



郭锦墉, 刘衍朵, 贺亚琴. 数字技能、种养结合模式采纳行为与收入效应——基于CRRS数据[J]. 中国农业大学学报, 2025, 30(08): 210-224.
GUO Jinyong, LIU Yanduo, HE Yaqin. Digital skills, farmers' adoption behavior of crop-livestock combined pattern and income effect: Based on CRRS data [J]. *Journal of China Agricultural University*, 2025, 30(08): 210-224.
DOI: 10.11841/j.issn.1007-4333.2025.08.18

数字技能、种养结合模式采纳行为与收入效应 ——基于CRRS数据

郭锦墉^{1,2} 刘衍朵¹ 贺亚琴^{1,2*}

(1. 江西农业大学 经济管理学院, 南昌 330045;

2. 江西农业大学 农村经济研究所, 南昌 330045)

摘 要 为探究农户数字技能在种养结合模式推广中的重要作用以及种养结合模式的经济效益, 基于2020年中国乡村振兴调查(CRRS)数据, 运用二元Probit模型和内生转换模型, 实证分析数字技能对农户种养结合模式采纳行为的影响及其收入效应。结果表明: 第一, 数字技能的提升显著促进农户采纳种养结合模式, 且结论稳健; 第二, 数字技能通过赋能农户获取线上信息、拓展社会网络及参与农产品电商促进农户种养结合模式采纳行为; 第三, 相比于规模户和高细碎化组农户, 数字技能的提升显著促进小农户和低细碎化组农户的种养结合模式采纳行为; 第四, 种养结合模式采纳行为显著提高农户农业收入, 在反事实情形下, 采纳种养结合模式的农户若选择不采纳, 其农业收入将下降82.92%, 未采纳种养结合模式的农户若选择采纳, 其农业收入将增加115.63%。基于此, 本研究提出加强农户数字技能培训, 发挥数字技能的线上信息获取效应、社会网络效应和电商参与效应, 释放种养结合模式的经济效能。

关键词 种养结合; 数字技能; 采纳行为; 收入效应; 内生转换模型

中图分类号 F323.3

文章编号 1007-4333(2025)08-0210-15

文献标志码 A

Digital skills, farmers' adoption behavior of crop-livestock combined pattern and income effect: Based on CRRS data

GUO Jinyong^{1,2}, LIU Yanduo¹, HE Yaqin^{1,2*}

(1. School of Economics and Management, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China;

2. The Rural Economy Research Institute, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

Abstract This study aims to evaluate the role of farmers' digital skills in promoting the crop-livestock combined pattern and its economic benefits. Based on China Rural Revitalization Survey (CRRS) data in 2020, this study empirically analyzes the impact of digital skills on farmers' adoption behavior of crop-livestock combined pattern using binary probit model and the income effect using the endogenous switching regression model. The results show that: Firstly, farmers' digital skills significantly promote their adoption behavior of crop-livestock combined pattern, and the conclusion is robust. Secondly, farmer's digital skills can encourage their adoption of the crop-livestock combined pattern by improving their online information acquisition ability, expanding social networks and enhancing participation in the e-commerce of agricultural

收稿日期: 2024-10-19

基金项目: 国家自然科学基金项目(71863017, 42167070); 江西省社会科学基金项目(20GL39); 江西省教育厅高校人文社科基地项目(JD20056)

第一作者: 郭锦墉(ORCID: 0009-0000-2529-6168), 教授, 主要从事农产品营销研究, E-mail: 390786327@qq.com

通讯作者: 贺亚琴(ORCID: 0009-0004-9123-6402), 副教授, 博士后, 主要从事农业资源与环境经济学研究, E-mail: yaqinhe@foxmail.com

products. Thirdly, their digital skills significantly promote the adoption behavior of crop-livestock combined pattern of small-scale farmers with farmland less than 3.333 hm² and of farmers with low land fragmentation. Lastly, farmers' adoption of the crop-livestock combined pattern leads to a significant increase on farmers' agricultural income. In detail, the agricultural income of farmers who actually adopt the crop-livestock combined pattern would decrease by 82.92% if they decided against the adoption. In contrast, the agriculture income of farmers who don't adopt the pattern would increase by 115.63% if they decided to adopt it. In conclusion, the study suggests strengthening the training of farmers' digital skills, making full use of the online information acquisition effects, social network effects as well as e-commerce participation effects, and fully releasing the economic potential of the crop-livestock combined pattern.

Keywords crop-livestock combined pattern; digital skills; adoption behavior; income effect; endogenous switching regression model (ESR model)

当前,我国农业处于粗放生产向绿色生产转型发展的关键时期。种养结合模式将种植技术和养殖技术有机结合,促进物质和能量在动植物之间循环,有助于推动农业废弃物合理利用、降低环境污染、实现农民增产增收。然而,种植业和养殖业主体因专业化分工而分离^[1],国内种养结合型农户比例由1986年的71%下降至2017年的12%^[2],这造成我国面临种植业化肥过量施用和养殖业废弃物利用率低的双重困境^[3]。为此,2021—2024年连续4年中央一号文件指出要加强畜禽粪污等农业废弃物资源化利用,2022年国务院发布的《“十四五”推进农业农村现代化规划》提出发展种养结合循环农业。2025年中共中央、国务院印发的《乡村全面振兴规划(2024—2027年)》重点提出发展生态循环农业,推行农业废弃物减量化、资源化、无害化。在此背景下,引导农户采纳种养结合模式对于减少污染物排放和推动农业可持续发展具有重要意义。

现有文献认为农户受教育程度、技术认知^[4]、风险偏好^[5]等个体特征,经营规模、农业劳动力人数等^[6]家庭特征和政府规制^[7]、金融机构^[8]、邻里关系^[9]等外部环境特征均会影响农户种养结合模式采纳行为。值得注意的是,信息对于技术采纳至关重要^[10]。一方面,技术信息的积累提升农户对技术的认知水平^[11];另一方面,充分的市场信息帮助农户合理评估技术采纳的成本和收益^[12]。从种养结合模式来看,该模式融合种植技术和养殖技术,农业系统复杂性更高、经营管理难度更大且与市场联系更紧密,农户需要掌握充分的信息以应对技术风险和市场风险。但事实上,农村地区信息传播速度慢、效率低,信息不完全将阻碍农户种养结合模式采纳行为。

数字乡村建设的深入推进加快信息技术在农业领域的应用,为缓解农村地区信息不完全提供了契机。根据2023年中央网信办和农业农村部信息中心共同

发布的《中国数字乡村发展报告(2022年)》,我国行政村通宽带比例达100%,基本实现农村城市“同网同速”,5G网络快速渗入农村。随着农村数字基础设施不断完善,数字技能赋能农户将数字信息技术运用于农业生产实践,对农户生产行为有重要影响。现有文献重点研究了数字素养或数字技能对农户创业行为^[13]、电商参与行为^[14]、绿色生产行为^[15]、数字乡村治理^[16]、农民增收和共同富裕^[17]等的影响。然而,鲜有学者关注数字技能在农户种养结合模式采纳行为中的作用,少数文章探讨了互联网使用^[5]、信息能力^[18]对农户种养结合模式采纳行为的影响,但缺乏对影响机制的深入分析。纵观现有文献,大部分研究关注农户种养结合模式采纳行为,较少考虑农户种养结合模式采纳行为的收入效应。事实上,农户作为理性经营者,实现农业收入增长是主要目标,应进一步分析农户采纳行为的收入效应。在此情形下,本研究拟利用2020年中国乡村振兴调查(CRRS)数据,采用二元Probit模型分析数字技能对农户种养结合模式采纳行为的影响,并运用内生转换模型(ESR)估计种养结合模式采纳行为的收入效应,为推动农业数字化和绿色化转型提供政策启示。

1 理论分析

1.1 数字技能对农户种养结合模式采纳行为的影响

赋能理论认为,通过技术赋能可以增进被赋能者的资源获取能力、社会参与能力和自我效能感^[19]。农户借助现代信息技术,通过资源共享、线上互动和技能掌握提高自身发展能力^[20],有助于农户采纳绿色生产方式。

首先,数字技能赋能农户获取线上信息,提升农户对种养结合模式采纳行为的感知有用性和感知易

用性。从感知有用性角度,农户利用互联网了解到种养结合模式具有良好的经济效益与生态效益,更倾向于采纳该模式。从感知易用性角度,一方面,数字技能的提升增强农业技术学习资源的可获得性,农户通过图片、视频等多元化方式参与线上技术培训,降低学习成本,另一方面,数字技能的提升有助于农户及时获取市场信息和政策信息,降低市场价格波动带来的潜在风险,并帮助农户了解相关支持政策,提升农户对种养结合模式采纳行为的感知易用性。

其次,数字技能赋能农户拓展社会网络,通过帮扶支持和行为示范促进农户种养结合模式采纳行为。数字技能高的农户使用微信、抖音等社交媒体,不仅可以增强亲朋好友间的交流频率,维系“强关系”,还能构建新的社会网络,形成“弱关系”。社会网络的拓展一是提供帮扶支持,增加农户资源获取渠道,降低种养结合模式采纳风险;二是发挥同群效应,社会网络中其他成员的种养结合模式采纳行为可产生示范效应,引导农户采取相似决策^[4]。

最后,数字技能赋能农户参与农产品电商,有助于提高农户对种养结合模式采纳行为的预期收益,并通过消费者反馈机制和线上声誉机制促进农户采纳行为。数字技能越高的农户越容易通过微信、抖音、拼多多等电商平台参与农产品电商销售^[14]。首先,参与农产品电商提高农户对绿色农产品的价格预期。一方面,农户利用电商平台通过图文、视频等手段展示农产品生产全过程,获取消费者信任,提升其对绿色农产品的溢价支付意愿^[21];另一方面,参与电商可减少中间商分享绿色农产品价值,提升农户在绿色农产品价值链中的价值获得。其次,农户通过电商平台及时掌握消费者反馈,可了解消费者绿色农产品偏好,促进其种养结合模式采纳行为^[22]。最后,电商的在线评论功能形成线上声誉,农户为了维护“正向口碑”更注重提升产品质量,促进其种养结合模式采纳行为^[23]。基于此,本研究提出假说H1、H1a-H1c:

H1:数字技能的提升可以促进农户种养结合模式采纳行为。

H1a:数字技能的提升通过赋能农户获取线上信息促进其种养结合模式采纳行为。

H1b:数字技能的提升通过赋能农户拓展社会网络促进其种养结合模式采纳行为。

H1c:数字技能的提升通过赋能农户参与农产品电

商促进其种养结合模式采纳行为。

1.2 种养结合模式采纳行为对农户农业收入的影响

种养结合作为典型的生态循环农业模式,通过拓展收入渠道、实现节本增效等途径促进农户农业收入增长。具体而言:首先,农户采纳种养结合模式能同时享有种植业收入和养殖业收入,多样化的收入渠道降低农业经营风险,提高收入稳定性。当种植的农产品价格下跌时,农户可以调整畜禽养殖规模来弥补种植业收入的损失;当养殖的农产品价格下跌时,农户可以优化种植结构来应对养殖业收入的下降。其次,种养结合模式实现了农业废弃物循环利用,有利于节本增效。种养结合模式下,化肥投入以及治污成本下降,同时有机物质的投入能增强土壤肥力,提高作物产出。最后,种养结合型农户可获得政策扶持,带来收入增加。基于此,本研究提出假说H2:

H2:农户种养结合模式采纳行为促进其农业收入增长。

本研究的理论框架如图1所示。

2 数据来源、变量设置与模型设定

2.1 数据来源

本研究数据来源于2020年中国乡村振兴调查(China rural revitalization survey, CRRS),2020年CRRS项目课题组综合考虑经济发展水平和区域位置,在东部、中部、西部和东北地区按照各区域省份数量的1/3随机抽取了10个样本省。接着,根据人均GDP将样本省所有县(市、区)划分为5等份,同时考虑空间位置的均匀分布,每组随机抽取1个县(市、区);然后,按照以上类似的抽样原则,在每个县(市、区)随机抽取3个乡镇,在每个乡镇随机抽取2个行政村;最后,参考村委会提供的花名册,采取等距离抽样法在每个行政村中抽取12~14户农户,共收集农户样本3821个。调查内容涵盖2019年农村劳动力、农业生产、信息化等情况。本研究对数据进行如下筛选:1)剔除16周岁以下的样本;2)剔除农作物种植情况、畜禽养殖情况、数字技能等关键变量数据缺失及异常的样本。最终,本研究保留1734个农户数据。

表1汇报了各省样本农户种养结合模式的采纳情况。未采纳种养结合模式的样本农户占比

77.97%，采纳的样本农户占比 22.03%。在地区层面，西部地区种养结合模式采纳率最高，4 个省的采

纳率基本高于样本平均水平；在省级层面，除西部地区 4 个省外，仅有广东省采纳率高于 20%。

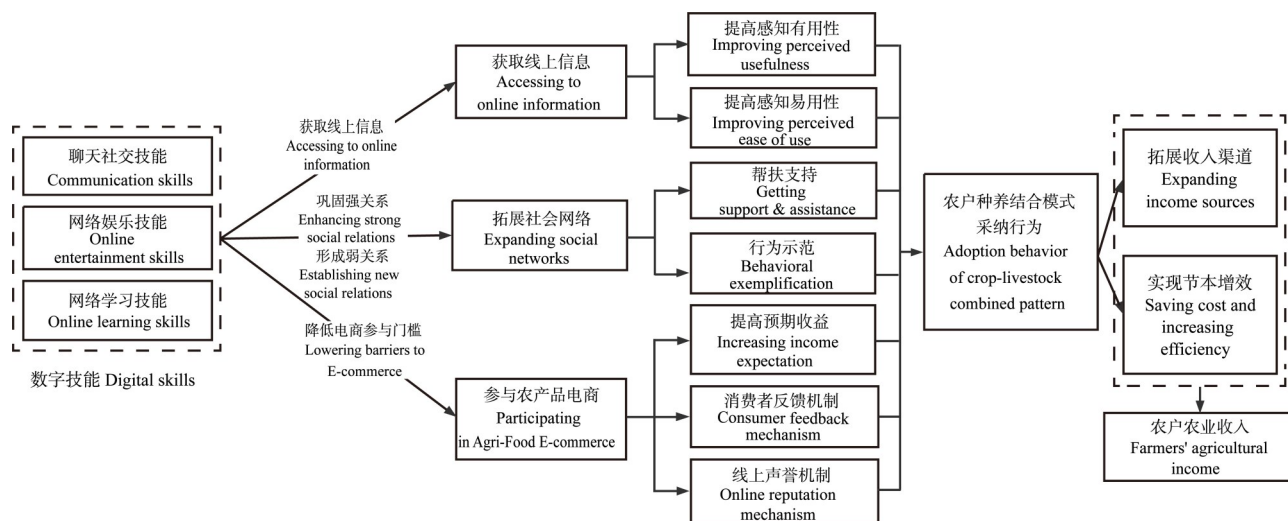


图 1 数字技能对农户种养结合模式采纳行为的影响机制及其收入效应理论框架

Fig. 1 Theoretical framework for the impact of digital skills on farmers' adoption behavior of crop-livestock combined pattern and its income effects

表 1 调查地区样本农户种养结合模式采纳情况

Table 1 Adoption of crop-livestock combined pattern of sample farmers in the survey regions

地区 Region	省份 Province	指标 Item	未采纳组 Non-adoption group	采纳组 Adoption group	合计 Total
东部地区 Eastern China	浙江 Zhejiang	户数	19	2	21
		占比/%	90.48	9.52	100.00
	山东 Shandong	户数	212	4	216
		占比/%	98.15	1.85	100.00
	广东 Guangdong	户数	58	15	73
		占比/%	79.45	20.55	100.00
中部地区 Central China	安徽 Anhui	户数	131	3	134
		占比/%	97.76	2.24	100.00
	河南 Henan	户数	232	28	260
		占比/%	89.23	10.77	100.00
西部地区 Western China	陕西 Shaanxi	户数	163	41	204
		占比/%	79.90	20.10	100.00
	贵州 Guizhou	户数	88	51	139
		占比/%	63.31	36.69	100.00
	四川 Sichuan	户数	112	97	209
		占比/%	53.59	46.41	100.00
东北地区 Northeastern China	黑龙江 Heilongjiang	户数	226	11	237
		占比/%	95.36	4.64	100.00
合计 Total		户数	1 352	382	1,734
		占比/%	77.97	22.03	100.00

2.2 变量设置

1)被解释变量。本研究的被解释变量为农户种养结合模式采纳行为和农户农业收入。参照刘杰等^[24]、王如玉等^[25]的做法,若农户养殖畜禽并且自制有机肥还田,则界定为有种养结合模式采纳行为,赋值为1,否则界定为没有采纳行为,赋值为0。农户农业收入采用农户农业收入总额来测量。从分组样本的均值来看,与未采纳种养结合模式的农户相比,采纳组农户的农业收入高2.686万元。

2)核心解释变量。本研究的核心解释变量是数字技能。数字技能指个体基于数字知识,在生产、生活以及社会参与中理解、掌握和熟练地使用数字技术,并解决现实问题的能力。参考易法敏^[26]的做法,选取生活社交技能、网络娱乐技能和网络学习技能等3种有代表性的数字技能作为测量指标。其中,社交技能指农户是否使用微信、QQ、知乎等;娱乐技能指农户是否观看视频、直播等;学习技能指农户是否进行线上学习。最后,采用农户掌握的技能数量来测量农户数字技能。从分组样本的均值来看,采纳种养结合模式的农户数字技能显著高于未采纳的农户。

3)机制变量。本研究引入线上信息获取、社会网络和农产品电商参与等作为数字技能影响农户种养结合模式采纳行为的机制变量。借鉴相关研

究,本研究采用“农户能否利用网络获取日常生活所需的信息”测量线上信息获取;采用“能够借到5000元以上的亲戚朋友数量”测量社会网络;采用“农户经营的产品是否通过网络交易”测量农产品电商参与。

4)控制变量。参考相关文献^[18],本研究选取受访者性别、年龄、受教育程度、健康状况、党员身份和是否兼业等个体特征,是否参加合作社和农业劳动力人数等家庭特征,经营规模、土地细碎化程度和农业补贴等经营特征,以及村庄地形和到乡镇距离等村庄特征作为控制变量。

5)识别变量。本研究采用内生转换模型分析农户种养结合模式采纳行为对农户农业收入的影响,故要求模型中至少有一个影响农户种养结合模式采纳行为而不影响农户农业收入的变量。参考陈雪婷等^[4]的做法,选取行为效仿作为识别变量,通过“同村其他样本农户中采纳种养结合模式的农户比例”测量。选择该变量的原因是,同一村庄农户的行为决策往往表现出较强的相似性,同村农户采纳种养结合模式的比例越高,农户越有可能产生效仿行为,采纳种养结合模式的概率越高,但该变量不直接影响农户农业收入,满足识别变量的选择条件。

各变量说明与描述性统计如表2所示。

表2 变量设置与描述性统计
Table 2 Variable settings and descriptive statistics

变量类别 Variable category	变量 Variable	变量定义及赋值 Variable definition and assignment	均值 Mean		差异 Difference
			未采纳 Non-adopters	采纳 Adopters	t值 t-statistic
被解释变量 Explained variable	种养结合模式采纳行为 Adoption behavior of crop-livestock combined pattern	是否采纳种养结合模式:是=1;否=0	0.000	1.000	-1.000
	农户农业收入 Agricultural income of farmers	种植业收入、养殖业收入、林果业收入与渔业收入之和,万元	2.491	5.177	-2.686***
核心解释变量 Core explanatory variable	数字技能 Digital skills	社交技能、娱乐技能、学习技能3项加总得分	1.042	1.154	-0.112**
机制变量 Mediating variable	线上信息获取 Access to online information	农户能否利用网络获取日常生活所需的信息:完全不满足=1;不太满足=2;一般=3;基本满足=4;完全满足=5	4.024	3.943	0.082

表 2（续）						
变量类别 Variable category	变量 Variable	变量定义及赋值 Variable definition and assignment	均值 Mean		差异 Difference	
			未采纳 Non-adopters	采纳 Adopters	t 值 t-statistic	
机制变量 Mediating variable	社会网络 Social networks	能够借到 5 000 元以上的亲戚朋友数量	6. 961	6. 976	—0. 015	
	农产品电商参与 E-commerce participation in Agri-Food	农户经营的产品是否通过网络交易：是=1；否=0	0. 039	0. 050	—0. 011	
控制变量 Control variable	个体特征 Individual characteristics	性别 Gender	男=1；女=0	0. 820	0. 809	0. 011
		年龄 Age	受访者实际年龄，岁	53. 162	52. 055	1. 107*
		受教育程度 Education	未上学=1；小学=2；初中=3；高中/中专/职高=4；高中以上=5	2. 742	2. 576	0. 166***
		健康状况 Health	与同龄人相比的健康状态如何：1=很差；2=差；3=一般；4=好；5=很好	3. 642	3. 537	0. 105*
		党员身份 CPC membership	是否为党员：是=1；否=0	0. 217	0. 168	0. 049**
		是否兼业 Part-time farming	受访者是否有兼业行为：是=1；否=0	0. 293	0. 254	0. 039
	家庭特征 Household characteristics	是否参加合作社 Cooperative participation	您家是否加入合作社：是=1；否=0	0. 234	0. 173	0. 061**
		农业劳动力人数 Agricultural labour force	家庭从事农业生产的劳动力人数	2. 021	2. 134	—0. 112**
	经营特征 Farming characteristics	经营规模 Planting scale	农作物种植总面积，hm ²	2. 422	1. 346	1. 076***
		土地细碎化程度 Land fragmentation	经营的耕地块数	7. 245	9. 121	—1. 876***
		农业补贴 Agricultural subsidies	获得农业补贴金额，万元	0. 248	0. 122	0. 126***
	村庄特征 Village characteristics	村庄地形 Village topography	1=平原；2=丘陵；3=山区或半山区	1. 658	2. 280	—0. 623***
		到乡镇距离 Distance to township	村委会到乡镇政府距离，km	5. 843	5. 463	0. 380
识别变量 Identifying variable	行为效仿 Behavioral imitation	同村其他样本农户中采纳种养结合模式的农户比例，%	0. 107	0. 361	—0. 254***	

注：*、**和***分别表示 10%、5% 和 1% 的显著性水平。下同。
Note: *, ** and *** represent 0. 10, 0. 05 and 0. 01 levels of statistical significance, respectively. The same below.

2.3 模型设定

本研究的被解释变量是农户种养结合模式采纳行为,为二分类变量,因而采用二元 Probit 模型进行回归估计,模型设定如下:

$$A_i^* = Z_i\gamma + \mu_i \quad (1)$$

$$A_i = \begin{cases} 1, Z_i\gamma + \mu_i > 0 \\ 0, Z_i\gamma + \mu_i \leq 0 \end{cases} \quad (2)$$

式中: A_i^* 为潜变量,表示采纳和未采纳种养结合模式所得净收益的差值; Z_i 为一系列影响该潜变量的因素; γ 为待估系数; μ_i 为随机扰动项。式(2)中: A_i 为农户的种养结合模式采纳行为。当 $A_i^* > 0$ 时,农户采纳种养结合模式,则 $A_i = 1$; 当 $A_i^* \leq 0$ 时,农户不采纳该模式,则 $A_i = 0$ 。

为进一步探讨农户种养结合模式采纳行为的收入效应,本研究采用内生转换模型(ESR)进行分析,原因在于:一是内生转换模型可以解决由不可观测因素造成的自选择偏误问题;二是内生转换模型可以识别未采纳组和采纳组农户农业收入的影响因素。模型包括一个选择方程和两个结果方程。

第一步,构建农户是否采纳种养结合模式的选择方程,设定为如下形式:

$$A_i = Z_i\gamma + k_i I_i + \mu_i \quad (3)$$

式中: Z_i 为影响农户采纳行为的因素; I_i 为识别变量向量。

第二步,分别构建2个农业收入方程,设定形式如下:

$$\text{若 } A_i = 1, Y_{i1} = \beta_{i1} X'_{i1} + \sigma_{\mu 1} \lambda'_{i1} + \epsilon_{i1} \quad (4)$$

$$\text{若 } A_i = 0, Y_{i0} = \beta_{i0} X'_{i0} + \sigma_{\mu 0} \lambda'_{i0} + \epsilon_{i0} \quad (5)$$

式(4)和(5)分别为采纳和未采纳种养结合模式时,农户的农业收入估计方程。式中: Y_{i1} 和 Y_{i0} 分别为采纳和未采纳种养结合模式的农户农业收入; X'_{i1} 、 X'_{i0} 为农户农业收入的影响因素向量; ϵ_{i1} 和 ϵ_{i0} 为随机扰动项。为解决自选择偏差,本研究引入逆米尔斯比率 λ'_{i1} 和 λ'_{i0} ,并得出选择方程和结果方程协方差的相关系数 $\rho_{\mu 1}$ ($\rho_{\mu 1} = \sigma_{\mu 1} / \sigma_{\mu} \sigma_{i1}$) 和 $\rho_{\mu 0}$ ($\rho_{\mu 0} = \sigma_{\mu 0} / \sigma_{\mu} \sigma_{i0}$)。若 $\rho_{\mu 1}$ 或 $\rho_{\mu 0}$ 显著,表明存在自选择偏差。

通过估计真实情景与反事实情景下,采纳和未采纳农户的农业收入期望值,得到种养结合模式采纳行为对农户农业收入的平均处理效应。

采纳组农户农业收入的期望值为:

$$E(Y_{i1}|A_i = 1) = \beta_{i1} X'_{i1} + \sigma_{\mu 1} \lambda_{i1} \quad (6)$$

未采纳组农户农业收入的期望值为:

$$E(Y_{i0}|A_i = 0) = \beta_{i0} X'_{i0} + \sigma_{\mu 0} \lambda_{i0} \quad (7)$$

采纳组农户在未采纳种养结合模式情形下农业收入的期望值为:

$$E(Y_{i0}|A_i = 1) = \beta_{i0} X'_{i0} + \sigma_{\mu 0} \lambda_{i1} \quad (8)$$

未采纳组农户在采纳种养结合模式情形下农业收入的期望值为:

$$E(Y_{i1}|A_i = 0) = \beta_{i1} X'_{i0} + \sigma_{\mu 1} \lambda_{i0} \quad (9)$$

采纳组的平均处理效应(ATT)可以表述为式(6)与式(8)之差:

$$\begin{aligned} \text{ATT} &= E(Y_{i1}|A_i = 1) - E(Y_{i0}|A_i = 1) = \\ &(\beta_{i1} - \beta_{i0}) X'_{i1} + (\sigma_{\mu 1} - \sigma_{\mu 0}) \lambda_{i1} \end{aligned} \quad (10)$$

未采纳组的平均处理效应(ATU)可以表述为式(9)与式(7)之差:

$$\begin{aligned} \text{ATU} &= E(Y_{i1}|A_i = 0) - E(Y_{i0}|A_i = 0) = \\ &(\beta_{i1} - \beta_{i0}) X'_{i0} + (\sigma_{\mu 1} - \sigma_{\mu 0}) \lambda_{i0} \end{aligned} \quad (11)$$

3 实证结果与分析

3.1 基准回归结果

本研究运用二元 Probit 模型分析数字技能对农户种养结合模式采纳行为的影响。解释变量的 VIF 值最大为 1.57,不存在多重共线性。由表3模型1可知,数字技能对农户种养结合模式采纳行为有正向影响,且在5%的统计水平上显著,在纳入控制变量后,如表3模型2所示,数字技能仍在10%的统计水平上显著,表明数字技能越高的农户采纳种养结合模式的概率越高,假说H1得以验证。

3.2 稳健性检验

为保证估计结果的可靠性,本研究采用3种方法进行稳健性检验。

1)工具变量法。本研究引入数字技能的工具变量解决基准模型中的内生性问题。参考罗千峰等^[27]的做法,选取“村庄数字技能平均水平”作为农户数字技能的工具变量,采用“同村其他样本农户数字技能的平均值”测量。这是因为,同村数字基础设施水平趋于一致,农户之间相互交流,带动数字技能传播,影响农户自身的数字技能。但是,其他农户的数字技能不直接影响被访农户种养结合模式采纳行为,符合工具变量相关性以及外生性要求。估计结果如表4模型1所示,DWH(Durbin-

表 3 数字技能对农户种养结合模式采纳行为的影响

Table 3 Impact of digital skills on farmers' adoption behavior of crop-livestock combined pattern

变量 Variable	模型 1 Model 1		模型 2 Model 2	
	系数 Coefficient	稳健标准误 Robust SE	系数 Coefficient	稳健标准误 Robust SE
数字技能 Digital skills	0.102**	0.043	0.088*	0.050
性别 Gender			0.075	0.096
年龄 Age			−0.007*	0.004
受教育程度 Education			−0.039	0.045
健康状况 Health			−0.046	0.037
党员身份 Party membership			−0.180*	0.096
是否兼业 Part-time farming			−0.125	0.083
是否参加合作社 Cooperative participation			−0.266***	0.090
农业劳动力人数 Agricultural labour force			0.091**	0.041
经营规模 Planting scale			−0.039	0.030
土地细碎化程度 land fragmentation			0.007*	0.004
农业补贴 Agricultural subsidies			0.022	0.018
地势 Village topography (以平原为基准 Plain-based)				
丘陵 Hill			0.327***	0.099
山区 Mountain			0.937***	0.092
到乡镇距离 Distance to township			−0.014**	0.006
常数项 Constant	−0.882***	0.058	−0.811**	0.348
样本量 Sample size	1 734		1 734	
Pseudo R ²	0.003		0.106	

注：模型 1 和 2 分别是未加入控制变量和加入控制变量时，数字技能对农户种养结合模式采纳行为影响的估计结果。
Note: Model 1 and Model 2 estimate the impact of digital skills on farmers' adoption behavior of crop-livestock combined pattern. Model 1 excluding control variables and Model 2 including control variables.

Wu-Hausman)检验值在 1% 的统计水平上显著,表明数字技能是内生解释变量。工具变量的 t 值在 1% 的统计水平上显著,且第一阶段 F 统计量大于临界值 10,表明不存在弱工具变量问题。Wald 检验 P 值在 1% 的水平上显著,说明工具变量满足外生性条件。回归结果显示,数字技能对农户种养结合模式采纳行为有显著正向影响,在解决内生性问题后,结论依然成立。

2)更换估计模型。本研究将至少掌握一种数字技能的农户设为处理组,未掌握数字技能的农户设为控制组,采用倾向得分匹配法(PSM)进行估计。结果如表 4 模型 2 所示,无论采用何种匹配方法,数字技能对农户种养结合模式采纳行为的影响均显著为正。

3)更换样本。由于 70 岁以上的农户数字技能普遍较低,未掌握数字技能的农户比例达 84.34%,

故剔除该部分样本再进行估计。结果如表4模型3所示,数字技能仍显著正向影响农户种养结合模式采纳行为。上述分析表明,基准回归结果稳健,假设H1进一步得到验证。

表4 稳健性检验结果
Table 4 Robustness test results

变量 Variables	模型1:工具变量法 Model 1: Instrumental variable method	模型2:PSM法 Model 2: PSM method			模型3:更换样本 Model 3: Replacing the sample
		近邻匹配 Nearest neighbor matching	半径匹配 Radius matching	马氏匹配 Mahalanobis matching	
数字技能 Digital skills	1.919*** (0.464)				0.095* (0.051)
是否掌握数字技能 Whether farmers have mastered digital skills		0.054* (0.028)	0.052* (0.032)	0.054* (0.029)	
控制变量 Control variable	控制	控制	控制	控制	控制
常数项 Constant	-5.483*** (1.266)				-0.756** (0.357)
DWH检验值	25.332***				
工具变量的t值	6.190***				
第一阶段F值	38.337***				
Wald检验	27.600***				

3.3 数字技能对农户种养结合模式采纳行为的影响机制分析

根据前述的理论分析,数字技能通过赋能农户获取线上信息、拓展社会网络及参与农产品电商,促进农户种养结合模式采纳行为,参考江艇^[28]的研究,本部分采用直接检验数字技能与机制变量作用关系的方式对上述机制进行考察。

由表5可知,数字技能的提升显著促进农户获取线上信息、拓展社会网络和参与农产品电商。农

户利用互联网高效收集信息,一方面对种养结合模式的经济和生态效应形成良好认知,提高感知有用性,另一方面能更容易学习相关技术,提高感知易用性,促进农户采纳行为;社会网络的拓展使农户获得帮扶支持,降低采纳风险,同时可产生行为示范效应,提高农户采纳概率;参与农产品电商可提高农户对绿色农产品的价格预期,且农户通过电商平台的评价功能进一步了解消费者对绿色农产品的偏好,并为了维护良好的线上声誉而主动提升农

表5 影响机制检验结果
Table 5 Test results of impact mechanisms

变量 Variable	模型1:线上信息获取 Model 1: Access to online information	模型2:社会网络 Model 2: Social networks	模型3:农产品电商参与 Model 3: E-commerce participation in agri-food
数字技能 Digital skills	0.224*** (0.043)	0.893*** (0.244)	0.155* (0.085)
控制变量 Control variable	控制	控制	控制
常数项 Constant		0.242 (1.633)	-2.038*** (0.635)
Pseudo R ²	0.048	0.068	0.105

产品质量,均促进农户种养结合模式采纳行为。假说 H1a-H1c 得到验证。

3.4 异质性分析

1)基于经营规模异质性的分析

不同规模的农户行为动机以及要素配置存在差异^[29],造成数字技能对农户种养结合模式采纳行为的影响具有经营规模异质性。本研究采用第三次全国农业普查对规模经营户的界定标准,将作物种植规模达到 3.333 hm²(50 亩)及以上的农户界定为规模户,否则界定为小农户,进行分组回归。结果如表 6 所示,数字技能仅对小农户的种养结合模式采纳行为有显著正向影响。可能的原因在于:一方面,小农户面临更大的信息和资源约束,数字技能赋能小农户利用互联网获取农业信息和资源,降低采纳风险;另一方面,规模户从单一种植或养殖

模式转型成种养结合模式时,建设配套设施、购买农资的额外成本更高,数字技能的提升无法显著地促进规模户采纳种养结合模式。

2)基于土地细碎化程度异质性的分析

土地细碎化制约机械对劳动的替代,增加作物种植成本,影响种养结合模式采纳行为。本研究参考刘进等^[30]的做法,将地块数在村级层面加总,按照村级地块数量的中位数将样本划分为低细碎化组和高细碎化组,分别进行回归,结果如表 6 所示。数字技能仅对低细碎化组农户的种养结合模式采纳行为有显著正向影响。可能的原因是:低细碎化组农户在不同地块间转场施肥所耗费的工时和精力更少,且有利于机械替代劳动,降低畜禽粪污还田的劳动强度与成本投入,数字技能的提升对低细碎化组农户种养结合模式采纳行为的促进作用更大。

表 6 异质性分析结果

Table 6 Results of heterogeneity analysis

变量 Variable	小农户 Small-scale farmers	规模户 Large-scale farmers	低细碎化组 Less fragmented group	高细碎化组 More fragmented group
数字技能 Digital skills	0.094* (0.054)	0.043 (0.157)	0.138* (0.079)	0.018 (0.068)
控制变量 Control variable	控制	控制	控制	控制
常数项 Constant	-0.768** (0.368)	-3.055* (1.700)	-0.830 (0.535)	-0.297 (0.475)
样本量 Sample size	1 491	243	889	845
Pseudo R ²	0.117	0.196	0.176	0.068

3.5 种养结合模式采纳行为对农户农业收入的影响

本研究关注的另一个重点是农户种养结合模式采纳行为的收入效应,表 7 给出了种养结合模式采纳行为对农户农业收入影响的内生转换模型估计结果。模型中,似然比检验的卡方统计量为 98.140,在 1% 的统计水平上显著拒绝选择方程和收入方程相互独立的原假设,证明存在由不可观测因素导致的自选择偏差,需要采用内生转换模型进行估计。

本研究将行为效仿变量作为识别变量纳入采纳决策模型中,在解决内生性问题后,农户收入效应模型的估计结果如下:在受访者个体特征方面,由于 79.82% 的受访者为家庭户主,相比于女性为

户主的家庭,男性为户主的家庭农业收入更高,可能是因为男性具有体力优势,在组织农业生产方面效率更高;年龄和是否兼业对两组农户的农业收入均有显著负向影响,可能的原因是,老龄化和兼业化均降低农业生产的有效劳动投入,减少农户农业收入;健康状况对未采纳组农户的农业收入有显著正向影响,这是因为良好的健康状况能为农事劳作提供体力支持。在家庭特征方面,参加合作社显著提高未采纳组农户的农业收入,可能的原因是,合作社通过科学管理提升农业生产效率,而采纳组农户自身禀赋条件较好,加入合作社的收入效应不明显。在经营特征方面,经营规模对两组农户的农业收入均有显著正向影响,表明农户农业生产呈现规

模经济;土地细碎化程度对未采纳组农户的农业收入有显著正向影响,可能是因为细碎化程度越高,土地可分性越强,农户根据土地空间合理布局种植结构,有利于抵御风险,稳定农业收入。在村庄特征方面,相比于平原地区,丘陵地区和山区的农户

农业收入更低,可能的原因是丘陵地区和山区交通不便,不利于农业收入提升;到乡镇距离显著正向影响采纳组农户的农业收入,可能是因为离乡镇越远的农户从事非农工作的机会成本越大,越有可能将精力主要投入到农业生产,其农业收入越高。

表7 种养结合模式采纳决策模型与收入效应模型的联立估计结果

Table7 Estimation results of the crop-livestock combined pattern adoption model and income effect model

变量 Variable	采纳决策模型 Adoption model	收入效应模型 Income effect model	
	种养结合模式采纳行为 Adoption behavior of crop-livestock combined pattern (N=1 734)	未采纳农户 Non-adopters (N=1 352)	采纳农户 Adopters (N=382)
数字技能 Digital skills	0.006 (0.040)	0.003 (0.027)	-0.004 (0.054)
性别 Gender	-0.086 (0.077)	0.091* (0.050)	0.196* (0.107)
年龄 Age	0.008** (0.003)	-0.007*** (0.002)	-0.015*** (0.005)
受教育程度 Education	0.029 (0.039)	-0.010 (0.024)	-0.060 (0.051)
健康状况 Health	-0.042 (0.030)	0.060*** (0.019)	0.057 (0.041)
党员身份 CPC membership	-0.148* (0.078)	0.049 (0.049)	-0.051 (0.115)
是否兼业 Part-time farming	0.059 (0.067)	-0.109** (0.043)	-0.224** (0.095)
是否参加合作社 Cooperative participation	-0.318*** (0.072)	0.197*** (0.045)	0.044 (0.119)
农业劳动力人数 Agricultural labour force	0.031 (0.033)	0.003 (0.022)	0.044 (0.047)
经营规模 Planting scale	-0.155*** (0.030)	0.185*** (0.016)	0.228*** (0.041)
土地细碎化程度 Land fragmentation	-0.011*** (0.003)	0.009*** (0.002)	0.003 (0.006)
农业补贴 Agricultural subsidies	0.014 (0.015)	-0.001 (0.010)	-0.009 (0.021)
丘陵 Hill	0.188** (0.080)	-0.108** (0.050)	-0.313** (0.129)
山区 Mountain	0.582*** (0.081)	-0.391*** (0.052)	-0.335** (0.157)
到乡镇距离 Distance to township	-0.011* (0.006)	0.004 (0.003)	0.017* (0.009)
行为效仿 Behavioral imitation	0.488** (0.195)		
常数项 Constant	-0.862*** (0.330)	0.324* (0.188)	1.719*** (0.516)

表 7 (续)

变量 Variable	采纳决策模型 Adoption model	收入效应模型 Income effect model	
	种养结合模式采纳行为 Adoption behavior of crop-livestock combined pattern (N=1 734)	未采纳农户 Non-adopters (N=1 352)	采纳农户 Adopters (N=382)
$\ln\sigma_{\mu 0}^0$		-0.301*** (0.023)	
$\rho_{\mu 0}^0$		-2.789*** (0.345)	
$\ln\sigma_{\mu 1}^1$			-0.275*** (0.045)
$\rho_{\mu 1}^1$			-0.124 (0.303)
LR	98.140***		
Log Likelihood	-2 327.893		

本研究进一步测算种养结合模式采纳行为对农户农业收入的平均处理效应(表 8),并对采纳组和未采纳组农户的农业收入概率密度分布图进行描述(图 2)。结果显示,农户种养结合模式采纳行为显著提高农户农业收入。具体表现为:在反事实

情形下,采纳种养结合模式的农户若选择不采纳,其农业收入将下降 82.92%,农业收入的概率密度分布曲线明显左移;未采纳种养结合模式的农户若选择采纳,其农业收入将增加 115.63%,农业收入的概率密度分布曲线大幅度右移。种养结合模式

表 8 种养结合模式采纳决策对农户农业收入的处理效应测算

Table 8 Treatment effects of farmers' adoption behavior of crop-livestock combined pattern on agricultural income

组别 Group	采纳决策 Adoption behavior		处理效应 Treatment effect	
	采纳 Adopting the pattern	未采纳 Not adopting the pattern	ATT	ATU
采纳组农户 Adopters	4.139	0.707	3.432***	
未采纳组农户 Non-adopters	5.712	2.649		3.063***

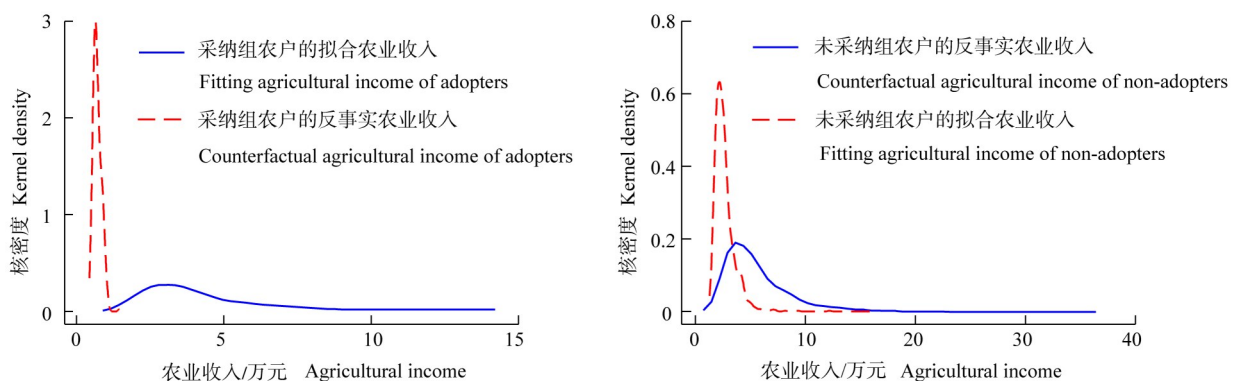


图 2 采纳组农户和未采纳组农户的农业收入概率密度图

Fig.2 Probability density plot of agricultural income for adopters and non-adopters

采纳行为具有良好的增收效应,假说H2得证。

4 结论与建议

本研究利用2020年CRRS农户调查数据实证分析数字技能对农户种养结合模式采纳行为的影响及其影响机制,并检验农户种养结合模式采纳行为的收入效应,得出如下结论:第一,数字技能的提升显著促进农户种养结合模式采纳行为,在解决内生性问题后,该结论依然成立;第二,数字技能通过赋能农户获取线上信息、拓展社会网络及参与农产品电商,促进农户种养结合模式采纳行为;第三,数字技能的提升显著促进小农户、低细碎化组农户的种养结合模式采纳行为,而对规模户、高细碎化组农户无显著影响;第四,种养结合模式采纳行为提高农户农业收入,平均处理效应结果显示,采纳种养结合模式使农户农业收入提高82.92%。基于上述结论,本研究得出以下政策启示:

首先,加快构建多形式、多层次的数字技能培育体系。采取图文结合、线上线下结合等方式提供契合农户实际需求的数字技能培训课程,强化小农户、土地连片经营农户的数字技能培训。其次,利用网络媒体畅通信息传播渠道,增强农业信息获取便捷性,搭建线上社交平台,促进技术交流学习,加大农产品电商宣传力度,开展电商培训。最后,强化种养结合模式增收机制,优化种养结构,促进农业资源循环利用。因地制宜科学规划种植和养殖规模,配备农业废弃物运输和加工设备,加强对技术人员的培训指导,减少生产过程中污染物排放和资源浪费。

参考文献 References

- [1] 王建华, 钊露露, 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
Wang J H, Tou L L, Wang Y. The impact of agricultural marketization on livestock waste resource utilization in the context of environmental regulation policy [J]. *Chinese Rural Economy*, 2022 (1): 93-111 (in Chinese)
- [2] Jin S Q, Zhang B, Wu B, Han D M, Hu Y, Ren C C, Zhang C Z, Wei X, Wu Y, Mol A P J, Reis S, Gu B J, Chen J. Decoupling livestock and crop production at the household level in China [J]. *Nature Sustainability*, 2021, 4: 48-55
- [3] 江光辉, 胡浩. 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[J]. 南京农业大学学报: 社会科学版, 2024, 24(3): 161-173

- Jiang G H, Hu H. Heterogeneous preferences, farmers participatory schemes design and livestock manure recycling: A choice experiment from swine farmers [J]. *Journal of Nanjing Agricultural University: Social Sciences Edition*, 2024, 24(3): 161-173 (in Chinese)
- [4] 陈雪婷, 黄炜虹, 齐振宏, 冯中朝. 生态种养模式认知、采纳强度与收入效应: 以长江中下游地区稻虾共作模式为例[J]. 中国农村经济, 2020(10): 71-90
Chen X T, Huang W H, Qi Z H, Feng Z Z. Farmers' cognition, adoption intensity and income effect of ecological breeding mode: A case study of rice-shrimp co-cultivation mode in the middle and lower reaches of Yangtze River [J]. *Chinese Rural Economy*, 2020 (10): 71-90 (in Chinese)
- [5] 程守文, 齐振宏, 田卓亚, 刘哲. 互联网使用和风险偏好对农户生态种养技术持续采纳意愿的影响: 以稻虾共作技术为例[J]. 世界农业, 2023(1): 115-126
Cheng S W, Qi Z H, Tian Z Y, Liu Z. Effects of internet use and risk preference on farmers' willingness to continue adoption of ecological planting and rearing technology: A case study of rice-crayfish integrated technology [J]. *World Agriculture*, 2023(1): 115-126 (in Chinese)
- [6] Materechera S A. Utilization and management practices of animal manure for replenishing soil fertility among small scale crop farmers in semi-arid farming districts of the North West province, South Africa [J]. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 2010, 87(3): 415-428
- [7] 李乾, 王玉斌. 畜禽养殖废弃物资源化利用中政府行为选择: 激励抑或惩罚[J]. 农村经济, 2018(9): 55-61
Li Q, Wang Y B. On the choices of government behaviors in the utilization of livestock and poultry waste resources [J]. *Rural Economy*, 2018(9): 55-61 (in Chinese)
- [8] 宋洪远, 石宝峰, 吴比. 新型农业经营主体基本特征、融资需求和政策含义[J]. 农村经济, 2020(10): 73-80
Song H Y, Shi B F, Wu B. The new agricultural business entities: Basic characteristics, financing needs and policy implications [J]. *Rural Economy*, 2020(10): 73-80 (in Chinese)
- [9] 田卓亚, 齐振宏, 杨彩艳, 刘哲. 政府干预、邻里效应对农户生态种养技术持续采纳意愿的影响: 以稻虾共作为例[J]. 农业现代化研究, 2021, 42(6): 1071-1082
Tian Z Y, Qi Z H, Yang C Y, Liu Z. The influences of government intervention and neighborhood effect on farmers' willingness to adopt ecological farming technology continuously: A case study of integrated rice-crayfish farming technology [J]. *Research of Agricultural Modernization*, 2021, 42(6): 1071-1082 (in Chinese)
- [10] 张瑞娟, 高鸣. 新技术采纳行为与技术效率差异: 基于小农户与种粮大户的比较[J]. 中国农村经济, 2018(5): 84-97
Zhang R J, Gao M. New technology adoption behaviors and differences in technology efficiency: A comparative analysis of small and large grain producers [J]. *Chinese Rural Economy*, 2018(5): 84-97 (in Chinese)
- [11] 孔凡斌, 钟海燕, 潘丹. 不同规模农户环境友好型生产行为的差异性分析: 基于全国7省1059户农户调研数据[J]. 农业经济与管理, 2019(4): 26-36
Kong F B, Zhong H Y, Pan D. The differences in environmentally friendly production behaviors of farmers of different sizes: Based on survey data of 1059 households in seven provinces in China [J]. *Agricultural Economics and Management*, 2019(4): 26-36 (in Chinese)

- [12] 曾晗, 齐振宏, 杨彩艳, 刘哲. 农业区域软环境对农户采纳稻虾共作技术意愿的影响[J]. 世界农业, 2021(7): 23-34, 118-119
- Zeng H, Qi Z H, Yang C Y, Liu Z. Study on the influence of soft environment in agricultural areas on the willingness of farmers to adopt rice-shrimp co-breeding technology [J]. *World Agriculture*, 2021(7): 23-34, 118-119 (in Chinese)
- [13] 李晓静, 陈哲, 夏显力. 数字素养对农户创业行为的影响: 基于空间杜宾模型的分析[J]. 中南财经政法大学学报, 2022(1): 123-134
- Li X J, Chen Z, Xia X L. The impact of digital literacy on farmers' entrepreneurial behavior: An analysis based on the spatial Durbin model [J]. *Journal of Zhongnan University of Economics and Law*, 2022(1): 123-134 (in Chinese)
- [14] 罗磊, 傅新红, 刘宇荧, 李冬梅. 新冠肺炎疫情风险感知、数字素养与农户电商参与意愿: 基于柑橘种植农户调查数据分析[J]. 农业技术经济, 2024(2): 56-72
- Luo L, Fu X H, Liu Y Y, Li D M. Risk perception, digital literacy and farmers' willingness to participate in e-commerce during the outbreak of covid-19: An analysis based on the survey data of citrus farmers [J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2024(2): 56-72 (in Chinese)
- [15] 张鹏, 李小红, 吴雨. 农户数字素养对化学农药减量使用的影响及其机制研究[J]. 中国软科学, 2024(2): 64-73
- Zhang P, Li X H, Wu Y. Impact of farmers' digital literacy on pesticide reduction and their mechanism [J]. *China Soft Science*, 2024(2): 64-73 (in Chinese)
- [16] 苏岚岚, 彭艳玲. 农民数字素养、乡村精英身份与乡村数字治理参与[J]. 农业技术经济, 2022(1): 34-50
- Su L L, Peng Y L. Farmers' digital literacy, elite identity and participation in rural digital governance [J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2022(1): 34-50 (in Chinese)
- [17] 单德朋, 张永奇, 王英. 农户数字素养、财产性收入与共同富裕[J]. 中央民族大学学报: 哲学社会科学版, 2022, 49(3): 143-153
- Shan D P, Zhang Y Q, Wang Y. Farmers' digital literacy, property income and common prosperity [J]. *Journal of Minzu University of China: Philosophy and Social Sciences Edition*, 2022, 49(3): 143-153 (in Chinese)
- [18] 王欢, 齐振宏, 杨彩艳, 田卓亚. 农户信息能力对生态种养模式采纳意愿的影响研究: 基于感知易用性的中介作用[J]. 世界农业, 2022(7): 93-105
- Wang H, Qi Z H, Yang C Y, Tian Z Y. Study on the influence of farmers' information capability on the adoption intention of ecological planting and breeding model: Mediation based on perceived ease of use [J]. *World Agriculture*, 2022(7): 93-105 (in Chinese)
- [19] Zimmerman M A. Taking aim on empowerment research: On the distinction between individual and psychological conceptions [J]. *American Journal of Community Psychology*, 1990, 18(1): 169-177
- [20] 沈费伟. 乡村技术赋能: 实现乡村有效治理的策略选择[J]. 南京农业大学学报: 社会科学版, 2020, 20(2): 1-12
- Shen F W. Rural technology empowerment: Strategic choice for effective rural governance [J]. *Journal of Nanjing Agricultural University: Social Sciences Edition*, 2020, 20(2): 1-12 (in Chinese)
- [21] 李全海, 朱鹏, 郑军. 参与电商能否促进设施蔬菜种植户绿色生产: 基于山东省五市十一县的微观调研[J]. 中国人口·资源与环境, 2024, 34(2): 106-118
- Li Q H, Zhu P, Zhen J. Can participation in e-commerce promote the green production of facility vegetable growers: Based on a micro-survey of five cities and 11 counties in Shandong Province [J]. *China Population, Resources and Environment*, 2024, 34(2): 106-118 (in Chinese)
- [22] 王翠翠, 夏春萍, 董庆蒙, 石苗苗. 电商参与促进农户绿色生产吗: 基于3省4县812户果农的实证研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2022, 32(5): 132-143
- Wang C C, Xia C P, Tong Q M, Shi M M. Does participating in E-commerce promote farmers' green production: An empirical study based on 812 fruit farmers in four counties of three provinces [J]. *China Population, Resources and Environment*, 2022, 32(5): 132-143 (in Chinese)
- [23] 李晓静, 陈哲, 刘斐, 夏显力. 参与电商会促进猕猴桃种植户绿色生产采纳吗: 基于倾向得分匹配的反事实估计[J]. 中国农村经济, 2020(3): 118-135
- Li X J, Chen Z, Liu F, Xia X L. Does participating in e-commerce promote the adoption of green production technologies by kiwifruit growers: A counterfactual estimation based on propensity score matching method [J]. *Chinese Rural Economy*, 2020(3): 118-135 (in Chinese)
- [24] 刘杰, 李聪, 王刚毅. 农户组织化促进了绿色技术采纳[J]. 农村经济, 2022(1): 69-78
- Liu J, Li C, Wang G Y. Will farmer organization promotes adoption of green technology [J]. *Rural Economy*, 2022(1): 69-78 (in Chinese)
- [25] 王如玉, 肖海峰. 种养结合对肉羊养殖减排增效的影响[J]. 中国农业大学学报, 2024, 29(2): 192-204
- Wang R Y, Xiao H F. Effect of combination of planting and breeding on the emission reduction and efficiency of mutton sheep breeding [J]. *Journal of China Agricultural University*, 2024, 29(2): 192-204 (in Chinese)
- [26] 易法敏. 数字技能、生计抗逆力与农村可持续减贫[J]. 华南农业大学学报: 社会科学版, 2021, 20(3): 1-13
- Yi F M. Digital skills, livelihood resilience and sustainable poverty reduction in rural areas [J]. *Journal of South China Agricultural University: Social Science Edition*, 2021, 20(3): 1-13 (in Chinese)
- [27] 罗千峰, 赵奇锋, 邱海兰. 数字技能与农户财产性收入: 基于中国乡村振兴综合调查(CRRS)数据[J]. 当代经济管理, 2023, 45(7): 54-62
- Luo Q F, Zhao Q F, Qiu H L. Digital skills and property income of farmers: Based on CRRS data [J]. *Contemporary Economic Management*, 2023, 45(7): 54-62 (in Chinese)
- [28] 江艇. 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J]. 中国工业经济, 2022(5): 100-120
- Jiang T. Mediating effects and moderating effects in causal inference [J]. *China Industrial Economics*, 2022(5): 100-120 (in Chinese)
- [29] 马贤磊, 车序超, 李娜, 唐亮. 耕地流转与规模经营改善了农业环境吗: 基于耕地利用行为对农业环境效率的影响检验[J]. 中国土地科学, 2019, 33(6): 62-70
- Ma X L, Che X C, Li N, Tang L. Has cultivated land transfer and scale operation improved the agricultural environment: An empirical test on impact of cultivated land use on agricultural environment efficiency [J]. *China Land Science*, 2019, 33(6): 62-70 (in Chinese)
- [30] 刘进, 贾杰斐, 许庆. 农机购置补贴如何影响小农户农机社会化服务获得: 基于全国农村固定观察点数据的分析[J]. 中国农村经济, 2023(2):

85-108

Liu J, Jia J F, Xu Q. How does agricultural machinery purchase subsidies affect the acquisition of mechanization services for smallholders: An analysis based on the data of the national fixed observation points of the

ministry of agriculture and rural affairs in China [J]. *Chinese Rural Economy*, 2023(2): 85-108 (in Chinese)

责任编辑:王岩



第一作者简介:郭锦墉,江西农业大学经济管理学院教授、农村经济研究所所长,博士生导师。作为第一主持人,主持完成国家自然科学基金5项,省部级项目10余项;作为主要成员,参与完成国家社会科学基金项目、国家自然科学基金各类科研项目4项、省部级课题10余项;在《中国软科学》《农业经济问题》《中国人民大学复印报刊资料》等国内农业与农村经济研究领域权威期刊上发表学术论文100余篇;出版中文学术著作6部,主编教材5部,参编书籍8部;科研成果获省级社会科学优秀成果奖4项;研究报告获省级领导批示6次。



通讯作者简介:贺亚琴,江西农业大学经济管理学院副教授、博士后、硕士生导师。主持在研国家自然科学基金项目1项,江西省社科规划项目1项,江西省高校人文社科项目1项,主持并完成江西省教育厅科技项目1项;作为主要成员,参与在研的国家自然科学基金项目2项,参与完成的国家自然科学基金项目1项,参与完成的省级科研项目5项。