

DOI:10.19905/j.cnki.syjj1982.2023.04.021

区块链在生态食品安全管理中的应用研究

王尔媚，贾先文

(湖南文理学院 经济与管理学院，湖南 常德 415000)

[摘要] 生态食品从“农场到餐桌”涉及的“点多、线长、面广、错综交叉”，导致其安全管理面临流程追溯难、信息共享难、质量监管难等问题。构建基于区块链的生态食品安全管理系统，有助于打造相互信任、互利共赢的生态食品经济环境。但实现生态食品从“田间到餐桌”全流程信息共享、可信流转与实时溯源的远景目标仍面临着许多挑战。通过对区块链技术生态食品安全管理的融合基础、应用场景、应用优势与挑战等进行剖析，有针对性地提出多举措、全方位提升“区块链+生态食品安全管理”应用成效的建议，为推动区块链技术与生态食品经济的耦合发展创造有利条件。

[关键词] 生态经济；生态食品；食品安全；区块链；食品溯源

[中图分类号] F323

[文献标识码] A

[文章编号] 1009-6043(2023)04-0004-02

生态文明建设与生态经济发展要求现代农业生产方式向绿色化、环境友好型转化。然而，传统农业生产过程中的非生态生产模式导致农药、化肥、激素等有害物质严重超标，绿色食品不再“绿色”。钟南山早期的一项研究表明，肠癌、宫颈癌、卵巢癌等发病率的快速增长与食品中大量生长剂、催熟剂、保鲜剂的残留有直接关系^[1]。美国疾病控制与预防中心的一项声明指出，食物污染每年导致 4800 万美国人生病，损失高达约 932 亿美元^[2]。而世卫组织发布的数据显示，全球每年患食源性疾病的人数约为 6 亿人，并导致约 42 万人死亡^[3]。由于非生态生产方式导致的环境污染与食品安全问题正严重威胁着人类的生命与健康。习近平总书记曾经指出，能否给老百姓提供安全食品，是对党的执政能力的一大考验。本文立足于生态经济视角，研究以区块链技术推动生态食品安全管理的现实需求、应用场景与现实挑战等，并在此基础上提出促进区块链技术与生态食品经济耦合发展的建议。

一、生态食品经济发展中的数字化需求

生态食品在保护人们身体健康、促进生态环境良性发展中的作用得到了广泛认可^[4]。然而，现实中却存在这样的情况：一些农户在自己食用的农产品生产过程中少用或不用化肥、农药、激素及添加剂，而在面向市场销售的农产品生产过程中却大量使用此类物质。在食品加工与流通过程中，也同样存在着明知有损消费者健康却在食品中大量添加防腐剂、保鲜剂甚至致癌物质等的行为。存在于生产者和消费者之间的“信息壁垒”使得消费者无法全面地了解真实的信息。

[作者简介] 王尔媚(1991-)，女，湖南娄底人，讲师，硕士，研究方向：区块链、生态经济学；贾先文(1972-)，湖南常德人，教授，博士，研究方向：生态经济学、跨域生态治理。

[基金项目] 湖南省教育厅项目：区块链在农产品安全溯源系统中的构建路径与作用机制研究(20C1254)。

所谓“信息壁垒”，是指信息在不同主体间的高度不对称导致的信息不透明现象。生态食品领域的信息壁垒使得消费者难以识别食品的风险，无法通过价格杠杆实现优胜劣汰，导致一些“伪生态”食品以低成本抢占市场，谋取不正当利润，进而导致生态食品市场成为劣币驱逐良币的“柠檬市场”^[5]。对此，不少学者指出应建立生态食品可追溯体系，让消费者真正了解生态食品从“田间”到“餐桌”的全流程信息，从而有效解决信息壁垒导致的食品安全问题。但生态食品从“农场到餐桌”涉及的“点多、线长、面广、错综交叉”，使得生态食品安全溯源系统面临数据难共享、易篡改、难追溯等问题^[6]。

作为“第四次工业革命”重要成果，区块链技术具有的安全、透明、可信、防篡改、可溯源等特征，有望重塑生态食品安全管理体系^[6-7]。在理论研究层面，有学者指出基于区块链技术的食品溯源体系能够低成本、高效率地解决食品安全管理中存在的信任问题^[8-9]。Kamilaris 等人^[2]提出了一种双链存储结构用于跟踪基于区块链的绿色食品。Feng 等人^[10]设计了基于智能合约和 HACCP 协议的“区块链+物联网”实时食品追踪系统。在实践层面，各行业也在积极探索利用区块链技术构建生态食品安全管理体系的应用场景，以实现绿色、生态食品的全流程信息透明、可溯与可信流转。

二、“区块链+生态食品安全管理”应用场景

目前，区块链技术在生态食品溯源、生产运营、监督管理等领域的探索已初见成效。美国农业巨头嘉吉公司(Cargill Inc.)的区块链项目可以让消费者追溯火鸡从

超市到农场的全流程信息。零售业巨头沃尔玛联合清华大学、克罗格(Kroger)和IBM等公司,重点以中国市场的猪肉和美国市场的芒果为对象,打造基于区块链的可追溯信息平台。京东同样关注肉类生产的可追溯性,用户可以通过扫描二维码了解动物生长、饲养、加工到销售的全部信息。世界自然基金会(WWF)在2018年推出了“区块链供应链可追溯项目”,旨在以区块链的方式消除非法金枪鱼捕捞。此外,区块链上的信息为小农户获得金融与保险服务提供了支持。表1整理和分析了目前基于区块链的生态食品安全管理项目的相关信息。

从表1中可以看出,区块链在生态食品供应链中的应用涉及多个方面,产品包括肉类、海鲜、水资源等多个领域。当前,区块链技术应用于生态食品供应链的主要目标是实现生态食品的可追溯性,这也是保证食品安全的关键环节,是破解生态食品安全管理领域面临的“信息孤岛”问题的有效途径。除此之外,区块链在环境治理、小农金融等方面也有重要的应用。未来,随着区块链技术发展的不断成熟及其与生态食品供应链融合不断深入,“区块链+生态农业”的发展空间与应用场景将获得更大的突破。

表1 基于区块链的食品安全管理项目

产品	参与的组织/项目/公司(年份)	目标
橄榄油	西班牙橄榄油公司 OlivaCoin(2016)	金融,小农扶持
谷物	澳大利亚创业公司 AgriDigital (2017)	金融,监督与管理
火鸡	美国嘉吉公司(Cargill Inc)(2017)	可追溯性
芒果	沃尔玛,克罗格公司(Kroger),IBM(2017)	可追溯性
猪肉	沃尔玛,清华大学,IBM(2017)	可追溯性
牛肉	京东“农场到餐桌”项目(2017)	可追溯性
鸡	众安科技“步步鸡”项目(2017)	可追溯性
保健品等	阿里巴巴,澳大利亚邮政(2017)	可追溯性,监督与管理
甘蔗	可口可乐(2018)	监督与管理
有机食品	土壤认证协会(Soil Association Certification)(2018)	金融,可追溯性,小农扶持
海鲜	英特尔公司,世界自然基金会(WWF)(2018)	环境治理,可追溯性
大豆	欠发达国家组织(LDC)(2018)	金融,更快的运营管理
水资源	Global Water(GW)公司(2018)	监督与管理
大麻	医用大麻追踪(MCT)研究中心(2018)	可追溯性
餐厨垃圾	塑料银行(Plastic Bank)(2019)	减少浪费

三、区块链在生态食品安全管理领域的应用优势与发展建议

(一)区块链在生态食品安全管理领域的应用优势与挑战

区块链技术的应用,极大地提升了生态食品供应链上信息的可靠性与透明度。分布式与数字化存储模式,更是让精准的大数据分析与快速地信息追溯得以实现^[11-12]。因而,大量的研究探索了区块链技术在重塑生态食品安全管理模式中的理论意义,一系列的实践项目也在一些食品与零售业巨头(如沃尔玛、嘉吉、可口可乐、京东、阿里巴巴等)的引导下广泛开展开来。这些理论与实践探索,都将推动区块链技术在食品安全管理领域的应用,为塑造“源头可追溯、流向可跟踪、信息可查询、责任可追究”的生态食品安全管理系统奠定基础。

尽管区块链技术在重塑生态农业发展模式中的应用前景得到了学术界和实业界的广泛认可,也与消费者对

生态食品、绿色食品的需求高度契合。但当前区块链技术与生态食品安全管理系统融合的技术路径、耦合机制等仍处于初步探索阶段,“区块链+生态食品安全管理”的应用仍面临一系列的挑战与发展困境^[6,8]。表2总结了区块链技术在生态食品安全管理领域中的应用优势与挑战。

表2 区块链在生态食品安全管理领域的应用优势与挑战

优势与潜在收益	挑战与困境
生态价值链中的可追溯性,促进生态经济建设	农户与中小企业面临基础设施、管理、技术等困境
生态环境治理支持平台,减少环境污染与浪费	生态经济发展中高度的市场不确定性与风险性
引导农户开展生态友好型农业生产,提升主观遵从度	生态环境治理法律法规制度不够完善
提高生态食品安全监管效率,加强客观威慑度	精通市场与技术的专业人才稀少
为生态食品经济发展提供金融服务	区块链尚未解决的技术难题,例如交易延迟等
降低生态食品交易成本,减少对中介的依赖	经济发达地区与不发达地区的数字化鸿沟
更透明的生态信息追溯,更公平的市场定价	生态食品供应链上各主体的隐私与安全问题
提高消费者的食品安全意识与维权意识	生态食品安全管理系统对物联网的发展要求较高
更多生态食品,食源性疾病发生概率更低	一些食品质量参数无法用客观分析方法检测

(二)利用区块链技术推动生态食品经济发展的建议

从表2中可以看出,区块链技术在生态食品安全管理领域的应用优势与潜力巨大。但要构建“源头可追溯、流向可跟踪、信息可查询、责任可追究”的生态食品安全管理系统仍面临着诸多挑战。政府部门与生态食品供应链上各主体应多举措、全方位地采取一系列措施,以提升“区块链+生态食品安全管理”的应用成效。

1. 促进农业生产基础设施改革

在生态食品生产与流通全过程中,生态食品从“田间”到“餐桌”,涉及农户的生产,企业的加工、存储、运输与销售等环节。需要记录的数据包括农药、化肥、保鲜剂、食品添加剂等的使用,加工、包装设备的安全与卫生情况,运输时间与温度的管理与控制等。海量信息的收集与共享必须以完善的信息系统与物联网基础设施为支撑。因而,加大对农业生产基础设施的信息化与数字化改革有利于促进区块链技术在生态食品安全管理领域的应用与推广,进而推动生态食品经济与现代生态农业的发展。

2. 加大研发投入力度推动技术创新

区块链技术仍然面临着诸如交易延迟、隐私保护与信息共享的冲突、“51算力攻击”等问题。为了最大程度地激发区块链技术的潜在效益,发挥区块链技术在推动生态食品经济发展中的应用优势,政府部门应当加大对区块链技术的研发投入力度,完善相关的行业标准,在关键核心技术攻克上发挥政府的引领与激励作用。同时,食品供应链上各主体应该充分认识到区块链技术在生态食品经济发展中的机遇与挑战。在政府的引导下强化区块链技术的研发,积极开展各类实践探索,提升区块链技术在推动生态食品经济发展中的应用成效。

3. 营造良好的生态食品经济发展环境

(下转第15页)

云方面,着力推动研发设计、生产、供应链和营销等关键环节上云。

(四) 加强高水平制造业数字化人才队伍建设

1. 向外用好咨询顾问。黑龙江省大多数装备制造业人员对于数字化转型认识还属于陌生领域,“不会转”问题严重,因此需要企业从外部借力更专业、更有经验人员帮助企业完成转型。政府可以建立“数字人才库”,将数字人才及时收入库中,让企业以咨询顾问方式引入。同时,要积极扶持若干个精品数字咨询公司,既解决企业数字化转型燃眉之急,也能为第三产业现代化贡献力量。

2. 向内搞好人才培养。在企业内部,帮扶企业狠抓技术人才招聘与培养,实现核心系统的自主可控。政府可以帮助企业组织各级培训班,开展“高管培训”“中层管理者培训”和“基础员工培训”,邀请数字化领域资深专家指导。围绕装备制造行业如何理解数字化转型、怎样面对发展机遇、如何精益智能制造、如何全方位数字化转型等进行系统培训。

(上接第5页)

加大生态环境建设力度,结合多种激励制度,鼓励与扶持环境友好型生态农业的发展,推动生态食品经济发展。同时完善生态农业发展相关的法律法规,严惩有损消费者健康的非生态生产行为,引导农户减少或放弃农药、化肥等的使用,从源头上保障生态食品的安全性。同时,结合“政产学研”等多种合作模式,积极引导区块链、物联网等数字技术在生态食品安全管理领域的应用,以更友好的生态农业生产方式,更透明的生态安全信息追溯,更公平的生态食品市场定价,提升绿色食品、生态食品的经济效益与社会效益,进而推动生态食品经济与环境保护的耦合发展。

四、结语

构建生态食品安全管理系统是推动生态经济发展、解决食品安全问题的关键途径。以基于区块链的生态食品安全管理系统为抓手,以提升食品供应链上各主体实施生态友好型生产方式的主观遵从度和客观威慑度为途径,以保障生态食品的安全性、透明性与可溯源性为目标,有望在生态食品溯源领域中构建一个算法式的信任世界,有助于在降低生态食品供应链运作成本、解决生态食品安全管理问题的同时,提升绿色食品、生态食品的经济效益与社会效益。鉴于此,政府部门与生态食品供应链上各主体应多举措、全方位地采取各项措施,提升“区块链+生态食品安全管理”应用成效的建议,为推动区块链技术生态食品经济的耦合发展创造有利条件。

[参考文献]

[1] 钟南山. 食品安全问题已经是一个很严重的问题,如果不采取相应的解决办法,再过50年,很多人将生不了孩子[N]. 南方日报,2004-03-27.

[2] Kamilaris A, Fonts A, Frances X P. The rise of

[参考文献]

[1] 李英杰, 韩平. 数字经济下制造业高质量发展的机理和路径[J]. 宏观经济管理, 2021(5): 36-45.

[2] 韦庄禹. 数字经济发展对制造业企业资源配置效率的影响研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2022, 39(3): 66-85.

[3] 李治国, 王杰. 数字经济发展、数据要素配置与制造业生产率提升[J]. 经济学家, 2021(10): 41-50.

[4] 刘芙嘉, 王丰效, 张哲. 黑龙江省数字经济发展水平综合研究[J]. 边疆经济与文化, 2022(7): 4-9.

[5] 肖心伟, 潘毅, 叶茂. 装备制造业数字化的内涵、策划与实施[J]. 企业改革与管理, 2020(23): 215-216.

[6] 程敏. “一带一路”建设下黑龙江省跨境产业发展研究[J]. 北方经贸, 2020(1): 10-12.

[7] 杨宇. “十四五”时期黑龙江省跨境产业高质量发展的实现路径[J]. 中国经贸导刊, 2022(4): 85-87.

[责任编辑: 史朴]

blockchain technology in agriculture and food supply chains [J]. Trends in Food Science & Technology, 2019 (6): 640-652.

[3] WHO. <https://www.who.int/data/gho/data/themes/world-health-statistics>.

[4] 王夏晖, 王晶晶, 许开鹏, 等. 完善生态环境空间管控体系增强生态产品供给能力[J]. 环境保护, 2021, 49(19): 40-44.

[5] 王宝义. 食品安全、消费者收入与高效生态农业发展[J]. 当代经济管理, 2016, 38(1): 23-30.

[6] Latino M E, Menegoli M, Lazoi M, et al. Voluntary traceability in food supply chain: a framework leading its implementation in Agriculture 4.0 [J]. Technological Forecasting and Social Change, 2022, 178, 121564.

[7] 袁勇, 王飞跃. 区块链技术发展现状与展望[J]. 自动化学报, 2016, 42(4): 481-494.

[8] 汪普庆, 瞿翔, 熊航, 等. 区块链技术在食品安全管理中的应用研究[J]. 农业技术经济, 2019(9): 82-90.

[9] 张磊. 基于区块链技术的农产品市场营销管理研究[J]. 商业经济, 2021(5): 73-74.

[10] Feng H, Chen., Zhou W, et al. Modeling and evaluation on WSN-enabled and knowledge-based HACCP quality control for frozen shellfish cold chain[J]. Food Control, 2019(98): 348-358.

[11] 孙楚绿, 慕静. 食品行业绿色供应链管理的挑战与应对[J]. 经济与管理, 2017, 31(5): 63-66.

[12] 李晓燕, 王彬彬, 黄一粟. 基于绿色创新价值链视角的农业生态产品价值实现路径研究[J]. 农村经济, 2020(10): 54-61.

[责任编辑: 王凤娟]