



社会资本、技术认知对黑土区农户保护性耕作技术采纳行为的影响

李文欢, 王桂霞

Effects of social capital and technology cognition on farmers' adoption of conservation tillage in black soil areas

LI Wenhuan and WANG Guixia

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.12357/cjea.20220032>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

华北平原缺水保护区保护性耕作技术

Conservation tillage technology for water-deficit areas in the North China Plain

中国生态农业学报(中英文). 2018, 26(10): 1537-1545

水稻优生区农户资本禀赋对其耕地保护决策行为的影响——基于双栏模型的实证研究

Effect of capital endowment on farmers' decision-making in protecting cultivated land in a rice-growing area: An empirical study based on a double-hurdle model

中国生态农业学报(中英文). 2019, 27(6): 959-970

河西绿洲灌区保护性耕作对土壤风蚀特征的影响

Effects of conservation tillage on soil wind erosion characteristics in the Hexi oasis irrigational area

中国生态农业学报(中英文). 2019, 27(9): 1421-1429

黄土高原旱作麦田土壤真菌多样性对长期保护性耕作的响应

Response of soil fungal diversity to long-term conservation tillage in dryland wheat soils on the Loess Plateau, China

中国生态农业学报(中英文). 2021, 29(7): 1215-1223

稻-油轮作下保护性耕作对土壤肥力的影响及评价

Effect of conservation tillage on soil fertility under rice-rape rotation system

中国生态农业学报(中英文). 2017, 25(11): 1604-1614

基于LSTM神经网络模拟的陇中黄土高原沟壑区保护性耕作下土壤贮水量变化

Soil water storage under conservation tillage based on LSTM neural network simulation in the Loess Plateau Gully Region of central Gansu

中国生态农业学报(中英文). 2019, 27(8): 1226-1237



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

DOI: 10.12357/cjea.20220032

李文欢, 王桂霞. 社会资本、技术认知对黑土区农户保护性耕作技术采纳行为的影响[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2022, 30(10): 1675–1686

LI W H, WANG G X. Effects of social capital and technology cognition on farmers' adoption of conservation tillage in black soil areas[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2022, 30(10): 1675–1686

社会资本、技术认知对黑土区农户保护性耕作技术采纳行为的影响*

李文欢¹, 王桂霞^{2**}

(1. 太原学院 太原 030032; 2. 吉林农业大学经济管理学院 长春 130118)

摘要: 黑土地是极其珍贵的自然资源,在保证粮食安全、促进农业绿色发展和乡村振兴方面具有重要作用。但在过度利用的情况下,黑土地质量正在不断退化,如何提高农户保护性耕作技术的采纳率,促使黑土地由“瘦”变“肥”是当前亟须解决的问题。本文基于嵌入性社会结构理论,以典型黑土区 625 户种植户的调研数据为基础,运用结构方程模型(SEM)探讨了社会资本、技术认知对农户保护性耕作技术采纳行为影响的传导路径及其群组差异。研究表明: 1) 社会资本对农户保护性耕作技术采纳行为具有正向促进作用。2) 技术认知对农户保护性耕作技术采纳行为具有正向促进作用,同时技术认知在社会资本对农户保护性耕作技术采纳行为的影响中起中介作用。但技术有用性认知的间接影响大于技术易用性的影响。3) 多群组 SEM 结果显示: 种植规模、年龄在社会资本和技术认知对农户保护性耕作技术采纳行为的影响存在差异。其中,大规模种植户技术采纳行为更容易受社会网络的影响,而中小规模种植户受社会信任影响较大。中青年种植户的技术采纳行为更容易受到社会网络的影响,而老年种植户更容易受到技术易用性的影响。鉴于此,东北黑土区保护性耕作技术的推广除依靠政府外,还应在考虑农民异质性的前提下充分发挥社会资本的作用。

关键词: 社会资本; 技术认知; 保护性耕作; 黑土地保护; 粮食安全

中图分类号: F323.3

开放科学码(资源服务)标识码(OSID):



Effects of social capital and technology cognition on farmers' adoption of conservation tillage in black soil areas*

LI Wenhuan¹, WANG Guixia^{2**}

(1. Taiyuan University, Taiyuan 030032, China; 2. School of Economics and Management, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

Abstract: Black soil is an extremely precious natural resource that plays an important role in ensuring food security, promoting green agricultural development and rural revitalization. However, in the case of overutilization, the quality of black soil deteriorates. Improvement of the adoption rate of conservation tillage by farmers and the growth of the black soil layer from “thin” to “fat” is an urgent issue that needs to be addressed. Previous studies have focused on the impact of economic and policy factors on farmers' adoption of conservation tillage in black soil areas and pay less attention to the role of social capital embedded in rural areas. Based on the theory of embedded social structure and survey data of 625 farmers in typical black soil areas of Jilin and Heilongjiang Provinces, this

* 国家社会科学基金项目(20BJY041)资助

** 通信作者: 王桂霞, 主要研究方向为农业经济理论与政策。E-mail: guixia-w@163.com

李文欢, 主要研究方向为农业资源与环境经济。E-mail: 350155083@qq.com

收稿日期: 2022-01-14 接受日期: 2022-04-27

* This study was supported by the National Social Science Foundation of China (20BJY041).

** Corresponding author, E-mail: guixia-w@163.com

Received Jan. 14, 2022; accepted Apr. 27, 2022

study analyzed the transmission path and group differences of social capital and technology cognition on farmers' adoption behavior of conservation tillage in black soil areas by using a structural equation model (SEM). The results showed that 1) social capital had a positive effect on farmers' adoption of conservation tillage, in which social networks, social trust, and social norms promoted farmers' adoption of conservation tillage. 2) Technology cognition played a positive role in promoting farmers' adoption of conservation tillage. Technology cognition played an intermediary role in the impact of social capital on farmers' adoption of conservation tillage. The indirect impact of technology usefulness cognition was greater than that of technology usability awareness because farmers more concerned about whether the technology can bring benefits to themselves than whether the technology is easy to master. 3) Multi-group SEM results showed differences in the influence of planting scale and age on farmers' adoption behavior of conservation tillage technology in terms of social capital and technology cognition. The technology adoption behavior of large-scale growers was more easily affected by social networks, whereas small- and medium-sized farmers were more affected by social trust. Young and middle-aged adults were more likely to be affected by social networks, whereas older adults were more likely to be affected by technology usability. In view of this, in addition to relying on the government, the promotion of conservation tillage technology in north-east black soil areas should give full play to the role of social capital considering the heterogeneity of farmers.

Keywords: Social capital; Technology cognition; Conservation tillage; Black soil protection; Food safety

黑土地保护是保障我国粮食安全、实施“藏粮于地”战略、提升农产品竞争力、促进农业绿色发展和乡村振兴的迫切需要。东北地区是世界仅有的三大黑土区之一,也是我国重要的商品粮基地,粮食产量占全国的 1/4,调出量占全国的 1/3,在保障国家粮食安全中发挥着巨大作用。但长期破坏性的耕作方式已经导致了黑土区土壤生态功能退化、黑土地数量减少、水土流失、土壤污染等诸多问题^[1],严重威胁着东北地区粮食综合生产能力、土地资源安全和农业生态安全。

保护性耕作是一种以农作物秸秆覆盖还田、免(少)耕播种为主要内容的现代耕作技术体系,能够有效减轻土壤风蚀水蚀、增加土壤肥力和保墒抗旱能力、提高农业生态和经济效益,是东北黑土地保护利用的有效途径^[2]。国家高度重视东北黑土地保护,倡导实施保护性耕作,2015—2021 年连续下发指导性文件。2020 年农业农村部、财政部下发的《东北黑土地保护性耕作行动计划(2020—2025 年)》提出,力争到 2025 年,保护性耕作实施面积达到 933 万 hm^2 ,占东北地区适宜区域耕地总面积的 70% 左右。2022 年中央一号文件再次强调“深入推进国家黑土地保护工程,实施黑土地保护性耕作 8000 万亩”。虽然当前黑土地保护已经取得了一些成绩,形成了“梨树模式”^[3],耕地质量较十年前有所提升^[4]。但在许多地方,由于劳动力老龄化、低素质化、耕地保护责任主体意识淡薄、农技推广服务不足等问题的存在,阻碍了黑土地保护性耕作技术的应用和推广^[5],使得保护性耕作效益未能充分发挥。因此,深入探索推动黑土区农户采纳保护性耕作技术的动力机制,对加强黑土地保护、提升东北地区粮食综合生产能力具有重要意义。

已有关于农户保护性耕作技术采纳影响因素的研究主要集中在农户特征、市场环境因素、政策因素、耕地特征等方面^[6-9]。事实上,在农村这样一个以亲缘、地缘为基础的“熟人社会”,农户的技术采纳行为除受这些因素的影响外,还会受到社会资本的影响^[10]。社会资本可以弥补政府和市场在技术推广中的不足^[11],能够通过技术信息传递、分散技术风险、发挥示范作用来促进农户突破现有资源限制,改变其在采纳与不采纳农业技术之间的边界^[12]。同时,保护性耕作技术具有典型的正外部性,易导致个人选择与集体选择的冲突,致使集体行动陷入困境。而社会资本可以将微观个体行为和宏观集体行为结合在一起,促进个体间的合作,从而有助于农业技术采纳中集体行动困境问题的解决^[13]。此外,农户作为理性的生产者,他们对技术效果和操作难易程度等方面的认知是影响其技术采纳行为的关键因素^[14]。如果缺乏对新技术的认知,农户很容易产生畏难和避险情绪,有碍于技术的推广和采用。而且,相对于农户禀赋的较难改变,心理认识的短期局限可以通过农户间的交流互动得以改变^[15]。遗憾的是,现有研究较少将社会资本和技术认知纳入同一框架,考察两者对东北黑土区农户保护性耕作技术采纳的作用机制。那么,社会资本与技术认知究竟是否会共同影响东北黑土区农户保护性耕作技术采纳行为?如果这一影响存在,其传导路径和影响方向如何?这种影响在不同特征农户间是否存在差异?鉴于此,本文以吉林、黑龙江两省典型黑土区 625 户种植户的调研数据为基础,运用结构方程模型探析社会资本、技术认知对黑土区农户保护性耕作技术采纳行为影响的传导路径,并进一步考察社会资本、技术认知在不同群体样本中的影响差异,以丰富现有研究并为

政府制定相关政策提供理论和现实依据。

1 理论分析与研究假说

嵌入性社会结构理论认为理性的经济行为并不是孤立的,而是嵌入在社会和文化结构之中,受到社会关系的影响和制约^[16]。这一理论弥补了新古典经济学在分析经济行为时“社会化不足”的缺陷,也纠正了社会学理论的“过度社会化”问题^[17],提高了对经济行为的解释能力。根据该理论,农户保护性耕作技术采纳行为是在一定的村域环境中产生,其必然会嵌入农村社会网络中,受到社会关系的影响。由此,农户的技术采纳行为会受到经济学零嵌入立场的“自主因素”和社会学强嵌入立场的“嵌入因素”的双重约束^[18]。其中,自主因素是农户技术采纳行为产生的前提条件,它们可以在某种程度上影响农户技术采纳行为的方向。嵌入因素通过农户所处的社会环境对其技术采纳行为形成促进或制约,并能在一定条件下影响自主因素对其技术采纳行为的预期。结合本文研究对象,以社会资本为嵌入因素、技术认知为自主因素,考察它们对农户保护性耕作技术采纳行为的影响。具体假设如下:

1.1 社会资本对农户保护性耕作技术采纳行为的直接影响

社会资本是嵌入社会的一种运行机制,它在人们的行为决策与资源配置中发挥重要作用。社会资本是一个多维度构念,社会网络、社会信任、社会规范是影响农户保护性耕作技术采纳行为的重要社会资本。

社会网络是农户长期交往互动形成的关系纽带。在政府技术推广服务供给不足的农村地区,社会网络的密集度高、传播路径短的特征,使其在农户的技术采纳行为中扮演着重要角色^[19]。社会网络主要通过两种机制对农户保护性耕作技术采纳行为产生影响:一是,信息传递机制。信息获取对农户采纳新技术至关重要,社会网络能够为农户获取新技术信息提供重要保障。在保护性耕作技术采纳过程中,农户通过与亲友、邻居、村干部等网络成员的交流和互相学习,能够有效获取技术信息、政策信息及市场信息,这将大幅减少信息不对称,降低技术采纳过程中的交易成本,提高资源利用效率,进而对农户保护性耕作技术采纳行为产生积极促进作用。二是,互惠互助机制。在保护性耕作技术采纳过程中,农户会支付相关费用购买有机肥、购买农机服务等。但农业本身就是一个利润率较低的行业,农户自有资金有限,经常出现资金周转不灵的情况。而正规

金融对农户的借贷又存在“溢出效应”“门槛效应”“缺口效应”,使得农户的借贷渠道受阻。社会网络的存在可以使农户快速、低成本地从亲朋好友处获取资金或实物的帮助,大大缓解农户技术采纳中资本不足的问题,这将有效促进农户采纳保护性耕作技术。因此,本文提出以下假设:

H1a: 社会网络直接正向影响农户保护性耕作技术采纳行为

社会信任作为社会网络的基础,也是社会资本的关键要素。社会信任主要由个体间的相互理解、共同的价值观组成,是集体合作的润滑剂^[20]。社会信任主要通过两种机制对农户保护性耕作技术采纳产生影响:一是,信息共享机制。社会信任水平越高,意味着农户越愿意将自己知道的保护性耕作信息传递给其他人,也更容易接受其他人的建议,来修正自己决策的偏差。农户在技术采纳方面通常表现出强烈的从众心理,这既出于规避技术采纳风险的考虑,也体现了乡邻之间的信任。二是,声誉激励机制。社会信任的存在可以使农户在做出行为决策时更多地考虑其他人的感受和态度,并且担心自我不合群行为会损坏其在村中的声誉,从而降低他人对自己的信任,减少未来合作的机会。因此,社会信任通过声誉机制可以促使农户间产生更多的互惠合作行为,降低农户的机会主义心理,激励农户采纳保护性耕作技术。因此,本文提出以下假设:

H1b: 社会信任直接正向影响农户保护性耕作技术采纳行为

社会规范是农户间通过交往形成的社会契约,对农户行为产生内在监督和约束。社会规范主要通过两种机制对农户保护性耕作技术采纳产生影响:一是,风险共担机制。社会规范中描述性规范的存在使得农户总会参照周围大多数人的行为而做出自己的行为决策。当农户看到周围大多数人采纳了保护性耕作技术,他会参照这些人的做法而采纳这一技术。因为模仿周围多数人的行为决策无需进行价值判断便可以与多数人形成风险共担。二是,非正式奖惩机制。社会规范中命令性规范会以非正式奖励或惩罚的方式对农户的行为决策产生影响^[21]。当村中大多数人都赞成耕地保护利用的做法,为获得周围人的非正式奖励(认可、赞扬等),或为避免受到非正式惩罚(孤立、谴责等),也为向他人发出未来合作意愿的信号,农户会提高采纳保护性耕作技术的概率。同时,农户也会自发地对群体中其他成员的行为进行监督,对破坏耕地质量的农户施以非正式惩罚,从而促使群体成员做出更有利于集体利益的行

为决策。因此,本文提出以下假设:

H1c: 社会规范直接正向影响农户保护性耕作技术采纳行为

1.2 技术认知对农户保护性耕作技术采纳行为的直接影响

技术认知是农户对某项技术优缺点的主观认识,能很好地概括潜在使用者对农业技术的主观评价。借鉴技术接受模型的部分理论,本文将农户技术认知分为技术有用性认知和技术易用性认知。已有研究表明,技术有用性认知和技术易用性认知对农户循环农业技术、测土配方技术等绿色生产技术采纳具有显著影响^[22-23]。技术有用性认知主要指农户对采纳保护性耕作技术所产生的效益的认可程度。如果农户认为采纳保护性耕作技术能够改善土壤质量、提高农作物产量、增加种植收入,那么农户采纳该技术的概率越高。技术易用性认知是指农户对掌握与实施保护性耕作技术难易程度的认知。在本文中,技术易用性认知主要指农户对掌握保护性耕作技术操作流程、技术获得等方面所感知到的难易程度。如果农户认为保护性耕作技术获得和掌握起来较容易,就会降低农户采纳该技术的焦虑感,从而提高其技术采纳概率。基于以上分析,提出以下假设:

H2a: 技术有用性认知直接正向影响农户保护性耕作技术采纳行为

H2b: 技术易用性认知直接正向影响农户保护性耕作技术采纳行为

1.3 技术认知在“社会资本——农户保护性耕作技术采纳行为”的中介作用

个体的技术认知会受到社会环境的影响,并且能够通过农户间的交流互动得以改变^[24]。社会资本

作为社会环境中一种特殊的形式,必然对农户的技术认知产生影响。具体而言,农户通过社会网络交流技术相关信息,提高了技术知识储备,尤其社会网络规模较大的农户能够从别人的经验中获得更多的技术信息,对技术的有用性和易用性认知程度也高。社会信任可以降低农户对技术信息的搜集成本,促进合作。社会信任水平高的农户更容易接受他人的建议,从而提高对技术有用性和易用性的认知程度。个体对社会规范的遵从是补充非理性决策的重要方面。当同一村域内大多数农户对保护性耕作技术持肯定态度,农户感知到自己掌握的资源 and 机会就越多,预期的阻碍就越少,对技术有用性和易用性的认知水平就越高。而技术认知有用性和易用性水平的提高,会促使农户采纳保护性耕作技术。

基于上述分析,提出以下假设:

H3a-3b: 技术有用性认知、技术易用性认知在社会网络对农户保护性耕作技术采纳行为的影响中起到中介作用

H3c-3d: 技术有用性认知、技术易用性认知在社会信任对农户保护性耕作技术采纳行为的影响中起到中介作用

H3e-3f: 技术有用性认知、技术易用性认知在社会规范对农户保护性耕作技术采纳行为的影响中起到中介作用

根据以上假设和相关理论,本文提出如下理论分析框架,如图 1 所示。

2 研究方法、数据来源与量表设计

2.1 研究方法

结构方程模型包括潜变量(不可直接观测变量)

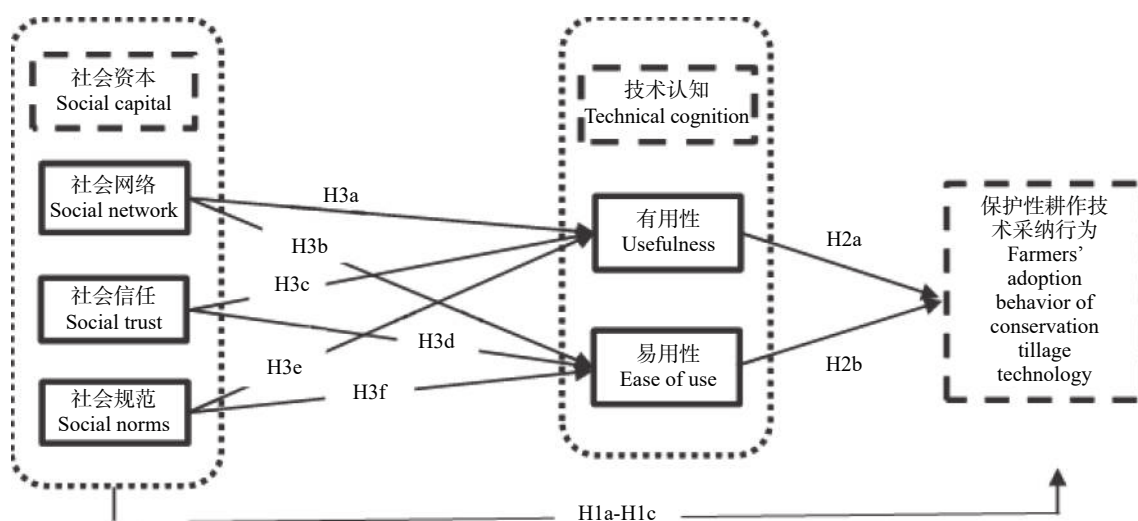


图 1 东北黑土区农户保护性耕作技术采纳行为影响机制框架

Fig. 1 Mechanism framework of farmers' adoption behavior of conservation tillage technology in black soil area of the Northeast China

和显变量(可观测变量)。结构方程通常分为两部分, 结构模型和测量模型。其中, 测量模型反映潜变量与观测变量之间关系, 如公式 (1)、(2); 结构模型反映各潜变量之间结构关系, 如下所示:

$$X = \Lambda_x \xi + \delta \quad (1)$$

$$Y = \Lambda_y \eta + \varepsilon \quad (2)$$

$$\eta = B\eta + \Gamma\xi + \zeta \quad (3)$$

式中: X 为外生观测变量向量, Y 为内生观测变量向量, Λ_x 、 Λ_y 分别表示外生潜变量与内生潜变量各自与其观测变量的关联系数矩阵, ξ 为外生潜变量, η 为内生潜变量, ε 和 δ 分别表示测量误差向量; B 表示内生潜变量之间的关系矩阵, Γ 表示外生潜变量对内生潜变量的影响, ζ 表示结构方程的残差向量。鉴于社会资本、技术认知等变量具有难以直接测量和难以避免主观测量误差的基本特征, 结合实际数据情况, 为验证上述研究假说, 本文构建结构方程模型进行分析。

2.2 研究数据

2.2.1 数据来源

第二次全国土地调查数据和县域耕地质量调查评价成果显示, 东北典型黑土区耕地面积约 0.19 亿 hm^2 , 其中, 吉、黑两省黑土面积共计 0.15 亿 hm^2 ^[25], 占东北总黑土面积的 80.94%。因此, 课题组于 2019 年 3—5 月和 2022 年 3 月对吉、黑两省 9 个县市(吉林省农安县、公主岭市、梨树市、松原市、白城市, 黑龙江省哈尔滨市、齐齐哈尔市、大庆市、绥化市)进行农户微观调研。这些地区均为黑土地保护性耕作重点推广区域, 对这些区域农户保护性耕作技术采纳行为的调查具有较好的代表性。调研采用分层抽样和随机抽样相结合的方式对本户的选取。根据当地经济发展水平和种植规模在每个县市选取 3 个乡镇, 每个乡镇选取 2 个村, 在每个村随机选取 10~15 户种植户进行调查。调查采取一对一的方式, 主要针对每户的种植决策负责人进行调查。调查内容主要包括: 农户基本特征、耕地规模、技

术认知情况、保护性耕作技术采纳情况、社会网络、社会信任、社会规范情况等。本次调研共计发放问卷 649 份, 剔除有瑕疵的问卷, 最终获得有效问卷 625 份。问卷有效率为 96.30%。

2.2.2 样本特征

样本农户基本情况如表 1 所示, 家庭种植决策者以男性为主, 占样本总量的 68.00%, 这与我国“男主外, 女主内”的社会情况相符。决策者受教育程度以初中为主, 占比 56.32%, 具有高中以上学历的农户较少。从决策者年龄来看, 41~60 岁的农户数量最多, 占到样本总量的 45.60%。样本农户耕地面积主要集中在 1~4 hm^2 , 占到样本总量的 42.88%。

调研区重点推广秸秆覆盖还田+免耕和秸秆覆盖还田+少耕两种保护性耕作技术类型。其中, 秸秆覆盖还田+免耕技术模式是在作物收获时将秸秆粉碎还田均匀覆盖地表, 第二年原垄(错茬)免耕播种。秸秆覆盖还田+少耕是在作物收获时将秸秆粉碎还田均匀覆盖地表, 秋季或春季播种前使用秸秆覆盖还田少耕整地机械, 对垄体种床进行窄条耕作后使用免耕播种机播种。与不采用任何一种保护性耕作技术相比, 采用单一保护性耕作措施(如仅采用秸秆覆盖还田、仅采用少免耕等)和采用组合型保护性耕作技术更能抑制土壤蒸发和增加耕层土壤含水量, 并且采用组合型保护性耕作技术的效果最佳^[26]。

调查发现, 在 625 户农户中 16.80% 未采用任何一种保护性耕作措施, 有 238 户农户(38.08%)采纳了单一保护性耕作措施, 剩余 282 户农户(45.12%)采纳了组合型保护性耕作措施(表 2)。这说明, 采用组合型保护性耕作技术措施的农户所占比重不足 50%, 有待进一步提高。

2.2.3 量表设计

保护性耕作不仅要求尽可能少地扰动土壤, 还要求土壤表面有一定的秸秆等有机覆盖物^[27]。因此, 保护性耕作技术是一套技术体系, 需要多种技术配合使用才能取得最佳效益。结合实地调研情况, 本

表 1 样本农户基本情况
Table 1 Basic information of the sample farmers

指标 Index	分类 Category	样本数 Frequency	比重 Percent (%)	指标 Index	分类 Category	样本数 Frequency	比重 Percent (%)
年龄 Age	20~40	139	22.24	受教育程度 Education	小学及以下 Primary school and below	137	21.92
	41~60	285	45.60		初中 Junior high school	352	56.32
	>60	201	32.16		高中及以上 High school and above	136	21.76
性别 Gender	男 Male	425	68.00	耕地规模 Cultivated land scale (hm^2)	≤ 1	126	20.16
	女 Female	200	32.00		1~4	268	42.88
					>4	231	36.96

表 2 样本区农户保护性耕作技术采纳情况
Table 2 Adoption of conservation tillage technology by farmers in the sample area

保护性耕作技术采用情况 Adoption of conservation tillage techniques	样本数(户) Number of samples (households)	比例 Proportion (%)
未采用任何一种保护性耕作措施 None of the conservation tillage measures have been adopted	105	16.80
采用单一保护性耕作措施 Adopt a single conservation tillage measure	238	38.08
采用组合型保护性耕作措施 Combination conservation tillage measures are used	282	45.12

文界定的保护性耕作技术包括秸秆覆盖还田+免耕、秸秆覆盖还田+少耕两种技术组合。若农户采纳了这两种技术组合中的一种即定义为采纳了保护性耕作技术,赋值为 1;若农户未采纳任何一种保护性耕作措施或仅采纳单一措施(如仅采用少耕措施)则定义为未采纳保护性耕作技术,赋值为 0。为了获取研究所需的微观数据,课题组在现有文献和理论模型的基础上,结合黑土区农户保护性耕作技术采用实际情况设计出量表。社会网络、社会信任、社会规范、技术有用性认知、技术易用性认知无法通过直接观察得到,均按潜变量处理。其中,社会网络(3 个题项)、社会信任(3 个题项)、社会规范(3 个题项)的量表设计参考了蔡起华等^[28]、何可等^[29]、李文欢等^[21]的研究成果;技术有用性认知(3 个题项)、技术易用性认知(3 个题项)的量表设计参考了徐涛等^[30]的研究成果。为了保证量表题项的有效性,课题组选取了吉林省农安县种植户做预调查,并根据调查反馈情况和专家意见对原始量表进行了修改和完善,最终确定了正式量表。正式量表包含 15 个题项,除“技术采纳行为”包含的 3 个题项外,其余均采用 Likert 五级量表形式测量,根据受访种植户回答“完全不同意”“不太同意、一般、比较同意、非常同意”或“非常难、比较难、一般、较简单、非常简单”分别赋值 1、2、3、4、5。具体指标详见表 3。

3 实证结果与分析

3.1 信度与效度检验

为保证最终研究结论的可信性和有效性,在进行模型分析之前需要对编制的量表进行信度与效度检验。如表 4 所示,在信度检验方面,本量表各观测变量的标准化载荷量为 0.659~0.843,完全符合因子载荷不小于 0.6 的要求。各潜变量的 Cronbach's α 系数为 0.805~0.847,均大于其标准 0.7,表明本量表具

有良好的信度。在效度检验方面,各潜变量的 KMO 值均大于标准值 0.7,且 Bartlett 球体检验结果显著,表明数据适合进行因子分析。同时,AVE(平均方差抽取量)指标值为 0.514~0.582,均大于标准值 0.5,说明量表的效度较好。

3.2 研究假设检验结果分析

运用 Amos 21.0 软件,通过极大似然估计法对假设模型进行估计。根据模型运行结果,在模型整体配适度方面,绝对拟合指数($\chi^2/df=2.375$ 、RMR=0.039、GFI=0.952)、相对拟合指数(NFI=0.941、TLI=0.935、CFI=0.957)和简约拟合指数(PGFI=0.624、PNFI=0.692、PCFI=0.683)均在标准值以内,说明模型整体具有良好的配适度。

由表 5 可知,在社会资本中,社会网络、社会信任、社会规范对黑土区农户保护性耕作技术采纳行为具有直接影响作用,假设 H1a-H1c 得到验证。在技术认知中,技术有用性认知和技术易用性认知均对农户的保护性耕作技术采纳行为具有直接影响作用,假设 H2a、H2b 得到验证。在间接影响作用中,除 SR→UA 这条路径没有通过假设检验外,其余间接影响路径均通过假设检验,即假设 H3a-H3e 成立, H3f 不成立。这表明,社会网络、社会信任、社会规范对农户保护性耕作技术采纳行为不仅具有直接正向影响,社会网络、社会信任还能通过技术有用性认知和技术易用性认知、社会规范能通过技术有用性认知对农户保护性耕作技术采纳行为产生间接正向影响,即技术认知在“社会资本-保护性耕作技术采纳行为”间起到中介作用。可能的解释是,社会网络的信息共享机制使得网络关系发达的农户能够获得更多的信息,尤其是那些不能通过公开渠道获得的信息;良好的社会信任环境可以减少农户信息搜寻成本,提高其信息利用率;社会规范可以让农户看到群体成员对保护性耕作技术采纳情况和效果,并在观察中进行学习,从而降低了采纳新技术的焦虑感。这些均有利于提升农户对技术有用性和易用性的感知,当农户认为保护性耕作技术既能给自己带来效益又容易掌握时,必然会提高其采纳这一技术的概率。

由表 6 所示,在间接效应方面,社会网络、社会信任通过技术有用性认知的间接影响(0.114、0.104)均大于通过技术易用性认知的间接影响(0.092、0.077)。可能的原因是,技术信息在传递和分享过程中,农户更关心的是该技术能否给自己带来效益而不是这一技术是否容易被掌握。换言之,即使农户认为技术很容易掌握,但是若技术不能给其带来利

表 3 社会资本、技术认知、保护性耕作技术采纳行为的指标说明及描述性统计

Table 3 Index description and descriptive statistics of social capital, technology cognition and adoption behavior of conservation tillage technology

潜变量 Latent variable	观测变量 Observation variable	选项 Option	均值 Mean value	标准差 Standard deviation
社会网络 Social network	与亲戚的交往频率 Frequency of contact with relatives (SN1)	从不交往=1, 偶尔交往=2, 一般=3, 频繁交往=4, 经常交往=5	4.72	0.402
	与邻居的交往频率 Frequency of interaction with neighbors (SN2)	Never contact=1, occasional contact=2, general=3, often contact=4, frequent contact=5	4.61	0.785
	与朋友的交往频率 Frequency of contact with friends (SN3)		4.45	0.738
社会信任 Social trust	对亲戚的信任 Trust in relatives (ST1)	完全不信任=1, 较不信任=2, 一般=3, 较信任=4, 非常信任=5	4.25	0.763
	对邻居的信任 Trust in neighbors (ST2)	Total distrust=1, less distrust=2, general=3, more trust=4, very trust=5	3.94	0.865
	对朋友的信任 Trust in friends (ST3)		3.79	0.890
社会规范 Social norms	大多数亲友认为您应该采纳保护性耕作技术 Most relatives and friends think you should adopt conservation tillage technology (SR1)	完全不同意=1, 较不同意=2, 一般=3, 较同意=4, 完全同意=5	4.01	0.639
	大多数亲友都赞成采纳保护性耕作技术 Most relatives and friends are in favor of adopting conservation tillage technology (SR2)	Completely disagree=1, less disagree=2, general=3, more agree=4, fully agree=5	4.31	0.729
	大多数亲友采纳了保护性耕作技术 Most relatives and friends adopted conservation tillage technology (SR3)		3.79	0.994
	保护性耕作技术能改善土壤质量 Conservation tillage can improve soil quality (TU1)	完全不同意=1, 较不同意=2, 一般=3, 较同意=4, 完全同意=5	4.52	0.535
技术有用性认知 Cognition of technical usefulness	保护性耕作技术能增加收入 Conservation tillage technology can increase income (TU2)	Completely disagree=1, less disagree=2, general=3, more agree=4, fully agree=5	3.74	0.972
	保护性耕作技术能提高产量 Conservation tillage can increase yield (TU3)		3.82	1.039
	掌握保护性耕作技术的难易程度 Difficulty of mastering conservation tillage technology (UA1)	非常难=1, 比较难=2, 一般=3, 较简单=4, 非常简单=5	4.16	0.669
技术易用性认知 Technology usability awareness	保护性耕作技术操作便利程度 Operation convenience of conservation tillage technology (UA2)	Very difficult=1, relatively difficult=2, generally=3, relatively easy=4, very easy=5	3.98	0.945
	获得保护性耕作技术的难易程度 Difficulty in obtaining conservation tillage technology (UA3)		4.05	0.896
技术采纳行为 Technology adoption behavior	是否采纳保护性耕作技术 Whether conservation tillage technology is adopted (BH1)	否=0, 是=1 No=0, yes=1	0.45	0.561
	是否持续关注保护性耕作技术的相关信息 Do you continue to pay attention to the relevant information of conservation tillage technology (BH1)		0.86	0.876
	是否向周围人推荐过保护性耕作技术 Have conservation tillage techniques been recommended to people around (BH3)		0.57	0.741

益, 农户采纳该项技术的概率也会较低。在总效应方面, 社会网络对农户保护性耕作技术采纳行为的影响最大, 为 0.567; 其次是社会信任、技术有用性认知, 分别为 0.529、0.462; 影响最小的是社会规范, 为 0.301。

3.3 分群组进一步讨论

当前, 我国农业正处于转型期, 种植规模呈现出明显的分化趋势。而不同规模农户在个人特征、社会关系网络、政府补贴和约束力度等方面均呈现出较大差异^[14]。同时, 已有研究发现, 农户的年龄不同,

获取信息和掌握信息的能力及对事物的认知能力等方面也存在差异^[15]。因此, 通过建立多群组结构方程从规模差异和年龄差异两方面考察社会资本和技术认知对黑土区农户保护性耕作技术采纳行为的影响差异。

首先, 根据实际调查情况, 在种植规模上将样本分为中小规模组 (3.33 hm² 以下)、大规模组 (3.33 hm² 及以上); 在年龄方面划分为中青年组 (60 岁以下)、老年组 (60 岁及以上)。其次, 通过比较, 本文选择预设模型作为多群组分析模型。多群组模型的

表 4 社会资本、技术认知与农户保护性耕作技术采纳行为量表的信度与效度检验结果

Table 4 Reliability and validity test results of the social capital, technology cognition and farmer conservation tillage technology adoption behavior scale

潜变量 Latent variable	观测变量 Observation variable	标准化 载荷量 Standardized load	Cronbach's α 系数 Cronbach's α	平均方差抽取量 Average variance extracted (AVE)	KMO值 KMO value	Bartlett 球形检验 Bartlett spherical test
社会网络 Social network	SN1	0.724	0.824	0.549	0.802	$P=0.000$
	SN2	0.695				
	SN3	0.801				
社会信任 Social trust	ST1	0.832	0.841	0.571	0.775	$P=0.000$
	ST2	0.723				
	ST3	0.706				
社会规范 Social norms	SR1	0.843	0.805	0.582	0.817	$P=0.000$
	SR2	0.729				
	SR3	0.710				
技术有用性认知 Cognition of technical usefulness	TU1	0.815	0.833	0.532	0.796	$P=0.000$
	TU2	0.692				
	TU3	0.760				
技术易用性认知 Technology usability awareness	UA1	0.819	0.819	0.574	0.754	$P=0.000$
	UA2	0.724				
	UA3	0.659				
技术采纳行为 Behavior	BH1	0.716	0.847	0.514	0.763	$P=0.000$
	BH2	0.745				
	BH3	0.689				

各观测变量说明见表3。The detail information of each observation variable is shown in Table 3.

表 5 社会资本、技术认知对农户保护性耕作技术采纳行为影响的模型估计结果

Table 5 Model estimation results of the impact of social capital and technology cognition on the farmers' adoption behavior of conservation tillage technology

假设 Hypothesis	路径 Route	标准化路径系数 Standardized path coefficient	临界比值 Critical ratio	P值 P value	假设检验 Hypothesis test
H1a	BH $\leftarrow$ SN	0.361	5.267	***	接受 Accept
H1b	BH $\leftarrow$ ST	0.348	2.981	***	接受 Accept
H1c	BH $\leftarrow$ SR	0.196	2.758	**	接受 Accept
H2a	BH $\leftarrow$ TU	0.462	5.727	***	接受 Accept
H2b	BH $\leftarrow$ UA	0.325	3.673	**	接受 Accept
H3a	TU $\leftarrow$ SN	0.247	2.813	**	接受 Accept
H3b	UA $\leftarrow$ SN	0.283	2.063	**	接受 Accept
H3c	TU $\leftarrow$ ST	0.226	2.676	**	接受 Accept
H3d	UA $\leftarrow$ ST	0.238	3.065	***	接受 Accept
H3e	TU $\leftarrow$ SR	0.228	2.793	***	接受 Accept
H3f	UA $\leftarrow$ SR	0.047	1.728	0.243	拒绝 Refuse

各观测变量说明见表3。The detail information of each observation variable is shown in Table 3.

NC(卡方自由度比)介于 1.402~1.739, 均小于 2; CFI 值和 GFI 值介于 0.941~0.972, 均超过 0.9 的标准值; RMSEA 值介于 0.035~0.046, 均低于 0.05 的临界值。由此可见, 上述指标反映多群组分析模型与样本数据适配情况较好。多群组分析的估计结果如表 7 所示。

表 7 的多群组分析结果显示, 假说检验均与前文中使用全样本估计时的结果一致, 表明本文提出的

理论模型稳定性较好。但不同分组样本中相同属性的标准化回归系数间存在差异, 说明种植规模和年龄在部分路径中存在调节作用。

在规模差异分组中, BH $\leftarrow$ SN 路径、BH $\leftarrow$ ST 路径、TU $\leftarrow$ SN 路径, 这 3 个路径受种植规模的影响。其中, BH $\leftarrow$ SN 路径、TU $\leftarrow$ SN 路径在中小规模组的系数小于大规模组的系数, 这意味着, 大规模种植户的社会网络对其保护性耕作技术采纳行为和技术有用性认知的影响比中小规模种植户大。可能的解释是, 相比中小规模种植户, 大规模种植户的社会网络结构更加复杂、网络关系成员也更多, 而且很多时候大规模种植户处于“结构洞”位置, 由此获得的信息数量和质量也更高。因此, 社会网络对大规模种植户技术采纳行为和技术有用性认知的影响也更大。BH $\leftarrow$ ST 路径在中小规模组的系数大于大规模组的系数, 这意味着, 中小规模种植户的社会信任对其技术采纳行为的影响大于大规模种植户。可能的解释是, 相对于大规模种植户, 中小规模种植户在技术采纳过程中更需要熟人间的彼此合作, 而信任是合作的基础, 所以社会信任对其技术采纳行为的影响较大。

在年龄差异分组中, BH $\leftarrow$ SN 路径、BH $\leftarrow$ UA 路径, 这 2 个路径受到年龄的影响。其中, BH $\leftarrow$ SN 路径在中青年组的系数大于老年组的系数, 这意味着, 与老年种植户相比, 中青年种植户的社会网络对其

表 6 社会资本、技术认知对农户保护性耕作技术采纳行为的影响效应

Table 6 Effects of social capital and technology cognition on farmers' adoption of conservation tillage technology

变量 Variable	直接效应 Direct effect	间接效应 Indirect effect			总效应 Total effect
		作用路径 Action path	效应 Effect	小计 Total	
社会网络 Social network	0.361	SN→TU→BH SN→UA→BH	0.247×0.462=0.114 0.283×0.325=0.092	0.206	0.567
社会信任 Social trust	0.348	ST→TU→BH ST→UA→BH	0.226×0.462=0.104 0.238×0.325=0.077	0.181	0.529
社会规范 Social norms	0.196	SR→TU→BH	0.228×0.462=0.105	0.105	0.301
技术有用性认知 Cognition of technical usefulness	0.462	—	—	—	0.462
技术易用性认知 Technology usability awareness	0.325	—	—	—	0.325

各观测变量说明见表3。The detail information of each observation variable is shown in Table 3.

表 7 社会资本、技术认知对农户保护性耕作技术采纳行为影响的多群组分析结果

Table 7 Multigroup analysis of the impact of social capital and technology cognition on the farmers' adoption behavior of conservation tillage technology

假说 Hypothesis	路径 Path	种植规模 Planting scale			年龄 Age		
		中小规模 Small and medium scale	大规模 Large scale	临界比 Critical ratio	中青年 Young and middle-aged	老年 Elderly	临界比 Critical ratio
H1a	BH←SN	0.278***	0.436***	3.468	0.436***	0.348***	4.724
H1b	BH←ST	0.395***	0.337***	5.373	0.261***	0.428***	1.293
H1c	BH←SR	0.132***	0.346***	1.493	0.273***	0.369***	1.635
H2a	BH←TU	0.359**	0.498**	1.482	0.502**	0.326**	1.549
H2b	BH←UA	0.252***	0.404***	1.393	0.228***	0.420**	2.936
H3a	TU←SN	0.323**	0.425***	5.381	0.412***	0.282***	1.209
H3b	UA←SN	0.206***	0.419***	1.287	0.374***	0.339***	1.381
H3c	TU←ST	0.302**	0.441**	1.508	0.357**	0.279**	0.931
H3d	UA←ST	0.349**	0.293**	1.429	0.321**	0.268***	1.593
H3e	TU←SR	0.263***	0.282***	1.481	0.203***	0.258***	1.371
H3f	UA←SR	0.075	0.041	1.116	0.039	0.053	1.032

各观测变量说明见表3。The detail information of each observation variable is shown in Table 3.

技术采纳行为的影响更大。可能的解释是, 中青年种植户对社会网络成员提供的技术信息的获取、吸收和理解能力更强, 对国家政策、市场信息了解的更多, 因此保护性耕作技术采纳也更积极。BH←UA路径在老年组的系数大于中青年组的系数, 这意味着, 老年种植户的技术认知易用性对技术采纳行为的影响比中青年种植户大。可能的解释是, 老年种植户对于新技术的理解和掌握能力相对较弱, 其在做出技术采纳决策时更容易受技术易用性的影响。

4 结论与启示

4.1 结论

黑土地是极其珍贵的自然资源, 其在保证粮食安全方面具有重要作用。但在过度利用的情况下, 黑土地质量正在不断退化, 如何提高农户保护性耕作技术的采纳率, 促使黑土地由“瘦”变“肥”是当前亟须解决的问题。以往的研究比较注重经济因素、政

策因素对黑土区农户保护性耕作技术采纳行为的影响, 却忽视了嵌入农村内部的社会资本的作用。同时, 也少有研究将社会资本与技术认知纳入同一框架分析两者对东北黑土区农户保护性耕作技术采纳行为的影响。本文以典型黑土区 625 户种植户的调研数据为基础, 运用结构方程模型, 主要探讨了社会资本、技术认知对农户保护性耕作技术采纳行为的影响路径, 并进一步探讨了不同种植规模和年龄的农户分组中, 社会资本和技术认知对其保护性耕作技术采纳行为的影响路径差异。具体结论如下:

1) 在社会资本中, 社会网络、社会信任、社会规范对农户保护性耕作技术采纳行为具有直接正向促进作用。同时, 社会网络、社会信任能通过技术有用性认知、技术易用性认知; 社会规范能通过技术有用性认知对农户保护性耕作技术采纳行为产生间接促进作用。

2) 技术有用性认知和技术易用性认知对农户保

护性耕作技术采纳行为具有直接正向促进作用。但由于农户更关心技术能否给自己带来效益而不是这一技术是否容易被掌握,技术有用性认知的影响大于技术易用性的影响。

3) 种植规模、年龄在社会资本和技术认知对农户保护性耕作技术采纳行为的影响中存在调节作用。其中,在不同规模群组中,大规模种植户技术采纳行为更容易受社会网络的影响;而中小规模种植户受社会信任影响较大。在不同年龄群组中,中青年种植户的技术采纳行为更容易受到社会网络的影响,而老年种植户更容易受到技术易用性的影响。

4.2 启示

上文已经证实社会资本和技术认知会影响东北黑土区农户保护性耕作技术的采纳行为,基于以上结论,提出建议如下:

1) 注重农户社会资本的培育与维护,充分发挥社会资本在保护性耕作技术推广中的作用。利用多种渠道和新型媒介,加强农户与农户间、农户与其他组织间的交流互动,促进信息的共享与传递速率。充分发挥村集体的作用,通过组织各种活动促进农户间的面对面交流,提升农户间的信任水平。结合当地传统文化,充分挖掘社会规范对农户的影响,使其形成正确的环境价值观,提升其耕地保护的责任意识,从而自发地采纳保护性耕作技术。

2) 加大保护性耕作技术的宣传与培训力度,提高农户技术认知水平。利用墙体广告、村广播、宣传单等方式宣传耕地保护的必要性和优势,增强农户对保护性耕作技术价值的认同。加强对农户的技术培训,普及基础性绿色生产技术知识,树立典型示范户,营造良好的舆论氛围。尤其加强对采用单一保护性耕作措施农户的技术宣传与培训,使其充分认识到只有多种保护性耕作措施同时使用才能达到最佳效果,才能切实提高黑土地质量。

3) 不同群体农户在保护性耕作技术采纳过程中关注的侧重点不同,应根据不同类型的农户有针对性地推广保护性耕作技术。充分发挥大规模种植户、中青年种植户的带动作用。

参考文献 References

- [1] 于法稳. 基于绿色发展理念的智慧农业实现路径[J]. 人民论坛·学术前沿, 2020(24): 79–89
YU F W. The path of realizing smart agriculture based on the concept of green development[J]. Frontiers, 2020(24): 79–89
- [2] 关于印发《东北黑土地保护性耕作行动计划(2020—2025年)》的通知[EB/OL]. 北京: 中华人民共和国财政部. (2020-03-19).

http://www.mof.gov.cn/zhengwuxinxi/caizhengxinwen/202003/t20200319_3485013.htm

- Notice on printing and distributing <the Action Plan for Conservation Tillage in Northeast China Black Soil (2020–2025)>[EB/OL]. Beijing: Ministry of Finance of the People's Republic of China. (2020-03-19). http://www.mof.gov.cn/zhengwuxinxi/caizhengxinwen/202003/t20200319_3485013.htm
- [3] 关义新. 东北黑土保护与利用的“梨树模式”[J]. 中国农村科技, 2021(4): 18–21
GUAN Y X. “Pear tree model” for the protection and utilization of black soil in Northeast China[J]. China Rural Science & Technology, 2021(4): 18–21
- [4] 姚东恒, 裴久渤, 汪景宽. 东北典型黑土区耕地质量时空变化研究[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2020, 28(1): 104–114
YAO D H, PEI J B, WANG J K. Temporal-spatial changes in cultivated land quality in a black soil region of Northeast China[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2020, 28(1): 104–114
- [5] 孟凡杰, 于晓芳, 高聚林, 等. 黑土地保护性耕作发展的制约瓶颈和突破路径[J]. 农业经济问题, 2020, 41(2): 135–142
MENG F J, YU X F, GAO J L, et al. The bottleneck and breakthrough path of the conservation tillage development in black soil of Northeast China[J]. Issues in Agricultural Economy, 2020, 41(2): 135–142
- [6] 李卫, 薛彩霞, 姚顺波, 等. 农户保护性耕作技术采用行为及其影响因素: 基于黄土高原476户农户的分析[J]. 中国农村经济, 2017(1): 44–57, 94
LI W, XUE C X, YAO S B, et al. The adoption behavior of households' conservation tillage technology: an empirical analysis based on data collected from 476 households on the Loess Plateau[J]. Chinese Rural Economy, 2017(1): 44–57, 94
- [7] 童洪志, 刘伟. 政策组合对农户保护性耕作技术采纳行为的影响机制研究[J]. 软科学, 2018, 32(5): 18–23
TONG H Z, LIU W. Influence mechanism of policy mix on farmers' adoption behavior of protective cultivation technology[J]. Soft Science, 2018, 32(5): 18–23
- [8] 钱龙, 缪书超, 陆华良. 新一轮确权对农户耕地质量保护行为的影响——来自广西的经验证据[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2020(1): 28–37, 162
QIAN L, MIAO S C, LU H L. The impact of a new round certification on farmer's protection behaviors to cultivated land quality — empirical evidence from Guangxi Province[J]. Journal of Huazhong Agricultural University (Social Sciences Edition), 2020(1): 28–37, 162
- [9] 李然嫣, 陈印军. 东北典型黑土区农户耕地保护利用行为研究——基于黑龙江省绥化市农户调查的实证分析[J]. 农业技术经济, 2017(11): 80–91
LI R Y, CHEN Y J. Study on the protection and utilization behavior of farmers' cultivated land in typical black soil area of

- Northeast China — An empirical analysis based on the survey of farmers in Suihua City, Heilongjiang Province[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2017(11): 80–91
- [10] 汪红梅, 余振华. 提高我国农业技术需求的有效途径——基于社会资本视角的分析[J]. *农村经济*, 2009(10): 86–88
WANG H M, YU Z H. An effective way to improve the demand for agricultural technology in China — An analysis from the perspective of social capital[J]. *Rural Economy*, 2009(10): 86–88
- [11] 张群. 绿色技术扩散中的社会资本因素研究[J]. *科技管理研究*, 2012, 32(14): 123–125
ZHANG Q. Study on social capital factors in green technology diffusion[J]. *Science and Technology Management Research*, 2012, 32(14): 123–125
- [12] 郭铨, 魏枫. 社会资本对农户技术采纳行为的影响[J]. *管理科学*, 2015, 28(6): 30–38
GUO C, WEI F. The impact of social capital on farmers' technology adoption behavior[J]. *Journal of Management*, 2015, 28(6): 30–38
- [13] TIWARI K R, SITAULA B K, NYBORG I L P, et al. Determinants of farmers' adoption of improved soil conservation technology in a middle mountain watershed of central Nepal[J]. *Environmental Management*, 2008, 42(2): 210–222
- [14] 余威震, 罗小锋, 黄炎忠, 等. 内在感知、外部环境对农户有机肥替代技术持续使用行为[J]. *农业技术经济*, 2019(5): 66–74
YU W Z, LUO X F, HUANG Y Z, et al. Internal perception, external environment and the replacement of organic fertilizer by peasant households continued use[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2019(5): 66–74
- [15] 张永强, 田媛, 王珏. 农户认知视角下保护性耕作技术采纳行为研究——以东北黑土区黑龙江省为例[J]. *农业现代化研究*, 2020, 41(2): 275–284
ZHANG Y Q, TIAN Y, WANG Y. Farmers' adoption behaviors of conservation tillage technology from the perspective of farmers cognition: a case study of Heilongjiang[J]. *Research of Agricultural Modernization*, 2020, 41(2): 275–284
- [16] GRANOVETTER M. Economic action and social structure: the problem of embeddedness[J]. *Administrative Science Quarterly*, 1984, 91(3): 481–510
- [17] 兰建平, 苗文斌. 嵌入性理论研究综述[J]. *技术经济*, 2009, 28(1): 104–108
LAN J P, MIAO W B. Research review on embeddedness theory[J]. *Technology Economics*, 2009, 28(1): 104–108
- [18] 盖豪, 颜廷武, 何可, 等. 社会嵌入视角下农户保护性耕作技术采用行为研究——基于冀、皖、鄂3省668份农户调查数据[J]. *长江流域资源与环境*, 2019, 28(9): 2141–2153
GAI H, YAN T W, HE K, et al. Research on farmers' conservation tillage technology adoption behavior from the perspective of social embeddedness: based on the survey data of 668 farmers in Hebei, Anhui and Hubei Provinces[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2019, 28(9): 2141–2153
- [19] 王格玲, 陆迁. 社会网络影响农户技术采用的路径研究——以民勤节水灌溉为例[J]. *华中科技大学学报(社会科学版)*, 2016, 30(5): 83–91
WANG G L, LU Q. Study on the influence path of farmers' adoption of technology by social network — a case of water-saving irrigation technology from Minqin County[J]. *Journal of Huazhong University of Science and Technology (Social Science Edition)*, 2016, 30(5): 83–91
- [20] 孙鹏飞, 赵凯, 贺婧. 农村人口老龄化、社会信任与农户宅基地退出——基于安徽省金寨县614户农户样本[J]. *华中农业大学学报(社会科学版)*, 2019(5): 137–145, 173
SUN P F, ZHAO K, HE J. The rural population aging, social trust and farmers' behavior of quitting rural residential land (FBQRRL): 614 farmers' samples in Jinzhai County, Anhui Province[J]. *Journal of Huazhong Agricultural University (Social Sciences Edition)*, 2019(5): 137–145, 173
- [21] 李文欢, 王桂霞. 社会规范对农民环境治理行为的影响研究——以畜禽粪污资源化利用为例[J]. *干旱区资源与环境*, 2019, 33(7): 10–15
LI W H, WANG G X. Influence of social norms on farmers' environmental governance behavior — taking the utilization of livestock and poultry dung as an example[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2019, 33(7): 10–15
- [22] HWANG W, JUNG H S, SALVENDY G. Internationalisation of e-commerce: a comparison of online shopping preferences among Korean, Turkish and US populations[J]. *Behaviour & Information Technology*, 2006, 25(1): 3–18
- [23] 李子琳, 韩逸, 郭熙, 等. 基于SEM的农户测土配方施肥技术采纳意愿及其影响因素研究[J]. *长江流域资源与环境*, 2019, 28(9): 2119–2129
LI Z L, HAN Y, GUO X, et al. Analysis of influencing factors on farmers' willingness to adopt soil testing and formula fertilization technology based on SEM[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2019, 28(9): 2119–2129
- [24] DAVIS F D, VENKATESH V. A critical assessment of potential measurement biases in the technology acceptance model: three experiments[J]. *International Journal of Human-Computer Studies*, 1996, 45(1): 19–45
- [25] 关于印发《东北黑土地保护规划纲要(2017—2030年)》的通知[EB/OL]. 北京: 中华人民共和国农业农村部. (2017-07-20). http://www.moa.gov.cn/nybg/2017/dqq/201801/t20180103_6133926.htm
Notice on printing and distributing <the Outline of the Northeast Black Land Protection Plan (2017–2030)> [EB/OL]. Beijing: Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. (2017-07-20). http://www.moa.gov.cn/nybg/2017/dqq/201801/t20180103_6133926.htm
- [26] 禄兴丽, 廖允成. 保护性耕作对旱作夏玉米苗期土壤水热及作物产量的影响[J]. *土壤通报*, 2014, 45(1): 147–150

- LU X L, LIAO Y C. Effects of conservation tillage systems on soil moisture and temperature during seedling stage and crop yield[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2014, 45(1): 147-150
- [27] 仇焕广, 苏柳方, 张祎彤, 等. 风险偏好、风险感知与农户保护性耕作技术采纳[J]. 中国农村经济, 2020(7): 59-79
- QIU H G, SU L F, ZHANG Y T, et al. Risk preference, risk perception and farmers' adoption of conservation tillage[J]. Chinese Rural Economy, 2020(7): 59-79
- [28] 蔡起华, 朱玉春. 社会信任、关系网络与农户参与农村公共产品供给[J]. 中国农村经济, 2015(7): 57-69
- CAI Q H, ZHU Y C. Social trust, relationship network and farmers' participation in the supply of rural public goods[J]. Chinese Rural Economy, 2015(7): 57-69
- [29] 何可, 张俊飏, 张露, 等. 人际信任、制度信任与农民环境治理参与意愿——以农业废弃物资源化为例[J]. 管理世界, 2015(5): 75-88
- HE K, ZHANG J B, ZHANG L, et al. Interpersonal trust, institutional trust and farmers' willingness to participate in environmental governance — Taking the recycling of agricultural waste as an example[J]. Management World, 2015(5): 75-88
- [30] 徐涛, 赵敏娟, 李二辉, 等. 技术认知、补贴政策对农户不同节水技术采用阶段的影响分析[J]. 资源科学, 2018, 40(4): 809-817
- XU T, ZHAO M J, LI E H, et al. The impact of technology perception and subsidy policy on different phases of farmers' water-saving irrigation technology adoption[J]. Resources Science, 2018, 40(4): 809-817