

doi:10.3969/j.issn.1673-9833.2021.02.009

# 生鲜农产品线上和线下渠道销售策略研究

张荷玲

(湖南应用技术学院 经济管理学院, 湖南 常德 415000)

**摘要:** 随着大数据和各种新零售技术的发展, 生鲜农产品的线上销售模式逐渐走进消费者的生活。对比研究了线上和线下两种销售模式下的有关性质, 分析了两种模式下的最优库存和利润随各参数变动时的情况。研究结果表明: 在线下销售渠道中, 当产品成本较小时, 最优库存是关于产品保存率的减函数, 反之为增函数。不管是选择线上还是线下销售模式, 随着市场容量的增加, 具有竞争优势一方的竞争优势更强; 随着价格系数的增加, 具有竞争优势一方的竞争优势变弱。

**关键词:** 生鲜农产品; 线上销售渠道; 线下销售渠道; 库存; 利润

**中图分类号:** F272.3

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1673-9833(2021)02-0058-07

**引文格式:** 张荷玲. 生鲜农产品线上和线下渠道销售策略研究[J]. 湖南工业大学学报, 2021, 35(2): 58-64.

## Research on Marketing Strategy for Online and Offline Sales Channels for Fresh Produce

ZHANG Heling

(School of Economics and Management, Hunan Applied Technology University, Changde Hunan 415000, China)

**Abstract:** With the development of big data and various new retail technologies, online sales of fresh produce are becoming increasingly popular. A comparative comparison has been made of the relative properties of the online and offline sales model, followed by an analysis of the optimal inventory and profit of the two models according to the parameters change. The research results show that, with the product cost being small in the offline sales channel, the optimal order quantity is a decreasing function of the product retention rate, and vice versa. Whether the alternative is online or offline sales model, with the increase of market capacity, the competitive advantage of the party with a competitive advantage becomes stronger; while with the increase of price coefficient, the competitive advantage of the party with a competitive advantage becomes weaker.

**Keywords:** fresh produce; online sales channel; offline sales channel; inventory; profit

### 1 研究背景

生鲜农产品是人们日常生活不可或缺的必需品。以往消费者习惯在超市或农贸市场购买生鲜农产品,

但是随着信息技术的发展和消费升级, 越来越多的消费者选择在网上购买, 这对生鲜农产品零售商提出了更高的要求。国务院办公厅提出关于推动实体零售创新转型的若干意见<sup>[1]</sup>, 为生鲜农产品零售商进行销

收稿日期: 2020-08-08

基金项目: 湖南省教育厅科学研究基金资助项目(18C1613)

作者简介: 张荷玲(1985-), 女, 湖南常德人, 湖南应用技术学院副教授, 主要研究方向为营销管理和财务管理,

E-mail: zhang\_heling@yeah.net

售渠道创新和升级提供了新思路。随着互联网、大数据等新一代信息技术的应用,为大力发展新业态、新模式,进一步提高流通效率和服务水平成为可能。

笔者主要查阅了关于生鲜农产品的管理和零售商销售渠道选择方面的文献。关于生鲜农产品的管理,大部分研究是沿用传统的报童模型或聚焦于模型本身的扩展<sup>[2-9]</sup>,如 W. Jammerneegg 等<sup>[4]</sup>提出一个库存管理者以顾客为导向的绩效指标的报童模型,其目标函数是在低收益和高收益的条件下期望值的凸组合,得出处理最优订购量的定性特征及由此产生的依赖模型参数的工作指标;也有学者<sup>[5-8]</sup>发现单周期、单产品的库存模型,存在多个独立的需求来源和多产品动态定价问题。还有部分研究则是对基础报童模型问题的求解,如 J. D. Dana 等<sup>[10]</sup>考虑了消费者的购买决策使期望效用最大的报童模型,其中价格是可以进行合理设置的内生变量;S. J. Erlebacher<sup>[11]</sup>提出了在多产品能力约束下报童模型的优化启发式算法;L. Abdel-Malek<sup>[12]</sup>提出了一种通过二次规划求解模型来求解多产品单边约束的报童模型。

关于销售渠道的选择,即基于互联网的线上线下的销售渠道的选择问题,Gao F. 等<sup>[13]</sup>研究了零售商如何有效地将线上和线下的信息传递给全渠道的消费者,这些消费者有策略地选择通过线上还是线下收集信息,是线上还是线下购买产品;S. Gallino 等<sup>[14]</sup>研究了跨渠道功能的引入对整体销售分散性和零售商库存策略的影响;A. Ansari 等<sup>[15]</sup>则研究了消费者渠道选择问题;A. Balakrishnan 等<sup>[16]</sup>发现消费者会通过实体店浏览商品以更好地了解商品,再转向线上销售渠道以更便宜的价格购买商品;G. P. Cachon 等<sup>[17]</sup>定义了几种不同类型消费者和零售商的策略选择问题。

受前述文献的启发,本文考虑一个生鲜农产品零售商,可以选择线上或线下销售渠道销售产品。线下销售渠道更贴近消费者,订单响应速度更快,但往往伴随更高的产品损失率,还面临更多的需求不确定性。线上销售渠道能快速处理网上订单,可以用更少的库存来满足市场需求,面临的是确定的市场需求。基于此,对比研究了线上和线下两种销售模式下的有关性质,分析了两种模式下的最优库存和利润随各参数变动时的情况,并进一步分析了市场容量和价格系数对线上线下销售渠道各自竞争优势的影响。

## 2 问题描述和基本假设

考虑一个销售生鲜农产品零售商可以选择线上和线下两种渠道销售产品,其产品残值为 0<sup>[18]</sup>。零售

商通过线下销售渠道销售产品,可以更快地响应顾客的需求,但面临的市场需求不确定,且在销售过程中会有损耗。零售商通过线上销售产品,其产品需求的不确定性更小,可以设置更少的安全库存,且在销售过程中损耗更小;但由于生鲜农产品的特性,会有更高的物流运输成本。

在各类管理学和经济学文献中,都有对需求不确定性问题的讨论,其中 N. C. Petruzzzi<sup>[19]</sup>有较为完备的总结和阐述。本文参照文献[19]建立加法型需求模型并进行分析,具体参数定义如下:

$p_i$  ( $i=u, d$ ) 为市场销售价格,其中下标  $u$  表示线上销售渠道,下标  $d$  表示线下销售渠道,下同;

$c$  为单位产品的采购成本,给定  $c < p_i$ ;

$c_i$  为单位产品销售成本,给定  $c_i < p_i$ ,一般来说,线下销售渠道的销售成本小于线上销售渠道的,即  $c_d < c_u$ ;

$Q_i$  为零售商生鲜农产品的库存;

$m$  为线下销售渠道产品保存率(以下简称保存率),且  $0 < m < 1$ ,线上销售渠道产品保存率可以得到很大提升,为便于分析,将线上销售渠道产品保存率标准化为 1;

$R_i$  为零售商利润;

$D_i$  为市场需求函数。

## 3 销售模型分析

### 3.1 线下销售渠道

在线下销售渠道中,零售商面临不确定的市场需求为  $D_d = a - bp_d + \varepsilon$ 。其中  $a$  为潜在市场总容量, $b$  为产品的价格系数, $a$ 、 $b$  均大于 0; $\varepsilon$  ( $\varepsilon > 0$ ) 为需求函数随机变量,其密度函数为  $f(\varepsilon)$ ,分布函数为  $F(\varepsilon)$ 。零售商的利润函数为

$$R_d = (p_d - c_d) \min\{mQ_d, D_d\} - cQ_d. \quad (1)$$

为便于分析,先给出 2 个定义。

定义 1 令  $e = -\frac{p}{D(p)} D'(p)$  表示需求价格弹性,

当需求价格弹性对价格单调递增,即  $\frac{de}{dp} \geq 0$  时,则称需求具有递增价格弹性(increasing price elasticity, IPE)。

定义 2 需求函数随机变量  $\varepsilon$  的概率密度函数和概率分布函数分别为  $f(\varepsilon)$  和  $F(\varepsilon)$ ,则称

$r(\varepsilon) = \frac{f(\varepsilon)}{1-F(\varepsilon)}$  为失败率, $g(\varepsilon) = \varepsilon r(\varepsilon)$  为广义失败率;

当  $g'(\varepsilon) > 0$  时,则称需求随机变量  $\varepsilon$  具有广义严格

递增失败率 (generalized strict increasing failure rate, GSIFR)。

**命题 1** 当零售商选择在线下销售渠道销售产品时, 假定市场价格已经给定, 则零售商利润  $R_d$  为其定义域上关于产品库存  $Q_d$  的严格凸函数。

**证明**  $R_d = (p_d - c_d) \min\{mQ_d, D_d\} - cQ_d$ , 其中  $\min\{mQ_d, D_d\}$  也可以表示为  $mQ_d - (mQ_d - D_d)^+$ 。将需求函数代入利润函数中并求导, 可得:

$$\begin{aligned} R_d &= (p_d - c_d) \min\{mQ_d, a - bp_d + \varepsilon\} - cQ_d = \\ &= (p_d - c_d) mQ_d - \\ &= (p_d - c_d) \int_0^{mQ_d - a + bp_d} (mQ_d - a + bp_d - x) f(x) dx - cQ_d = \\ &= (p_d - c_d) mQ_d - (p_d - c_d) \int_0^{mQ_d - a + bp_d} F(x) dx - cQ_d, \end{aligned} \quad (2)$$

$$\frac{dR_d}{dQ_d} = (p_d - c_d)m - (p_d - c_d)mF(mQ_d - a + bp_d) - c, \quad (3)$$

$$\frac{d^2 R_d}{dQ_d^2} = -(p_d - c_d)m^2 f(mQ_d - a + bp_d) < 0. \quad (4)$$

命题 1 得证。

**命题 2** 零售商选择在线下销售渠道销售产品时, 当市场价格  $p_d$  小于  $c_d + \frac{c}{m}$  时, 零售商将放弃对该商品的销售。

**证明** 根据公式 (2) 可得, 当  $p_d < c_d + \frac{c}{m}$  时,  $\frac{dR_d}{dQ_d} < 0$ , 零售商利润函数在其定义域上, 是关于库存的严格减函数, 对零售商来说不订货为其最优策略。命题 2 得证。

这一结论与现实相符, 因为生鲜农产品拥有万亿级的市场容量, 还可以作为其他商品的流量入口。如盒马鲜生、7FRESH 等线下实体店, 通过企业流量优势和规模效应, 可以在成本上取得优势, 不断开设门店占领市场; 也有如小象生鲜、鲜生友请等门店因为经营问题, 在短短一两年内从迅速扩张到退出市场。虽然生鲜行业有巨大的发展空间, 但要想在生鲜食品行业站稳脚跟并不容易, 因为生鲜农产品的采购、包装、物流、保存等成本相较其他产品更加难以控制。

**命题 3** 当零售商选择在线下销售渠道销售产品时, 最优的库存订购量为

$$Q_d^* = \frac{a - bp_d + F^{-1}\left(1 - \frac{c}{m(p_d - c_d)}\right)}{m},$$

其中  $F^{-1}(\cdot)$  为需求随机变量  $\varepsilon$  的分布函数  $F(\varepsilon)$  的反函数。假定需求随机变量具有广义严格递增失败率, 则零售商最优产品定价  $p_d^*$  可以通过求解

$$\frac{dR_d(p_d, Q(p_d))}{dp_d} = 0 \text{ 得出, 并且存在唯一最优解。}$$

**证明** 令

$$\frac{dR_d}{dQ_d} = (p_d - c_d)m - (p_d - c_d)mF(mQ_d - a + bp_d) - c = 0,$$

解得

$$Q_d^* = \frac{a - bp_d + F^{-1}\left(1 - \frac{c}{m(p_d - c_d)}\right)}{m}.$$

当需求不确定, 价格在可行域区间内且满足需求价格弹性递增以及需求随机变量具有广义严格递增失败率时, 零售商期望利润函数是关于价格的凸函数, 存在唯一的价格使得零售商利润最大。

因为已经假定需求随机变量具有广义严格递增失败率, 现仅需证明需求的价格弹性递增即可。而需求价格弹性

$$e = -\frac{p_d}{D_d(p)} D'_d(p) = \frac{bp_d}{a - bp_d + \varepsilon},$$

$$\frac{de}{dp_d} = \frac{b(a - bp_d + \varepsilon) + b^2 p_d}{(a - bp_d + \varepsilon)^2} = \frac{b(a + \varepsilon)}{(a - bp_d + \varepsilon)^2} > 0.$$

因此, 需求价格弹性递增, 零售商可以通过求解

$$\frac{dR_d(p_d, Q(p_d))}{dp_d} = 0,$$

得出唯一最优解。

将需求随机变量  $\varepsilon$  设定为服从正态分布, 其分布函数的反函数往往难以直接给出。与正态分布函数的反函数近似程度较高的有 Hastings 和山内二郎公式, 但其表达式复杂, 如山内二郎公式为

$$\begin{cases} F^{-1}(x) = \mu + \sigma \sqrt{y \left( 2.0611786 - \frac{5.7262204}{y + 11.6405950} \right)}, \\ y = -\ln(4x(1-x)). \end{cases} \quad (5)$$

又如 M. C. Cohen 等<sup>[20]</sup>对正态分布函数的反函数近似定义为

$$F^{-1}(x) = \mu + \sqrt{3}(2x - 1)\sigma. \quad (6)$$

也有文献<sup>[21]</sup>将需求随机变量  $\varepsilon$  的分布情况看成均匀分布, 这样便于分析。如假定  $\varepsilon$  服从  $[0, 1]$  上的均匀分布, 则其密度函数为  $f(x) = 1$ , 分布函数为  $F(x) = x$ , 根据定义 2,

$$g'(x) = \frac{1}{(1-x)^2} > 0.$$

因此, 需求随机变量同样具备广义严格递增失败率这一性质, 此时零售商最优的库存订购量为

$$Q_d^* = \frac{a - bp_d + 1 - \frac{c}{m(p_d - c_d)}}{m}。$$

命题3得证。

**命题4** 当零售商选择在线下销售渠道销售产品时, 最优库存  $Q_d^*$  是关于市场潜在容量  $a$  的增函数, 是关于生鲜农产品销售成本  $c_d$ 、采购成本  $c$  和价格系数  $b$  的减函数。当  $m(p_d - c_d)(a - bp_d + 1) - 2c > 0$  时, 最优库存  $Q_d^*$  是关于保存率  $m$  的减函数, 反之当  $m(p_d - c_d)(a - bp_d + 1) - 2c < 0$  时, 最优库存  $Q_d^*$  是关于保存率  $m$  的增函数。

**证明** 将最优库存函数对各参数求导得:

$$\begin{aligned}\frac{dQ_d^*}{da} &= \frac{1}{m} > 0, \\ \frac{dQ_d^*}{dc_d} &= -\frac{c}{m^2(p_d - c_d)^2} < 0, \\ \frac{dQ_d^*}{dc} &= -\frac{1}{m^2(p_d - c_d)} < 0, \\ \frac{dQ_d^*}{db} &= -\frac{p_d}{m} < 0 \\ \frac{dQ_d^*}{dm} &= -\frac{m(p_d - c_d)(a - bp_d + 1) - 2c}{m^3(p_d - c_d)}。$$

所以, 最优库存  $Q_d^*$  是关于市场潜在容量  $a$  的增函数; 是关于生鲜农产品销售成本  $c_d$ 、采购成本  $c$ 、价格系数  $b$  的减函数。当  $m(p_d - c_d)(a - bp_d + 1) - 2c > 0$  时,

$\frac{dQ_d^*}{dm} < 0$ , 最优库存  $Q_d^*$  是关于保存率  $m$  的减函数, 当

$m(p_d - c_d)(a - bp_d + 1) - 2c < 0$  时,  $\frac{dQ_d^*}{dm} > 0$ , 最优库存  $Q_d^*$  是关于保存率  $m$  的增函数。命题4得证。

### 3.2 线上销售渠道

在线上销售渠道中, 零售商面临确定的市场需求为  $D_u = a - bp_u + \mu$ , 其中  $\mu$  为随机变量  $\varepsilon$  的期望。零售商的利润函数为

$$R_u = (p_u - c_u - c)D_u。 \quad (7)$$

**命题5** 当零售商选择在线上销售渠道销售产品时, 面临确定的市场需求, 其最优库存为市场需求。假定市场需求为  $D_u$ , 则零售商利润  $R_u$  为其定义域上关于产品定价的严格凸函数, 最优的市场定价为

$$p_u^* = \frac{a + b(c + c_u) + \mu}{2b}。$$

**证明** 将需求函数代入零售商的利润函数得:

$$\begin{aligned}R_u &= (p_u - c_u - c)(a - bp_u + \mu), \\ \frac{dR_u}{dp_u} &= a + b(c + c_u) + \mu - 2bp_u,\end{aligned}$$

$$\frac{dR_u}{dp_u} = -2b < 0。$$

所以零售商利润  $R_u$  为其定义域上关于产品定价的严格凸函数。

令  $\frac{dR_u}{dp_u} = 0$ , 求得唯一最优的市场定价为

$$p_u^* = \frac{a + b(c + c_u) + \mu}{2b}。 \text{命题5得证。}$$

**命题6** 当零售商选择在线上销售渠道销售产品时, 最优的市场定价是关于市场潜在容量  $a$ 、生鲜农产品销售成本  $c_u$ 、采购成本  $c$ 、随机变量  $\varepsilon$  的期望  $\mu$  的增函数, 是关于生鲜农产品价格系数  $b$  的减函数。

**证明** 因为  $\frac{dp_u^*}{da} = \frac{1}{2b} > 0$ ,  $\frac{dp_u^*}{dc_u} = \frac{1}{2} > 0$ ,

$\frac{dp_u^*}{dc} = \frac{1}{2} > 0$ ,  $\frac{dp_u^*}{d\mu} = \frac{1}{2b} > 0$ ,  $\frac{dp_u^*}{db} = -\frac{a + \mu}{2b^2} < 0$ , 故命题6得证。

## 4 算例分析

在上述理论分析的基础上, 接下来通过算例进一步对销售模型进行分析, 并采用 Matlab 2017 获取有关的数据和图形。当  $a=10$ 、 $b=2$ 、 $c=1$ 、 $m=0.8$ 、 $c_d=1$ 、 $c_u=1.5$ , 随机变量  $\varepsilon$  服从  $[0, 1]$  上的均匀分布, 即  $\mu=0.5$  时, 可得线上和线下销售渠道的最大利润分别为 3.781 3 和 4.160 5。

由此可知, 在给定的参数下, 线下销售渠道的价格更具有竞争优势, 同时零售商还可以获得更高的利润, 其原因是线上销售成本  $c_u$  比线下销售成本  $c_d$  大得多。

随着互联网、信息技术以及冷链物流的发展, 线上销售渠道生鲜农产品销售成本逐渐降低。例如当  $c_u=1.1$  时, 即使此时线上销售成本仍然大于线下销售成本, 但最优解的情况会发生变化, 结果如表1所示。

表1  $c_u=1.1$  时线上和线下销售渠道的最优解

Table 1 Optimal solutions for online and offline sales channels with  $c_u=1.1$

销售渠道	最优定价	最优库存	最大利润
线下	3.723 7	3.867 1	4.160 5
线上	3.675 0	3.150 0	4.961 2

从表1中的数据可以得出, 在给定的参数下, 线上销售渠道更有竞争优势, 其主要原因是随着线上销售成本的降低, 零售商线上销售产品可以获取更高的单位利润, 他将以更低的市场价格销售更多的产品来获取更多的利润。



#### 4.1 保存率变动对利润和库存的影响

当  $a=10$ 、 $b=2$ 、 $c_d=1$ 、 $c_u=1.5$ 、 $\mu=0.5$  时, 不同采购成本  $c$  下, 保存率  $m$  变化对利润和库存的影响结果如图 1 所示。

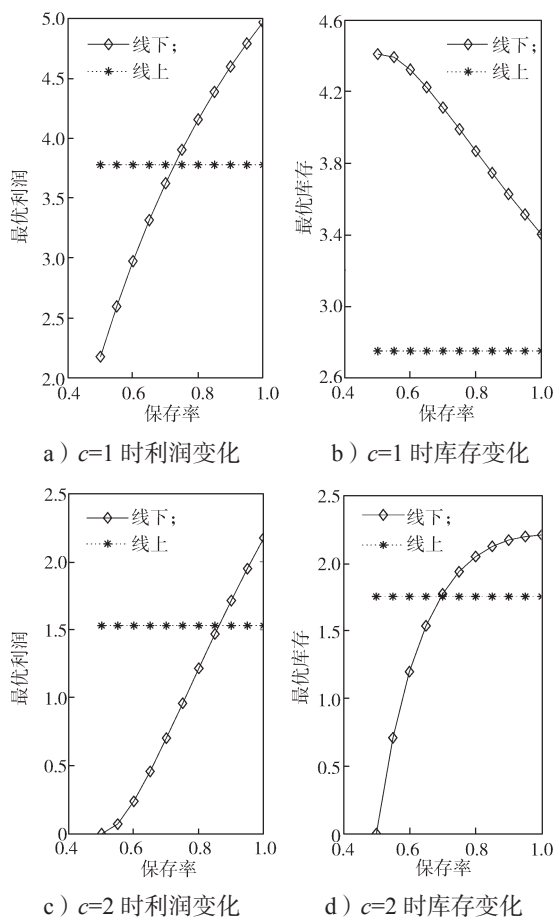


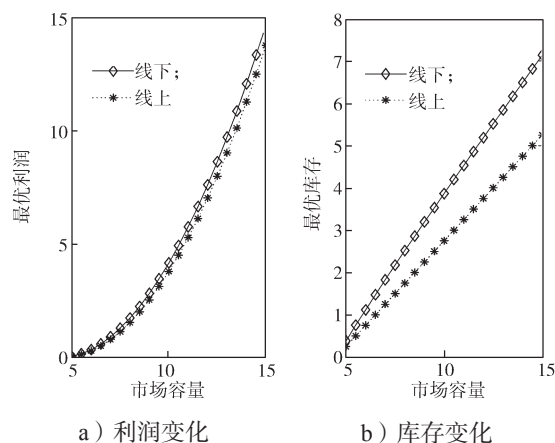
图 1 不同采购成本下保存率变动对利润和库存的影响

Fig. 1 Effect of retention rate changes on profit and inventory under different purchase costs

从图 1 可以看出: 在给定的参数下, 随着保存率  $m$  的增加, 零售商线下销售渠道的最优利润也会增加, 对最优库存的影响与生鲜农产品的采购成本有关。当产品采购成本较小时 (图 1b), 最优库存是关于保存率  $m$  的减函数; 当产品采购成本较大时 (图 1d), 最优库存是关于保存率  $m$  的增函数。此结论与命题 4 相符, 即零售商在线下销售渠道销售生鲜农产品, 当产品采购成本较小时, 保存率越高零售商订更少的货物; 当产品采购成本较大时, 保存率越高零售商订更多的货物。

#### 4.2 市场容量变动对利润和库存的影响

当  $m=0.8$ 、 $b=2$ 、 $c=1$ 、 $c_d=1$ 、 $c_u=1.5$ 、 $\mu=0.5$  时, 市场容量  $a$  变化对利润和库存的影响结果如图 2 所示。从图 2 可以看出, 在给定的参数下, 随着市场容量  $a$  的增加, 零售商线上线下销售渠道最优利润和最优库存都增加。



a) 利润变化

b) 库存变化

图 2 市场容量变动对利润和库存的影响

Fig. 2 Effect of market capacity changes on profit and inventory

设  $\Delta R=R_u-R_d$  为线上与线下销售的最优利润差, 当  $\Delta R>0$  时, 表明线上销售更有优势; 当  $\Delta R<0$  时, 则表明线下销售更有优势。

当  $m=0.8$ 、 $b=2$ 、 $c=1$ 、 $c_d=1$ 、 $\mu=0.5$  时, 不同线上销售成本  $c_u$  下, 市场容量  $a$  变化对  $\Delta R$  的影响结果如图 3 所示。

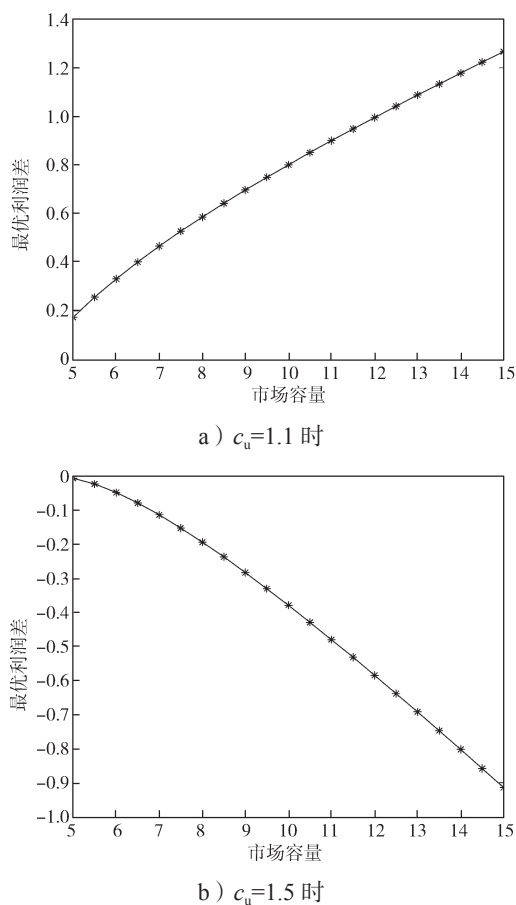


图 3 不同线上销售成本下市场容量变动对利润差的影响

Fig. 3 Effect of market capacity changes on online profit minus offline profit under different online sales costs

从图3可以看出,当线上销售成本较小( $c_u=1.1$ )时,线上线下利润差大于零,且随着市场容量 $a$ 的增加,线上线下利润差逐渐增大,线上销售渠道的优势增强;当线上销售成本较大( $c_u=1.5$ )时,线上线下利润差小于零,且随着市场容量 $a$ 的增加,线上线下利润差逐渐增大,线下销售渠道的优势增强。即随着市场容量 $a$ 的增大,具有竞争优势一方的竞争优势更强。

#### 4.3 价格系数变动对利润和库存的影响

当 $m=0.8$ 、 $a=10$ 、 $c=1$ 、 $c_d=1$ 、 $c_u=1.5$ 、 $\mu=0.5$ 时,价格系数 $b$ 的变化对利润和库存的影响结果如图4所示。

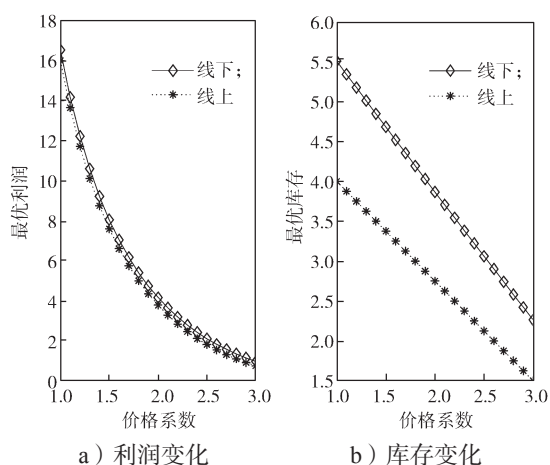


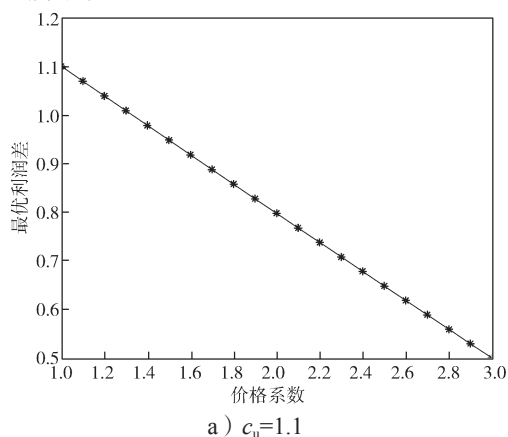
图4 价格系数变动对利润和库存的影响

Fig. 4 Effect of price factor changes on profit and inventory

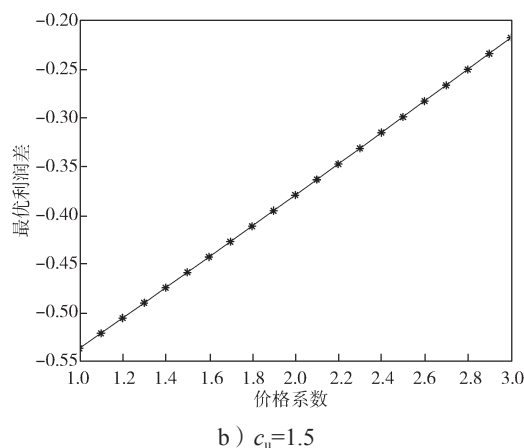
从图4可以看出,在给定的参数下,随着价格系数 $b$ 的增加,零售商线上线下销售渠道最优利润和最优库存都会减少。

同样设 $\Delta R=R_u-R_d$ 为线上与线下销售的最优利润差,当 $\Delta R>0$ 时,表示线上销售更有优势;当 $\Delta R<0$ 时,则表示线下销售更有优势。

当 $m=0.8$ 、 $a=10$ 、 $c=1$ 、 $c_d=1$ 、 $\mu=0.5$ 时,不同线上销售成本 $c_u$ 下,价格系数 $b$ 变化对 $\Delta R$ 的影响结果如图5所示。



a)  $c_u=1.1$



b)  $c_u=1.5$

图5 不同线上销售成本下市场价格系数变动对利润差的影响

Fig. 5 Effect of price factor changes on online profit minus offline profits

从图5可以看出,当线上销售成本较小( $c_u=1.1$ )时,线上线下利润差大于零,但随着价格系数 $b$ 的增加,线上线下利润差逐渐减少,线上销售渠道的优势变弱;当线上销售成本较大( $c_u=1.5$ )时,线上线下利润差小于零,但随着价格系数 $b$ 的增加,线上线下利润差逐渐增加,线下销售渠道的优势变弱。即随着价格系数 $b$ 的增加,具有竞争优势一方的竞争优势变弱。

## 5 结论

本文研究了生鲜农产品零售商面临市场需求不确定时,在线上 and 线下销售渠道销售时的有关性质,以及两种渠道下的最优库存、定价策略和利润策略,可得如下结论:

1) 零售商通过线下销售渠道销售产品,可以更快地响应顾客的需求,但面临不确定的市场需求,且在销售的过程中常常会有损耗。零售商通过线上销售渠道销售产品,其产品需求的不确定性更小,往往可以设置更少的安全库存,且在销售的过程中损耗更小,但由于生鲜农产品的特性,往往以更高的物流运输成本为代价。

2) 当零售商选择线下销售渠道销售产品时,最优库存是关于市场潜在容量 $a$ 的增函数;是关于生鲜农产品销售成本 $c_d$ 、采购成本 $c$ 和价格系数 $b$ 的减函数。当产品成本较小时,最优库存是关于保存率的减函数,反之为增函数。

3) 当零售商选择线上销售渠道销售产品时,最优的市场定价是关于市场潜在容量 $a$ 、生鲜农产品销售成本 $c_u$ 、采购成本 $c$ 、随机变量 $\varepsilon$ 的期望 $\mu$ 的增函数,是关于生鲜农产品价格系数 $b$ 的减函数。

4) 不管是选择线上还是线下销售模式, 随着市场容量  $a$  的增加, 具有竞争优势一方的竞争优势更强; 随着价格系数  $b$  的增加, 具有竞争优势一方的竞争优势变弱。

零售商同时选择线上和线下混合销售渠道模式的销售策略是笔者后续的研究方向。

#### 参考文献:

- [1] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于推动实体零售创新转型的意见 [EB/OL]. [2020-07-12]. [http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-11/11/content\\_5131161.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-11/11/content_5131161.htm). General Office of the State Council. Opinions of the General Office of the State Council on Promoting Innovation and Transformation of Physical Retail [EB/OL]. [2020-07-12]. [http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-11/11/content\\_5131161.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-11/11/content_5131161.htm).
- [2] LARIVIERE M A. A Note on Probability Distributions with Increasing Generalized Failure Rates[J]. Operations Research, 2006, 54(3): 602-604.
- [3] CAI X Q, CHEN J, XIAO Y B, et al. Optimization and Coordination of Fresh Product Supply Chains with Freshness-Keeping Effort[J]. Production and Operations Management, 2010, 19(3): 261-278.
- [4] JAMMERNEGGE W, KISCHKA P. Risk-Averse and Risk-Taking Newsvendors: A Conditional Expected Value Approach[J]. Review of Managerial Science, 2007, 1(1): 93-110.
- [5] ABDEL-MALEK L L, AREERATCHAKUL N. A Quadratic Programming Approach to the Multi-Product Newsvendor Problem with Side Constraints[J]. European Journal of Operational Research, 2007, 176(3): 1607-1619.
- [6] CACHON G P, KÖK G. Implementation of the Newsvendor Model with Clearance Pricing: How to (and How Not to) Estimate a Salvage Value[J]. Manufacturing & Service Operations Management, 2007, 9(3): 276-290.
- [7] MCAFEE R P, TE VELDE V. Dynamic Pricing with Constant Demand Elasticity[J]. Production and Operations Management, 2008, 17(4): 432-438.
- [8] XIAO Y B, CHEN J. Supply Chain Management of Fresh Products with Producer Transportation[J]. Decision Sciences, 2012, 43(5): 785-815.
- [9] MITRA S. Newsvendor Problem with Clearance Pricing[J]. European Journal of Operational Research, 2018, 268(1): 193-202.
- [10] DANA J D, PETRUZZI N C. Note: The Newsvendor Model with Endogenous Demand[J]. Management Science, 2001, 47(11): 1488-1497.
- [11] ERLEBACHER S J. Optimal and Heuristic Solutions for the Multi-Item Newsvendor Problem with a Single Capacity Constraint[J]. Production and Operations Management, 2000, 9(3): 303-318.
- [12] ABDEL-MALEK L, MONTANARI R, MORALES L C. Exact, Approximate, and Generic Iterative Models for the Multi-Product Newsboy Problem with Budget Constraint[J]. International Journal of Production Economics, 2004, 91(2): 189-198.
- [13] GAO F, SU X M. Omnichannel Retail Operations with Buy-Online-and-Pick-up-in-Store[J]. Management Science, 2017, 63(8): 2478-2492.
- [14] GALLINO S, MORENO A, STAMATOPOULOS I. Channel Integration, Sales Dispersion, and Inventory Management[J]. Management Science, 2017, 63(9): 2813-2831.
- [15] ANSARI A, MELA C F, NESLIN S A. Customer Channel Migration[J]. Journal of Marketing Research, 2008, 45(1): 60-76.
- [16] BALAKRISHNAN A, SUNDARESAN S, ZHANG B. Browse-and-Switch: Retail-Online Competition Under Value Uncertainty[J]. Production and Operations Management, 2014, 23(7): 1129-1145.
- [17] CACHON G P, SWINNEY R. Purchasing, Pricing, and Quick Response in the Presence of Strategic Consumers[J]. Management Science, 2009, 55(3): 497-511.
- [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 Lue, YANG Shuping, DAN Bin. Three-Level Supply Chain Coordination of Fresh Agricultural Products with Time Constraints[J]. Chinese Journal of Management Science, 2011, 19(3): 55-62.
- [19] PETRUZZI N C, DADA M. Pricing and the Newsvendor Problem: A Review with Extensions[J]. Operations Research, 1999, 47(2): 183-194.
- [20] COHEN M C, LOBEL R, PERAKIS G. The Impact of Demand Uncertainty on Consumer Subsidies for Green Technology Adoption[J]. Management Science, 2016, 62(5): 1235-1258.
- [21] HUANG S, GUAN X, CHEN Y J. Retailer Information Sharing with Supplier Encroachment[J]. Production and Operations Management, 2018, 27(6): 1133-1147.

(责任编辑: 邓光辉)