

文章编号:1003-207(2022)02-0118-09

DOI:10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2019.1037

新零售渠道整合下生鲜供应链的定价与协调策略

范 辰,张琼思,陈一鸣

(长沙理工大学经济与管理学院,湖南 长沙 410076)

摘 要:在新零售模式下,本文针对双渠道生鲜供应链,考虑供应商与传统零售商之间的物流合作以及在此基础上价格整合情形,基于消费者效用理论,综合考虑价格和产品新鲜度对消费者购买决策的共同影响,建立整合前后的定价和协调模型,采用线性补偿契约与收益共享契约进行协调,得到相应的最优协调策略。通过最优决策量数值模拟,对比分析三种不同程度渠道整合情形下生鲜供应链个体以及供应链系统的最优定价决策以及最优利润水平。研究发现:线上线下的物流合作会使对线性补偿量具有强势决策权的传统零售商在利润分配中占优;在进行物流整合的基础上,各供应链成员是否应开展价格整合,取决于消费者对产品时效性要求的高低以及其自身的讨价还价能力;对系统来说,渠道整合可以扩大消费者群体,提高供应链的总利润。

关键词:渠道整合;线上下单—线下配送;收益共享契约;批发价格契约;定价策略

中图分类号:F253

文献标识码:A

1 引言

在移动互联时代,随着 O2O 电子商务的不断发展,亚马逊的“生鲜馆”、沱沱工社的生鲜直销、天猫的“喵生鲜”等生鲜电商平台随之纷纷涌现,生鲜电商市场的规模以平均每年超过 50% 的增长速度迅速扩展,截至 2017 年底,电商交易额累积达 1391.3 亿,而生鲜市场交易总额于 2018 年接近 2 万亿。

保持产品的新鲜度是生鲜零售最重要的一环,对运输、储存以及配送等物流提出了更高的要求。对于生鲜零售来说,即时配送模式是保障产品质量、提升消费者效用的关键。阿里的“盒马鲜生”、永辉的“超级物种”、苏宁生鲜等生鲜巨头一般在通过电商平台进行销售的同时,开设品牌的线下实体店铺,或与当地大型连锁超市进行合作,这为商家采取“线上下单,线下配送”的方式来提高配送效率、保证生鲜产品的“新鲜度”提供了契机。

现实生活中,不同的品牌采取了不同的整合策

略:“盒马鲜生”线上线下已经采取了“一价制”,而永辉的“超级物种”却在进行物流合作的同时保留了线上线下的差价。新零售时代,在渠道物流配送服务水平差异的情况下,线上线下商家如何有序开展渠道间的整合引起学者关注。渠道整合一方面直接作用于消费者,影响消费者效用,刺激消费者需求;另一方面作用于商家,提高渠道资源的利用率,减少配送成本,获得更高的渠道效率。因此,如何进行渠道整合以及如何在渠道整合的基础上进行最优决策以达到供应链最优,具有重要的理论意义和实践意义。

现阶段,在双渠道、全渠道的研究中定价决策一直备受关注。在动态定价方面,Besbes 和 Zeevi^[1]针对单一产品收益管理问题,在有限的销售范围内最优动态价格。Perakis 和 Sood^[2]和 Levin 等^[3]考虑了随机需求下该市场中零售商的动态定价决策;Xiong 等^[4]在模糊需求信息的基础上研究了零售商的动态定价,并设计了相应的求解算法。潘伟等^[5]、杜荣等^[6]分别针对线上线下最优价格的调整次数问题、垄断情况下竞争扩散问题,推导出了不同时期的最优定价策略。在联合定价方面,徐贤浩等^[7]、Bhattacharjee 和 Ramesh^[8]、田志友等^[9]分别针对对市场中普通产品和易变质产品的联合定价库存策略进行了探讨;Burnetas 和 Smith^[10]研究了垄断零售商面临未知分布的市场需求的自适应订货和定价联合决策。以上研究是基于渠道竞争、合作下零售

收稿日期:2019-07-14;修订日期:2019-11-08

基金项目:教育部人文社会科学研究规划基金资助项目(19YJA30011);湖南省自然科学基金资助项目(2021JJ40613,2019JJ40305);湖南省教育厅科学研究项目(18B147)

通讯作者简介:范辰(1988—),女(汉族),山东泰安人,长沙理工大学经济与管理学院,讲师,博士,研究方向:电子商务、供应链管理,E-mail:chenfan@csust.edu.cn.

商的定价协调策略,本文考虑价格和产品新鲜度对消费者购买决策的影响,基于消费者效用理论得到相应需求函数,然后分别从零售商和供应商两个不同视角,分析供应链中最优定价与协调决策。

为实现合理的利润分配,众多学者从实际情况出发,在契约和供应链协调方面进行了改进和创新。朱晓东等^[11]基于 Stackelberg 博弈定价模型,为改进闭环供应链效率设计了收益成本共享契约。Cachon^[12, 13]基于报童问题的基础上,进行收益共享契约与其他协调供应链契约(数量弹性契约、回扣契约、批发价格契约等)的比较,着重分析了收益共享契约的优缺点。徐广业等^[14]为实现双渠道供应链协调,建立了收益共享契约模型,给出了供应链完美共赢协调存在的条件。Yan Yingchen 等^[15]研究了制造商提供数量折扣契约的情况下,零售商们的决策顺序对其购买决策的影响。范辰等^[16]为实现了 BOPS 模式下的定价与服务合作决策,提出了零售商主导下的单位补偿契约。Lau 等^[17]对比了制造商主导下的批发价格契约、回购契约对供应链绩效所产生的影响。Wang Yunzeng 等^[18]研究了收益共享契约下,供应商对其产品的零售价格和交货数量决策。本文主要采取批发价格契约、收益共享契约协调供应链,同时为了确保线下零售商具有合作意向,使其获得正利润,对于线下配送的产品线上供应商必须计件给予一定的额外补偿。

此外,本文的销售产品特指生鲜产品,其产品的新鲜度会对消费者的效用会产生重要影响,即线下配送的时效性会影响消费者群体的规模。Nagurney 等^[19]将新鲜农产品质量水平作为食品供应链网络竞争的战略变量进行了研究。Soto-Silvia 等^[20]以智利大型苹果供应链为例,提出了一种新的产品采购模式,实现了采购成本、生产者管理成本和运输成本的最小化。Mohammadi 等^[21]以案例证明收入和保存技术—投资共享合同可以进行生鲜产品供应链协调并减少资源浪费。陈志明和陈志祥^[22]、Zhang Kejing 和 Gao Jingkai^[23]利用 Stackelberg 博弈方法,建立集中决策模型和分散决策模型,分析两种不同决策模型下的最优价格和利润。Bai 和 Kendall^[24]建立了生鲜产品货架空间分配与库存管理模型,调查了与新鲜农产品相关的库存控制问题。此外熊峰等^[25]研究了关系契约对农产品新鲜度及供应链利润的影响,并分析不同组织模式下冷链设施补贴模式对关系契约稳定性的影响。以上研究都是基于生鲜产品供应链管理的相关研究,并未考虑到

不同渠道整合情形下的物流合作,本文主要考虑生鲜产品新鲜度对市场的需求影响,采取“线上下单,线下配送”的物流合作模式,以提高配送的时效性、保证产品质量、满足消费者需求。

综上所述,本文针对生鲜零售将着重解决三个问题:(1)在具有价格竞争的双渠道中,实行线上线下的物流合作是否给供应链个体带来更多的效益?(2)线上线下商家是否应进行价格整合?(3)不同程度的渠道整合对供应链系统产生什么影响?通过对相关文献的回顾,本文从渠道的合作与竞争相结合的角度,建立渠道整合前后的定价与协调模型,分别得到供应商、零售商的批发价格决策、零售价格决策、补偿决策等,最后通过数值模拟,对比渠道整合前后的最优决策量以及整体利润水平,得到相关结论。

2 问题描述以及模型分析

考虑一个供应链,其中包括两家风险中立的公司,供应商 S 和传统零售商 T 。供应商 S 既可以在线将产品直销给消费者,也可以选择将产品批发给零售商;然后传统零售商 T 通过在线下实体店将产品转销给消费者。每个消费者对生鲜产品的初始支付意愿为 v 。消费者根据个人的支付意愿进行购买决策,其可以通过亲自访问线下实体店以购买最新鲜的产品,但必须支付交通成本 $s > 0$;消费者也可以在线购买,或放弃购买。在线购买时,生鲜产品的新鲜度随配送时间衰减,因而在线购买的消费者的支付意愿设为: $e^{-\beta}v$,其中 $\beta > 0$, β_1 、 β_2 分别表示物流合作前后产品的初始新鲜度衰减指数。假设线下零售商具有更先进的保鲜手段以及更专业的配送队伍,可以缓解产品的变质速度,因而设 $\beta_1 > \beta_2$ 。令 p_s 和 p_t 分别表示供应商 S 和零售商 T 的零售价格。消费者可以在其网站上轻松地找到供应商 S 的价格,也可以通过电话咨询或当地报纸轻松地得到零售商 T 的价格。本文共包含三种不同程度的渠道整合情形:在情形一中,供应商先设定批发价格,然后供应商和零售商在同步设定各自的零售价格,在线销售的产品由供应商委托第三方物流进行配送,配送成本由不变成本 c 、以及与时效性相关的可变成本 $\frac{1}{2}h_s(1-t)^2$ 两部分组成。其中时间 t 代表供应商承诺的有效配送时间,从实际出发,当商品送达消费者手中时,产品总是能让消费者获得部分效用的,设 $t \in (0, 1)$,则当 $t \rightarrow 0$ 时, $e^{-\beta}v \rightarrow v, c +$

$$\frac{1}{2}h_s(1-t)^2 \rightarrow c + \frac{1}{2}h_s, \text{ 而当 } t \rightarrow 1 \text{ 时, } e^{-\beta}v \rightarrow e^{-\beta}v, \\ c + \frac{1}{2}h_s(1-t)^2 \rightarrow c.$$

在情形二中, 供应商与零售商开始进行物流合作时, 首先根据相关契约, 线下实体店必须在线上供应商承诺给消费者时间期限内完成配送(传统零售商可以自行帮助供应商进行配送, 也可以委托第三方物流), 线下配送的成本系数为 h_t , 线上线下的物流合作使线下门店成为在线渠道的“前置仓”, 避免了第三方物流配送站点之间的周转, 减少了流通环

节, 降低损耗率, 因此设定 $h_s > h_t$, 零售商帮助供应商完成配送任务, 供应商会支付一定的补偿, 然后供应商再确定批发价格, 并根据批发价格确定直销价格和线下零售价格。在情形三中, 线上线下商家进行物流合作的基础上, 进一步开展价格整合, 并且各供应链个体签订收益共享契约, 并且考虑到线下实体店可以更好地贴近消费者需求, 实时了解消费者动态, 因而将定价权转交给传统零售商, 最后完成相关利益分配。

参数说明如下表所示:

表 1 模型中的符号说明

符号	释义	符号	释义
p_t	零售商 T 的零售价格	w	供应商的批发价格
p_s	供应商 S 的直销价格	c	产品配送所需的固定成本
s	访问实体店 T 的交通成本	h_s	线上配送成本系数
β_1	物流合作前产品的新鲜度衰减指数	h_t	线下配送成本系数
v	消费者的初始支付意愿	λ	单位补偿系数
k	线上与线下配送成本系数比值	t	规定的配送时间
r	零售商获得的收益共享份额	β_2	物流合作后产品的新鲜度衰减指数

在销售渠道都设定价格后, 消费者观察价格并决定购物策略。公司和消费者是风险中立的, 最大限度地发挥自己的预期收益。消费者面临两种不同的购物策略: (1) 从供应商 S 的线上渠道进行购买, 预期盈余 $U_s = e^{-\beta}v - p_s$; (2) 从传统零售商 T 的线下渠道进行购买, 预期盈余 $U_t = v - p_t - s$, 对应的消费者决策过程如下:

① 线下渠道购买:

$$\begin{cases} e^{-\beta}v - p_s \geq 0 \\ e^{-\beta}v - p_s \geq v - p_t - s \end{cases}$$

② 线上渠道购买:

$$\begin{cases} v - p_t - s \geq 0 \\ e^{-\beta}v - p_s \leq v - p_t - s \end{cases}$$

因此在 $p_t > p_s$ 时, 总市场需求为 1 的情况下,

可得线上渠道的需求函数为 $D_s = \frac{p_t - p_s + s}{1 - e^{-\beta}} - \frac{p_s}{e^{-\beta}}$

; 线下渠道的需求函数为: $D_t = 1 - \frac{p_t - p_s + s}{1 - e^{-\beta}}$; 可

得购买生鲜产品的消费者群体规模为: $D = D_t + D_s = 1 - \frac{p_s}{e^{-\beta}}$, 即其中有 $\frac{p_s}{e^{-\beta}}$ 的人支付意愿较低, 而选择放弃购买。

2.1 情形一: 渠道整合前的协调策略

当没有线下线上的合作时, 由供应商 S 自行完成生鲜产品的配送。

双方之间的博弈顺序如下: (i) 供应商设定批发价格 w ; (ii) 供应商、零售商分别确定在线上线下渠道中的直销价格 p_s 、零售价格 p_t ; (iii) 实现各自的利润。

供应商的利润函数为:

$$\Pi_s = w \cdot D_t + p_s \cdot D_s - \left(c + \frac{1}{2}h_s(1-t)^2 \right) \cdot D_s \quad (1)$$

零售商的利润函数为:

$$\Pi_t = (p_t - w) \cdot D_t \quad (2)$$

供应商的利润分为两部分: 第一部分来自经销商渠道, 他以批发价格 w 将产品供应给零售商; 第二部分是来自直销渠道, 他将产品直销给消费者。而零售商的利润则仅仅取决于经销商渠道, 他以零售价格将产品销售给消费者。

设 $a = e^{-\beta_1 t}$, 根据逆向归纳法对(1)、(2)求导可得命题 1。

命题 1 渠道整合前, 供应商、传统零售商的最优决策为:

$$\begin{cases} p_{t1} = -\frac{-ah_s t^2 + 2ah_s t - 4h_s t^2 + 2a^2 - 2ca - ah_s + 4as + 8h_s t + 4a - 8c - 4h_s + 24s - 24}{4(a+8)} \\ p_{s1} = \frac{3ah_s t^2 - 6ah_s t + 8h_s t^2 - 2a^2 + 6ac + 3ah_s + 4as - 16h_s t + 20a + 16c + 8h_s}{4(a+8)} \\ w_1 = \frac{-ah_s t^2 + 2ah_s t + 2a^2 - 2ac - ah_s - 16s + 16}{4(a+8)} \end{cases} \quad (3)$$

则相对应的渠道最优利润为:

$$\Pi_{s1} = w_1 \cdot D_{t1} + p_{s1} \cdot D_{s1} - \left(c + \frac{1}{2}h_s(1-t)^2\right) \cdot D_{s1}$$

$$\Pi_{t1} = (p_{t1} - w_1) \cdot D_{t1}$$

根据命题1,可得推论1。

推论1 当线上线下未进行渠道整合时,最优批发价格是与生鲜产品的配送成本系数 h_s 呈负相关,而最优直销价格以及最优零售价格与配送成本系数 h_s 呈正相关。

由推论1可知,由于配送成本系数较高,相应产生较高的配送成本,供应商只能通过直销渠道来获得的较小份额的利润,供应商会更偏好将消费者从线上往线下引流。因此,供应商会稍微降低批发价格 w_1 ,同时提高直销价格 p_{s1} 以减少直销量,从而通过经销商渠道从实体店零售商处获得更大的订货量。此外,随着配送成本系数 h_{s1} 的增加,实体店零售商将增加零售价格 p_{t1} ,尽管此时批发价格 w_1 是下降的。原因如下:供应商向线下引流,消费者大量涌向线下实体店,传统零售商逐渐获得垄断市场权,从而可以其趁机提高零售价格以获得更高的利润。

2.2 情形二:物流合作下的协调策略

当进行线上线下的物流合作时,由供应商给予

$$\begin{cases} p_{t2} = -\frac{6(s-1)}{(b+8)} \\ p_{s2} = \frac{bh_t t^2 - 2bh_t t + 2h_t t^2 + 2cb + bh_t - 4h_t t + 12b + 4c + 2h_t}{2(b+8)} \\ w_2 = \frac{h_t t^2 - bs - 2ht - b + 2c + h - 4s + 4}{(b+8)} \\ \lambda_2 = \frac{2h_t t + b^2 + 2bs - 4h_t t + 2b + 4c + 2h_t}{(b+8)} \end{cases} \quad (6)$$

根据命题2,可得推论2。

推论2 供应商和零售商仍进行物流合作的情形下,供应商的最优直销价格与最优批发价格都是与生鲜产品的配送成本系数 h_t 呈正相关;而零售商在可以得到线性补偿的条件下,配送成本系数 h_t 不会对其最优零售价格产生影响,单位补偿系数 λ 则与生鲜产品的配送成本系数 h_t 呈正相关。

由推论2可知,由于配送成本系数较高,而供应商仍然保留直销渠道,并且与传统零售商进行物流合作时,在零售商承担相对较高的配送成本情形下,

传统零售商一定的补偿,然后由零售商帮助其完成生鲜产品的配送。完成生鲜产品的配送。

双方之间的博弈顺序如下:(i)供应商与零售商签订协议,由传统零售商确定单位补偿系数、供应商设定批发价格 w ;(ii)供应商、零售商根据批发价格分别确定在线上线下渠道中的直销价格 p_s 、零售价格 p_t ;(iii)实现各自的利润。

供应商的利润函数为:

$$\Pi_s = w \cdot D_t + p_s \cdot D_s - \lambda \cdot D_s \quad (4)$$

零售商的利润函数为:

$$\Pi_t = (p_t - w) \cdot D_t - \left(c + \frac{1}{2}h_t(1-t)^2\right) \cdot D_s + \lambda \cdot D_s \quad (5)$$

供应商的利润仍然分为两个部分,与情形一相同。传统零售商的利润也可以分解为两部分:一部分来自他采购产品,然后将产品销售给最终消费者;另一部分来自供应商给予的零售商帮助其进行配送的线性补偿。同样令 $b = e^{-\beta_2 t}$,根据逆向归纳法对(4)、(5)求导,可得命题2。

命题2 当线上线下进行物流合作时,供应商、传统零售商的最优决策:

供应商倾向于稍微提高批发价格,抑制线下需求,使其能够从直销渠道获得更多的利润,同时,线上线下物流合作的达成,缓解了线上线下的渠道冲突,可以稍微提高直销价格,缩小其与零售商的价格差距。对于传统零售商来说,较高的配送成本必然导致较高的单位补偿系数,当产品的批发价格提高时,零售商的利润受损,其会通过补偿契约要求更高的线性补偿量,来为自己争取最高的收益。

2.3 情形三:物流合作以及价格整合下的协调策略 进行物流合作的基础上,商家进行价格整合,线

上线下进行一体化运营,线上线下的供应链个体进行收益共享,而配送服务依然由线下的传统零售商选择第三方物流外包商,进行配送,线上照常给予一定的线性补偿。

双方之间的博弈顺序如下:(i)供应商与零售商进行协议,由传统零售商确定单位补偿量,供应商确定收益共享比例;(ii)零售商统一定价;(iii)实现各自的利润。

同上,在总需求为 1 的情况下,可得统一定价时线上渠道的需求函数为: $D_s = \frac{s}{1 - e^{-\beta_2 t}} - \frac{p}{e^{-\beta_1 t}}$;线下渠道的需求函数为: $D_t = 1 - \frac{s}{1 - e^{-\beta_2 t}}$ 或 $(1 - p - s)$;则购买生鲜产品的消费者群体规模为: $D = 1 - \frac{p}{e^{-\beta_2 t}}$,其中有 $\frac{p}{e^{-\beta_2 t}}$ 的人支付意愿较低,而选择放弃

购买。

线上线下利润函数分别为:

$$\begin{cases} \Pi_t = r(p(D_s + D_t)) - \left(c + \frac{1}{2}h_t(1-t)^2 D_s\right) + \lambda D_s \\ \Pi_s = (1-r)(p(D_t + D_s)) - \lambda D_s \end{cases} \quad (7)$$

同样,根据逆向归纳法,可得供应商与传统零售商的最优决策。对零售商的利润函数求导可得,价格的最优决策量为:

$$p_3 = \frac{h_t t^2 + 2br - 2h_t t + 2c + h_t - 2\lambda}{4r}$$

将其代入(7)式,进行联立求导可得命题 3。

命题 3 当线上线下商家在物流合作的基础上开展价格整合时,供应商、传统零售商的最优决策为:

$$\begin{cases} \lambda_3 = -\frac{1}{4s(b+s-1)(b-1)}(b^3 h_t t^2 + 2b^2 h_t s t^2 + 2b h_t s^2 t^2 - 2b^3 h_t t - 4b^2 h_t s t - 3b^2 h_t t^2 - 4b h_t s^2 t - 4b h_t s t^2 - 2h_t s^2 t^2 + 2b^4 + 2b^3 c + b^3 h_t + 12b^3 s + 4b^2 c s + 2b^2 h_t s + 6b^2 h_t t + 24b^2 s^2 + 4b c s^2 + 2b h_t s^2 + 8b h_t s t + 3b h_t t^2 + 16b s^3 + 4h_t s^2 t + 2h_t s t^2 - 6b^3 - 6b^2 c - 3b^2 h_t - 24b^2 s - 8b c s - 4b h_t s - 6b h_t t - 24b s^2 - 4c s^2 - 2h_t s^2 - 4h_t s t - h_t t^2 + 6b^2 + 6b c + 3b h_t + 12b s + 4c s + 2h_t s + 2h_t t - 2b - 2c - h_t) \\ r_3 = -\frac{1}{4sb(b+s-1)}(b^2 h_t t^2 + 2b h_t s t^2 - 2b^2 h_t t - 4b h_t s t - 2b h_t t^2 - 2h_t s t^2 + 2b^3 + 2b^2 c + b^2 h_t + 8b^2 s + 4b c s + 2b h_t s + 4b h_t t + 8b s^2 + 4h_t s t + h_t t^2 - 4b^2 - 4b c - 2b h_t - 8b s - 4c s - 2h_t s - 2h_t t + 2b + 2c + h_t) \\ p_3 = \frac{bs}{(1-b)} \end{cases} \quad (8)$$

由命题 3 可知,供应商和零售商进行物流合作以及价格整合后,当配送成本系数 h_t 较大时,零售商在可以得到线性补偿的条件下,配送成本系数 h_t 不会对其最优零售价格产生影响,单位补偿系数 λ 与则是与生鲜产品的配送成本系数 h_t 呈正相关,因为随着配送成本系数的增大,传统零售商承担的配送成本增加,则其必然会向供应商索取更高的补偿比例,而供应商则通过收益共享契约制约其利润水平,所以收益共享比例 r 与单位补偿系数 λ 是负相关的。此外,在物流合作以及价格整合后,线上线下进行一体化的运营,使得线上渠道向线下渠道引流,从而减少不必要的配送成本支出。

推论 3 进行物流合作基础开展价格整合时,线上渠道的需求 $D_s = 0$ 。

分析可知,在物流合作的基础开展价格整合后,线上线下商家进行一体化运营,并通过收益共享契约进行渠道间的利润分配,商家为减少第三方物流

配送成本的支出,提高供应链效率,商家有可能引导消费者进行线下购买,从而使线上渠道的需求消失。

3 决策与收益对比分析

3.1 合作前后最优决策量对比分析

设置参数: $s = 0.1, c = 0.1, h_s = 1, \beta_1 = 0.6, \beta_2 = 0.3$, 分别设定配送时间 t 和配送成本系数比值 k 的取值范围,得到三种不同程度的渠道整合情形下价格和协调决策。供应商、零售商在开展物流合作前后的最优决策量的对比如图 1、图 2 所示。

结论 1 线上线下供应商与零售商开展物流合作,可能显著降低供应商的批发价格,提高供应商的直销价格和传统零售商的零售价格。

由结论 1 分析可知,线上线下进行物流合作后,传统零售商帮助供应商进行产品的即时配送,并承担了相应的成本,因而批发价格契约的作用下,供应商可以大幅降低情形二的批发价格。并且线下的传

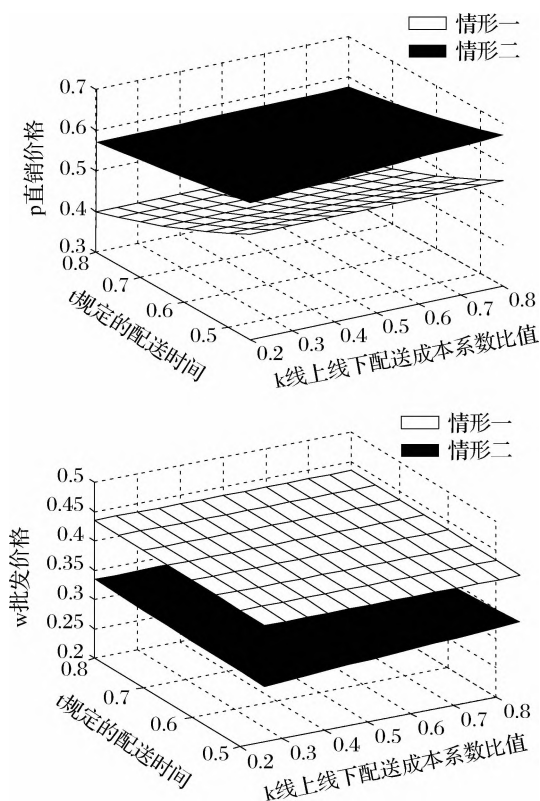


图1 供应商在物流合作前后的最优决策量的对比

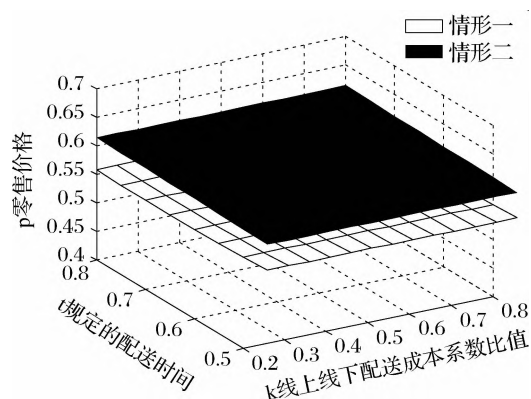


图2 零售商在物流合作前后的最优决策量的对比

统零售商在批发价格契约与合理的补偿协议共同作用下,愿意适当提高零售价格,使更多消费者愿意进行在线购买,同时让供应商有机会提高直销价格,获得更多的利润。

3.2 三种渠道整合情形下最优利润的对比分析

作供应商最优利润水平对比。

结论2 从供应商的角度可知,若产品配送的时效性要求较低时,随着线上线下渠道整合程度的加强,对比三种不同程度的渠道整合情况,在情形三的情形下,供应商可以获得最高的收益,其次是情形一,仅进行物流合作的情形二中,供应商的利润最低。

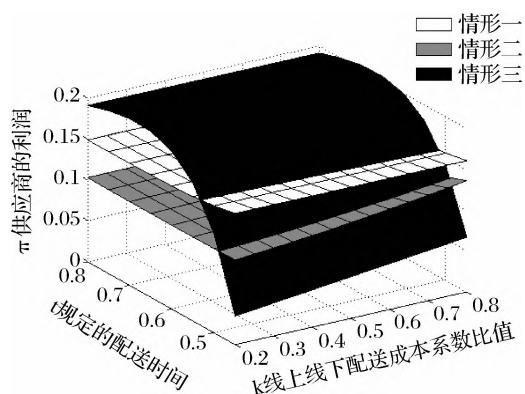


图3 供应商的最优利润水平对比

由图3分析可知,在实行物流合作时,面对补偿量具有强势决策权的传统零售商,供应商被迫接受较高线性补偿比例,因而其提高直销价格来提升自己的利润水平,一部分具有较低购买意愿的消费者此时放弃购买,市场需求量减少。可以获得较高补偿的传统零售商,愿意提高其零售价格来向线上引流,使供应商出让更多的利润,因此在情形二中,较高的补偿比例会降低供应商进行物流合作的意愿。情形三中线上线下商家在物流合作基础上开展价格整合,整合的进行可以降低产品的零售价格,扩大具有购买意愿的消费者群体,基于合理的收益共享比例和适当的线性补偿条件下,供应商的利润水平有可能达到最高。

作零售商最优利润水平对比如图4所示。

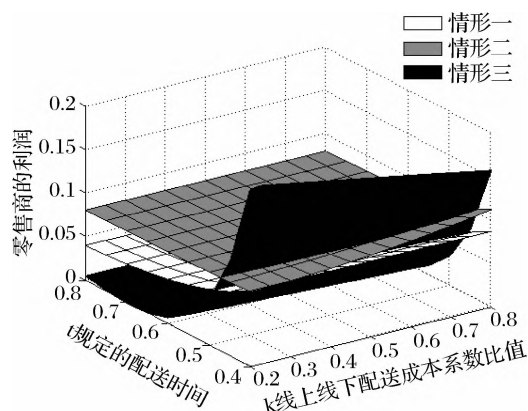


图4 零售商最优利润对比

结论3 随着合作程度的逐渐加强,对衰减指数给定的生鲜产品,若产品配送的时效性要求不高时,仅进行物流合作情形下零售商利润是最高的;但随着时效性要求的不断提高,线上线下一体化运营的优势会逐步凸显,物流合作以及在此基础上的价格整合会使零售商的利润水平不断提高。

由图 4 分析可知,对于零售商来说,物流合作的进行可以缓和线上线下的渠道冲突,同时传统零售商以单位补偿作为利润分配的工具,以较高的补偿比例可以瓜分供应商在直销渠道的利润,因而相较于在合作前的利润水平,在情形二中传统零售商的利润明显提高。在情形三中,收益分享份额和补偿份额分别是供应商和零售商进行利润分割的工具,其 λ 、 r 的取值都取决于双方的讨价还价能力。线上线下一体化运营的进行使引导消费者进行线下消费,减少不必要的配送成本支出,因而在传统零售商在合理的利润分配下,其有可能获得更高的利润水平。

3.3 三种渠道整合情形下系统总利润的对比分析

计算得系统的总利润函数为:

$$\Pi = p_t \cdot D_t + p_s \cdot D_s - \frac{1}{2} h (1-t)^2 \cdot D_s \quad (9)$$

作系统总利润对比图如图 5 所示。

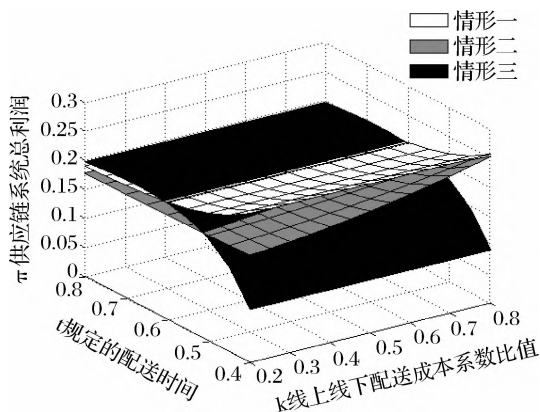


图 5 系统总利润对比

由图 5 可知,在情形二中,由于传统零售商对单位补偿具有强势决策权,因而供应商提高直销价格为自己争取更高的利润,而购买生鲜产品的消费者群体规模为: $D = 1 - \frac{p_s}{e^{-\beta_2 t}}$, 随着直销价格的上升而减小,传统零售商则倾向于提高其实体店的零售价格,引导消费者进行在线消费,期望从在线补偿渠道获得更多的利润,因而物流合作可能降低供应链的总利润。在情形三,由最优决策量的分析可知,线上线下商家控制产品价格,引导消费者去实体店购买产品,以减少配送成本的支出,这种情形下,要求产品的零售价格随着时效性要求的提高而调高,从而导致消费者群体规模缩小,系统利润也逐步降低。

4 结语

本文在新鲜度影响需求的生鲜供应链背景下,研究三种不同程度的渠道整合情形下供应商、零售

商的最优定价与协调决策,并通过最优决策量的数值分析,得出以下结论:

在物流合作情形下,对于那些从线下发展起来且没有雄厚的在线资源的生鲜品牌,更适宜保持线上线下的“异价制”,引导消费者进行线上购买,从而拓展市场规模,可以实现以线上销售为主的新零售模式;但对于一般的生鲜品牌,产品新鲜度衰减指数给定的情形下,时效性要求较高时,传统零售商会有意愿开展进一步的价格整合,反之,供应商会有更强的意愿开展更进一步的价格的整合。

在物流合作基础上开展价格整合情形下,线上线下进行一体化运营,为减少配送成本,商家可能会倾向于通过价格引导消费者进行线下购买。此时,对于商家来说,其利润水平的高低取决于双方的讨价还价能力;对于整个供应链系统来说,物流合作以及价格整合的进行,可以提高线上线下资源利用率,以最实惠的价格将产品卖给消费者,扩大消费群体,提高系统的总利润。

本文的研究可以在以下几个方面进行拓展:一是考虑全渠道中多个零售商并存的情形;二是考虑线上线下合作中关于配送时间的协调问题;三本文主要考虑的是确定需求,为了更好的拟合需求,后续可以进一步研究随机需求问题,进行生鲜产品的订货决策、服务决策等。

参考文献:

- [1] Besbes O, Zeevi A. Dynamic pricing without knowing the demand function: Risk bounds and near-optimal algorithms[J]. Operations Research, 2009, 57(6): 1407-1420.
 - [2] Perakis G, Sood A. Competitive multi-period pricing for perishable products: A robust optimization approach [J]. Mathematical Programming, 2006, 107(1-2): 295-335.
 - [3] Levin Y, McGill J, Nediak M. Risk in revenue management and dynamic pricing [J]. Operations Research, 2008, 56(2): 326-343.
 - [4] Xiong Y, Li G, Fernandes K J. Dynamic pricing model and algorithm for perishable products with fuzzy demand [J]. Applied Stochastic Models in Business and Industry, 2010, 26(6): 758-774.
 - [5] 潘伟, 汪寿阳, 华国伟, 等. 实体店及其网上商店产品的动态定价及订货策略[J]. 系统工程理论与实践, 2010, 30(2): 236-242.
- Pan Wei, Wang Shouyang, Hua Guowei, et al. Analysis of dynamic pricing and order policies for “clicks-and

- mortar” firms[J]. *Systems Engineering—Theory & Practice*, 2010, 30(2): 236—242.
- [6] 杜荣, 胡奇英, 魏轶华. 两方竞争情况下产品动态定价研究[J]. *管理工程学报*, 2003, 17(1): 20—24.
Du Rong, Hu Qiyong, Wei Yihua. A study on dynamic optimal pricing for two competitive products[J]. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2003, 17(1): 20—24.
- [7] 徐贤浩, 陈雯, 彭红雯. 基于策略消费者行为和市场细分的联合定价库存策略[J]. *中国管理科学*, 2012, 20(6): 78—86.
Xu Xianhao, Chen Wen, Peng Hongwen. Joint ordering and pricing policy considering consumer behavior and market segmentation[J]. *Chinese Journal of Management and Science*, 2012, 20(6): 78—86.
- [8] Bhattacharjee S, Ramesh R. A multi—period profit maximizing model for retail supply chain management: An integration of demand and supply—side mechanisms [J]. *European Journal of Operational Research*, 2000, 122(3): 584—601.
- [9] 田志友, 蒋录全, 吴瑞明. 易腐商品最优订货批量与定价及其粒子群优化解[J]. *系统工程理论与实践*, 2005, 25(3): 46—51.
Tian Zhiyou, Jiang Luquan, Wu Ruiming. Optimal order quantity and pricing for perishable commodities and solutions with particle swarm optimization[J]. *Systems Engineering—Theory & Practice*, 2005, 25(3): 46—51.
- [10] Burnetas A N, Smith C E. Adaptive ordering and pricing for perishable products[J]. *Operations Research*, 2000, 48(3): 436—443.
- [11] 朱晓东, 吴冰冰, 王哲. 双渠道回收成本差异下的闭环供应链定价策略与协调机制[J]. *中国管理科学*, 2017, 25(12): 188—196.
Zhu Xiaodong, Wu Bingbing, Wang Zhe. Closed—loop supply chain pricing strategy and coordination mechanism under difference of dual—channel recycling cost [J]. *Chinese Journal of Management and Science*, 2017, 25(12): 188—196.
- [12] Cachon G P. Supply chain coordination with contracts [M]//Graves S C, de Kok T, eds. *Handbooks in OR & MS. Volume II, Supply Chain Management: Design, Coordination and Operation*. Amsterdam: Elsevier, 2003: 227—339.
- [13] Cachon G P, Lariviere M A. Supply chain coordination with revenue—sharing contracts: strengths and limitations[J]. *Management science*, 2005, 51(1): 30—44.
- [14] 徐广业, 但斌, 肖剑. 基于改进收益共享契约的双渠道供应链协调研究[J]. *中国管理科学*, 2010, 18(6): 59—64.
- Xu Guangye, Dan Bin, Xiao Jian. Study on dual—channel supply chain coordination with new revenue—sharing contract[J]. *Chinese Journal of Management and Science*, 2010, 18(6): 59—64.
- [15] Yan Yingchen, Zhao Ruiqing, Lan Yanfei. Asymmetric retailers with different moving sequences: Group buying vs individual purchasing[J]. *European Journal of Operational Research*, 2017, 261(3): 903—917.
- [16] 范辰, 刘咏梅, 陈晓红. 考虑向上销售和渠道主导结构的 BOPS 定价与服务合作[J]. *中国管理科学*, 2018, 26(3): 101—108.
Fan Chen, Liu Yongmei, Chen Xiaohong. Pricing and service cooperation with “buy—online, pick—up—in—store” considering upselling and channel structures[J]. *Chinese Journal of Management and Science*, 2018, 26(3): 101—108.
- [17] Lau A H L, Lau H S, Wang J C. 2007. Some properties of buyback and other related schemes in a news vendor—product supply chain with price—sensitive demand[J]. *Journal of the Operational Research Society*, 58(4): 491—504.
- [18] Wang Yunzeng, Li Jiang, Zuo Junshen. Channel performance under consignment contract with revenue sharing[J]. *Management science*, 2004, 50(1): 34—47.
- [19] Nagurney A, Besik D, Yu Min. Dynamics of quality as a strategic variable in complex food supply chain network competition: The case of fresh produce[J]. *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*, 2018, 28(4): 043124.
- [20] Soto—Silva W E, González—Araya M C, Oliva—Fernández M A, et al. Optimizing fresh food logistics for processing: Application for a large chilean apple supply chain[J]. *Computers and electronics in agriculture*, 2017, 136: 42—57.
- [21] Mohammadi H, Ghazanfari M, Pishvae M S, et al. Fresh—product supply chain coordination and waste reduction using a revenue—and—preservation—technology—investment—sharing contract: A real—life case study[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2019, 213: 262—282.
- [22] 陈志明, 陈志祥. 议价的 OEM 供应链在随机供需下的协调决策[J]. *管理科学学报*, 2014, 17(5): 47—55.
Chen Zhiming, Chen Zhixiang. Coordination in a price—negotiable OEM supply chain with random supply and random demand[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2014, 17(5): 47—55.
- [23] Zhang Kejing, Gao Jingkai. Coordination strategy of

- dual—channel supply chain for fresh product under the fresh—keeping efforts[J]. *International Journal of E—merging Trends in Social Sciences*, 2018,4(2):75—85.
- [24] Bai R, Kendall G. A model for fresh produce shelf—space allocation and inventory management with freshness—condition—dependent demand[J]. *INFORSS Journal on Computing*, 2008,20(1):78—85.
- [25] 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 Feng, Peng Jian, Jin Peng, 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 and Science*, 2015,23(8):102—111.

Pricing and Coordination Strategy of Fresh Food Supply Chain under the Integration of New Retail Channels

FAN Chen, ZHANG Qiong-si, CHEN Yi-ming

(School of Economics & Management, Changsha University of Science & Technology, Changsha 410076, China)

Abstract: With the occurrence of the new retail era, online and offline integration has become an inevitable trend in the development of fresh product retail. “Online ordering, offline distribution” is an emerging O2O model combining online and offline resources, retailers are gradually adopting price integration based on logistics cooperation. Channel integration, on the one hand, can directly affect consumer utility and stimulates consumer demand; on the other hand, it can improve the utilization of channel resources and reduce distribution costs. Therefore, how to coordinate the supply chain through contracts, how to influence the supply chain members individually and the entire supply chain system in different levels of channel integration, and how to make optimal pricing and coordinated strategies, have great theoretical and practical significance.

For fresh products where product freshness affects market demand, three kinds of channel integrations in the dual—channel supply chain are studied. From the perspective of consumer purchasing behavior as well as channel competition and cooperation, using the wholesale price contract and the revenue—sharing contract to coordinate, a pricing and coordination model before and after integration is established, and the corresponding optimal strategies of the supply chain are gained. The results show that: 1) With the achievement of the “online ordering and offline distribution” logistics cooperation, the traditional retailers dominate in the compensation agreement and have an advantage in the profit distribution of the supply chain, while the supplier's profit will be slightly lower. 2) In the logistics cooperation mode, online and offline companies will maintain price differences, which can guide consumers to purchase products online, thereby expanding the market size and ultimately inclining towards online sales (known as the New Retail mode). 3) For fresh products with higher timeliness requirements, traditional retailers are willing to carry out a further price integration strategy, and the suppliers will only adopt it otherwise; 4) If the price integration strategy is adopted, online and offline firms may guide consumers to purchase offline exclusively to reduce distribution costs; 5) In a lot of conditions, the pricing and logistics integration can expand the consumer group and increase the total profit of the supply chain.

The contribution of the paper is divided into two parts. First, it is an attempt to establish a new pricing and coordination model in dual—channel research field. Secondly, by comparing the optimal profits of supply chain members individually and systematically under three different levels of integration, this paper provides insights into how suppliers and retailers should operate online and offline channels.

Key words: channel integration; online order, offline distribution; revenue—sharing contract; wholesale—price contract; pricing strategy