

基于 TOE 框架的企业农产品追溯技术采纳 及其影响因素研究

李 帅 吕建军 张保丰 李 宁 徐嘉伟

(中国农业大学经济管理学院, 北京 100083)

摘要: 近年来农产品安全问题频发, 而企业采纳农产品追溯技术可以确保农产品质量安全。基于 TOE(技术-组织-环境)研究框架, 构建了企业采纳农产品追溯技术的影响因素理论模型。技术因素包含相对优势和复杂性, 组织因素包含感知利益、成本和高层支持, 环境因素则将竞争压力和供应支持纳入其中, 模型探究了 3 类因素对企业采纳追溯技术的影响。数据来源于面向全国 204 家企业的调查问卷。研究表明, 供应支持、高层支持和成本对企业采纳追溯技术有显著的直接影响。而相对优势、复杂性、竞争压力和感知利益对企业采纳追溯技术的直接影响不显著, 仅能产生间接影响。本研究为企业采纳和政府推广农产品追溯技术提出了 3 条建议: 加强向高层管理人员的宣传推广; 合理控制复杂性与成本; 对采纳追溯技术的条件进行评估。

关键词: 农产品追溯技术; 技术采纳; TOE; 高层支持

中图分类号: F306; F279.23 文献标识码: A 文章编号: 1000-1298(2025)06-0130-07

OSID:



Adoption of Agricultural Product Traceability Technology in Enterprises Based on TOE Framework and Its Influencing Factors

LI Shuai LÜ Jianjun ZHANG Baofeng LI Ning XU Jiawei

(College of Economics and Management, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: In recent years, there have been frequent issues with the safety of agricultural products. However, enterprises can ensure the quality and safety of agricultural products by adopting traceability technology. Based on the technology - organization - environment (TOE) research framework, a theoretical model of the influencing factors of enterprises' adoption of agricultural product traceability technology was constructed. Technological factors included relative advantages (RA) and complexity (CX). Organizational factors included perceived benefits (PB), cost (Cost) and upper management support (UMS). Environmental factors included competitive pressure (CP) and supplier support (SR). The model explored the impact of these three types of factors on the adoption of traceability technology. The data was sourced from a survey questionnaire of 204 enterprises in China. The research results showed that organizational factors such as supplier support, upper management support, and cost had significant direct effects on the adoption of traceability technology by enterprises. However, the direct impacts of the relative advantages and complexity of technological factors, as well as the competitive pressure and perceived benefits of environmental factors, on the adoption of traceability technology by enterprises were not significant, and only indirect effects can be observed. The research proposed three suggestions for enterprises to adopt and governments to promote agricultural product traceability technology: strengthening the promotion to senior management personnel, reasonably controlling complexity and costs, and evaluating the conditions for adopting traceability technology.

Key words: agricultural product traceability technology; technology adoption; TOE; upper management support

收稿日期: 2025-03-15 修回日期: 2025-04-20

基金项目: 国家农产品质量安全追溯平台推广应用机制项目(CAQS-2022-ZH-01)

作者简介: 李帅(1990—), 男, 博士生, 主要从事农产品供应链管理研究, E-mail: shuailee2024@163.com

通信作者: 吕建军(1973—), 男, 教授, 博士, 主要从事农产品供应链管理研究, E-mail: ljjun@cau.edu.cn

0 引言

当农药、化肥、饲料添加剂、重金属和工业污染物等被非法且过量地引入耕地、水源和养殖过程时,产生的化学残留物往往难以降解,会在食物链中循环,并在人体内长期存在,通过长期积累对人体健康产生不利影响^[1]。

“农田到餐桌”的全过程质量安全追溯技术是确保农产品质量安全、保护消费者权益的有力手段。追溯具有跟踪和溯源双向性特点,而农产品追溯为农产品安全提供过程监管手段,是企业采集记录农产品生产、流通、消费等环节信息,实现来源可查、去向可追、责任可究,强化全过程农产品质量安全管理与风险控制的有效措施^[2-4]。

企业既有采纳农产品追溯技术的动力,又有采纳的必要性。然而,当前研究主要集中在单个技术的采纳与应用上,包括区块链^[5]、电子追溯^[6]和射频识别技术^[7]等,例如基于区块链的水稻原产地溯源系统能够保障消费者权益和提升企业竞争力^[8],缺乏对更广泛的农产品追溯技术采纳行为的关注。农产品质量安全问题凸显了我国农业企业尤其是中小企业对追溯技术的巨大需求。企业是否采纳农产品追溯技术是一个受多种因素影响的复杂问题,因此有必要探索各种因素如何影响企业采纳农产品追溯技术,并探索其可能的路径。本文采用 TOE 框架,研究技术、组织和环境 3 方面因素对企业农产品追溯技术采纳的影响。

1 研究框架与假设提出

1.1 研究框架

当前研究技术采纳问题主要采用的研究框架有 TAM (技术接受模型)^[6]、TOE (技术-组织-环境)^[7,9]和 UTAUT (统一技术接受与使用理论)^[10]。本研究以 TOE 框架为基础,建立企业对农产品追溯技术采纳影响因素的研究框架。TOE 框架强调企业或组织在采纳一项技术时会受到技术、组织和环境因素的影响,被广泛应用于组织层面的技术采纳或扩散研究中。TOE 提供了对技术采纳的更全面的观点^[11],将人为和非人为因素统一到一个框架中,比 TAM、DOI (创新扩散理论)和 UTAUT 等研究框架更具优势^[12]。BAKER^[13]指出,可以在广泛的条件下采纳 TOE 框架,这取决于组织、技术和环境因素的选择,而不同的技术受到不同的因素影响。本研究扩展 TOE 研究框架,将农产品追溯技术采纳引入其中,并将供应商协同追溯(供应支持)纳入环境因素,研究框架如图 1 所示。

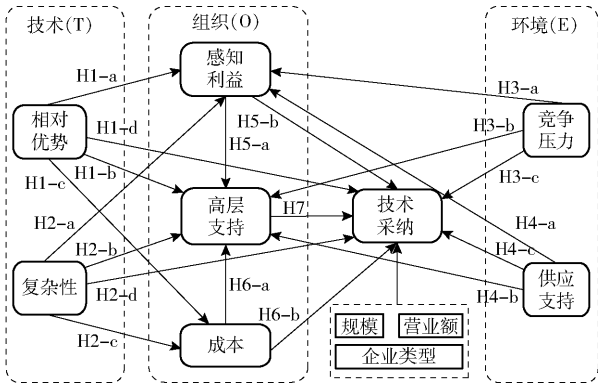


图 1 TOE 研究框架

Fig. 1 TOE framework

1.2 假设提出

1.2.1 技术因素

参考创新扩散理论,技术因素为追溯技术的相对优势和复杂性。相对优势可以表示为一项创新技术替代原有技术后的增益效果^[14]。在本研究中,相对优势是企业采纳农产品追溯技术所希望得到的增益效果。当一项创新技术在提高业务运营质量、提高生产力等方面有更加明显的优势时,该技术被采纳的可能性就更高^[15]。相对优势是组织采纳新技术的一个关键因素^[15],例如企业采纳云计算技术^[16]、供应链采纳射频识别技术^[17]和医院采纳客户关系管理系统^[18]。对于企业采纳农产品追溯技术,前期需要投入一定的成本,但是预期可以保障农产品质量安全,还可以优化农产品流通过程,进而降低经营成本、提升企业效益。采纳追溯技术的优势可能包括:提升客户对农产品质量安全的信任度进而改善销售状况、降低信息不对称带来的运营成本和减少浪费带来的收益损耗等。尽管采纳追溯技术需要一定的成本,但是当企业认识到采纳农产品追溯技术的相对优势时,则更倾向于采纳农产品追溯技术。由此提出:H1-a,相对优势正向影响企业的感知利益;H1-b,相对优势正向影响高层支持;H1-c,相对优势会增加企业对采纳追溯技术的成本认知;H1-d,相对优势正向影响企业采纳追溯技术。

复杂性是一项创新技术被认为是相对深奥难懂和难以使用的程度^[14]。技术的复杂性会提高技术的应用难度,它可能与组织对变化的感知有关,而变化会带来不适应性^[15],因而被认为是一种阻碍因素。技术的复杂性通常与它的采纳呈负相关^[19],例如感知复杂性会抑制商家采纳移动支付系统^[20]、复杂性会降低商家采纳意愿^[21]。本研究认为如果农产品追溯技术的复杂性过高,会降低企业对此技术的收益预期,提升投入成本预期还会对高层管理人

员的决策产生影响。由此提出:H2 - a,复杂性正向影响企业的感知利益;H2 - b,复杂性正向影响高层支持;H2 - c,复杂性会增加企业对采纳追溯技术的成本认知;H2 - d,复杂性负向影响企业采纳追溯技术。

1.2.2 环境因素

环境因素是企业开展业务的环境,技术采纳受多重因素的影响,其中竞争压力和供应支持被认为是重要的影响因素。

竞争压力主要是企业感受到的来自竞争对手的压力,是技术采纳研究中的重要驱动力^[15]。企业在面临来自供应链上下游、商业模式和行业标准变革的压力的同时,企业内部压力与获得竞争优势的愿望,会促使企业采纳射频识别技术^[7],它正向影响了新技术的采纳^[22],与企业采纳电子供应链管理系统的可能性正相关^[23]。企业采纳追溯技术是出于市场竞争战略的需要,是应对竞争压力的一种选择。由此提出:H3 - a,竞争压力正向影响企业的感知利益;H3 - b,竞争压力正向影响高层支持;H3 - c,竞争压力正向影响企业采纳追溯技术。

供应支持用来表示供应商与企业之间合作关系的良好程度。供应支持是影响创新技术采纳的重要因素,对企业创新技术的采纳产生了积极影响^[24-25]。企业采纳追溯技术,离不开供应链上下游的支持与配合,而良好的供应关系代表着供应链稳定性高、原料供应风险低。现有研究表明,企业的可追溯实践显著改善了可持续绩效^[26],进而影响技术采纳决策。由此提出:H4 - a,供应支持正向影响企业的感知利益;H4 - b,供应支持正向影响高层支持;H4 - c,供应支持正向影响企业采纳追溯技术。

1.2.3 组织因素

组织因素可以通过支持采纳技术的可用资源来定义,它指的是企业促进或抑制技术的采纳和实施的特征因素^[15]。本研究的组织因素涉及了感知利益、成本和高层支持 3 个重要因素。

感知利益是指使用一项新技术而获取的预期利益,包括组织的运营优势和战略优势^[27]。感知利益有助于提高智能制造和供应链绩效,从而使得先进技术在使用中的使用增加^[28],如促进制造业企业采纳先进工业机器人^[29],它还会正向影响高层对创新技术的支持并对企业采纳意愿产生正向影响^[27]。企业采纳农产品追溯技术能带来相应的预期利益,基于农产品追溯技术带来信息整合优势和农产品质量安全保障能力,降低农产品因质量问题被退回的风险,使企业的供应链更加顺畅。由此提出:H5 -

a,感知利益正向影响高层支持;H5 - b,感知利益正向影响企业采纳追溯技术。

成本是指采纳和实现农产品追溯技术所需要的费用,而对于支付费用的价值感知对于采纳意愿有重要的影响^[30],较高的成本通常是企业采纳新技术的障碍^[7]。PAPPA 等^[6]指出当奶农和加工商意识到成本、资源或整体所需的付出都在他们的控制之下时,他们就更愿意投资于可追溯系统,可见追溯技术的成本是企业采纳该技术的重要参考因素。对于公司高层管理者而言,较高的感知成本会阻碍其对新技术采纳的支持^[27]。由此提出:H6 - a,成本负向影响高层支持;H6 - b,成本负向影响企业采纳追溯技术。

高层支持代表着企业高层领导支持采纳农产品追溯技术、愿意领导这项技术的发展并且承担这项技术带来的风险。高层支持被认为是影响组织的 IT 技术采纳的最佳因素之一^[31],它与企业采纳创新技术呈正相关^[23]。当企业的高层管理者能够真正领导并支持采纳农产品追溯技术、愿意承担使用过程的风险时,企业最终更有可能采纳追溯技术。由此提出:H7,高层支持对企业采纳追溯技术有正向影响。

2 数据收集与描述性统计

2.1 变量测量

用于收集数据的测量企业农产品追溯技术采纳的问卷由 8 个潜变量组成,测量题项参考了先验量表^[9,14,21,25,29]。本研究检验了量表的效度和信度,同时测量题项使用了李克特五级量表,量表分值从 1 分到 5 分,其中 1 分表示完全不同意,5 分表示完全同意。为了保证研究具有较高的解释力,需要对研究样本进行控制,即引入控制变量。本研究采用 3 个控制变量,分别为企业规模、营业额和企业类型。

2.2 数据收集

为了确保问卷的可行性,问卷设计与调研共进行了 3 轮:首先,通过请教相关领域的专家对问卷提出修改意见,对问卷进行修改完善。其次,选择 50 家企业的管理人员对问卷进行预调研,进一步修改后确定最终问卷。最后,在 2022 年 6 月到 7 月面向企业管理层收集问卷,问卷的主题为“农产品质量安全追溯”。最终收集到不同企业问卷 226 份,其中有效问卷 204 份,问卷有效率约为 90%。

2.3 描述性统计

问卷记录了参与调研的企业类别、农产品销售收入占总收入比例、年营业额和企业规模等数据,数据描述性统计如表 1 所示。

表 1 描述性统计
Tab. 1 Descriptive statistics

	类别	频数	占比/%
企业类型	流通企业	34	16. 67
	生产企业	170	83. 33
企业规模	0 ~ 9 人	63	30. 88
	10 ~ 19 人	32	15. 69
	20 ~ 49 人	44	21. 57
	50 ~ 199 人	42	20. 59
	200 人及以上	23	11. 27
年营业额	0 ~ 500 万元	130	63. 73
	500 万元 ~ 2 000 万元	36	17. 65
	2 000 万元 ~ 1 亿元	21	10. 29
	1 亿元以上	17	8. 33
	0 ~ 25%	37	18. 14
农产品收入份额	25% ~ 75%	63	30. 88
	75% ~ 100%	104	50. 98

3 实证

本研究使用 AMOS 25 和 SPSS 25 软件对 204 份企业数据进行分析,以检验假设研究模型。

表 3 变量及说明
Tab. 3 Variables and descriptions

变量	题目	说明	Cronbach's α 值	均值	标准差
相对优势	RA1	希望追溯技术可以优化产品流通过程	0. 850	4. 30	0. 907
	RA2	希望追溯技术可以降低成本		4. 18	1. 100
	RA3	希望追溯技术可以提升公司效益		4. 37	0. 919
复杂性	CX1	使用追溯技术太麻烦	0. 872	3. 08	1. 323
	CX2	担心学不会怎么使用追溯技术		3. 22	1. 304
	CX3	实际操作中,使用追溯技术很复杂		3. 24	1. 299
竞争压力	CP1	竞争对手已经开始使用追溯技术	0. 878	3. 63	1. 148
	CP2	如果不使用追溯技术,客户会流失		3. 72	1. 148
	CP3	客户要求公司采纳追溯技术		3. 68	1. 192
供应支持	SR1	公司要求供应商的产品可追溯	0. 931	4. 07	1. 067
	SR2	公司与供应商有稳定的合作关系		4. 13	0. 976
	SR3	追溯技术促进了公司与供应商的业务合作		4. 05	1. 075
感知利益	PB1	追溯技术可以提高公司效益	0. 946	4. 03	1. 055
	PB2	追溯技术可以提高业务运营质量		4. 08	0. 971
	PB3	追溯技术可以提高公司竞争力		4. 13	0. 969
成本	Cost1	追溯技术成本不易统计,隐性成本很高	0. 906	3. 73	1. 084
	Cost2	追溯技术成本很高		3. 55	1. 150
	Cost3	追溯技术会增加交易成本		3. 59	1. 177
高层支持	UMS1	公司高层支持使用追溯技术	0. 912	4. 16	0. 949
	UMS2	公司高层参与并领导追溯工作		4. 16	0. 985
	UMS3	公司高层愿意承担使用追溯技术的风险		4. 00	1. 108
技术采纳	TA1	公司会采纳追溯技术	0. 879	4. 15	0. 983
	TA2	公司有能力使用追溯技术		4. 13	0. 971
	TA3	公司已经在使用追溯技术		3. 86	1. 240

结果显示,标准化因子载荷量全部大于 0. 6,题目信度取值全部大于 0. 5。如表 4 所示,组合信度 (CR) 全部大于 0. 7,平均方差提取量 (AVE) 全部大

3. 1 信度与效度

在构建结构方程模型分析前,需要通过验证性因子分析来检验数据的信度和效度。如表 2、3 所示,各潜变量 KMO (Kaiser – Meyer – Olkin) 检验值符合要求,巴特利特球形检验显著性水平 (<0. 001) 满足因子分析的条件。各潜变量的 Cronbach's α 值(克隆巴赫 α 系数) 均超过 0. 7,表明量表的信度水平良好。

表 2 KMO 和巴特利特检验
Tab. 2 KMO and Bartlett tests

变量	KMO 值	巴特利特球形检验	
		自由度	显著性水平
相对优势	0. 725	3	<0. 001
复杂性	0. 729	3	
竞争压力	0. 714	3	
供应支持	0. 755	3	
感知利益	0. 771	3	
成本	0. 745	3	
高层支持	0. 729	3	
技术采纳	0. 729	3	

于 0. 5,AVE 小于其相应的 CR,各变量间的相关性系数小于变量 AVE 的平方根,适合进行进一步分析。

表 4 效度分析
Tab. 4 Validity analysis

变量	CR	AVE	感知利益	技术采纳	复杂性	高层支持	供应支持	竞争压力	成本	相对优势
感知利益	0. 947	0. 857	0. 926							
技术采纳	0. 891	0. 732	0. 711	0. 855						
复杂性	0. 873	0. 697	-0. 075	-0. 134	0. 835					
高层支持	0. 920	0. 795	0. 735	0. 772	-0. 089	0. 891				
供应支持	0. 933	0. 822	0. 706	0. 721	0. 021	0. 746	0. 907			
竞争压力	0. 882	0. 716	0. 704	0. 634	0. 065	0. 600	0. 704	0. 846		
成本	0. 908	0. 766	0. 248	0. 076	0. 579	0. 248	0. 246	0. 130	0. 875	
相对优势	0. 856	0. 665	0. 683	0. 649	0. 093	0. 756	0. 716	0. 495	0. 351	0. 815

3.2 模型假设检验

为了检验各研究假设,本研究建立了结构方程模型,模型各项拟合指标中, $\chi^2/df = 1.911 < 3$, SRMR 为 0.048 4 (< 0.05), RMSEA 为 0.067 (< 0.08), CFI 为 0.952 (> 0.95), TLI 为 0.942 (> 0.9), NFI 为 0.906 (> 0.9),说明模型拟合良好,模型结果如图 2(图中虚线表示不显著,实线表示显著)所示。其中,*** 表示极显著($P < 0.001$), ** 表示显著($P < 0.01$), * 表示较显著($P < 0.05$)。

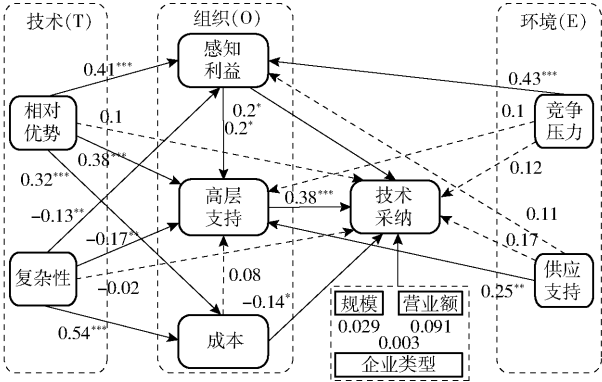


图 2 模型结果
Fig. 2 Model output

技术因素层面,相对优势显著提升感知利益(H1-a, $\beta = 0.41, P < 0.001$)、增进高层支持(H1-b, $\beta = 0.38, P < 0.001$)也导致成本上升(H1-c, $\beta = 0.32, P < 0.001$),但是对技术采纳的直接影响不显著。复杂性显著降低感知利益(H2-a, $\beta = -0.13, P < 0.01$)、减少高层支持(H2-b, $\beta = -0.17, P < 0.05$)并引致成本上升(H2-c, $\beta = 0.54, P < 0.001$),但是对技术采纳的直接影响不显著。

环境因素层面,竞争压力显著提升感知利益(H3-a, $\beta = 0.43, P < 0.001$),但是对高层支持和技术采纳的直接影响不显著。供应支持显著提升高层支持(H4-b, $\beta = 0.25, P < 0.01$),但是对感知利益和技术采纳的直接影响不显著。

组织因素层面,感知利益显著提升高层支持(H5-a, $\beta = 0.2, P < 0.05$)、促进技术采纳(H5-b, $\beta = 0.2, P < 0.05$)。随着成本的增加会显著降低技术采纳(H6-b, $\beta = -0.14, P < 0.05$),但是对高层支持没有直接影响。高层支持可以显著促进技术采纳(H7, $\beta = 0.38, P < 0.001$),并且影响效果在所有因素中最为明显。

在引入控制变量后,这些变量对技术采纳的影响并未显现出显著性。为了更深入地探讨不同企业规模下的异质性,本研究以企业规模的中位数进行了分组分析。研究发现,对于规模较大的涉农企业而言,相对优势在促进高层支持方面的作用更为显著。这可能是因为大型企业更注重战略层面的考量,而追溯技术所带来的相对优势正好契合了它们的战略需求。相比之下,对于规模较小的涉农企业,复杂性、成本以及供应支持对高层支持的影响效果更为突出。同时,成本、供应支持、感知利益以及高层支持对技术采纳的推动作用也更为显著。这主要是因为小型企业在资金、技术、人才等方面相对劣势,因此对追溯技术的复杂性、成本、供应商的追溯协同性以及预期收益等更为敏感。它们更倾向于选择那些能够降低复杂性、控制成本、提高供应商协同性并带来明显收益的技术。

3.3 影响效应

表 5 全面概括了不同因素对农产品追溯技术采纳影响的路径关系,以及它们所产生的直接与间接效应结果。组织因素的影响存在直接效应,而技术因素和环境因素则主要通过间接方式发挥作用。

具体而言,在技术因素中,相对优势通过 3 条路径对技术采纳产生了间接且复杂的影响,具有两面性。一方面,它通过增强感知利益和获得高层支持来积极推动技术采纳;另一方面,却又因增加成本而对技术采纳产生了抑制作用。相比之下,复杂性则通过 3 条路径间接地抑制了技术采纳,包括导致成本上升、感知利益下降以及高层支持减少。

表 5 追溯技术采纳的路径关系及影响效应

Tab. 5 Path relationship and impact effect of adoption of traceability technology		
效应	路径关系	总效应值
直接效应	①成本→技术采纳	-0.14
	②感知利益→技术采纳	0.20
	③高层支持→技术采纳	0.38
间接效应	①相对优势→技术采纳;相对优势→成本→技术采纳,效应值 -0.046;相对优势→感知利益→技术采纳,效应值 0.08;相对优势→高层支持→技术采纳,效应值 0.076	0.204
	②复杂性→技术采纳;复杂性→成本→技术采纳,效应值 -0.108;复杂性→感知利益→技术采纳,效应值 -0.026;复杂性→高层支持→技术采纳,效应值 -0.034	-0.168
	③竞争压力→技术采纳;竞争压力→感知利益→技术采纳,效应值 0.086;竞争压力→感知利益→高层支持→技术采纳,效应值 0.033	0.109
	④供应支持→技术采纳;供应支持→高层支持→技术采纳,效应值 0.095	0.095
	⑤感知利益→技术采纳;感知利益→高层支持→技术采纳,效应值 0.076	0.076

在环境因素方面,竞争压力通过两条路径间接地促进了技术采纳。它不仅能够通过提升感知利益来直接推动技术采纳,还能通过提升感知利益进而增强高层支持,从而进一步促进技术采纳。此外,供应支持也通过提升高层支持来间接地促进技术采纳。

在组织因素中,感知利益通过提升高层支持,同样能够间接地促进技术采纳。从直接效应来看,高层支持的影响效果最为显著,其次是感知利益,最后是成本。而从间接效应来看,尽管相对优势具有两面性,但其整体影响效果依然最为强烈;复杂性的抑制作用则相对较为明显;竞争压力和供应支持的影响效果则相对较低。

4 建议

政府有关部门应加强向没有采纳农产品追溯技术的企业管理层宣传推广农产品追溯技术。通过加强面向管理层的追溯技术宣传推广,使其进一步了解追溯技术重要作用,从而增加管理层对采纳追溯技术的支持力度。

企业应合理控制所采纳农产品追溯技术的复杂性与成本。企业应该选择自身能够承受、复杂度与成本合理的追溯技术,而不应盲目追求先进追溯技术,以至于技术复杂性和成本过高,反而影响农产品追溯技术的实际应用效果。

企业应更加谨慎地评估农产品追溯技术潜在效益和供应商伙伴实际追溯应用情况,评估该技术能带来的优势与目前行业面临的追溯技术竞争压力。通过多方位的了解与评估,可以更好地把握追溯技术发展趋势,从而在恰当的时机通过追溯技术支持企业绩效增长。

5 结论

(1)企业采纳农产品追溯技术会受到技术因素的间接影响。技术因素的相对优势存在“双刃剑”效应,一方面会提升企业的感知利益和高层支持来促进技术采纳,另一方面又会增加成本对技术采纳产生抑制作用。复杂性则会在降低感知利益与高层支持的同时提升成本,进而抑制技术采纳。

(2)企业采纳农产品追溯技术会受到环境因素的间接影响。竞争压力存在两条路径来间接促进技术采纳,其一是通过直接影响感知利益来促进技术采纳,其二是通过影响感知利益并进而增进高层支持来促进技术采纳。供应支持仅能通过增进高层支持来间接促进技术采纳。

(3)企业采纳农产品追溯技术会受到组织因素中感知利益、高层支持的直接正向影响和成本的直接负向影响,其中高层支持的影响效果最明显。感知利益还会通过影响高层支持来间接促进技术采纳。

参 考 文 献

[1] GUZYLACK-PIRIOU L, MÉNARD S. Early life exposure to food contaminants and social stress as risk factor for metabolic disorders occurrence? —an Overview[J]. Biomolecules, 2021, 11(5): 687.

[2] 曹海禄, 焦炜, 黄璟, 等. 国内外农产品质量安全追溯体系建设概述[J]. 中国现代中药, 2013, 15(3): 233-237. CAO Hailu, JIAO Wei, HUANG Jing, et al. Overview of the construction of domestic and international agricultural product quality and safety traceability system[J]. Modern Chinese Medicine, 2013, 15(3): 233-237. (in Chinese)

[3] 王虹, 王成杰, 杨旭, 等. 进口食品追溯体系的现状及发展趋势[J]. 食品与发酵工业, 2021, 47(13): 303-309. WANG Hong, WANG Chengjie, YANG Xu, et al. Research progress of imported food traceability system[J]. Food and Fermentation Industries, 2021, 47(13): 303-309. (in Chinese)

[4] 吕建军. 建立可追溯农产品目录保障农产品安全[N]. 中国食品安全报, 2022-06-30(C2).

- [5] 高官岳,孙传恒,罗娜,等. 基于区块链的农产品供应链溯源数据多条件查询优化方法研究[J]. 农业机械学报,2024,55(3):362-374.
GAO Guanyue, SUN Chuanheng, LUO Na, et al. Blockchain-based multi-condition query optimization method for traceability data of agricultural product supply chain[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2024, 55(3): 362-374. (in Chinese)
- [6] PAPPA I C, ILIOPOULOS C, MASSOURAS T. What determines the acceptance and use of electronic traceability systems in agri-food supply chains? [J]. Journal of Rural Studies, 2018, 58: 123-135.
- [7] SHI P, YAN B. Factors affecting RFID adoption in the agricultural product distribution industry: empirical evidence from China [J]. SpringerPlus, 2016, 5(1): 1-11.
- [8] 孙传恒,袁晟,罗娜,等. 基于区块链和边缘计算的水稻原产地溯源方法研究[J]. 农业机械学报,2023,54(5):359-368.
SUN Chuanheng, YUAN Sheng, LUO Na, et al. Traceability method of rice origin based on blockchain and edge computing [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2023, 54(5): 359-368. (in Chinese)
- [9] WONG L W, LEONG L Y, HEW J J, et al. Time to seize the digital evolution: adoption of blockchain in operations and supply chain management among Malaysian SMEs[J]. International Journal of Information Management, 2020, 52: 101997.
- [10] QUEIROZ M M, WAMBA S F. Blockchain adoption challenges in supply chain: an empirical investigation of the main drivers in India and the USA[J]. International Journal of Information Management, 2018, 46: 70-82.
- [11] MOHTARAMZADEH M, RAMAYAH T, CHEAH T, et al. B2B E-commerce adoption in Iranian manufacturing companies: analyzing the moderating role of organizational culture [J]. International Journal of Human-computer Interaction, 2018, 34(7): 621-639.
- [12] AWA H O, UKO J P, UKOHA O. An empirical study of some critical adoption factors of ERP software[J]. International Journal of Human-computer Interaction, 2017, 33(8): 609-622.
- [13] BAKER J. The technology-organization-environment framework[M]. New York: Springer, 2012.
- [14] ROGERS E M. Diffusion of innovations[M]. 5th Edition. New York: Free Press, 2003.
- [15] OLIVEIRA T, THOMAS M, ESPADANAL M. Assessing the determinants of cloud computing adoption: an analysis of the manufacturing and services sectors[J]. Information & Management, 2014, 51(5): 497-510.
- [16] KAPOOR K K, DWIVEDI Y K, WILLIAMS M D. Rogers' innovation adoption attributes: a systematic review and synthesis of existing research[J]. Information Systems Management, 2014, 31(1): 74-91.
- [17] BHATTACHARYA M, WAMBA S F. A conceptual framework of RFID adoption in retail using TOE framework [J]. International Journal of Technology Diffusion, 2015, 6(1): 1-32.
- [18] HUNG S Y, HUNG W H, TSAI C A, et al. Critical factors of hospital adoption on CRM system: organizational and information system perspectives[J]. Decision Support Systems, 2010, 48(4): 592-603.
- [19] PREMKUMAR G P, RAMAMURTHY K R, NILAKANTA S. Implementation of electronic data interchange[J]. Journal of Management Information Systems, 1994, 11(2): 157-186.
- [20] TUUNAINEN M. Exploring merchant adoption of mobile payment systems: an empirical study[J]. E Service Journal, 2008, 6(2): 24-57.
- [21] WANG Y S, LI H T, LI C R, et al. Factors affecting hotels' adoption of mobile reservation systems: a technology-organization-environment framework[J]. Tourism Management, 2016, 53: 163-172.
- [22] IFINEDO P. An empirical analysis of factors influencing the adoption of Internet/E-business technologies by SMEs in Canada [J]. International Journal of Information Technology & Decision Making (IJITDM), 2011, 10(4): 731-766.
- [23] LIN H F. Understanding the determinants of electronic supply chain management system adoption: using the technology-organization-environment framework[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2014, 86: 80-92.
- [24] OLIVEIRA T, MARTINS M F. Firms patterns of e-business adoption: evidence for the European Union - 27 [J]. Electronic Journal of Information Systems Evaluation, 2010, 13(1): 47-56.
- [25] GANGWAR H, DATE H, RAMASWAMY R. Understanding determinants of cloud computing adoption using an integrated TAM-TOE model[J]. Journal of Enterprise Information Management, 2015, 28(1): 107-130.
- [26] 周雄勇,许志端. 可追溯实践、动态能力对企业创新绩效的影响:以制造企业为例[J]. 科技进步与对策,2023,40(9): 65-73.
ZHOU Xiongyong, XU Zhidian. The effect of traceability practice on food firm sustainability performance [J]. Science & Technology Progress and Policy, 2023, 40(9): 65-73. (in Chinese)
- [27] 相征,王春玉,李煜华. 行业发展过程中制造企业对大数据技术采纳意愿影响研究[J]. 哈尔滨商业大学学报(社会科学版),2020(6):106-119.
XIANG Zheng, WANG Chunyu, LI Yuhua. Affecting factors on manufacturing firms' adoption intention for big data technology [J]. Journal of Harbin University of Commerce (Social Science Edition), 2020(6): 106-119. (in Chinese)
- [28] LIN D, LEE C, LAU H, et al. Strategic response to industry 4.0: an empirical investigation on the Chinese automotive industry[J]. Industrial Management & Data Systems, 2018, 118(3): 589-605.
- [29] PILLAI R, SIVATHANU B, MARIANI M, et al. Adoption of AI-empowered industrial robots in auto component manufacturing companies[J]. Production Planning & Control, 2022, 33(16): 1517-1533.
- [30] DWIVEDI Y K, SHAREEF M A, SIMINTIRAS A C, et al. A generalised adoption model for services: a cross-country comparison of mobile health (m-health) [J]. Government Information Quarterly, 2016, 33(1): 174-187.
- [31] JEYARAJ A, ROTTMAN J W, LACITY M C. A review of the predictors, linkages, and biases in IT innovation adoption research[J]. Journal of Information Technology, 2006, 21(1): 1-23.