

文章编号: 1000-5862(2021)03-0278-07

基于合作博弈的时鲜产品网络零售运营策略研究

罗春林, 喻冬冬, 王 彪, 朱 莹

(江西财经大学信息管理学院, 江西 南昌 330013)

摘要: 现代电子商务与物流使得消费异地时鲜产品非常便利, 该文基于广义 Nash 讨价还价的合作博弈理论研究了时鲜产品的网络零售运营策略, 包括在网络电商平台销售和平台自营模式下时鲜产品的定价订货与企业绩效等问题. 研究结果表明: 时鲜产品的批发价和零售价都随时鲜产品新鲜度的增加而增加, 但批发价独立于电商平台的佣金比例, 而零售价却随佣金比例的增加而增加; 零售商的订货量会随佣金比例的增加而减少, 却随其讨价还价能力的增加而增加; 零售商与供应商的利润比取决于时鲜产品的价格弹性和他们之间相对的讨价还价能力, 而零售商与平台的利润比却取决于时鲜产品的价格弹性和平台佣金比例.

关键词: 时鲜产品; 网络平台; 网络零售; 合作博弈

中图分类号: F 224.32 **文献标志码:** A **DOI:** 10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2021.03.09

0 引言

时鲜产品(如水果、海鲜、蔬菜等)的生产往往具有较强的地域特征, 但随着现代电子商务和物流的快速发展, 消费异地生产的时鲜产品也成为在人们生活中普通的事情, 甚至如进口水果在京东、1 号店平台上也是品种繁多. 对时鲜产品, 京东很多是采用平台销售模式(platform-selling mode) 来销售的, 即零售商先通过京东平台来销售产品, 然后京东提取一定比例的佣金; 而 1 号店更多是选取自营的模式(self-reselling mode) 来销售时鲜产品, 即 1 号店自己先从供应商处购买时鲜产品, 然后通过自己的平台将产品销售出去, 这时的 1 号店既兼有平台的作用, 同时在本质上又是一个零售商.

平台销售又被称为代理销售(agency selling) 或寄售(consignment selling). 目前, 关于这种销售模式国内外已有很多的研究, 如 Wang Yunzeng 等^[1]研究了寄售的收益共享模式对整个渠道绩效的影响; T. Avinadav 等^[2]研究了一个移动平台和多个不同风险态度应用软件(app) 研发者之间的平台销售契约问题. 但这些文献都只单独地研究了平台销售模

式, 而近年来, 有些文献则将研究视角集中在比较传统的批发零售模式与现代电子商务的平台销售模式对企业运营与绩效的影响上, 如 J. S. Gans^[3]研究了在移动设备上的应用程序的定价模式, 由于双重边际效应, 所以在批发零售模式下的零售价会更高; 而 V. Abhishek 等^[4]研究了在电子零售中的销售渠道选择问题, 结果显示平台销售模式比批发零售模式效率更高; R. E. de Matta 等^[5]和 Wang Cuixia 等^[6]分别基于企业偏好与顾客选择行为研究了销售模式的选择问题; Zhu Feng 等^[7]通过实证探讨了 Amazon 作为一个销售平台经常会转换角色进入到第 3 方卖家销售货物的动机, 研究还显示 Amazon 的进入既有利于降低运输成本又有利于增加市场需求. 但這些研究考虑的都是非易变质性商品, 而时鲜产品的一个重要特征是易变质性, 变质后的时鲜产品将没有任何价值. 考虑到时鲜产品的易变质性, 平台销售模式和自营模式的运营决策将会有怎样的变化? 这个问题值得深入研究.

早期关于时鲜产品等易变质商品的研究主要集中在库存管理上, S. K. Goyal 等^[8]对此做了比较好的综述. 近年来许多学者从供应链的视角研究了时鲜产品的物流运输与供应链协调等问题. 如肖勇波

收稿日期: 2020-12-28

基金项目: 国家自然科学基金(71862014, 71761015) 和江西省自然科学基金(20202BABL201012) 资助项目.

作者简介: 罗春林(1978—), 男, 江西都昌人, 教授, 博士, 博士生导师, 主要从事运营与供应链管理、博弈理论及其应用研究. Email: chunlinluo@126.com

等^[9]和 Cai Xiaoqiang 等^[10]考虑了时鲜产品的长途运输和随机性需求,研究了时鲜产品企业之间的协调策略与运输服务外包问题;Cai Xiaoqiang 等^[11]和曹晓宁等^[12]研究了在保鲜努力情形下时鲜产品的供应链运营决策;罗春林等^[13]研究了中国流通行业税制“营改增”对时鲜产品运营决策的影响;S. H. Chung等^[14]研究了易逝商品的集成供应链管理;W. E. Soto-Silva 等^[15]对近年来时鲜产品的运营管理模型进行了综合分析;Ma Xueli 等^[16]在非对称信息的背景下研究了考虑保鲜努力的时鲜农产品供应链协调问题;Liu Chao 等^[17]等研究了时鲜产品2级供应链的动态保鲜问题,并提出了线性奖励契约以保证时鲜产品新鲜度。但这些研究都是基于传统的批发零售销售模式。而近年来电子商务与物流的快速发展,使得许多时鲜产品如进口水果等的销售模式发生了改变,如有的是通过像京东一样的网络电商平台销售,有的是通过像1号店一样的自营模式销售。一个自然的问题是:时鲜产品销售模式的改变对时鲜产品的运营决策和企业绩效将会产生怎样的影响?

同时,由于在现实中时鲜产品的批发价往往都是供应商与零售商讨价还价、谈判合作的结果,因此考虑利用在合作博弈论中讨价还价理论来研究时鲜产品在网络零售中的运营决策与管理策略。讨价还价理论最早由 J. Nash^[18]在1953年提出,用于解决2个人的合作博弈问题,这时默认的假设是2个参与人有相同的讨价还价能力。之后 A. E. Roth^[19]又将这一理论推广到参与人有不同的讨价还价能力上,建立了广义讨价还价理论。许多供应链管理学者将广义讨价还价理论应用到在供应链中上游企业与下游企业的各个决策的谈判中,如 Wu Desheng 等^[20]在需求不确定性情形下研究了在竞争供应链中的讨价还价问题,结果显示讨价还价供应链结构会存在于多周期竞争模式中;Ma Lijun 等^[21]基于广义讨价还价理论研究了风险中性制造商和风险厌恶零售商之间的批发价和订货量问题,研究发现在平等的讨价还价能力情况下,总是存在唯一的均衡策略;K. Matsui^[22]研究了在双渠道结构下制造商与零售商的讨价还价时机决策问题,结果表明制造商在确定直销价格之前与零售商讨价还价是最好的策略。但这些研究都没有考虑到时鲜产品的易变质性特征,本文将基于合作博弈的讨价还价理论研究在网络零售中的时鲜产品运营管理策略。

1 基本模型

针对时鲜产品的网络零售模式,本文研究由供应商与零售商通过电商平台销售构成的供应链系统(见图1)。零售商根据对市场需求的预期,从时鲜产品生产地订购一定数量的时鲜产品。进而,零售商在网络电商平台上以合适的零售价将时鲜产品卖给消费者。交易完成后,网络销售平台和零售商会根据事先约定好的佣金比例进行收益分配。

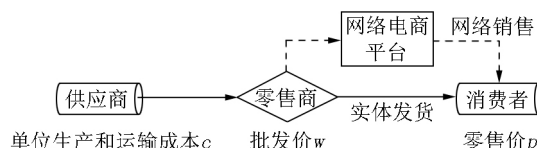


图1 网络电商平台销售模型基本示意图

由于时鲜产品有明显的时效性而且容易腐烂,因此只需要研究一个单周期问题。在周期开始时,零售商根据自己对市场需求的预期,从供应商处选择订购数量为 q 的某时鲜产品,时鲜产品的批发价格 w 是由他们讨价还价决定的,供应商的单位生产和运输成本为 c 。零售商进而根据供应商选择的批发价 w 和网络电商平台的佣金比例 λ 确定最优的零售价 p ,并通过平台销售给消费者。

时鲜产品的新鲜度 γ 与价格 p 对消费者的需求有着明显的直接影响,参照文献[9,10-11,23]的研究,可将时鲜产品的需求函数合理地表示为

$$D(p, \gamma) = y(\gamma) p^{-k(\gamma)} \xi, \quad (1)$$

其中 $y = y(\gamma)$ 表示潜在市场规模 $k = k(\gamma)$ 为需求价格弹性 ξ 为随机变量(描述市场需求的不确定性)。不失一般性,可设期望 $E(\xi) = 1$ 。由于产品越新鲜,客户的潜在需求越大,因此设 $y(\gamma)$ 为 γ 的增函数。

P. L. Anderson 等^[24]的实证研究表明许多时鲜产品是价格弹性类商品,如新鲜绿色豌豆和新鲜番茄的价格弹性分别为2.8和4.6,因此在下面的研究中,假设 $k(\gamma) > 1$ 。另外, M. Tsiros 等^[25]的实证研究显示消费者更愿意购买保质期更长一些、更新鲜一点的时鲜类产品,因此可以合理地假设 $k'(\gamma) < 0$,即时鲜产品的需求价格弹性 $k(\gamma)$ 随新鲜程度 γ 的增加而减少,或者说,产品越新鲜,消费者对时鲜产品的价格敏感性会越低一些。

2 零售商的最优反应策略

设网络电商平台的佣金比例为 λ ,当时鲜产品

供应商提供的批发价为 w 且产品新鲜度为 γ 时,网络零售商将决定合理的零售价 p 和订货量 q ,以实现期望利润

$$\pi_R = (1 - \lambda) p E(\min(D(p, \gamma), q)) - wq$$

最大化,而这时供应商和网络电商平台的期望利润分别为

$$\pi_S = (w - c)q, \quad \pi_P = \lambda p E(\min(D(p, \gamma), q)).$$

值得一提的是: $\lambda = 0$ 意味着零售商本身兼着网络电商的功能或者电商平台本身扮演着零售商的角色,而这在实际上正对应着在现代商业中很多电商平台的自营业务,如 1 号店自营销售水果等时鲜产品,这时的网络销售平台既兼有平台的作用同时在本质上又是一个零售商.下面把 $\lambda = 0$ 的情况简称为平台自营模型,如图 2 所示.

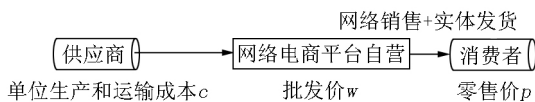


图2 平台自营模型基本示意图

仿照 N. C. Petruzzi 等^[26] 的做法,定义订货因子 (stocking factor) z 为 $z = q / (y(\gamma) p^{-k(\gamma)})$, 于是零售商的最优决策 (p^*, q^*) 问题转化为最优化决策 (p^*, z^*) 问题,即

$$\pi_R = (1 - \lambda) q (zy(\gamma) / q)^{1/k(\gamma)} E(\min(\xi/z, 1)) - wq = (1 - \lambda) (zy(\gamma))^{1/k(\gamma)} q^{1-1/k(\gamma)} \left(1 - \int_0^{\xi/z} (1 - \xi/z) f(\xi) d\xi \right) - wq. \quad (2)$$

定理 1 设在式 (1) 中的随机变量 ξ 具有单调递增的广义失败率 (increasing generalized failure rate, IGFR), 且 $\lim_{x \rightarrow +\infty} x(1 - F(x)) = 0$, 则最优订货因子 z^* 由

$$(k(\gamma) - 1) \int_0^{\xi/z} \xi f(\xi) d\xi = z(1 - F(z)) \quad (3)$$

唯一确定,且最优订货量和最优零售价分别为

$$q(w) = y(\gamma) z^* ((1 - \lambda) \bar{F}(z^*) / w)^{k(\gamma)}, \quad (4)$$

$$p(w) = w / ((1 - \lambda) \bar{F}(z^*)). \quad (5)$$

证 将式 (2) 对 z 求偏导数可得

$$\partial \pi_R / \partial z = -(1 - \lambda) y(\gamma)^{1/k(\gamma)} q^{1-1/k(\gamma)} \varphi(z) / (k(\gamma) z^{2-k(\gamma)}),$$

其中 $\varphi(z) = (k(\gamma) - 1) \int_0^{\xi/z} \xi f(\xi) d\xi - z \bar{F}(z)$. 将 $\varphi(z)$ 关于 z 求偏导数可得

$$\partial \varphi(z) / \partial z = k(\gamma) \bar{F}(z) (h(z) - 1/k(\gamma)),$$

其中 $h(z) = z f(z) / F(z)$ 为广义失败率函数.

由于 $h(z)$ 为 z 的单调递增函数,因此当 $z \leq$

$h^{-1}(1/k(\gamma))$ 时, $\varphi(z)$ 单调递减,而当 $z > h^{-1}(1/k(\gamma))$ 时, $\varphi(z)$ 单调递增. 而且 $\varphi(0) = 0, \lim_{z \rightarrow +\infty} \varphi(z) = (k(\gamma) - 1) \int_0^{\xi/z} \xi f(\xi) d\xi > 0$. 因此,能满足 $\varphi(z) = 0$ 的只有唯一的正数解 z^* . 从而,零售商的最优订货因子 z^* 由隐函数 (3) 唯一确定.

由于最优订货因子 z^* 不依赖于变量 q , 因此将 π_R 分别求关于 q 的 1 阶导数和 2 阶导数,可得

$$\partial \pi_R / \partial q = (1 - \lambda) \bar{F}(z^*) (y(\gamma) z^*)^{1/k(\gamma)} q^{-1/k(\gamma)} - w,$$

$$\partial^2 \pi_R / \partial q^2 = -(1 - \lambda) \bar{F}(z^*) (y(\gamma) z^*)^{1/k(\gamma)} q^{-1/k(\gamma)-1} / k(\gamma) < 0,$$

即 $\pi_R|_{z=z^*}$ 为订货量 q 的严格凹函数,因此最优订货策略为 $q(w) = y(\gamma) z^* ((1 - \lambda) \bar{F}(z^*) / w)^{k(\gamma)}$. 从而,根据 $z = q / (y(\gamma) p^{-k(\gamma)})$ 可得零售商的最优零售价为 $p(w) = w / ((1 - \lambda) \bar{F}(z^*))$.

特别要说明的是: 这里假设随机变量 ξ 满足单调递增的广义失败率 (IGFR), 且 $\lim_{x \rightarrow +\infty} x(1 - F(x)) = 0$. 这个条件是非常普遍的,许多分布如均匀分布、正态分布、Weibull 分布和 Gamma 分布等都满足该条件^[27].

于是由定理 1 可得,供应商与零售商的利润分别为

$$\pi_S(w) = (w - c) z^* y(\gamma) ((1 - \lambda) \bar{F}(z^*) / w)^{k(\gamma)},$$

$$\pi_R(w) = w z^* y(\gamma) ((1 - \lambda) \bar{F}(z^*) / w)^{k(\gamma)} / (k(\gamma) - 1).$$

推论 1 最优订货因子 z^* 随新鲜度 γ 增加而增加.

证 由定理 1 知,最优订货因子 z^* 满足方程 (3). 将方程 (3) 对 γ 求得

$$k(\gamma) \int_0^{\xi/z^*} \xi f(\xi) d\xi + (k(\gamma) - 1) z^* f(z^*) \partial z^* / \partial \gamma =$$

$$(\bar{F}(z^*) - z^* f(z^*)) \partial z^* / \partial \gamma,$$

于是,

$$\partial z^* / \partial \gamma = k(\gamma) \left(\int_0^{\xi/z^*} \xi f(\xi) d\xi \right)^2 / \left((\bar{F}(z^*) - z^* f(z^*)) \int_0^{\xi/z^*} \xi f(\xi) d\xi - (z^*)^2 \bar{F}(z^*) f(z^*) \right).$$

$$(6)$$

由于 $\int_0^{\xi/z^*} \xi f(\xi) d\xi = -z^* \bar{F}(z^*) + \int_0^{\xi/z^*} \bar{F}(\xi) d\xi$, 于是有

$$(\bar{F}(z^*) - z^* f(z^*)) \int_0^{\xi/z^*} \xi f(\xi) d\xi - (z^*)^2 \bar{F}(z^*) f(z^*) =$$

$$\bar{F}(z^*) \int_0^{\xi/z^*} (h(\xi) - h(z^*)) \bar{F}(\xi) d\xi. \quad (7)$$

将式(7)代入式(6)可得

$$\partial z^* / \partial \gamma = k(\gamma) \left(\int_0^{z^*} f(\xi) d\xi \right)^2 / \left(\bar{F}(z^*) \int_0^{z^*} (h(\xi) - h(z^*)) \bar{F}(z^*) d\xi \right).$$

根据 ξ 的IGFR性质有 $\partial z^* / \partial \gamma > 0$,从而可得推论1成立.

3 零售商与供应商之间的讨价还价

根据在现实中商品的批发价往往是零售商与供应商之间讨价还价、谈判的结果,于是可以利用合作博弈去分析零售商与供应商之间的讨价还价问题并求出他们之间的协议批发价.在合作博弈论中研究谈判问题应用最广泛的策略是广义纳什讨价还价机制(Generalized Nash Bargaining Scheme)^[18-19],其策略选取是通过求最优化问题

$$\max_{y_1, y_2} (y_1 - y_1^0)^\beta (y_2 - y_2^0)^{1-\beta},$$

$$\text{s. t. } y_1 \geq y_1^0, y_2 \geq y_2^0$$

来确定的,其中 $y_1(y_1^0)$ 和 $y_2(y_2^0)$ 分别表示2个参与人的效用(保留效用)或利润(保留利润) β 和 $1-\beta$ 分别刻画2个参与人的讨价还价能力.

设零售商的相对讨价还价指数为 β ,从而供应商的相对讨价还价指数为 $1-\beta$,并设他们的保留效用均为0,即不参与的机会成本都为0,则零售商与供应商讨价还价的批发价由优化问题

$$\max_w \Lambda = (\pi_S(w))^{1-\beta} (\pi_R(w))^\beta,$$

$$\text{s. t. } \pi_S(w) > 0, \pi_R(w) > 0 \quad (8)$$

来确定.

特别要强调的是:当 $\beta=0$ 时,讨价还价模型(8)退化为传统的Stackelberg博弈,即供应商根据零售商的最优反应来确定自己的批发价;而当 $\beta=1$ 时,模型(8)退化为集中决策模式(centralized mode),即零售商对供应商有全部的控制权,供应商如同零售商的一个采购部门.因此,这里研究的讨价还价博弈模型是一个非常广义的运作模型,它包含了在运营管理中常用的运作模型.

定理2 基于广义纳什讨价还价机制的最优批发价为

$$w^* = (k-\beta)c/(k-1),$$

从而最优订货量和最优零售价分别为

$$q^* = yz^* ((1-\lambda)(k-1)\bar{F}(z^*)/(k-\beta)c)^k,$$

$$p^* = (k-\beta)c/((1-\lambda)(k-1)\bar{F}(z^*)).$$

证 为了求解供应商与零售商之间的广义讨

价还价批发价,先暂时不考虑其约束条件.将 $\Lambda = (\pi_S(w))^{1-\beta} (\pi_R(w))^\beta$ 改写成 $\Lambda = B(w-c)^{1-\beta} w^{k(\gamma)-\beta}$,其中 $B = yz^* ((1-\lambda)\bar{F}(z^*))^k/(k-1)^\beta$.

将 Λ 对 w 求1阶导数可得

$$\partial \Lambda / \partial w = B(w-c)^{-\beta} w^{\beta-k-1} ((1-\beta)w + (\beta-k)(w-c)),$$

令 $\partial \Lambda / \partial w = 0$ 可得 $w^* = (k-\beta)c/(k-1)$.

由于 $\partial^2 \Lambda / \partial w^2|_{w=w^*} = B(1-k)(w^*-c)^{-\beta} \cdot (w^*)^{\beta-1-k} < 0$,所以 Λ 是 w 的拟凹函数(quasi-concave).而且 w^* 满足 $\pi_S(w^*) > 0$ 和 $\pi_R(w^*) > 0$,于是 w^* 为唯一的广义纳什讨价还价批发价.将 w^* 代入式(4)和式(5)可得零售商的最优订货量和最优零售价.

定理2表明供应商与零售商之间的批发价是独立于平台的佣金比例 λ 的,这也意味着不论是网络平台代理销售还是网络平台自营销售,供应商的批发价是相同的,只要企业和供应商谈判的能力是一样的.而且当零售商的讨价还价能力更强一些时,零售商可以获得更低一点的批发价;另外,当时鲜产品的需求价格弹性越大时,供应商提供的批发价也会越低一点,这是因为时鲜产品的需求价格弹性越大,需求对价格的变化更加敏感,导致需求的不确定性增加,这在一定意义上是削弱了供应商的讨价还价能力,增加了零售商的讨价还价能力,从而能够议出更低的批发价.由于当零售商有更强的谈判能力时,批发价会更低一些,因此,与传统的Stackelberg博弈模型($\beta=0$)相比,讨价还价博弈模型会协商出更低的批发价,这是由于零售商参与了批发价的议价过程,发挥了其议价作用.

推论2 最优批发价 w^* 和最优零售价 p^* 都随时鲜产品的新鲜度 γ 的增加而增加.

证 将批发价 w^* 改写为 $w^* = (1 + (1-\beta)/(k(\gamma)-1))c$,显然有 w^* 随 γ 的增加而增加.由推论1有 z^* 为 γ 的单调增函数,于是 $1/(1-\bar{F}(z^*))$ 也为 γ 的单调增函数,因此 p^* 随 γ 的增加而增加.

推论2表明:时鲜产品的新鲜度越好,其批发价和零售价也会越高.这在现实中是非常普遍的情况.

于是,供应商与零售商的期望利润分别为

$$\pi_S = yz^* c(1-\beta)((1-\lambda)(k-1)\bar{F}(z^*)/(k-\beta)c)^k/(k-1),$$

$$\pi_R = yz^* c(k-\beta)((1-\lambda)(k-1)\bar{F}(z^*)/(k-$$

$\beta) c))^k / (k-1)^2$,

而平台的期望利润为

$$\pi_p = \lambda y z^* c k (k - \beta) ((1 - \lambda)(k - 1) \bar{F}(z^*) / (c(k - \beta)))^k / (k - 1)^2.$$

比较零售商与供应商和平台的期望利润有如下推论.

推论 3 零售商与供应商的利润比为

$$\rho_{RS} \equiv \pi_R(w^*) / (\pi_S(w^*)) = 1/(k-1) + 1/(1-\beta), \quad (9)$$

而零售商与平台的利润比为

$$\rho_{RP} \equiv \pi_R(w^*) / (\pi_P(w^*)) = (1-\lambda) / (\lambda k). \quad (10)$$

虽然供应商与零售商的期望利润都依赖于平台的佣金比例 λ , 然而式(9)却表明零售商与供应商的期望利润比 ρ_{RS} 是独立于佣金比例 λ 的. 而且 ρ_{RS} 随零售商的讨价还价能力 β 增加而增加, 这说明当零售商的讨价还价能力增强时, 相比于供应商, 零售商能获得更多的利润. 但是 ρ_{RS} 随时鲜产品需求价格弹性 $k(\gamma)$ 的增加而减少, 这表明时鲜产品的需求弹性越大越不利于零售商的经营, 这是由于零售商会面临更多的随机需求风险. 由于 $k(\gamma)$ 随 γ 的增加而减少, 所以 γ 越大越有利于零售商的经营.

同样地, 零售商与平台的期望利润都依赖于零售商的讨价还价能力 β , 而式(10)却表明零售商与平台的期望利润比例 ρ_{RP} 独立于讨价还价能力 β . 而且 ρ_{RP} 随 λ 和 k 的增加而减少, 这是由于平台的佣金比例越高零售商的利润会变得更少, 且时鲜产品的需求弹性越大意味着更多随机需求的风险也会使零售商的利润减少越多.

4 电商佣金比例对时鲜产品运营绩效的影响

当平台的佣金比例为 λ 时, 平台的期望利润为

$$\pi_p = \lambda y z^* c k (k - \beta) ((1 - \lambda)(k - 1) \bar{F}(z^*) / (c(k - \beta)))^k / (k - 1)^2 = A \lambda (1 - \lambda)^{k(\gamma)},$$

其中 $A = y z^* c k (k - \beta) ((k - 1) \bar{F}(z^*) / (c(k - \beta)))^k / (k - 1)^2$.

定理 3 当 $\lambda \leq 1/(k+1)$ 时, 平台的期望利润随 λ 的增加而增多, 而当 $\lambda > 1/(k+1)$ 时, 平台的期望利润随 λ 的增加而减少.

证 将 π_p 对 λ 求 1 阶导数有 $\partial \pi_p / \partial \lambda = A(1 - \lambda)^{k-1} (1 - (k+1)\lambda)$, 从而可得定理 3 成立.

下面再考虑平台的佣金比例 λ 对整个供应链绩

效的影响, 记当佣金比例为 λ 时整个供应链的总利润 $\Pi(\lambda) = \pi_S + \pi_R + \pi_P$ 为

$$\begin{aligned} \Pi(\lambda) &= (1/(k-1) + (1-\beta)/(k-\beta) + \lambda k / ((1-\lambda)(k-1))) y z^* c (k-\beta) ((1-\lambda)(k-1) \bar{F}(z^*) / (c(k-\beta)))^k / (k-1) \\ &= D(1/(k-1) + (1-\beta)/(k-\beta) + \lambda k / ((1-\lambda)(k-1))) (1-\lambda)^k, \end{aligned}$$

其中 $D = y z^* c (k-\beta) ((k-1) \bar{F}(z^*) / (c(k-\beta)))^k / (k-1)$.

定理 4 当 $\lambda \leq 1/k$ 时整个供应链的总利润 $\Pi(\lambda)$ 随佣金比例 λ 的增加而减少.

证 由定理 3 知, 将 $\Pi(\lambda)$ 对 λ 求导可得

$$\partial \Pi(\lambda) / \partial \lambda = (1/(k(\gamma) - 1) + (1-\beta)/(k(\gamma) - \beta) + 1/(k(\gamma) - 1) - \lambda(1/(k(\gamma) - 1) + (1-\beta)/(k(\gamma) - \beta) + k(\gamma)/(k(\gamma) - 1))) k(1 - \lambda)^{k(\gamma)-2} D.$$

当 $\lambda \leq 1/k$ 时, 显然有 $\partial \Pi(\lambda) / \partial \lambda > 0$, 即总利润 $\Pi(\lambda)$ 随佣金比例 λ 的增加而减少.

根据 P. L. Anderson 等^[24] 的实证研究表明: 时鲜产品如新鲜绿色豌豆和新鲜番茄的价格弹性分别为 2.8 和 4.6. 而平台对时鲜类产品的佣金比例在 2% ~ 6% (如京东为 3%) 之间, 因此对几乎所有时鲜产品, 平台提出佣金比例是远小于 $1/k$ 或 $1/(k+1)$ 的. 于是由定理 3 和定理 4 知, 对时鲜产品而言, 平台收取的佣金比例越高, 其利润会越多, 但总利润会越低. 这意味着平台利润在增加时会令供应商与零售商的利润损失增多, 这样导致的结果可能是零售商选择放弃该销售渠道. 因此, 平台需要在合作与赢利的基础上选择恰当的佣金比例.

5 结束语

时鲜产品区别于耐用商品的一个重要特质是其易变质性, 因此时鲜产品的合理采购对零售企业显得尤为重要. 基于在现实中供应商与零售商之间的讨价还价、谈判合作, 利用在合作博弈论中的广义 Nash 讨价还价方法研究了时鲜产品在网络零售中的运营管理策略, 研究结果显示广义讨价还价博弈模型是传统 Stackelberg 博弈模型和集中决策模型的推广.

考虑在现实中有网络电商平台销售和电商平台自营 2 种销售模式, 本文分别在 2 种销售模式下研究时鲜产品的定价订货与企业绩效等问题. 研究结果表明: 时鲜产品的批发价和零售价都随时鲜产品

的新鲜度增加而增加,但批发价独立于电商平台的佣金比例,而零售价却随佣金比例的增加而增加;零售商的订货量会随佣金比例的增加而减少,却随讨价还价能力的增加而增加;零售商与供应商的利润比取决于生鲜产品的需求价格弹性和他们之间相对的讨价还价能力,而零售商与平台的利润比例取决于生鲜产品的需求价格弹性和平台佣金比例;平台在提高佣金比例时会增加其自身的利润,但却会严重降低供应商与零售商的利润,因此平台需要在合作与赢利的基础上选择恰当的佣金比例。

这里仅考虑的是生鲜产品在单一网络电商平台环境下的运营管理策略,一个直接的问题是:若考虑电商平台的竞争,则平台的竞争会如何影响生鲜产品的运营管理策略?若生鲜产品存在替代性的生鲜产品,则产品的竞争会对企业的运营决策产生什么影响?进而,若考虑决策者的决策行为(如风险偏好、过度自信、后悔等行为因素),则企业的运营决策与运作绩效都将会发生怎样的变化?另外,本文只是从理论的层面分析生鲜产品的网络零售运营管理,未来可以通过收集实际数据对这些研究进行相应的实证分析。

6 参考文献

- [1] Wang Yunzeng, Jiang Li, Shen Zuojun. Channel performance under consignment contract with revenue sharing [J]. *Management Science* 2004, 50(1): 34-47.
- [2] Avinadav T, Chernonog T, Perlman Y. Consignment contract for mobile apps between a single retailer and competitive developers with different risk attitudes [J]. *European Journal of Operational Research* 2015, 246(3): 949-957.
- [3] Gans J S. Mobile application pricing [J]. *Information Economics and Policy* 2012, 24(1): 52-59.
- [4] Abhishek V, Jerath K, Zhang Z John. Agency selling or re-selling? channel structures in electronic retailing [J]. *Management Sciences* 2016, 62(8): 2259-2280.
- [5] de Matta R E, Lowe T J, Zhang Dengfeng. Consignment or wholesale: retailer and supplier preferences and incentives for compromise [J]. *Omega* 2014, 49: 93-106.
- [6] Wang Cuixia, Leng Mingming, Liang Liping. Choosing an online retail channel for a manufacturer: direct sales or consignment? [J]. *International Journal of Production Economics* 2018, 195: 338-358.
- [7] Zhu Feng, Liu Qihong. Competing with complementors: an empirical look at Amazon.com [J]. *Strategic Management Journal* 2018, 39(10): 2618-2642.
- [8] Goyal S K, Giri B C. Recent trends in modeling of deteriorating inventory [J]. *European Journal of Operational Research* 2001, 134(1): 1-16.
- [9] 肖勇波, 陈剑, 徐小林. 到岸价格商务模式下涉及远距离运输的生鲜产品供应链协调 [J]. *系统工程理论与实践* 2008, 28(2): 19-25, 34.
- [10] Cai Xiaoqiang, Chen Jian, Xiao Yongbo, et al. Fresh-product supply chain management with logistics outsourcing [J]. *Omega* 2013, 41(4): 752-765.
- [11] Cai Xiaoqiang, Chen Jian, Xiao Yongbo, 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] 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.
- [13] 罗春林, 田歆, 舒成. 基于税制“营改增”的生鲜产品运营管理策略研究 [J]. *系统工程理论与实践*, 2015, 35(7): 1726-1732.
- [14] Chung S H, Kwon C. Integrated supply chain management for perishable products: dynamics and oligopolistic competition perspectives with application to pharmaceuticals [J]. *International Journal of Production Economics* 2016, 179: 117-129.
- [15] Soto-Silva W E, Nadal-Roig E, Gonzalez-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.
- [16] Ma Xueli, Wang Shuyun, Islam S M N, et al. Coordinating a three-echelon fresh agricultural products supply chain considering freshness-keeping effort with asymmetric information [J]. *Applied Mathematical Modelling*, 2019, 67: 337-356.
- [17] Liu Chao, Chen Weidong, Zhou Qian, et al. Modelling dynamic freshness-keeping effort over a finite time horizon in a two-echelon online fresh product supply chain [J]. *European Journal of Operational Research*, 2021, 293(2): 511-528.
- [18] Nash J. Two-person cooperative games [J]. *Econometrica*, 1953, 21(1): 128-140.
- [19] Roth A E. Axiomatic models of bargaining [M]. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1979.
- [20] Wu Desheng, Baron O, Berman O. Bargaining in competing supply chains with uncertainty [J]. *European Journal of Operational Research* 2009, 197(2): 548-556.
- [21] Ma Lijun, Liu Fangmei, Li Sijie, et al. Channel bargaining with risk-averse retailer [J]. *International Journal of Pro-*

- duction Economics 2012 ,139(1) : 155-167.
- [22] Matsui K. Optimal bargaining timing of a wholesale price for a manufacturer with a retailer in a dual-channel supply chain [J]. European Journal of Operational Research , 2020 ,287(1) : 225-236.
- [23] McAfee R P ,te Velde V. Dynamic pricing with constant demand elasticity [J]. Production and Operations Management 2008 ,17(4) : 432-438.
- [24] Anderson P L ,McLellan R D ,Overton J P ,et al. The universal tuition tax credit: a proposal to advance parental choice in education [EB/OL]. [1997-11-13]. [https: //](https://www.mackinac.org/archives/2012/s1997-04.pdf)
- www.mackinac.org/archives/2012/s1997-04.pdf.
- [25] Tsiros M ,Heilman C M. The effect of expiration dates and perceived risk on purchasing behavior in grocery store perishable categories [J]. Journal of Marketing 2005 ,69(2) : 114-129.
- [26] Petruzzi N C ,Dada M. Pricing and the newsvendor problem: a review with extensions [J]. Operations Research , 1999 ,47(2) : 183-194.
- [27] Barlow R E ,Proschan F. Mathematical theory of reliability [M]. New York ,London ,Sydney: John Wiley and Sons , 1965.

The Operations Management of Fresh Product's Online Retailing Based on the Cooperative Game Theory

LUO Chunlin ,YU Dongdong ,WANG Biao ,ZHU Ying

(School of Information Management ,Jiangxi University of Finance and Economics ,Nanchang Jiangxi 330013 ,China)

Abstract: Modern electronic commerce and logistics facilitate the consumption of distant fresh product. In this paper ,based on the generalized Nash negotiation approach in the cooperative game theory ,the online retailing problem of the fresh products is investigated including the pricing and ordering strategies of the fresh products and the firms' performance under the platform-selling mode and the self-reselling mode. The results show that the wholesale and retailing prices are both increasing with the freshness increase of the fresh products. But the wholesale price is independent of the allocation percentage ,while the retail price increases in the allocation percentage. The ordering quantity decreases in the allocation percentage but increases in the bargaining power of the retailer. The ratio between the retailer's profit and the supplier's profit is dependent on the price elasticity of the fresh product and their relative bargaining power ,while the ratio between the retailer's profit and the platform's profit is dependent on the price elasticity of the fresh product and the allocation percentage.

Key words: fresh products; online platform; online retailing; cooperative game

(责任编辑: 曾剑锋)