

【工程与技术】

# 零售商公平关切的生鲜农产品供应链决策研究

胡 怡<sup>1</sup>, 冯艳刚<sup>2</sup>

(1. 阜阳师范大学 经济学院; 2. 阜阳师范大学 商学院, 安徽 阜阳 236037)

**摘 要:** 由于生鲜农产品易腐烂变质, 给供应商和零售商造成损失, 故考虑供应商提供保鲜努力, 零售商提供相应增值服务, 兼顾零售商的公平关切特性, 构建由供应商主导的两级生鲜农产品供应链决策模型。在此基础上, 分别构建集中与分散决策, 对比两者最优解及相关参数。结果显示: 供应商的批发价格、保鲜努力水平及利润随着零售商公平关切度和谈判能力的提高而降低, 零售商的价格和增值服务水平则保持不变并与公平中性时相等; 分散决策下的利润低于集中决策。因此, 考虑设计双向成本共担与收益补偿契约来协调供应链。研究表明, 当契约中的补偿额满足一定范围时, 该供应链能达到帕累托改进。

**关键词:** 生鲜农产品; 公平关切; 保鲜努力水平; 增值服务水平; 帕累托改进

**中图分类号:** F 274 **文献标识码:** A **DOI:** 10.13486/j.issn.2097-4973.2025.04.011

生鲜农产品(包括水果、蔬菜、肉蛋、水产品等)具有保鲜期短、易腐变质等特点。因为保鲜技术不成熟、保鲜成本过高等因素, 生鲜农产品在常温运输过程中容易变质, 给相应节点企业带来损失, 因此, 防止生鲜农产品腐烂变质尤为重要。生鲜农产品供应商由于自身资源的限制, 无法为保鲜提供最好的技术保证; 作为合作伙伴的零售商, 也应在保鲜方面付出一定的努力。同时随着人们生活节奏的加快, 顾客在消费过程中更加注重购物体验, 比如对水果进行切块、削皮, 搭配好蔬菜和肉类等。因此, 零售商可以提供相应的服务供顾客选择, 供应链节点企业需要向消费者提供增值服务。此外, 在供应链决策中, 零售商因为规模小, 一般处于相对弱势的地位, 为了自身利益的最大化, 其可能做出降低供应链整体利润的行为, 导致供应链整体利润下降。所以, 在零售商具有公平关切的情况下, 研究其如何提高增值服务水平, 供应商如何提高保鲜努力水平以及如何使生鲜农产品供应链达到帕累托改进具有重要意义。

相关学者对供应链决策和协调问题的探讨已有很多。吴爽等研究了双渠道生鲜供应链系统下零售商不进行和进行预售的情景<sup>[1]</sup>。Liu 等综合考虑价格和质量因素对供应商竞争力的影响, 研究了供应链博弈和协调问题<sup>[2]</sup>, Luo 等则在 Liu 等研究的基础上研究了新鲜度对价格的影响<sup>[3]</sup>。赵忠等考虑将保鲜努力引入需求函数, 研究了供应链的协调问题<sup>[4]</sup>。刘玲等则考虑 O2O 模式下的供应链协调问题<sup>[5]</sup>。方新等假设需求受保鲜投入和货架服务水平的影响, 研究决策及协调问题<sup>[6]</sup>。曹晓宁等在考虑新鲜度变动影响需求以及供应商提供保鲜努力的情形下, 通过三种契约提高各成员的利润<sup>[7]</sup>。王道平等则在曹晓宁研究的基础上设计两种不同的成本分担契约对供应链实现协调<sup>[8]</sup>。在现实情况中, 需求和产出都是随机的, 而上述研究并未考虑此种情况。李中庆等在需求不确定的情况下, 研究了供应链的协调问题<sup>[9]</sup>。文献[10-11]

收稿日期: 2025-02-26

基金项目: 安徽省哲学社会科学规划项目(AHSKQ2024D041); 阜阳师范大学校级自然科学研究项目(2024FSKJ06)

第一作者简介: 胡 怡(1995—), 女, 安徽安庆人, 助教, 硕士, 主要从事供应链管理研究。

E-mail: 1210783790@qq.com

在产出不确定下考虑协调问题。上述研究仅讨论了保鲜努力情形,而并未涉及增值服务。张家宁等同时考虑两种因素,比较双渠道供应链集中与分散决策的不同<sup>[12]</sup>。刘墨林等考虑保鲜和增值服务水平对决策的影响,设计契约使供应链达到完美协调<sup>[13]</sup>。随着决策双方对公平重视程度增加,供应链的决策也受到公平关切的影响。魏玉莲等在零售商公平关切情况下,分析了双渠道供应链的决策情况<sup>[14]</sup>。袁宇翔等考虑零售商具有公平关切和风险规避双重行为偏好,研究了定价和协调问题<sup>[15]</sup>。赵燕飞等研究了不同公平关切水平和消费者渠道偏好对电商和实体零售商的决策影响<sup>[16]</sup>。杨浩雄等将预售规模加入需求模型中,研究了供应链协调问题<sup>[17]</sup>。文献[18-19]在绿色供应链背景下,探究了三种不同情形对成员决策的影响。潘金涛等探讨了不同政府补贴下公平关切和渠道竞争对供应链决策的影响<sup>[20]</sup>。在生鲜农产品供应链决策的研究问题上,张旭等在零售商具有公平关切下研究了供应链的协调问题<sup>[21-23]</sup>,覃燕红等考虑供应商和零售商同时提供保鲜努力下采用组合契约进行供应链协调<sup>[24]</sup>。

综上所述,大部分文献探讨的是保鲜努力、增值服务影响需求及考虑保鲜努力和零售商具有公平关切的生鲜农产品供应链协调问题,尚未查阅到文献探讨在零售商具有公平关切的情况下,同时考虑增值服务和保鲜努力的协调问题,而增值服务日渐受到消费者的关注。鉴于此,本文假定零售商具有公平关切,供应商具有公平中性,同时考虑零售商提供增值服务,供应商提供保鲜努力,研究生鲜农产品供应链决策,通过合理设计契约实现双方决策目标的帕累托改进。

## 1 模型构建和基本假设

### 1.1 模型构建

考虑一个两级生鲜农产品供应链决策模型,该模型由一个供应商  $v$  和一个零售商  $r$  组成。该模型的决策顺序如下:供应商在供应链中处于主导地位,先决定农产品的单位批发价格  $w$  并提供保鲜努力水平  $e$ ,记供应商每单位生鲜农产品的成本为  $c$ ;零售商会根据当前的市场需求,向供应商订购一定数量的农产品,然后以每单位农产品销售价格  $p$  销售给顾客。为了增加消费者的购买数量,零售商将提供一些增值服务  $s$ ,为方便计算,假设零售商的成本为 0。

### 1.2 基本假设

**假设 1** 假设消费者需求受生鲜农产品销售价格  $p$ 、保鲜努力水平  $e$ 、增值服务水平  $s$  的共同影响,则市场需求函数  $d = a - bp + ke + \gamma s$ 。式中: $a$  表示农产品的潜在市场需求; $b$  表示需求价格弹性, $b > 0$ ; $k$  表示新鲜度需求弹性, $k > 0$ ; $\gamma$  表示增值服务需求弹性, $\gamma > 0$ 。

**假设 2** 参考文献[25]的做法,将保鲜努力成本记作  $C(e) = \frac{1}{2}\mu_e e^2$ ,增值服务成本记作  $C(s) = \frac{1}{2}\mu_s s^2$ 。式中: $\mu_e$  表示保鲜努力投入成本系数, $0 < \mu_e < 1$ ; $\mu_s$  表示增值服务投入成本系数, $0 < \mu_s < 1$ 。

**假设 3** 双方均为风险中性并且信息对称。

**假设 4** 零售商具有公平关切,供应商是公平中性。参考张旭和张庆的做法<sup>[21]</sup>,零售商的效用函数表示为  $U_r = \frac{1+\lambda}{1+\delta\lambda}(\pi_r - \delta\lambda\pi_v)$ 。式中: $\lambda$  表示零售商的公平关切系数, $\lambda \geq 0$ ; $\delta$  表示零售商的谈判能力, $0 < \delta \leq \frac{1}{2}$ ; $\pi_r$  表示零售商的利润; $\pi_v$  表示供应商的利润。

## 2 供应链决策模型

### 2.1 集中决策(C)

供应链的利润函数  $\pi_c = (p - c)d - \frac{1}{2}\mu_e e^2 - \frac{1}{2}\mu_s s^2$ 。对  $\pi_c$  求  $p$ 、 $e$ 、 $s$  的一阶偏导,并使结果为 0 得

$$\frac{\partial \pi_c}{\partial p} = a - 2bp + ke + \gamma s + bc = 0, \frac{\partial \pi_c}{\partial e} = kp - kc - \mu_e e = 0, \frac{\partial \pi_c}{\partial s} = \gamma p - \gamma c - \mu_s s = 0.$$

求  $p, e, s$  的二阶偏导得

$$\frac{\partial^2 \pi_s}{\partial p^2} = -2b < 0, \frac{\partial^2 \pi_s}{\partial e^2} = -\mu_e < 0, \frac{\partial^2 \pi_s}{\partial s^2} = -\mu_s < 0.$$

$U_s$  关于  $p, e, s$  的三阶海塞矩阵为  $\mathbf{H}_3 = \begin{bmatrix} -2b & k & \gamma \\ k & -\mu_e & 0 \\ \gamma & 0 & -\mu_s \end{bmatrix}$ 。其中, 一阶主子式为  $-2b < 0$ 。当  $-2b\mu_e\mu_s +$

$\gamma^2\mu_e + k^2\mu_s \leq 0$  即  $2b\mu_e\mu_s - \gamma^2\mu_e - k^2\mu_s \geq 0$  时, 三阶海塞矩阵为负定,  $U_s$  是关于  $p, e, s$  的凹函数, 故  $p, e, s$  具有最优解。采用逆向归纳法, 可得定理 1。

**定理 1** 集中决策下, 供应链的最优销售价格、保鲜努力水平、增值服务水平和利润分别如下:

$$\begin{aligned} p^{c*} &= \frac{\mu_e\mu_s(a+bc) - (k^2\mu_s + \gamma^2\mu_e)c}{2b\mu_e\mu_s - k^2\mu_s - \gamma^2\mu_e}, \\ e^{c*} &= \frac{k(a-bc)\mu_s}{2b\mu_e\mu_s - k^2\mu_s - \gamma^2\mu_e}, \\ s^{c*} &= \frac{\gamma(a-bc)\mu_e}{2b\mu_e\mu_s - k^2\mu_s - \gamma^2\mu_e}, \\ \pi_s^{c*} &= \frac{\mu_e\mu_s(a-bc)^2}{2b\mu_e\mu_s - k^2\mu_s - \gamma^2\mu_e}. \end{aligned}$$

**2.2 零售商公平关切下的分散决策 (F)**

供应链双方分别从自身利益最大化出发做出决策, 决策双方的利润和零售商的效用函数为

$$\pi_r = (p-w)d - \frac{1}{2}\mu_s s^2, \pi_v = (w-c)d - \frac{1}{2}\mu_e e^2, U_r = \frac{1+\lambda}{1+\delta\lambda}(\pi_r - \delta\lambda\pi_v).$$

对  $U_r$  求  $p, s$  的一阶偏导可得

$$\begin{aligned} \frac{\partial U_r}{\partial p} &= \frac{1+\lambda}{1+\delta\lambda} [a - 2bp + ke + \gamma s + (1+\delta\lambda)b\tau w - \delta\lambda bc] = 0, \\ \frac{\partial U_r}{\partial s} &= \frac{1+\lambda}{1+\delta\lambda} [\gamma p - \mu_s s - (1+\delta\lambda)\gamma\tau w + \delta\lambda\gamma c] = 0; \end{aligned}$$

求  $p, s$  的二阶偏导可得

$$\frac{\partial^2 U_r}{\partial p^2} = -2b \frac{1+\lambda}{1+\delta\lambda} < 0, \frac{\partial^2 U_r}{\partial s^2} = -\mu_s \frac{1+\lambda}{1+\delta\lambda} < 0;$$

$U_r$  关于  $p, s$  的二阶海塞矩阵为

$$\mathbf{H}_2 = \begin{bmatrix} -2b \frac{1+\lambda}{1+\delta\lambda} & \gamma \frac{1+\lambda}{1+\delta\lambda} \\ \gamma \frac{1+\lambda}{1+\delta\lambda} & -\mu_s \frac{1+\lambda}{1+\delta\lambda} \end{bmatrix} = (2b\mu_s - \gamma^2) \left(\frac{1+\lambda}{1+\delta\lambda}\right)^2 > 0,$$

故  $U_r$  是  $p, s$  的凹函数,  $p, s$  具有最优解。采用逆向归纳法, 可得定理 2。

**定理 2** 零售商公平关切下的分散决策, 供应链的最优销售价格、保鲜努力水平、增值服务水平和利润分别如下:

$$\begin{aligned} p^{F*} &= \frac{\mu_e(1+\delta\lambda)[(\gamma^2 - b\mu_s)(a+bc) - 2ab\mu_s] + k^2bc\mu_s}{b[2\mu_e(1+\delta\lambda)(\gamma^2 - 2b\mu_s) + k^2\mu_s]}, \\ e^{F*} &= \frac{k\mu_s(bc-a)}{2\mu_e(1+\delta\lambda)(\gamma^2 - 2b\mu_s) + k^2\mu_s}, \\ s^{F*} &= \frac{\gamma\mu_e(1+\delta\lambda)(bc-a)}{2\mu_e(1+\delta\lambda)(\gamma^2 - 2b\mu_s) + k^2\mu_s}, \\ w^{F*} &= \frac{\mu_e(\gamma^2 - 2b\mu_s)[2bc(1+\delta\lambda) - (bc-a)] + k^2bc\mu_s}{b[2\mu_e(1+\delta\lambda)(\gamma^2 - 2b\mu_s) + k^2\mu_s]}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \pi_r^{F^*} &= \frac{\mu_s \mu_e^2 (bc-a)^2 (1+\delta\lambda) (2b\mu_s - \gamma^2) (1+3\delta\lambda)}{2[2\mu_e (1+\delta\lambda) (\gamma^2 - 2b\mu_s) + k^2 \mu_s]^2}, \\ \pi_v^{F^*} &= \frac{\mu_s \mu_e (bc-a)^2}{2[2\mu_e (1+\delta\lambda) (2b\mu_s - \gamma^2) - k^2 \mu_s]}, \\ U_r^{F^*} &= \frac{\mu_s \mu_e (1+\lambda) (bc-a)^2 [\mu_e (1+\delta\lambda)^2 (2b\mu_s - \gamma^2) + k^2 \mu_s \delta\lambda]}{2(1+\delta\lambda) [2\mu_e (1+\delta\lambda) (\gamma^2 - 2b\mu_s) + k^2 \mu_s]^2}. \end{aligned}$$

2.3 集中决策和分散决策比较

将零售商公平关切下的分散决策同集中决策进行比较,可得推论 1。

**推论 1**  $p^{F^*} > p^{C^*}, e^{F^*} < e^{C^*}, s^{F^*} < s^{C^*}$ 。

证明

$$\begin{aligned} p^{C^*} - p^{F^*} &= \frac{[2b\mu_e (1+\delta\lambda) (\gamma^2 - 2b\mu_s) + k^2 b\mu_s] [(a+bc)\mu_e \mu_s - c(k^2 \mu_s + \gamma^2 \mu_e)]}{b(2b\mu_e \mu_s - k^2 \mu_s - \gamma^2 \mu_e) [2\mu_e (1+\delta\lambda) (\gamma^2 - 2b\mu_s) + k^2 \mu_s]} < 0, \\ e^{C^*} - e^{F^*} &= \frac{k\mu_e \mu_s (a-bc) (\gamma^2 - 2b\mu_s) (1+2\delta\lambda)}{(2b\mu_e \mu_s - k^2 \mu_s - \gamma^2 \mu_e) [2\mu_e (1+\delta\lambda) (\gamma^2 - 2b\mu_s) + k^2 \mu_s]} > 0, \\ s^{C^*} - s^{F^*} &= \frac{\gamma\mu_e (a-bc) [\mu_e (\gamma^2 - 2b\mu_s) (1+\delta\lambda) - k^2 \mu_s \delta\lambda]}{(2b\mu_e \mu_s - k^2 \mu_s - \gamma^2 \mu_e) [2\mu_e (1+\delta\lambda) (\gamma^2 - 2b\mu_s) + k^2 \mu_s]} > 0. \end{aligned}$$

由推论 1 可以看出,零售商公平关切下分散决策的保鲜努力水平以及增值服务水平均低于集中决策。这是因为零售商公平关切下的分散决策双方分别从各自利益最大化出发先后做出决策,零售商和供应商为降低成本将分别降低保鲜努力和增值服务水平。而零售商具有公平关切特性,因此,在分散决策下所提供的销售价格高于集中决策。

将分散决策的利润与集中决策下的结果进行比较,可得推论 2。

**推论 2**  $\pi_r^{F^*} + \pi_v^{F^*} < \pi_x^{C^*}$ 。

证明

$$\begin{aligned} \pi_x^{C^*} - \pi_r^{F^*} - \pi_v^{F^*} &= \\ \frac{\mu_e \mu_s (a-bc)^2 \{ \mu_e (1+\delta\lambda) (\gamma^2 - 2b\mu_s) [(1+\delta\lambda) (5\gamma^2 \mu_e - 3k^2 \mu_s - 10b\mu_e \mu_s) + 8k^2 \mu_s] + k^2 \mu_s (k^2 \mu_s + 2b\mu_e \mu_s - \gamma^2 \mu_e) \}}{2(2b\mu_e \mu_s - k^2 \mu_s - \gamma^2 \mu_e) [2\mu_e (1+\delta\lambda) (\gamma^2 - 2b\mu_s) + k^2 \mu_s]^2} &> 0. \end{aligned}$$

由推论 2 可以看出,零售商公平关切下的分散决策的供应链整体利润小于集中决策。这说明,在分散决策下,由于决策双方分别做出决策导致双重边际效应,使供应链总体利润降低。因此,为了提高供应链总体利润,需要设计合理的契约。

3 双向成本共担与收益补偿契约(S)

由于零售商公平关切下的分散决策具有双重边际效应,对供应链整体不利,因此,考虑设计双向成本共担与收益补偿契约对供应链决策进行改进。零售商承担  $\varphi_1$  比例的保鲜努力成本,供应商承担  $\varphi_2$  比例的增值服务成本,零售商为了使供应商同意该契约,承诺对供应商支付相应的补偿额  $K$ 。则决策双方的利润和零售商的效用函数分别为

$$\begin{aligned} \pi_r &= (p-w)d - \frac{1}{2}(1-\varphi_2)\mu_s s^2 - \frac{1}{2}\varphi_1 \mu_e e^2 - K, \\ \pi_v &= (w-c)d - \frac{1}{2}(1-\varphi_1)\mu_e e^2 - \frac{1}{2}\varphi_2 \mu_s s^2 + K, U_r = \frac{1+\lambda}{1+\delta\lambda} (\pi_r - \delta\lambda \pi_v). \end{aligned}$$

对  $U_r$  求  $p$  的一阶导数并使结果为 0,即  $\frac{\partial U_r}{\partial p} = a - 2bp + ke + \gamma s + bc = 0$ ,可得  $p = \frac{a+ke+\gamma s+bc}{2b}$ 。参照文献[13]的做法,为实现生鲜农产品供应链协调,需要保证协调契约下的最优解与集中决策下的最优解一致,即满足  $p = p^{C^*}, s^{S^*} = s^{C^*}, e^{S^*} = e^{C^*}$ ,代入  $\pi_r, \pi_v$ ,可得  $\pi_r^{S^*}$  和  $\pi_v^{S^*}$ 。为了使供应链达到帕累托改进,还应该

满足不等式:  $\pi_r^{S^*} \geq \pi_r^{F^*}$ 、 $\pi_v^{S^*} \geq \pi_v^{F^*}$ , 计算可得补偿额  $K \in [K_1, K_2]$ , 则可得定理 3。

**定理 3** 在双向成本共担与收益补偿契约下, 当补偿额满足不等式  $K_1 \leq K \leq K_2$  时, 其中,

$$K_1 = \mu_e \mu_s (a - bc)^2 [k^2 \mu_s (1 - \varphi_1) + \gamma^2 \mu_e \varphi_2] + \frac{\mu_e \mu_s (bc - a)^2 (2b\mu_e \mu_s - k^2 \mu_s - \gamma^2 \mu_e)^2}{2\mu_e (1 + \delta\lambda) (2b\mu_s - \gamma^2) - k^2 \mu_s},$$

$$K_2 = \mu_e \mu_s (a - bc)^2 [2b\mu_e \mu_s - \gamma^2 \mu_e (1 - \varphi_2) - k^2 \mu_s \varphi_1] - \frac{\mu_e \mu_s (bc - a)^2 (1 + \delta\lambda) (2b\mu_s - \gamma^2) (1 + 3\delta\lambda) [2b\mu_e \mu_s - \gamma^2 \mu_e (1 - \varphi_2) - k^2 \mu_s \varphi_1]}{[2\mu_e (1 + \delta\lambda) (\gamma^2 - 2b\mu_s) + k^2 \mu_s]^2},$$

并满足

$$(2b\mu_e \mu_s - k^2 \mu_s - \gamma^2 \mu_e) (1 + 2\delta\lambda) [2\mu_e (1 + \delta\lambda) (\gamma^2 - 2b\mu_s + k^2 \mu_s)] \leq (1 + \delta\lambda) (1 + 3\delta\lambda) [2b\mu_e \mu_s - \gamma^2 \mu_e (1 - \varphi_2) - k^2 \mu_s \varphi_1],$$

可以使供应链达到帕累托改进, 可得零售商和供应商的利润分别为

$$\pi_r^{S^*} = \frac{\mu_e \mu_s (a - bc)^2 [2b\mu_e \mu_s - \gamma^2 \mu_e (1 - \varphi_2) - k^2 \mu_s \varphi_1]}{2(2b\mu_e \mu_s - k^2 \mu_s - \gamma^2 \mu_e)^2} - K,$$

$$\pi_v^{S^*} = K - \frac{\mu_e \mu_s (a - bc)^2 [k^2 \mu_s (1 - \varphi_1) + \gamma^2 \mu_e \varphi_2]}{2(2b\mu_e \mu_s - k^2 \mu_s - \gamma^2 \mu_e)^2}.$$

#### 4 数值分析

下面通过具体数值分析分散决策下零售商的公平关切程度  $\lambda$  以及谈判能力  $\delta$  对决策双方最优决策和利润的影响, 及在双向成本共担与收益补偿契约下, 双向成本共担比例和补偿额对利润的影响。参照文献 [25] 各参数的具体赋值:  $a = 1\ 000, b = 50, c = 8, k = 0.25, \mu_e = 0.15, \mu_s = 0.15, \gamma = 0.25$ 。根据所给参数值, 计算出集中决策下的最优解:  $p^{C^*} = 14.05, e^{C^*} = 10.08, s^{C^*} = 10.08, \pi_{sc}^{C^*} = 3\ 630.25$ 。

##### 4.1 零售商的公平关切系数和谈判能力对最优决策和利润的影响

取零售商的公平关切系数  $\lambda$  为 0.3、0.5、0.8, 零售商的谈判能力  $\delta$  为 0.2、0.3、0.4, 分析零售商的公平关切系数和谈判能力对供应链双方决策及利润的影响, 结果如表 1 所示。

表 1 不同公平关切系数和谈判能力对最优决策和利润的影响

$\lambda$	$\delta$	$p^{F^*}$	$e^{F^*}$	$s^{F^*}$	$w^{F^*}$	$\pi_r^{F^*}$	$\pi_v^{F^*}$	$U_r^{F^*}$
0.3	0.2	17.03	4.75	5.03	13.67	505.03	854.30	556.51
0.3	0.3	17.03	4.62	5.03	13.52	528.53	830.74	541.19
0.3	0.4	17.03	4.49	5.03	13.37	550.77	808.44	526.68
0.5	0.2	17.03	4.57	5.03	13.46	536.08	823.17	618.77
0.5	0.3	17.03	4.37	5.03	13.23	571.84	787.32	591.84
0.5	0.4	17.03	4.19	5.03	13.01	604.62	754.45	567.16
0.8	0.2	17.03	4.34	5.03	13.18	578.63	780.52	704.08
0.8	0.3	17.03	4.06	5.03	12.85	628.93	730.08	658.61
0.8	0.4	17.03	3.81	5.03	12.55	673.11	685.76	618.64

由表 1 的结果可以看出, 零售商的销售价格和增值服务水平不会随着其公平系数和谈判能力的变化而变化, 并且与零售商公平中性下的结果相同, 零售商的利润会随着公平关切系数和谈判能力的提高而增加。对于供应商而言, 其保鲜努力水平、批发价格以及利润会随着零售商的公平关切系数和谈判能力的提高而降低, 并且低于零售商公平中性时的结果。再将零售商公平关切下的结果与集中决策进行对比发现, 其保鲜努力水平和增值服务水平均低于集中决策, 而销售价格要高于集中决策。以上结论与推论 1、推论

2 的结果相符。

#### 4.2 保鲜努力和增值服务成本分担比例对利润的影响

$\varphi_1$  和  $\varphi_2$  分别取 0.3、0.5、0.8, 补偿额  $K=1\ 000$ , 分析两者对协调契约下利润的影响, 结果如表 2 所示。可以看出, 当保鲜努力成本分担比例不变时, 随着供应商分担增值服务成本比例的增加, 零售商的利润随之提高, 而供应商的利润随之下降; 当增值服务成本分担比例不变时, 随着零售商保鲜努力成本分担的比例增加, 供应商的利润随之提高, 零售商的利润随之下降。这与模型的实际意义相符。

表 2 保鲜努力和增值服务成本分担比例对利润的影响

$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\pi_r^{S^*}$	$\pi_v^{S^*}$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\pi_r^{S^*}$	$\pi_v^{S^*}$
0.3	0.3	822.75	992.37	0.5	0.8	825.04	990.09
0.3	0.5	824.28	990.85	0.8	0.3	826.57	996.19
0.3	0.8	826.57	988.56	0.8	0.5	820.46	994.66
0.5	0.3	821.23	993.90	0.8	0.8	822.75	992.37
0.5	0.5	822.75	992.37				

#### 4.3 补偿额对利润的影响

当  $\lambda=0.5, \delta=0.4, \varphi_1=0.5, \varphi_2=0.5$ , 补偿额取 600~1 600 时, 分析补偿额对利润的影响, 结果如图 1 和图 2 所示。由图 1、图 2 可知, 零售商给出的补偿额越大, 其利润越小, 而供应商的利润会随之增大。并且只要合理设计双向成本共担与收益补偿契约中的相关参数, 使零售商给的补偿额处于 800~1 200, 决策双方的利润均大于分散决策时的水平, 生鲜农产品供应链就可以达到帕累托改进, 并可以达到集中决策情形。

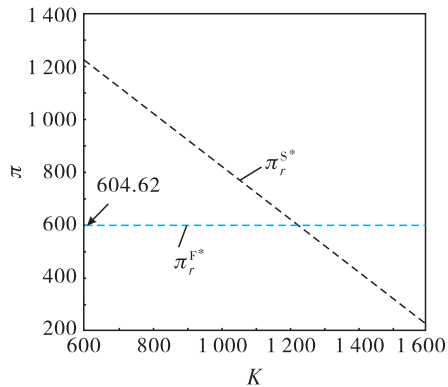


图 1 补偿额对零售商利润的影响

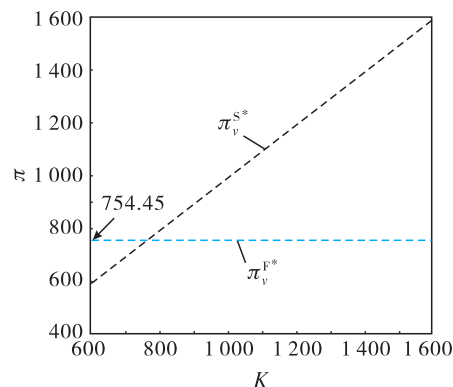


图 2 补偿额对供应商利润的影响

### 5 结论

本文在考虑零售商公平关切情况下, 分别构建了供应商提供保鲜努力、零售商提供增值服务的集中和分散决策模型。通过研究得出以下结论: 随着零售商公平关切度和谈判能力的提高, 零售商的价格和增值服务水平保持不变并与公平中性时相等, 利润随之增加, 而供应商的批发价格、保鲜努力水平和利润随之减少; 零售商公平关切下, 供应链所提供的保鲜努力和增值服务水平均低于集中决策, 供应链整体利润也低于集中决策, 而销售价格高于集中决策。

为了实现供应链决策双方利润最大化, 设计双向成本共担与收益补偿契约来弥补双重边际效应带来的损失。通过研究可以发现, 当补偿额在 800~1 200 时, 可以使供应链达到帕累托改进, 但是未能实现完美协调, 这是本文的不足之处, 未来可以通过优化模型和重新设计协调契约来达到这一目的。

通过本文研究可以给相关企业一些管理建议: 企业应该以供应链整体利润最大化做出决策, 供应链上

下游信息应该公开透明;为了更好地服务于消费者,企业之间应该共同承担保鲜努力水平和增值服务水平成本,提高生鲜产品的新鲜度和消费者的购物体验;政府也应给予企业相应的政策支持,比如给予保鲜补贴、运费补贴等,减少中小企业的生存压力。

### 参考文献:

- [1] 吴爽,李波,李嫣然. 双渠道生鲜农产品供应链中零售商的预售决策[J]. 系统工程学报,2023,38(3): 372-394.
- [2] LIU Q W, ZHANG S, ZHAO C. Research on decision and coordination model of fresh products supply chain with quality and price[J]. Journal of physics: conference series, 2021, 1910: 012050.
- [3] LUO M, ZHOU G H, XU H. A differential game model research on dynamic pricing and coordination of fresh agricultural products supply chain based on freshness[J]. Economic research-ekonomiska istraživanja, 2023, 36(2): 2177696.
- [4] 赵忠,程瑜. 考虑保鲜努力的生鲜农产品供应链期权契约协调[J]. 中国管理科学, 2024, 32(11): 258-269.
- [5] 刘玲,杨晴,王京阳,等. O2O 模式下生鲜农产品供应链的契约协调[J]. 供应链管理, 2023, 4(2): 5-16.
- [6] 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.
- [7] 曹晓宁,王永明,薛方红,等. 供应商保鲜努力的生鲜农产品双渠道供应链协调决策研究[J]. 中国管理科学, 2021, 29(3): 109-118.
- [8] 王道平,朱梦影,王婷婷. 生鲜供应链保鲜努力成本分担契约研究[J]. 工业工程与管理, 2020, 25(2): 36-43.
- [9] 李中庆,张克勇. 不确定需求下考虑供应商保鲜努力的生鲜农产品供应链协调[J]. 河南科学, 2022, 40(10): 1704-1711.
- [10] 李昕,毛禹卿. 成本共担契约下考虑产量的生鲜农产品双渠道供应链协调研究[J]. 物流工程与管理, 2022, 44(6): 59-63.
- [11] 崔婕茹,罗钦凯,郑锐,等. 考虑产出不确定和保鲜努力的生鲜供应链契约研究[J]. 武汉理工大学学报(信息与管理工程版), 2023, 45(2): 234-240.
- [12] 张家宁,张丽凤,吕赞. 基于保鲜与增值服务的生鲜农产品双渠道供应链协调决策研究[J]. 粮食科技与经济, 2021, 46(6): 42-48.
- [13] 刘墨林,但斌,马崧莹. 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.
- [14] 魏玉莲,胡鑫. 考虑零售商公平关切的生鲜农产品双渠道供应链协调研究[J]. 现代商业, 2023(11): 43-46.
- [15] 袁宇翔,程栋,白秦洋,等. 零售商双重行为偏好下双渠道供应链定价决策与协调[J]. 工业工程与管理, 2023, 28(3): 61-70.
- [16] 赵燕飞,王勇. 消费者渠道偏好下考虑实体零售商公平关切的平台供应链服务水平决策研究[J]. 管理工程学报, 2023, 37(5): 116-129.
- [17] 杨浩雄,陈欣冉,石伟,等. 预售模式下考虑零售商公平关切的绿色产品供应链决策研究[J/OL]. 中国管理科学: 1-14[2024-03-10]. <https://doi.org/10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2022.2709>.
- [18] 邵灵芝,刘倩文. 政府补贴下考虑公平关切的渠道绿色供应链博弈分析[J]. 物流工程与管理, 2023, 45(7): 55-60.
- [19] 吴成锋,赵秋红,李建国. 考虑公平关切的渠道绿色供应链定价与政府补贴机制[J]. 软科学,

2023,37(11):138-144.

- [20] 潘金涛,王道平,田雨. 政府补贴下考虑公平关切的双渠道绿色供应链定价决策研究[J]. 系统科学与数学,2023,43(12):3243-3262.
- [21] 张旭,张庆. 随机损耗下考虑公平偏好的生鲜农产品供应链协调[J]. 工业工程,2016,19(6):23-32.
- [22] 张旭,张庆,金帅. 公平关切视角下的生鲜农产品订货策略与供应链协调[J]. 数学的实践与认识,2016,46(23):73-82.
- [23] 张旭,张庆. 保鲜控制损耗下考虑公平关切的生鲜品供应链协调[J]. 系统科学学报,2017,25(3):112-116.
- [24] 覃燕红,向林,秦星红. 公平偏好下考虑双边保鲜努力的生鲜农产品供应链协调研究[J]. 工业工程,2021,24(5):27-38.
- [25] 王道平,朱梦影,王婷婷. 生鲜供应链保鲜努力成本分担契约研究[J]. 工业工程与管理,2020,25(2):36-43.

## Study on fresh agricultural produces supply chain decision-making based on retailers' equity concerns

HU Yi<sup>1</sup>, FENG Yan'gang<sup>2</sup>

(1. School of Economics, Fuyang Normal University;

2. Business School, Fuyang Normal University, Fuyang 236037, China)

**Abstract:** Due to the perishable nature of fresh agricultural products, which causes losses to both suppliers and retailers, it is proposed that suppliers make preservation efforts and retailers provide corresponding value-added services, while also taking into account the fairness concerns of retailers. Therefore, a two-level fresh agricultural produce supply chain decision-making model is constructed led by suppliers. Based on this, centralized and decentralized decision-making are separately constructed by comparing the optimal solutions and related parameters of the two. The results show that the wholesale prices, preservation efforts, and profits of suppliers decrease with the improvement of retailers' fairness concerns and negotiation abilities, while the prices and value-added service levels of retailers remain unchanged and equal to those at fair neutrality; the profit under decentralized decision-making is lower than that under centralized decision-making. Therefore, a two-way cost sharing and revenue compensation contract should be designed to coordinate the supply chain. The finding show that when the compensation amount in the contract meets a certain range, the supply chain can achieve Pareto improvement.

**Keywords:** fresh agricultural produces; fair concern; preservation effort level; value added service level; Pareto improvement

(责任编辑:王新亮)

- 引用格式** 胡怡,冯艳刚. 零售商公平关切的生鲜农产品供应链决策研究[J]. 山东航空学院学报,2025,42(4):80-87.  
HU Y, FENG Y G. Study on fresh agricultural produces supply chain decision-making based on retailers' equity concerns[J]. Journal of Shandong University of Aeronautics, 2025, 42(4): 80-87.