0.13)	−0.019 (−0.51)
社会影响	2.195 (1.49)	2.945*** (3.87)	2.581** (2.05)	0.354 (1.58)	0.188*** (3.98)	0.196* (1.85)
技术有用性	3.645** (2.43)	4.524*** (4.92)	4.058*** (3.66)	0.545*** (3.27)	0.417*** (8.07)	0.534*** (6.33)
技术易用性	−1.836 (−0.94)	5.239*** (4.17)	1.655 (1.23)	−0.217 (−0.84)	0.276*** (5.47)	0.082 (0.78)
Constant	0.805 (0.41)	−4.779 (−3.98)	−2.133 (−2.09)	0.336 (1.64)	0.121** (2.16)	0.232 (2.29)
Prob>chi2	0.001 4	0.000 0	0.000 0	0.000 9	0.000 0	0.000 0
Pseudo R2	0.446 6	0.736 7	0.530 2	0.450 2	0.800 8	0.526 5
Log likelihood	−12.240	−33.818	−32.877	−12.734	−26.795	−34.722
观察样本	32	204	103	32	204	103

注：* 表示在 0.1 显著性水平下相关；* * 表示在 0.05 显著性水平下相关；* * * 表示在 0.01 的显著性水平下相关；括号内未加粗的数值为 Z 统计量，加粗的数值为 T 统计量；Constant 表示常数项；prob>chi2 表示拒绝原假设所犯的弃真错误的概率；Pseudo R2 表示伪决定系数 R2；Log likelihood 表示对数损失。

对比 3 种农户类型支付意愿和支付额度的影响因素发现：纯农户更容易受到技术有用性的影响，这主要是因为纯农户长期从事农业生产活动，更加关注农业生产的投入产出效率，所以绿色生产技术的投入成本及其所带来的效益更容易影响农户的支付意愿和支付额度；兼业户的支付意愿和支付额度会受到自身受教育程度、社会影响、技术有用性和技术易用性等因素的影响，这主要是因为兼业户在从事

农业生产活动的同时，也在经营着其他非农业生产活动，所以他们具备丰富的农业生产经验和充足的资金积累，为获得自身利益最大化，会受到政策宣传、成本收益以及科学指导等因素的影响；非农户的支付意愿和支付额度更易受到社会影响和技术有用性的影响，在调研中发现这类农户主要以外出打工或做生意为生计方式，对绿色生产技术的了解主要是来源于村委会传播和农技机构宣传，此外他们的

农业收入占比较小,因此对农业技术的投资更加注重成本和收益。

4 结论与建议

4.1 结 论

本文基于陕西省 339 份农户实地调研数据,采用条件价值评估法测算陕西省农户对可降解农膜的支付意愿及支付额度,构建二元 Logistic 回归模型分析农户对可降解农膜支付意愿的影响因素,构建 Tobit 模型分析农户对可降解农膜支付额度的影响因素。此外,采取缩小样本法进行稳健性检验,并对不同类型农户进行分组异质性检验。

(1)利用条件价值评估法中支付卡式引导技术获得农户对可降解农膜的支付额度,估算得出受访农户中 63.72%的农户对可降解农膜具有支付意愿,其支付额度为 22.88 元/亩。其中,对可降解农膜具有支付意愿的纯农户有 15 户,其支付额度为 20.84 元/亩;一兼户有 31 户,其支付额度为 20.60 元/亩;二兼户有 107 户,其支付额度为 26.95 元/亩;非农户有 60 户,其支付额度为 18.64 元/亩。对比来看,兼业户的支付意愿更强,支付额度更高。

(2)基于二元 Logistic 回归模型和 Tobit 模型可以得出,纯农户和受教育程度显著影响农户对可降解农膜支付意愿;二兼户显著影响农户对可降解农膜支付额度;社会影响(乡邻朋友推荐、村委会传播、农技机构宣传)、技术有用性(成本收益)和技术易用性(科学指导、家庭条件)均显著影响农户可降解农膜支付意愿和支付额度。该结论经过缩小样本稳健性检验后依然成立。

(3)异质性检验发现:纯农户的支付意愿和支付额度更易受到技术有用性的影响;兼业户的支付意愿和支付额度更易受到自身受教育程度、社会影响、技术有用性及技术易用性等因素的影响;非农户的支付意愿和支付额度更易受到社会影响和技术有用性的影响。

4.2 建 议

积极研发推广可降解农膜,促进绿色生产技术普及,转变农户绿色生产理念,是改善农村生产生活环境,推动农业全面绿色转型,构建农业绿色发展格局,促进中国农业可持续健康发展的重要举措。

(1)制定差异化的技术响应鼓励政策。兼业户是积极响应可降解农膜的主力,对其要加强技术培训与指导,为兼业户生产提供便捷服务,提高其生产积极性;对于纯农户,不仅需要通过技术示范等方式

突出绿色生产技术的优势,改变其陈旧的思想观念,同时应鼓励纯农户积极了解绿色生产技术,加强绿色生产技术应用的补贴力度,减少其成本投入,加快整体绿色生产技术的普及。

(2)构建多元主体相互联动的助农格局。村委会定期举办农业知识讲座或培训,农技机构通过搭建信息交流与共享平台整合农技资源,技术推广部门和专家团队根据当地农户认知情况以及农作物种植情况,制定有效的技术推广或施用模式,为农户提供更多更好的生产技术服务。

(3)建立对农户响应绿色生产技术的长效动态激励机制。政府不仅要与农户建立长期动态联系,而且要不断完善相应的政策补贴制度,结合家庭农业生产的差异性情况,制定不同的补贴标准。通过补贴措施,减轻农户采纳成本,以激励农户积极响应绿色生产技术。

值此《地球科学与环境学报》更名二十周年之际,谨以此文表示热烈的祝贺!更名二十年来,《地球科学与环境学报》勇于开拓创新,报道了国内外地球科学与环境领域很多前沿科研成果。希望贵刊再接再厉,办好期刊,坚持以问题为导向,聚焦前沿领域,活跃学术氛围,服务好地球科学与环境领域的科研工作者,为推动我国地球科学与环境领域的发展作出更大贡献!

参 考 文 献 :

References :

[1] 彭 斯,陈玉萍.农户绿色生产技术采用行为及其对收入的影响:以武陵山茶茶叶主产区为例[J]. 中国农业大学学报,2022,27(2):243-255.
PENG Si, CHEN Yu-ping. Farmers' Green Production Technology Adoption Behavior and Its Impact on Income: Taking the Main Tea Producing Area of Wuling Mountain as an Example[J]. Journal of China Agricultural University, 2022, 27(2): 243-255.

[2] 国家统计局农村社会经济调查司. 2021 年中国农村统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2021.
Rural Social and Economic Survey Department of National Bureau of Statistics. China Rural Statistical Yearbook 2021 [M]. Beijing: China Statistics Press, 2021.

[3] ZHANG D, NG E L, HU W L, et al. Plastic Pollution in Croplands Threatens Long-term Food Security[J]. Global Change Biology, 2020, 26(6): 3356-3367.

[4] 高田蕊,熊 爽,雍 彬,等.微塑料对农业生产的危害与对策研究[J]. 新农业,2021(12):37-38.

- GAO Tian-rui, XIONG Shuang, YONG Bin, et al. Study on the Harm of Microplastics to Agricultural Production and Countermeasures[J]. New Agriculture, 2021(12):37-38.
- [5] YANG Y, LI P W, JIAO J, et al. Renewable Sourced Bio-degradable Mulches and Their Environment Impact[J]. Scientia Horticulturae, 2020, 268:109375.
- [6] 赵爱琴, 李子忠, 龚元石. 生物降解地膜对玉米生长的影响及其田间降解状况[J]. 中国农业大学学报, 2005, 10(2):74-78.
- ZHAO Ai-qin, LI Zi-zhong, GONG Yuan-shi. Effects of Biodegradable Mulch Film on Corn Growth and Its Degradation in Field[J]. Journal of China Agricultural University, 2005, 10(2):74-78.
- [7] 王建武, 张 雄, 段义忠. 生物可降解地膜对马铃薯生长及水分利用效率的影响[J]. 中国农学通报, 2016, 32(24):97-102.
- WANG Jian-wu, ZHANG Xiong, DUAN Yi-zhong. Influence of Biodegradable Mulch on Water Use Efficiency and Growth of Dryland Potato[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2016, 32(24):97-102.
- [8] 张 翊, 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.
- ZHANG Xu, QIAO Juan. Analysis of Growers' Willingness to Pay for Manure Based on Planting-breeding Combined Pattern[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2019, 40(8):177-186.
- [9] 许 朗, 唐梦琴. 农户对采用节水灌溉技术支付意愿研究:基于蒙阴县调研数据的分析[J]. 节水灌溉, 2015(1):86-89, 95.
- XU Lang, TANG Meng-qin. Research on Farmers' Willingness to Pay for Adoption of Water Saving Irrigation: Based on the Survey in Mengyin County[J]. Water Saving Irrigation, 2015(1):86-89, 95.
- [10] 周 颖, 王立刚, 张彦东, 等. 农户采纳秸秆还田技术支付意愿研究:以河北省徐水区为例[J]. 农业现代化研究, 2021, 42(3):486-495.
- ZHOU Ying, WANG Li-gang, ZHANG Yan-dong, et al. Farmers' Willingness to Pay for Adopting Straw Returning-to-field Technology: A Case Study of Xushui District, Hebei Province[J]. Research of Agricultural Modernization, 2021, 42(3):486-495.
- [11] 李 坦, 王 欣, 宋燕平. 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[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2021(2):60-70, 177.
- LI Tan, WANG Xin, SONG Yan-ping. Capital Endowment, Environmental Change Perception and Farmers' Willingness to Pay for the Environmental Attributes of Green Manure: A Choice Experiment of Smallholders' Wheat-legume Green Manure Inter-cropping[J]. Journal of Huazhong Agricultural University(Social Sciences Edition), 2021(2):60-70, 177.
- [12] 赵俊伟, 陈永福, 尹昌斌. 生猪养殖粪污处理社会化服务的支付意愿与支付水平分析[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2019(4):90-97, 173.
- ZHAO Jun-wei, CHEN Yong-fu, YIN Chang-bin. Analysis of Willingness to Pay and Payment Level of Socialized Services of Manure Treatment in Pig Breeding[J]. Journal of Huazhong Agricultural University(Social Sciences Edition), 2019(4):90-97, 173.
- [13] 周 颖, 周清波, 甘寿文, 等. 玉米秸秆还田技术支付与受偿意愿差异性研究:以保定市徐水区农户调查为例[J]. 中国生态农业学报, 2018, 26(5):780-790.
- ZHOU Ying, ZHOU Qing-bo, GAN Shou-wen, et al. Disparity Between Willingness to Pay Accept for Corn Straw Counter-field Technology: A Case Study of Farmer Survey in Xushui District of Baoding City[J]. Chinese Journal of Eco-agriculture, 2018, 26(5):780-790.
- [14] 周 颖, 甘寿文, 祖君鸣, 等. 基于农户视角的秸秆还田技术采纳支付意愿影响因素研究[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(29):214-220.
- ZHOU Ying, GAN Shou-wen, ZU Jun-ming, et al. Determinants Affecting Farmers' Willingness-to-pay for Adopting Straw Counters-field Technology from View of Farmers[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2017, 45(29):214-220.
- [15] 王雪莹, 方 兰. 基于非期望产出的农业环境效率研究:以陕西省为例[J]. 环境与发展, 2018, 30(7):1-4, 7.
- WANG Xue-ying, FANG Lan. Research on Agricultural Environmental Efficiency Based on Unexpected Output: Taking Shaanxi Province as an Example[J]. Environment and Development, 2018, 30(7):1-4, 7.
- [16] 黄炎忠, 罗小锋, 李容容, 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.
- HUANG Yan-zhong, LUO Xiao-feng, LI Rong-rong, et al. Farmer Cognition, External Environment and Willingness of Green Agriculture Production: Based on the Survey Data of 632 Farmers in Hubei Province[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2018, 27(3):680-687.

- [17] 许佳彬,王洋,李翠霞.环境规制政策情境下农户认知对农业绿色生产意愿的影响:来自黑龙江省698个种植户数据的验证[J].中国农业大学学报,2021,26(2):164-176.
- XU Jia-bin, WANG Yang, LI Cui-xia. Impact of Farmers' Cognition on the Willingness of Green Production in the Context of Environmental Regulation Policy: Data Verification from 698 Growers in Heilongjiang Province[J]. Journal of China Agricultural University, 2021, 26(2): 164-176.
- [18] 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.
- LI Yu-bei, LU Qian, GUO Ge. Farmers' Willingness to Pay for Soil and Water Conservation Technology and Its Influencing Factors[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2018, 32(4): 31-36.
- [19] 杜为研.蔬菜种植户对有机肥替代化肥的支付意愿和影响因素[D].北京:中国农业科学院,2020.
- DU Wei-yan. Willing to Pay of Vegetable Growers for Adaption of Substitution Chemical Fertilizers by Organic Fertilizers and Its Influencing Factors[D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2020.
- [20] 杜为研,唐杉,汪洪.蔬菜种植户对有机肥替代化肥技术支付意愿及其影响因素的研究[J].中国农业资源与区划,2021,42(12):32-39.
- DU Wei-yan, TANG Shan, WANG Hong. Study on Willingness of Vegetable Growers to Pay for Organic Fertilizer Instead of Chemical Fertilizer and Its Influencing Factors[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2021, 42(12): 32-39.
- [21] 张志强,徐中民,程国栋.条件价值评估法的发展与应用[J].地球科学进展,2003,18(3):454-463.
- ZHANG Zhi-qiang, XU Zhong-min, CHENG Guo-dong. The Updated Development and Application of Contingent Valuation Method (CVM)[J]. Advance in Earth Sciences, 2003, 18(3): 454-463.
- [22] 周华林,李雪松. Tobit 模型估计方法与应用[J]. 经济学动态,2012(5):105-119.
- ZHOU Hua-lin, LI Xue-song. Estimation Method and Application of Tobit Model[J]. Economic Perspectives, 2012(5): 105-119.
- [23] 徐大伟,常亮,侯铁珊,等.基于WTP和WTA的流域生态补偿标准测算:以辽河为例[J].资源科学,2012,34(7):1354-1361.
- XU Da-wei, CHANG Liang, HOU Tie-shan, et al. Measure of Watershed Ecological Compensation Standard Based on WTP and WTA: A Case Study in Liaohhe River Basin[J]. Resources Science, 2012, 34(7): 1354-1361.
- [24] 许月艳,颜廷武,李崇光.农民参与农作物秸秆资源化利用的受偿意愿分析:基于安徽、山东的调研数据[J].中国农业资源与区划,2018,39(10):72-77.
- XU Yue-yan, YAN Ting-wu, LI Chong-guang. Analysis on Farmers' Willingness to Accept for Crop Straw Resource Utilization: Based on Survey in Anhui and Shandong Province[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2018, 39(10): 72-77.
- [25] DAVIS F D, BAGOZZI R P, WARSHAW P R. User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models[J]. Management Science, 1989, 35(8): 982-1003.
- [26] 陈柱康,张俊彪,何可.技术感知、环境认知与农业清洁生产技术采纳意愿[J].中国生态农业学报,2018,26(6):926-936.
- CHEN Zhu-kang, ZHANG Jun-biao, HE Ke. Technical Perception, Environmental Awareness and Adoption Willingness of Agricultural Cleaner Production Technology[J]. Chinese Journal of Eco-agriculture, 2018, 26(6): 926-936.
- [27] 王晓敏,颜廷武.技术感知对农户采纳秸秆还田技术自觉性意愿的影响研究[J].农业现代化研究,2019,40(6):964-973.
- WANG Xiao-min, YAN Ting-wu. The Influence of Technology Perception on Farmers' Adoption of the Straw Returning Technology Consciousness[J]. Research of Agricultural Modernization, 2019, 40(6): 964-973.
- [28] 乔金杰,穆月英,赵旭强.基于联立方程的保护性耕作技术补贴作用效果分析[J].经济问题,2014(5):86-91.
- QIAO Jin-jie, MU Yue-ying, ZHAO Xu-qiang. Effect Analysis of Conservation Tillage Technology Subsidies Based on a Simultaneous Equation Model[J]. On Economic Problems, 2014(5): 86-91.
- [29] 储成兵,李平.农户病虫害防治技术采纳意愿实证分析:以安徽省402个农户的调查数据为例[J].财贸研究,2014,25(3):57-65.
- CHU Cheng-bing, LI Ping. Analysis of Farmers' Adoption Willingness of IPM: Using 402 Farmers in Anhui Province as an Example[J]. Finance and Trade Research, 2014, 25(3): 57-65.
- [30] 朱凯宁,高清,靳乐山.收入水平、村干可信度对农户生活垃圾治理意愿影响分析:基于云南省465个农

- 户调研数据[J]. 长江流域资源与环境, 2021, 30(10): 2512-2520.
- ZHU Kai-ning, GAO Qing, JIN Le-shan. The Influence of Rural Household Income and Trust in Village Leaders on Households' Willingness to Treat the Domestic Solid Wastes: Based on Survey Data of 465 Households in Yunnan Province[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2021, 30(10): 2512-2520.
- [31] 邝佛缘, 金建君, 邱 欣. 农户绿色生产技术采纳行为及其效应: 以测土配方施肥技术为例[J]. 中国农业大学学报, 2022, 27(10): 226-235.
- KUANG Fo-yuan, JIN Jian-jun, QIU Xin. Farmers' Adoption Behavior of Green Production Technology and Its Effects: A Case Study of Soil Testing and Formula Fertilization Technology[J]. Journal of China Agricultural University, 2022, 27(10): 226-235.
- [32] 赵培芳, 王玉斌. 农户兼业对农业生产环节外包行为的影响: 基于湘皖两省水稻种植户的实证研究[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2020(1): 38-46, 163.
- ZHAO Pei-fang, WANG Yu-bin. A Research on the Effect of Farmers' Part-time Employment on Outsourcing Service: Based on the Empirical Research of Hunan and Anhui Provinces[J]. Journal of Huazhong Agricultural University (Social Sciences Edition), 2020(1): 38-46, 163.
- [33] 程先同, 周 洪, 刘秀华, 等. 山区农户兼业程度对耕地撂荒的影响研究: 以武陵山区为例[J]. 长江流域资源与环境, 2021, 30(1): 246-256.
- CHENG Xian-tong, ZHOU Hong, LIU Xiu-hua, et al. Study on Effect of Farmers' Concurrent Business Degree on Cropland Abandonment in Mountainous Area: A Case Study in Wuling Mountain Area[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2021, 30(1): 246-256.
- [34] 王 蓉, 赵雪雁, 刘江华, 等. 重点生态功能区农户生计对环境资源的依赖性: 以甘南高原为例[J]. 应用生态学报, 2020, 31(2): 554-562.
- WANG Rong, ZHAO Xue-yan, LIU Jiang-hua, et al. Dependence of Farmers' Livelihoods on Environmental Resource in Key Ecological Function Area: A Case Study of Gannan Plateau[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2020, 31(2): 554-562.
- [35] 谢怡凡, 姚顺波, 丁振民, 等. 退耕还林和地理特征对土壤侵蚀的关联影响: 以陕西省 107 个县为例[J]. 生态学报, 2022, 42(1): 301-312.
- XIE Yi-fan, YAO Shun-bo, DING Zhen-min, et al. The Grain for Green Project, Geographical Features and Soil Erosion: Taking 107 Counties in Shaanxi Province as Examples[J]. Acta Ecologica Sinica, 2022, 42(1): 301-312.
- [36] 张旭锐, 高建中. 农户新一轮退耕还林的福利效应研究: 基于陕南退耕还林区的实证分析[J]. 干旱区资源与环境, 2021, 35(2): 14-20.
- ZHANG Xu-rui, GAO Jian-zhong. A Study on the Welfare Effect of Farmers' New Round of Returning Farmland to Forest in Southern Shaanxi[J]. Resources and Environment in Arid Areas, 2021, 35(2): 14-20.
- [37] 刘引鸽, 杨雨欣, 包江川, 等. 基于模糊综合指数法的陕西省水资源脆弱性评价[J]. 水资源与水工程学报, 2022, 33(6): 18-27.
- LIU Yin-ge, YANG Yu-xin, BAO Jiang-chuan, et al. Water Resources Vulnerability Assessment of Shaanxi Province Based on Fuzzy Comprehensive Index Method[J]. Journal of Water Resources and Water Engineering, 2022, 33(6): 18-27.
- [38] 潘秋玲, 宋玉强, 陈 乐, 等. 陕西省县域旅游效率的空间格局及影响因素[J]. 自然资源学报, 2021, 36(4): 866-878.
- PAN Qiu-ling, SONG Yu-qiang, CHEN Le, et al. The Spatial Pattern and Influencing Factors of County-scale Tourism Efficiency in Shaanxi Province[J]. Journal of Natural Resources, 2021, 36(4): 866-878.
- [39] 白荣君, 李军媛. 南水北调中线水源地生态补偿机制的制度保障研究: 以秦岭地区陕南三市为例[J]. 生态经济, 2022, 38(11): 209-214.
- BAI Rong-jun, LI Jun-yuan. Research on Institutional Guarantee of Ecological Compensation Mechanism for Water Source Area of the Middle Route Project of the South-to-north Water Transfer: Taking the Three Cities of Southern Shaanxi in Qinling Area as Examples[J]. Ecological Economy, 2022, 38(11): 209-214.
- [40] 袁俐雯, 张俊飏, 何 可, 等. 生计资本、多样化非农生计策略与农户清洁能源消费意愿: 以生物天然气为例[J]. 长江流域资源与环境, 2022, 31(1): 244-257.
- YUAN Li-wen, ZHANG Jun-biao, HE Ke, et al. Livelihood Capital, Diversified Non-agricultural Livelihood Strategies and Farmers' Willingness to Consume on Clean Energy: Take Bio-natural Gas as an Example[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2022, 31(1): 244-257.