

【产业经济】

基于区块链技术的绿色订单农业 供应链运营决策

刘娜

(昆明理工大学管理与经济学院, 云南昆明 650500)

摘要: 考虑消费者绿色偏好的情况下, 构建了传统供应链和区块链供应链下由农户和农产品收购公司组成的订单农业供应链博弈论模型, 讨论了一些主要参数对最优决策和供应链成员利润的影响。最后采用数值分析的方法对模型的主要结论进行了验证。结果表明: 消费者对绿色产品偏好意识的提高, 对订单农业供应链的绿色发展起到了积极作用; 产品绿色度、单位零售利润、农户的生产产量以及农户和农产品收购公司的利润与消费者对绿色农产品的信任水平成正相关; 只有当隐私泄露关注成本低于某一阈值时, 农户才会加快应用区块链技术。

关键词: 订单农业; 区块链; 绿色农产品; 隐私关注

中图分类号: F274 **文献标识码:** A **文章编号:** 2095-3283(2025)04-0046-04

DOI: 10.20216/j.cnki.fert1987.2025.04.001

Operation Decision of Green Contract Farming Supply Chain Based on Blockchain Technology

Liu Na

(Faculty of Management and Economics, Kunming University of Science and Technology, Kunming Yunan 650500)

Abstract: Taking into account consumers' green preferences, this study constructs a game theory model for contract farming supply chain consisting of farmers and agricultural product purchasing companies under traditional and blockchain supply chains, and discusses the impact of key parameters on optimal decision-making and supply chain member profits. Finally, numerical analysis was used to validate the main conclusions of the model. The results indicate that the increase in consumers' preference awareness for green products has played a positive role in the green development of the order agriculture supply chain; the greenness of products, unit retail profit, production output of farmers, and profits of farmers and agricultural product purchasing companies are positively correlated with consumers' trust in green agricultural products; only when the cost of privacy breaches is below a certain threshold, will farmers accelerate the application of blockchain technology.

Key Words: Contract Farming; Blockchain; Green Agriculture Products; Piracy Concerns

一、引言

订单农业供应链是一种新兴的农业生产经营模式, 它通过农户与企业或组织之间签订的订单合同来组织农产品的生产和销售。这种模式不仅能够适应市场需求, 避免盲目生产, 还能有效降低农业生产的风险, 提高农产品的质量和安全。区块链技术以其去中心化、透明公开、防篡改、可溯源的特性, 为订单农业提供了一个可靠的技术支撑平台。订单农业与区块链技术的结合正成为农业领域的一大创新趋势。这种结合不仅能够提高农业生产的效率和透明度, 还能增强农产品的可追溯性和安全性, 从而提升消费者的信心和市场竞争力。

在订单农业供应链的研究方面, 叶飞和蔡子功^[1]探

讨了不同农业合作模式下, 产出努力成本、耕地种植成本等因素对决策变量的影响。郭晓鸣等^[2]认为在当前的制度背景下, 企业与农民之间的“订单农业”违约并非偶然现象, 因此“订单农业”必须在改善的制度环境中实施。李佳文等^[3]研究了订单农业供应链的天气风险对冲机制设置, 考虑了农业生产投资决策下的内在因素订单农业的机制。Sivramkrishna 和 Jyotishi^[4]认为订单农业中小规模农户往往处于较为不利的地位, 他们可能无法充分享受到其带来的利益。因此, 有必要通过制度性的措施来防止市场垄断和剥削行为。伏红勇和但斌^[5]考虑了集中式决策和分散式决策两种情况下不利天气对供应链成员最优决策的影响。区块链技术在订单农业供应链

作者简介: 刘娜(1999-), 女, 汉族, 山西临汾人, 硕士, 研究方向: 供应链与物流管理。

方面也得到了初步应用,胡祥培等^[6]提出了建设基于区块链的农产品供应链溯源系统的核心难题“如何建”和“如何查”。刘琦铀^[7]等探讨了将消费者农产品质量和信息搜索成本敏感系数等引入农业供应链融资上链决策中,构建了不同情境组合下的博弈模型,并分析了相关参数对农户融资模式选择和电商上链决策的影响。

在某些情况下,用户的数据隐私可能受到威胁。在这种情况下,供应链成员是否还愿意采用区块链技术。鉴于此,在考虑消费者绿色偏好的情况下,构建了由农户和农产品收购公司组成的绿色订单农业供应链系统,讨论区块链技术对供应链成员决策的影响。

二、问题描述与相关假设

(一) 问题描述

考虑以农户和农产品收购公司组成的订单农业供应链系统为研究对象,两者进行 Stackelberg 博弈。在模型中,农产品收购公司收购农户生产的绿色农产品并提供一定的绿色技术帮扶,且农产品收购公司有着较为成熟的区块链平台,农户可以选择采用或者不采用区块链技术。整个决策过程为:首先,农产品收购公司和农户签订订单农业合同,公司决定单位零售利润 r 和绿色度等级 g ;其次农户根据公司的决策决定生产的产量 q ,最后,绿色农产品生产完成后按照单位市场价 p 销售给具有绿色偏好意识的消费者。

(二) 相关假设

假设 1. 假设农户的生产成本为 $c(q) = c_0q + \frac{1}{2}c_1q^2$,其中 c_0q 表示农产品生产的投入成本; $\frac{1}{2}c_1q^2$ 表示农产品生产的努力成本, c_1 为农户努力成本系数。这里假设 $c_0 = 0$,对结果没有影响。

假设 2. 假设绿色农产品的逆需求函数为 $p = a - \beta q + \lambda \mu g$, $\lambda(0 < \lambda < 1)$ 为绿色信任水平,由于区块链技术能够提供每个产品从生产到销售完整的溯源记录,这在一定程度上提升了消费者对产品的信任感。为方便讨论,此时的绿色信任水平 $\lambda = 1$ 。此外,在使用区块链技术的过程中,可能会要求消费者注册其数字身份,注册数字身份可能涉及个人信息的收集与储存,如果这类信息没有被妥善保护,可能导致隐私泄露和数据滥用。鉴于此,假设为消费者隐私泄露关注成本,所以采用区块链技术后的逆需求函数为 $p = a - \beta q + \mu g - x$ 。

假设 3. β 表示价格敏感系数或市场竞争系数。

假设 4. μ 表示消费者绿色敏感系数, $0 < \mu < 1$; g 表示农产品的绿色度等级。

假设 5. 农产品收购公司绿色投入成本为 $c(g) = \frac{1}{2}kg^2$,式中 k 表示农产品收购公司的绿色研发成本系数。

假设 6. 为了深入研究农户是否采用区块链技术,

同时避免成本因素的干扰,假设采用区块链技术的成本为零。

三、模型求解与分析

(一) 传统供应链模型(N)

该模型讨论不采用区块链技术模型的情形,此时的逆需求函数为 $p^N = a - \beta q^N + \lambda \mu g^N$ 。为此,建立农户和农产品收购公司组成的 Stackelberg 博弈模型。该模型的决策顺序如下,首先农产品收购公司和农户签订订单农业合同,公司根据市场情况决定单位零售利润 r^N 和绿色度等级 g^N ;其次农户根据单位零售利润 r^N 决定生产的产量 q^N ,最后具有绿色偏好意识的消费者按市场价 p^N 购买进入市场的农产品,在此过程中农户和农产品收购公司各自寻求利润最大化,农户的利润用 π_f^N 表示,农产品收购公司的利润用 π_c^N 表示,则农户与农产品收购公司的利润分别为:

$$\pi_f^N = (p^N - r^N)q^N - \frac{1}{2}c_1(q^N)^2 \quad (1)$$

$$\pi_c^N = r^N q^N - \frac{1}{2}k(g^N)^2 \quad (2)$$

采用逆序归纳法求解,将逆需求函数代入公式(1)

中,由 $\frac{\partial \pi_f^N}{\partial q^N} = 0$ 求解可得到农户利润最大化的生产产量为:

$$q^N = \frac{\lambda \mu g^N + a - r^N}{2\beta + c_1} \quad (3)$$

将公式(3)代入公式(2),联立 $\frac{\partial \pi_c^N}{\partial r^N} = 0$, $\frac{\partial \pi_c^N}{\partial g^N} = 0$,求解可得到农产品收购公司的最优决策为

$$\left\{ \begin{aligned} g^{N*} &= \frac{a\lambda\mu}{4\beta k + 2c_1k - \lambda^2\mu^2} \\ r^{N*} &= \frac{ak(2\beta + c_1)}{4\beta k + 2c_1k - \lambda^2\mu^2} \end{aligned} \right. \quad (4)$$

将公式(4)代入公式(3),得到关于农户的最优生产产量为

$$q^{N*} = \frac{ak}{4\beta k + 2c_1k - \lambda^2\mu^2} \quad (5)$$

农户和农产品收购公司的最优利润分别为

$$\pi_f^{N*} = \frac{a^2k^2(2\beta + c_1)}{2(4\beta k + 2c_1k - \lambda^2\mu^2)^2} \quad (6)$$

$$\pi_c^{N*} = \frac{a^2k}{2(4\beta k + 2c_1k - \lambda^2\mu^2)} \quad (7)$$

命题 1 在不采用区块链技术的情况下:

$$\textcircled{1} \frac{\partial g^{N*}}{\partial \lambda} > 0, \frac{\partial r^{N*}}{\partial \lambda} > 0, \frac{\partial q^{N*}}{\partial \lambda} > 0; \textcircled{2} \frac{\partial \pi_f^{N*}}{\partial \lambda} > 0, \frac{\partial \pi_c^{N*}}{\partial \lambda} > 0。$$

命题 1 表明,在不采用区块链技术的情况下,农产品的绿色度、农产品收购公司的单位零售利润、农户的生产产量以及农产品收购公司和农户的利润均与消费者对农产品绿色信任水平成正相关。这意味着消费者对农产品的绿色信任水平对供应链成员的利润产生了积极影响。绿色信任水平越高,消费者会更愿意购买绿色农产品,市场需求会增大,农户会提高生产产量,且消费者支付意愿的提高为农产品收购公司提高单位零售利润以及增加绿色投资提供了一定的空间。

(二) 采用区块链技术模型 (Y)

该模型讨论采用区块链技术模型的情形, 此时的绿色信任水平 $\lambda=1$, 这种情况下的逆需求函数为 $p^Y = a - \beta q^Y + \mu g^Y - x$ 。该模型的博弈顺序与传统供应链模型相同, 在模型 Y 中, 农户和农产品收购公司的利润分别为

$$\pi_f^Y = (p^Y - r^Y)q^Y - \frac{1}{2}c_1(q^Y)^2 \quad (8)$$

$$\pi_c^Y = r^Y q^Y - \frac{1}{2}kg^2 \quad (9)$$

采用逆序归纳法求解, 将逆需求函数代入公式 (8)

中, 由 $\frac{\partial \pi_f^Y}{\partial q^Y} = 0$ 求解可得到农户利润最大化的生产产量为:

$$q^Y = \frac{\mu g + a - r - x}{2\beta + c_1} \quad (10)$$

将公式 (10) 代入公式 (9), 联立 $\frac{\partial \pi_c^Y}{\partial r^Y} = 0$, $\frac{\partial \pi_c^Y}{\partial g^Y} = 0$, 求解可得到农产品收购公司的最优决策为

$$\begin{cases} g^{Y*} = \frac{\mu(a-x)}{4\beta k + 2c_1 k - \mu^2} \\ r^{Y*} = \frac{k(a-x)(2\beta + c_1)}{4\beta k + 2c_1 k - \mu^2} \end{cases} \quad (11)$$

将公式 (11) 代入公式 (10), 得到关于农户的最优生产产量为

$$q^{Y*} = \frac{k(a-x)}{4\beta k + 2c_1 k - \mu^2} \quad (12)$$

农户和农产品收购公司的最优利润分别为

$$\pi_f^{Y*} = \frac{k^2(a-x)^2(2\beta + c_1)}{2(4\beta k + 2c_1 k - \mu^2)^2} \quad (13)$$

$$\pi_c^{Y*} = \frac{k(a-x)^2}{2(4\beta k + 2c_1 k - \mu^2)} \quad (14)$$

命题 2 ① $\frac{\partial g^{Y*}}{\partial x} < 0$, $\frac{\partial r^{Y*}}{\partial x} < 0$, $\frac{\partial q^{Y*}}{\partial x} < 0$; ② $\frac{\partial \pi_f^{Y*}}{\partial x} < 0$, $\frac{\partial \pi_c^{Y*}}{\partial x} < 0$ 。

命题 2 表明, 在采用区块链技术的情况下, 产品绿色度、单位零售利润、农户的生产产量以及农户和农产品收购公司的利润与消费者隐私泄露关注成本呈负相关。消费者对隐私泄露越担心, 其对绿色农产品的购买意愿会越低, 那么市场需求会变小, 农产品收购公司会减少收购量, 作为应对, 农户会减少生产产量。消费者支付意愿的降低使农产品收购公司不得通过降低零售利润来尽量保持绿色农产品的竞争力, 这也将影响绿色研发投入的降低, 产品绿色度随之减小。

命题 3 ① 在不采用区块链技术的情况下, $\frac{\partial g^{N*}}{\partial \mu} > 0$, $\frac{\partial r^{N*}}{\partial \mu} > 0$, $\frac{\partial q^{N*}}{\partial \mu} > 0$; ② 在采用区块链技术的情况下, $\frac{\partial g^{Y*}}{\partial \mu} > 0$, $\frac{\partial r^{Y*}}{\partial \mu} > 0$, $\frac{\partial q^{Y*}}{\partial \mu} > 0$ 。

命题 3 表明, 无论采不采用区块链技术, 随着消费者对农产品绿色敏感系数的增大, 农产品的绿色度、农产品收购公司的零售利润以及农户的生产产量都会增加。消费者绿色度敏感系数越高, 说明消费者对于绿色农产品的需求越大, 销量会持续变多, 农户会加大生产

产量, 农产品收购公司会提高单位零售利润, 以谋得更多的利润。

命题 4 当 $x < \frac{a\mu^2(1-\lambda^2)}{4\beta k + 2c_1 k - \lambda^2 \mu^2}$ 时, $\pi_f^{Y*} > \pi_f^{N*}$, 否则 $\pi_f^{Y*} < \pi_f^{N*}$ 。

命题 4 表明, 农户只有在消费者隐私泄露关注成本小于某一阈值时, 才会有动机采用区块链技术; 否则尽管区块链技术能够提升信任程度, 消费者对隐私泄露的担忧仍然会导致其购买意愿明显下降, 市场需求变小, 农户的利润也会减小。

四、数值分析

前文对不采用区块链技术和采用区块链技术两种情况下的均衡结果进行了讨论, 为了更直观地观察两种模型下的结果, 通过数值分析来验证以上部分命题的正确性。依据以往的文献和数据调研, 对参数进行如下赋值, 假设 $a=10$, $c_1=0.9$, $\mu=0.5$, $\beta=0.8$, $k=0.4$, $x=0.3$, $\lambda=0.6$ 。

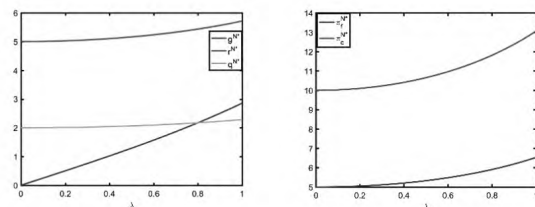


图 1 决策变量及利润随的变化

图 1 表示不采用区块链技术的条件下, 各主体的决策变量以及利润随绿色信任水平的变化。由图可知, 不采用区块链技术的条件下, 农产品的绿色度, 农产品收购公司的零售利润、农户的生产产量以及各自的利润随着绿色信任水平的增大而增大。

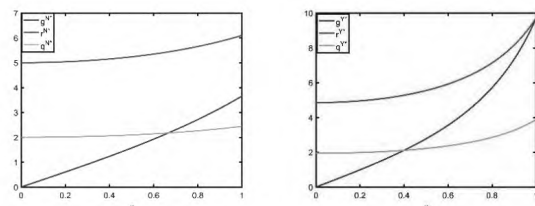


图 2 决策变量随的变化

图 2 表示不采用区块链技术和采用区块链技术两种情况下, 各主体决策变量随消费者对农产品绿色偏好系数的变化。由图可知, 无论采不采用区块链技术, 农产品的绿色度, 农产品收购公司的零售利润以及农户的生产产量随着消费者对农产品绿色偏好系数的增大而增大。当采用区块链技术后, 消费者对农产品的绿色偏好系数对决策变量的影响比不采用区块链技术影响更显著。

五、结论与展望

研究基于由农户和农产品收购公司组成的绿色订单农业供应链, 比较了传统供应链和采用区块链技术下农户和农产品收购公司的最优决策。研究结论如下:

消费者对绿色农产品的偏好系数在推动订单农业供应链向绿色转型方面发挥着积极的影响。随着消费者对

绿色农产品偏好系数的增加,农产品收购公司将更倾向于加大在绿色农产品研发上的投入,以提高农产品的绿色度,来满足消费者对绿色农产品的需求。

采用区块链技术有助于提高消费者对绿色农产品的信任水平,研究发现消费者绿色信任水平与农户和农产品收购公司的利润成正相关,这从一定程度上说明采用区块链技术有助于提高供应链成员的利润。

农户只有在消费者隐私泄露关注成本较低时才有动机采用区块链技术,这是因为区块链技术所带来的信任水平提升无法弥补消费者对隐私泄露风险的担忧,所以在区块链平台的建设过程中,要进行数字加密以便于保证消费者的隐私信息,有关部门要完善相关的政策,监督并惩罚泄露消费者隐私的行为。

研究主要考虑了农户采用区块链技术的条件以及采用区块链技术对各决策主体的影响,未来的研究中还可以进一步扩展,如在政府绿色度优惠政策下,农户和农产品收购公司的决策影响、区块链技术对社会福利的影响以及研究供应链成员的风险态度也将是未来有意义的研究方向。

参考文献:

[1] 叶飞,蔡子功.“随行就市,保底收购”还是“土

地入股”:农户加盟农业组织模式的两难抉择[J].系统工程理论与实践,2019,39(8):2049-2057.

[2] GUO X M, LIAO Z J, SUN B. "Order Farming" and Its Mechanism of Operation: An Economic Analysis[J]. Issues in Agricultural Economy, 2006.

[3] LI J W, HUANG S Z, FU H Y, et al. Weather risk hedging mechanism for contract farming supply chain with weather-dependent yield[J]. Computers & Industrial Engineering, 2024, 191: 110157.

[4] SIVRAMKRISHNA S, JYOTISHI A. Monopsonistic exploitation in contract farming: Articulating a strategy for grower cooperation[J]. Journal of International Development, 2008, 20(3): 280-296.

[5] 伏红勇,但斌.不利天气影响下“公司+农户”型订单契约设计[J].中国管理科学,2015,23(11):128-137.

[6] 胡祥培,都牧,孔祥维,等.基于区块链的农产品供应链溯源研究综述[J].管理科学学报,2024,27(5):1-12.

[7] 刘琦铀,林丽婷,张成科.基于区块链和消费者敏感的农业供应链融资上链决策研究[J].工业工程,2024,27(4):60-69.

(责任编辑:顾晓滨 马琳)

(上接第45页)

率。电子商务平台能够为农民提供实时的市场信息,帮助更好地了解市场需求,从而做出更合理的种植决策。此外,电子商务还能减少中间环节,直接连接生产者和消费者,降低交易成本,增加农民收益。通过这种方式,农业经济可以实现从传统向现代化的转型,促进农村经济的可持续发展。

2. 改善农村流通基础设施

统筹城乡商贸流通、交通运输、物流配送、邮政快递设施建设运营,构建高效顺畅的城乡流通网络,促进城乡商业连锁经营、交通设施互联互通、城乡物流有机衔接。提高先进运输工具、现代仓储设施、物流装卸加工设备的投入和使用率,增加现代信息技术设备的投放,提升末端配送服务质量。依托邮政和供销社在农村商贸流通中的主体作用,构建多层次、规模化的农村物流配送体系。

3. 积极培育农村电商人才

融合相关课程,组织开展电商云课培训,提升本土直播机构业态创新能力、服务运营能力和网红带货能力,定期组织不同领域的人才学习交流,提高人才之间的粘合度,持续培育农村电商带头人,与农村基层组织建设紧密结合,加强对返乡农民工、退役军人等的电商技能培训,引入外部师资支持,定期到乡村指导和教学,强化培训、实习、创业就业衔接,完善相关政策体

系与财政投入体制机制。合作设立农村电商人才培养专项资金,提升农村电商人才福利待遇,完善在住房、医疗、教育等方面的社会保障机制。

参考文献:

[1] 李欢欢.农村电子商务视域下农业经济发展的创新路径[J].农村经济与科技,2024,35(8):251-253.

[2] 李鹤宇.“互联网+”背景下农村电子商务助推农业经济发展研究[J].甘肃农业,2024(6):61-65.

[3] 魏群勇.互联网背景下农村电子商务对农业经济高质量发展的驱动[J].棉花学报,2024,36(2):175.

[4] 韩风斌.电子商务发展背景下农业经济发展路径分析[J].农家参谋,2024(22):29-31.

[5] 吕伟.探究电子商务背景下农业经济发展的新思路[J].新农民,2024(24):22-24.

[6] 曹远.农产品电子商务对农业经济发展的推动作用[J].山西农经,2024(20):56-58.

[7] 王瑞峰.涉农电商平台对我国农业经济发展的影响效应评估——以农村淘宝为例[J].中国流通经济,2020,34(11):68-77.

[8] 熊小林,鲍曙光.电子商务进农村综合示范政策对县域农业增长的影响研究[J].调研世界,2024(3):15-25.

[9] 明红,朱再清,李小康.电子商务进农村能增强农业经济韧性吗?——基于电子商务进农村综合示范政策的实证研究[J].世界农业,2024(2):85-98.

(责任编辑:顾晓滨 刘晓辉)