

区块链落地食品追溯产业的制约因素分析

洪 岚¹, 吕佳瑜^{1*}, 高海伟²

(1. 北京物资学院经济学院, 北京 101149; 2. 中国副食流通协会食品安全与信息追溯分会, 北京 100031)

摘 要: 目的 探究区块链应用食品追溯产业的主要制约因素, 帮助食品供应链参与方解决技术应用难题。

方法 首先, 基于 11 家区块链技术平台企业和 3 家食品企业访谈内容, 通过扎根理论筛选出区块链技术应用食品追溯产业的内外部制约因素; 其次, 结合专家打分法和层次分析法对制约因素进行权重排序和评价分析。

结果 研究表明制约因素权重评价由 4 个准则层和 12 个指标层构成, 指标层因素中排名从高到低依次是: 区块链投入产出(0.1430)、信源真实(0.1288)、链上企业配合意愿(0.1176)、食品企业认知度(0.0974)、标准体系(0.0942)、运作效率(0.0769)、消费者认可度(0.0733)、市场准入门槛(0.0694)、法律法规(0.0597)、人才建设(0.0594)、系统兼容(0.0470)、政策扶持(0.0333)。**结论** 区块链投入产出低、上链信源真实度存疑、链上企业配合意愿低、食品企业对区块链认知度低是区块链落地食品追溯产业的主要障碍, 对此, 应加大技术应用场景研究、提高市场认知水平、完善政策保障机制。

关键词: 区块链; 食品追溯; 制约因素; 扎根理论; 层次分析法

Analysis on constraints of blockchain landing food traceability industry

HONG Lan¹, LV Jia-Yu^{1*}, GAO Hai-Wei²

(1. School of Economics, Beijing Wuzi University, Beijing 101149, China; 2. Food Safety and Information Traceability Branch of China Non-staple Food Circulation Association, Beijing 100031, China)

ABSTRACT: Objective To explore the main restriction factors of blockchain application and help food supply chain participants solve technical application problems. **Methods** First, based on the interview content between 11 blockchain technology platforms and 3 food enterprises, the internal and external constraints of blockchain technology applied food traceability industry were screened out through the grounded theory. Secondly, combined with the expert scoring method and the analytic hierarchy process, the interview rooted problem index of weight sorting and evaluation analysis. **Results** It found that the evaluation system consists of 4 standard layers and 12 index layers. Among them, in the index layer factors, the ranking from high to low was: Blockchain input output (0.1430), credit true (0.1288), chain willingness to cooperate (0.1176), food enterprise recognition (0.0974), standard system (0.0942), operational efficiency (0.0769), consumer recognition (0.0733), market entry threshold (0.0694), laws and regulations (0.0597), talent construction (0.0594), system compatibility (0.0470), policy support (0.0333). **Conclusion** The main obstacles to blockchain landing food traceability industry are blockchain has low input and output, doubtful authenticity of information source, low willingness to cooperate in the chain, and low awareness of food enterprises on blockchain. In this regard, we should increase the research of technology application scenarios,

基金项目: 国家社会科学基金重点项目(17AGL016)

Fund: Supported by the National Social Science Foundation of China (17AGL016)

*通信作者: 吕佳瑜, 硕士, 主要研究方向为农产品流通、食品安全。E-mail: llvjiaYu@163.com

*Corresponding author: LV Jia-Yu, Master, Beijing Wuzi University, Beijing Wuzi University, No.321 Fuhe Street, Yongshun Town, Tongzhou District, Beijing 101149, China. E-mail: llvjiaYu@163.com

improve the market cognition level, and improve the policy guarantee mechanism.

KEY WORDS: blockchain; food traceability; constraints; grounded theory; analytic hierarchy process

0 引言

近年来,由食品安全、食品质量引起的食品危机频发,尤其是 2020 年新冠肺炎疫情发生以来,因携带新冠病毒的进口冷链食品在国内分销,发生相关疫情案例 50 余起,其中北京新发地疫情爆发,波及 7 个省市,导致 400 人感染,商户损失少则几十万元、多则数千万元^[1];大连“722”疫情也由冷链海鲜产品加工所致,造成 118 人感染^[2];除此之外,青岛、新疆多地的新一轮疫情,都与进口冷链食品相关。食品安全问题已造成了严重的人身伤害和经济损失^[3],保障食品安全和确保食品信息全流程可追溯对于重塑后疫情时代消费信心、构建社会主义和谐社会具有重要意义^[4]。

区块链技术本质是工业 4.0 支持的一种分布式且不可变的数据库^[5],因其具有完整性、真实性、高度透明性、永久性、不可篡改性和安全稳定性等多重特点^[6-11],将其用于食品供应链中,可以使高效率追溯成为可能^[12]。

尽管如此,目前区块链在食品追溯领域落地项目依然不多,已落地的项目大多也属验证性、探索性项目,难以形成持续性商业模式。区块链在与食品追溯产业融合发展的实际应用过程中,建立成本高^[13]、盈利模式不稳定^[14]、人才培养滞后^[15]等内在制约因素表现明显,技术门槛高^[16]、共享困难^[17]、政策监管薄弱^[18]等外在制约依然突出,食品供应链各方在应用区块链技术进行追溯时面临较大阻碍。本研究调研的 14 家区块链平台企业及区块链应用企业都面临着或多或少的发展困境,验证了这一事实。作为一项新兴技术,区块链在现实应用中的推广完善还有很长一段路要走^[19-20]。因此,明确区块链落地食品追溯产业的主要障碍,帮助区块链食品追溯参与方解决应用难题,成为当下亟需解决的重要问题,也是提高追溯效率、保障食品质量安全、构建社会主义和谐社会的必要条件。

理论界关于区块链食品溯源制约因素的研究文献较少,有涉及的都是简要提及,缺乏系统性分析。扎根理论主张从事实到实质,对于以实践为基础的企业访谈资料分析具有很好的适用性;专家打分和层次分析是研究制约因素的普适性方法,广泛适用于对指标因素的评价分析。本研究通过深度访谈与问卷访谈相结合的方式,深入区块链追溯平台及食品企业内部,基于扎根理论(grounded theory, GT)提炼出食品企业在运用区块链技术过程中存在的问题瓶颈,运用专家打分法和层次分析法(analytic hierarchy process, AHP),探究区块链落地食品追溯行业缓慢的主要原因,以期获得有价值的结论和提供指导意见。

1 基于扎根理论方法的模型设计

扎根理论是质性研究的杰出代表,它为研究人员提供了一套完整的从原始材料中归纳、建构理论的方法和步骤,运用该方法构建起的理论更具生命力和说服力^[21],本文所研究“区块链技术在食品追溯产业的制约因素”,需要从实践入手,探讨食品链上技术服务平台与应用企业的想法和态度,与扎根理论的中心思想不谋而合,因此本部分选用扎根理论对访谈资料进行归纳分析。

样本来源和具体设计上,由于区块链技术是一项前沿技术,且在食品追溯领域的应用相对有限,因此本研究在中国副食流通协会食品安全与信息追溯分会协助下,按照提前拟定的问题提纲,通过问卷、线上会议形式对其涉及区块链技术的主要会员企业进行访谈,最终获得 11 家区块链平台企业和 3 家食品企业作为研究样本(表 1)。先通过问卷方式对企业进行深度访谈,完成原始资料的收集;再对访谈记录归纳整理,使用 Strauss 的三级编码方式(开放性编码、主轴编码、选择性编码)对资料进行分析;同时,利用中国知网、百度百科、新闻网站、政府网站等渠道,对既有内容进行验证,确保数据的合理性。

1.1 开放性编码与主轴编码

开放性编码要求研究者保持思维开放,按照“掰开-检视-比较-概念化-类属化”的逻辑^[22],对原始资料进行逐句分析,将所得信息概念化、抽象化,不断比较形成概念或范畴。本研究对 14 家区块链平台及应用企业的资料进行开放性编码,共获得 41 个初始概念和 12 个副范畴。

把开放性编码中分散的概念和范畴联系起来,实现资料重新组合,得到更高层次的主轴编码。通过对开放性编码中的 12 个副范畴进行归纳、抽象,最终获得企业运营层面、技术层面、市场层面、政府层面 4 个主范畴。开放性编码和主轴编码如表 2 所示。

1.2 选择性编码

选择性编码的主要目的是在分析主范畴之间逻辑关系的基础上,得到核心范畴,分析核心范畴与其他范畴之间的关联,并构建一个完整的理论框架。结合原始访谈资料,同时对 41 个初始概念、12 个副范畴、4 个主范畴进一步分析,最终确定核心范畴为“区块链落地食品追溯产业的制约因素”。如图 1,按照新的逻辑框架,企业运营层面是制约区块链技术落地食品追溯产业的主要内部因素;技术层面、市场层面和政府层面相互作用,构成外部环境因素,并在一定程度上影响内部环境因素。

表 1 访谈对象基本信息
Table 1 Basic informations of the interviewees

序号	企业名称	企业性质	企业所属地区
1	北京见信溯源科技有限公司	区块链技术平台企业	北京
2	北京金山云网络技术有限公司	区块链技术平台企业	北京
3	北京众享比特科技有限公司	区块链技术平台企业	北京
4	杭州趣链科技有限公司	区块链技术平台企业	杭州
5	加多宝(中国)饮料有限公司	应用区块链的食品企业	北京
6	浪潮集团	区块链技术平台企业	济南
7	泸州老窖集团有限责任公司	应用区块链的食品企业	泸州
8	内蒙古智牧溯源技术开发有限公司	区块链技术平台企业	内蒙古
9	厦门艾欧特科技有限公司	区块链技术平台企业	厦门
10	上海潜利智能科技有限公司	区块链技术平台企业	上海
11	上海银码标识股份有限公司	区块链技术平台企业	上海
12	上海中信信息发展股份有限公司	区块链技术平台企业	上海
13	京东数字科技集团	区块链技术平台企业	北京
14	沃尔玛中国投资有限公司	应用区块链的食品企业	深圳

表 2 开放性编码与主轴编码
Table 2 Open coding and spindle code

主范畴	副范畴	初始概念
企业运营层面	区块链投入产出	部署成本较效益来说较高; 资金不足; 增加硬件设备投入; 投入产出比不高; 成本高; 盈利模式不稳定; 上链点数越多, 存储费用越高
	人才建设	区块链在食品领域的运用面临人力不足问题
	信源真实	无法确保上链数据准确性; 无法解决源头造假问题; 数据采集真实性有待研究; 区块链不能解决完全造假
技术层面	系统兼容	各地区区块链追溯平台都有自己的逻辑; 每个地方要求不一样; 系统不通; 区块链平台适用性需要考虑
	运作效率	性能不支持大规模商用; 每秒交易处理量(transaction per second, TPS)依然需要提高; TPS 普遍偏低, 不能适用于高并发性的溯源场景; 工作量证明(proof of work, POW)的共识机制过于耗能
市场层面	市场准入门槛	运用区块链的食品品类具有“贵标特”特点; 运用区块链的食品品类有高端白酒、保健品等高附加值产品; 目前应用区块链溯源的主要是个别地标、有机、绿色的产品
	食品企业认知度	企业对区块链技术的理解和使用, 还有一定的差距, 一时无法接受; 区块链做防伪溯源需要有一定的信息化基础, 许多大的国企信息化水平落后; 企业的动力在于品牌及竞争, 可能未必愿意为此技术买单
	链上企业配合意愿	链上数据必须是多方参与共同维护、共同享有; 溯源市场中的各方如种植户、加工商、流通商等对溯源的支持力度不高; 相关企业往往不愿意主动将企业内部形成的相关数据上传; 跨境溯源方面, 境外食品的生产加工商不愿意配合开放其数据和生产流程
	消费者认可度	C 端用户并没有使用区块链进行食品溯源和防伪的强需求; 消费者认知问题; 顾客对区块链感知和效应不广泛
政府层面	法律法规	现行法律落后于不断发展的技术应用要求; 系统内部数据的安全规范问题; 后续涉及追责时的责任划分问题; 智能合约的合规问题
	标准体系	产业标准不健全; 国家强制性标准缺失
	政策扶持	没有激励机制的保障; 仅有相关证书奖励, 没有资金支持

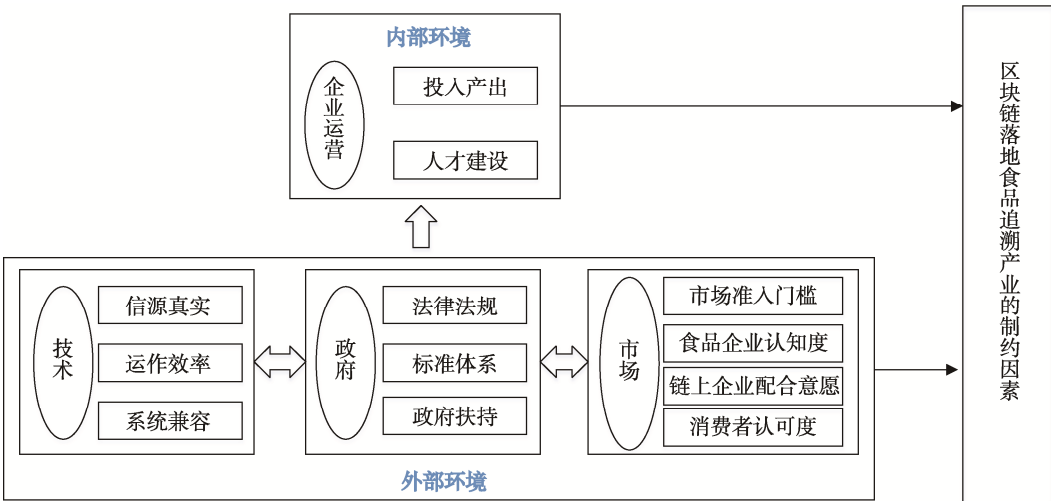


图 1 区块链落地食品追溯产业制约因素作用模型

Fig.1 Model of constraints of food traceability industry in block chain

2 基于层次分析法的评价分析

层次分析法是由美国运筹学教授 SATTY 提出的对定性问题进行定量分析的研究方法。该方法将复杂问题分解为若干个相互联系的元素, 结合数学分析确定最优选择, 具有系统性、实践性、简洁性的优势^[23], 因此本部分选用层次分析法对访谈扎根得到的问题指标进行评价分析。

层次分析法的步骤包括: (1)分析系统中各因素之间的关系, 构建层次结构模型; (2)采用“九级标度法”和“成对比较法”进行专家打分, 构造判断矩阵; (3)确定准则层和指标层权重, 并进行一致性检验; (4)计算综合权重, 对所得综合权重进行排序, 选出最重要的因素。

2.1 模型构建

根据前文所得范畴和模型, 对区块链应用于食品追溯产业的制约因素建立 3 层次指标体系(如表 3 所示), 其中, 将区块链落地食品追溯产业的制约因素设定为总目标层; 准则层包括企业运营层面、技术层面、市场层面和政府层面 4 个方面; 指标层是在准则层基础上的细分, 共包含 12 个因素。

2.2 构造判断矩阵及一致性检验

首先, 对 22 位分别来自高校科研院所、区块链技术企业、食品企业和行业协会的专家进行问卷调查。依据“九级尺度法”, 让专家对制约因素进行两两比较评分, 因素 a 比因素 b 同等重要、稍微重要、较强重要、强烈重要、极端重要分别赋值 1、3、5、7、9, 两相邻判断的中间值赋值为 2、4、6、8。由此得到 110 个判断矩阵, 取其算术平均值作为对应判断矩阵的有效值(即集结后的判断矩阵)。

其次, 利用 Yaahp 软件计算各指标权重向量, 并对判断矩阵进行一致性检验。利用公式 $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$ [其中, CI

为一致性指标 (consistency index)]、随机一致性指标 (random index, RI)、公式 $CR = \frac{CI}{RI}$, 计算一致性比率 (consistance rate, CR), 若 $CR < 0.1$, 矩阵通过一致性检验。

B1、B2、B3、B4 两两比较, 得到总目标层与准则层的集结判断矩阵, 如表 4 所示。

同理, C11 和 C12 相互比较, 得到企业运营层面集结判断矩阵(见表 5); C21、C22、C23 两两比较, 得到技术层面集结判断矩阵(见表 6); C31、C32、C33、C34 两两比较, 得到市场层面集结判断矩阵(见表 7); C41、C42、C43 两两比较, 得到政府层面集结判断矩阵(见表 8)。

表 3 区块链落地食品追溯产业制约因素的指标体系
Table 3 Index system of food traceability industry restriction factors in block chain

总目标层	准则层	指标层
区块链落地食品追溯产业的制约因素(A)	企业运营层面(B1)	区块链投入产出(C11)
		人才建设(C12)
		信源真实(C21)
	技术层面(B2)	系统兼容(C22)
		运作效率(C23)
		市场准入门槛(C31)
	市场层面(B3)	食品企业认知度(C32)
		链上企业配合意愿(C33)
		消费者认可度(C34)
	政府层面(B4)	法律法规(C41)
		标准体系(C42)
		政策扶持(C43)

表 4 目标层与准则层的集结判断矩阵
Table 4 Aggregation judgment matrix of target and criterion layers

A	B1	B2	B3	B4	权重 ω_i	一致性检验 CR
B1	1	0.9858	0.4926	0.9965	0.2024	0.0084<0.1
B2	1.0144	1	0.7947	1.4625	0.2526	
B3	2.0299	1.2583	1	1.8826	0.3577	
B4	1.0036	0.6838	0.5312	1	0.1872	

表 5 企业运营层面的集结判断矩阵
Table 5 Aggregation judgment matrix at the operational level

A	C11	C12	权重 ω_i	一致性检验 CR
C11	1	2.4091	0.7067	0.0000<0.1
C12	0.4151	1	0.2933	

表 6 技术层面的集结判断矩阵
Table 6 Aggregation judgment matrix at the technical level

A	C21	C22	C23	权重 ω_i	一致性检验 CR
C21	1	2.5325	1.8138	0.5098	0.0060<0.1
C22	0.3949	1	0.5647	0.1860	
C23	0.5513	1.7709	1	0.3042	

表 7 市场层面的集结判断矩阵
Table 7 Aggregation judgment matrix at market level

A	C31	C32	C33	C34	权重 ω_i	一致性检验 CR
C31	1	0.7021	0.6197	0.9154	0.1940	0.0008<0.1
C32	1.4243	1	0.7831	1.3846	0.2723	
C33	1.6136	1.2771	1	1.5915	0.3287	
C34	1.0924	0.7222	0.6283	1	0.2049	

表 9 区块链落地食品追溯产业制约因素的综合权重
Table 9 Aggregate weight of industry constraints for food traceability in block chain land

准则层因素	准则层权重	准则层因素排序	指标层因素	指标层因素排序	指标层权重	综合权重计算公式	综合权重	总排序
企业运营层面(B1)	0.2024	3	区块链投入产出(C11)	1	0.7067	0.2024×0.7067	0.1430	1
			人才建设(C12)	2	0.2933	0.2024×0.2933	0.0594	10
			信源真实(C21)	1	0.5098	0.2526×0.5098	0.1288	2
技术层面(B2)	0.2526	2	系统兼容(C22)	3	0.1860	0.2526×0.1860	0.0470	11
			运作效率(C23)	2	0.3042	0.2526×0.3042	0.0769	6
			市场准入门槛(C31)	4	0.1940	0.3577×0.1940	0.0694	8
市场层面(B3)	0.3577	1	食品企业认知度(C32)	2	0.2723	0.3577×0.2723	0.0974	4
			链上企业配合意愿(C33)	1	0.3287	0.3577×0.3287	0.1176	3
			消费者认可度(C34)	3	0.2049	0.3577×0.2049	0.0733	7
政府层面(B4)	0.1872	4	法律法规(C41)	2	0.3191	0.1872×0.3191	0.0597	9
			标准体系(C42)	1	0.5033	0.1872×0.5033	0.0942	5
			政策扶持(C43)	3	0.1776	0.1872×0.1776	0.0333	12

表 8 政府层面的集结判断矩阵
Table 8 Aggregation judgment matrix at the government level

A	C41	C42	C43	权重 ω_i	一致性检验 CR
C41	1	0.6156	1.8500	0.3191	0.0008<0.1
C42	1.6244	1	2.7521	0.5033	
C43	0.5405	0.3634	1	0.1776	

2.3 综合评价

准则层因素权重与指标层因素权重相乘,得到指标层因素相对总目标层因素的综合权重。对所得综合权重进行排序,选出最重要的因素。

制约因素综合权重计算公式为:制约因素综合权重=准则层权重×指标层权重。

计算结果为:

$C11(0.1430)>C21(0.1288)>C33(0.1176)>C32(0.0974)>C42(0.0942)>C23(0.0769)>C34(0.0733)>C31(0.0694)>C41(0.0597)>C12(0.0594)>C22(0.0470)>C43(0.0333)$ 。

对所得综合权重进行排序,具体见表 9。

由以上分析可知, 区块链落地食品追溯产业制约因素排名从高到低依次是: 区块链投入产出、信源真实、链上企业配合意愿、食品企业认知度、标准体系、运作效率、消费者认可度、市场准入门槛、法律法规、人才建设、系统兼容、政策扶持。整体来看, 12 个制约因素中, 区块链投入产出和人才建设是区块链技术应用企业的内在因素, 而信源真实、系统兼容、市场准入门槛、食品企业认知度、链上企业配合意愿、消费者认可度、法律法规、标准体系等是影响企业运用区块链食品追溯技术的外在因素。内外在因素之间相互影响, 并最终影响了企业对区块链技术应用。例如, 政府强制性标准体系的出台, 能够规范区块链追溯行为, 解决系统兼容难题, 从而提升企业使用区块链投入产出效率, 可进一步推动区块链追溯技术在低附加值食品行业广泛应用。

3 建 议

依据前述研究和所得结论, 结合调研企业的实际需求, 从不同主体视角出发, 为区块链技术更好地应用于食品追溯领域提出如下建议。

3.1 加大技术应用场景研究, 降低区块链技术进入门槛

首先, 发展大数据、物联网、云计算等配套技术, 加强技术间的融合度, 解决上链前信息真实性无法保障的难题。在农产品流通的重要集散环节(如区域仓配中心、一级二级供应商节点等)建立配套的第三方快速抽检体系, 使自动监管与主动监管相结合, 线上与线下共同发挥作用, 防止任何一个环节造假。

其次, 创建以行业协会为主, 科研机构、技术服务商、大型食品企业、政府共同参与的应用创新平台, 组织各主体间的探讨和交流, 促进技术间的碰撞, 提升区块链技术在食品追溯领域的运作效率。

最后, 建设区块链在食品溯源领域的通用服务平台, 平台可以采用主链-子链的多链形式, 其中, 主链由监管机构、国家工程实验室等机构作为主节点参与, 子链作为溯源业务链, 开展具体产品的溯源。通用平台的建立, 既能实现对共享数据的多方监管, 又能解决追溯系统兼容难题, 提高追溯效率。

3.2 提高市场认知水平, 减轻区块链技术推广难度

降低市场准入门槛。运用技术创新支持政策, 激励追溯系统服务商优化追溯系统建设, 推动龙头企业牵头推广更多食品品类运用区块链追溯。

提高企业认知水平。通过加大对食品企业的宣传教育, 促进企业对区块链技术的了解, 提高企业认知意识和接受度; 相关行业通过成立专门的区块链应用教学团队, 降低参与主体的学习难度和学习成本。

增强消费者认可度。政府、企业协会三者合力, 或是政策宣传、或是品牌营销、或是专栏解读, 对广大消费者进行教育引导, 提高消费者对区块链技术的价值敏感度, 促使其多购买区块链可溯源食品。

3.3 完善政策保障机制, 疏解区块链技术应用漏洞

完善标准。一方面, 由政府牵头, 建立食品追溯领域区块链技术应用的国家标准和地方标准, 做到行业约束; 另一方面, 由行业协会或者龙头企业牵头, 建立食品追溯区块链技术的团体标准, 实现行业自治。多方共同参与, 通过统一的标准来推动区块链在食品追溯体系内的运用与发展。

法律保障。构建完善的“区块链追溯+安全监管”法律体系, 具体而言, 首先, 对智能合约合规性做出法律规定, 避免出现智能合约与现行法律或社会准则相悖的现象; 其次, 明确区块链食品追溯链条上各主体的法律独立性, 为协调食品来源欺诈行为下的法律责任划分问题提供依据; 最后, 结合有关数据保护的法律规定, 制定区块链追溯系统中数据安全和隐私保障条例, 通过立法规定上链信息范围, 对违反数据安全和保密性行为进行严格监管, 减少企业隐私泄露顾虑。

政策扶持。相关政府财政配套要向区块链投入企业倾斜, 具体应包含: 协调市场资源, 给予食品溯源领域中的区块链应用企业和服务平台相关资金补助; 对参与到食品安全追溯系统的企业提供有利的税收政策, 考虑纳入地方新技术免税名单; 对建立追溯系统的企业实行表彰宣传, 激发企业参与区块链追溯的积极性; 将区块链内部数据信息评级与银行等金融机构的信用评级逐渐互通, 从而帮助拓宽区块链应用企业融资渠道; 在推动高素质人才队伍建设方面, 把专业人才纳入地方人才引进计划, 并提供大城市落户便利。

4 结束语

区块链在与食品追溯产业融合发展的过程中面临诸多困境。本研究以新冠肺炎疫情下食品安全问题重要性日益凸显为背景, 深入剖析区块链落地食品追溯产业的制约因素, 发现区块链投入产出低、上链信源真实度存疑、链上企业配合意愿低、食品企业对区块链认知度低是区块链落地食品追溯产业的主要障碍。因此, 建议加大技术应用场景研究、提高市场认知水平、完善政策保障机制、加快区块链在食品追溯产业中的应用落地, 满足人民对可溯源安全食品日益增长的需求。

参考文献

- [1] 李雪峰. 科学治理、精准防控—2020 年夏季北京新发地新冠肺炎疫情防控[J]. 中国应急管理科学, 2020, (7): 52-57.
- LI XF. Scientific control, precision prevention and control—prevention

- and control of new crown pneumonia in Beijing in summer 2020 [J]. *China Emerg Manag Sci*, 2020, (7): 52–57.
- [2] 陈禹存, 杨世宏, 安庆玉, 等. 2020年7-8月辽宁省大连市新型冠状病毒肺炎暴发疫情流行病学调查分析[J]. *疾病监测*, 2021, 36(2): 127–130.
- CHEN YC, YANG SH, AN QY, *et al*. Epidemiological investigation and analysis of the outbreak of new coronavirus pneumonia in Dalian city of Liaoning province July-August 2020 [J]. *Disea Surveill*, 2021, 36(2): 127–130.
- [3] 黄天柱, 王飞, 杨树峰. 基于层次分析法的我国食品质量主体责任研究[J]. *食品工业*, 2014, 35(7): 219–222.
- HUANG TZ, WANG F, YANG SF. Study on the main responsibility of Chinese food quality based on hierarchical analysis method [J]. *Food Ind*, 2014, 35(7): 219–222.
- [4] 刘克非. 食品可追溯性: 研究进展、实践及建议[J]. *湖湘论坛*, 2015, 28(1): 81–85.
- LIU KF. Food traceability: Research progress, practice and recommendations [J]. *Huxiang Forum*, 2015, 28(1): 81–85.
- [5] SCHMIDT CG, WAGNER SM. Blockchain and supply chain relations: A transaction cost theory perspective [J]. *J Purchas Suppl Manage*, 2019, 25(4): 100552.
- [6] 徐睿, 孙霞, 郭业民, 等. 基于区块链技术的食品安全溯源体系应用与研究进展[J]. *食品安全质量检测学报*, 2020, 11(20): 7610–7616.
- XU R, SUN X, GUO YM, *et al*. Application and research progress of food safety traceability system based on blockchain technology [J]. *J Food Saf Qual*, 2020, 11(20): 7610–7616.
- [7] 杨信廷, 王明亭, 徐大明, 等. 基于区块链的农产品追溯系统信息存储模型与查询方法[J]. *农业工程学报*, 2019, 35(22): 323–330.
- YANG XT, WANG MT, XU DM, *et al*. Information storage model and query method of agricultural product traceability system based on block chain [J]. *J Agric Eng*, 2019, 35(22): 323–330.
- [8] 林延昌. 基于区块链的食品安全追溯技术研究与实现——以牛肉追溯为例[D]. 南宁: 广西大学, 2017.
- LIN YC. A study and implementation of food safety traceability technology based on block chain—Taking beef traceability as an example [D]. Nanning: Guangxi University, 2017.
- [9] 工业和信息化部信息中心. 2018年中国区块链产业白皮书[Z]. Information Center, Ministry of Industry and Information Technology. China block chain industry white paper 2018 [Z].
- [10] AUNG MM, CHANG YS. Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives [J]. *Food Control*, 2014, (39): 172–184.
- [11] 张亮, 李楚翘. 区块链经济研究进展[J]. *经济学动态*, 2019, (4): 112–124.
- ZHANG L, LI CQ. Progress in blockchain economic research [J]. *Econ Dynam*, 2019, (4): 112–124.
- [12] 丁锦城, 吴清烈. 食品供应链基于区块链的溯源体系研究评述与展望[J]. *食品与机械*, 2021, 37(2): 72–77.
- DING JC, WU QL. Review and prospect of traceability system based on block chain in food supply chain [J]. *Food Mach*, 2021, 37(2): 72–77.
- [13] 何德华, 史中欣. 食品质量安全可追溯系统研究与应用综述[J]. *中国农业科技导报*, 2019, 21(4): 123–132.
- HE DH, SHI ZX. Research and application of food quality and safety traceability system [J]. *Chin Agric Sci Technol Bull*, 2019, 21(4): 123–132.
- [14] 宋立丰, 区钰贤, 郭一蓉. 区块链经济下盈利模式探究[J]. *财会月刊*, 2020, (24): 155–160.
- SONG LF, QU YX, GUO YR. Exploration on the profitability model under the blockchain economy [J]. *Account Month*, 2020, (24): 155–160.
- [15] 陈丽, 梁秀波, 杨小虎. 基于多方协同的区块链技术人才培养体系的构建[J]. *高等工程教育研究*, 2021, (4): 54–58.
- CHEN L, LIANG XB, YANG XH. Construction of the blockchain technical talent training system based on multi-party collaboration [J]. *Higher Eng Edu Res*, 2021, (4): 54–58.
- [16] 曹允春, 李彤, 林浩楠. 基于区块链技术的药品追溯体系构建研究[J]. *科技管理研究*, 2020, 40(16): 215–224.
- CAO YC, LI T, LIN HN. Research on construction of drug traceability system based on block chain technology [J]. *Sci Technol Manage Res*, 2020, 40(16): 215–224.
- [17] 刘如意, 李金保, 李旭东. 区块链在农产品流通中的应用模式与实施[J]. *中国流通经济*, 2020, 34(3): 43–54.
- LIU RY, LI JB, LI XD. Application pattern and implementation of block chain in the circulation of agricultural products [J]. *Chin Circul Econ*, 2020, 34(3): 43–54.
- [18] KAMILARIS A, FONTS A, PRENAFETA-BOLDY FX. The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains [J]. *Trends Food Sci Technol*, 2019, 91: 640–652.
- [19] 王博, 魏晓. 区块链创新赋能实体经济高质量发展研究[J]. *理论探讨*, 2020, (4): 114–119.
- WANG B, WEI X. Research on high quality development of block chain innovation enabling real economy [J]. *Theoret Discuss*, 2020, (4): 114–119.
- [20] 史良, 乔玉婷, 曾立, 等. 培育经济发展新动能的技术、产业、政策机理研究[J]. *科技进步与对策*, 2021, 38(14): 21–29.
- SHI L, QIAO YT, ZENG L, *et al*. Research on the technology, industry and policy mechanism of cultivating new energy of economic development [J]. *Sci Technol Prog Count*, 2021, 38(14): 21–29.
- [21] 孙晓娥. 扎根理论在深度访谈研究中的实例探析[J]. *西安交通大学学报(社会科学版)*, 2011, 31(6): 87–92.
- SUN XE. Examples of rooroot theory in deep interview study [J]. *J Xi'an Jiaotong Univ (Soc Sci Ed)*, 2011, 31(6): 87–92.
- [22] 陈向明. 扎根理论在中国教育研究中的运用探索[J]. *北京大学教育评论*, 2015, 13(1): 2–15, 188.
- CHEN XM. Application of rooroot theory in education research in China [J]. *Peking Univ Edu Rev*, 2015, 13(1): 2–15, 188.
- [23] 刘心报. 科技先导型企业评估指标体系各指标权重的测定[J]. *预测*, 1998, (4): 63–65.
- LIU XB. Determination of the weight of the technology leading enterprise evaluation index system [J]. *Forecast*, 1998, (4): 63–65.

(责任编辑: 于梦娇 张晓寒)

作者简介



洪 岚, 博士, 教授, 主要研究方向为农产品流通、食品安全。
E-mail: 2487878515@qq.com



吕佳谕, 硕士, 主要研究方向为农产品流通、食品安全。
E-mail: llvjiaayu@163.com