

doi:10.3969/j.issn.1673-9833.2018.06.010

# 考虑生鲜产品交货期的双渠道供应链定价策略分析

李书山, 鲁芳, 罗定提

(湖南工业大学 商学院, 湖南 株洲 412007)

**摘要:** 针对由单个制造商与单个电商平台自营商组成的双渠道供应链定价问题, 考虑消费者对生鲜产品的交货期具有敏感性的市场, 分别从分散决策和集中决策两个决策模型视角, 分析生鲜产品交货期对制造商、电商平台自营商产品定价以及收益的影响。结果表明, 制造商的批发价与在线渠道的产品交货期呈负相关, 产品定价与自身渠道的产品交货期也呈负相关; 渠道的产品交货期对另一渠道的产品价格以及渠道利润有溢出效应; 制造商在集中决策情况下更具优势, 电商平台自营商则反之。

**关键词:** 双渠道供应链; 产品交货期; 产品定价; 博弈论

中图分类号: F224

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2018)06-0057-08

## Pricing Strategy of Dual-Channel Supply Chain Under Delivery Time of Fresh Products

LI Shushan, LU Fang, LUO Dingti

(College of Business, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China)

**Abstract:** This paper studies a pricing problem of a two-channel supply chain consisting of a single manufacturer and a single e-commerce platform sellers. Considering the market where consumers are sensitive to the delivery time of fresh products, and from the perspective of decentralized decision making and centralized decision making, this paper analyzes the impact of delivery time of fresh products on the pricing and earnings of manufacturers, e-commerce platform proprietors. The results show that the wholesale price of the manufacturer is negatively correlated with the product delivery time of the proprietor of the e-commerce platform, and the pricing of products is also negatively related to the delivery time of products in their own channels. The product delivery time of the channel has spillover effect on the product price and profit of other channels. Manufacturers have more advantages in centralized decision making, whereas e-commerce platform operators are on the contrary.

**Keywords:** dual channel supply chain; product delivery time; product pricing; game theory

### 1 研究背景

随着电子商务零售模式的迅速发展, 市场需求呈现出网络化、多样化、个性化与复杂化的发展趋势, 产品更新换代的速度也越来越快。企业之间的竞争不

断加剧, 终端客户对产品的要求除了低价格、高质量、多功能外, 也希望企业能实现快速交货, 因而时间成为供应链各级企业新的竞争要素之一<sup>[1]</sup>。2018年第一季度中国快递服务全程时限为 70.00 h, 同比缩短

收稿日期: 2018-07-19

作者简介: 李书山(1990-), 男, 河南信阳人, 湖南工业大学硕士生, 主要研究方向为物流与供应链管理,

E-mail: muzishushan66@163.com

通信作者: 鲁芳(1979-), 女, 湖南浏阳人, 湖南工业大学教授, 博士, 主要从事物流与供应链管理方面的研究,

E-mail: 717290412@qq.com

0.76 h。在快递企业公众满意度方面,得分 80 分以上的企业仅为顺丰速运和京东物流。因此通过缩短产品交货期,不仅可以获取降低消费者需求的不确定性,也可以提高产品销量并降低企业的产品缺货风险与余货风险。制造商在通过自建网络直销渠道销售自身产品的同时,也会通过独立的在线零售平台自营渠道进行生鲜产品的销售。例如中粮集团通过自身的中粮我买网网络直销渠道与中粮我买网京东自营旗舰店双渠道进行产品销售,由此便产生了双渠道的产品定价与产品交货期策略之间的竞争问题。而消费者对生鲜产品交货期的时长更为敏感,并且生鲜产品交货期的长短,已经成为消费者是否通过在线渠道购买生鲜产品的主要影响因素。通过将消费者对生鲜产品交货期的敏感性引入生鲜产品双渠道供应链定价模型中,并从分散决策模型与集中决策模型两种视角出发,分析当双渠道供应链生鲜产品的产品交货期存在差异时,生鲜产品交货期对产品价格以及需求的影响。以此为在线渠道零售商(制造商网络直销渠道商以及电商平台自营零售商)提供更具优势的定价决策。

针对双渠道供应链的研究有很多,随着制造商网络直销渠道以及第三方电商平台的崛起,双渠道供应链产品定价问题一直是一个值得深入研究的问题。刘昊等<sup>[2]</sup>考虑制造商统一定价,并构建制造商主导的双渠道供应链,在集中决策、分散决策和协调决策下,对促销及协调策略进行了研究。范小军等<sup>[3]</sup>则探讨了当制造商引入在线直销渠道与传统零售商竞争时,针对零售商价格领导权的渠道结构,其考虑了服务在战略决策中的价值,并将消费者区分为高服务偏好的消费者和低服务偏好的消费者,以此研究双渠道供应链产品定价及服务策略。骆正清等<sup>[4]</sup>针对由单一制造商和单一零售商组成的双渠道供应链,考虑供应链中成员的利他行为偏好,建立了相应的供应链决策模型,以此来研究利他行为偏好对双渠道供应链成员的产品定价策略的影响。田巍等<sup>[5]</sup>分析了制造商与零售商采用 Bertrand 和 Stackelberg 2 种博弈策略下,产品的网络渠道相容性特征和零售商创新投入对供应链各方定价和利润的影响。

谢祥添等<sup>[6]</sup>通过研究需求具有数量和时间两方面的不确定性,考虑需求量具有承诺交货时间敏感性和随机性,采用作业成本法,建立了以期望利润为目标函数、以承诺交货时间和产能为决策变量的模型,以此为企业实现最优承诺交货时间以及最优产能提供参考。Weng Z. K.<sup>[7]</sup>研究发现,消费者有两种类型:交货期不敏感型和交货期敏感型,以上两种消费者对于产品的交货期以及价格要求是不一样的。Ye T. 等<sup>[8]</sup>

研究了消费者对产品价格以及产品交货期的敏感性。研究表明产品的价格及其交货期不仅会影响消费者对于产品的购买意向,也会影响企业内部产品生产部门以及市场营销部门之间的协调问题。Xiao T. 等<sup>[9]</sup>认为在竞争的市场环境中产品交货期跟价格一样重要。Zhao S. 等<sup>[10]</sup>研究了两个电商零售商之间的产品定价以及产品交货期的竞争问题,并考虑当存在产品退货情况时,电商零售商之间定价以及交货期的竞争策略。作者通过引入交货期的不确定性所产生的产品退货敏感性参数,进而寻求电商零售商之间的纳什均衡。P. Pekgün 等<sup>[11]</sup>研究了价格以及交货期决策对企业市场部门以及产品部门的影响,分别探讨了企业采取价格竞争或者交货期竞争时,对企业部门决策协调的影响作用。S. Jayaswal 等<sup>[12]</sup>将消费者划分为价格敏感型和时间敏感型,并针对这两种不同类型的消费者,制定不同的价格以及服务。研究表明,具有较大市场基础的企业应始终保持较高的价格,并在两个细分市场之间实施时间差异化策略;同样,具有产能成本优势的公司也应保持较大的领先优势。Li Y. 等<sup>[13]</sup>研究了当市场需求受到销售价格和承诺的交货期双重影响时,风险厌恶企业如何确定承诺的交货期和价格。同时分析了两种情况:一种是价格和承诺的交货期是独立的情况,另一种是承诺交货期敏感的价格,并通过全面的敏感性分析,研究了决策者的风险规避和不同参数的相互作用,以便在基于时间的竞争环境下为从业者提供决策帮助。K. C. So<sup>[14]</sup>研究发现许多服务公司使用交货期来维系竞争市场中的客户,并通过方程模型来分析使用时间保证对竞争的影响。结果表明,随着市场时间吸引力的增加,企业在价格上的竞争越来越小,企业的均衡价格因此增加。刘聪粉等<sup>[15]</sup>针对需求对价格和交货期的敏感性,认为价格与交货期呈线性关系,并构建了寡头市场下接单生产企业的产品最优交货期的决策模型,并将消费者划分为交货期偏好型和价格偏好型,以此研究寡头市场中两个企业竞争与合作契约机制的最优决策。Liu B. 等<sup>[16]</sup>研究了制造商通过其在线销售渠道直接向消费者提供“货到付款”服务时的最优渠道配置策略。研究表明,企业均衡策略是由消费者对间接渠道的交货时间、交货成本和边际成本的敏感性决定的。针对类似生鲜产品易腐产品库存的研究中, Yang J. Q. 等<sup>[17]</sup>在考虑在线直销渠道交货提前时间的基础上,将基于库存的消费者转移行为的报童模型进行了扩展,并将交货提前时间加入模型。研究发现,与集中式方案相比,至少有一个供应链成员会在分散式方案中出现库存过剩,而在线直销渠道的消

费者在分散式方案中可以享受更短的交付周期和更好的服务。

以上文献大多从双渠道之间的价格策略、服务策略、渠道参与者不同主体间关系等方面研究双渠道之间制造商、零售商的定价决策或者服务决策, 而关于生鲜产品交货期在双渠道供应链中的定价与协调中的作用研究较少。作为电商发展的一个新领域, 生鲜电商双渠道供应链产品交货期的协调成为一个值得研究的问题。结合在线双渠道背景, 随着制造商网络直销渠道的建立, 以及电商平台自营渠道(如京东自营店、天猫超市)的服务以及物流系统的完善, 双渠道之间的产品价格往往处于同价状态。在生鲜产品在线双渠道销售中, 消费者对于产品的交货期更为敏感。因此本文以在线双渠道的生鲜产品的交货期为研究点, 研究生鲜产品交货期的差异对供应链制造商以及电商平台自营商的生鲜产品定价、需求以及利润的影响。

## 2 模型假设

1) 以一个制造商和一个电商平台自营商(如京东自营店、天猫超市)组成的生鲜产品双渠道供应链为研究对象, 研究市场需求在价格与交货期敏感的影响下, 生鲜产品双渠道产品定价策略。

2) 假设消费者类型为时间敏感型消费者, 对产品的价格敏感性小于对产品的交货期敏感性。产品质量等方面因素相同, 能够影响消费者渠道选择的因素为产品交货期与产品价格, 且消费者倾向于交货期较短且价格较低的渠道购买产品。

3) 渠道之间产品交货期的差异, 为消费者选择渠道的主要影响因素。将产品交货期引入生鲜产品双渠道之间的竞争与协调策略中, 避免生鲜产品双渠道过度的价格竞争, 将产品交货期差异化策略作为主要营销策略。

4) 假设当产品交货期小于  $T_j'$  时, 产品价格为  $P_i'$ ; 当产品交货期大于  $T_j''$  时, 产品价格为  $P_j''$ , 本文讨论当交货期  $T_j \in [T_j', T_j'']$  时, 产品价格  $P_i$  与  $T_j$  之间的关系。考虑生鲜产品的生产成本以及缩短产品交货期的成本, 制造商与电商平台自营商在缩短产品交货期时会存在瓶颈, 即当产品交货期缩短或延长到一定程度, 生鲜产品的批发价以及渠道之间的零售价就会出现临界值。其中: 下标  $j=1, 2$ ,  $j=1$  表示电商平台自营商的产品交货期决策,  $j=2$  表示制造商网络直销渠道商的产品交货期决策; 同理  $i=1$  表示电商平台自营商的产品价格决策,  $i=2$  表示制造商网络直销渠

道商的产品价格决策。上标 “\*” 表示分散决策下的最优策略, 上标 “\*\*” 表示集中决策下的最优策略。

电商平台自营商和制造商网络直销渠道商以不同的产品交货期  $T_j$  ( $j=1, 2$ ) 销售产品, 进而考虑产品交货期对双渠道供应链定价策略的影响。制造商以  $w$  的价格将产品批发给电商平台自营商, 电商平台自营商以  $P_1$  的价格向消费者销售产品, 其产品交货期为  $T_1$ ; 同时制造商通过网络直销渠道以  $P_2$  的价格向消费者销售产品, 其产品交货期为  $T_2$ 。假设制造商的单位生产成本为  $c$ 。为了使整个供应链上的企业获利, 则  $P_i > w > c$ ,  $i=1, 2$ 。只有这样才会促使企业生产和销售该产品, 整体双渠道供应链结构图如图 1 所示。

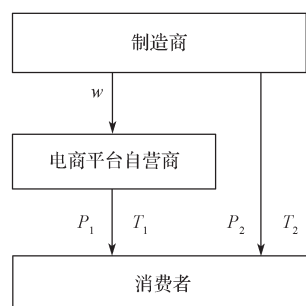


图 1 双渠道供应链结构图

Fig. 1 Dual-channel supply chain structure diagram

参考 Zhao S. 等<sup>[10]</sup>的研究, 假设电商平台自营商网络渠道的需求为  $D_1$ , 制造商网络直销渠道需求为  $D_2$ , 可以表示为:

$$D_1 = \alpha_1 - \beta_1 P_1 + \beta_2 P_2 - \gamma_1 T_1 + \gamma_2 T_2; \quad (1)$$

$$D_2 = \alpha_2 - \beta_1 P_2 + \beta_2 P_1 - \gamma_1 T_2 + \gamma_2 T_1. \quad (2)$$

式中:  $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$  分别为电商平台自营商与制造商网络直销渠道的潜在市场需求, 且  $0 < \alpha_1$ ,  $0 < \alpha_2$ 。

$\beta_1$  为自身渠道的直接价格弹性系数,  $\beta_2$  为渠道之间的交叉价格弹性系数,  $0 < \beta_2 < \beta_1 < 1$ 。

$\gamma_1$  为自身渠道的交货期敏感系数,  $\gamma_2$  为渠道间交货期的交叉敏感系数,  $0 < \gamma_2 < \gamma_1 < 1$ 。

$\pi_r$  为电商平台自营商零售渠道的利润函数,  $\pi_m$  为制造商网络直销渠道的利润函数,  $\pi_c$  为供应链整体利润。此外, 假设制造商与电商平台自营商在需求以及成本信息方面都是对称且理性的, 都是使自己的收益最大化。电商平台自营商零售渠道、制造商网络直销渠道以及供应链整体的利润函数分别表示如下:

制造商的利润函数为

$$\pi_m = (w - c)D_1 + (P_2 - c)D_2; \quad (3)$$

电商平台自营商的利润函数为

$$\pi_r = (P_1 - w)D_1; \quad (4)$$

供应链整体的利润函数为

$$\pi_c = \pi_m + \pi_r = (P_1 - c)D_1 + (P_2 - c)D_2. \quad (5)$$



### 3 在线双渠道供应链的最优定价模型

由于双渠道参与者在双渠道供应链中的权利结构不同,因此制造商与电商平台自营商之间的定价决策模型有两种:集中决策定价模型与分散决策定价模型。其中,集中决策定价模型主要由制造商网络零售渠道与电商平台自营商零售渠道统一协调定价。双渠道的制造商与电商平台自营商都是以双渠道供应链整体的利润最大化为目的,制定协调的定价以及交货期,以满足消费者的需求。分散决策定价模型则反之,双渠道供应链的制造商与电商平台自营商分别以自身利润最大化为目标,分别制定不同的定价以及最优的产品交货期。

#### 3.1 分散决策定价模型

在分散决策定价模型中,考虑制造商作为双渠道的领导者,其电商平台自营商由于较弱的市场地位,作为制造商决策的跟随者。由此制造商与电商平台自营商之间便构成了一个 Stackelberg 博弈决策模型。由于制造商处于优势地位,其制定的定价决策以及产品交货期决策都以自身利润最大化为目标,而电商平台自营商的定价与交货期决策则以制造商的决策为依据。其中,制造商与电商平台自营商进行两阶段动态博弈的顺序为:首先由制造商制定产品的批发价  $w$  以及网络直销售价  $P_2$ ; 而处于跟随者地位的电商平台自营商,则以制造商制定的决策为参考,从而制定自身渠道的零售价  $P_1$ , 以此使得自身利润最大化。最终在两者的博弈中寻求最优的纳什均衡,以上可采用逆推归纳法求解。

在分散决策定价模型中,将式(1)代入电商平台自营商的利润函数(4),可得如式(6)所示的电商平台自营商利润函数:

$$\pi_r = (P_1 - w)(\alpha_1 - \beta_1 P_1 + \beta_2 P_2 - \gamma_1 T_1 + \gamma_2 T_2) \quad (6)$$

将式(1)和式(2)代入式(3),可得制造商利润函数为

$$\pi_m = (w - c)(\alpha_1 - \beta_1 P_1 + \beta_2 P_2 - \gamma_1 T_1 + \gamma_2 T_2) + (P_2 - c)(\alpha_2 - \beta_1 P_2 + \beta_2 P_1 - \gamma_1 T_2 + \gamma_2 T_1) \quad (7)$$

**命题 1** 在线双渠道供应链中,如果制造商与电商平台自营商之间存在以制造商为领导的 Stackelberg 博弈,并存在唯一最优解,则最优价格策略为  $(P_1^*, P_2^*, w^*)$ 。

$$P_1^* = \left( z_2 - \frac{\gamma_1}{4\beta_1} \right) T_1 + \left( z_1 + \frac{\gamma_2}{4\beta_1} \right) T_2 + \frac{(\beta_1 + \beta_2)c}{4\beta_1} + z_4 + \frac{\gamma_1}{4\beta_1};$$

$$P_2^* = z_1 T_1 + z_2 T_2 + \frac{1}{2}c + z_3;$$

$$w^* = z_2 T_1 + z_1 T_2 + \frac{1}{2}c + z_4。$$

**证明** 根据 Stackelberg 博弈决策,制造商与电商平台自营商各自追求自身利润最大化,且制造商处于领导地位。对电商平台自营商的利润函数式(6)求  $\pi_r$  关于在线零售价  $P_1$  的导数,令其值为零:

$$\frac{\partial \pi_r}{\partial P_1} = \alpha_1 - \beta_1 P_1 + \beta_2 P_2 - \beta_1 (P_1 - w) - \gamma_1 T_1 + \gamma_2 T_2 = 0,$$

则可得电商平台自营商零售价的反应函数为

$$P_1 = \frac{\alpha_1 + \beta_2 P_2 + \beta_1 w - \gamma_1 T_1 + \gamma_2 T_2}{2\beta_1} \quad (8)$$

将  $P_1$  代入制造商的利润函数并分别对  $P_2$ 、 $w$  求偏导,可以得到如下公式:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi_m}{\partial P_2} &= \beta_2 \alpha_1 + 2\beta_1 \alpha_2 + 2\beta_1 \beta_2 w + (2\beta_2^2 - 4\beta_1^2) P_2 + \\ & (2\beta_1^2 - \beta_2^2 - \beta_1 \beta_2) c + (\beta_1 \alpha_2 - \beta_2 \alpha_1) T_1 + \\ & (\beta_2 \gamma_2 - 2\beta_1 \gamma_1) T_2 = 0; \end{aligned}$$

$$\frac{\partial \pi_m}{\partial w} = \alpha_1 - 2\beta_1 w + 2\beta_2 P_2 + (\beta_1 - \beta_2) c - \gamma_1 T_1 + \gamma_2 T_2 = 0。$$

联立以上两式,可以得到制造商最优网络零售价  $P_2^*$  以及最优批发价  $w^*$ :

$$P_2^* = z_1 T_1 + z_2 T_2 + \frac{1}{2}c + z_3, \quad (9)$$

$$w^* = z_2 T_1 + z_1 T_2 + \frac{1}{2}c + z_4 \quad (10)$$

式(9)(10)中:  $z_1 = \frac{\beta_1 \gamma_2 - \beta_2 \gamma_1}{2\beta_1^2 - 2\beta_2^2}$ ,  $z_2 = \frac{\beta_2 \gamma_2 - \beta_1 \gamma_1}{2\beta_1^2 - 2\beta_2^2}$ ,

$$z_3 = \frac{\beta_1 \alpha_2 + \beta_2 \alpha_1}{2\beta_1^2 - 2\beta_2^2}, \quad z_4 = \frac{\beta_1 \alpha_1 + \beta_2 \alpha_2}{2\beta_1^2 - 2\beta_2^2}。$$

将制造商的最优网络零售价以及最优批发价即式(9)(10)代入式(8)中,可以得到电商平台自营商的网络最优零售价为  $P_1^*$ :

$$P_1^* = \left( z_2 - \frac{\gamma_1}{4\beta_1} \right) T_1 + \left( z_1 + \frac{\gamma_2}{4\beta_1} \right) T_2 + \frac{(\beta_1 + \beta_2)c}{4\beta_1} + z_4 + \frac{\gamma_1}{4\beta_1} \quad (11)$$

当采取分散决策时,将  $P_1^*$ 、 $P_2^*$ 、 $w^*$  代入  $\pi_m$ 、 $\pi_r$ 、 $\pi_c$  以及各个渠道的需求函数  $D_1$ 、 $D_2$  中,即可得到分散决策时双渠道供应链中制造商、电商平台自营商、供应链整体的最优利润以及各个渠道的市场需求量,可为企业提供参考的定价策略以及最佳交货期策略。由于最优解公式较为复杂,为了方便计算,在此就分别定义为  $\pi_m^*$ 、 $\pi_r^*$ 、 $\pi_c^*$ 、 $D_1^*$ 、 $D_2^*$ 。

#### 3.2 集中决策定价模型

当市场竞争过于激烈时,为了使供应链整体利润

达到最大化, 同时避免由于制造商与零售商之间的竞争而产生不必要的损失, 制造商与电商平台自营商也可以采取集中决策。通过制造商与电商平台自营商统一合作, 统一决定制造商与电商平台自营商的最优定价以及最优交货期。因此, 在该情况下供应链的利润决策模型为

$$\pi_c = \pi_m + \pi_r = (P_1 - c)(\alpha_1 - \beta_1 P_1 + \beta_2 P_2 - \gamma_1 T_1 + \gamma_2 T_2) + (P_2 - c)(\alpha_2 - \beta_1 P_2 + \beta_2 P_1 - \gamma_1 T_2 + \gamma_2 T_1) \quad (12)$$

**命题 2** 集中决策模型情况下, 制造商与电商平台自营商的最优价格分别如下:

$$P_1^{**} = z_2 T_1 + z_1 T_2 + \frac{1}{2}c + z_4;$$

$$P_2^{**} = z_1 T_1 + z_2 T_2 + \frac{1}{2}c + z_3。$$

根据式(12)可以求得  $\pi_c$  关于  $P_1$  和  $P_2$  的 Hesse 矩阵, 且  $\pi_c$  关于  $P_1$  和  $P_2$  是严格联合凹性。因此该决策模型有唯一最优解。分别对  $\pi_c$  中的  $P_1$  和  $P_2$  求偏导, 并令其结果为零, 可得如下公式:

$$\frac{\partial \pi_m}{\partial P_1} = \alpha_1 - 2\beta_1 P_1 + 2\beta_2 P_2 + (\beta_1 - \beta_2)c - \gamma_1 T_1 + \gamma_2 T_2 = 0;$$

$$\frac{\partial \pi_m}{\partial P_2} = \alpha_2 + 2\beta_2 P_1 - 2\beta_1 P_2 + (\beta_1 - \beta_2)c - \gamma_1 T_2 + \gamma_2 T_1 = 0。$$

联立以上两式可得均衡解:

$$P_1^{**} = z_2 T_1 + z_1 T_2 + \frac{1}{2}c + z_4;$$

$$P_2^{**} = z_1 T_1 + z_2 T_2 + \frac{1}{2}c + z_3。$$

将  $P_1^{**}$  和  $P_2^{**}$  的值分别代入  $\pi_m$ 、 $\pi_r$ 、 $\pi_c$  以及双渠道的需求函数中, 即可得到最优解, 分别为  $\pi_m^{**}$ 、 $\pi_r^{**}$ 、 $\pi_c^{**}$ 、 $D_1^{**}$ 、 $D_2^{**}$ 。

通过对比分析在分散决策模型与集中决策模型情况下, 双渠道之间制造商与电商平台自营商的产品定价、各个渠道供应链利润、各个渠道的需求量以及各个情况下供应链整体的利润情况可以看出: 当双渠道供应链采取集中决策模型时, 电商平台自营商的最优零售价  $P_1^{**}$  等于分散决策模型中制造商的批发价  $w^*$ , 即  $P_1^{**} = w^*$ ; 在集中决策模型中, 制造商的最优零售价与之前采取分散决策模型时一样, 并没有发生变化, 即  $P_2^* = P_2^{**}$ 。这证明供应链整体决策模式的改变并不能改变制造商的最优定价策略, 同时  $\Delta \pi_r = \pi_r^* - \pi_r^{**} < 0$ 、 $\Delta \pi_m = \pi_m^* - \pi_m^{**} > 0$ 、 $\Delta \pi_c = \pi_c^* - \pi_c^{**} < 0$ 。作为双渠道供应链的主导者, 当供应链采取集中决策时, 制造商获得的利润要比采取分散决策时的少, 但是供应链整体利润却要比采取分散决策模式情况下能够获取的

利润更多。当双渠道供应链采取集中决策模型进行定价时, 由于  $P_1^{**} = w^*$ , 电商平台自营商的定价要比分散决策模型下的更低, 能够有效提高产品的销售量。因此电商平台自营商能够获得更多利润, 并且更加有利于消费者购买产品。

## 4 均衡结果分析

### 4.1 产品交货期对双渠道定价的影响

**推论 1** 在双渠道供应链中, 制造商给电商平台自营商的批发价  $w$  与电商平台自营商的产品交货期  $T_1$  呈负相关。即随着电商平台自营商给消费者的产品交货期缩短、产品周转量增加, 制造商应当给予电商平台自营商较低的产品批发价。只有这样, 才能够有效地激励电商平台自营商进一步缩短产品交货期, 使交易时间缩短, 提高产品销量。

**证明** 通过求出制造商给电商平台自营商的最优批发价  $w^*$  对电商平台自营商产品交货期  $T_1$  求偏导, 可得如下结果:

$$\frac{\partial w^*}{\partial T_1} = \frac{\beta_2 \gamma_2 - \beta_1 \gamma_1}{2\beta_1^2 - 2\beta_2^2}。$$

因为  $0 < \beta_2 < \beta_1 < 1$ ;  $0 < \gamma_2 < \gamma_1 < 1$ , 所以  $\frac{\partial w^*}{\partial T_1} < 0$ 。可见, 制造商给电商平台自营商的批发价与其自身渠道的产品交货期呈负相关, 得证。

**推论 2** 在双渠道供应链中, 电商平台自营商的产品销售价格与其自身的产品交货期呈负相关, 制造商的网络销售价格与其自身渠道的产品交货期也呈负相关。

**证明** 在分散决策下, 分别求出电商平台自营商的最优产品销售价格  $P_1^*$  对其自身渠道的产品交货期  $T_1$  的偏导数, 以及制造商的网络最优产品销售价格  $P_2^*$  对其自身渠道的产品交货期  $T_2$  的偏导数, 分别如下:

$$\frac{\partial P_1^*}{\partial T_1} = \frac{\beta_2 \gamma_2 - \beta_1 \gamma_1 - \gamma_1}{2\beta_1^2 - 2\beta_2^2} \frac{1}{4\beta_1};$$

$$\frac{\partial P_2^*}{\partial T_2} = \frac{\beta_2 \gamma_2 - \beta_1 \gamma_1}{2\beta_1^2 - 2\beta_2^2} < 0。$$

若令  $\frac{\partial P_1^*}{\partial T_1} < 0$ , 则  $\frac{\beta_2 \gamma_2 - \beta_1 \gamma_1 - \gamma_1}{2\beta_1^2 - 2\beta_2^2} < 0$ , 其中令

$$\delta = \frac{\beta_1}{\beta_2}, \quad \varepsilon = \frac{\gamma_1}{\gamma_2}, \quad \text{将其代入式子中可得 } \varepsilon > \frac{2\delta}{3\delta^2 - 1}。$$

再令  $\varphi = \frac{2\delta}{3\delta^2 - 1}$ 。因为  $0 < \beta_2 < \beta_1 < 1$ 、 $0 < \gamma_2 < \gamma_1 < 1$ , 则有  $\varphi < 1$ ,  $\varepsilon > 1$ , 所以不等式恒成立, 得证。

同理,当双渠道供应链制造商与电商平台自营商一起采取集中决策时,结果如下所示:

$$\frac{\partial P_1^{**}}{\partial T_1} = \frac{\beta_2 \gamma_2 - \beta_1 \gamma_1}{2\beta_1^2 - 2\beta_2^2} < 0;$$

$$\frac{\partial P_2^{**}}{\partial T_2} = \frac{\beta_2 \gamma_2 - \beta_1 \gamma_1}{2\beta_1^2 - 2\beta_2^2} < 0。$$

因为  $0 < \beta_2 < \beta_1 < 1$ 、 $0 < \gamma_2 < \gamma_1 < 1$ , 则  $\beta_2 \gamma_2 - \beta_1 \gamma_1 < 0$ , 所以不等式恒成立, 得证。

由以上证明可以推出,在双渠道供应链中,制造商与电商平台自营商的产品交货期  $T_j$  与其自身渠道的产品销售价格  $P_i$  呈负相关。这是由于,为了缩短产品交货期,制造商与电商平台自营商就不得不在各自物流配送以及仓储等方面投入更多资金。为了保持盈利,因此针对具有不同交货期的产品,采取不同的定价,产品交货期较低的产品可采取高价策略,以满足消费者便捷购物的需求。

**推论 3** 双渠道供应链中的产品交货期  $T_j$  对另一渠道的产品价格  $P_i$  有一定的溢出效应。

**证明** 1) 分散决策模型。

$$\text{令 } \frac{\partial P_1^*}{\partial T_2} = \frac{3\beta_1^2 \gamma_2 - 2\beta_1 \beta_2 \gamma_1 - \beta_2^2 \gamma_2}{4\beta_1(\beta_1^2 - \beta_2^2)} = 0, \text{ 且令 } \delta = \frac{\beta_1}{\beta_2},$$

$\varepsilon = \frac{\gamma_1}{\gamma_2}$ , 并代入上式中, 可得  $\varepsilon^* = \frac{3\delta^2 - 1}{2\delta}$ 。当  $\varepsilon > \varepsilon^*$  时,

$\frac{\partial P_1^*}{\partial T_2} > 0$ , 则  $P_1^*$  与  $T_2$  呈正相关。当  $\varepsilon < \varepsilon^*$  时,  $\frac{\partial P_1^*}{\partial T_2} < 0$ ,

则  $P_1^*$  与  $T_2$  呈负相关。

$$\text{令 } \frac{\partial P_2^*}{\partial T_1} = \frac{\beta_1 \gamma_2 - \beta_2 \gamma_1}{2\beta_1^2 - 2\beta_2^2} = 0, \text{ 可得 } \varepsilon^{**} = \delta。 \text{ 当 } \varepsilon > \varepsilon^{**} \text{ 时,}$$

$\frac{\partial P_2^*}{\partial T_1} > 0$ , 则  $P_2^*$  与  $T_1$  呈正相关。当  $\varepsilon < \varepsilon^{**}$  时,  $\frac{\partial P_2^*}{\partial T_1} < 0$ ,

则  $P_2^*$  与  $T_1$  呈负相关。

2) 集中决策模型。

$$\text{令 } \frac{\partial P_1^{**}}{\partial T_2} = \frac{\beta_1 \gamma_2 - \beta_2 \gamma_1}{2\beta_1^2 - 2\beta_2^2} = 0, \text{ 且令 } \delta = \frac{\beta_1}{\beta_2}, \varepsilon = \frac{\gamma_1}{\gamma_2}, \text{ 并}$$

代入上式, 可得  $\varepsilon^{***} = \delta$ 。当  $\varepsilon > \varepsilon^{***}$  时,  $\frac{\partial P_1^{**}}{\partial T_2} > 0$ , 则

$P_1^{**}$  与  $T_2$  呈正相关; 当  $\varepsilon < \varepsilon^{***}$  时,  $\frac{\partial P_1^{**}}{\partial T_2} < 0$ , 则  $P_1^{**}$  与

$T_2$  呈负相关。同理可证  $P_2^{**}$  与  $T_1$  的相关性, 得证。

**推论 4** 在双渠道中, 产品的交货期对于另一渠道的价格产品的影响要大于其对自身渠道的价格的影响。即电商平台自营商渠道产品交货期  $T_1$  对其自身价格的影响要小于  $T_1$  对制造商网络直销渠道

产品价格的影响, 反之亦然。

**证明** 在分散决策模型下:

$$\frac{\partial(P_1^* - P_2^*)}{\partial T_1} = \frac{-(3\beta_1 \gamma_1 + 2\beta_1 \gamma_2 + \beta_2^2 \gamma_1)}{4\beta_1(\beta_1 - \beta_2)} < 0;$$

$$\frac{\partial(P_1^* - P_2^*)}{\partial T_2} = \frac{3\beta_1 \gamma_2 + 2\beta_1 \gamma_1 + \beta_2^2 \gamma_2}{4\beta_1(\beta_1 - \beta_2)} > 0。$$

在集中决策模型下:

$$\frac{\partial(P_1^* - P_2^*)}{\partial T_1} = \frac{-(\gamma_1 + \gamma_2)}{2(\beta_1 + \beta_2)} < 0;$$

$$\frac{\partial(P_1^* - P_2^*)}{\partial T_2} = \frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2(\beta_1 + \beta_2)} > 0。$$

以此可以证明推论 4。即当电商平台自营商的产品交货期  $T_1$  增加时, 则该渠道的产品价格  $P_1$  会减少。同时制造商网络直销价格也会下降, 且减少的幅度要比电商平台自营商渠道价格减少的幅度大。这是因为在采取竞价竞争策略的时候, 由于电商平台自营商产品价格降低, 为了保持制造商网络直销渠道的价格优势, 制造商网络直销渠道的产品价格就会有更大幅度的降低。

#### 4.2 产品交货期对双渠道需求的影响

由于双渠道生鲜产品交货期的差异, 在价格一致的情况下, 消费者就会倾向于产品交货期短的渠道购买产品。现实生活中, 随着京东在全国建立了物流网络, 缩短了其自身渠道的产品交货期, 进一步满足消费者对于快速购物消费的需求。因此, 生鲜产品交货期的差异也会给双渠道的产品需求产生不同的影响。

**推论 5** 无论双渠道供应链是采取分散决策模型还是集中决策模型, 产品交货期  $T_j$  与其自身渠道的产品最优需求量都呈负相关。

**证明** 在分散模式下,

$$\frac{\partial D_1^*}{\partial T_2} = \frac{\gamma_2}{4} > 0,$$

$$\frac{\partial D_2^*}{\partial T_1} = \frac{2\beta_1 \gamma_2 - \beta_2 \gamma_1}{4\beta_1} = \frac{\gamma_2}{2} - \frac{\beta_2 \gamma_1}{4\beta_1}。$$

因为  $0 < \alpha_1$ ,  $0 < \alpha_2$ ;  $0 < \beta_2 < \beta_1 < 1$ ;  $0 < \gamma_2 < \gamma_1 < 1$ , 则有  $\frac{\beta_2 \gamma_2}{4\beta_1} - \frac{\gamma_1}{2} < 0$ , 推理得证。

在集中模式下,

$$\frac{\partial D_1^{**}}{\partial T_1} = -\frac{\gamma_1}{2} < 0,$$

$$\frac{\partial D_2^{**}}{\partial T_2} = -\frac{\gamma_1}{2} < 0,$$



因为  $0 < \beta_1, \beta_2 < 1, 0 < \gamma_1, \gamma_2 < 1$ , 则推论 5 得证。

**推论 6** 当双渠道供应链采取分散决策模型时, 电商平台自营渠道产品最优需求量  $D_1^*$  与另一渠道的产品交货期  $T_2$  呈正相关。制造商网络直销渠道产品最优需求量  $D_2^*$  与另一渠道的产品交货期  $T_1$  的关系根据  $\delta$  与  $\varepsilon$  的关系决定。当双渠道供应链采取集中决策模型时, 电商平台自营渠道的产品最优需求量  $D_1^*$  与另一渠道的产品交货期  $T_2$  呈正相关。制造商网络直销渠道的产品最优需求量  $D_2^*$  与另一渠道的产品交货期  $T_1$  也呈正相关。

**证明** 在分散模式下,

$$\frac{\partial D_1^*}{\partial T_2} = \frac{\gamma_2}{4} > 0,$$

$$\frac{\partial D_2^*}{\partial T_1} = \frac{2\beta_1\gamma_2 - \beta_2\gamma_1}{4\beta_1} = \frac{\gamma_2}{2} - \frac{\beta_2\gamma_1}{4\beta_1}.$$

因为  $0 < \beta_2 < \beta_1 < 1, 0 < \gamma_2 < \gamma_1 < 1$ , 令  $\delta = \frac{\beta_1}{\beta_2}, \varepsilon = \frac{\gamma_1}{\gamma_2}$ 。

当  $\varepsilon < 2\delta$  时,  $\frac{\gamma_2}{2} - \frac{\beta_2\gamma_1}{4\beta_1} > 0$ , 此时制造商网络直销渠道的产品最优需求量  $D_2^*$  与电商平台自营渠道的产品交货期  $T_1$  呈正相关。当  $\varepsilon > 2\delta$  时,  $\frac{\gamma_2}{2} - \frac{\beta_2\gamma_1}{4\beta_1} < 0$ , 此时制造商网络直销渠道的产品最优需求量  $D_2^*$  与电商平台自营渠道的产品交货期  $T_1$  呈负相关, 得证。

在集中模式下,

$$\frac{\partial D_1^{**}}{\partial T_2} = \frac{\gamma_2}{2} > 0,$$

$$\frac{\partial D_2^{**}}{\partial T_1} = \frac{\gamma_2}{2} > 0,$$

由于  $0 < \beta_2 < \beta_1 < 1, 0 < \gamma_2 < \gamma_1 < 1$ , 则推论 6 得证。

## 5 结论及展望

随着电子商务的快速发展, 企业通过自身网络直销渠道以及第三方电商平台销售产品已经成为在线销售的主要方式。由于在线双渠道之间有着很多相似性, 单纯通过产品价格竞争已经不能满足消费者对于享受便捷购物的体验。因此, 通过缩短产品交货期, 对于生鲜产品双渠道的制造商以及电商平台自营商的产品定价有着重要影响。在双渠道供应链中, 不同的生鲜产品交货期竞争对于双渠道成员的产品定价以及收益具有一定影响。当双渠道供应链成员采取集中决策时, 电商平台自营商的产品定价等于分散决策时制造商的批发价。同时电商平台自营商在集中决策模型下的产品定价要小于分散决策模型时产品的定

价。随着生鲜产品交货期的增加, 在双渠道供应链中无论是采取集中决策模型还是采取分散决策模型, 电商平台自营商的产品定价以及产品需求量都会逐渐减少, 同时也会给另一渠道的产品定价以及需求量产生溢出效应。因此企业在面对在线渠道之间的竞争时, 可以通过缩短产品交货期, 使企业得到更多的利润, 增强企业的竞争力。双渠道之间产品交货期的差异性, 会导致双渠道供应链成员采取不同的定价策略。当电商平台自营商具有较强优势时, 可通过集中决策方式, 提升自身收益。当制造商具有较强优势时, 可通过分散决策方式提升自身收益, 同时, 根据生鲜产品异质性设置不同的产品交货期。考虑消费者对产品交货期的敏感性, 实施差异化定价。针对不同产品价格提供不同的产品交货期策略, 提供不同生鲜产品的配送服务, 避免价格竞争。

本文研究了双渠道供应链中的制造商与电商平台自营商通过采取不同的产品交货期进行产品的定价, 主要考虑产品交货期对产品定价以及需求量的影响, 过于局限。因此, 可引入更多影响因素, 如可以考虑制造商直销渠道与传统渠道之间的交货期竞争问题等, 研究双渠道供应链的定价策略。

## 参考文献:

- [1] 王玲玲, 胡盛强, 张毕西, 等. 基于时间敏感需求及随机完工期的承诺交货期决策[J]. 数学的实践与认识, 2014, 44(12): 91-101.  
WANG Lingling, HU Shengqiang, ZHANG Bixi, et al. Decision of Guaranteed Delivery Time Based on Time-Sensitive Demands and Random Makspan[J]. Mathematics in Practice and Theory, 2014, 44(12): 91-101.
- [2] 刘昊, 王志平, 李桃迎. 制造商统一定价下双渠道供应链促销及协调策略[J]. 工业技术经济, 2018(2): 74-81.  
LIU Hao, WANG Zhiping, LI Taoying. Pricing and Coordination Strategy of Dual-Channel Supply Chain Under Manufacturers' Unified Pricing[J]. Journal of Industrial Technological & Economics, 2018(2): 74-81.
- [3] 范小军, 刘艳. 制造商引入在线渠道的双渠道价格与服务竞争策略[J]. 中国管理科学, 2016, 24(7): 40-45.  
FAN Xiaojun, LIU Yan. Dual Channel Price and Service Competition After Manufacturer Introduced Direct Online Channel[J]. Chinese Journal of Management Science, 2016, 24(7): 40-45.
- [4] 骆正清, 董永杰. 利他偏好下双渠道供应链定价决策

- 研究[J]. 工业技术经济, 2018(2): 91-98.
- LUO Zhengqing, DONG Yongjie. Study on Pricing Decision of Dual-Channel Supply Chain Under Altruistic Preferences[J]. Industrial Technological & Economy, 2018(2): 91-98.
- [5] 田巍, 黄晗, 杨世信. 基于产品渠道相容性的双渠道供应链协作策略[J]. 工业工程, 2017, 20(5): 9-14. TIAN Wei, HUANG Han, YANG Shixin. Dual Channel Supply Chain Collaboration Strategy Considering Product Online-Compatibility[J]. Industrial Engineering Journal, 2017, 20(5): 9-14.
- [6] 谢祥添, 张毕西. 需求不确定下承诺交货时间和产能决策[J]. 中国管理科学, 2016, 24(11): 73-80. XIE Xiangtian, ZHANG Bixi. Promised Lead Time and Capacity Decision-Making Based on Demand Is Uncertain[J]. Chinese Journal of Management Science, 2016, 24(11): 73-80.
- [7] WENG Z K. Manufacturing Lead Times, System Utilization Rates and Lead-Time-Related Demand[J]. European Journal of Operational Research, 1996, 89(2): 259-268.
- [8] YE T, SUN H, LI Z. Coordination of Pricing and Leadtime Quotation Under Leadtime Uncertainty[J]. Computers & Industrial Engineering, 2016, 102: 147-159.
- [9] XIAO T, SHI J, CHEN G. Price and Leadtime Competition, and Coordination for Make-to-Order Supply Chains[J]. Computers & Industrial Engineering, 2014, 68(1): 23-34.
- [10] ZHAO S, WU F, JIA T, et al. The Impact of Product Returns on Price and Delivery Time Competition in Online Retailing[J]. Computers & Industrial Engineering, 2018, 125: 658-667.
- [11] PEKGÜN P, GRIFFIN P M, KESKINOCAK P. Centralized Versus Decentralized Competition for Price and Lead-Time Sensitive Demand[J]. Decision Sciences, 2016, 48(6): 1198-1227.
- [12] JAYASWAL S, JEWKES E M. Price and Lead Time Differentiation, Capacity Strategy and Market Competition[J]. International Journal of Production Research, 2016, 54(9): 1-16.
- [13] LI Y, LIN Q, YE F. Pricing and Promised Delivery Lead Time Decisions with a Risk-Averse Agent[J]. International Journal of Production Research, 2014, 52(12): 3518-3537.
- [14] SO K C. Price and Time Competition for Service Delivery[J]. Manufacturing & Service Operations Management, 2011, 2(4): 392-409.
- [15] 刘聪粉, 仲伟周, 宋长青. 寡头市场下价格时变产品的最优交货期策略[J]. 系统工程理论与实践, 2014, 34(10): 2515-2525. LIU Congfen, ZHONG Weizhou, SONG Changqing. Optimal Product Delivery Time Strategies of Time-Varying Price in an Oligopoly Market[J]. Systems Engineering-Theory & Practice, 2014, 34(10): 2515-2525.
- [16] LIU B, GUAN X, WANG H, et al. Channel Configuration and Pay-on-Delivery Service with the Endogenous Delivery Lead Time[J]. Omega, 2018, DOI: 10.1016/j.omega.2018.04.011.
- [17] YANG J Q, ZHANG X M, FU H Y, et al. Inventory Competition in a Dual-Channel Supply Chain with Delivery Lead Time Consideration[J]. Applied Mathematical Modelling, 2016, DOI: 10.1016/j.apm.2016.10.050.

(责任编辑: 申剑)