

基于主播激励与保鲜质量的农产品直播供应链成本分担研究

杨雨欣, 韩小雅

上海理工大学管理学院, 上海

收稿日期: 2025年7月8日; 录用日期: 2025年8月1日; 发布日期: 2025年8月14日

摘要

在农产品直播电商蓬勃发展的背景下, 产品的新鲜度与主播的推广努力成为了影响消费者购买决策的关键因素。本文聚焦于农产品直播带货供应链, 探讨直播销售中供应商与主播的协同机制, 以及供应商与运输商关于保鲜成本的不同承担机制。我们从博弈论视角出发, 构建理论模型, 系统分析了三种关于保鲜成本不同承担模式下, 保鲜投入与主播努力在供应链内的相互作用机制与协同决策。研究发现: 不同合作模式下, 关于保鲜成本的协调程度对供应链各方收益分配具有显著影响, 合理设计佣金机制能够实现供应链成员的最优绩效。本文为农产品直播供应链中的合作策略与机制设计提供了理论支持与实践启示。

关键词

农产品, 直播带货供应链, 主播激励, 新鲜度, 保鲜成本

Cost-Sharing Mechanisms in Agricultural Product Livestream Supply Chain: A Perspective on Anchor Incentives and Product Freshness

Yuxin Yang, Xiaoya Han

Business School of University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

Received: Jul. 8th, 2025; accepted: Aug. 1st, 2025; published: Aug. 14th, 2025

Abstract

Against the backdrop of the booming development of livestream e-commerce for agricultural and side line products, product freshness and the promotional efforts of streamers have become key

文章引用: 杨雨欣, 韩小雅. 基于主播激励与保鲜质量的农产品直播供应链成本分担研究[J]. 建模与仿真, 2025, 14(8): 44-55. DOI: 10.12677/mos.2025.148546

factors influencing consumer purchasing decisions. This paper focuses on a livestream supply chain system for agricultural products, which consists of a supplier, a logistics provider, a streamer, and a livestreaming platform. It explores the collaborative sales efforts between the supplier and the streamer via the platform, under different scenarios regarding the responsibility for product freshness between the supplier and the logistics provider. From a game-theoretical perspective, we construct a theoretical model to systematically analyze the interaction mechanisms and joint decision-making logic of freshness preservation efforts and streamer promotion under three modes of freshness cost responsibility. The study finds that the degree of coordination in sharing freshness costs significantly affects profit distribution among supply chain members under different cooperation models. Designing appropriate incentive mechanisms can lead to optimal outcomes for the entire supply chain. This paper provides theoretical support and practical insights for collaboration strategies and mechanism design in agricultural livestream supply chains.

Keywords

Agricultural Products, Livestreaming-Based Supply Chain, Anchor Incentives, Product Freshness, Preservation Cost

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来,直播电商的兴起为农产品的销售提供了新的发展契机。农产品作为居民日常消费的重要组成部分,其销售模式经历了从传统线下渠道向线上电商平台的逐步演化。借助互联网平台、社交媒体及短视频直播,商家能够通过主播的实时展示、互动营销等方式提升产品的曝光度及销量。在政策扶持及消费者需求增长的推动下,农产品直播电商近年来取得了快速发展。如中国经济网(2025)报道,2024年我国农村网络零售额实现同比6.4%的增长,而农产品类的网络零售额同比增幅更是达到15.8%。抖音电商数据显示,过去一年中,农特产的短视频和直播销售极为活跃,助力农产品销往全国各地。

在供应链结构与博弈分析层面,张芳等构建了供应商与电商平台的生鲜农产品供应链博弈模型,比较了不同销售模式下的最优策略,揭示了供应链成员间的利益权衡与合作机制[1]。叶俊等基于Stackelberg博弈模型,研究了跨境生鲜农产品在冷链物流与贸易模式选择中的决策问题,为提升供应链效率与产品保鲜能力提供理论支持[2]。其次,关于质量与新鲜度保障,马九杰等从守门人视角分析了直播电商价值链中各主体对农产品质量安全的把控机制[3];傅俊等则从消费者感知角度,指出农产品直播面临信息化、创新及规范化不足的挑战[4];胡定寰等发现,随着消费者收入水平的提高,消费者对新鲜度的关注日益增强,对价格的敏感性则有所下降[5],这使得直播销售中的保鲜成本分配显得尤为关键。王淑云、陶航征及王磊等通过引入保鲜努力、激励机制及契约设计,系统优化了保鲜投入与供应链协调[6]-[8];刘莫林等则基于新鲜度弹性等因素,提出“收益共享-双向成本分担”契约,实现生鲜供应链的协调与优化[9]。此外,直播电商渠道的拓展不仅提升了农产品的市场可达性,也增强了消费者的信任感。Yuqiu Xu等通过成本对比模型明确了最佳物流投入的作用[10];Xueping Zhen等则探讨了不同销售策略下主播选择问题[11];E.J等讨论了产品新鲜度以及库存管理的问题[12],Ana等发现社交媒体活跃度对购买意愿具有积极影响[13]。尽管如此,农产品直播销售仍面临定价策略优化、物流及保鲜成本控制、主播能力提升等多重挑战,杨磊等考虑两级生鲜农产品供应链,发现新鲜度是影

响利润的重要因素[14]; 王玺贺探究了电商直播环境下直播努力水平对供应链的影响作用[15], 这些因素直接关系到模式的可持续发展。

本文的研究价值主要体现在以下几点: 一是构建涵盖供应商、运输商、主播与平台多方博弈的农产品直播供应链模型, 丰富了保鲜成本分担与收益分配的理论研究; 二是系统分析抽成率与佣金率对各方行为与利润的影响, 为合作与定价决策提供依据; 三是为推动农产品直播带货的数字化转型与供应链协同发展提供理论支持。

2. 模型构建与分析

本研究构建了一个包含供应商, 运输商和主播的农产品直播带货供应链, 基于保鲜成本的不同分担方式, 构建了供应商自行承担保鲜成本(模型 M), 运输商自行承担保鲜成本(模型 T)以及供应商与运输商按照比例分摊保鲜成本(模型 TM)三种不同的研究模型。本文中的所涉及到的参数符号表示如下表, 见表 1:

Table 1. Parameter definitions

表 1. 参数定义

参数	含义
V	消费者在直播间购买农产品所获得的产品基础效用, $V \sim U[0,1]$
m	主播努力成本系数, 为非负常数
n	农产品新鲜成本系数, 为非负常数
α	农产品供应商与运输商针对保鲜成本的分担比例, $0 < \alpha < 1$
λ	直播平台向主播利润的抽成比率, $0 < \lambda < 1$
θ	主播带货佣金或直播销售分成, $0 < \theta < 1$
D	需求函数, 在本文也作销量
i	作为上标 $i \in \{T, M, TM\}$, 分别代表三种不同模型
j	作为下标, $j \in \{a, p, t, m\}$ 分别代表主播, 直播平台, 运输商和供应商

在构建这些模型时, 我们充分考虑了直播电商环境下农产品供应链的特征, 以及各主体之间的相互作用。在本文所构建的供应链模型中, 主播通过产品展示、实时互动和促销等方式提升销售量, 其推广行为受佣金激励, 并面临递增的努力成本, 设其成本函数为 $C(e) = (me^2)/2$, 其中 $m > 0$ 。新鲜度作为农产品的关键属性, 面临递增的保鲜成本, 设为 $C(k) = (nk^2)/2$, 其中 $n > 0$ 。为确保模型合理性, 我们规定 $2m - \theta + \lambda\theta > 0$ 。消费者的购买决策受价格 P 、主播努力 e 及产品新鲜度 k 影响, 假设消费者效用为 $U = V - P + e + k$, 由效用理论得到市场需求函数 $D = 1 - P + e + k$ 。该线性结构刻画了价格, 主播推广, 新鲜度对市场需求的边际效应, 反映了直播电商模式下消费者的需求特性。

2.1. 模型 T

在模型 T 中, 运输商承担全部保鲜成本, 此时供应链中各成员的利润函数设定为:

主播的推广决策受佣金比例和直播平台抽成率的影响, 主播的利润函数为:

$$\Pi_a^T = (\theta - \lambda\theta)PD - C(e). \tag{1}$$

直播平台的利润函数为:

$$\Pi_p^T = \lambda\theta PD. \tag{2}$$

运输商在此模型下要承担全部的保鲜成本, 其利润函数为:

$$\Pi_t^T = fD - C(k). \quad (3)$$

此时供应商在此模型下的决策则相对简化, 主要关注生产成本与运费之间的平衡, 其利润函数为:

$$\Pi_m^T = (1-\theta)(P-C)D - fD. \quad (4)$$

在决策时, 供应链中各成员都以自身利润最大化为目标。由逆向推理法可求得此模型下的决策变量最优解, 以此为基础可求解出供应链各成员的最优决策和利润。

定理一: 模型 T 中的决策变量最优解为

$$P_T^* = \frac{2m(n-C(1-\theta))}{4n(2m-\theta+\lambda\theta)-4m(1-\theta)}, \quad (5)$$

$$e_T^* = \frac{(\theta-\lambda\theta)(n-C(1-\theta))}{4n(2m-\theta+\lambda\theta)-4m(1-\theta)}, \quad (6)$$

$$k_T^* = \frac{2m(1-\theta)-(2m-\theta+\lambda\theta)(C(1-\theta)+n)}{2n(2m-\theta+\lambda\theta)-2m(1-\theta)}, \quad (7)$$

$$f_T^* = \frac{2mn(1-\theta)-n(2m-\theta+\lambda\theta)(C(1-\theta)+n)}{2n(2m-\theta+\lambda\theta)-2m(1-\theta)}. \quad (8)$$

将决策变量最优解带入需求函数中, 得到此模型下的需求函数

$$D^{T*} = \frac{(2m-\theta+\lambda\theta)(n-C(1-\theta))}{4n(2m-\theta+\lambda\theta)-4m(1-\theta)}. \quad (9)$$

在此基础上可求得模型 T 中主播, 直播平台, 供应商和运输商的利润函数中, 得出推论一:

$$\Pi_a^{T*} = \frac{2m(\theta-\lambda\theta)(n-C(1-\theta))^2(4m-3\theta+3\lambda\theta)}{8(4n(2m-\theta+\lambda\theta)-4m(1-\theta))^2}, \quad (10)$$

$$\Pi_p^{T*} = \frac{2m\lambda\theta(n-C(1-\theta))^2(2m-\theta+\lambda\theta)}{(4n(2m-\theta+\lambda\theta)-4m(1-\theta))^2}, \quad (11)$$

$$\Pi_t^{T*} = \frac{2n^2(2m-\theta+\lambda\theta)(4m(1-\theta)-(2m-\theta+\lambda\theta)(n+C(1-\theta))-4m^2n(1-\theta)^2)}{(4n(2m-\theta+\lambda\theta)-4m(1-\theta))^2}, \quad (12)$$

$$\Pi_m^{T*} = \frac{(2m-\theta+\lambda\theta)(n-C(1-\theta))^2}{8n(2m-\theta+\lambda\theta)-8m(1-\theta)}. \quad (13)$$

在定理一的基础上, 我们对各决策变量进行分析, 可得出以下结论。

命题一: 在模型 T 中, 最优决策变量有如下性质: 当 $\lambda > \lambda_1^{\wedge}$ 时, $\frac{\partial P^{T*}}{\partial \theta} > 0$; 当 $\lambda < \lambda_1^{\wedge}$ 时, $\frac{\partial P^{T*}}{\partial \theta} < 0$;

$$\frac{\partial^2 e^{T*}}{\partial \theta^2} > 0; \quad \frac{\partial^2 k^{T*}}{\partial \theta^2} > 0; \quad \frac{\partial^2 f^{T*}}{\partial \theta^2} > 0.$$

命题一表明, 在平台抽成率适当时, 提高主播佣金率可提升其推广积极性与努力水平, 带动产品销量和价格上涨。同时佣金激励强化了产品新鲜度和互动质量, 满足消费者对高质量农产品的偏好。另一

方面, 运费上涨虽提升成本, 但促使运输商加强保鲜管理, 提升消费者满意度和市场竞争力。

2.2. 模型 M

模型 M 中供应商承担全部保鲜成本, 此时供应链中各成员的利润函数可表示为:

主播的利润函数为:

$$\Pi_a^M = (\theta - \lambda\theta)PD - C(e). \quad (14)$$

直播平台的利润函数为:

$$\Pi_p^M = \lambda\theta PD. \quad (15)$$

此模型下, 运输商主要负责物流配送, 其利润函数为:

$$\Pi_t^M = \lambda\theta PD. \quad (16)$$

此时, 供应商承担全部保鲜成本 $C(k)$, 其利润函数为:

$$\Pi_m^M = (1-\theta)(P-C)D - fD - C(k). \quad (17)$$

在决策时, 供应链中各成员都以自身利润最大化为目标。由逆向推理法可求得此模型下的决策变量最优解, 并以此为基础可求解出企业的最优决策和利润。

定理二: 模型 M 中的决策变量最优解为

$$P^{M*} = \frac{2mn - C(1-\theta)(3n-4m)}{4n((2m-\theta+\lambda\theta)-8m(1-\theta))}, \quad (18)$$

$$e_M^* = \frac{(\theta - \lambda\theta)(2mn - C(1-\theta)(3n-4m))}{4m(n(2m-\theta+\lambda\theta)-2m(1-\theta))}, \quad (19)$$

$$k_M^* = \frac{4m^2n(1-\theta)(3-4C) + C(1-\theta)(4m-n)(2m(1-\theta) + 2n(2m-\theta-\lambda\theta)) - 4mn((\theta-\lambda\theta)(n+2C(1-\theta))-2mn)}{4mn(n(2m-\theta+\lambda\theta)-2m(1-\theta))}, \quad (20)$$

$$f_M^* = \frac{2mn + C(1-\theta)(n-4m)}{4m}. \quad (21)$$

将决策变量的最优解带入需求函数模型中, 可求得模型 M 中的需求函数为

$$D^{M*} = \frac{2mn + C(1-\theta)(n-4m)}{8mn}. \quad (22)$$

在此基础上, 我们可求得模型 M 中各成员所对应的利润函数, 得到推论二:

$$\Pi_a^{M*} = \frac{(\theta - \lambda\theta - n)(2mn - C(1-\theta)(3n-4m))(2(2mn + C(1-\theta)(n-4m)))}{32mn(n(2m-\theta+\lambda\theta)-m(1-\theta))}, \quad (23)$$

$$\Pi_p^{M*} = \frac{\lambda(2mn + C(1-\theta)(n-4m))(2mn - C(1-\theta)(3n-4m))}{32mn(n(2m-\theta+\lambda\theta)-m(1-\theta))^2}, \quad (24)$$

$$\Pi_t^{M*} = \frac{(2mn + C(1-\theta)(n-4m))^2}{32m^2n}, \quad (25)$$

$$\Pi_m^{M*} = \frac{(4m(1-\theta)(2mn - C(1-\theta)(3n-4m)) - (2mn + nC(1-\theta))(4n(4m - \theta + \theta\lambda) - 16m(1-\theta)))((2mn + C(1-\theta)(n-2m))(4n(2m - \theta + \theta\lambda) - 8m(1-\theta))) - 2n(1-\theta)(2mn - C(1-\theta)(3n-4m))}{4m^2n(4n(2m - \theta + \theta\lambda) - 8m(1-\theta))}. \quad (26)$$

对定理二以及相关推论进行分析总结, 可得到:

命题二: 在模型 M 中, 最优决策变量有如下性质: 当 $\lambda > \lambda_2^{\wedge}$ 时, $\frac{\partial P^{M*}}{\partial \theta} > 0$; 当 $\lambda < \lambda_2^{\wedge}$ 时, $\frac{\partial P^{M*}}{\partial \theta} < 0$; $\frac{\partial^2 e^{M*}}{\partial \theta^2} > 0$; $\frac{\partial^2 k^{M*}}{\partial \theta^2} > 0$; 当 $n > 4m$ 时, $\frac{\partial f^{M*}}{\partial \theta} > 0$; 当 $n < 4m$ 时, $\frac{\partial f^{M*}}{\partial \theta} < 0$ 。

该命题指出, 在农产品直播市场中, 高平台抽成率下提高主播佣金率会推高产品价格。佣金激励提升了主播推广积极性和产品新鲜度, 增强消费者购买意愿, 带动市场效益增长。尽管影响供应商利润, 但提升质量有助于增强竞争力。值得注意的是, 消费者对新鲜度越敏感, 佣金率上升将导致单位运费增加; 反之, 若更受主播行为吸引, 单位运费则可能下降。供应商应权衡价格、质量与成本, 优化销售策略。

2.3. 模型 TM

模型 TM 则是一种复杂的合作模式, 其中供应商和运输商共同分担保鲜成本, 在此模型下, 双方需就保鲜成本分担比例进行博弈, 以达成利益最大化的共识。此过程中, 双方的决策相互影响, 共同决定产品新鲜度, 从而影响市场需求。此情况下, 新鲜度提升成本 $C(k)$ 按照比例 α 和 $(1-\alpha)$ 分配给生产商与运输商, 体现供应链协同优化策略。此时供应链中各成员的利润函数为:

主播的利润函数:

$$\Pi_a^{TM} = (\theta - \lambda\theta)PD - C(e). \quad (27)$$

直播平台的利润函数:

$$\Pi_p^{TM} = \lambda\theta PD. \quad (28)$$

运输商在此模型下按照 α 的比例承担相应的保鲜成本, 因此运输商的利润函数:

$$\Pi_t^{TM} = fD - \alpha C(k). \quad (29)$$

农产品供应商要承担 $(1-\alpha)$ 比例的保鲜成本, 此时供应商的利润函数:

$$\Pi_m^{TM} = (1-\theta)(P-C)D - fD - (1-\alpha)C(k). \quad (30)$$

在决策时, 供应链中各成员都以自身利润最大化为目标。由逆向推理法可求得此模型下的决策变量最优解, 并以此为基础可求解出企业的最优决策和利润。

定理三: 模型 TM 中的决策变量最优解为

$$P^{TM*} = \frac{m(2n - C(1-\theta))}{2n(1+\alpha)(2m - \theta + \lambda\theta) - 2m(1-\theta)}, \quad (31)$$

$$e^{TM*} = \frac{(\theta - \lambda\theta)(2n - C(1-\theta))}{4n(1+\alpha)(2m - \theta + \lambda\theta) - 4m(1-\theta)}, \quad (32)$$

$$k^{TM*} = \frac{(2m - \theta + \lambda\theta)(2n - C(1-\theta)) - (2n(1+\alpha)(2m - \theta + \lambda\theta) - 2m(1-\theta))}{2n(1+\alpha)(2m - \theta + \lambda\theta) - 2m(1-\theta)}, \quad (33)$$

$$f^{TM*} = \frac{2n\alpha((2m-\theta+\lambda\theta)(2n-C(1-\theta))-(2n(1+\alpha)(2m-\theta+\lambda\theta)-m(1-\theta)))}{2n(1+\alpha)(2m-\theta+\lambda\theta)-2m(1-\theta)}. \quad (34)$$

将决策变量的最优解带入需求函数模型中, 可求得模型 TM 中的需求函数为

$$D^{TM*} = \frac{(2m-\theta+\lambda\theta)(2n-C(1-\theta))}{4n(1+\alpha)(2m-\theta+\lambda\theta)-4m(1-\theta)}. \quad (35)$$

在此基础上, 我们可求得模型 TM 中各成员所对应的利润函数, 得到推论三:

$$\Pi_a^{TM*} = \frac{2m(\theta-\lambda\theta)(4m-3\theta+3\lambda\theta)(2n-C(1-\theta))^2}{8(4n(1+\alpha)(2m-\theta+\lambda\theta)-4m(1-\theta))^2}, \quad (36)$$

$$\Pi_p^{TM*} = \frac{m\lambda\theta(2m-\theta+\lambda\theta)(2n-C(1-\theta))^2}{2(4n(1+\alpha)(2m-\theta+\lambda\theta)-2m(1-\theta))^2}, \quad (37)$$

$$\Pi_t^{TM*} = \frac{n\alpha((2m-\theta+\lambda\theta)^2(2n-C(1-\theta))^2-(4n(1+\alpha)(2m-\theta+\lambda\theta)-4m(1-\theta))^2)}{2(4n(1+\alpha)(2m-\theta+\lambda\theta)-4m(1-\theta))^2}, \quad (38)$$

$$\Pi_m^{TM*} = \frac{(2m-\theta+\lambda\theta)^2(2n-C(1-\theta))^2(2n(1-\alpha)(2m-\theta+\lambda\theta)-2m(1-\theta)) - 2n(1-\alpha)(4n(1+\alpha)(2m-\theta+\lambda\theta)-4m(1-\theta))^2}{4(4n(1+\alpha)(2m-\theta+\lambda\theta)-4m(1-\theta))^2}. \quad (39)$$

在得出的决策变量的最优解的基础上, 我们可以得到:

命题三: 模型 TM 下的最优决策变量的最优解有如下性质: 当 $\lambda > \lambda_3^{\wedge}$ 时, $\frac{\partial P^{TM*}}{\partial \theta} > 0$; 当 $\lambda < \lambda_3^{\wedge}$ 时, $\frac{\partial P^{TM*}}{\partial \theta} < 0$; $\frac{\partial^2 e^{TM*}}{\partial \theta^2} > 0$; $\frac{\partial^2 k^{TM*}}{\partial \theta^2} > 0$; $\frac{\partial^2 f^{TM*}}{\partial \theta^2} > 0$ 。

命题三表明, 在模型 TM 中, 佣金率提高会在平台抽成率较高时推动最优价格上升。尽管这可能压缩供应商利润, 但佣金激励增强了主播推广积极性、运输商服务水平和供应商保鲜投入, 形成协同提升机制。供应链成员通过共同分担保鲜成本, 实现利益均衡, 增强了协同合作意愿, 推动整体效益提升。

命题四: 三种不同销售模型(即模型 T、模型 M 和模型 TM)下的最优定价与主播最优努力水平随佣金比例变化时的关系, 具体结论如下: (1) 当 $0 < \theta < \theta_1^*$ 时, $P^{TM*} > P^{T*}$, $e^{TM*} > e^{T*}$; 而当 $\theta_1^* < \theta < 1$ 时, $P^{T*} > P^{TM*}$, $e^{T*} > e^{TM*}$; (2) 当 $0 < \theta < \theta_2^*$ 时, $P^{M*} > P^{T*}$, $e^{M*} > e^{T*}$; 而当 $\theta_2^* < \theta < 1$ 时, $P^{T*} > P^{M*}$, $e^{T*} > e^{M*}$; (3) 当 $0 < \theta < \theta_3^*$ 时, $P^{TM*} > P^{M*}$, $e^{TM*} > e^{M*}$; 而当 $\theta_3^* < \theta < 1$ 时, $P^{M*} > P^{TM*}$, $e^{M*} > e^{TM*}$ 。

命题四比较了三种模式下的最优定价与主播努力水平。当佣金率较低(即 $\theta < \min\{\theta_1^*, \theta_2^*, \theta_3^*\}$)时, 供应商可通过与运输商合作, 共担保鲜成本, 提升产品品质和售价。在售价提高的基础上, 供应商拥有更大激励空间, 以调动主播积极性, 形成“品质-售价-推广”相互促进的良性循环。反之, 当佣金率较高(即 $\theta > \max\{\theta_1^*, \theta_2^*, \theta_3^*\}$)时, 由运输商独立承担保鲜成本更为合适。一方面, 运输商更贴近保鲜环节, 具备专业能力; 另一方面, 供应商可专注产品源头与品牌建设, 实现资源优化配置。总体而言, 企业应结合佣金率水平, 灵活选择合作模式, 以实现定价与推广效率的双重优化。

命题五: 存在特殊阈值 $\{\theta_4^{\wedge}(\lambda), \theta_5^{\wedge}(\lambda)\} \in (0, 1)$, 当 $0 < \theta < \theta_4^{\wedge}(\lambda)$ 时, $D^{M*} > D^{T*}$; 当 $\theta_4^{\wedge}(\lambda) < \theta < 1$ 时,

$D^{T^*} > D^{M^*}$; 当 $0 < \theta < \theta_5^*(\lambda)$ 时, $D^{TM^*} > D^{T^*}$; 当 $\theta_5^*(\lambda) < \theta < 1$ 时, $D^{T^*} > D^{TM^*}$ 。

命题五表明, 佣金率与平台抽成率共同影响不同模式下的需求函数。在直播场景中, 平台抽成越高, 主播推广越积极, 有助于吸引更多消费者, 提升销量。佣金率提高时, 供应商即使承担更多保鲜成本, 也能借助销量增长获得更大利润。因此, 不同佣金与抽成组合对销量有显著影响, 平台与供应商应据此优化合作策略, 实现资源高效配置与市场收益最大化。

3. 数值分析

为验证模型理论分析, 我们开展数值实验, 重点考察主播佣金、平台抽成和保鲜成本分担比例等变量对定价、销量与利润的影响。通过不同参数设定, 揭示各因素在不同情境下对销售模式与供应链绩效的影响机制。

3.1. 佣金率和抽成率对直播间价格与销量的影响

本小节围绕农产品直播定价策略, 分析佣金率和平台抽成对售价的影响。结果显示见图 1, 佣金率提高时, 三种模型最优价格均下降, 但高抽成下协同模型 TM 价格始终较高, 体现合作提升价格韧性。平台抽成率上升普遍推动价格上涨, 且在低佣金情形下, 协同模型的定价优势更明显; 高佣金时, 三模型价格差异缩小。

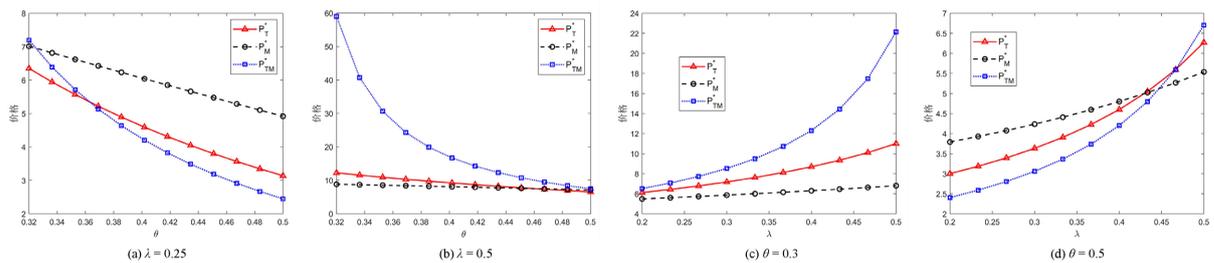


Figure 1. Impact of different values of θ and λ on price
图 1. 不同 θ 和 λ 取值下对价格的影响

通过数值分析表明, 当平台抽成处于正常水平时, 佣金率提升对不同模式下的销量影响存在差异。如图 2(a)所示, 由运输商单独承担保鲜成本有助于控制产品售价, 保持价格竞争力, 从而稳定市场需求、提升销量。该结果验证了前文命题, 并说明该模式更适用于成本敏感型市场。当平台抽成较高时, 主播或平台在利润分配中的占比较大, 留给供应商与运输商的利润空间被压缩, 若由运输商单独承担保鲜成本, 将进一步加重其负担, 降低合作积极性, 也可能导致产品售价上升, 抑制需求。而在这种情况下, 供应商与运输商通过合作分担保鲜成本, 有助于平衡各方利益、控制成本上涨幅度, 从而稳定售价、增强产品吸引力, 提升销量。这说明在高抽成环境下, 协同分担机制有助于保持供应链效率与市场响应能力。

3.2. 不同模型之间主播利润与直播平台利润的比较

在所构建的模型中, 直播平台 and 主播之间是有密切合作的, 因此本小节主要对主播和直播平台的利润进行对比分析。

图 3 表明, 当平台抽成率较高时, 运输商单独承担保鲜成本使得产品定价更具弹性, 主播能够获得更大提成空间, 从而提升利润。而在低抽成环境下, 佣金率变化对主播激励影响显著, 促使主播根据自身利益动态调整合作模式以实现利润最大化。

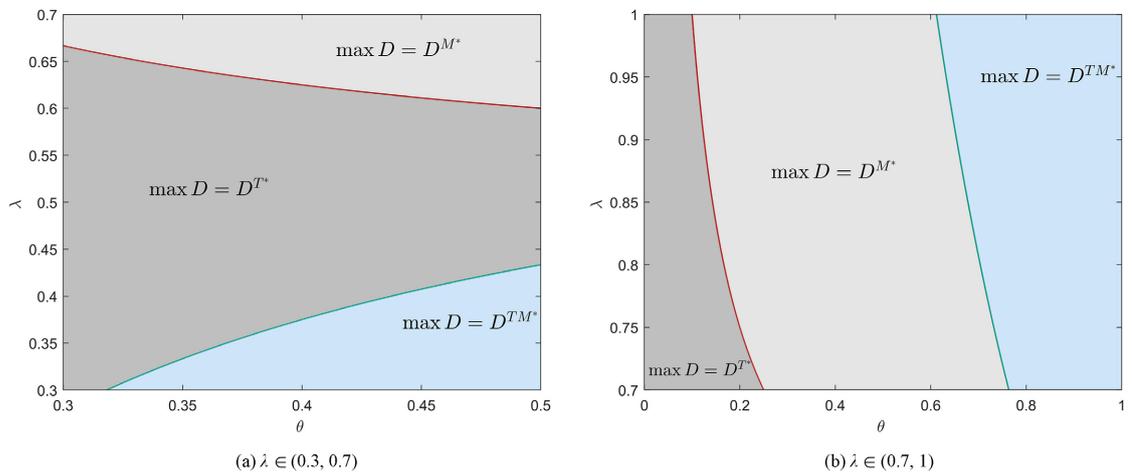


Figure 2. Sales comparison across different models
图 2. 不同模型下的销量比较

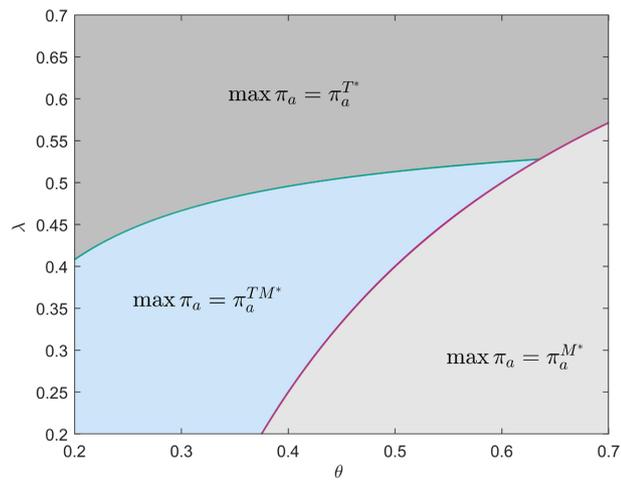


Figure 3. Anchor's profit comparison across different models
图 3. 不同模型下的主播利润比较

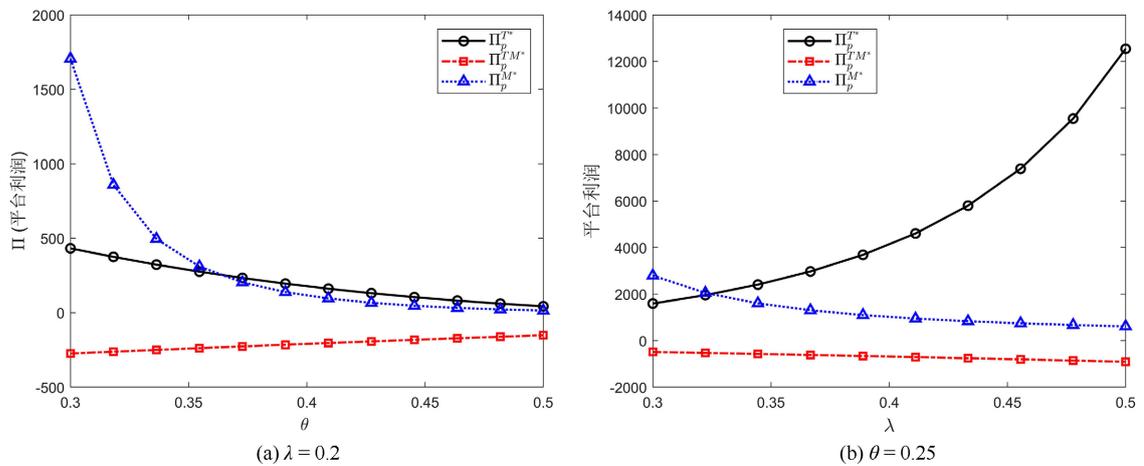


Figure 4. Impact of different values of θ and λ on livestreaming platform's Profit
图 4. 不同 θ 和 λ 取值下对直播平台利润的影响

从图 4 可以看出, 平台抽成率较低时, 单方承担保鲜成本模式下平台利润较高, 主要因较低抽成减轻了对供应链成员的负担, 提升整体销售活力。特别是在低佣金率下, 运输商独担成本时, 随着佣金提升, 产品售价和销量同步增长, 平台利润反而上升, 反映了抽成率与佣金率共同作用下的复杂收益结构和激励机制。

同样的, 我们设定的不同佣金率的范围, 在不同的范围组合下, 直播平台的利润空间也是不同的, 如图 5 所示, 最优佣金率并不是一个静态不变的数值, 而是会随着市场竞争环境的变化以及抽成比例的调整而发生动态变化, 平台在实际运营中不应机械地设定固定抽成比例, 而应根据市场环境的变化灵活调整佣金策略, 从而实现利润的最优化。

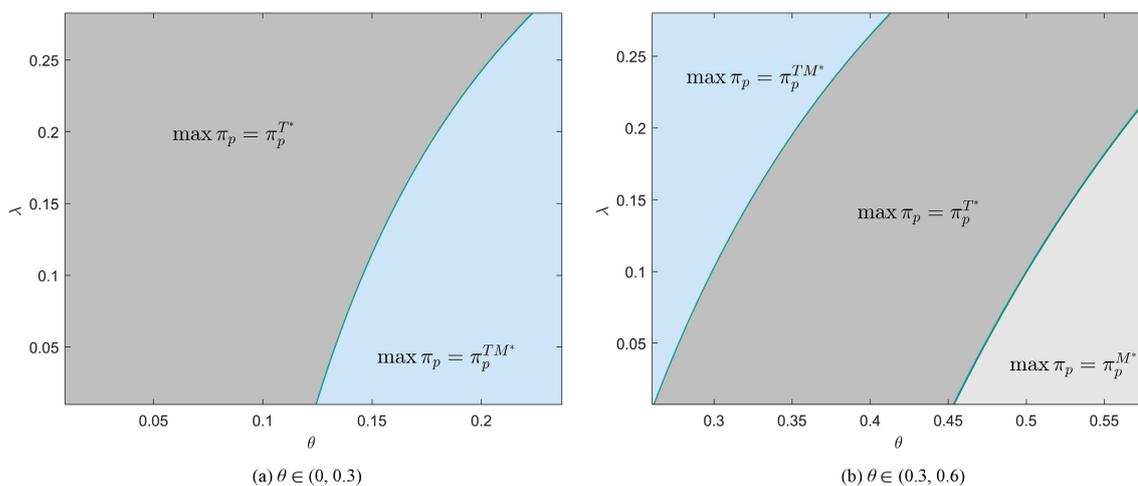


Figure 5. Livestreaming platform's profit comparison across different models

图 5. 不同模型下的直播平台利润比较

3.3. 不同模型之间运输商利润和供应商利润的比较

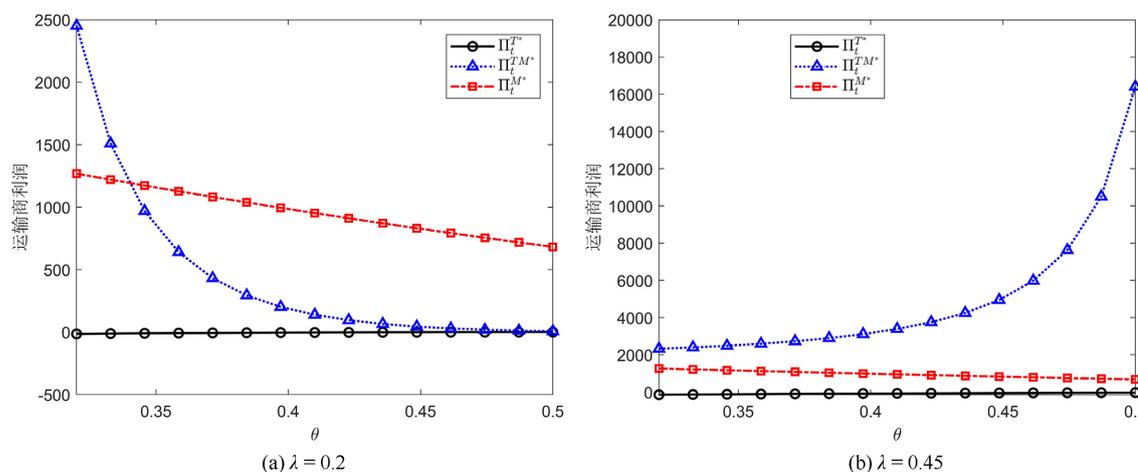


Figure 6. Impact of different values of θ and λ on transporter's profit

图 6. 不同 θ 和 λ 取值下对运输商利润的影响

数值分析结果显示, 运输商利润受平台抽成率、佣金率及保鲜成本分担比例等因素综合影响。图 6(a) 与图 6(b) 显示, 当抽成较低时, 运输商单独承担保鲜成本虽然可随抽成增加略有收益, 但整体利润仍逊

于合作模式；这是因为低抽成环境减轻了各方负担，合作有助于分散风险和成本，从而提升利润。而在高抽成环境下，合作模式明显提升运输商利润，反映出面对较大平台抽成压力，协同分担成本成为运输商提升盈利能力的重要策略。

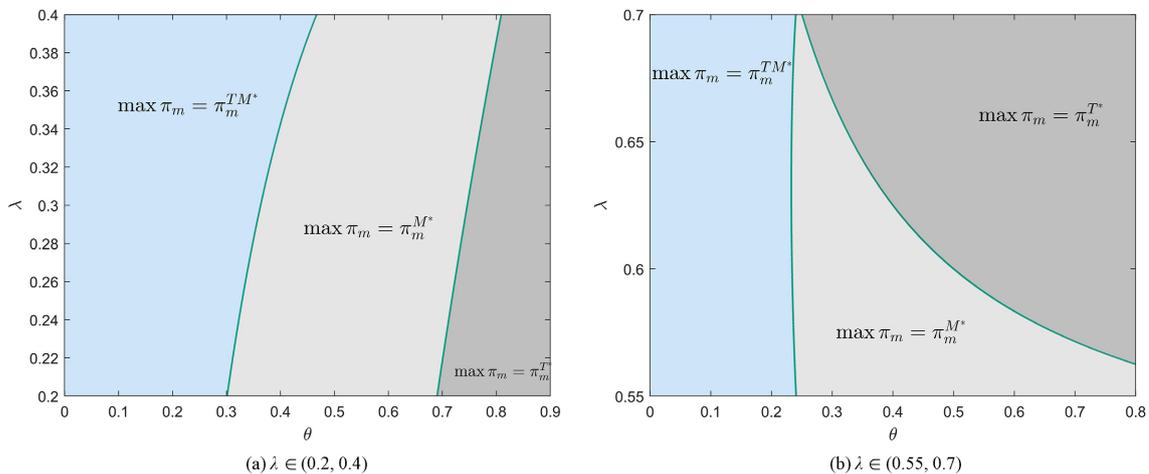


Figure 7. Manufacturer's profit comparison across different models

图 7. 不同模型下的供应商利润比较

从图 7 可以看出，我们设定的不同的佣金率和平台抽成率组合，供应商在不同组合下的选择是不同的，当直播平台抽成率较高时，随着佣金率的提高，供应商倾向于选择自主承担保鲜成本模式下的利润是最优的；而在低抽成率区间内，随着佣金率的提高，供应商会根据两者的变化做出不同的选择，在这区间段内，单位产品的价格提升会带来更大的利润空间，但是每单位产品的运费也会随着发生变化，此时供应商要考虑的因素会更多，这主要是因为过高的直播平台抽成率削弱了供应商在直播渠道中的利润空间，使其更倾向于减少与第三方的合作，而选择独立运营以获取更稳定的收益。

4. 结论

随着互联网技术的不断发展、移动支付手段的普及以及社交平台的广泛应用，直播带货作为一种新兴的商业模式迅速在中国市场中崛起，尤其在农产品领域展现出巨大的潜力和活力。借助直播电商，原本受地域限制的农产品得以直连消费者，极大地缩短了流通链条，提升了交易效率。

本文以农产品直播供应链为研究对象，重点分析供应链中供应商与运输商在保鲜成本承担机制下的行为策略，并将直播平台视为外部市场环境，构建多种合作与分工模式，系统性探讨在不同模式下的定价策略与利润分配情况。直播平台作为农产品直播带货的重要载体，与主播利益紧密相关。平台应灵活设定抽成率以维持生态稳定，合理的佣金策略有助于促进多方协同与共赢。供应商应根据抽成水平调整合作方式，低抽成下与运输商合作可提升保鲜效率与市场竞争力，运输商则可通过优化成本分担提升整体收益。通过该研究，旨在为农产品直播销售的实践者提供理论支持和优化建议，助力农产品销售方式的数字化转型与升级。

参考文献

- [1] 张芳, 刘贺鸣, 武杰. 考虑直播带货的生鲜农产品供应链销售模式比较[J]. 计算机工程与应用, 2023, 59(23): 293-304.
- [2] 叶俊, 顾波军, 付雨芳. 不同贸易模式下生鲜农产品供应链冷链物流服务与定价决策[J]. 中国管理科学, 2023, 31(2): 95-107.

-
- [3] 马九杰, 陈俊良, 赵永华. 直播电商价值链中数字守门人与农产品质量安全把守机制研究[J]. 管理世界, 2025, 41(4): 175-198.
- [4] 傅俊. 农产品网红直播的困难与对策研究——从消费行为感知视角出发[J]. 商业观察, 2025, 11(10): 21-25.
- [5] 胡定寰, 俞海峰, T. Reardon. 中国超市生鲜农产品经营与消费者购买行为[J]. 中国农村经济, 2003(8): 12-17.
- [6] 王淑云, 姜樱梅, 牟进进. 基于新鲜度的冷链一体化库存与定价联合决策[J]. 中国管理科学, 2018, 26(7): 132-141.
- [7] 陶航征, 杨玉香, 宋明顺. 考虑保鲜成本分担的生鲜农产品供应链协调策略研究[J]. 当代经济, 2024, 41(9): 62-79.
- [8] 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.
- [9] 刘墨林, 但斌, 马崧萱. 考虑保鲜努力与增值服务的生鲜电商供应链最优决策与协调[J]. 中国管理科学, 2020, 28(8): 76-88.
- [10] Xu, Y.Q. and Cao, K.Y. (2025) Competition or Co-Opetition: Optimal Fresh Produce Delivery Mode Strategy for Livestreaming Platform. *International Journal of Production Economics*, **283**, Article ID: 109565. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2025.109565>
- [11] Zhen, X., Wang, P. and Li, X. (2024) The Streamer's Sales Strategy Choice Considering Sales Effort. *Journal of Retailing and Consumer Services*, **78**, Article ID: 103745. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2024.103745>
- [12] Lodree, E.J. and Uzochukwu, B.M. (2008) Production Planning for a Deteriorating Item with Stochastic Demand and Consumer Choice. *International Journal of Production Economics*, **116**, 219-232. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.09.010>
- [13] Lima, A., Cruz, M. and Pacheco, J. (2024) The Impact of Social Media Marketing Efforts on Buying Intentions within the Brewing Sector. *Management & Marketing*, **19**, 618-643. <https://doi.org/10.2478/mmcks-2024-0028>
- [14] 杨磊, 肖小翠, 张智勇. 需求依赖努力水平的生鲜农产品供应链最优定价策略[J]. 系统管理学报, 2017, 26(1): 142-153.
- [15] 王玺贺. 考虑保鲜努力的直播电商供应链最优决策与协调[J]. 市场瞭望, 2024(6): 31-33.