

# 生鲜零售商应用区块链技术的意愿研究

朱盼盼，高甜村，张颖，邓俊锋<sup>\*</sup>，梅付春

(河南农业大学经济与管理学院，郑州 450046)

**摘要：**为了解决供应链信息不对称问题，缩短流通时间，保持产品新鲜度，增加消费者剩余，生鲜零售商应用区块链技术。但是，技术应用收益程度受到产品新鲜度和消费者风险规避水平的影响。该研究构建由供应商、零售商和消费者组成的二级生鲜供应链，对比分析区块链技术应用前后供应商与零售商的博弈均衡解，探讨零售商区块链技术应用意愿。结果发现，当产品初始新鲜度较高时，零售商愿意应用区块链技术以带来更高的利润，增加消费者剩余。相反，当产品初始新鲜度较低时，应用区块链技术会导致零售商利润受损，零售商技术应用意愿低。而当产品初始新鲜度处于一般水平时，零售商技术应用意愿随着消费者风险规避水平的提高而增强。

**关键词：**区块链；风险规避；零售商；产品新鲜度；技术应用意愿

doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.202403142

中图分类号: F326.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2024)-20-0269-09

朱盼盼，高甜村，张颖，等. 生鲜零售商应用区块链技术的意愿研究[J]. 农业工程学报, 2024, 40(20): 269-277. doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.202403142 <http://www.tcsae.org>

ZHU Panpan, GAO Tiancun, ZHANG Ying, et al. Intention analysis of fresh retailers to apply blockchain technology[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2024, 40(20): 269-277. (in Chinese with English abstract) doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.202403142 <http://www.tcsae.org>

## 0 引言

生鲜产品具有易腐性特点，新鲜度是产品价值的重要衡量指标。生鲜供应链中普遍存在的产品新鲜度信息不对称现象，不仅加重流通损耗，还可能引发食品安全事件<sup>[1]</sup>。如英国马肉丑闻、美国大规模罗蔓生菜感染、厄瓜多尔白虾受到污染、国内的猪肉造假以及“三文鱼事件”等<sup>[2]</sup>。食品安全事件导致消费者消极情绪，引发其风险规避行为<sup>[3]</sup>。生鲜零售商通过溯源技术实现产品新鲜度透明化对于降低食物浪费、提高产品质量、建立消费者信心，提升生鲜供应链稳定性意义重大<sup>[4-5]</sup>。2022年中央一号文件首次提出完善农产品全产业链质量安全追溯体系，促进产品新鲜度透明化、保障食品安全<sup>[6]</sup>。

区块链是一种新兴的可追溯技术，具有去中心化、公开透明、加密保护和防篡改的特点，用于解决供应链信息披露问题，可实现产品数据可视化、流转过程透明化，全生命周期的追踪溯源能够有效缓解供应链成员之间的信息不对称，构筑高安全性的信任体系<sup>[7-15]</sup>。同时，通过智能合约等技术可简化操作流程，缩短流通时间，提高供应链质量管理和服务水平<sup>[16-20]</sup>。为促进区块链技

术应用，2021年5月，工业和信息化部、中央网信办联合发布《关于加快推动区块链技术应用和产业发展的指导意见》，明确强调要切实推动区块链、大数据等新一代信息技术融合发展，在产品溯源、数据流通、供应链管理等领域形成场景化示范应用。同年，11月农业农村部《关于拓展农业多种功能促进乡村产业高质量发展的指导意见》指出，把物联网、云计算、区块链等现代信息技术引入农业产加销各环节。在政策的鼓励引导下，一些行业巨头率先利用区块链技术对产品信息进行追溯。如 Bumble Bee Foods 利用区块链技术实现鲜鱼从海洋到餐桌的全程跟踪。澳大利亚 InterAgri 公司基于区块链平台跟踪从海外供应商进口的牛肉，获取牛的全链条信息。沃尔玛与 IBM 合作建立的区块链信息溯源系统实现草莓从生产-加工-运输-销售的全程管控。家乐福、联合利华等国际大型零售商加入的 IBM 区块链平台，涉及小麦、羊毛、葡萄酒、芒果、牛肉等多种农产品。国内电商巨头京东集团也采用区块链技术对海产生鲜进行防伪追溯，为消费者提供真实有效产品信息，促进其消费。

虽然区块链有助于实现信息共享，保障消费者权益，但是，利益相关者风险厌恶水平、产品初始新鲜度和技术应用成本等多种因素均会影响技术应用价值。所以，并非所有零售商都愿意采用区块链<sup>[21]</sup>。ZHANG 等<sup>[12]</sup>通过对比分析双渠道供应链三种区块链应用场景，检验了不完全竞争市场和利益相关者风险厌恶水平的变化将会对区块链应用策略产生影响。刘亮等<sup>[14]</sup>从新鲜度信息具有供应商私有性角度出发，认为区块链技术可以抑制供应商的谎报行为，并分析了具有风险规避意识的零售商区块链投资技术投资决策及协调问题。姜永常等<sup>[16]</sup>认为区块

收稿日期: 2024-03-21 修订日期: 2024-08-25

基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金项目(72103054); 教育部人文社会科学研究规划基金项目(23YJA790029); 河南省重点研发与推广专项(科技攻关)项目(232102110145); 河南省博士后科研资助项目(202103082, 202003064)

作者简介: 朱盼盼, 博士, 副教授, 硕士生导师, 研究方向为数字农业。

Email: zpp@henau.edu.cn

※通信作者: 邓俊锋, 博士, 教授, 硕士生导师, 研究方向为农业经济。

Email: jfdeng0616@126.com

链技术可有效提高生鲜农产品流通时效性和消费者信任度,但也会带来投资成本的增加。已有研究在分析生鲜零售商区块链技术应用时,多关注于技术采用可以实现产品可信溯源,增加消费者效用;较少考虑消费者风险规避意识的异质性对于区块链带来的信息价值大小的影响,忽略了信息价值对于具有不同风险规避意识的消费者是不同的,且没有考虑区块链技术在实现信息共享的同时,对产品物流时间的优化作用。

因教育、年龄以及周边环境等多方因素的影响,导致信息不对称引起的消费者风险规避水平存在异质性<sup>[22-26]</sup>。对于高风险规避水平的消费者而言,企业可以通过信息披露来降低消费者对产品品质的不确定性以及由此产生的心理损失,此时,区块链技术所实现的产品信息透明化可以为其带来较高的效用<sup>[27-29]</sup>。然而,对于低风险规避水平的消费者而言,产品信息的不确定性并不会对其效用产生很大影响。消费者风险规避水平的不同导致技术应用价值的不确定性,即生鲜产品新鲜度透明化能够给各利益相关者带来的收益是不确定的。因此,从消费者风险规避水平的差异性角度出发,分析区块链技术的应用给消费者带来的效益,以及对于零售商利润影响,对于探索零售商技术应用意愿,促进技术应用推广,明确技术适用边界尤为重要。

基于上述背景,该文聚焦生鲜供应链中的产品新鲜度不对称问题,构建由供应商、零售商和消费者组成的二级生鲜供应链,综合考虑消费者的风险规避意识,以及区块链技术应用所实现的信息透明化和物流时间的优化,对比分析技术应用前后供应商与零售商的博弈均衡解,探讨零售商应用区块链技术意愿以及技术应用价值。通过不同情境下的最优决策对比分析,揭示技术赋能背后的实践逻辑、多维因素及交互传导路径,为促进区块链在生鲜供应链中的有效应用提供有益借鉴。

## 1 不采用区块链技术时的博弈分析

考虑由供应商、零售商和具有风险规避偏好的消费者组成的生鲜农产品供应链。其中,供应商用  $S$  表示,零售商用  $R$  表示,供应商以批发价  $\omega$  向零售商提供生鲜农产品,零售商再以单位售价  $P$  将产品卖给消费者。区块链技术应用前后产品信息透明度不同,导致产品价格不同,技术采纳后批发价、零售价分别用  $\omega^B$  和  $P^B$  表示。假设生鲜农产品新鲜度  $\theta(t)$  受到初始状态、保鲜努力和物流配送时间三方面因素的影响,参照林略<sup>[30]</sup>等的研究,令生鲜农产品的新鲜度表达式为:  $\theta(t) = \theta_0 + K_1\tau - \phi_0\left(\frac{t}{T}\right)^2$ , 其中,  $\theta_0$  为产品的新鲜度初始值,服从正态分布  $X \sim N(\mu, \sigma^2)$ ,  $K_1$  为保鲜努力对产品新鲜度的影响系数,令其标准化为 1,  $\tau$  表示供应商的保鲜努力水平,  $t$  为产品运输时间,  $T$  为生鲜农产品全生命周期,  $\phi_0$  为经  $TT$  后的新鲜度衰减极值。供应商投入  $\tau$  水平的保鲜努力产生的保鲜成本为  $c_f = K_2\tau^2$ ,  $K_2$  为单位保鲜努力成本,令其标准化为 1。生鲜产品给消费者带来的效用

受到产品价格、新鲜度、消费者风险规避偏好以及产品初始估值等因素的影响,其效用函数  $U = v - P + \theta(t) - \lambda\sigma^2$ <sup>[14-15]</sup>。其中,  $v$  为消费者对产品的初始估值,  $P$  为产品零售价格,  $\theta(t)$  为产品新鲜度,  $\lambda$  代表消费者风险规避水平,  $\sigma^2$  为产品初始新鲜度方差。此时,生鲜产品供应链结构如图 1 所示。

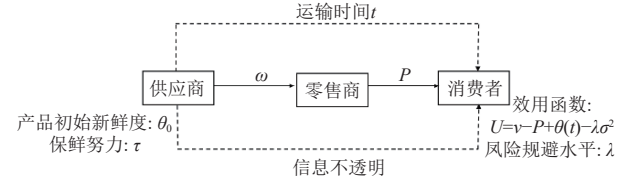


图 1 不采用区块链时的生鲜产品供应链

Fig.1 The fresh supply chain without blockchain

不采用区块链时,供应商的利润函数为:

$$\pi_s = \omega Q - c_f \quad (1)$$

零售商的利润函数为:

$$\pi_r = (P - \omega)Q \quad (2)$$

式中  $Q$  为产品销量,  $\pi_s$  和  $\pi_r$  分别表示供应商和零售商利润。当零售商不采用区块链技术时,产品新鲜度不透明,此时,依据消费者期望效用等于 0,求得阈值  $v_0$ ,由产品新鲜度服从  $[0, 1]$  均匀分布,得到此时市场需求  $Q = 1(1 - v_0) = 1 - P + \theta(t) - \lambda\sigma^2$ ,将其代入式 (1) 和式 (2),得到供应商和零售商的利润函数如式 (3)、式 (4) 所示。

$$\pi_s = \omega[1 - P + \theta(t) - \lambda\sigma^2] - c_f \quad (3)$$

$$\pi_r = (P - \omega)[1 - P + \theta(t) - \lambda\sigma^2] \quad (4)$$

### 1.1 不采用区块链时的最优决策与利润

采用逆向求解法求得采用区块链技术时的最优批发价  $\omega^*$ 、保鲜努力  $\tau^*$  和零售价  $P^*$ , 如式 (5)、(6)、(7) 所示,其中  $\mu$  为产品初始新鲜度。

$$\omega^* = \frac{4}{7} \left( 1 + \mu - \lambda\sigma^2 - \frac{t^2\phi_0}{T^2} \right) \quad (5)$$

$$\tau^* = \frac{1}{7} \left( 1 + \mu - \lambda\sigma^2 - \frac{t^2\phi_0}{T^2} \right) \quad (6)$$

$$P^* = \frac{6}{7} \left( 1 + \mu - \lambda\sigma^2 - \frac{t^2\phi_0}{T^2} \right) \quad (7)$$

对应此时的销量  $Q^*$ 、供应商利润  $\pi_s^*$ 、零售商利润  $\pi_r^*$ 、供应链总利润  $\pi^*$  以及消费者剩余  $CS$ , 如式 (8)、(9)、(10)、(11)、(12) 所示。

$$Q^* = \frac{2}{7} \left( 1 + \mu - \lambda\sigma^2 - \frac{t^2\phi_0}{T^2} \right) \quad (8)$$

$$\pi_s^* = \frac{1}{7T^4} [T^2(1 + \mu - \lambda\sigma^2) - t^2\phi_0]^2 \quad (9)$$

$$\pi_r^* = \frac{4}{49T^4} [T^2(1 + \mu - \lambda\sigma^2) - t^2\phi_0]^2 \quad (10)$$

$$\pi^* = \frac{11}{49T^4} [T^2(1 + \mu - \lambda\sigma^2) - t^2\phi_0]^2 \quad (11)$$

$$CS = \frac{2}{49T^4} [T^2(1+\mu-\lambda\sigma^2) - t^2\phi_0]^2 \quad (12)$$

### 1.2 风险规避水平对最优决策的影响

对式 (5) ~ (8) 求消费者风险规避水平一阶偏导, 结果如下式所示, 分析风险规避水平对批发价、保鲜努力、零售价和市场需求的影响。

$$\frac{\partial \omega^*}{\partial \lambda} < 0, \quad \frac{\partial \tau^*}{\partial \lambda} < 0, \quad \frac{\partial P^*}{\partial \lambda} < 0, \quad \frac{\partial Q^*}{\partial \lambda} < 0.$$

由批发价、保鲜努力、零售价和市场需求对消费者风险规避水平一阶偏导均小于零, 可知, 当生鲜零售商不采用区块链技术时, 随着消费者风险规避水平的提高, 批发价、零售价、市场需求以及供应商的保鲜努力水平均下降。导致这种现象的原因是, 当消费者因产品新鲜度不确定而产生消极情绪时, 其购买数量下降; 为促进销售, 零售商降低零售价, 供应商降低批发价; 且供应链中存在信息不对称问题, 供应商投入较高保鲜努力去提升产品新鲜度的行为很难被消费者所感知, 供应商得不到期望收益, 就会降低保鲜努力水平; 产品新鲜度下降, 消费者信任度降低, 风险规避水平进一步升高, 形成恶性循环。由此可见, 应该通过区块链技术进行信息披露, 降低产品新鲜度不透明给消费者带来的风险厌恶, 提高消费信任, 促进生鲜供应链良好稳定发展。

### 1.3 风险规避水平对利润的影响

对式 (9) ~ (12) 求消费者风险规避水平一阶偏导, 结果如下式所示, 分析风险规避水平对供应商和零售价利润、供应链总利润以及消费者剩余的影响。

$$\frac{\partial \pi_s^*}{\partial \lambda} < 0, \quad \frac{\partial \pi_r^*}{\partial \lambda} < 0, \quad \frac{\partial \pi^*}{\partial \lambda} < 0, \quad \frac{\partial CS}{\partial \lambda} < 0.$$

由供应商和零售商利润、供应链总利润以及消费者剩余对消费者风险规避水平一阶偏导均小于零, 可知, 当零售商不采用区块链技术时, 随着消费者风险规避水平的提高, 零售商利润、供应商利润、供应链总利润及消费者剩余均减少。如 1.2 所述, 当零售商不采用区块链技术时, 随着消费者风险规避水平的提高, 批发价、零售价、市场需求和供应商保鲜努力水平均下降。而且, 对于供应商来讲, 销售额降低幅度大于保鲜努力成本降低的幅度, 此时供应商利润降低; 对于零售商来讲, 零售价与销量均减少, 导致零售商利润降低。供应商和零售商利润的下降使供应链总利润下降。消费者随着风险规避意识的提高, 将会采取更为保守的消费策略, 导致消费者剩余减少。因此, 为了满足不断提升的消费需求, 提高消费者信任度, 零售商需要应用区块链技术解决生鲜供应链中的信息不对称问题, 促进消费, 增加消费者剩余。

## 2 采用区块链技术时的博弈分析

生鲜产品新鲜度信息具有供应商私有性, 且产品流通环节复杂, 信息传递过程容易出现谎报、瞒报、漏报等, 信息不对称导致产品以次充好, 损害消费者利益。采用区块链技术, 可实现产品信息透明化, 保障消费者

权益, 同时缩短产品流通时间。

### 2.1 采用区块链时的消费者效用及利润函数

零售商采用区块链技术实现产品新鲜度透明化, 消除消费者因不确定性而产生的风险规避, 此时, 消费者效用函数  $U^B = v^B - P^B + \theta(t)^B$ 。其中,  $v^B$ 、 $P^B$  和  $\theta(t)^B$  分别表示技术采纳后消费者对产品的初始估值、产品零售价格和新鲜度。区块链的智能合约技术详细记录供应链成员之间的权利和义务等协议条款, 在满足预设条件时自动激活执行, 无需第三方参与, 消除中介, 缩短交易时间, 加快流通速度。因此, 技术应用后的流通时间由  $t$  减少到  $t'$ , 其中  $t' = t(1-m)$ ,  $0 \leq m < 1$ ,  $m$  为流通优化程度<sup>[15]</sup>。区块链投资成本为  $F$ , 且由零售商承担<sup>[14]</sup>。此时, 生鲜产品供应链结构如图 2 所示。

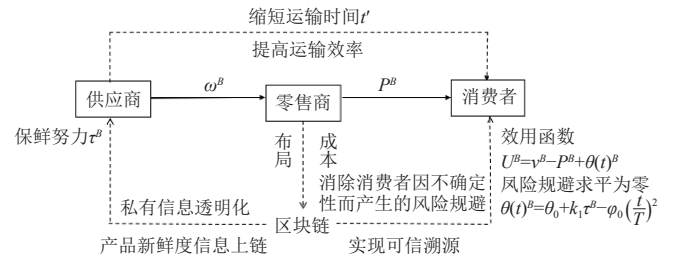


图 2 采用区块链时的生鲜产品供应链

Fig.2 The fresh supply chain with blockchain

采用区块链时, 供应商和零售商利润函数分别为:

$$\pi_s^B = \omega^B Q^B - c_f^B \quad (13)$$

$$\pi_r^B = (P^B - \omega^B) Q^B - F \quad (14)$$

### 2.2 采用区块链时的最优决策

由消费者效用函数  $U^B = 0$ , 得到阈值  $v_0^B$ , 需求  $Q^B = 1(1 - v_0^B) = 1 - P^B + \theta(t)^B$ , 采用逆向求解法求得此时的最优批发价  $\omega^{B*}$ 、保鲜努力  $\tau^{B*}$  和零售价  $P^{B*}$ , 如式 (15)、(16)、(17) 所示, 其中  $\xi$  为技术采纳后的产品初始新鲜度。

$$\omega^{B*} = \frac{4}{7} \left[ 1 + \xi - \frac{(m-1)^2 t^2 \phi_0}{T^2} \right] \quad (15)$$

$$\tau^{B*} = \frac{1}{7} \left[ 1 + \xi - \frac{(m-1)^2 t^2 \phi_0}{T^2} \right] \quad (16)$$

$$P^{B*} = \frac{6}{7} \left[ 1 + \xi - \frac{(m-1)^2 t^2 \phi_0}{T^2} \right] \quad (17)$$

对应此时的市场需求、供应商和零售商利润、供应链总利润以及消费者剩余, 如式 (18)、(19)、(20)、(21)、(22) 所示。

$$Q^{B*} = \frac{2}{7} \left[ 1 + \xi - \frac{(m-1)^2 t^2 \phi_0}{T^2} \right] \quad (18)$$

$$\pi_s^{B*} = \frac{1}{7T^4} [T^2(1+\xi) - (m-1)^2 t^2 \phi_0]^2 \quad (19)$$

$$\pi_r^{B*} = \frac{4}{49T^4} [T^2(1+\xi) - (m-1)^2 t^2 \phi_0]^2 - F \quad (20)$$



$$\pi^{B*} = \frac{11}{49T^4} [T^2(1+\xi) - (m-1)^2 t^2 \phi_0]^2 - F \quad (21)$$

$$CS^B = \frac{2}{49T^4} [T^2(1+\xi) - (m-1)^2 t^2 \phi_0]^2 \quad (22)$$

### 3 区块链技术应用意愿对比结果与分析

零售商是否愿意采用区块链技术, 取决于技术应用能否为其带来更高收益。通过对比分析区块链技术应用前后博弈模型最优解, 探讨技术应用对零售商和供应商利润以及消费者剩余的影响, 分析零售商技术应用意愿。

#### 3.1 区块链应用前后最优决策对比分析

(1) 当  $\mu < \mu^T$  时,  $\omega^{B*} > \omega^*$ ,  $\tau^{B*} > \tau^*$ ,  $P^{B*} > P^*$ ,  $Q^{B*} > Q^*$ ;

(2) 当  $\mu > \mu^R$  时,  $\omega^{B*} < \omega^*$ ,  $\tau^{B*} < \tau^*$ ,  $P^{B*} < P^*$ ,  $Q^{B*} < Q^*$ ;

(3) 当  $\mu^T < \mu < \mu^R$  时,  
若  $0 \leq \lambda < \lambda^T$ , 则  $\omega^{B*} < \omega^*$ ,  $\tau^{B*} < \tau^*$ ,  $P^{B*} < P^*$ ,  $Q^{B*} < Q^*$ ;  
若  $\lambda^T \leq \lambda \leq 1$ , 则  $\omega^{B*} > \omega^*$ ,  $\tau^{B*} > \tau^*$ ,  $P^{B*} > P^*$ ,  $Q^{B*} > Q^*$ 。

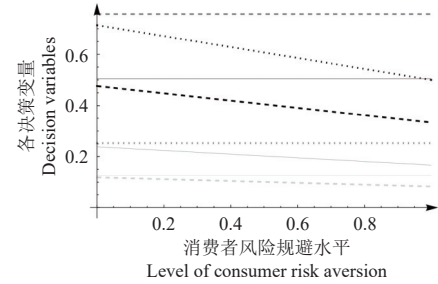
式中  $\mu^T$  为技术应用后, 零售商和供应商各决策变量一定提升所对应的产品新鲜度上限;  $\mu^R$  为为技术应用后, 零售商和供应商各决策变量一定下降所对应的产品新鲜度下限。通过计算分析可知, 当产品初始新鲜度较低时, 应用区块链技术后, 供应商保鲜努力水平、最优批发价、零售价及销量均会提升, 如图 3a 所示。导致这种结果的原因是, 当产品初始新鲜度较低时, 基于区块链技术可以提高供应链透明度、消除中介、优化管理、增强声誉, 在这些因素的共同作用下导致供应商保鲜努力水平、最优批发价、零售价及销量均提升。

当产品初始新鲜度较高时, 应用技术后, 保鲜努力水平、最优批发价、零售价及销量均会下降, 如图 3b 所示。导致这种结果的原因是, 当产品初始新鲜度较高时, 基于区块链技术可以实现信息真实共享, 供应商的保鲜努力可以很容易被消费者知晓, 零售商不需要以高价格来区别高品质产品, 此时, 供应商保鲜努力水平、最优批发价、零售价及销量均会下降。

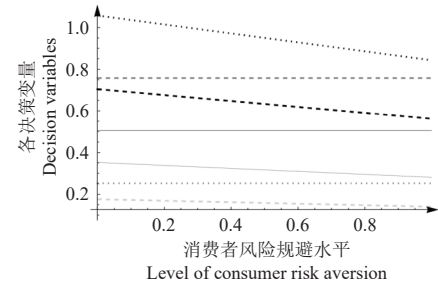
当产品初始新鲜度处于一般水平时, 若消费者风险规避水平较低 ( $0 \leq \lambda < \lambda^T$ ), 零售商应用区块链技术后, 供应商保鲜努力水平、最优批发价、零售价及销量均下降, 如图 3c 左侧所示。导致这种结果的原因是, 因消费者风险规避水平较低, 产品信息不透明并不会给消费者造成较大的风险厌恶。此时, 基于区块链的信息披露不能给消费者带来较大效用。同时, 消费者风险规避水平较低, 更倾向于购买低价位的产品, 过高的保鲜努力投入并不能为供应商创造较高收益, 供应商会降低保鲜努力, 以最小的投入满足消费者需求。若消费者风险规避水平较高 ( $\lambda^T \leq \lambda \leq 1$ ), 应用区块链技术后, 供应商保鲜努力水平、最优批发价、零售价及销量均会提升, 如图 3c 右侧所示。导致这种结果的原因是, 基于区块链

技术可以实现产品信息真实溯源, 降低不确定性给高风险规避水平的消费者造成的风险厌恶, 提升消费信心。供应商愿意提高保鲜努力去满足消费者对于高品质生鲜的需求。同时, 消费者愿意为高品质产品支付高的价格, 所以, 应用区块链技术后, 供应商保鲜努力水平、最优批发价、零售价及销量均会提升。

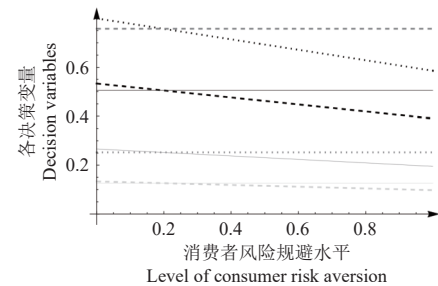
..... 技术采用前零售价Retail price before technology adoption  
----- 技术采用后零售价Retail price after technology adoption  
----- 技术采用前批发价Wholesale price before technology adoption  
----- 技术采用后批发价Wholesale price after technology adoption  
----- 技术采用前销量Pre-adoption sales of technology  
----- 技术采用后销量Post-technology adoption sales  
----- 技术采用前保鲜努力Pre-technology adoption preservation efforts  
----- 技术采用后保鲜努力Post-technology adoption preservation efforts



a. 初始新鲜度较低时的决策变量对比  
a. Comparison of decision variables when initial freshness is low



b. 初始新鲜度较高时的决策变量对比  
b. Comparison of decision variables when initial freshness is high



c. 初始新鲜度一般时的决策变量对比  
c. Comparison of decision variables when initial freshness is moderate

图 3 初始新鲜度不同水平时的决策变量对比

Fig.3 Comparison of decision variables at different levels of initial freshness

#### 3.2 区块链应用前后零售商利润对比分析

(1) 当  $\mu > \mu^R$  时,  $\pi_r^{B*} > \pi_r^*$ ;

(2) 当  $\mu < \mu^T$  时,  $\pi_r^{B*} < \pi_r^*$ ;

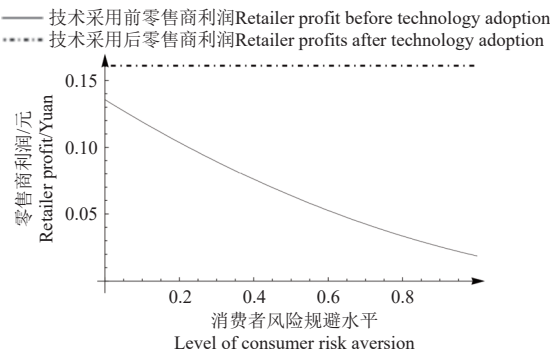
(3) 当  $\mu^T < \mu < \mu^R$  时,

若  $0 \leq \lambda < \lambda^T$ , 则  $\pi_r^{B*} < \pi_r^*$ ;

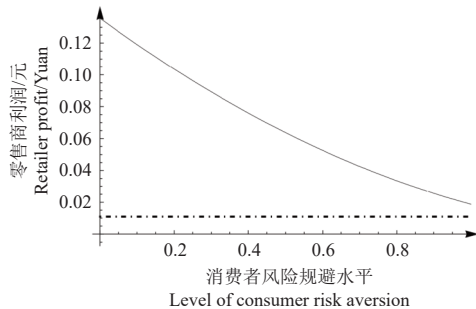
若  $\lambda^T \leq \lambda \leq 1$ , 则  $\pi_r^{B*} > \pi_r^*$ 。

应用区块链技术是否可以提高零售商利润受到产品

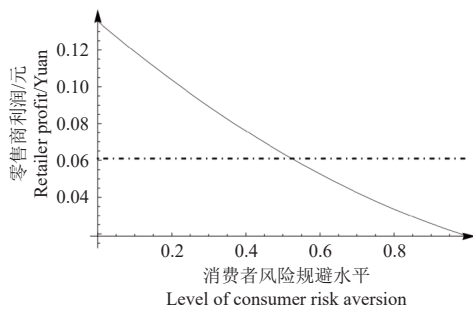
初始新鲜度和消费者风险规避水平的共同影响。当产品新鲜度初始值较高时，如图 4a 所示，实线和虚线分别表示技术采用前后零售商利润。此时，无论消费者风险规避水平如何，虚线总是位于实线之上，即采用区块链后零售商利润总是大于不采用技术时的利润。这是因为当产品初始新鲜度较高时，零售商布局区块链技术，可以促使供应商保鲜努力水平、最优批发价、零售价及销量下降，如 3.1 区块链应用前后最优决策对比分析中（2）所述，而且，批发价的下降程度大于零售价的下降程度，使得零售商在销量和零售价均下降的情况下，还可以实现利润的提升。



a. 初始新鲜度较高时的零售商利润对比  
a. Comparison of retailers' profits when initial freshness is high



b. 初始新鲜度较低时的零售商利润对比  
b. Comparison of retailers' profits when initial freshness is low



c. 初始新鲜度一般时的零售商利润对比  
c. Comparison of retailers' profits when initial freshness is moderate

图 4 初始新鲜度不同水平时的零售商利润对比

Fig.4 Comparison of retailer profits at different levels of initial freshness

当产品新鲜度初始值较低时，如图 4b 所示，此时，无论消费者风险规避水平如何，实线总是位于虚线之上，即应用区块链后零售商利润总是小于技术应用前的利润。这是因为对于初始新鲜度较低的产品，消费者对产品的估值较低，技术采纳虽提高了产品的信誉度，市场需求

也有所提升，如 3.1 区块链应用前后最优决策对比分析中（1）所述，但是，因技术应用导致批发价和零售价均有所提升，而且批发价提升幅度大于零售价提升幅度，导致零售商的利润下降，此时，虽然供应商的保鲜努力以及市场需求会提升，但是，因利润下降，零售商不愿意应用区块链。

当产品初始新鲜度处于一般水平时，如图 4c 所示，零售商区块链技术应用前后利润相等时的阈值为图中实线和虚线交点处，此时，对应的消费者风险规避水平为  $\lambda^T$ 。当消费者风险规避水平较低 ( $0 \leq \lambda < \lambda^T$ ) 时，实线位于虚线上方，且随着消费者风险规避水平  $\lambda$  的增加，实线高于虚线的程度减小，即应用区块链技术后，零售商利润减小，但是，随着消费者风险规避水平的增加，其利润减少量逐渐减小，对应图 4c 左侧部分。这是因为零售商应用区块链技术后，供应商保鲜努力水平、最优批发价、零售价及销量均下降，导致零售商利润下降；但是，随着消费者风险规避水平的提升，技术为消费者带来的价值逐步增大，对应的零售商的利润逐步提高，技术应用后的利润减少量逐步缩小。当消费者风险规避水平高于阈值  $\lambda^T$  时，即 ( $\lambda^T \leq \lambda \leq 1$ ) 时，虚线位于实线上方，技术应用后零售商利润高于技术应用前的利润，且随着消费者风险规避水平  $\lambda$  的增加，虚线高出实线的程度随之增加，即应用区块链技术后，零售商利润提升，且利润增加程度随着消费者风险规避水平的增加而增大，对应图 4c 右侧部分。

### 3.3 区块链应用前后供应商利润及消费者剩余对比分析

基于 3.1 的分析结果，可得在可行域范围内，技术应用前后供应商利润  $\pi_s^*$ 、 $\pi_s^{B*}$  以及消费者剩余  $CS$ 、 $CS^B$  的变化如下：

$$\pi_s^{B*} > \pi_s^*, CS^B > CS.$$

即供应商总是愿意采用区块链技术。结合 3.1 可知，当产品初始新鲜度比较低，或产品初始新鲜度一般且消费者风险规避水平较高时，应用区块链技术后，供应商保鲜努力水平、最优批发价和销量均会提升，且销量额的提升幅度大于保鲜努力成本的提升幅度，所以供应商利润提升。零售价和保鲜努力提升，技术应用促进需求，给消费者带来更多收益，消费者剩余增加。当产品初始新鲜度较高，或产品初始新鲜度一般且消费者风险规避水平低时，采用区块链技术后，供应商保鲜努力水平、最优批发价及销量均会下降，但是，销售额的下降幅度小于保鲜努力成本下降幅度，所以供应商利润提升。此时，零售价下降幅度大于销量下降幅度，市场不需要通过高价来区别高品质产品，消费者可以用更为合理的价格买到所需产品，消费者剩余增加。即区块链技术应用总是对供应商和消费者有利。

### 3.4 供应链各主体技术应用意愿分析

（1）当  $\mu < \mu^T$  时，供应商愿意采用而零售商不愿意采用区块链技术。

（2）当  $\mu > \mu^R$  时，供应商和零售商都愿意采用区块

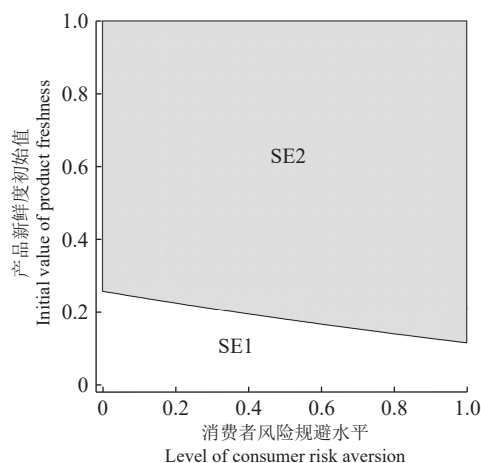
链技术。

(3) 当 $\mu^T < \mu < \mu^R$ 时, 随着消费者风险规避水平的提高, 零售商技术应用意愿愈加强烈。

即当产品新鲜度初始值低于阈值 $\mu^T$ 时, 无论消费者风险规避水平如何, 技术应用价值较低, 零售商此时不愿意采用区块链技术, 对应图5白色区域(SE1); 当产品新鲜度初始值高于阈值 $\mu^R$ 时, 基于区块链的信息共享, 能够带来较高收益, 此时零售商愿意采用区块链技术, 进行信息披露, 如图5灰色区域(SE2); 当产品新鲜度初始值处于中间水平时, 零售商技术应用意愿随着消费者的风险规避水平的提高而提高, 如图5所示, SE2区域面积随着横轴消费者风险规避水平的提升而变大。导致这种现象的原因是, 消费者风险规避水平越高, 基于区块链的信息披露能够为消费者带来更大的效益, 零售商可以通过技术部署, 获取较高收益, 所以其技术应用意愿随之提升。技术应用前后最优决策及利润对比如表1所示。

作为理性的市场主体, 零售商并非总会选择应用区块链技术, 在低端市场或者消费者风险规避水平较低时, 零售商不愿意应用区块链技术。因此, 为了促进区块链技术的应用推广, 实现技术赋能生鲜供应链高质量发展,

需要国家顶层设计, 通过技术创新、人才培养、政策支持等多渠道形成场景化示范应用, 培养消费者风险意识, 使其形成溯源消费习惯, 增加零售商技术应用意愿, 助推供给侧产品升级, 保障消费者权益。



注: SE1 为零售商不愿意采用区块链技术; SE2 为零售商愿意采用区块链技术。

Note: SE1 indicates that retailers are unwilling to adopt blockchain technology; SE2 indicates that retailers are willing to adopt blockchain technology.

图5 技术应用意愿

Fig.5 Willingness to apply technology

表1 技术应用前后最优决策及利润对比

Table 1 Optimal decision and profit comparison before and after technology application

初始新鲜度 Initial freshness $\mu$	$\mu < \mu^T$		$\mu > \mu^R$		$\mu^T < \mu < \mu^R$	
					$0 \leq \lambda < \lambda^T$	$\lambda^T \leq \lambda \leq 1$
技术应用前后批发价、保鲜努力、 零售价、市场需求对比分析	$\omega^{Bs} > \omega^*, \tau^{Bs} > \tau^*,$ $P^{Bs} > P^*, Q^{Bs} > Q^*$		$\omega^{Bs} < \omega^*, \tau^{Bs} < \tau^*,$ $P^{Bs} < P^*, Q^{Bs} < Q^*$		$\omega^{Bs} < \omega^*, \tau^{Bs} < \tau^*,$ $P^{Bs} < P^*, Q^{Bs} < Q^*$	$\omega^{Bs} > \omega^*, \tau^{Bs} > \tau^*,$ $P^{Bs} > P^*, Q^{Bs} > Q^*$
技术应用前后零售商利润对比分析	$\pi_r^{Bs} < \pi_r^*$		$\pi_r^{Bs} > \pi_r^*$		$\pi_r^{Bs} < \pi_r^*$	$\pi_r^{Bs} > \pi_r^*$
技术应用前后供应商利润、消费者剩余对比分析			$\pi_s^{Bs} > \pi_s^*, CS^B > CS$			
技术应用意愿分析	供应商愿意采用 零售商不愿意采用		供应商和零售商都愿意采用		随着消费者风险规避水平的提高, 零售商技术应用意愿愈加强烈。	

注:  $\mu$  为初始新鲜度;  $\lambda$  为风险规避水平;  $\mu^T$ 、 $\mu^R$  和  $\lambda^T$  为不同情况下的阈值;  $\omega^*$  和  $\omega^{Bs}$  分别为技术采用前后最优批发价;  $P^*$  和  $P^{Bs}$  为技术采用前后最优零售价;  $Q^*$  和  $Q^{Bs}$  为技术采用前后最优销量;  $\tau^*$  和  $\tau^{Bs}$  为技术采用前后最优保鲜努力;  $\pi_s^*$  和  $\pi_s^{Bs}$  为技术采用前后供应商最优利润;  $\pi_r^*$  和  $\pi_r^{Bs}$  为技术采用前后零售商最优利润;  $CS$  和  $CS^B$  为技术采用前后最优消费者剩余。

Note:  $\mu$  is the initial freshness;  $\lambda$  is the risk aversion level;  $\mu^T$ ,  $\mu^R$ , and  $\lambda^T$  are thresholds for different scenarios;  $\omega^*$  and  $\omega^{Bs}$  are the optimal wholesale price before and after technology adoption, respectively;  $P^*$  and  $P^{Bs}$  are the optimal retail price before and after technology adoption;  $Q^*$  and  $Q^{Bs}$  are the optimal volume of sales before and after technology adoption;  $\tau^*$  and  $\tau^{Bs}$  are the optimal preservation efforts before and after technology adoption;  $\pi_s^*$  and  $\pi_s^{Bs}$  are the optimal supplier profits before and after technology adoption;  $\pi_r^*$  and  $\pi_r^{Bs}$  are the optimal retailer profits before and after technology adoption; and  $CS$  and  $CS^B$  are the optimal consumer surplus before and after technology adoption.

## 4 结 论

本研究针对生鲜供应链信息不对称问题, 综合考虑区块链技术在信息共享以及流通时效性优化方面的作用, 探索产品初始新鲜度、消费者风险规避意识对零售商区块链技术应用意愿的影响。研究发现, 当产品初始新鲜度较高时, 零售商更愿意应用区块链以带来更高的利润, 增加消费者剩余。相反, 当产品初始新鲜度较低时, 技术的应用导致零售商利润受损, 零售商不愿意应用区块链技术。当产品初始新鲜度处于一般水平时, 随着消费者风险规避水平的提高, 零售商技术应用意愿增强。因此, 零售商应该针对不同风险规避水平的消费者制定差异化方案, 更准确地细分市场, 明确自身定位。针对注重产品新鲜度和风险规避水平高的消费群体, 强调技术保障下产品新鲜度的可靠性和可追溯性, 刺激其消费;

对于风险规避水平较低的消费, 提供更多样化的选择。其次, 零售商可以根据产品新鲜度和消费者风险规避水平对其技术应用意愿的影响分析, 更精准地控制库存, 对于新鲜度要求高、消费者风险规避强的产品, 减少库存积压, 确保及时供应新鲜产品。再者, 零售商可以与供应商合作, 借助区块链技术, 共同提升产品新鲜度, 以满足不同风险规避水平消费者的需求。最后, 零售商可以考虑产品新鲜度和消费者风险规避水平, 制定更合理的价格策略, 满足不同消费者需求, 提升运营效率, 实现可持续发展。

区块链技术的应用价值受到运营成本、市场竞争环境以及利益相关者风险偏好等诸多因素影响。生鲜供应链结构复杂, 不同市场环境下的技术应用价值不同。当上游市场存在竞争时, 零售商布局区块链, 有可能导致



供应商产品差异化竞争, 市场中有可能出现更多的低质量产品; 当存在下游零售商竞争时, 区块链应用有可能加剧彼此间的价格竞争, 不利于供应链的良好可持续发展。本文只考虑了由单个供应商、零售商和具有风险规避意识的消费者组成的二级生鲜供应链, 没有分析不同竞争结构下零售商的区块链技术意愿和技术应用价值。因此, 在未来的研究中可以进一步考虑面对风险规避水平不同的消费者, 以及不同的市场竞争环境(如上游供应商非对称竞争、下游零售商非对称竞争)下, 零售商何时应该布局区块链, 以及技术的应用对于供应链各利益相关者和社会福利的影响等问题。

#### [参 考 文 献]

- [1] 杨亚, 范体军, 张磊. 新鲜度信息不对称下生鲜农产品供应链协调[J]. 中国管理科学, 2016, 24(9): 147-155.  
YANG Ya, FAN Tijun, ZHANG Lei. Coordination of fresh agricultural supply Chain with asymmetric freshness information[J]. Chinese Journal of Management Science, 2016, 24(9): 147-155. (in Chinese with English abstract)
- [2] 李季刚. 论我国食品安全治理中行业协会自律机制的优化[J]. 北京交通大学学报(社会科学版), 2020, 19(1): 131-143.  
LI Jigang. On the optimization of self-discipline mechanism of industry associations in China's food safety governance[J]. Journal of Beijing Jiaotong University (Social Sciences Edition), 2020, 19(1): 131-143. (in Chinese with English abstract)
- [3] 徐若芬, 徐畅, 范体军. 考虑追溯水平的食品厂商竞争决策研究[J]. 中国管理科学, 2021, 29(1): 116-126.  
XU Ruofen, XU Chang, FAN Tijun. Production decisions of competitive manufacturers under traceability system[J]. Chinese Journal of Management Science, 2021, 29(1): 116-126. (in Chinese with English abstract)
- [4] 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 Xinting, WANG Mingting, XU Daming, et al. Data storage and query method of agricultural products traceability information-based[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2019, 35(22): 323-330. (in Chinese with English abstract)
- [5] 方新, 袁奉娇, 蔡继荣. 生鲜农产品供应链的保鲜投入和货架服务优化决策及其协调契约研究[J]. 中国管理科学, 2023, 31(6): 142-152.  
FANG Xin, YUAN Fengjiao, CAI Jirong. An optimized coordination model of freshness-keeping efforts and shelf service for fresh produce supply chain[J]. Chinese Journal of Management Science, 2023, 31(6): 142-152. (in Chinese with English abstract)
- [6] 葛宏义, 吴旭阳, 蒋玉英, 等. 基于区块链技术的粮油食品溯源研究进展及展望[J]. 农业工程学报, 2023, 39(5): 214-223.  
GE Hongyi, WU Xuyang, JIANG Yujing, et al. Research progress and prospect of grain and oil food traceability based on blockchain technology[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2023, 39(5): 214-223. (in Chinese with English abstract)
- [7] 王君, 张倩, 侯棚文. 质量信息不对称下零售商基于区块链技术的信息揭示策略[J]. 管理工程学报, 2023, 37(4): 153-164.  
WANG Jun, ZHANG Qian, HOU Pengwen. Retailer's information acquisition strategy based on blockchain technology under quality information asymmetry[J]. Journal of Industrial Engineering and Engineering Management, 2023, 37(4): 153-164. (in Chinese with English abstract)
- [8] 杨学成, 李业勤. 区块链视角下供应链多主体数据共享意愿博弈研究[J]. 科技管理研究, 2021, 41(23): 181-192.  
YANG Xuecheng, LI Yeqin. Study on the willingness of sharing multi-agent data of supply chain from the perspective of blockchain technology[J]. Science and Technology Management Research, 2021, 41(23): 181-192. (in Chinese with English abstract)
- [9] 陈琦, 王冠楠, 赵蒙, 等. 农产品区块链溯源系统对消费者重购意愿影响研究[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2022, 22(5): 100-111.  
CHEN Qi, WANG Guannan, ZHAO Meng, et al. Research on the impact of agricultural product blockchain traceability system on consumer repurchase intention[J]. Journal of China University of Geosciences (Social Sciences Edition), 2022, 22(5): 100-111. (in Chinese with English abstract)
- [10] 李秋香, 马草原, 黄毅敏, 等. 区块链赋能供应链研究动态: 视角、脉络、争鸣与盲区[J]. 系统工程理论与实践, 2024, 44(6): 1965-1986.  
LI Qiuxiang, MA Caoyuan, HUANG Yimin, et al. Dynamics of blockchain empowerment supply chain research: Perspectives, context, arguments, and blind spots[J]. Systems Engineering-Theory & Practice, 2024, 44(6): 1965-1986. (in Chinese with English abstract)
- [11] SABERI S, KOUHIZADEH M, SAKIS J, et al. Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management[J]. International Journal of Production Research, 2019, 57(7): 2117-2135.
- [12] ZHANG T Y, DONGP W, CHEN X F, et al. The impacts of blockchain adoption on a dual-channel supply chain with risk-averse members[J]. Omega, 2023, 114: 102747.
- [13] 邹轶君. 区块链发展态势及应对策略研究[D]. 北京: 北京邮电大学, 2021.  
ZOU Yijun. Research on blockchain development situation and countermeasures [D]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications, 2021.
- [14] 刘亮, 李斧头. 考虑零售商风险规避的生鲜供应链区块链技术投资决策及协调[J]. 管理工程学报, 2022, 36(1): 159-171.  
LIU Liang, LI Futou. Investment decision and coordination of blockchain technology in fresh supply chain considering

- retailers' risk aversion[J]. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2022, 36(1): 159-171. (in Chinese with English abstract)
- [15] 景旭, 石引娣. 具有高价值密度的农业物联网数据区块链压缩存储方案[J]. *农业工程学报*, 2024, 40(2): 273-282.  
JING Xu, SHI Yindi. Agricultural IOT data blockchain compressed storage solution with high value density[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2024, 40(2): 273-282. (in Chinese with English abstract)
- [16] 姜永常, 刘畅, 白世贞, 等. 应用区块链的生鲜农产品双渠道供应链最优决策[J]. *系统工程*, 2023, 41(1): 63-72.  
JIANG Yongchang, LIU Chang, BAI Shizhen, et al. Optimal decision-making in dual-channel supply chain of fresh agri-product by applying blockchain[J]. *Systems Engineering*, 2023, 41(1): 63-72. (in Chinese with English abstract)
- [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 Ruyi, LI Jinbao, LI Xudong. Application mode and implementation of blockchain in circulation of agricultural products[J]. *China Business and Market*, 2020, 34(3): 43-54. (in Chinese with English abstract)
- [18] CREYBT M, FISCHER M. Blockchain and more-Algorithm driven food traceability[J]. *Food Control*, 2019, 105: 45-51.
- [19] 张夏恒. 基于区块链的供应链管理优化[J]. *中国流通经济*, 2018, 32(8): 42-50.  
ZHANG Xiaoheng. Research on model optimization of supply chain management based on blockchain[J]. *China Business and Market*, 2018, 32(8): 42-50. (in Chinese with English abstract)
- [20] 高鹏, 聂佳佳, 朱宾欣. 双渠道竞争下考虑消费者隐私关注的区块链技术采用策略[J/OL]. *系统管理学报*, 1-26. [2024-05-16]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/31.1977.n.20240412.1931.002.html>.  
GAO Peng, NIE Jiajia, ZHU Binxin. Blockchain technology adoption strategy considering consumer privacy concerns under dual-channel competition[J/OL]. *Journal of Systems & Management*, 1-26[2024-05-16]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/31.1977.n.20240412.1931.002.html>. (in Chinese with English abstract)
- [21] 王玲. 电商赋能下生鲜农产品供应链优化策略研究[J]. *价格理论与实践*, 2021 (1): 140-143.  
WANG Ling. On supply chain optimization strategies of fresh agricultural products under e-commerce empowerment[J]. *Price: Theory & Practice*, 2021(1): 140-143. (in Chinese with English abstract)
- [22] LI T, ZHANG R, ZHAO S, et al. Low carbon strategy analysis under revenue-sharing and cost-sharing contracts[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2019, 212: 1462-1477.
- [23] 曾丽华, 王健. 考虑消费者风险规避行为的零售商渠道最优决策[J]. *统计与决策*, 2020, 36(4): 163-167.  
ZENG Lihua, WANG Jian. Retailer optimal channel decision of dual-channel supply chain considering consumer risk-averse behavior[J]. *Statistics & Decision*, 2020, 36(4): 163-167. (in Chinese with English abstract)
- [24] 马军, 张平东. 考虑消费者风险规避的跨境电商 B2C 供应链网络均衡研究[J]. *沈阳工业大学学报 (社会科学版)*, 2022, 15(5): 401-406.  
MA Jun, ZHANG Pingdong. Research on network equilibrium of cross-border e-commerce B2C supply chain considering consumer risk aversion[J]. *Journal of Shenyang University of Technology (Social Sciences)*, 2022, 15(5): 401-406. (in Chinese with English abstract)
- [25] 孙利辉, 吕静, 张磊, 等. 基于消费者风险规避的社区支持农业合作机制[J]. *工业工程*, 2021, 24(1): 59-65.  
SUN Lihui, LV Jing, ZHANG Lei, et al. The incentive contract of community supported agriculture based on consumer risk aversion[J]. *Industrial Engineering Journal*, 2021, 24(1): 59-65. (in Chinese with English abstract)
- [26] 周萍入, 齐振宏. 消费者对转基因食品健康风险与生态风险认知实证研究[J]. *华中农业大学学报 (社会科学版)*, 2012(1): 5-10.  
ZHOU Pingru, QI Zhenhong. Study on consumer's perception of GMF health risks and ecological risks[J]. *Journal of Huazhong Agricultural University (Social Sciences Edition)*, 2012(1): 5-10. (in Chinese with English abstract)
- [27] WANG N, ZHANG T, FAN X, et al. Game theoretic analysis for advertising models in dual-channel supply chains[J]. *International Journal of Production Research*, 2020, 58(1): 256-270.
- [28] 王磊, 但斌. 考虑消费者效用的生鲜农产品供应链保鲜激励机制研究[J]. *管理工程学报*, 2015, 29(1): 200-206.  
WANG Lei, DAN Bin. The incentive mechanism for preservation in fresh agricultural supply chain considering consumer utility[J]. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2015, 29(1): 200-206. (in Chinese with English abstract)
- [29] 汪旭晖, 杜航. 基于物联网采纳的生鲜农产品冷链物流决策——成本收益分析视角[J]. *系统工程*, 2016, 34(6): 89-97.  
WANG Xuhui, DU Hang. Cold chain logistics decision-making of fresh agricultural products based on the internet of things adoption: From the perspective of cost-benefit[J]. *Systems Engineering*, 2016, 34(6): 89-97. (in Chinese with English abstract)
- [30] 林略, 杨书萍, 但斌. 时间约束下鲜活农产品三级供应链协调[J]. *中国管理科学*, 2011, 19(3): 55-62.  
LIN Lue, YANG Shuping, DAN Bin. Three-level supply chain coordination of fresh agricultural products with time constraints[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2011, 19(3): 55-62. (in Chinese with English abstract)



## Intention analysis of fresh retailers to apply blockchain technology

ZHU Panpan , GAO Tiancun , ZHANG Ying , DENG Junfeng<sup>\*</sup> , MEI Fuchun

(College of Economics and Management, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450046, China)

**Abstract:** Perishability can be defined as the characteristic of fresh items. The level of freshness is one of the most crucial indicators in the fresh food supply chain. The widespread information asymmetry has exacerbated the circulation losses to trigger the food safety incidents, such as the horse meat scandal in the UK, the widespread Romaine lettuce infection in the US, the contamination of Ecuadorian white shrimp, the counterfeiting of pork in China, and the “Salmon Incident”. Food safety issues have resulted in adverse customer sentiment on the trust between consumers and the fresh produce business. Hence, risk-averse actions can be expected to implemented on the highly efficient and reliable traceability system for agricultural goods. The quality and safety traceability were enhanced to guarantee food safety throughout the whole supply chain of agricultural products. Fresh produce retailers can achieved in the transparency about freshness using traceability system. The fresh produce supply chain can be realized to decrease the food wastes for the high product quality and customer trust. Nascent Blockchain technology can offer to strengthening the stability of system, with the decentralization, openness, transparency, cryptographic protection and tamper-proof features. Information disclosure can also be utilized to ensure both openness and transparency of information. Additionally, the utilization and impact of information can be used to mitigate information asymmetry among supply chain participants in the product traceability. Furthermore, blockchain technology can be implemented in the entire supply chain of fresh food, particularly on data collection and storage. Real-time monitoring was realized to predict the product status during the production, processing, transportation and sales of products. As a result, the clear insight of consumers can be gained into the authentic information regarding all stages of production and distribution, thus ensuring transparency in product freshness. Supply chain efficiency was also optimized to foster the consumer trust and retailer reputation. Furthermore, customer confidence was enhanced the reputation of stores and precise supply matching. A robust and safe trust mechanism was effectively achieved for the fresh food supply chain. Blockchain technology can be implemented in the fresh produce retail industry, in order to balance and promote information sharing and transparency. Moreover, smart contract technology was utilized to reduce the circulating time of fresh produce and consumer risks, in order to enhance the efficiency and quality of consumer benefits. However, the technological application can also depend on the freshness of items and the degree to which consumers minimize risk. In this study, the information transparency and timeliness were enhanced to focus on the blockchain technology. A secondary fresh food supply chain was established to involve the suppliers, retailers, and consumers. The equilibrium solutions of the game between suppliers and retailers were compared both before and after the implementation of blockchain technology. The consumers risk avoidance behaviors were also examined on the application strategy and value. A systematic investigation was then made to determine the intention of retailers to adopt blockchain technology. Research indicated that high intention was achieved to use blockchain technology, when the product was a higher initial freshness. This selected was driven by the requirement to maximize revenues, consumer surplus and more social welfare. Conversely, blockchain technology was resulted in the decreased profits and motivation, if the product was a low initial freshness. In contrast, there was the increase in the retailer's willingness to apply the blockchain technology, as the level of consumer risk aversion increased, particularly when the initial freshness of the product was at an average level.

**Keywords:** blockchain; risk avoidance; retailer; product freshness; willingness to apply technology