

控制与决策

Control and Decision

基于成本共担契约的生鲜供应链保鲜努力机制

曹裕, 刘培培, 胡韩莉

引用本文:

曹裕, 刘培培, 胡韩莉. 基于成本共担契约的生鲜供应链保鲜努力机制[J]. *控制与决策*, 2020, 35(1): 205–214.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2018.0612>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

零售商温和不公平厌恶下的回购合约与渠道协调

Channel coordination with buy-back contracts and a mild inequity-averse retailer
控制与决策. 2020, 35(1): 174–182 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2018.0437>

信用担保与下侧风险控制下零售商资金约束供应链订货与定价策略

The ordering and pricing strategies of supply chain with a capital constrained retailer under credit guarantee and downside risk control
控制与决策. 2019, 34(12): 2698–2707 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2018.0710>

考虑保质期的两级供应链MTS-MTO提前期优化研究

Lead time optimization of MTS-MTO in two-echelon supply chain considering shelf life
控制与决策. 2019, 34(1): 129–136 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2017.1200>

考虑质量控制和损失规避的供应链协调研究

Coordination of supply chain considering quality control and loss aversion
控制与决策. 2018, 33(12): 2295–2304 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2017.0872>

制造商竞争与合作下双渠道供应链联合减排的微分博弈分析

Differential game model of joint emission reduction strategies in a dual-channel supply chain considering manufacturers' competition and cooperation
控制与决策. 2018, 33(11): 2021–2028 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2017.0818>

零售商销售代理的协同激励对供应链绩效影响

Impact of retailer-hired sales agent collaborative incentive on supply chain performance
控制与决策. 2017, 32(5): 954–960 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2016.0297>

基于延迟定价策略的供应链分散与集中决策

Decentralized and centralized decision-making of supply chain based on price-postponement strategy
控制与决策. 2016, 31(7): 1258–1264 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2015.0699>

随机需求下多风险偏好零售商的供应链库存决策和协调

Study of inventory decisions and coordination of supply chain with multiple risk preference retailers under stochastic demand

基于成本共担契约的生鲜供应链保鲜努力机制

曹 裕, 刘培培[†], 胡韩莉

(中南大学 商学院, 长沙 410083)

摘 要: 研究由一个供应商与一个零售商组成的生鲜供应链, 在分散式决策与集中式决策下的最优保鲜努力水平. 考虑两类成本共担契约方式: 一类为零售商单独提供成本共担契约的方式, 另一类为供应商与零售商二者博弈制定成本共担契约的方式; 同时, 比较两类成本共担契约对供应链整体保鲜努力水平的影响. 结果表明, 成本共担契约对生鲜供应链整体生鲜水平的提高非常有益, 且有利于提高供应商、零售商及供应链整体的利润, 其中供应商与零售商二者博弈制定成本共担契约的方式最为有效. 另外, 保鲜成本与消费者生鲜敏感程度分别对供应链的发展起着消极和积极的作用.

关键词: 成本共担契约; 生鲜供应链; 保鲜努力; 供应链协调

中图分类号: F253.4

文献标志码: A

Freshness efforts mechanism of fresh-keeping supply chain based on cost sharing contract

CAO Yu, LIU Pei-pei[†], HU Han-li

(Business School, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: This paper studies the optimal fresh-keeping effort level of the fresh supply chain composed of a supplier and a retailer under decentralized and centralized decision-making. Two types of the cost-sharing contract are set up: one way for retailers to provide separate cost-sharing contracts, the other for the provision suppliers and retailers to develop the game of cost-sharing contract approach. Meanwhile, the impact of the two types of cost-sharing contracts is compared on the level of overall freshness preservation efforts in the supply chain. Research conclusion shows, cost-sharing contracts benefit the overall freshness of the fresh supply chain, and can improve the profitability of suppliers, retailers and the fresh supply chain. It is most effective for the supplier and the retailer to formulate the cost-sharing contract through the game. In addition, the cost of fresh-keeping and the sensitivity of consumers' freshness play a negative and positive role in the development of the supply chain.

Keywords: cost sharing contract; fresh supply chain; freshness-keeping effort; supply chain coordination

0 引 言

随着消费者生活水平的提高, 对生鲜农产品的需求量逐年递增, 人们越来越注重产品的品质与安全. 但由于我国保鲜技术不成熟以及生鲜农产品本身易变质的特性, 导致生鲜产品在流通环节出现诸如损耗率高等问题. 据中国电子商务研究中心的最新监测数据, 目前国内果蔬冷链流通率仅为 22%, 果蔬损耗率高达 20%~30%, 每年由于果蔬损耗导致的经济损失超过千亿元. 因此, 在以供应链整体利润最大、节约资源及有效满足消费者需求的目标驱动下, 提高保鲜技术、控制损耗已成为生鲜供应链不可或缺的一部分^[1-4].

目前, 国内外学者对生鲜供应链管理的研究主要集中在生鲜农产品订货、定价以及供应链协调 3 个方面. 针对生鲜农产品定价的研究, 较常见的问题是生鲜农产品订货和定价的联合决策、动态定价策略以及捆绑销售^[5]下的定价. 有关生鲜农产品订货和定价的联合决策研究, Herbon 等^[6]针对可存储易腐物品动态定价, 确定产品的最优补货计划和动态价格. Ghoreishi 等^[7]考虑客户回报和通货膨胀, 探究最优补货及定价策略. 动态定价方面, Wang 等^[1]基于生鲜品质量实时探测技术设计了动态定价机制. 捆绑销售方面, Li 等^[8]对两种补充产品在降价定价、第 1 期捆绑和第 2 期捆绑 3 种情形下进行比较, 发现两期

收稿日期: 2018-05-09; 修回日期: 2018-07-21.

基金项目: 国家自然科学基金项目(71573281, 71703122); 国家社会科学基金项目(16BJY079); 中央高校基本科研业务费专项资金项目(531107051061).

[†]通讯作者. E-mail: 1728547205@qq.com.

捆绑价格的最优价格都高于降价定价策略. 魏航^[9]针对同质生鲜产品捆绑销售, 阐述了最优定价和最优数量决策问题. 以上研究均没有考虑生鲜供应链中保鲜努力对定价决策的影响.

供应链协调方面的研究, 主要分为契约协调与非契约协调研究. 张学龙等^[10]分析了双渠道供应链协调策略, 结果显示不同合同策略协调可以提高供应链整体利润. Cai等^[11]研究了优化与协调问题, 研究表明供应商通过保鲜努力可使生鲜品到达零售商时拥有更高的质量. 浦徐进等^[12]考虑参照价格效应对双渠道供应链运行的影响, 制定了能有效协调供应链的两部定价契约. 契约协调方面的研究较为丰富, 传统供应链契约包括数量折扣契约、回购契约、收益共享契约等. Huang等^[13]指出, 在供应链中引入数量折扣契约可使退货量减少. Devangan等^[14]研究在零售商的库存水平与需求相关时, 引进回购契约, 零售商的剩余库存可退还给供应商, 促使两者共同达到最优. 王道平等^[15]引入回购契约, 构建了应对常规和非常规突发事件的供应链协调模型. Arani等^[16]在供应链中建立了收益共享契约, 可增加供应链整体利润, 减少双重边际效应.

一些学者对鲜活农产品供应链契约协调进行了研究. 王道平等^[17]引入收益共享和价格补贴的联合契约, 对订货量和降价时点进行了研究. 林略等^[18]研究了收益共享契约对农产品三级供应链的影响, 结果表明其能有效协调供应链. 熊峰等^[19]研究了关系契约对农产品生鲜度及供应链利润的影响, 对于提升农产品生鲜度及供应链利润方面有显著作用. 孙玉玲等^[20]基于鲜活农产品的新鲜度和运输损耗因素, 建立了供应链收益共享契约模型. 通过调整收益共享契约和数量折扣契约参数, 可实现对供应链的协调^[21-22]. 刘金培等^[23]在短生命周期产品协调下, 提出了一种基于收入共享合同的供应链协调策略. 然而, 以上研究较少考虑成本共担契约对生鲜供应链协调的影响.

在生鲜供应链协调的研究方法上, 大部分学者采用了运筹优化方法. Soto-Silva等^[4]主要综述了运筹优化模型方法在生鲜水果供应链中的应用, 结果显示水果行业遇到的新问题是生鲜水果供应链的设计和管理缺乏整体路径. 许多学者用到了运筹优化方法中的博弈. 如杨亚等^[24]基于Stackelberg博弈, 使用单周期报童模型构建了生产商和零售商的利润函数, 分析了供应链性质. 杨磊等^[25]基于Stackelberg博弈, 建立了收益共享契约, 使供应商、零售商以及供应链

整体的利润达到最优.

综上所述, 现有关于生鲜供应链的研究主要集中在订货、定价及供应链协调3个方面, 而有关供应链协调方面的研究极少考虑保鲜成本共担契约对生鲜供应链整体的影响. 本文在4种模式的比较下(即集中式供应链、普通分散式供应链、零售商单独提供成本共担契约、供应商与零售商二者博弈制定成本共担契约)探究成本共担契约的达成条件, 及其对供应链协调和供应链整体生鲜水平的影响机制, 进而寻求供应链整体生鲜水平提高的激励办法.

1 模型设定

本节主要对本文用到的符号和假设进行说明.

1.1 符号说明

表1 建立模型所用变量

符号	变量名称
q	市场需求
w	供应商批发价格
m	零售商边际利润
p	零售价 $p = m + w$
l	供应商付出的保鲜努力水平
α	产品市场规模
β	消费者价格敏感系数
η	消费者生鲜度敏感系数
c	供应商可变生产成本
c_l	供应商保鲜成本
γ	保鲜成本系数
λ	供应商承担的保鲜成本占比

1.2 模型假设

本文研究由一个供应商、一个零售商组成的二级生鲜供应链的协调问题. 消费者购买时不仅考虑价格因素, 同时也考虑生鲜产品的生鲜度. 针对消费者对价格和生鲜度的敏感性, 供应商与零售商做出不同的保鲜努力, 从而达到各自利益的最大化. 结合已有研究成果, 本文给出如下的假设.

假设1 参考Gurnani等^[26]的市场需求函数模型, 并结合本文消费者对生鲜产品的价格和生鲜度同时敏感, 假设市场需求函数为 $q = \alpha - \beta p + \eta l$, 其中 $\alpha > 0, \beta > 0, \eta > 0$, 且 $\alpha > \beta p$.

假设2 参考Ha等^[27]的研究, 假设保鲜投入成本是保鲜努力程度的二次函数, 并假定成本全部由供应商承担, 则供应商的保鲜成本函数为 $c_l = \gamma l^2 / 2$. 其中: γ 表示供应商保鲜努力水平对保鲜成本的影响系数, l 表示供应商所付出的保鲜努力程度^[28].

假设3 参考Song等^[3]的研究, 为了保证模型存在最优解, 通过计算发现保鲜努力成本系数是存在范围的, 即 $\gamma > \eta^2 / (2\beta)$.

2 模型建立

2.1 集中式供应链

在集中式供应链中, 供应商和零售商共同决策, 此时供应链整体收益为

$$\pi_{SC} = (p - c)q - \frac{1}{2}\gamma l^2 = (p - c)(\alpha - \beta p + \eta l) - \frac{1}{2}\gamma l^2, \quad (1)$$

因此

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \pi_{SC}}{\partial p^2} & \frac{\partial^2 \pi_{SC}}{\partial p \partial l} \\ \frac{\partial^2 \pi_{SC}}{\partial l \partial p} & \frac{\partial^2 \pi_{SC}}{\partial l^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2\beta & \eta \\ \eta & -\gamma \end{bmatrix}.$$

由假设3知, 集中式供应链的最优决策问题的雅可比行列式负定. 所以解一阶条件可得供应链的最优定价和保鲜努力程度分别为

$$p^* = \frac{\alpha - c\eta^2/\gamma + \beta c}{2\gamma\beta - \eta^2}, \quad l^* = \frac{(\alpha - \beta c)\eta}{2\beta\gamma - \eta^2}, \quad (2)$$

此时供应链的整体利润为

$$\pi_{SC}^* = \frac{\gamma(\alpha - \beta c)^2}{4\beta\gamma - 2\eta^2}.$$

2.2 分散式供应链

在分析存在成本共担契约的分散式供应链之前, 先对一般分散式供应链建模过程进行分析.

首先, 供应商根据零售商反应函数选择产品生鲜度水平及批发价, 使其利润最大化; 然后, 零售商以利润最大化原则决定产品零售价, 继而确定生鲜度水平及批发价. 此种模式下, 零售商的利润函数为 $\pi_R(w, l) = m(\alpha - \beta(w + m) + \eta l)$. 因为 $\frac{\partial^2 \pi_R}{\partial m^2} = -2\beta < 0$, 所以零售商利润函数为关于 m 的凹函数, 存在唯一的最优解. 令一阶导数等于零, 可得

$$m^*(w, l) = \frac{\alpha - \beta w + \eta l}{2\beta}. \quad (3)$$

同时, 供应商的利润函数为

$$\pi_M = (w - c)(\alpha - \beta(w + m) + \eta l) - \frac{1}{2}\gamma l^2. \quad (4)$$

将式(3)所求得的结果代入式(4), 可得

$$\pi_M = \frac{(w - c)(\alpha - \beta w + \eta l)}{2} - \frac{1}{2}\gamma l^2,$$

因此, 相应的雅可比行列式为

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \pi_M}{\partial w^2} & \frac{\partial^2 \pi_M}{\partial w \partial l} \\ \frac{\partial^2 \pi_M}{\partial l \partial w} & \frac{\partial^2 \pi_M}{\partial l^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\beta & \frac{\eta}{2} \\ \frac{\eta}{2} & -\gamma \end{bmatrix}.$$

由假设3知 J 是负定的, 所以, 供应商利润函数为关于 w 和 l 的严格凹函数. 因此, 求解一阶条件, 解方程组可得

$$l^* = \frac{\eta(\alpha - \beta c)}{4\beta\gamma - \eta^2}, \quad w^* = \frac{2\gamma(\alpha - \beta c)}{4\beta\gamma - \eta^2} + c. \quad (5)$$

再将 l^* 和 w^* 代入式(3), 可得

$$m^* = \frac{\gamma(\alpha - \beta c)}{4\gamma\beta - \eta^2}.$$

因此, 分散式供应链情形下, 最优零售价为

$$p^* = w^* + m^* = \frac{3\gamma(\alpha - \beta c)}{4\gamma\beta - \eta^2} + c.$$

供应商、零售商、供应链整体利润函数为

$$\pi_M^* = \frac{\gamma(\alpha - \beta c)^2}{2(4\gamma\beta - \eta^2)},$$

$$\pi_R^* = \frac{\beta\gamma^2(\alpha - \beta c)^2}{(4\gamma\beta - \eta^2)^2},$$

$$\pi_{SC}^* = \frac{\gamma(\alpha - \beta c)^2(6\gamma\beta - \eta^2)}{2(4\gamma\beta - \eta^2)^2}.$$

2.2.1 成本共担契约

本小节将模拟和分析分散式供应链情形下, 生鲜供应链中供应商与零售商之间的成本共担契约机制. 成本共担契约机制的分析对于本文所建模型意义重大. 无契约情形下, 供应商需承担大部分的保鲜成本, 因此, 为激励供应商积极实施保鲜努力, 成本共担契约作用不可忽视.

成本共担契约下, 供应商与零售商的决策顺序如下:

- 1) 零售商决定承担保鲜成本分担比例 λ , 此时供应商所承担的保鲜成本比例为 $1 - \lambda$, 其中 $0 < \lambda \leq 1$;
- 2) 供应商通过分析成本分摊比例和零售商的反应函数选择产品的保鲜努力水平及批发价;
- 3) 零售商选择产品的采购量和零售价格.

在前文的研究基础上, 为了保证考虑成本分担契约下研究具有意义, 将对假设3进一步严格化如下:

假设4 保鲜努力成本系数是存在范围的, 即 $\gamma > \eta^2/(4\beta(1 - \lambda))$.

基于本小节基本假设及 $p = w + m$, 供应商与零售商的利润函数如下:

$$\pi_M = (w - c)(\alpha - \beta(w + m) + \eta l) - \frac{1}{2}(1 - \lambda)\gamma l^2,$$

$$\pi_R = m(\alpha - \beta(w + m) + \eta l) - \frac{1}{2}\lambda\gamma l^2.$$

基于本小节基本假设, 零售商最大化利润函数为

$$\max_m \pi_R(w, l) = m(\alpha - \beta(w + m) + \eta l) - \frac{1}{2}\lambda\gamma l^2. \quad (6)$$

由 $\frac{\partial^2 \pi_R}{\partial m^2} = -2\beta < 0$ 知, 该零售商利润函数为关于 m 的凹函数, 故存在最优解. 令一阶导数等于零, 可得

$$m(w, l) = \frac{\alpha + \eta l - \beta w}{2\beta}. \quad (7)$$

供应商的利润函数为

$$\max_{(w,l)} \pi_M = (w-c)(\alpha - \beta(w+m) + \eta l) - \frac{1}{2}(1-\lambda)\gamma l^2. \quad (8)$$

将式(7)求得的表达式代入利润函数(8),可得

$$\max_{(w,l)} \pi_M = \frac{(w-c)(\alpha - \beta w + \eta l)}{2} - \frac{1}{2}(1-\lambda)\gamma l^2. \quad (9)$$

因此,相应的雅可比行列式为

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \pi_M}{\partial w^2} & \frac{\partial^2 \pi_M}{\partial w \partial l} \\ \frac{\partial^2 \pi_M}{\partial l \partial w} & \frac{\partial^2 \pi_M}{\partial l^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\beta & \frac{\eta}{2} \\ \frac{\eta}{2} & -(1-\lambda)\gamma \end{bmatrix}.$$

由假设4知 J 是负定的,所以,供应商利润函数为关于 w 和 l 的严格凹函数.对 w 和 l 求一阶条件,可得

$$m^* = \frac{\gamma(\alpha - \beta c)(1-\lambda)}{4\gamma\beta(1-\lambda) - \eta^2}, \quad (10)$$

$$w^* = \frac{2\gamma(\alpha + \beta c)(1-\lambda) - \eta^2 c}{4\gamma\beta(1-\lambda) - \eta^2}, \quad (11)$$

因此,最优零售价为

$$p^* = m^* + w^* = \frac{\gamma(1-\lambda)(3\alpha + \beta c) - \eta^2 c}{4\gamma\beta(1-\lambda) - \eta^2}. \quad (12)$$

将式(10)、(11)代入零售商利润函数,可得

$$\pi_R^* = \frac{\gamma^2 \beta (1-\lambda)^2 (\alpha - \beta c)^2}{(4\gamma\beta(1-\lambda) - \eta^2)^2} - \beta \frac{\gamma \eta^2 (\alpha - \beta c)^2}{2(4\gamma\beta(1-\lambda) - \eta^2)^2}.$$

由零售商利润函数可得最优成本分摊参数 $\max_{\lambda} \pi_R(\lambda)$,则由零售商利润函数对 λ 求二阶条件,得

$$\frac{\partial^2 \pi_R}{\partial \lambda^2} = \frac{2\gamma^2 \eta^2 \beta (\alpha - \beta c)^2 (5\eta^2 - 8\gamma\beta(1+2\eta))}{(4\gamma\beta(1-\lambda) - \eta^2)^4}.$$

因 $8\gamma\beta(1+2\lambda) - 5\eta^2 > 0$,故零售商利润函数为关于 λ 的凹函数,存在最优解,根据一阶条件,得 λ 的最优解为 $\lambda_i = \frac{\eta^2}{8\gamma\beta}$.将所得 λ 代入式(6)、(7)、(10)~(12),可得其他参数的最优解如下:

$$l_i^* = \frac{2\eta(\alpha - \beta c)}{8\gamma\beta - 3\eta^2},$$

$$w_i^* = \frac{8\gamma\beta(\alpha + \beta c) - \eta^2(\alpha + 5\beta c)}{2\beta(8\gamma\beta - 3\eta^2)},$$

$$m_i^* = \frac{(\alpha - \beta c)(8\gamma\beta - \eta^2)}{4\beta(8\gamma\beta - 3\eta^2)},$$

$$p_i^* = \frac{8\gamma\beta(3\alpha + \beta c) - 3\eta^2(\alpha + 3\beta c)}{4\beta(8\gamma\beta - 3\eta^2)},$$

$$\pi_R^{i*} = \frac{(\alpha - \beta c)^2(8\gamma\beta + \eta^2)}{16\beta(8\gamma\beta - 3\eta^2)},$$

$$\pi_M^{i*} = \frac{(\alpha - \beta c)^2(8\gamma\beta - \eta^2)}{8\beta(8\gamma\beta - 3\eta^2)},$$

$$\pi_{SC}^{i*} = \frac{(\alpha - \beta c)^2(24\gamma\beta - \eta^2)}{16\beta(8\gamma\beta - 3\eta^2)}.$$

命题1 成本分摊比例 λ 与保鲜成本系数 γ 呈负相关,与消费者对生鲜度敏感系数 η 呈正相关.

证明 因为 $\lambda_i = \frac{\eta^2}{8\gamma\beta}$,所以分别对 γ 、 η 求一阶条件,有

$$\frac{\partial \lambda_i}{\partial \gamma} = -\frac{\eta^2}{8\beta\gamma^2} < 0, \quad \frac{\partial \lambda_i}{\partial \eta} = \frac{\eta}{4\gamma\beta} > 0.$$

故命题得证. \square

由命题1,高保鲜成本下,零售商只需承担低比例的保鲜成本.然而,当消费者生鲜度敏感系数较高时,零售商将不得不承担较高比例的保鲜成本.此时,消费者对食品生鲜度高度敏感,对生鲜度较高的产品需求显著增加,零售商可共享保鲜成本.即使产品存在保鲜水平的极小改进,零售商也可保持其利润.

命题2 一般分散式供应链的均衡价值与成本分摊合同中的均衡价值相比,有 $l_i^* \geq l^*$, $w_i^* \geq w^*$, $p_i^* \geq p^*$.

证明 由式(10)和(2)求得 $l^* = \frac{\eta(\alpha - \beta c)}{4\beta\gamma - \eta^2}$.若 $l_i \geq l^*$,则有 $8\gamma\beta - 2\eta^2 \geq 8\gamma\beta - 3\eta^2 \Rightarrow \eta^2 \geq 0$.由于 $\eta^2 \geq 0$ 恒成立,可知 $l_i^* \geq l^*$ 条件成立.由

$$w_i = \frac{8\gamma\beta(\alpha + \beta c) - \eta^2(\alpha + 5\beta c)}{2\beta(8\gamma\beta - 3\eta^2)},$$

$$w^* = \frac{2\gamma(\alpha - \beta c)}{4\beta\gamma - \eta^2} + c,$$

若 $w_i \geq w^*$,则有

$$(4\beta\gamma - \eta^2)(8\beta\gamma(\alpha + \beta c) - \eta^2(\alpha + 5\beta c)) \geq$$

$$2\beta(8\beta\gamma - 3\eta^2)(2\gamma(\alpha - \beta c) + c(4\beta\gamma - \eta^2)).$$

可知 $(\eta^4\alpha - \beta c) \geq 0$,则 $w_i \geq w^*$ 条件成立.已知

$$p_i = \frac{8\beta\gamma(3\alpha + \beta c) - 3\eta^2(\alpha + 3\beta c)}{4\beta(8\beta\gamma - 3\eta^2)},$$

$$p^* = \frac{3\gamma(\alpha - \beta c)}{4\beta\gamma - \eta^2} + c,$$

若 $p_i \geq p^*$,则有

$$(4\beta\gamma - \eta^2)(8\beta\gamma(3\alpha + \beta c) - 3\eta^2(\alpha + 3\beta c)) \geq$$

$$(32\gamma\beta^2 - 12\beta\eta^2)(3\alpha\gamma + \beta c\gamma - \eta^2 c).$$

可知 $(3\eta^4\alpha - \beta c) \geq 0$,条件 $p_i \geq p^*$ 成立. \square

由命题2,成本共担契约下的分散式供应链相比于普通分散式供应链,其保鲜水平有了更高的改进.可见,成本共担契约机制对于提高供应链整体生鲜度水平是有益的.然而,产品生鲜度高意味着更高的批发价与零售价.因此,对于消费者而言,在契约下购买高质量的生鲜品所付出的成本(价格)也更高;并且消费者对产品新鲜程度较为敏感,因此消费者购买

意愿将会提升,从而期望需求增大. 由于消费者对价格敏感性强,生鲜食品需求弹性较小,价格上升所带来的需求量下降对利润的负效应显著低于价格上升对利润的正效应,因而表现为供应商及零售商的利润显著上升. 但是,供应商与零售商只有在契约下获利更高时才会达成契约协议. 由此,可得命题3.

命题3 供应商与零售商两者利润在分散式供应链与成本共担契约情形下的分散式供应链两种情形下的比较如下:

$$\pi_M^i \geq \pi_M^*, \pi_R^i \geq \pi_R^*.$$

证明 已知

$$\pi_M^i = \frac{(\alpha - \beta c)^2 (8\gamma\beta - \eta^2)}{8\beta(8\gamma\beta - 3\eta^2)},$$

$$\pi_M^* = \frac{\gamma(\alpha - \beta c)^2}{2(4\beta\gamma - \eta^2)}.$$

若 $\pi_M^i \geq \pi_M^*$, 则有

$$(4\beta\gamma - \eta^2)(8\beta\gamma - \eta^2) \geq 4\beta\gamma(8\beta\gamma - 3\eta^2),$$

可得 $\eta^4 \geq 0$, 即条件成立.

已知

$$\pi_R^i = \frac{(\alpha - \beta c)^2 (8\gamma\beta + \eta^2)}{16\beta(8\gamma\beta - \eta^2)},$$

$$\pi_R^* = \frac{\beta\gamma^2(\alpha - \beta c)^2}{(4\beta\gamma - \eta^2)^2},$$

若 $\pi_R^i \geq \pi_R^*$, 则有

$$(4\beta\gamma - \eta^2)^2(8\beta\gamma + \eta^2) \geq 16\gamma^2\beta^2(8\beta\gamma - 3\eta^2),$$

可得 $\eta^6 \geq 0$, 即条件成立. □

由命题3, 相比于一般分散式供应链, 供应商与零售商两主体在成本共担契约中均获得了更高利润. 显然, 与零售商成本共担, 有助于供应商获得更高盈利. 原因在于, 成本共担契约下的分散式供应链相比于普通分散式供应链, 其整体保鲜努力水平有了提高. 较高的生鲜水平可使供应链产品的附加值增加, 导致供应链的整体利润提升. 所以, 供应链的利润分配原则可以保证供应商和零售商均可得到成本共担契约带来的利润提高. 这也解释了命题2中探求供应链两主体为什么会达成契约协议的问题.

2.2.2 议价下的成本共担契约

本小节主要探讨供应商与零售商通过议价的博弈方式确定最优成本分摊比例 λ 情形下的契约机制. 该契约与成本共担契约不同在于: 成本参数 λ 是通过零售商与供应商议价提出; 在由供应商单独提出的成本共担契约下, 零售商有两种选择, 可接受或拒绝; 但在议价下的成本共担契约是由双方共同决策. 此时, 决策的顺序如下:

1) 供应商与零售商博弈下的成本参数为 λ , 在议价过程中, 供应商承担 λ 比例的保鲜成本, 而零售商所承担的保鲜成本比例为 $1 - \lambda$, $0 < \lambda \leq 1$;

2) 供应商根据成本分摊比例及零售商的反应函数决定产品生鲜水平及批发价;

3) 零售商根据成本分摊比例、产品生鲜水平及批发价格决定产品零售价格和采购量.

基于决策的顺序, 供应商与零售商的利润函数为

$$\pi_M = (w - c)(\alpha - \beta p + \eta l) - \frac{1}{2}\lambda\gamma l^2,$$

$$\pi_R = (p - w)(\alpha - \beta p + \eta l) - \frac{1}{2}(1 - \lambda)\gamma l^2.$$

由2.2.1节可得给定成本共担比例的情况下零售商和供应商在第2和第3阶段的反应函数. 因此, 采用议价求解最优成本共享参数 λ , 即

$$\max_{\lambda} \pi_B = \pi_M \pi_R.$$

采用逆向归纳法对零售商利润进行分析, 有

$$\max_p \pi_R = (p - w)(\alpha - \beta p + \eta l) - \frac{1}{2}(1 - \lambda)\gamma l^2.$$

对价格求一阶条件, 有

$$\frac{\partial \pi_R}{\partial p} = (-\beta)(p - w) + (\alpha - \beta p + \eta l).$$

因 $\frac{\partial^2 \pi_R}{\partial p^2} = -2\beta < 0$, 故该零售商利润函数为关于 p 的凹函数, 存在最优解. 令一阶导数等于0, 可得

$$p = \frac{\alpha + w\beta + \eta l}{2\beta}. \tag{13}$$

再对供应商的利润函数求解

$$\max_{(w,l)} \pi_M = (w - c)(\alpha - \beta p + \eta l) - \frac{1}{2}\gamma\lambda l^2, \tag{14}$$

将式(13)所求得的 p 代入(14), 再对 w 和 l 求一阶条件, 可得

$$\frac{\partial \pi_M}{\partial w} = \frac{\alpha + \beta c + \eta l - 2\beta w}{2},$$

$$\frac{\partial \pi_M}{\partial l} = \frac{(w - c)\eta - 2\gamma\lambda}{2}.$$

因为

$$\frac{\partial^2 \pi_M}{\partial w^2} = -\beta < 0, \frac{\partial^2 \pi_M}{\partial l^2} = -\gamma\lambda < 0, \frac{\partial^2 \pi_M}{\partial w \partial l} = \frac{\eta}{2},$$

行列式结果 $\gamma\beta\lambda - \frac{\eta^2}{4} > 0$, 所以 Hessian 矩阵负定. 因此, 供应商利润函数为关于 w 和 l 的凹函数, 存在最优解. 由一阶条件, 最优解为

$$w(\lambda) = \frac{2\alpha\gamma - c(2\gamma\lambda - \eta^2)}{4\beta\gamma\lambda - \eta^2},$$

$$l(w) = \frac{\eta(\alpha - \beta c)}{4\beta\lambda\gamma - \eta^2}. \tag{15}$$

将式(15)所求得的值代入式(12)、(13)、(14), 可得

$$p(\lambda) = \frac{3\alpha\gamma\lambda + c(\beta\gamma\lambda - \eta^2)}{4\beta\gamma\lambda - \eta^2},$$

$$\pi_M(\lambda) = \frac{\gamma\lambda(\alpha - \beta c)^2}{8\beta\gamma\lambda - 2\eta^2},$$

$$\pi_R(\lambda) = \frac{\gamma(\alpha - \beta c)^2(2\beta\gamma\lambda^2 - \eta^2 + \eta^2\lambda)}{2(4\beta\gamma\lambda - \eta^2)^2}.$$

由 $\max_{\lambda} \pi_B = \pi_M \pi_R$, 对 λ 求一阶条件, 有

$$\frac{\partial \pi_B}{\partial \lambda} = \frac{(\gamma^2 \eta^2 \alpha - \beta c)^4 (10\beta\gamma\lambda^2 - \eta^2 + 2\eta^2\lambda - 8\gamma\beta\lambda)}{4(4\beta\gamma\lambda - \eta^2)^4};$$

二阶条件

$$\frac{\partial^2 \pi_B}{\partial \lambda^2} = (\gamma^2 \eta^2 \alpha - \beta c)^4 \times \frac{(40\gamma^2 \beta^2 \lambda^2 - 12\gamma\beta\eta^2 + 22\beta\gamma\eta^2\lambda - 96\gamma^2 \beta^2 \lambda)}{2(4\beta\gamma\lambda - \eta^2)^5}.$$

π_B 对 λ 的二阶负定条件为 $\lambda < T$, 且

$$T = \frac{(24\beta\gamma - 11\eta^2) + \sqrt{(9\eta^2)^2 + (24\beta\gamma)^2 - 48\beta\gamma\eta^2}}{40\beta\gamma}.$$

已知 $0 < \lambda \leq 1$, 限定 T 的取值范围 $0 < T \leq 1$, 可得

$$\frac{7\eta^2}{24\beta} < \gamma \leq \frac{(5 + \sqrt{33})\eta^2}{14\beta},$$

因此 π_B 为关于 λ 的凹函数. 令一阶导数等于 0, 可得最优解为

$$\lambda^* = \frac{(4\beta\gamma - \eta^2) + \sqrt{(\eta^2 + 4\beta\gamma)^2 - 6\beta\gamma\eta^2}}{10\beta\gamma}. \quad (16)$$

由于

$$\frac{\partial \pi_B}{\partial \lambda} = \frac{(\gamma^2 \eta^2 \alpha - \beta c)^4 (10\beta\gamma\lambda^2 - \eta^2 + 2\eta^2\lambda - 8\gamma\beta\lambda)}{4(4\beta\gamma\lambda - \eta^2)^4},$$

可得: 当 $\lambda \leq 4/5$ 时, 函数关于 λ 呈负相关; 当 $\lambda \leq 1/2$ 时, 函数关于 λ 呈正相关. 而且函数在 λ 上连续, 因此, 当 $\lambda \in (1/2, 4/5)$ 时, 存在唯一解.

命题 4 1) λ 取值范围为 $\lambda^* \in [1/2, 4/5]$;

2) 博弈下的最优值为

$$\lambda^* = \frac{(4\beta\gamma - \eta^2) + \sqrt{(\eta^2 + 4\beta\gamma)^2 - 6\beta\gamma\eta^2}}{10\beta\gamma},$$

且参数的范围为 $\frac{7\eta^2}{24\beta} < \gamma \leq \frac{(5 + \sqrt{33})\eta^2}{14\beta}$.

将所求 λ 代入式 (13)~(16), 可得其他参数值如表 2 所示.

表 2 成本共担契约下各参数值

参数	博弈下的成本分摊
l^b	$\frac{5\eta(\alpha - \beta c)}{(8\beta\gamma - 7\eta^2) + 2\sqrt{(\eta^2 + 4\beta\gamma)^2 - 6\beta\gamma\eta^2}}$
w^b	$\frac{(\alpha + \beta c)[4\beta\gamma + \sqrt{(\eta^2 + 4\beta\gamma)^2 - 6\beta\gamma\eta^2}] - \eta^2(\alpha + 6\beta c)}{\beta[(8\beta\gamma - 7\eta^2) + 2\sqrt{(\eta^2 + 4\beta\gamma)^2 - 6\beta\gamma\eta^2}]}$
p^b	$\frac{(3\alpha + \beta c)[4\beta\gamma + \sqrt{(\eta^2 + 4\beta\gamma)^2 - 6\beta\gamma\eta^2}] - \eta(3\alpha + 11\beta c)}{2\beta[(8\beta\gamma - 7\eta^2) + 2\sqrt{(\eta^2 + 4\beta\gamma)^2 - 6\beta\gamma\eta^2}]}$
π_M^b	$\frac{(\alpha - \beta c)^2 [(4\beta\gamma - \eta^2) + \sqrt{(\eta^2 + 4\beta\gamma)^2 - 6\beta\gamma\eta^2}]}{4\beta[(8\beta\gamma - 7\eta^2) + 2\sqrt{(\eta^2 + 4\beta\gamma)^2 - 6\beta\gamma\eta^2}]}$
π_R^b	$\frac{(\alpha - \beta c)^2 [(3\eta^2 + 8\beta\gamma)(\sqrt{(\eta^2 + 4\beta\gamma)^2 - 6\beta\gamma\eta^2}) - 3\eta^4 + 4\beta\gamma(8\beta\gamma - 9\eta^2)]}{4\beta[(8\beta\gamma - 7\eta^2) + \sqrt{(\eta^2 + 4\beta\gamma)^2 - 6\beta\gamma\eta^2}]^2}$
π_{SC}^b	$\frac{(\alpha - \beta c)^2 [(12\beta\gamma - 3\eta^2)(\sqrt{(\eta^2 + 4\beta\gamma)^2 - 6\beta\gamma\eta^2}) + 3\eta^4 + 2\beta\gamma(24\beta\gamma - 17\eta^2)]}{2\beta[(8\beta\gamma - 7\eta^2) + 2\sqrt{(\eta^2 + 4\beta\gamma)^2 - 6\beta\gamma\eta^2}]^2}$

一般分散式供应链与议价下的成本共担契约均
值对比如下: $l^b \geq l^*$, $w^b \geq w^*$, $p^b \geq p^*$, $\pi_M^b \geq \pi_M^*$,
 $\pi_M^b \geq \pi_M^*$.

证明 因为

$$l^b \geq l^* \Rightarrow (6\beta\gamma + \eta^2) \geq \sqrt{(\eta^2 + 4\beta\gamma)^2 - 6\beta\gamma\eta^2} \Rightarrow 10\beta\gamma(2\beta\gamma + \eta^2) \geq 0.$$

所以不等式成立. 依次可证

$$w^b \geq w^* \Rightarrow 10\beta\gamma(2\beta\gamma + \eta^2) \geq 0,$$

$$p^b \geq p^* \Rightarrow 10\beta\gamma(2\beta\gamma + \eta^2) \geq 0,$$

$$\pi_M^b \geq \pi_M^* \Rightarrow 10\beta\gamma(2\beta\gamma + \eta^2) \geq 0. \quad \square$$

议价下的成本共担契约情形下, 产品生鲜度相比于分散供应链更高; 与零售商契约的达成, 可有效降低供应商所承担的保鲜成本, 因此, 供应商更愿意在低成本条件下提供更好的保鲜技术或措施. 此时, 产品的批发价相比于一般分散式供应链而言更高, 在消费者对产品生鲜敏感度高的市场下, 高生鲜水平会导致消费者购买力度增大, 需求增加. 所以, 该机制使供应链整体利润提高, 根据利润的分配原则, 也会使供

应商和零售商的利润增加. 由模型分析 $\pi_M^b \geq \pi_M^*$ 可知在成本共担契约下供应商明显受益. 但是, 零售商与供应链整体效益分析相对较为复杂, 下面将通过数值分析加以说明.

3 数值分析

利用第2节模型最优解算法对本文提出的模型进行数值分析. 选取基本参数值 $\alpha = 1000, \beta = 50, c = 6, \eta = 40$; 其意义是产品市场规模为1000, 消费者价格敏感系数为50, 供应商可变生产成本为6, 消费者生鲜敏感系数为40^[3,29]. 本节将对保鲜投资成本系数以及消费者生鲜度敏感程度对决策变量的影响机制进行数值模拟.

3.1 保鲜投资成本系数对决策变量的影响

本小节主要分析保鲜成本系数变化对供应链生鲜度水平、成本共担契约下零售商分摊比例、零售价及供应链整体利润所产生的影响. 保鲜成本系数是指采用保鲜技术产品的成本与未加工前产品成本之间的比率.

由图1可知, 随着保鲜成本系数的增大, 4种情形下的供应链保鲜努力程度均呈下降趋势. 由于保鲜成本系数的上升, 导致保鲜成本上升, 零售商倾向减少保鲜技术的实施以减少技术投资带来的损失, 因而导致食品保鲜努力水平下降. 并且在相同保鲜成本系数条件下, 产品的保鲜努力程度在集中式供应链下最高, 普通分散式供应链最低. 这是由于集中式供应链下供应商和零售商是利益共同体, 在特定的保鲜成本下两参与者共同承担该保鲜成本; 普通分散式供应链下, 两者均独立作出决策使自身利润最大, 此时只有供应商独立承担保鲜成本. 所以, 利润相同的情况下, 集中式供应链在低成本下提供的保鲜技术要高于分散式供应链的保鲜技术.

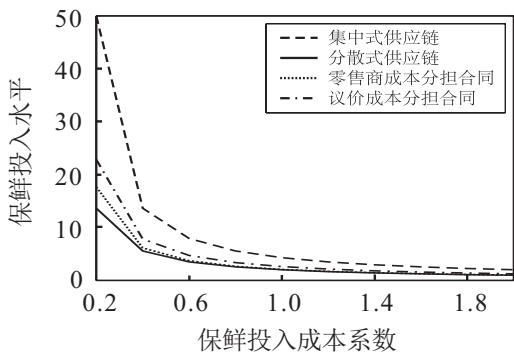


图1 保鲜投入成本系数对保鲜努力水平的影响

由图2可知, 随着保鲜成本系数的增大, 成本共担契约两种情形下零售商分摊比例均呈下降趋势. 在维持零售商利润的作用下, 零售商会减少产品

的保鲜成本, 导致零售商承担的成本比例降低. 并且, 议价下零售商承担成本比例大于由零售商提供的成本共担契约下的成本比例. 这是由于当零售商单独决策成本分摊比例时, 会尽量使自身的利益达到最大化, 从而降低产品的总成本; 议价下的成本共担契约, 由供应链两参与者博弈产生, 双方都在自身利润最大化的作用下约束对方的决策, 故零售商单独决策成本分摊比例时成本更低. 因此, 零售商更愿意达成由自身提供分摊比例的成本共担契约.

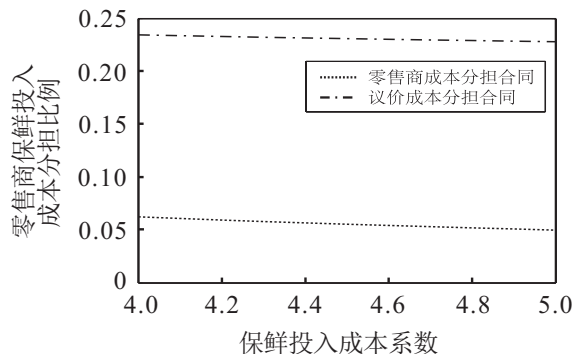


图2 保鲜成本系数对零售商分摊比例的影响

由图3可知, 随着保鲜成本系数的增大, 4种情形下的供应链零售价均呈下降趋势. 原因在于保鲜成本系数的上升使食品保鲜成本上升, 零售商将尽可能地减少产品保鲜技术的投入以减少损失, 从而导致食品的生鲜度水平较低. 当消费者发现产品生鲜度水平下降时, 对产品的需求意愿就会下降, 从而产品期望需求就会减少. 因此, 在供需关系作用下, 产品零售价也将下降. 另外, 相同保鲜成本系数下, 产品的零售价在成本契约下的分散式供应链比一般的分散式供应链更高. 原因在于, 成本共担契约下特定的保鲜成本可由两主体达成协议分担相应的比例, 即供应商只需承担一部分的保鲜成本. 普通分散式供应链下, 两者均独立作出决策使自身利润最大, 此时只有供应商独立承担保鲜成本. 所以, 利润相同的情况下, 契约供应链下提供的保鲜技术要高于分散式供应链, 故高保鲜技术下产品的零售价也更高.

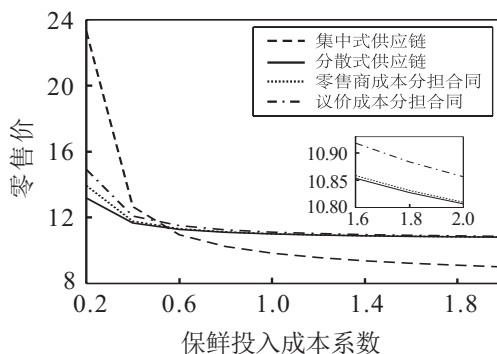


图3 保鲜成本系数对零售价的影响

由图4可知,随着保鲜成本系数的增大,4种情形下的供应链收益均呈下降趋势. 由图3分析知,消费者的需求随着保鲜成本系数的下降而减少,所以,对于易变质生鲜食品,零售商会尽可能减少食品购买量,以减少产品变质带来的损失. 因此,在供需关系作用下,食品批发价将下降. 在零售商需求下降和批发价下降作用下,供应商的利润也会下降. 综合分析可知,供应链的利润随着保鲜成本系数增大而减少.

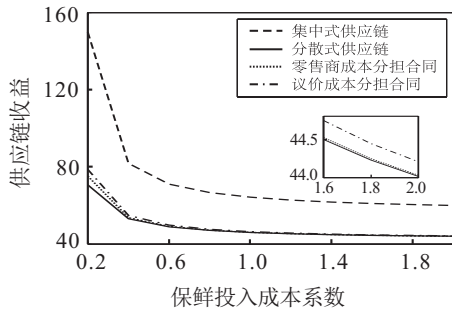


图4 保鲜成本系数对供应链收益的影响

3.2 需求价格系数对保鲜努力程度的影响

本节根据第2节模型最优解计算算法,对本文提出的模型进行数值分析. 根据实际市场情况以及 γ 的取值范围 $\frac{7\eta^2}{24\beta} < \gamma \leq \frac{(5 + \sqrt{33})\eta^2}{14\beta}$, 参数 γ 的取值范围为[9, 24].

由图5可知,随着需求价格系数的增加,4种情形下的保鲜努力水平均呈下降趋势. 由于消费者对价格很敏感,必然会更加趋向于低价产品,因而零售商会根据消费者敏感程度增大而尽量降低销售价格以留住消费者. 因此在消费者需求的作用下,零售商和供应商不会提升保鲜技术使成本上升,导致产品价格高昂. 从图5中还知,成本共担契约供应链中保鲜努力程度要高于普通分散式供应链. 原因在于:普通分散式供应链中两主体单独决策,使自身的利益达到最大化时会降低产品的总成本;成本共担契约,由供应链两参与者博弈产生成本分摊比例,双方都在自身利润最大化的作用下约束对方的决策. 故在维持自身利润最大化的作用下,零售商会减少产品保鲜成本的投入.

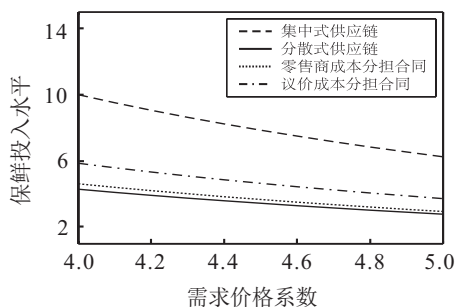


图5 需求价格系数对保鲜努力水平的影响

由图6可知,随着需求价格系数的增加,4种情形下的供应链整体收益呈下降趋势. 由图5分析知,保鲜努力水平随着需求价格系数的增加而下降,所以,对于低保鲜水平的易变质生鲜食品,消费者倾向减少食品购买量,以减少产品变质带来的效用损失. 因此,在供需关系作用下,食品零售价和批发量下降,导致零售商的利润下降. 同时,在零售商需求与批发价下降的作用下,供应商的利润也会下降. 综合分析可知,供应链的收益随着需求价格系数的增加而减少.

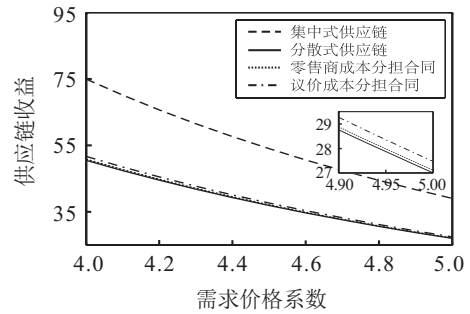


图6 需求价格系数对供应链收益的影响

4 结论

本文研究了成本共担契约对生鲜食品供应链保鲜投入的影响. 其中成本共担契约有两种模式:一是由零售商独自提供成本共担契约;另一种为参与者双方博弈下的成本共担契约. 模型结果分析和数值仿真表明,成本共担契约相比普通分散式供应链更利于单个成员及供应链整体. 利润相同的情况下,有契约下提供的保鲜技术要高于分散式供应链的保鲜技术,即契约下供应链保鲜努力程度更高;成本共担契约下会使供应商提供更高的保鲜努力程度,从而增加供应商和零售商的利润;博弈下成本共担契约的生鲜度努力水平和供应链利润高于由零售商提供成本共担. 由此,零售商和供应商应重视成本共担的积极作用,因为其不仅因保鲜努力程度的增大显著提高了消费者的意愿支付价格,而且还一定程度上增加了消费者的总需求,在以上两点共同作用下,显著增加了零售商及供应商的销售收入,也显著减少了其变质成本,进而使得二者利润大幅上升. 在当今消费者对新鲜高品质产品高度需求的情形下,供应商和零售商应共同努力,增加保鲜技术的投入力度,提高生鲜供应链产品生鲜度水平. 而在完全竞争市场及格雷欣法则与外部性的共同作用下,市场的改进往往无法使供应链达到最优的协调.

另外,政府应当发挥其应有的作用,通过增加惩罚、加强监管等方式对生鲜品损耗加以控制,推动生鲜产业链技术升级. 作为消费者,产品最终的受用者,

应在维护自身利益的作用下,积极举报不合法的生鲜品处理行为,遇到生鲜品变质等现象应积极投诉,助力生鲜供应链产业升级。

参考文献(References)

- [1] Wang X, Li D. A dynamic product quality evaluation based pricing model for perishable food supply chains[J]. *Omega*, 2012, 40(6): 906-917.
- [2] 王道平, 程蕾, 李锋. 产出不确定的农产品供应链协调问题研究[J]. *控制与决策*, 2012, 27(6): 881-885.
(Wang D P, Chen L, Li F. Supply chain coordination of agricultural product under random yield[J]. *Control and Decision*, 2012, 27(6): 881-885.)
- [3] Song H, Gao X. Green supply chain game model and analysis under revenue-sharing contract[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2017, 170: 183-192.
- [4] Soto-Silva W E, Nadal-Roig E, González-Araya M C, et al. Operational research models applied to the fresh fruit supply chain[J]. *European Journal of Operational Research*, 2016, 251(2): 345-355.
- [5] Maihami R, Karimi B. Effect of two-echelon trade credit on pricing-inventory policy of non-instantaneous deteriorating products with probabilistic demand and deterioration functions[J]. *Annals of Operations Research*, 2016, 257(1): 1-37.
- [6] Herbon A, Khmel'nitsky E. Optimal dynamic pricing and ordering of a perishable product under additive effects of price and time on demand[J]. *European Journal of Operational Research*, 2017, 260(2): 546-556.
- [7] Ghoreishi M, Mirzazadeh A, Weber G W. Optimal pricing and ordering policy for non-instantaneous deteriorating items under inflation and customer returns[J]. *Optimization*, 2014, 63(12): 1785-1804.
- [8] Li S, Shao L, You H. Markdown pricing or bundling for complementary products in the presence of strategic consumers[J]. *Procedia Computer Science*, 2017, 112: 1562-1569.
- [9] 魏航. 同质生鲜产品捆绑销售的最优策略[J]. *管理科学学报*, 2012, 15(6): 7-21.
(Wei H. Optimal bundling sale strategy for homogenous fresh products[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2012, 15(6): 7-21.)
- [10] 张学龙, 王军进. 制造商主导型双渠道供应链协调决策模型[J]. *控制与决策*, 2016, 31(8): 1519-1525.
(Zhang X L, Wang J J. Supply chain coordination decision model of manufacture-led dualchannel supply[J]. *Control and Decision*, 2016, 31(8): 1519-1525.)
- [11] Cai X, Chen J, Xiao Y, et al. Optimization and coordination of fresh product supply chains with freshness-keeping effort[J]. *Production and Operations Management*, 2010, 19(3): 261-278.
- [12] 浦徐进, 李栋栋, 王执杰. 考虑参照价格效应的双渠道供应链协调机制设计[J]. *控制与决策*, 2017, 32(7): 1273-1278.
(Pu X J, Li D D, Wang Z J. Coordination mechanism of dual-channel supply chains considering reference price effect[J]. *Control and Decision*, 2017, 32(7): 1273-1278.)
- [13] Huang X, Choi S M, Ching W K, et al. On supply chain coordination for false failure returns: A quantity discount contract approach[J]. *International Journal of Production Economics*, 2011, 133(2): 634-644.
- [14] Devangan L, Amit R K, Mehta P, et al. Individually rational buyback contracts with inventory level dependent demand[J]. *International Journal of Production Economics*, 2013, 142(2): 381-387.
- [15] 王道平, 张博卿. 联合促销和风险规避下应对突发事件的供应链协调策略[J]. *控制与决策*, 2017, 32(3): 498-506.
(Wang D P, Zhang B Q. Disruption coordination under risk-averse supply chain and joint promotion strategy[J]. *Control and Decision*, 2017, 32(3): 498-506.)
- [16] Arani H V, Rabbani M, Rafiei H. A revenue-sharing option contract toward coordination of supply chains[J]. *International Journal of Production Economics*, 2016, 178: 42-56.
- [17] 王道平, 李昕怡, 张博卿. 考虑两阶段价格的生鲜农产品供应链协调研究[J]. *工业工程与管理*, 2016, 21(5): 16-22.
(Wang D P, Li X Y, Zhang B Q. Study on coordination of fresh agricultural products supply chain based on two-phase pricing[J]. *Industrial Engineering and Management*, 2016, 21(5): 16-22.)
- [18] 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 L, Yang S P, Dan B. Three-level supply chain coordination of fresh agricultural products with time constraints[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2011, 19(3): 55-62.)
- [19] 熊峰, 彭健, 金鹏, 等. 生鲜农产品供应链关系契约稳定性影响研究——以冷链设施补贴模式为视角[J]. *中国管理科学*, 2015, 23(8): 102-111.
(Xiong F, Peng J, Jin P, et al. The impact of relational contracts stability about fresh agricultural product supply chain study: From the perspective of cold chain facilities subsidy mode[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2015, 23(8): 102-111.)
- [20] 孙玉玲, 洪美娜, 石岩然. 考虑公平关切的鲜活农产品供应链收益共享契约[J]. *运筹与管理*, 2015, 24(6): 103-111.
(Sun Y L, Hong M N, Shi K R. Revenue sharing contract of supply chain for fresh agricultural products considering fairness concerns[J]. *Operations Research and Management Science*, 2015, 24(6): 103-111.)
- [21] 吴忠和, 陈宏, 赵千, 等. 时间约束下鲜活农产品供应链应急协调契约[J]. *系统管理学报*, 2014, 23(1): 49-56.
(Wu Z H, Chen H, Zhao Q, et al. Supply chain disruption

- coordination for fresh agricultural products under time constraints[J]. *Journal of Systems & Management*, 2014, 23(1): 49-56.)
- [22] 吴忠和, 陈宏, 赵千. 时间约束下鲜活农产品供应链应急协调数量折扣契约研究[J]. *运筹与管理*, 2014, 23(3): 146-156.
(Wu Z H, Chen H, Zhao Q. Supply chain disruptions coordination of fresh agricultural products under time constraints with quantity discount contracts[J]. *Operations Research and Management Science*, 2014, 23(3): 146-156.)
- [23] 刘金培, 林盛, 陈华友, 等. 易逝品价格连续下降情况下带有随机需求的供应链协调[J]. *运筹与管理*, 2012, 21(2): 31-37.
(Liu J P, Lin S, Chen H Y, et al. Supply chain coordination of perishable goods with the price continuously decreasing under stochastic demand[J]. *Operations Research and Management Science*, 2012, 21(2): 31-37.)
- [24] 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 Y, Fan T J, Zhang L. Coordination of fresh agricultural supply chain with asymmetric freshness information[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2016, 24(9): 147-155.)
- [25] 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.
(Yang L, Xiao X C, Zhang Z Y. Optimal pricing policies of fresh agricultural product supply chain with effort level dependent demand[J]. *Journal of Systems & Management*, 2017, 26(1): 142-153.)
- [26] Gurnani H, Erkoc M. Supply contracts in manufacturer-retailer interactions with manufacturer-quality and retailer effort-induced demand[J]. *Naval Research Logistics*, 2010, 55(3): 200-217.
- [27] Ha A Y, Tong S, Zhang H. Sharing demand information in competing supply chains with production diseconomies[J]. *Mathematics of Operations Research*, 2011, 57(3): 566-581.
- [28] 胡军, 张镓, 芮明杰. 线性需求条件下考虑质量控制的供应链协调契约模型[J]. *系统工程理论与实践*, 2013, 33(3): 601-609.
(Hu J, Zhang J, Rui M J. Supply chain coordination model contract considering quality control under the condition of linear demand[J]. *System Engineering — Theory & Practice*, 2013, 33(3): 601-609.)
- [29] 马雪丽, 王淑云, 金辉, 等. 考虑保鲜努力与数量/质量弹性的农产品三级供应链协调优化[J]. *中国管理科学*, 2018, 26(2): 175-185.
(Ma X L, Wang S Y, Jin H, et al. Coordination and optimization of three-echelon agricultural product supply chain considering freshness-keeping effort and quantity/quality elasticity[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2018, 26(2): 175-185.)

作者简介

曹裕(1985—), 女, 教授, 博士生导师, 从事食品供应链管理、企业可持续运作管理、食品安全与政策分析等研究, E-mail: xiaoyu198549@126.com;

刘培培(1996—), 女, 硕士生, 从事食品供应链管理的研究, E-mail: 1728547205@qq.com;

胡韩莉(1989—), 女, 博士生, 从事食品供应链管理的研究, E-mail: hanxi8991@sina.com.

(责任编辑: 李君玲)

《控制与决策》被评为“2019中国国际影响力优秀学术期刊”

本刊讯: 2019年10月28日~29日, “2019中国学术期刊未来论坛”在北京召开, 发布了由中国学术文献国际评价研究中心和清华大学图书馆研制、中国知网出版的《中国学术期刊国际引证年报(2019版)》(简称:《年报》)。《年报》发布了国内学术期刊的重要评价指标, 并对期刊国际影响力作出了综合评估, 客观公正地分析了国内学术期刊在国际业界的影响力水

平, 得到了学术界和期刊界以及相关部门的高度认可。

《年报》数据显示, 《控制与决策》的国际影响力指数在3900余种自然科学与工程技术类期刊中排名Top10%, 在全国140种自动化和计算机领域期刊中排名第5, 被评为“2019中国国际影响力优秀学术期刊”, 充分体现了《控制与决策》在国际自动化控制领域的权威性和影响力。