

引用格式:

王力田, 王玉, 张恒, 白秀广. 农户信息素养对绿色生产效率的影响研究——门槛效应与作用机制[J]. 农业现代化研究, 2023, 44(6): 1047-1058.

Wang L T, Wang Y, Zhang H, Bai X G. A study on the influence of farmers' information literacy on green production efficiency: Threshold effect and its mechanism[J]. Research of Agricultural Modernization, 2023, 44(6): 1047-1058.

DOI: 10.13872/j.1000-0275.2023.0092



农户信息素养对绿色生产效率的影响研究 ——门槛效应与作用机制

王力田, 王玉, 张恒, 白秀广*

(西北农林科技大学经济管理学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 在当前数字经济背景下, 农户信息素养对其绿色生产水平发挥着越来越重要的作用。然而, 当前对于农户信息素养和绿色生产效率关系的考察研究还相对匮乏。为了帮助农户更有效地利用信息资源, 适应绿色农业发展的趋势, 实现农业的可持续和高质量发展, 本研究利用陕西、山西和河南三省共计 643 户农户的调研数据, 运用 Tobit 模型、门槛效应模型、中介效应模型和调节效应模型等方法, 从多个角度深入研究了农户信息素养对绿色生产效率的影响。研究结果表明: 1) 首先, 农户信息素养对绿色生产效率有显著的正向影响, 且随着信息素养的不断积累, 其影响进一步增强; 2) 机制分析揭示了绿色生产行为是农户信息素养提高绿色生产效率的重要中介路径; 3) 数字基础设施对农户信息素养的影响产生了正向的调节作用, 强化了信息素养对绿色生产效率的促进作用。据此, 为促进农业绿色与可持续发展, 本研究建议提高农户的信息素养水平, 引导农户参与绿色生产行为培训, 同时加强数字基础设施建设。这些措施有望在释放农户绿色发展潜力、推动农业可持续发展方面发挥关键作用。

关键词: 农户信息素养; 绿色生产效率; 绿色生产行为; 数字基础设施; 门槛效应; 作用机制

中图分类号: F323.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0275(2023)06-1047-12

A study on the influence of farmers' information literacy on green production efficiency: Threshold effect and its mechanism

WANG Li-tian, WANG Yu, ZHANG Heng, BAI Xiu-guang

(1. School of Economics and Management, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Under the backdrop of the digital economy, farmers' information literacy plays an increasingly important role in their green production level. However, the current research on the relationship between farmers' information literacy and green production efficiency is still relatively scarce. To assist farmers in more effectively utilizing information resources, adapting to the trends in green agriculture, and achieving sustainable and high-quality agricultural development, this study utilizes survey data from 643 farmers in Shaanxi, Shanxi, and Henan provinces. Various methodologies, including the Tobit model, threshold effect model, intermediary effect model, and regulatory effect model, are employed to examine the relationship between farmers' information literacy and green production efficiency. The results showed that: 1) farmers' information literacy has a significant positive impact on green production efficiency, and with the continuous accumulation of information literacy, its impact is further enhanced; 2) Mechanism analysis reveals that green production behavior is an important intermediary path for farmers' information literacy to improve green production efficiency; 3) Digital infrastructure has a positive moderating effect on farmers' information literacy, which strengthens the promoting effect of information literacy on green production efficiency. Therefore, in order to promote the green and sustainable development of agriculture, this study suggests improving the information literacy level of farmers, guiding farmers to participate in green production behavior training, and strengthening the construction of digital infrastructure. These measures are expected to play a key role in unlocking the green development potential of

基金项目: 国家重点研发计划项目(2022YFE0115300); 教育部人文社科基金规划项目(22YJA790001); 陕西省软科学项目(2022KRM068)。

作者简介: 王力田(1998—), 女, 山西汾阳人, 硕士研究生, 主要研究方向为绿色生产效率, E-mail: wanglitianid@163.com; 通信作者:

白秀广(1981—), 男, 河南浚县人, 博士生导师, 教授, 主要研究方向为绿色生产率和农业经济, E-mail: baixg960@nwsuaf.edu.cn。

收稿日期: 2023-08-19; **接受日期:** 2023-12-07

Foundation item: National Key Research and Development Plan (2022YFE0115300); Humanities and Social Science Fund Planning Project of Ministry of Education (22YJA790001); Shaanxi Soft Science Project (2022KRM068).

Corresponding author: BAI Xiu-guang, E-mail: baixg960@nwsuaf.edu.cn.

Received 19 August, 2023; **Accepted** 7 December, 2023

farmers and promoting sustainable agricultural development.

Key words : farmers' information literacy; green production efficiency; green production behavior; digital infrastructure; threshold effect; mechanism of action

农业绿色发展是实现农业可持续发展的必由之路,也是全面推进乡村振兴的必然选择。当前,农业绿色发展机遇与挑战并存。《“十四五”全国农业绿色发展规划》指出,尽管农业绿色发展虽然取得明显进展,但发展过程中仍面临巨大挑战,如生产方式粗放、绿色发展理念不够深入和绿色农产品供给不足等问题,这些问题制约农业的可持续发展。农业绿色生产效率将资源、环境与农业发展纳入同一分析框架,是衡量农业绿色发展水平的重要标准之一^[1],提高农业绿色生产效率对于提升农资利用效率、降低农业面源污染、推动农业绿色发展具有关键意义^[2]。农户作为农业生产的直接主体,研究农户如何提高绿色生产效率,对于加快实现农业绿色高质量发展显得尤为重要。随着数字经济的推进,农户绿色生产的信息要素作用不断凸显。《数字乡村发展战略纲要》和《中共中央、国务院关于实施乡村振兴战略的意见》均强调加快促进农业信息化发展,提高农户信息素养水平,以推动农业绿色与可持续发展。农户信息素养作为衡量农户信息意识以及信息能力的综合素质是其获取知识的重要途径^[3],可以提升农户的认识能力并激活农户的能动性^[4],有助于其打破参与绿色生产的信息与技术壁垒,有效提高绿色生产水平。因此,在数字化背景下,探究农户信息素养对绿色生产效率的影响及内在机制,对推进农业可持续发展、助力乡村振兴具有现实意义。

在信息对生产效率影响的问题上,早期学者持有许多不同的意见。Solow^[5]认为计算机的使用不能提高生产率,即“生产率悖论”。但后来该理论被众多学者推翻,认为信息化在促进生产率以及经济发展方面发挥着重要的作用。例如,Bowonder和Yadav^[6]指出信息技术的使用对于提升农业国家农产品生产效率的提高具有显著的促进作用。石建勋和吴平^[7]指出信息技术与产出增长关系的生产率悖论虽有争议,但是随着信息技术的不断发展,生产率悖论已经基本消失。高杨和牛子恒^[8]指出农业信息化能够显著提升农业绿色全要素生产率,并提出要加快推进“互联网+农业”计划,提高信息化水平。孙淑惠等^[9]研究发现数字乡村建设能够显著提升本省的农业绿色全要素生产率。一方面数字乡村的建设可以提升居民的信息素养,强化农业劳动投入质量,另一方面还可以减少农民与政府以及企业之间的信息不对称性,减少环境污染以及资源浪费,促

进农业高质量发展,提高绿色全要素生产率。杜建军等^[10]在分析数字乡村对农业绿色全要素生产率的影响机制时指出,数字乡村促进农户利用信息平台精准种植,节约资源投入,减少农业污染,同时还能够促进农户规模经营,实现产业结构优化,从而提高农业绿色全要素生产率。

通过梳理农户信息素养与绿色生产效率的研究发现,现有研究仍然存在以下三方面的不足:一是既有研究多关注信息化、数字化对绿色生产效率的影响,忽视了农户本身信息素养对绿色生产效率的影响效应;二是已有研究在关注农户信息素养对农业生产的影响时,多关注的是农户信息素养对农业生产方式或生产效率的影响,对绿色生产效率影响的考察尚少,并且在影响方面,多进行静态考察,鲜少关注农户信息素养的动态影响;三是还未发现将农户信息素养、绿色生产行为以及数字基础设施纳入同一分析框架,信息素养、绿色生产行为以及数字基础设施纳入同一分析框架的研究有待加强。鉴于此,本研究拟在农业绿色发展视角下,基于河南、陕西和山西三省微观农户调研数据,对农户信息素养对绿色生产效率的影响及机制进行实证检验,探讨农户信息素养是否可以成为提高绿色生产效率的内生动力,以期激活农户绿色发展活力,转变农户农业生产方式,为农业绿色转型发展提供新视角和经验依据,并为政府引导农户绿色生产提供现实依据和有益参考,推动农业绿色与可持续发展。相较于现有文献,本研究在以下方面做出了边际贡献:1)本研究从新视角研究农户信息素养是否对绿色生产效率具有影响,以便更加清晰地认识信息化的益处是否有效转移给农户,进而结合信息化背景针对性地提出有效建议;2)本研究创新性地构建了一个分析框架,不仅研究了农户信息素养影响绿色生产效率的门槛效应,同时还将绿色生产行为以及数字基础设施环境纳入研究框架,深入分析农户信息素养对绿色生产效率的影响机制。

1 理论分析与研究假设

1.1 农户信息素养对绿色生产效率的影响分析

信息不对称理论以及信息素养理论都强调信息是个体决策的基础。随着信息素养水平的提高,个体对所需信息以及如何利用与处理信息的认知变得更为清晰。农户信息素养对绿色生产效率的影响可

以从投入和产出两个方面解释。在投入方面，信息素养高的农户对绿色生产的信息知识储备更丰富，能够更好地优化自身的投入要素配置，精准掌控农业生产要素投入，避免要素配置失衡和过度投入，从而降低绿色生产成本。在产出方面，体现在增加期望产出并减少非期望产出。期望产出的增加体现在促进农户生产力的提升，信息对称性使得农户更有优势选择当下推广的新型品种，带来单产的提升^[11]。对非期望产出的影响主要体现在信息素养高的农户信息认知能力较强，能够获取更多的绿色生产政策信息。为了获得绿色生产补贴，他们会正确投入生产要素，减少农业污染，因此信息素养高的农户能够更好地优化投入产出，从而促进绿色生产效率的提高。除了农户信息素养对绿色生产效率的静态效应影响外，农户信息素养还是一个积累的过程，其对绿色生产效率的影响还存在动态变化问题。信息素养水平较低的农户倾向于较少采纳绿色生产行为，难以充分借助信息优势实现更多产出。随着信息素养的积累，农户能够打破信息壁垒，更好地识别与消化信息，认识到绿色生产的长期经济效益和生态效益，将信息资源充分整合应用于生产要素配置中^[12]。因此，农户信息素养在影响绿色生产效率中还具有门槛效应。据此，提出以下假说：

H1：农户信息素养对绿色生产效率具有正向显著影响，且随着信息素养积累影响进一步增强。

1.2 绿色生产行为的中介作用分析

厘清农户的绿色生产效率影响路径对于制定农业绿色可持续发展政策具有重要意义。结构行为绩效理论表明，随着环境的变化个体会做出行为调整进而影响绩效。受信息化大背景影响，农户信息素养水平提高会对其生产行为带来影响，进而影响绿色生产效率。一方面，信息素养高的农户对绿色生产行为认知会更清晰，更能意识到绿色生产行为的

重要性，具有更强的主观能动性和实践能力，能够克服行为采纳时可能遇到的困难，从而促进绿色生产行为的采纳^[13-14]。另一方面，绿色生产行为的采纳是绿色生产效率提高的关键要素^[15-16]。绿色生产行为的采纳能够规范化肥、农药等投入品的合理配置，直接影响绿色生产效率。因此，信息素养的提高将促进绿色生产行为的采纳，而绿色生产行为的采纳将进一步促进绿色生产效率的提高，据此，提出以下假说：

H2：信息素养通过促进农户绿色生产行为的采纳从而实现绿色生产效率的提高。

1.3 数字基础设施的调节作用分析

以宽带网络为基础的数字基础设施建设有利于农户跨越数字鸿沟，提升信息素养，进而促进绿色生产。首先，网络覆盖在传播信息方面具有很大的优势，农户可以利用互联网浏览到农业环境污染所带来的危害，激发环保意识，自觉提高绿色生产水平。其次，网络信号越便利，在农户信息素养对绿色生产效率影响中发挥的作用就越明显，一方面农户可以打破地域限制，通过远程教育与培训等方式学习绿色投入品知识和先进农业技术，激发学习积极性，促进绿色生产要素投入以及绿色生产行为采纳。另一方面，可以通过加深与政府、企业以及科研院校的联系，解决规模不经济和组织程度低等问题^[17-18]。此外，在数字经济时代，快递的便利性也为农业绿色发展提供了机遇，农户可以将农产品销往全国各地，或是网上购买绿色生产技术用具等，促进绿色生产^[19]。据此，提出以下假说：

H3：数字基础设施对农户信息素养影响绿色生产效率产生正向调节作用。

综上所述，本研究将农户信息素养、绿色生产行为、数字基础设施以及绿色生产效率纳入同一框架进行研究（图 1），探讨农户信息素养对绿色生产

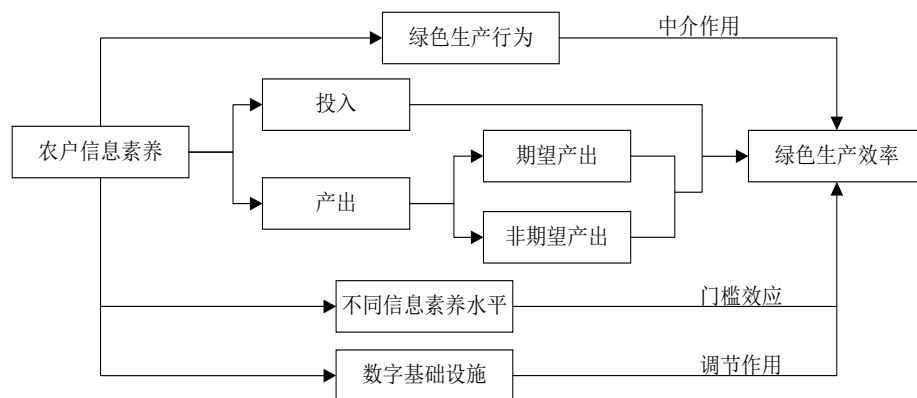


图 1 农户信息素养对绿色生产效率的影响路径图

Fig. 1 Path diagram of the influence of farmers' information literacy on green production efficiency

效率的直接影响,明晰该影响过程中的门槛效应、中介效应以及调节效应,以期可以更好地发挥农户信息素养对绿色生产效率的促进作用。

2 研究方法

2.1 模型构建

绿色生产效率是基于经济效益和生态效益双重视角下衡量农业绿色发展能力的重要指标,其计算方法基于要素投入与期望产出和非期望产出的比值^[20]。绿色生产效率的测算方法主要分为两种,分别是参数方法(以随机前沿分析法为代表)和非参数方法(以数据包络分析法为代表)^[21]。考虑到传统效率测算忽略了非期望产出问题,无法从全面的角度衡量农业发展水平,本研究选用环境效率测算模型 SBM (Slacks-Based Measure)。该模型能够处理径向和角度选择导致的偏差性问题以及投入和产出的松弛性问题,并得出决策单元的投入要素以及非期望产出的改进目标与程度^[22]。因此,本研究采用非期望产出的 SBM 模型来测算农户的绿色生产效率,模型表达式为:

$$G = \min \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{i0}}}{1 + \frac{1}{s_1 + s_2} \left(\sum_{r=1}^{s_1} \frac{s_r^g}{y_{r0}^g} + \sum_{r=1}^{s_2} \frac{s_r^b}{y_{r0}^b} \right)} \quad (1)$$

$$s.t. \begin{cases} x_0 = X\lambda + s^- \\ y_0^g = Y^g\lambda - s^g \\ y_0^b = Y^b\lambda + s^b \\ \lambda \geq 0, s^- \geq 0, s^g \geq 0, s^b \geq 0 \end{cases}$$

式中: G 是农户的绿色生产效率,取值范围在 0~1 之间,当 $G=1$ 代表决策单位充分有效,表示函数存在最优解,当 $G<1$,说明检测单元存在一定程度上的效率损失,需要在投入和产出上进行改进与优化,进而改善绿色生产效率; m 、 s_1 、 s_2 分别代表投入、期望产出和非期望产出的个数; x_{i0} 、 y_{r0}^g 、 y_{r0}^b 相应地代表评价单元在某阶段的投入产出值; x_0 、 y_0^g 、 y_0^b 分别表示每个决策单元的值; 向量 X 、 Y^g 、 Y^b 分别表示投入、非期望产出和期望产出; λ 表示权重向量; s^- 、 s^g 、 s^b 分别表示投入、期望产出和非期望产出的松弛变量。

本研究采用适用于截面数据的截面门槛模型进行分析,选取农户信息素养为门槛变量,并对门槛值进行分组回归,具体构建截面门槛模型如下:

$$G = \alpha_0 + \beta_1 x_i (x_i \leq \gamma) + \beta_2 x_i (x_i > \gamma) + \delta Z_i + \mu_0 \quad (2)$$

式中: x_i 为门槛变量农户信息素养; γ 为门槛值; Z_i 为影响绿色生产效率的其他控制变量; μ_0 为随机扰动项^[23]。

2.2 数据来源

数据来源于课题组 2021 年 4 月至 8 月期间对河南、陕西和山西三省的农户进行的调研。样本覆盖了华北平原、关中平原以及黄土高原不同地理环境,具有一定代表性。调研方式为分层抽样,在每个省份选取 1~2 个县区,每个县选取 2~3 个乡镇,并在每个镇选取 2~3 个村庄,每个村庄选取 15~30 个农户进行面对面问卷调查,共获得 657 份问卷。在剔除信息明显错误和不完整的问卷后,有效问卷为 643 份,有效问卷率为 97.87%。

2.3 变量选取与说明

2.3.1 投入产出变量 投入变量包括土地投入、种子投入、化肥投入、农药投入、劳动力投入以及机械投入等。产出变量主要分为期望产出和非期望产出,期望产出采用农业总产值来衡量,非期望产出用农业面源污染总量和农业碳排放来衡量。曾琳琳等^[24]指出农业面源污染主要包括农药、化肥以及农膜等过度使用所导致的残留,采用化肥流失量、农药无效使用量和农膜残留量来表示。根据第一次全国污染源普查农药流失系数手册,三省农药流失系数为 0,而农膜使用率较低,因此本研究中农业面源污染主要测算了化肥流失量,化肥流失量通过化肥氮磷纯量和肥料流失率乘积的综合计算得到,其中化肥流失率参考史常亮等^[25]的研究。碳排放通过农业碳排放来源数量和其碳排放系数乘积的总和计算得出,农业碳排放来源主要包括化肥、农药、翻耕和灌溉,所对应的碳排放系数分别是 0.895 6 kg/kg、4.934 1 kg/kg、312.6 kg/hm² 和 266.48 kg/hm²^[26]。指标相关描述性统计如表 1 所示。

2.3.2 被解释变量 传统的农业生产效率忽视了生产投入对环境造成的不利影响,而农业绿色生产效率综合考虑了环境因素,使得测算结果更为全面,能够更好地衡量农业发展质量,进而对当前农业绿色发展的现状进行合理评估。根据表 1 的投入产出数据,使用 Max-DEA 软件对绿色生产效率进行测算,结果表明绿色生产效率均值为 0.499,总体处于较低水平,表明农户的绿色生产效率有待提高。对绿色生产效率进行分段统计分析(表 2),结果显示在 0.7 以上的样本仅占 13% 左右,而 50% 以上的样本集中在 0.3~0.5,进一步验证了农户生产效率较低、资源浪费以及农业环境污染等问题的存在。

2.3.3 解释变量 目前学术界对农户信息素养没有统

表 1 投入产出变量说明与统计
Table 1 Description and statistics of input-output variables

类型	变量 (单位)	变量说明	平均值	标准差	最大值	最小值
投入变量	土地投入 (hm ²)	农户实际经营的土地面积	0.47	0.68	10.00	0.03
	种子投入 (元)	农户购买种子所花费的费用	444.8	810.8	15 000.0	30.0
	化肥投入 (kg)	农户种植作物过程中施用的化肥总量	385.6	565.1	7 500.0	25.0
	农药投入 (元)	农户在种植过程中购买农药所花费的费用	183.5	323.0	6 000.0	20.0
	劳动力投入 (小时)	农户在种植过程中投入的劳动力工时, 包括自用工和雇工工时数	482.6	766.7	12 000.0	8.0
	机械投入 (元)	农户种植生产过程中用到的自有机械和雇用机械的投入总费用	5 529.4	17 752.8	273 500.0	100.0
期望产出变量	农业总产值 (元)	农户涉农收入总和	7 863.8	11 604.0	165 000.0	550.0
非期望产出变量	农业面源污染 (kg)	农业面源污染排放总量	22.7	35.3	441.0	1.1
产出变量	碳排放 (kg)	农业碳排放总量	622.7	910.4	13 125.0	44.2

表 2 绿色生产效率分段统计
Table 2 Subsection statistics of green production efficiency

绿色生产效率	样本 (个)	比例 (%)
[0.0, 0.3]	63	9.798
(0.3, 0.5]	337	52.411
(0.5, 0.7]	157	24.417
(0.7, 0.9]	36	5.599
(0.9, 1.0]	50	7.776

一的度量标准, 但普遍认同信息素养是农户对信息的认识、获取以及应用的过程^[27]。本研究借鉴杨程方等^[28]的研究, 从信息意识、信息获取能力、信息处理能力以及信息认知能力四个方面来综合度量农户信息素养。具体而言, 信息意识衡量农户认识到信息在农业生产中的重要性; 信息获取能力反映农户能够通过多种途径有效搜索与筛选农业信息; 信息处理能力考察农户运用收集到的信息解决生产中的问题; 信息认知能力评估农户根据信息把握农业发展趋势和农业技术属性的能力。本研究采用李克特五级量表, 运用因子分析法以 9 个题项对信息素养进行测度。需要说明的是在测度信息获取能力中的“获取途径”时, 由于调研中采用“您获取农业信息的途径”等客观指标, 参考闫贝贝等^[27]的测度方法, 本研究在处理数据时将“1 种以下”定

义为“非常不同意”, “1 种”定义为不同意, “2 种”定义为一般, “3 种”定义为同意, “4 种及以上”定义为非常同意进行转换。信息素养的 KMO 检验和 Bartlett 检验均通过, 适合进行因子分析。采用最大方差法进行因子旋转, 提取出四个公因子, 分别命名为信息意识、信息获取能力、信息处理能力以及信息认知能力, 以各因子方差贡献率占比为权重计算得到农户信息素养水平, 测度指标体系如表 3 所示。

2.3.4 其他变量 本研究包含多个关键变量, 这些变量涉及到农户的信息素养、绿色生产行为、数字基础设施等多个方面。以下是对这些变量的详细说明: 1) 门槛变量, 本研究选取信息素养水平为门槛变量, 目的是研究农户信息素养在不同水平上对绿色生产效率的阶段性影响; 2) 中介变量, 作为中介变量的绿色生产行为的采用程度。参考李芬妮等^[29]的研究, 本研究重点关注农户对有机肥、秸秆还田、免耕少耕以及深松等绿色生产行为的采纳情况; 3) 调节变量, 本研究选取数字基础设施为调节变量, 从网络覆盖、网络便利度和快递便利性三个方面来度量, 网络覆盖用农户家中是否接入互联网来衡量, 网络便利度用本村网络通信方便程度来衡量, 快递便利性用农户家中附近是否有快递服务点来衡

表 3 农户信息素养指标体系说明
Table 3 Description of farmers' information literacy index system

维度	题项	均值	标准差	因子载荷	方差贡献率 (%)
信息意识	信息对我很重要	3.720	1.083	0.869	23.83
	信息可以改变我的生活	3.680	1.148	0.810	
	互联网信息对农业生产很重要	3.460	1.133	0.742	
信息获取能力	我获取农业信息的途径很多	3.130	0.952	0.908	18.99
	我会主动了解农业新技术信息	3.210	1.150	0.798	
信息处理能力	遇到农业方面的新技术信息我会反复思考	2.910	1.162	0.735	17.39
	遇到农业方面的新问题我会主动咨询	3.000	1.158	0.878	
信息认知能力	我熟悉近些年中央发布的各类农业政策信息	2.570	1.057	0.903	19.85
	我经常与他人交流政府推广的农业技术信息	2.740	1.021	0.887	

量；4) 控制变量，为了更准确地探究信息素养与绿色生产效率的关系，参考相关研究^[30]，本研究引入了多个控制变量包括农户性别、年龄、文化程度、政治身份、健康状况、风险偏好、农业劳动力数量、非农收入占比、社会网络、耕地离家距离、田间交通条件；5) 虚拟变量，为了控制省域地区差异性，加入省份虚拟变量纳入模型。上述各类变量的定义与描述性统计分析如表 4 所示。

3 结果与分析

3.1 农户信息素养对绿色生产效率的影响

表 5 考察了农户信息素养对绿色生产效率的影响。结果显示，在控制其他变量的基础上，农户信息素养对绿色生产效率具有显著正向影响 ($P < 0.01$)。这一影响的原因可以从多个方面解释。首先，信息素养水平高的农户具有更强的信息意识，能够更好地认识到绿色生产的重要性，从而提高其积极性和动力，优化投入要素，降低生产成本。其次，信息获取能力强的农户更容易降低绿色生产行为的认知偏差，有助于更好地采纳绿色生产行为，提高绿色生产水平^[31]。此外，信息处理能力强的农户能够更好地分析和处理信息，解决生产中的问题，降低风险，实现生产要素的最优匹配，有效减轻环境污染问题。最后，信息认知能力强的农户对政策信息比

较敏感，为了获取绿色生产补贴或是避免环境污染处罚会积极响应国家农业绿色发展政策，主动参加农业技术培训，从而提高绿色生产效率。因此，本研究中假设 H1 得到验证。

对于其他控制变量，结果表明年龄、健康状况、非农收入占比对绿色生产效率有显著负向影响。随着年龄的增加，农户的绿色生产效率呈下降趋势，可能是因为思维相对固化，难以接受新型生产方式。健康状况良好的农户更愿意采用绿色生产方式，以改善生活环境。随着非农收入占比的增加，农户对农业生产的关注程度下降，从而导致绿色生产效率的降低。相比以上控制变量，文化程度、政治身份、风险偏好、社会网络、田间交通条件对绿色生产效率产生了显著正向影响。高文化程度的农户更懂得农业绿色生产的益处，愿意采纳新技术，提高绿色生产意愿。具有政治身份的农户更积极响应国家政策，发挥其带动作用，降低农户采纳绿色生产行为的障碍^[32]。风险偏好高的农户更容易接受新型生产方式，提高绿色生产效率。社会网络资源丰富的农户更容易进行绿色生产，而田间交通条件的改善有助于提高绿色生产效率。

尽管上述分析已经揭示了农户信息素养对绿色生产效率的静态效应，但值得注意的是，农户信息素养是一个长期积累的过程，其对绿色生产效率的

表 4 变量定义与描述性统计
Table 4 Variable definitions and descriptive statistics

变量类型	变量名称	变量定义及赋值	均值	标准差
被解释变量	绿色生产效率	农户的绿色生产效率值	0.499	0.194
解释变量	农户信息素养	农户信息素养总得分(因子分析所得)	0.000	0.504
门槛变量	农户信息素养	因子分析得出的农户信息素养值	0.000	0.504
中介变量	绿色生产行为采纳程度(个)	采纳有机肥、秸秆还田、免耕少耕、深松数量	3.188	1.025
调节变量	网络覆盖	农户家中是否接入互联网:是=1;否=0	0.549	0.498
	网络便利度	本村网络通信方便程度:非常不方便=1;比较不方便=2;一般=3;比较方便=4;非常方便=5	3.849	1.234
	快递便利性	农户家中附近是否有快递服务点:是=1;否=0	0.818	0.386
控制变量	性别	男=1;女=0	0.953	0.211
	年龄	30岁及以下=1;31~40岁=2;41~50岁=3;51~60岁=4;大于60岁=5	4.247	0.797
	文化程度(年)	实际上学年限	7.005	3.298
	政治身份	是否是村干部或党员:是=1;否=0	0.061	0.239
	健康状况	非常不好=1;比较不好=2;一般=3;比较好=4;非常好=5	4.037	0.899
	风险偏好	风险规避=1;风险中立=2;风险偏好=3	1.736	0.784
	农业劳动力数量(人)	家庭农业劳动力人数	1.984	0.674
	非农收入占比	非农收入占家庭总收入比重	0.497	0.412
	社会网络(人)	春节期间来往的亲朋数量	23.380	22.840
	耕地离家距离(km)	耕地离家中的距离	0.806	0.581
虚拟变量	田间交通条件	非常不方便=1;比较不方便=2;一般=3;比较方便=4;非常方便=5	4.109	0.992
	区域虚拟变量	以省为单位设置虚拟变量	-	-

表 5 基准回归结果
Table 5 Baseline regression results

变量	绿色生产效率					
	系数	标准误	系数	标准误	系数	标准误
农户信息素养	0.043***	0.016	0.043***	0.016	0.043***	0.016
性别	0.007	0.037	0.007	0.037	0.007	0.037
年龄	-0.024**	0.010	-0.024**	0.010	-0.024**	0.010
文化程度	0.004*	0.002	0.004*	0.002	0.004*	0.002
政治身份	0.067**	0.033	0.067**	0.033	0.067**	0.033
健康状况	-0.018**	0.009	-0.018**	0.009	-0.018**	0.009
风险偏好	0.028***	0.010	0.028***	0.010	0.028***	0.010
农业劳动力数量	0.014	0.011	0.014	0.011	0.014	0.011
非农收入占比	-0.066***	0.019	-0.066***	0.019	-0.066***	0.019
社会网络	0.001***	0.000	0.001***	0.000	0.001***	0.000
耕地离家距离	-0.017	0.013	-0.017	0.013	-0.017	0.013
田间交通条件	0.021**	0.008	0.021**	0.008	0.021**	0.008
陕西	-0.078***	0.019			0.022	0.019
山西	-0.100***	0.020	-0.022	0.019		
河南			0.078***	0.019	0.100***	0.020
Log likelihood	68.933		68.933		68.933	
LR chi2	106.96		106.96		106.96	
Prob > chi2	0.000		0.000		0.000	
Pseudo R ²	-3.461		-3.461		-3.461	

注：*、** 和 *** 分别表示在 10%、5% 和 1% 统计水平上显著。下表同。

影响存在动态变化。因此，本研究采用门槛模型来验证农户信息素养对绿色生产效率的动态影响。通过自抽样法进行 5 000 次的 Bootstrap 检验并通过 *P* 值结果，证明了信息素养对绿色生产效率存在显著的门槛效应 ($P < 0.1$)，其门槛值为 0.21 (表 6)。进一步分析可知，当信息素养水平小于等于 0.21 时，农户信息素养对绿色生产效率的影响系数为 0.036；而当信息素养水平大于 0.21 时，影响系数提高至 0.111。这表明，信息素养对绿色生产效率的影响在信息素养积累到一定程度后发生了变化。随着信息素养积累，农户能够更好地整合信息资源，吸收农业先进技术，最大程度地发挥信息化对农业生产的

促进作用。这进一步提高了产量，减少了生产要素的过度使用和浪费，从而促使生产更高质量的绿色农产品，进一步提高了绿色生产效率。因此，只有当信息素养得到长期积累并达到一定水平时，其对绿色生产效率的影响才能实现质的变化。这强调了政府和相关机构在提升农户信息素养水平方面的长期投入和培训的重要性，以推动农业向更加绿色、可持续发展的方向发展。

3.2 绿色生产行为在信息素养影响绿色生产效率中的中介作用

为深入了解农户信息素养对绿色生产效率的影响路径，本研究采用中介效应检验考察农户信息素

表 6 农户信息素养作为门槛变量的门槛回归估计结果
Table 6 Threshold regression estimation results of farmers' information literacy as a threshold variable

变量	绿色生产效率			
	信息素养水平 ≤ 0.21		信息素养水平 > 0.21	
	系数	标准误	系数	标准误
农户信息素养	0.036*	0.020	0.111*	0.058
控制变量	已控制		已控制	
样本量	410		233	
R ²	0.191		0.251	
LM 检验值	36.977			
Bootstrap <i>P</i> 值	0.003			
95% 置信区间	[-0.05, 0.24]			
Heteroskedasticity Test <i>P</i> 值	0.024			

表 7 中介效应检验结果
Table 7 Results of mediation effect test

变量	绿色生产效率		绿色生产行为采纳		绿色生产效率	
	系数	标准误	系数	标准误	系数	标准误
农户信息素养	0.043***	0.016	0.303***	0.050	0.033**	0.016
绿色生产行为采纳程度					0.031**	0.013
控制变量	已控制		已控制		已控制	
Log likelihood / F	68.932		10.00		71.953	
Prob > chi2	0.000		0.000		< 0.001	
LR chi2/ R ²	106.96		0.182		113.00	
Pseudo R ² / adjust R ²	-3.461		0.164		-3.6565	

养对绿色生产效率的影响路径(表7), 检验结果表明, 信息素养在1%的显著性水平上促进了绿色生产行为采纳。这意味着信息素养水平的提高可以促进农户采纳绿色生产行为, 证明信息对农户行为决策有重要的影响, 随着信息获取的增加, 对于农户采纳绿色生产行为有积极影响。具体而言, 信息素养高的农户因信息获取来源更丰富, 信息搜寻成本降低, 能够获取更多的绿色生产信息知识^[33]。这有助于解决绿色生产行为的认知约束, 使得农户充分了解绿色生产行为的技术属性特征以及成本收益信息等, 使其对行为采纳的预期更加笃定, 增强对绿色生产行为的重视程度。其次, 信息素养高的农户积累了丰富的绿色生产行为信息知识, 具备更强的抗风险能力、主观能动性和实践能力, 更容易接受新事物, 降低农户对采纳绿色生产行为的不确定性和心理担忧, 加快其决策进程并提高其决策质量^[34]。此外, 农户信息素养的提高有助于破除信息不对称现象, 克服采纳绿色生产行为中的困难, 降低农户技术采纳门槛, 提高农户技术采纳能力^[35]。最后, 信息素养高的农户在信息的交流与沟通能力上更强, 能够通过技术交流促进其他农户对绿色生产行为的认知与了解, 形成良好的绿色生产氛围, 进而促进农户绿色生产行为的采纳^[36]。

进一步分析发现, 加入绿色生产行为采纳变量后, 农户信息素养的影响系数由0.043下降到0.033。这说明绿色生产行为采纳在农户信息素养对绿色生产效率影响中发挥了中介作用。农户对绿色生产行为的采纳有助于提高绿色生产效率, 这主要表现在两个方面: 首先, 绿色生产行为的采纳有利于提高农产品的品质, 进而提高农产品的销量和价格, 从而增加期望产出^[37]; 其次, 绿色生产行为采纳可以提高农药和化肥的使用效率, 有效减少化肥农药等的使用^[38], 既节约了投入成本, 又减少了农业面源污染以及农业碳排放, 进而促进了绿色生产效率的提高。综合上述分析, 本研究证明农户信息素养对

其绿色生产行为采纳有着重要的影响, 而绿色生产行为的采纳又可以促进绿色生产效率的提高, 表明绿色生产行为中介效应的成立, 证实农户信息素养的提高确实能够促进农户绿色生产行为的采纳进而提高其绿色生产效率, 验证了假设H2。农户信息素养提高增强了其信息可得性, 在充分了解信息的基础上, 可以促进农户采纳绿色生产行为, 进而对提高其绿色生产效率具有积极影响。

3.3 数字基础设施对农户信息素养影响绿色生产效率的调节作用

为检验数字基础设施对农户信息素养影响绿色生产效率发挥的作用, 本研究引入交互项进行检验, 结果如表8所示。首先, 信息素养与网络覆盖的交互项系数在1%的水平上显著为正。这表明互联网的覆盖对农户信息素养影响绿色生产效率产生了正向调节作用。主要原因在于互联网信息具有及时、高效的特点, 加速了信息传播速度, 扩大了信息传播范围, 这有助于破除信息不对称现象, 克服采纳绿色生产行为中的困难。即便是在农村地区, 农户也可以通过网络便捷地浏览和查询农业绿色生产相关信息, 从而提高了对绿色生产的认知与环境责任意识, 促进绿色生产的积极性^[39]。其次, 农户信息素养与网络便利度的交互项系数也显著为正, 表明网络通信越方便, 农户信息素养水平的提高越能促进绿色生产效率的提高。其主要原因在于网络通信越便利。一方面, 在大数据影响下信息素养高的农户越可以随时随地接受来自互联网的信息, 减少信息不对称性, 农户可以通过远程学习等方式加强与外部的交流与沟通, 借助外部力量促进对绿色生产信息的理解与运用, 优化农业生产结构, 克服绿色生产中遇到的困难, 大大提高绿色生产水平。另一方面, 更加密切了农户与市场之间的联系, 可以充分了解市场需求, 生产绿色高质量农产品, 促进绿色生产^[40]。最后, 农户信息素养与快递便利性的交互项系数同样显著为正。这说明快递服务的便利性

表8 调节效应检验结果
Table 8 Test results of adjustment effect

变量	绿色生产效率					
	系数	标准误	系数	标准误	系数	标准误
农户信息素养	0.036**	0.016	0.039**	0.016	0.039**	0.016
网络覆盖	0.089***	0.016				
农户信息素养 × 网络覆盖	0.079***	0.016				
网络便利度			0.013**	0.006		
农户信息素养 × 网络便利度			0.023*	0.012		
快递便利性					0.064***	0.020
农户信息素养 × 快递便利性					0.125**	0.049
控制变量	已控制		已控制		已控制	
Log likelihood	87.332		72.755		78.467	
LR chi2	143.76		114.61		126.03	
Prob > chi2	0.000		0.000		0.000	
Pseudo R ²	-4.652		-3.708		-4.078	

有助于农户信息素养水平的提升,从而促进绿色生产效率的提高。随着互联网用户的增多,电商交易规模的不断扩大,农产品贸易逐步采用线上模式,快递服务的便利性可以打破地理壁垒,促进绿色投入品及绿色农产品的更大范围流通,从而提高了绿色生产效率^[41]。综合上述分析,数字基础设施对农户信息素养影响绿色生产效率产生了正向调节作用。数字基础设施不仅是提升农户信息素养的基本保障,而且可以强化农户信息素养对绿色生产效率的影响作用,假设H3得到验证。

3.4 稳健性检验

为避免农户信息素养对其绿色生产效率影响可能存在的内生性问题,本研究选取“农户是否接受过技术培训”作为工具变量进行检验。因为是否接受过技术培训对农户是否可以通过互联网获取信息,提高信息素养具有很重要的影响,但是很难直接影响绿色生产效率,因此满足工具变量的条件。本研究采用IV-Tobit模型进行两阶段回归。如表9所示,Wald外生性检验在1%的水平上显著,表明工具变量满足外生性。此时,信息素养的系数在1%的水平上显著为正,表明在解决内生性问题后,农户信息素养依然对绿色生产效率有显著的正影响,与基准回归的结果一致,证明了模型的稳定性。此外,本研究参考已有研究将农户信息素养因子分析的结果替换为得分法的结果。在得分法中,我们对各题项进行赋分,并等权重计算信息素养^[3]。得分法的结果显示,农户信息素养的均值为28.43,标准偏差为6.574。在重新进行回归后,农户信息素养在1%的显著性水平上正向影响绿色生产效率,进一步验证了模型估计结果的稳健性。

表9 稳健性检验结果
Table 9 Robustness test results

变量	绿色生产效率			
	工具变量法		替换关键变量	
	系数	标准误	系数	标准误
农户信息素养	0.570***	0.103	0.003***	0.001
控制变量	已控制		已控制	
Wald chi2/ LR chi2	70.600		107.300	
Prob > chi2	0.000		0.000	
Log likelihood	-307.168		69.102	
Wald test of exogeneity	57.060***		—	

4 结论和政策建议

4.1 结论

1) 农户信息素养水平的提高对绿色生产效率的提升起到了显著的促进作用。信息素养在不同水平上对绿色生产效率具有阶段性的影响,随着信息素养的积累,其影响作用进一步增强。

2) 从内在机制看,农户信息素养的提升促进了绿色生产行为的采纳,从而推动了绿色生产效率的提高。外部环境方面,良好的数字基础设施建设有助于缓解农户信息贫困,跨越数字鸿沟,增强了农户信息素养对绿色生产效率的促进作用。

4.2 政策建议

基于研究结果,本研究提出以下政策建议以释放农户绿色发展活力,推进农业可持续发展:

1) 丰富农户信息获取渠道。通过传统媒体和新型媒体,如微信、微博、抖音等,向农户传递绿色生产信息,提高信息获取通畅度。利用互联网定位技术,增加农户绿色生产信息的个性化推送,提高农户信息素养水平,从而提高资源配置效率。

2) 促进绿色生产技术研发创新。从行为引导

的角度鼓励农户参加绿色生产行为培训,一方面,加强绿色生产技术的推广宣传,使得农户认识到绿色生产技术的效益,如增产潜力以及环境保护作用,减少农户对绿色生产技术的确定性,使得农户对绿色生产技术保持积极态度;另一方面,加强绿色生产技术的理论教育,使得农户理论与实践相结合,解决绿色生产中遇到的问题,降低农户绿色生产风险感知和行为采纳壁垒,提高农户采纳绿色生产行为的积极性,从而获得行为采纳带来的综合效益。

3) 加强农村地区数字基础设施建设。实现数字经济发展与农业绿色生产相融合,营造良好的农业绿色发展信息环境。通过提速降费政策,降低农户上网成本,提升网络信号和稳定性。在农村公共场所开放免费 WIFI,提高网络使用便利度。与农村电子商务企业合作,解决快递“最后一公里”问题,促进农村地区数字基础设施建设。

参考文献:

- [1] 李兆亮, 罗小锋, 薛龙飞, 等. 中国农业绿色生产效率的区域差异及其影响因素分析 [J]. 中国农业大学学报, 2017, 22(10): 203-212.
Li Z L, Luo X F, Xue L F, et al. Agricultural green technical efficiency and its affecting factors in China[J]. Journal of China Agricultural University, 2017, 22(10): 203-212.
- [2] 陈哲, 李晓静, 夏显力, 等. 城镇化发展对农业绿色生产效率的影响 [J]. 统计与决策, 2021, 37(12): 99-102.
Chen Z, Li X J, Xia X L, et al. Influence of urbanization development on agricultural green production efficiency[J]. Statistics & Decision, 2021, 37(12): 99-102.
- [3] 闫贝贝, 刘天军. 信息服务、信息素养与农户绿色防控技术采纳——基于陕西省 827 个苹果种植户的调研数据 [J]. 干旱区资源与环境, 2022, 36(5): 46-52.
Yan B B, Liu T J. Information service, information literacy and farmers' adoption of green control technology[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2022, 36(5): 46-52.
- [4] 高霏霏. 乡村振兴战略下农民信息素养培养过程及其实现路径探究 [J]. 图书馆学研究, 2021(18): 66-73.
Gao F F. A research on the process and realization path of farmers' information literacy instruction under rural revitalization strategy[J]. Research on Library Science, 2021(18): 66-73.
- [5] Solow R. We'd better watch out[J]. New York Times Book Review, 1987, 36.
- [6] Bowonder B, Yadav Y. Developing an ICT platform for enhancing agricultural productivity: The case study of EID Parry[J]. International Journal of Services Technology and Management, 2005, 6(3-5): 322-341.
- [7] 石建勋, 吴平. 关于信息技术投资的生产率悖论及其争议 [J]. 经济学动态, 2007(12): 72-76.
Shi J X, Wu P. The productivity paradox of information technology investment and its controversy[J]. Economic Perspectives, 2007(12): 72-76.
- [8] 高杨, 牛子恒. 农业信息化、空间溢出效应与农业绿色全要素生产率——基于 SBM-ML 指数法和空间杜宾模型 [J]. 统计与信息论坛, 2018, 33(10): 66-75.
Gao Y, Niu Z H. Agricultural informatization, spatial spillover effect and agricultural green total factor productivity: Based on the method of SBM-ML index and spatial Durbin model[J]. Journal of Statistics and Information, 2018, 33(10): 66-75.
- [9] 孙淑惠, 刘传明, 陈晓楠. 数字乡村、网络溢出和农业绿色全要素生产率 [J]. 中国农业资源与区划, 2023, 44(9): 45-59.
Sun S H, Liu C M, Chen X N. Digital village, network spillover and agricultural green total [J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2023, 44(9): 45-59.
- [10] 杜建军, 章友德, 刘博敏, 等. 数字乡村对农业绿色全要素生产率的影响及其作用机制 [J]. 中国人口·资源与环境, 2023, 33(2): 165-175.
Du J J, Zhang Y D, Liu B M, et al. Impact of digital village construction on agricultural green total factor productivity and its mechanisms[J]. China Population, Resources and Environment, 2023, 33(2): 165-175.
- [11] 陈菲菲, 张崇尚, 罗玉峰, 等. 农户种植经验对技术效率的影响分析——来自我国 4 省玉米种植户的微观证据 [J]. 农业技术经济, 2016(5): 12-21.
Chen F F, Zhang C S, Luo Y F, et al. Analysis on the impact of farmers' planting experience on technical efficiency: Micro-evidence from corn growers in four provinces of China[J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2016(5): 12-21.
- [12] 李博伟, 徐翔. 社会网络、信息流动与农民采用新技术——格兰诺维特“弱关系假设”的再检验 [J]. 农业技术经济, 2017(12): 98-109.
Li B W, Xu X. Social network, information flow and farmers' adoption of new technologies: Re-examination of Granovitt's hypothesis of weak relationship[J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2017(12): 98-109.
- [13] 刘铮, 周静. 信息能力、环境风险感知与养殖户亲环境行为采纳——基于辽宁省肉鸡养殖户的实证检验 [J]. 农业技术经济, 2018(10): 135-144.
Liu Z, Zhou J. Information ability, perception of environmental risk and farmers' environmentally friendly behavior adoption: Based on empirical test of the sample of broiler farmers in Liaoning Province[J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2018(10): 135-144.
- [14] 石志恒, 张可馨. 农户绿色防控技术采纳行为研究——基于“信息-动机-行为技巧”干预模型 [J]. 干旱区资源与环境, 2022, 36(3): 28-35.
Shi Z H, Zhang K X. Research on farmers' adoption behavior of green prevention and control technology[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2022, 36(3): 28-35.
- [15] 李翠霞, 许佳彬, 王洋. 农业绿色生产社会化服务能提高农业绿色生产率吗 [J]. 农业技术经济, 2021(9): 36-49.
Li C X, Xu J B, Wang Y. Can socialized service of agricultural green production improve agricultural green productivity?[J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2021(9): 36-49.
- [16] 黄玛兰, 李晓云, 曾琳琳. 农户资本禀赋对水稻生产生态效率的影响——以湖北省为例 [J]. 中国农业资源与区划, 2022,

- 43(10): 75-84.
- Huang M L, Li X Y, Zeng L L. Impact of farmers' capital endowment on eco-efficiency of rice production: A case study of Hubei Province[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2022, 43(10): 75-84.
- [17] 郭家堂, 骆品亮. 互联网对中国全要素生产率有促进作用吗?[J]. 管理世界, 2016(10): 34-49.
- Guo J T, Luo P L. Does the Internet promote total factor productivity in China? [J]. Journal of Management World, 2016(10): 34-49.
- [18] 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.
- Cheng L L, Zhang J B, He K. Analysis on the influence of network embeddedness and risk perception on farmers' adoption behavior of green agricultural tillage technology: Based on the survey data of 615 farmers in Hubei Province[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2019, 28(7): 1736-1746.
- [19] 陈哲, 李晓静, 夏显力. 互联网发展环境下多维教育对农户IPM技术采纳行为的影响研究[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2022(3): 83-95.
- Chen Z, Li X J, Xia X L. Research on the impact of multi-dimensional education on farmers' adoption of IPM technology in the Internet development environment[J]. Journal of Huazhong Agricultural University(Social Sciences Edition), 2022(3): 83-95.
- [20] 肖锐, 陈池波. 财政支持能提升农业绿色生产率吗?——基于农业化学品投入的实证分析[J]. 中南财经政法大学学报, 2017(1): 18-24, 158.
- Xiao R, Chen C B. Can financial support promote agricultural green productivity? An empirical evidence from agricultural chemicals input[J]. Journal of Zhongnan University of Economics and Law, 2017(1): 18-24, 158.
- [21] 张梦玲, 童婷, 陈昭玖. 农业社会化服务有助于提升农业绿色生产率吗?[J]. 南方经济, 2023(1): 135-152.
- Zhang M L, Tong T, Chen Z J. Can socialized service of agricultural production improve agricultural green productivity?[J]. South China Journal of Economics, 2023(1): 135-152.
- [22] 宋海风, 刘应宗. 粮食主产区小麦生态效率及降污潜力研究——基于藏粮于田的视角[J]. 干旱区资源与环境, 2017, 31(7): 97-101.
- Song H F, Liu Y Z. Wheat ecological efficiency and pollution reducing potential of major grain production areas[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2017, 31(7): 97-101.
- [23] 王浩林, 张弛. 收入对老年人抑郁水平的非线性影响研究——来自CHARLS数据的经验证据[J]. 南京医科大学学报(社会科学版), 2023, 23(5): 442-449.
- Wang H L, Zhang C. The nonlinear effect of income on the depression levels of the elderly-empirical evidence from CHARLS [J]. Journal of Nanjing Medical University(Social Sciences Edition), 2023, 23(5): 442-449.
- [24] 曾琳琳, 李晓云, 孙倩. 作物种植专业化程度对农业生态效率的影响[J]. 中国农业资源与区划, 2022, 43(8): 10-21.
- Zeng L L, Li X Y, Sun Q. The impact of crop specialization on agricultural eco-efficiency[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2022, 43(8): 10-21.
- [25] 史常亮, 李赞, 朱俊峰. 劳动力转移、化肥过度使用与面源污染[J]. 中国农业大学学报, 2016, 21(5): 169-180.
- Shi C L, Li Y, Zhu J F. Rural labortransfer, excessive fertilizer use and agricultural non-point source pollution [J]. Journal of China Agricultural University. 2016, 21(5): 169-180.
- [26] 张丽琼, 何婷婷. 1997—2018年中国农业碳排放的时空演进与脱钩效应——基于空间和分布动态法的实证研究[J]. 云南农业大学学报(社会科学), 2022, 16(1): 78-90.
- Zhang L Q, He T T. Spatio-temporal of agricultural carbon emission and decoupling in china during 1997-2018: An empirical research based on spatial and distribution dynamics method [J]. Journal of Yunnan Agricultural University (Social Sciences). 2022, 16(01): 78-90.
- [27] 闫贝贝, 赵佩佩, 刘天军. 信息素养对农户参与电商的影响——基于农户内在感知的中介作用和政府推广的调节作用[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2021(5): 54-65, 193-194.
- Yan B B, Zhao P P, Liu T J. The impact of information literacy on farmers' participation in E-commerce: Based on the intermediary role of farmers' internal perception and the regulatory role of government promotion[J]. Journal of Huazhong Agricultural University (Social Sciences Edition), 2021(5): 54-65, 193-194.
- [28] 杨程方, 郑少锋, 杨宁. 信息素养、绿色防控技术采用行为对农户收入的影响[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2020, 28(11): 1823-1834.
- Yang C F, Zheng S F, Yang N. The impact of information literacy and green prevention-control technology adoption behavior on farmer household income[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2020, 28(11): 1823-1834.
- [29] 李芬妮, 张俊飏, 何可. 非正式制度、环境规制对农户绿色生产行为的影响——基于湖北1105份农户调查数据[J]. 资源科学, 2019, 41(7): 1227-1239.
- Li F N, Zhang J B, He K. Impact of informal institutions and environmental regulations on farmers' green production behavior: Based on survey data of 1105 households in Hubei Province[J]. Resources Science, 2019, 41(7): 1227-1239.
- [30] 王玉, 陈海滨, 邵砾群. 社会资本与农户有机肥替代化肥行为——基于陕西省408份苹果户调查数据[J]. 干旱区资源与环境, 2021, 35(8): 42-50.
- Wang Y, Chen H B, Shao L Q. Social capital and farmers' behavior of substituting chemical fertilizer with organic fertilizer in Shaanxi Province[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2021, 35(8): 42-50.
- [31] 马艳艳, 刘梅, 范晨露. 信息获取、风险承担与农户绿色生产技术采纳行为——来自宁夏的微观证据[J]. 云南农业大学学报(社会科学), 2023, 17(2): 61-70.
- Ma Y Y, Liu M, Fan C L. Effects of information acquisition and risk bearing on farmers' green technology adoption behavior: microscopic evidence from Ningxia[J]. Journal of Yunnan Agricultural University (Social Sciences), 2023, 17(2): 61-70.
- [32] 薛彩霞. 农户政治身份对绿色农业生产技术的引领效应[J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版), 2022, 22(3): 148-160.
- Xue C X. Leading effect of households' political identity on green

- agricultural production technology[J]. Journal of Northwest A&F University (Social Science Edition), 2022, 22(3): 148-160.
- [33] 刘枢灵, 滕晨光, 王太祥. 信息获取渠道对农户农业节水行为的影响[J]. 农业现代化研究, 2023, 44(2): 328-338.
Liu J L, Teng C G, Wang T X. Influence of information acquisition channels on farmers' water-saving behaviors[J]. Research of Agricultural Modernization, 2023, 44(2): 328-338.
- [34] 高杨, 牛子恒. 风险厌恶、信息获取能力与农户绿色防控技术采纳行为分析[J]. 中国农村经济, 2019(8): 109-127.
Gao Y, Niu Z H. Risk aversion, information acquisition ability and farmers' adoption behavior of green control techniques[J]. Chinese Rural Economy, 2019(8): 109-127.
- [35] 王帅, 颜廷武. 价值认知、信息素养与农户秸秆离田利用——基于鄂豫两省农户的实证分析[J]. 世界农业, 2023(10): 110-124.
Wang S, Yan T W. Value perception, information literacy and farmers' straw off-field utilization-empirical study based on farmers in Hubei and Henan provinces[J]. World Agriculture, 2023(10): 110-124.
- [36] 石志恒, 杨泽赞. 社会资本对农户有机肥施用意愿与行为悖离的影响——基于信息可得性的中介效应分析[J]. 中国农业大学学报, 2023, 28(11): 279-294.
Shi Z H, Yang Z Y. Influence of social capital on farmers' willingness and behavior to apply organic fertilizer: Analysis of mediation based on information availability[J]. Journal of China Agricultural University, 2023, 28(11): 279-294.
- [37] 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——以武陵山茶叶主产区为例[J]. 中国农业大学学报, 2022, 27(2): 243-255.
Peng S, Chen Y P. 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.
- [38] 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 F Y, Jin J J, Qiu X. 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.
- [39] 彭新慧, 闫小欢. 互联网使用对苹果种植户绿色生产技术采纳行为的影响[J]. 北方园艺, 2022(17): 147-153.
Peng X H, Yan X H. Influence of the use of internet on apple growers' adoption of green production technology[J]. Northern Horticulture, 2022, (17): 147-153.
- [40] 马千惠, 郑少锋, 陆迁. 社会网络、互联网使用与农户绿色生产技术采纳行为研究——基于708个蔬菜种植户的调查数据[J]. 干旱区资源与环境, 2022, 36(3): 16-21, 58.
Ma Q H, Zheng S F, Lu Q. Social network, internet use and farmers' green production technology adoption behavior[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2022, 36(3): 16-21, 58.
- [41] 罗贤禄, 廖小菲. 农村基础设施对农业绿色生产效率的影响[J]. 粮食科技与经济, 2021, 46(2): 33-36.
Luo X L, Liao X F. Analysis on the influence of rural infrastructure on agricultural green production efficiency[J]. Food Science and Technology and Economy, 2021, 46(2): 33-36.

(责任编辑: 孟岑)