



刘威,李琳,郑雪丽,袁丽花.农户数字素养对种植结构的影响——基于2020年中国乡村振兴综合调查(CRRS)的实证分析[J].中国农业大学学报,2026,31(02):273-284.

LIU Wei, LI Lin, ZHENG Xueli, YUAN Lihua. Impact of farmers' digital literacy on planting structure: An empirical analysis based on the China rural revitalization survey in 2020[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2026, 31(02): 273-284.

DOI: 10.11841/j.issn.1007-4333.2026.02.23

农户数字素养对种植结构的影响 ——基于2020年中国乡村振兴综合调查(CRRS)的实证分析

刘威 李琳 郑雪丽 袁丽花

(河南工业大学 管理学院, 郑州 450001)

摘要 针对种植结构“非粮化”日益严峻的问题,采用2020年中国乡村振兴综合调查(China rural revitalization survey, CRRS)数据,实证检验农户数字素养对种植结构的影响及作用机制。结果表明:1)农户数字素养对种植结构“非粮化”具有显著正向影响,经过多重稳健性检验后结论仍成立;2)农户数字素养对种植结构的影响存在异质性,在老一代(年龄>50岁)、高收入水平(家庭人均收入≥样本家庭人均收入中位数)群体中更加明显;3)农户数字素养主要通过市场参与、金融支持的中介效应影响种植结构。据此,提出以下政策建议:建立粮食安全导向的数字素养提升机制,着力促进重点农户的数字素养提升,优化市场参与和金融支持的数字赋能机制,促进数字技术与粮食生产的深度融合。

关键词 农户数字素养; 种植结构; “非粮化”; 粮食安全

中图分类号 F326.1

文章编号 1007-4333(2026)02-0273-12

文献标志码 A

Impact of farmers' digital literacy on planting structure: An empirical analysis based on the China rural revitalization survey in 2020

LIU Wei, LI Lin, ZHENG Xueli, YUAN Lihua

(School of Management, Henan University of Technology, Zhengzhou 450001, China)

Abstract Given the increasingly serious problem of the “non-grainization” of planting structure, based on the data of China rural revitalization survey (CRRS) in 2020, this study empirically tests the effect and mechanism of farmers' digital literacy on planting structure. The results show that: 1) Farmers' digital literacy significantly promotes the “non-grainization” of planting structure, and the conclusion is still valid after multiple robustness tests; 2) The impact of farmers' digital literacy on planting structure is heterogeneous, especially in the older generation (farmers aged > 50) and high-income group (households with per capita income ≥ the median per capita income of sample households); 3) Farmers' digital literacy mainly affects the planting structure through the mediating effect of market participation and financial support. In light of these findings, the following policy recommendations are proposed: Establishing a food security-oriented digital literacy promotion mechanism, focusing on promoting the digital literacy of key farmers, optimize the digital empowerment mechanism of market participation and financial support, and promote the deep integration of digital technology and food production.

Keywords farmers' digital literacy; planting structure; non-grainization; food security

收稿日期: 2025-03-26; 接受日期: 2025-06-22

基金项目: 教育部人文社会科学研究项目(19YJC790085); 河南省高校人文社科重点研究基地物流研究中心资助项目(2020-JD-04)

第一作者: 刘威(ORCID: 0000-0003-1306-4495), 副教授, 博士生导师, 主要从事粮食经济研究, E-mail: far168@163.com

党的二十大报告指出,“全方位夯实粮食安全根基”“确保中国人的饭碗牢牢端在自己手中”^[1]。种植结构的优化调整,是提升农业生产效率、保障粮食安全与促进农村经济发展的关键路径。农户作为种粮主体之一,以利益最大化为目标,更倾向于种植经济作物而非粮食作物。为稳定粮食播种面积,各部门出台一系列政策和措施,比如2020年《国务院办公厅关于防止耕地“非粮化”稳定粮食生产的意见》指出,“不能单纯以经济效益决定耕地用途,必须将有限的耕地资源优先用于粮食生产”^[2]。

随着信息技术的飞速发展和普及,农户数字素养逐渐成为影响农业生产决策的重要因素。农户数字素养的提升不仅能够帮助其更好地把握市场动态、获取先进农业技术与知识,还能促进资源优化配置,进而对种植结构产生深远影响。探究农户数字素养是否以及如何影响种植结构,不仅有利于提升农业生产的效率与可持续性,还关乎农村经济结构与农户收入水平,对于保障国家粮食安全具有理论价值与现实意义。

种植结构的影响因素研究主要分为3个方面:农户个体特征,包括年龄、受教育程度等^[3];生产经营特征,包括经营规模、非农就业等^[4-5];外部环境特征,包括农业保险、高标准农田建设等政策环境因素^[6-7],以及农业劳动力价格、电子商务发展等市场环境因素^[8-9]。此外,部分研究探索了多重因素共同影响种植结构的组态路径^[10-11]。尽管现有研究对种植结构的影响因素进行了有益探索,但作为农户人力资本的数字素养却被忽视。已有研究探索了数字素养对农户增收、生产要素配置、生产技术采纳^[12-14]等的影响,鲜有研究将农户数字素养与种植结构结合起来进行分析。

进一步地,也有研究探讨了数字技术对种植结构的影响,认为数字技术能够有效提高粮食单产水平,促进种植结构“趋粮化”^[15-18]。相反,也有研究持相反观点,认为数字基础设施对粮食产量和播种面积具有负向影响,加剧种植结构“非粮化”^[19]。此外,还有研究认为数字生产基础设施与种植结构“趋粮化”呈现U形关系^[20]。本研究拟采用2020年中国乡村振兴综合调查(China rural revitalization survey, CRRS)数据,实证检验农户数字素养对种植结构的影响及作用机制,以期为促进种植结构“趋粮化”提供参考。

1 理论分析与研究假说

农户数字素养作为连接农业技术、市场信息与政策环境的关键纽带,对种植结构调整具有“趋粮化”与“非粮化”的双向影响。这种影响既通过信息获取、技术应用等理性决策路径发挥作用,也受限于自然禀赋、政策环境、市场参与、金融支持等多元因素的制约,形成复杂的决策图景。

1.1 农户数字素养对种植结构的影响

农户数字素养对种植结构“趋粮化”的影响: 1)赋能粮食生产效率提升。数字技术的应用,降低了粮食生产的人力成本和时间成本,提高了粮食种植的经济效益,推动种植结构向“趋粮化”发展。比如,农户可利用物联网、无人机实时监测粮食作物生长情况,进行精准施肥、灌溉和植保作业,实现生产效率与粮食可持续生产之间的协同^[21]。2)降低粮食种植风险。具备较高数字素养的农户能够借助互联网、农业大数据平台等渠道,快速且精准地获取粮食种植所需的各类信息,避免因市场信息不对称导致的盲目种植。3)强化粮食种植预期。数字素养较高的农户能够通过政务APP、农业大数据平台等渠道,实时获取粮食生产补贴政策、粮食安全战略导向及稳产保供扶持措施,以获得更多的政策支持^[22]。对于政策红利的清晰认知,促使农户扩大粮食种植面积,尤其在粮食主产区形成“政策驱动型趋粮化”。

农户数字素养对种植结构“非粮化”的影响: 1)“信息茧房”催生经济作物偏好。农户决策通常受“羊群效应”影响,而非完全基于理性。数字平台的算法推荐机制易使农户陷入“信息茧房”,尤其是短视频平台频繁推送经济作物的高收益案例,对粮食作物的稳定收益产生“相对剥夺感”,进而改变农户的种植决策优先级。2)技术应用的成本收益权衡驱动决策变化。数字技术应用向高附加值的经济作物倾斜,导致农业技术的“选择性投入”。由于智慧农业技术的应用需要一定成本,而经济作物的单位产值更高,农户更倾向于在高附加值作物上投入技术,间接削弱了粮食种植意愿^[23]。

需要明确的是,除了数字素养,农户在进行种植决策时,还受到自然禀赋、土地属性、政策支持和市场环境等现实条件的影响。例如,地形越平坦,越适合种植粮食作物^[23],而耕地细碎化程度越高,

越容易导致“非粮化”种植行为^[24]。高标准农田建设政策能够促进种植结构“趋粮化”^[7]。此外,农机服务市场发展程度越高,种植结构的“趋粮化”程度越高^[25]。

据此,提出假说1:农户数字素养能够影响种植结构。

1.2 农户数字素养对种植结构的作用机制

1.2.1 市场参与的中介效应

农户数字素养对市场参与的影响。基于信息经济学理论,高数字素养能增强农户对市场信息的获取、甄别与利用能力,使其更精准地把握价格波动、供需趋势等市场信号以优化决策;依据交易成本理论,数字素养助力农户借助电商平台、数字支付等工具降低信息搜寻、议价谈判及契约执行成本,从而降低市场进入门槛;从社会资本理论出发,数字技术赋能农户拓展线上社交网络,通过直播带货、社群团购等模式构建新型信任机制与合作关系,促进产销对接与资源整合,最终推动市场参与的深度与广度提升。

市场参与对种植结构“趋粮化”的影响。一方面,市场参与激励农户参与土地流转。农户通过政府平台、第三方App实时获取土地流转价格、政策补贴、承租方资质等信息,有助于农户转入土地^[22],从而扩大经营规模,促进种植结构“趋粮化”。另一方面,提高粮食流通效率。数字素养高的农户能够积极掌握电商平台运营知识及数字化营销策略,利用粮食电商对接消费者或加工企业,减少粮食流通环节^[26]。

市场参与对种植结构“非粮化”的影响。非粮食作物通常具有更高的市场需求弹性和附加值,当消费升级推动终端市场对特色农产品需求增长时,价格上升会通过流通渠道传导至生产端,激励农户扩大非粮作物种植面积。此外,休闲农业、观光农业等新业态的兴起,多数是市场需求驱动的“非粮化”创新,农户通过参与乡村旅游市场实现种植结构升级。

据此,提出假说2:市场参与在数字素养影响种植结构的过程中发挥中介作用。

1.2.2 金融支持的中介效应

农户数字素养对金融支持的影响。数字素养的提升拓宽了农户获得借贷信息的渠道。在传统金融体系中,由于农村地区征信体系的不健全以及

农业生产本身的高风险性,农户往往面临较高的信贷门槛。以互联网、大数据等信息技术为基础的数字普惠金融,能够更好地评估农户的信用情况,从而拓宽其融资渠道。

金融支持对种植结构“趋粮化”的影响。数字技术提升种粮补贴的精准发放效率,种粮补贴、农机购置补贴等通过“一卡通”系统直接到户,实质降低了粮食生产的融资成本。数字素养高的种粮农户更可能使用数字支付、电商交易等产生“数字足迹”,帮助金融机构通过大数据征信评估其信用水平,提升金融机构的认可度和放贷意愿^[27]。

金融支持对种植结构“非粮化”的影响。数字素养提升使农户更易获取互联网金融产品,经济作物因生产周期短、市场价值明确的特点,更容易获得信贷支持。同时,农产品电商平台基于销售数据提供的订单融资,更倾向于支持标准化程度更高的经济作物。

据此,提出假说3:金融支持在数字素养影响种植结构的过程中发挥中介作用。

2 数据来源与模型构建

2.1 数据来源

研究数据来源于2020年中国乡村振兴综合调查(China rural revitalization survey,CRRS)。CRRS是依托中国社会科学院重大经济社会调查项目“乡村振兴综合调查及中国农村调查数据库项目”进行的全国微观调查数据,课题组综合考虑经济发展水平、区域位置以及农业发展情况,采用分层抽样、等距抽样与随机抽样结合的方法,在东、中、西、东北地区的省份中随机抽取样本。结合研究目的,筛选农户的个体特征、家庭特征、生产经营特征、村庄特征等信息,剔除关键指标缺失和异常值后,最终得到1163个农户样本。

2.2 变量设置

2.2.1 被解释变量

被解释变量为种植结构,借鉴已有研究^[10],采用非粮食作物播种面积占农作物播种面积之比衡量。

2.2.2 核心解释变量

核心解释变量农户数字素养是一个综合性系统概念,包括潜层和显层2个维度。潜层中,侧重于个体内在的稳定心理素质,如属性动机、态度及价值观等;显层中,强调农户在不同场景下高效获取

数字信息、提升数字技能以及创造数字价值的能力。因此,数字素养的定义为,在各种数字情境下运用数字技术指导农业生产所需的综合能力的集合^[28-29]。关于农户数字素养的评价,多数研究以农户的通用性能力为核心,将数字素养划分为数字化通用素养、社交素养、创意素养和安全素养,并拓展为数字设备、信息和数据处理素养、问题解决素养等^[30-32]。进一步地,也有研究结合电商、金融等场景

延伸,认为农户数字素养包括媒介操作素养、信息意识素养、信息获取素养、电商技术素养、电商认知素养^[33],以及数字金融素养^[34]。然而,已有研究的评价维度划分较为主观,缺乏理论支撑,对其内涵的解释力不足。对此,基于情境认知理论,从“情境—认知—能力”3个维度,构建农户数字素养指标体系见表1。采用各题项得分加总后计算均值的方式,测度数字素养。

表1 农户数字素养指标体系
Table 1 Farmers' digital literacy index system

一级指标 Level 1 index	二级指标 Level 2 index	具体测量题项 Specific measurement item	赋值 Assignment
数字技术情境 Digital technology context	数字基础设施	是否具有家庭上网设备	是=1,否=0
		是否具有3部以上手机	是=1,否=0
		家里网络条件是否良好	是=1,否=0
数字价值认知 Digital value cognition	数字利用偏好	是否有意愿在网上销售农产品	是=1,否=0
		购买种苗、化肥、饲料等农资产品首选的支付方式是否是数字支付	是=1,否=0
		准备购买或近期购买过车辆,首选支付方式是否是数字支付	是=1,否=0
		需要借钱时是否优先考虑数字借贷	是=1,否=0
数字化能力 Digital capability	数字设备操作	是否使用4G/5G手机	是=1,否=0
		使用4G/5G手机功能是否存在困难	是=1,否=0
		平均每天使用4G/5G手机时长是否超过8h	是=1,否=0
	数字信息获取	对于重点关注的信息,获取是否具有及时性	是=1,否=0
		是否利用智能手机设备进行新闻浏览等获取资讯功能	是=1,否=0
		能否通过手机或网络随时获取日常需求信息	是=1,否=0
	数字技术应用	是否利用智能手机进行微博、微信等社交活动	是=1,否=0
		是否利用智能手机进行产品交易等商务活动	是=1,否=0
		是否使用智能手机的视频、音乐等娱乐功能	是=1,否=0
		是否利用智能手机设备参加学习教育等活动	是=1,否=0

数字技术情境是指数字技术应用与实践的场景,采用数字基础设施进行衡量。技术情境观认为,数字技术情境为农户进行数字化学习提供了一种全新的发生基础和实践环境,数字技术普及的本质就是对数字技术情境的感知与适应。

数字价值认知是指农户对数字技术及其应用场景所带来的价值和效益的认知和理解,采用数字利用偏好进行衡量。这种认知不仅包括对数字技术本身的认识,还包括对数字技术如何应用于农业生产、提

高生产效率、优化资源配置、增加经济收益等方面的理解和评价,是影响农户数字素养的重要内驱力。

数字化能力是指农户基于技术场景的数字实践能力,采用数字设备操作、数字信息获取、数字技术应用进行衡量。在复杂的数字技术情境下,数字化能力越高,意味着农户利用数字资源解决问题以满足自身需求的能力越强^[28]。

2.2.3 中介变量

借鉴已有研究^[3],选取市场参与、金融支持为农

户数字素养影响种植结构的中介变量。生产经营特征和村庄特征等可能影响种植结构的变量。

2.2.4 控制变量

借鉴已有研究^[14],加入户主特征、家庭特征、变量赋值说明及描述性统计特征见表2。

表2 变量赋值说明及描述性统计特征

Table 2 Explanation of variable assignment and descriptive statistical characteristics

变量类别 Variable type	变量名称 Variable name	赋值说明 Assignment instruction	均值 Mean	标准差 Standard deviation	
核心解释变量 Core explanatory variable	农户数字素养	农户数字素养得分平均值	0.440	0.167	
被解释变量 Explained variable	种植结构	非粮食作物播种面积占农作物播种面积之比	0.249	0.366	
中介变量 Mediator variable	市场参与	是否有产品通过网络交易? 是=1,否=0	0.071	0.258	
	金融支持	是否为信用户或获得银行贷款? 是=1,否=0	0.490	0.500	
工具变量 Instrumental variable	同县数字素养平均水平	同县数字素养平均水平	0.441	0.060	
控制变量 Control variable	户主特征	性别	男=1;女=0	0.952	0.214
		受教育水平	初中及以下=1;高中/中专、 职高=2;大专及以上=3	1.158	0.416
		婚姻情况	是否有配偶? 是=1,否=0	0.943	0.231
		就业情况	是否为全职农业? 是=1,否=0	0.588	0.492
		村内任职	普通村民=1;村委委员、 支部委员=2;村支书、村主任=3	1.114	0.396
	家庭特征	家庭规模	家庭常住人口,人	4.393	1.375
		家庭经济状况	与同村村民相比,收入水平变化: 减少较多=1;有所减少=2;差不多=3; 有所增加=4;增加较多=5	2.911	0.677
	生产经营特征	灌溉时长	平均每hm ² 灌溉时长,h	3.663	25.202
		土地肥力	沙土=1;黏土=2;黄土=3;黑土=4	2.727	1.020
		种植规模	家庭种植总面积,hm ² ,取对数	2.435	1.526
		农业保险	是否参加农业保险? 是=1,否=0	0.454	0.498
		种植业收入	种植业收入,元,取对数	7.355	3.680
	村庄特征	村庄交通条件	村委会到县政府的距离,km,取对数	2.940	0.791
		村庄经济水平	是否为贫困村? 是=1,否=0	0.324	0.468
		村庄雇工市场情况	日均雇工成本,元,取对数	4.590	0.334
		村庄地形	平原=1;丘陵=2;山区或半山区=3	1.876	0.885

2.3 模型选择

2.3.1 基准回归模型

本研究构建的农户数字素养对种植结构的基准回归模型如下:

$$PS_i = \alpha_0 + \alpha_1 DL_i + \alpha_2 X_i + \eta_p + \epsilon_i \quad (1)$$

式中:PS_{*i*}为种植结构;DL_{*i*}为农户数字素养;X_{*i*}为户主层面、家庭层面、生产经营层面、村庄层面的控制变量;η_{*p*}为省级层面的地区固定效应;α₀、α₁、α₂为待

估计参数; ϵ_i 为随机误差项。

2.3.2 中介效应模型

借鉴温忠麟等^[35]的研究,构建农户数字素养影响种植结构的中介效应模型如下:

$$M_i=\beta_0+\beta_1DL_i+\beta_2X_i+\eta_p+\theta_i\tag{2}$$

$$PS_i=c_0+c_1DL_i+c_2M_i+c_3X_i+\eta_p+\mu_i\tag{3}$$

式中: M_i 为中介变量,即市场参与、金融支持; β_0 、 β_1 、 β_2 、 c_0 、 c_1 、 c_2 为待估计参数; θ_i 、 μ_i 为随机误差项。

3 实证结果分析

3.1 基准回归

农户数字素养对种植结构影响的基准回归结果见表3。农户数字素养对种植结构产生了显著的正向影响,表明伴随农户数字素养的提升,将会扩大经济作物播种面积占比,促进种植结构“非粮化”,由此验证假说1。

表3 农户数字素养影响种植结构的基准回归结果
Table 3 Benchmark regression results of the impact of farmers' digital literacy on planting structure

变量名称 Variable name	模型 1 Model 1	模型 2 Model 2	模型 3 Model 3	模型 4 Model 4	模型 5 Model 5
农户数字素养 Farmers' digital literacy	0.154 6*** (2.63)	0.171 4*** (2.84)	0.160 0*** (2.62)	0.215 4*** (3.64)	0.200 3*** (3.36)
性别 Male		0.049 0 (1.06)	0.046 8 (1.01)	0.046 1 (1.04)	0.043 5 (0.98)
受教育水平 Education level		0.007 8 (0.32)	0.006 2 (0.26)	0.006 5 (0.28)	0.010 4 (0.45)
婚姻情况 Marital status		−0.071 2* (−1.66)	−0.046 3 (−1.06)	−0.054 5 (−1.30)	−0.048 4 (−1.15)
就业情况 Employment situation		0.007 0 (0.34)	0.008 8 (0.44)	0.010 9 (0.56)	0.013 8 (0.71)
村内任职 Village posts		−0.027 8 (−1.10)	−0.035 3 (−1.39)	−0.038 5 (−1.57)	−0.040 1 (−1.64)
家庭规模 Family size			−0.024 7*** (−3.32)	−0.021 9*** (−3.05)	−0.021 0*** (−2.93)
家庭经济状况 Family economic status			0.026 8* (1.82)	0.031 6** (2.18)	0.028 1* (1.94)
灌溉投入 Irrigation input				−0.000 0* (−1.87)	−0.000 0* (−1.92)
土地肥力 Soil fertility				−0.034 9*** (−3.64)	−0.033 8*** (−3.52)
种植规模 Planting scale				−0.0228 9*** (−2.71)	−0.021 5** (−2.50)
农业保险 Agricultural insurance				−0.114 6*** (−5.44)	−0.105 8*** (−4.94)
种植业收入 Income from plantation industry				0.018 5*** (6.55)	0.018 8*** (6.60)
村庄交通条件 Village traffic conditions					−0.002 3 (−0.17)
村庄经济水平 Village economic					0.017 4 (0.78)

表 3（续）

变量名称 Variable name	模型 1 Model 1	模型 2 Model 2	模型 3 Model 3	模型 4 Model 4	模型 5 Model 5
村庄雇工市场情况 Village employment market situation					0.083 8** (2.56)
村庄地形 Village topography					0.010 5 (0.73)
常数项 Constant terms	0.535 1*** (10.57)	0.563 2*** (6.69)	0.612 7*** (6.50)	0.527 5*** (5.38)	0.098 7 (0.53)
省份固定效应 Provincial fixed effect	控制	控制	控制	控制	控制
观测值 Observations	1 163	1 163	1 163	1 163	1 163
R ²	0.187 2	0.186 9	0.195 7	0.255 5	0.259 7

注：*、**和***分别表示在 10%、5% 和 1% 水平上显著；括号内为 *t* 值，下表同。
模型 1，无控制变量；模型 2—模型 5，依次加入户主特征、家庭特征、生产经营特征、村庄特征控制变量。
Note: *, ** and *** represent significant statistics at the levels of 10%, 5% and 1%, respectively, and the *t*-value is in parentheses, the same as the following Table.
Model 1 has no control variables, while Models 2-5 add control variables for household head characteristics, family characteristics, production and operation characteristics, and village characteristics in sequence.

农户数字素养的提升使其能够更便捷地获取市场信息,包括各类农作物的价格、需求趋势等,突出了种植经济作物的比较优势。数字素养高的农户能够熟练利用数字设备和工具,解决种植经济作物面临的困难,从而种植经济作物的积极性更高,导致种植结构“非粮化”。

控制变量的回归结果表明,家庭规模、灌溉时长、土地肥力、种植规模、农业保险的回归系数显著为负,家庭经济状况、种植业收入、村庄雇工市场情况的回归系数显著为正。此外,户主的性别、受教育水平、婚姻情况、就业情况、村内任职,以及村庄交通条件、村庄经济水平、村庄地形对种植结构的影响并不显著。

3.2 稳健性检验

3.2.1 更换模型

更换为 Logistic 模型进行回归。对种植结构进行分档赋值,变量值≤0.2 赋值为 1,0.2<变量值≤0.4 赋值为 2,0.4<变量值≤0.6 赋值为 3,0.6<变量值≤0.8 赋值为 4,变量值>0.8 赋值为 5。更换模型后的回归系数仍显著为正,证明了估计结果的稳健性,农户数字素养对种植结构的稳健性检验结果见表 4。

3.2.2 替换被解释变量

将被解释变量替换为种植决策,若农户选择种植非粮食作物,则赋值为 1;否则,赋值为 0。采用 Logit 模型进行回归,回归系数仍显著为正(表 4),验证了基准回归结果的稳健性。

3.2.3 核心解释变量缩尾

为排除异常值干扰,对农户数字素养进行双边缩尾 1% 后重新进行回归,回归系数仍显著为正,且数值未发生明显变化(表 4),表明基准回归结果较为稳健。

3.2.4 内生性检验

可能存在的内生性问题有:1)存在部分无法观测的变量能够影响种植结构,但由于数据有限并未将其纳入模型中;2)样本存在自选择偏差,控制变量对种植结构和农户数字素养均有影响。为缓解内生性问题,采用工具变量法进行模型估计。

参考已有研究^[36],选取同县数字素养平均水平为工具变量。由于县域数字素养平均水平对农户数字素养具有溢出效应,但并不会直接影响种植结构,满足工具变量的相关性和外生性要求。第一阶段回归的 *F* 值大于 10,通过弱工具变量检验。第二阶段农户数字素养对种植结构的系数显著为正(表 4),表明考虑内生性问题后主效应仍然稳健。

表4 农户数字素养影响种植结构的稳健性检验结果

Table 4 Robustness test results of the impact of farmers' digital literacy on planting structure

变量名称 Variable name	更换为 Logistic模型 Replace with Logistic model	被解释变量替换 为种植决策 Explained variable replacement with planting decision	核心解释 变量缩尾 Core explanatory variable tailing	内生性检验 Endogenous test	
				农户数字素养 Digital literacy	种植结构 Planting structure
农户数字素养 Farmers' digital literacy	1.404 7*** (3.28)	1.490 6*** (3.33)	0.196 9*** (3.28)		1.191 6*** (5.62)
同县数字素养平均水平 Average level of digital literacy in the same county				0.880 4 *** (10.66)	
常数项 Constant terms	—	−2.253 6* (−1.68)	0.158 0 (0.86)	−0.251 2*** (−3.27)	−0.186 5 (−1.00)
控制变量 Control variable	控制	控制	控制	控制	控制
弱工具变量检验的F值 F value of weak instrumental variable test				113.542>10	
省份固定效应 Provincial fixed effect	控制	控制	控制	控制	控制
观测值 Observations	1 163	1 163	1 163	1 163	1 163
R ²	0.153 1	0.241 2	0.259 3	0.186 4	0.018 6

3.3 异质性分析

3.3.1 代际异质性分析

将年龄≤50岁的农户划分为新生代农户,年龄>50岁的农户划分为老一代农户^[37],研究农户数字素养对种植结构影响的代际异质性,结果(表5)表明,农户数字素养对于种植结构的影响在新生代农户中不显著,仅在老一代农户中显著为正。原因在于,新生代农户普遍具有非农就业经历或兼业经营特征,农业收入在家庭总收益中的占比下降,种植决策更易受市场价格、劳动力机会成本等因素影响,而非单纯依赖数字信息^[38]。

3.3.2 收入水平异质性分析

将家庭人均收入<样本家庭人均收入中位数的农户划分为低收入水平农户,家庭人均收入≥样本家庭人均收入中位数的农户划分为高收入水平农户,研究农户数字素养对种植结构影响的收入水平异质性,结果(表5)表明,农户数字素养对于种植结构的影响在低收入水平农户中不显著,仅在高收入水平农户中显著为正。原因在于,低收入水平农

户的农业生产通常以保障基本口粮和短期收入为首要目标,种植结构以稳产、易管理的粮食作物为主,对经济作物等高附加值作物种植的转型动力不足。低收入水平农户即使具备较高数字素养,也可能因缺乏资金和技术储备,难以将数字信息转化为实际生产决策。

3.4 作用机制分析

3.4.1 市场参与的中介效应分析

农户数字素养对市场参与的影响显著为正,在引入市场参与后,农户数字素养、市场参与对种植结构均有正向显著影响(表6)。由此可知,市场参与在农户数字素养影响种植结构的过程中发挥部分中介作用。农户数字素养的提升使其能够有效利用数字设备获取、分析和处理市场信息,从而全面、便捷地了解市场动态,更为准确地评估农作物的经济效益和市场前景,验证假说2。

3.4.2 金融支持的中介效应分析

农户数字素养对金融支持的影响显著为正,在引入金融支持后,农户数字素养、金融支持对种植

表5 农户数字素养影响种植结构的异质性分析结果

Table 5 Heterogeneity analysis results of the impact of farmers' digital literacy on planting structure

变量名称 Variable name	代际异质性 Intergenerational heterogeneity		收入水平异质性 Income level heterogeneity	
	新生代农户 ^① Younger generation farmers	老一代农户 ^② Older generation farmers	低收入水平农户 ^③ Low income farmers	高收入水平农户 ^④ High income farmers
农户数字素养 Farmers' digital literacy	0.188 1 (1.61)	0.172 5** (2.35)	0.092 2 (1.11)	0.342 4*** (3.78)
常数项 Constant terms	-0.125 9 (-0.40)	0.258 5 (1.13)	0.023 6 (0.09)	0.268 9 (0.99)
控制变量 Control variable	控制	控制	控制	控制
省份固定效应 Provincial fixed effect	控制	控制	控制	控制
观测值 Observations	470	693	578	585
R ²	0.235 3	0.303 5	0.218 8	0.296 8

注：①年龄≤50岁的农户；②年龄>50岁的农户。③家庭人均收入<样本家庭人均收入中位数的农户；④家庭人均收入≥样本家庭人均收入中位数的农户。

Note: ① Farmers aged≤50; ② Farmers aged>50. ③ Households with per capita income<the median per capita income of sample households; ④ Households with per capita income≥the median per capita income of sample households.

表6 农户数字素养影响种植结构的作用机制分析结果

Table 6 Mechanism analysis results of the impact of farmers' digital literacy on planting structure

变量名称 Variable name	市场参与的中介效应 Mediating effect of market participation		金融支持的中介效应 Mediating effect of financial support	
	市场参与 Market participation	种植结构 Planting structure	金融支持 Financial support	种植结构 Planting structure
农户数字素养 Farmers digital literacy	6.902 2*** (6.39)	0.167 4*** (2.77)	3.093 3*** (6.74)	0.179 5*** (2.95)
市场参与 Market participation		0.105 1*** (2.81)		
金融支持 Financial support				0.035 2* (1.68)
常数项 Constant terms	-7.405 5*** (-2.82)	0.164 1 (0.90)	-7.383 3*** (-5.46)	0.190 8 (1.04)
控制变量 Control variable	控制	控制	控制	控制
省份固定效应 Provincial fixed effect	控制	控制	控制	控制
观测值 Observations	1 163	1 163	1 163	1 163
R ²	0.174 1	0.264 1	0.177 7	0.260 8

结构的回归系数均显著为正(表6)。由此可知,金融支持在农户数字素养影响种植结构的过程中发挥部分中介作用。数字素养高的农户能够借助数字平台更为便捷地获取金融信息,包括贷款政策、利率优惠、申请流程等,增强了农户金融产品及服务的可得性,验证假说3。

4 结论与启示

本研究采用2020年中国乡村振兴综合调查(CRRS)数据,探究了农户数字素养对种植结构的影响及作用机制。主要结论如下:

1)农户数字素养的提升正向显著扩大了经济作物种植面积比例,导致种植结构“非粮化”程度加剧,且经过更换模型、替换被解释变量、核心解释变量缩尾、内生性检验后,结果依然稳健;

2)农户数字素养对种植结构的影响存在代际异质性和收入水平异质性,对老一代、高收入水平农户的影响更显著;

3)市场参与、金融支持在数字素养抑制种植结构“趋粮化”的过程中发挥部分中介作用。

基于此,得出以下政策启示:

1)建立粮食安全导向的数字素养提升机制。加强对粮食种植相关数字技术的研发与推广,降低粮食种植成本,提高粮食生产效率,实现粮食生产与“非粮化”种植的平衡发展。

2)分层分类推进农户数字素养提升。对于老一代农户,注重通过案例教学、实地示范等方式,使其直观感受到数字技术对粮食增产、节本增效等的作用。对于高收入水平农户,加强对国家粮食安全战略、粮食市场前景的宣传教育,引导其合理安排种植结构。

3)优化市场参与和金融支持的数字赋能机制。支持建立粮食生产与加工、销售企业的数字对接平台,促进订单农业发展,提高粮食种植的预期收益,增强农户种植粮食的信心。在金融支持方面,开发针对粮食种植的数字金融产品,为农户提供便捷、低息的贷款支持,解决粮食种植的资金短缺问题。

参考文献 References

- [1] 中国共产党. 党的二十大报告(全文)[EB/OL]. (2022-10-25). <https://www.gov.cn/zhuanti/zggcdescqgdbdh/sybgqw.htm>
The Communist Party of China Report of the 20th CPC National Congress

- (full text)[EB/OL]. (2025-05-28). <https://www.gov.cn/zhuanti/zggcdescqgdbdh/sybgqw.htm> (in Chinese)
- [2] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于防止耕地“非粮化”稳定粮食生产的意见[EB/OL]. (2020-11-17). http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-11/17/content_5562050.htm
General Office of the State Council Opinions of the general office of the State Council on preventing the “non grain” of cultivated land and stabilizing grain production [EB/OL]. (2020-11-17). http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-11/17/content_5562050.htm (in Chinese)
- [3] 罗千峰, 赵奇锋. 互联网使用对种植结构调整的影响及机制研究: 来自CRRS的微观证据[J]. 经济问题, 2022(6): 103-112
Luo Q F, Zhao Q F. The impact and mechanisms of Internet use on crop structure adjustment: Microscopic evidence from CRRS[J]. *On Economic Problems*, 2022(6): 103-112 (in Chinese)
- [4] 马俊凯, 李光泗, 李宁. “非粮化”还是“趋粮化”: 农地经营规模对种植结构的影响[J]. 中国农业资源与区划, 2023, 44(9): 90-100
Ma J K, Li G S, Li N. “Non-grain” or “grain-oriented”: The influence of farmland management scale on planting structure[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2023, 44(9): 90-100 (in Chinese)
- [5] 张琛, 彭超, 毛学峰. 非农就业、农业机械化与农业种植结构调整[J]. 中国软科学, 2022(6): 62-71
Zhang C, Peng C, Mao X F. Off-farm employment, agricultural mechanization and adjustment of agricultural planting structure[J]. *China Soft Science*, 2022(6): 62-71 (in Chinese)
- [6] 刘汉成, 吴传清. 政策性农业保险何以激励粮食生产[J/OL]. 中国农业资源与区划, 2024: 1-16 (2024-07-17). <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3513.S.20240716.1112.012.html>
Liu H C, Wu C Q. How does policy agricultural insurance stimulate grain production?[J/OL]. *China Industrial Economics*, 2024: 1-16 (2024-07-17). <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3513.S.20240716.1112.012.html> (in Chinese)
- [7] 龚燕玲, 张应良. “趋粮化”抑或“非粮化”: 高标准农田建设的政策效应[J]. 江西财经大学学报, 2023(6): 68-83
Gong Y L, Zhang Y L. “Grain-oriented” or “non-grain-oriented”: The policy effect of high-standard farmland construction[J]. *Journal of Jiangxi University of Finance and Economics*, 2023(6): 68-83 (in Chinese)
- [8] 黎星池, 朱满德, 刘超. 农业劳动力价格对种植结构的影响研究: 基于空间溢出视角的分析[J]. 价格理论与实践, 2022(1): 83-86
Li X C, Zhu M D, Liu C. Study on the influence of agricultural labor price on planting structure: Analysis based on the perspective of spatial spillover [J]. *Price: Theory & Practice*, 2022(1): 83-86 (in Chinese)
- [9] 张维泰, 张海霞, 贺家欣. 电子商务发展对农户种植结构的影响研究[J]. 调研世界, 2020(11): 53-59
Zhang W T, Zhang H X, He J X. Research on the influence of E-commerce development on farmers' planting structure[J]. *The World of Survey and Research*, 2020(11): 53-59 (in Chinese)
- [10] 宋羽, 刘伟平. 耕地种植结构演变的影响因素与多元路径: 基于30个省份案例区的模糊集定性比较分析[J]. 地域研究与开发, 2024, 43(4): 133-138
Song Y, Liu W P. Influencing factors and multiple paths of cultivated land planting structure evolution: A fuzzy set qualitative comparative analysis based on cases of 30 provinces[J]. *Areal Research and Development*, 2024, 43(4): 133-138 (in Chinese)
- [11] 廖媛红. 影响农户种植结构的组态分析: 基于小农户和规模农户比较的视角

- [J]. 干旱区资源与环境, 2024, 38(6): 51-60
- Liao Y H. Configurations driving plantation structure of farmers: Comparison between smallholder and large-scale farmers[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2024, 38(6): 51-60 (in Chinese)
- [12] 张增辉. 农民数字素养的收入效应: 理论机制与经验证据[J]. 求索, 2024(5): 147-155
- Zhang Z H. Income effect of farmers' digital literacy: Theoretical mechanism and empirical evidence[J]. *Seeker*, 2024(5): 147-155 (in Chinese)
- [13] 刘新仪, 李家辉, 赵凯. 数字素养对农户生产要素配置的影响[J]. 经济与管理研究, 2024, 45(10): 56-76
- Liu X Y, Li J H, Zhao K. Influence of farmers' digital literacy on production factor allocation[J]. *Research on Economics and Management*, 2024, 45(10): 56-76 (in Chinese)
- [14] 孙子辉, 宫思羽, 余志刚. 数字素养对农户绿色生产技术采纳的影响[J]. 中国农业大学学报, 2024, 29(4): 12-26
- Sun Z Y, Gong S Y, Yu Z G. Influence of digital literacy on farmers' green production technology adoption behavior[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2024, 29(4): 12-26 (in Chinese)
- [15] 彭建仿, 黄世成. 粮食安全视角下数字技术对粮食单产的影响机制[J]. 华南农业大学学报: 社会科学版, 2024, 23(4): 77-92
- Peng J F, Huang S C. Mechanisms of digital technology's impact on grain yield from perspective of food security [J]. *Journal of South China Agricultural University: Social Science Edition*, 2024, 23(4): 77-92 (in Chinese)
- [16] Bi X H, Wen B, Zou W. The role of internet development in China's grain production: Specific path and dialectical perspective[J]. *Agriculture*, 2022, 12(3): 377
- [17] Ali Chandio A, Gokmenoglu K K, Sethi N, Ozdemir D, Jiang Y S. Examining the impacts of technological advancement on cereal production in ASEAN countries: Does information and communication technology matter? [J]. *European Journal of Agronomy*, 2023, 144: 126747
- [18] Chen Q Q, Zhang C, Hu R F, Sun S Y. Can information from the Internet improve grain technical efficiency? new evidence from rice production in China[J]. *Agriculture*, 2022, 12(12): 2086
- [19] 刘生龙, 张晓明. 数字基础设施与粮食生产: 基于深度学习的实证证据[J]. 数量经济技术经济研究, 2024, 41(7): 155-176
- Liu S L, Zhang X M. Digital infrastructure and grain production: Empirical evidence based on deep learning[J]. *Journal of Quantitative & Technological Economics*, 2024, 41(7): 155-176 (in Chinese)
- [20] 毛凤霞, 沈凯月. 农村地区数字生产基础设施对种植结构的影响研究[J]. 华东经济管理, 2023, 37(9): 77-85
- Mao F X, Shen K Y. Research on the impact of digital production infrastructure on planting structure in rural areas[J]. *East China Economic Management*, 2023, 37(9): 77-85 (in Chinese)
- [21] 高鸣, 杨新宇. 农业增效益: 数字技术赋能粮食产业高质量发展的实践进路[J]. 学习与探索, 2025(2): 23-32, 2
- Gao M, Yang X Y. Increasing agricultural benefits: The practical path of digital technology empowering the high-quality development of the grain industry[J]. *Study & Exploration*, 2025(2): 23-32, 2 (in Chinese)
- [22] 陈江华, 陈静, 邱海兰. 数字素养对农地隐性抛荒的影响: 基于农户“双改单”种粮行为的研究[J]. 华中农业大学学报: 社会科学版, 2025(1): 19-30
- Chen J H, Chen J, Qiu H L. The impact of digital literacy on implicit farmland abandonment: A study based on farmers' "from double to single" grain cultivation[J]. *Journal of Huazhong Agricultural University: Social Sciences Edition*, 2025(1): 19-30 (in Chinese)
- [23] 贺迎黎, 张社梅. 数字素养对农户种植结构的影响研究[J]. 世界农业, 2025(4): 115-129
- He Y L, Zhang S M. Research on the influence of digital literacy on farmers' planting structure[J]. *World Agriculture*, 2025(4): 115-129 (in Chinese)
- [24] 唐宏, 殷子寒. 耕地细碎化、农机社会化服务对耕地“非粮化”的影响研究: 基于7省1797户农户的微观调查[J]. 长江流域资源与环境, 2025, 34(3): 693-704
- Tang H, Yin Z H. Impact of farmland fragmentation and agricultural machinery socialization service on "non-grain" utilization: Based on A micro survey of 1797 rural households in 7 provinces [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2025, 34(3): 693-704 (in Chinese)
- [25] 胡霞, 周旭海, 罗崇佳. 农机服务市场发育与种植结构“趋粮化”[J]. 农村经济, 2023(10): 31-41
- Hu X, Zhou X H, Luo C J. The market development of agricultural machinery service and grain-trend planting structure[J]. *Rural Economy*, 2023(10): 31-41 (in Chinese)
- [26] 杨佳利, 吴从亮. 数字素养、电商认知与农户电商参与行为: 基于湘粤地区528份调查数据[J]. 湖南农业大学学报: 社会科学版, 2023, 24(6): 23-34
- Yang J L, Wu C L. Mechanism of digital literacy, e-commerce cognition and farmers' e-commerce participation behavior: Based on 528 survey data from Hunan and Guangdong provinces [J]. *Journal of Hunan Agricultural University: Social Sciences*, 2023, 24(6): 23-34 (in Chinese)
- [27] 李丽莉, 徐嘉, 梅燕, 曾亿武. 数字素养对农民创业决策的影响: 来自CFPS的经验证据[J]. 农林经济管理学报, 2025, 24(2): 263-271
- Li L L, Xu J, Mei Y, Zeng Y W. Impact of digital literacy on farmers' entrepreneurial decision: Evidence from CFPS[J]. *Journal of Agro-Forestry Economics and Management*, 2025, 24(2): 263-271 (in Chinese)
- [28] 何云婷, 刘武根. 情境认知视域下的农民数字素养: 现实制约与纾困路径[J]. 湖湘论坛, 2024, 37(2): 70-80
- He Y T, Liu W G. Farmers' digital literacy from the perspective of situational cognition: Realistic restriction and relief path [J]. *Huxiang Forum*, 2024, 37(2): 70-80 (in Chinese)
- [29] 王策明. 我国农民数字素养的驱动机理探究[J]. 图书馆建设, 2024(6): 78-88, 100
- Wang C M. Research on the driving mechanism of digital literacy of Chinese farmers[J]. *Library Development*, 2024(6): 78-88, 100 (in Chinese)
- [30] 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)
- [31] 王慧敏, 朱建军. 农场主数字素养对耕地质量保护行为的影响: 基于2023年山东省家庭农场调查数据的实证分析[J]. 干旱区资源与环境, 2025, 39(4): 85-96
- Wang H M, Zhu J J. Influence of farmers' digital literacy on cultivated land quality protection behavior: An empirical study in Shandong Province[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2025, 39(4): 85-96 (in Chinese)
- [32] 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)
- [33] 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)
- [34] 陈明燕, 周灵漪. 农村电商、数字素养与农村居民消费[J]. 商业经济研究, 2024(23): 113-116
- Chen M Y, Zhou L Y. Rural E-commerce, digital literacy and rural residents' consumption[J]. *Journal of Commercial Economics*, 2024(23): 113-116 (in Chinese)
- [35] 温忠麟, 叶宝娟. 中介效应分析: 方法和模型发展[J]. 心理科学进展, 2014, 22(5): 731-745
- Wen Z L, Ye B J. Analyses of mediating effects: The development of methods and models[J]. *Advances in Psychological Science*, 2014, 22(5): 731-745 (in Chinese)
- [36] 王进, 李宁, 张逸轩. 数字乡村建设能否促进新型农村集体经济发展: 基于CRRS微观调查数据的分析[J]. 世界农业, 2024(5): 43-55
- Wang J, Li N, Zhang Y X. Can digital rural construction promote the development of the new rural collective economy: Analysis based on CRRS micro survey data[J]. *World Agriculture*, 2024(5): 43-55 (in Chinese)
- [37] 张勇超, 熊文英. 劳动力转移类型、功能诉求与农户宅基地流转意愿: 来自农业转移人口的样本证据[J]. 地理研究, 2025, 44(3): 731-749
- Zhang Y C, Xiong W Y. Labor migration types, function claims and household willingness of homestead transfer: Sample evidence from the agricultural transfer population[J]. *Geographical Research*, 2025, 44(3): 731-749 (in Chinese)
- [38] 阮若卉, 罗明忠. 农村劳动力数字素养、就业能力与非农就业[J]. 湖南农业大学学报: 社会科学版, 2024, 25(4): 31-39
- Ruan R H, Luo M Z. Digital literacy, employability and non-agricultural employment of rural labor[J]. *Journal of Hunan Agricultural University: Social Sciences*, 2024, 25(4): 31-39 (in Chinese)

责任编辑: 刘迎春



第一作者简介: 刘威, 河南工业大学管理学院副教授, 博士研究生导师, 兼任全国研究生教育评估监测专家、中国物流学会特约研究员, 主要从事粮食经济、粮食供应链等研究, 主持国家社会科学基金项目、教育部人文社会科学研究项目等国家级课题2项、省部级课题6项; 在《农业技术经济》《农村经济》等期刊发表论文50余篇, 其中CSSCI收录15篇, 核心期刊18篇, 人大复印资料收录4篇; 出版《基于共生理论的农业产业化联合体运行机制研究》等学术专著3部; 获省级优秀社科成果二等奖1奖、三等奖2项。