

# 平台参与下生鲜供应链的预售定价决策研究

张喜征, 李金玲

(湖南大学工商管理学院, 湖南省, 长沙市, 410000)

**摘要:** 针对由一个生产商与平台构成的生鲜供应链, 构建受到生鲜价格、新鲜度和平台销售努力影响的预售、现售两个阶段市场需求函数, 讨论平台参与下生产商与平台的最优预售定价决策和预售策略, 并对预售定价的影响因素进行分析。研究表明: 生鲜的最优批发价、预售价、利润均与新鲜度衰减指数负相关, 而最优销售努力与之正相关; 当两阶段需求相关系数增加时, 最优批发价与最优预售价随之下降; 最优批发价与销售努力成本参数正相关, 而最优预售定价和销售努力则与其负相关; 当销售努力成本参数或两阶段需求相关系数不变时, 现售时长越长, 最优批发价、预售价越低, 销售努力越高; 新鲜度衰减速度不变、两阶段相关系数增加利于提高生产商和平台的利润。

**关键词:** 生鲜; 预售; 平台; 定价; 供应链

**中图分类号:** C93      **文献标识码:** A

## 1 引言

电子商务的出现为生鲜品提供了新的销售渠道, 一定程度上打破了传统生鲜供应链的均衡关系, 并改善了买卖双方的信息不对称状况。艾瑞咨询发布的《2020 年中国生鲜电商行业研究报告》指出, 2019 年我国生鲜电商市场交易规模达 2796.2 亿元, 同比增长了 36.7%, 说明我国生鲜市场的发展潜力巨大<sup>[1]</sup>。目前生鲜电商市场正处于多模式并存状态, 竞争异常激烈, 因此创新销售模式、提高供应链管理是生鲜供应链上各企业的当务之急, 通过电商平台预售生鲜的策略, 不仅有利于扩大生鲜的销售路径, 也有利于尽可能地满足消费者的不同需求。利用电商平台实施生鲜预售其实是给消费者发出信号, 即提前预定可享受优先购买、优先配送以及价格折扣的权利, 提高了消费者的购物体验与积极性; 预付款在生鲜签收前会沉淀在平台, 使平台拥有资金进行商业运营, 提高了平台对预售活动策划的积极性; 对商家而言, 预售有利于聚拢数量庞大且分散的消费者群体并形成规模效应, 降低市场不确定性风险和减少不必要的浪费, 进而增加企业利润。生鲜的特性与平台的销售效果影响着产品定价, 因此生鲜供应链管理者也面临着更为复杂的定价决策困境。

近年来, 生鲜的定价问题已然受到国内外诸多学者的广泛关注, 由于生鲜具有价值随时间变化的特征, 研究者们多采用建模的方法求解生鲜的定价问题, 如 Chatwin、陈奕娟等构建了生鲜产品的动态定价模型<sup>[2,3]</sup>, 为了更贴近实际, 许多学者采用新鲜度函数刻画生鲜的价值特征, 如肖勇波等率先将新鲜度指标引入生鲜品的需求函数, 研究生鲜的单周期决策问题<sup>[4]</sup>。Maihami et.al、Li 和 Teng 关注时间、价格、参考价格、新鲜度等对需求的影响, 探讨了易腐品的定价与补货策略, 后者提出参考价格较低时制定较低的初始售价最优<sup>[5,6]</sup>。以上研究只考虑了单一渠道, 因此刘洋和王利艳比较了单一线上、单一线下或线上线下同价三种定价模式, 发现价值衰减系数越大及库存成本参数越小, 生鲜最优定价越低<sup>[7]</sup>。除此以外, 还有梁喜和何荣、王磊和但斌考虑了市场竞争性与消费者偏好对需求的影响, 研究了生鲜定价决策以及运营策略<sup>[8,9]</sup>。上述文献对现售期的生鲜定价问题展开了研究, 未考虑生鲜预售的情况。有关预售策略的研究, 有关预售策略的研究, Xie 和 Shugan 较早探讨了预售策略的实施条件<sup>[10]</sup>, 以及 McCardle 等、Shugan 和 Xie 证明了竞争环境下预售策略有利于增加企业收益<sup>[11,12]</sup>。在生鲜预售方面, Tang et.al 构建了垄断市场环境下易腐季节性产品的最优预

订折扣模型<sup>[13]</sup>，白世贞等关注产品等待时间的影响，对预售与现售的集成模式进行讨论，提出市场规模固定或增加都有利于增加企业收益<sup>[14]</sup>。此外，张万程发现当预售对销售需求的提升程度增加以及预售引入时间推迟时，预售折扣力度会加大，且单位库存成本与预售价呈正相关、与销售价呈负相关<sup>[15]</sup>。以及郭春香等讨论了参考效应和消费者的损失厌恶心理对易逝品预售定价的影响<sup>[16]</sup>。一般而言，零售商会通过一些努力行为增加消费者需求，如将产品放在醒目的货架上、培训销售人员、雇佣更多的销售人员向顾客宣传以及增加广告投入等<sup>[17]</sup>。因此 Zhang et.al 从保鲜努力角度出发，研究了生鲜的最优定价和最佳保鲜投资，发现加大保鲜技术投资虽然能提高供应商的收益，但会降低零售商的利润<sup>[18]</sup>。以及杨磊等考虑零售商努力水平影响市场需求的情况，研究了不同主导模式下的最优定价决策<sup>[19]</sup>。与以上研究不同，肖勇波从第三方平台营销努力的角度入手，关注零售商借助平台拓展市场需求的情况，提出零售商与平台合作能够有效提高整体利润<sup>[20]</sup>。但上述研究只考虑了单个阶段的需求，未考虑预售与现售两个阶段的整体需求。

已有文献阐述了生鲜的定价决策、预售策略以及销售努力对供应链运营的影响，但有关生鲜预售的研究上，现有文献多数只针对预售阶段需求展开定价问题讨论，并未综合考虑预售与现售两阶段的市场需求。平台能够拓宽生鲜的销售市场，同时预售作为一种能够提前锁定市场需求的销售手段，两者的结合对生鲜的定价策略具有一定影响。因此，本研究将建立受价格、新鲜度、平台销售努力、两阶段需求相关性等因素影响的预售、现售需求函数，通过构建博弈模型研究平台参与下生鲜的最优定价决策与预售策略，并提出相应的决策建议。

## 2 问题描述与假设

研究将以生产商通过平台销售生鲜品的模式作为研究对象，分析平台参与下生鲜的预售定价问题和预售策略。该模式下，生产商将生鲜批发给电商平台，平台进行生鲜的预售定价决策和销售努力决策，调整自己的预售策略。上述生鲜供应链系统的运作流程如图 1 所示。

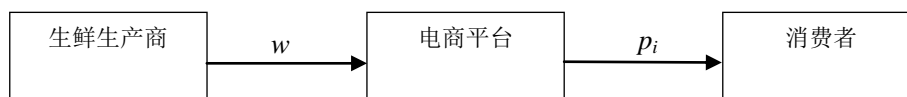


图 1 生鲜农产品销售流程图

为了便于讨论和分析，提出以下假设：

假设 1：供应链的各成员均为风险中性，预售给予了生产商充分的时间准备生鲜品，因此不考虑缺货情况，且销售周期后生鲜的残值为 0。

假设 2：下标  $i = S, E$  分别表示生鲜生产商和平台，下标  $j = 1, 2$  分别表示预售阶段和现售阶段。生鲜的预售价格为  $p_1$ ，为决策变量，现售价格  $p_2$  为外生变量，由市场决定。

假设 3：设购买时间为  $t$ ，预售结束时间为  $t_0$ ， $T$  为现售阶段的时间长度。新鲜度  $\theta(t) \in [0, 1]$ ，假设预售阶段生鲜新鲜度为 1，现售阶段生鲜新鲜度随时间推移下降，借鉴文献[21]定义的新鲜度函数，将两阶段新鲜度表示为：

$$\begin{cases} \theta(t) = 1 & , t \in [0, t_0] \\ \theta(t) = 1 - \eta \left( \frac{t}{T} \right)^{\frac{1}{2}} & , t \in [t_0, T] \end{cases}$$

用  $\eta$  表示生鲜的新鲜度衰减指数， $\eta \in (0, 1]$ 。 $\eta$  越接近 1，生鲜的腐坏速度越快，价值

殆尽速度越快。由于 $t_0$ 取值不影响预售阶段生鲜的新鲜度，且后续运算中 $t_0$ 仅用于表示现售阶段的时间长度，为减少后续的计算量，设 $t_0=0$ 。

假设 4：为了提高生鲜销量，平台需要付出相应的销售努力。假设销售努力为 $e$ ，成本参数为 $n$ ，参考文献[22]，销售成本函数为 $C_e = ne^2 / 2$ ，销售努力和成本参数越大，销售成本越高。

假设 5：生鲜的价格、新鲜度以及平台的销售努力都是影响市场需求的重要因素，借鉴文献[19,23]中提出的观点，努力对需求具有正的“外部性”，预售阶段生鲜的市场需求函数可表示为：

$$D_1(t) = X - p_1 + \beta\theta(t) + \alpha e \quad (1)$$

文献[24]表示现售阶段需求是关于预购量的线性函数，因此设 $\gamma$ 为现售阶段需求与预售阶段需求的线性相关系数， $\gamma > 0$ ，现售阶段生鲜的市场需求函数为：

$$D_2(t) = Y - bp_2 + \beta\theta(t) + \alpha e + \gamma D_1(t) \quad (2)$$

其中， $X$ 、 $Y$ 分别表示两个阶段的基础市场需求。 $b$ 为价格敏感系数， $\beta$ 为消费者对生鲜新鲜度的敏感系数， $\alpha$ 为消费者对平台销售努力的敏感系数， $b$ 、 $\beta$ 、 $\alpha \in (0,1)$ ，且 $b > \beta$ 、 $\alpha > 0$ ，表示消费者对价格的敏感系数更高。根据式(1)(2)可知，需求随生鲜的价格的上涨而减少，随新鲜度、销售努力、两阶段需求相关系数的增加而增加。

假设 6：为方便计算，在不影响模型结论的前提下忽略入驻平台的费用，只考虑可变费用即生产成本 $C$ 和销售成本 $C_e$ 对利润的影响。

根据以上假设，生鲜生产商和平台的利润函数式分别为：

$$\pi_S = wD_1 + w \int_0^T D_2 dt - C \quad (3)$$

$$\pi_E = (p_1 - w)D_1 + \int_0^T (p - w)D_2 dt - 2C_e \quad (4)$$

### 3 模型构建与分析

一般而言，供应链的各成员均以自身利润最大化为目标。本研究中以大型生鲜生产商为供应链主导者，优先决策生鲜的批发价，平台作为博弈中的跟随者，将根据批发价来决定生鲜的预售价和平台的销售努力。

以下将采用逆向归纳法求解 Stackelberg 博弈下的均衡价格。首先判断平台利润式(4)的性质，求出其对应的 Hessian 矩阵：

$$H = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \pi_E}{\partial p_1^2} & \frac{\partial^2 \pi_E}{\partial e \partial p_1} \\ \frac{\partial^2 \pi_E}{\partial p_1 \partial e} & \frac{\partial^2 \pi_E}{\partial e^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2 & a \\ a & -n \end{bmatrix}$$

$$|H| = 2n - a^2 > 0$$

由此可知  $H$  负定, 平台的利润是关于生鲜预售价格  $p_1$  和平台销售努力  $e$  的联合凹函数, 存在唯一最优解使得平台利润最大化。

分别求  $\pi_E$  关于  $p_1$ 、 $e$  的一阶导数, 得到

$$\begin{cases} \frac{\partial \pi_E}{\partial p_1} = Tw\gamma + w - Tp_2\gamma + \beta + \alpha e + X - 2p_1 \\ \frac{\partial \pi_E}{\partial e} = \alpha(-Tw\gamma - w + Tp_2\gamma + p_1) - en \end{cases} \quad (5)$$

令方程组(5)中两式子为零, 得到下列方程组

$$\begin{cases} p_1 = \frac{Tw\gamma + w - Tp_2\gamma + \beta + \alpha e + X}{2} \\ e = \frac{\alpha(-Tw\gamma - w + Tp_2\gamma + p_1)}{n} \end{cases} \quad (6)$$

求解方程组(6), 得到生鲜  $p_1$ 、 $e$  的表达式为

$$p_1 = \frac{((n - \alpha^2)T\gamma + n - \alpha^2)w + (\alpha^2 - n)Tp_2\gamma + (\beta + X)n}{2n - \alpha^2} \quad (7)$$

$$e = -\frac{\alpha(Tw\gamma + w - Tp_2\gamma - \beta - X)}{2n - \alpha^2} \quad (8)$$

将式(7)(8)代入式(4), 对批发价  $w$  求二阶导数进行性质判断。

$$\frac{\partial^2 \pi_s}{\partial w^2} = -\frac{2n(T\gamma + 1)^2}{2n - \alpha^2} \quad (9)$$

$\partial^2 \pi_s / \partial w^2 < 0$ , 说明生鲜生产商的利润是关于批发价的凹函数, 存在唯一最优解使得生产商的利润最大化。

令  $\pi_s$  关于  $w$  的一阶导数为零, 可求出最优批发价

$$\begin{aligned} w^* = & -\frac{(2n - \alpha^2)2T\beta\eta - 3T^2np\gamma^2 + ((-\beta - X)3Tn - 3Tnp_2)\gamma}{6n(T\gamma + 1)^2} \\ & + \frac{(6Tbn - 3T\alpha^2b)p_2 + ((-6T - 3)\beta - 6TY - 3X)n + (\beta + Y)3T\alpha^2}{6n(T\gamma + 1)^2} \end{aligned} \quad (10)$$

将式(10)分别代入式(7)(8), 得到生鲜最优预售价  $p_1^*$  和最优销售努力  $e^*$ 。将三个决策变量的最优解代入式(3)(4), 得到生鲜生产商和平台的最优利润, 由于式子较为复杂, 此处将不具体展示表达式, 将在数值验算部分进一步讨论。

结合三个决策变量的最优解, 可以得出以下推论:

推论 3.1: 当平台参与生鲜预售时, 生鲜生产商的最优批发价随着新鲜度衰退指数的增

加而降低。

证明：

对生鲜生产商的最优批发价求关于新鲜度衰退指数的一阶导数

$$\frac{\partial w^*}{\partial \eta} = -\frac{T\beta(2n - \alpha^2)}{3n(T\gamma + 1)^2}$$

根据参数的取值区间可得  $\partial w^* / \partial \eta < 0$ ，由此可知最优批发价是关于新鲜度衰退系数的减函数。

此推论符合实际情况，新鲜度衰退指数较大时，说明生鲜保鲜时间较短或说保鲜效果较差，因此新鲜度下降速度较快，此时消费者购买意愿下降，生鲜生产商为了尽快将生鲜处理，减少产品浪费，会降低批发价。同理，新鲜度衰退指数越小，意味着该生鲜的保鲜时间越长或保鲜效果越好，产品的新鲜度在一段时间内维持在较高水平，吸引了更多消费者购买，因此生鲜生产商会提高批发价。证毕。

推论 3.2：当平台参与生鲜预售时，平台的最优预售价会随着新鲜度衰退指数的增加而降低。

证明：

对平台的最优预售价求关于新鲜度衰退指数的一阶导数

$$\frac{\partial p_1^*}{\partial \eta} = -\frac{T\beta(2n - \alpha^2)}{3n(T\gamma + 1)}$$

基于参数取值区间可知  $\partial p_1^* / \partial \eta < 0$ ，即平台的最优预售价为新鲜度衰退指数的减函数。

与推论 3.1 相似，当新鲜度衰减指数较大时，生鲜的保鲜时间较短、腐坏速度较快，因此降低了消费者的购买意愿，与生产商的行为一致，平台也会为了降低成本损耗，从而降低生鲜的预售价格。同理，新鲜度衰退指数越小，生鲜保鲜时长和留存时长越长，扩大了市场需求，因此平台会提高生鲜预售价。证毕。

推论 3.3：当平台参与到生鲜预售时，平台的销售努力会随着新鲜度衰退指数的增加而提高。

证明：

$$\frac{\partial e^*}{\partial \eta} = \frac{T\alpha\beta}{3n(T\gamma + 1)}$$

显然  $\partial e^* / \partial \eta > 0$ ，平台的最优销售努力是关于新鲜度衰退指数的增函数。

此推论符合实际情况，随着新鲜度衰退指数的增加，生鲜腐败速度加快，此时平台必须在生鲜新鲜度下降为 0 前尽可能多地销售生鲜，因此平台会提高销售努力，扩大销售努力效果，吸引更多的消费者前来购买。同理，新鲜度衰退指数较小时，该生鲜在一段时间内不容易腐败，消费者的购买意愿较强，因此平台的销售努力会相应减少。证毕。

## 4 数值验算

鉴于模型中生鲜的最优批发价、最优预售价、最优销售努力和利润的表达式较为复杂，难以直观发现相关参数与上述决策变量之间的关系，因此本节将采用数值模拟和验算的方法进行进一步分析。根据模型的约束条件，相关参数赋值如表 1 所示。



表 1 相关参数及数值

相关参数	$X$	$Y$	$b$	$p_2$	$\beta$	$\alpha$	$\eta$	$\gamma$	$n$	$T$	$C$
数值	90	110	0.7	25	0.6	0.6	0.2	0.8	3	20	200

#### 4.1 相关参数对最优批发定价、最优预售定价和最优销售努力的影响分析

(1) 新鲜度衰退指数  $\eta$  的变化对最优批发价、预售价、销售努力的影响

表 2  $\gamma=0.8$  时, 最优批发价、预售价、销售努力与  $\eta$  的关系表

$\eta$	$w^*$	$p_1^*$	$e^*$
0.2	20.4805	23.9303	15.1522
0.4	20.4753	23.8888	15.1616
0.6	20.4701	23.8474	15.1710
0.8	20.4649	23.8060	15.1805

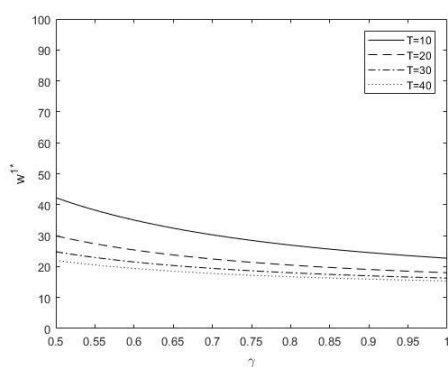
表 3  $\gamma=0.81$  时, 最优批发价、预售价、销售努力与  $\eta$  的关系表

$\eta$	$w^*$	$p_1^*$	$e^*$
0.2	20.3182	22.2001	15.5454
0.4	20.3131	22.1592	15.5547
0.6	20.3080	22.1183	15.5640
0.8	20.3029	22.0773	15.5733

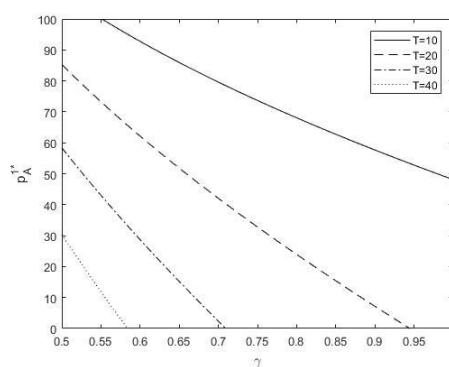
由表 2 可知, 当两阶段需求相关系数  $\gamma=0.8$  时, 新鲜度衰减指数越大, 生鲜的批发价、预售价越低, 销售努力越高。这也验证推论 3.1、3.2、3.3 中所提出的论点, 说明随着新鲜度衰减速度的加快, 降低批发定价、降低预售定价、提高销售努力是最优预售策略。

对比表 2 和表 3 可知, 随着两阶段需求相关系数增加, 相同新鲜度衰减指数下, 批发价、预售价更低, 而销售努力更高。说明当预售阶段需求对现售阶段需求的促进效果提升时, 生产商和平台均降低定价、平台提高销售努力的决策选择可以实现各自的利润最大化。

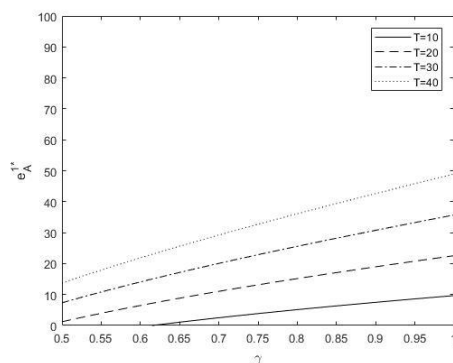
(2)  $T=10, T=20, T=30, T=40$ , 最优批发价、预售价、销售努力与两阶段需求相关系数  $\gamma$  的关系分别如图 2 的(1)(2)(3)所示



(1)



(2)

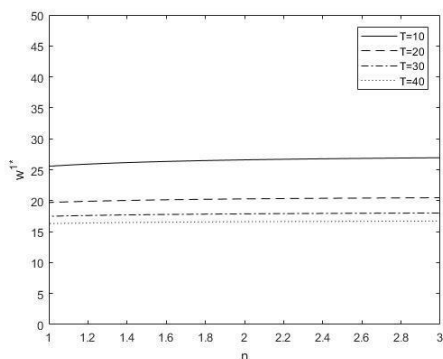


(3)

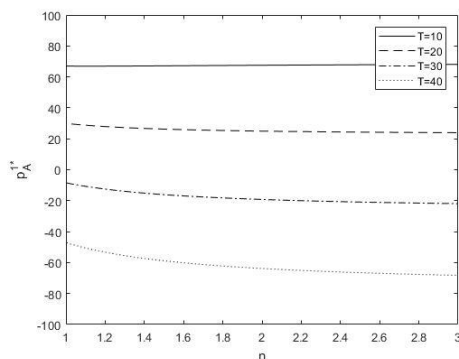
图2 不同的现售时间长度下最优批发价、预售价、销售努力与 $\gamma$ 的关系图

由图2中的(1)(2)可知,随着两阶段需求相关系数的增加,生鲜的最优批发价和最优预售价会不断下降,即当预售阶段的市场需求对现售阶段的市场需求促进程度增加时,生产商与平台实施低定价决策最优,通过设置较低的预售价在预售阶段吸引更多消费需求,从而增加两阶段的总需求,提高收益。此外,随着现售时长的延长,相同的两阶段需求相关系数下批发价与预售价会不断下降,说明生鲜的有效保鲜期越长,生产商和平台采取低定价策略较优。由图2中的(3)可知,随着预售阶段市场需求对现售阶段市场需求促进效果的提升,平台会不断提高其销售努力,且在两阶段需求相关系数相等下,销售努力会随着现售时长的增加而提高,说明生鲜保鲜期越长,平台需要付出更高的销售努力才能保证利润最大化。

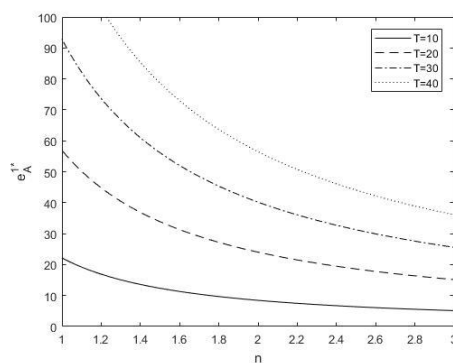
(3)  $T=10, T=20, T=30, T=40$ , 最优批发价、预售价、销售努力与销售努力成本参数  $n$  的关系分别如图3的(1)(2)(3)所示



(1)



(2)



(3)

图3 不同的现售时间长度下最优批发价、预售价、销售努力与 $n$ 的关系图

由图3中的(1)(2)可知,生鲜的最优批发价随着销售努力成本参数的增加而逐渐抬高,

而最优预售价则是随之缓慢下降。说明虽然销售成本支出在某种情况下增加了,但通过降低预售价来吸引更多消费者购买,弥补销售成本所削减的收益,是平台的最优定价决策。此外,现售时长越长,同一销售努力成本参数下的批发价与预售价越低,说明生鲜现售时长较长时,生产商和平台实施低价策略最优。由图 3 中的(3)可知,最优销售努力会随着销售努力成本参数的增加而下降,这是由于销售成本增加而销售效果不变时,为了减少成本消耗,平台会降低销售努力。与批发价和预售价不同,销售努力成本参数相同且现售时长较长时,平台的销售努力越大,说明销售成本不变而生鲜有效新鲜期越长时,平台需要付出更高的销售努力。

## 4.2 相关参数对供应链主体利润的影响分析

### (1) 新鲜度衰退指数 $\eta$ 对生产商和平台利润的影响

表 4  $\gamma=0.8$  时, 生产商、平台的利润与新鲜度衰退指数的关系表

$\eta$	$\pi_S^*$	$\pi_A^*$	$\pi_{总}^*$
0.2	64280	13803	78083
0.4	64247	13813	78059
0.6	64214	13822	78036
0.8	64181	13831	78012

表 5  $\gamma=0.81$  时, 生产商、平台的利润与新鲜度衰退指数的关系表

$\eta$	$\pi_S^*$	$\pi_A^*$	$\pi_{总}^*$
0.2	64764	14389	79153
0.4	64731	14398	79129
0.6	64699	14407	79105
0.8	64666	14415	79081

由表 4 知,当两阶段需求相关系数  $\gamma=0.8$  时,随着新鲜度衰退指数的增加,生鲜生产商、平台、供应链的总利润都会不断下降。当生鲜的有效新鲜期不断缩短时,消费者的购买意愿也会随之下降,供应链及其成员的利润都会由于其新鲜度的影响损失掉部分消费市场,进而导致利润水平的下降。通过对比表 4 和表 5 的数据可知,在新鲜度衰减指数相同的情况下,随着预售阶段市场需求对现售阶段市场需求促进效果的提升,生产商和平台的利润也会一定程度的提高。说明现售阶段的需求受到预售阶段需求正向影响的增加,有利于提高供应链整体以及各个成员的利润。

(2)  $T=10, T=20, T=30, T=40$ , 生产商、平台的利润与两阶段需求相关系数  $\gamma$  的关系分别如图 4(1)(2)所示

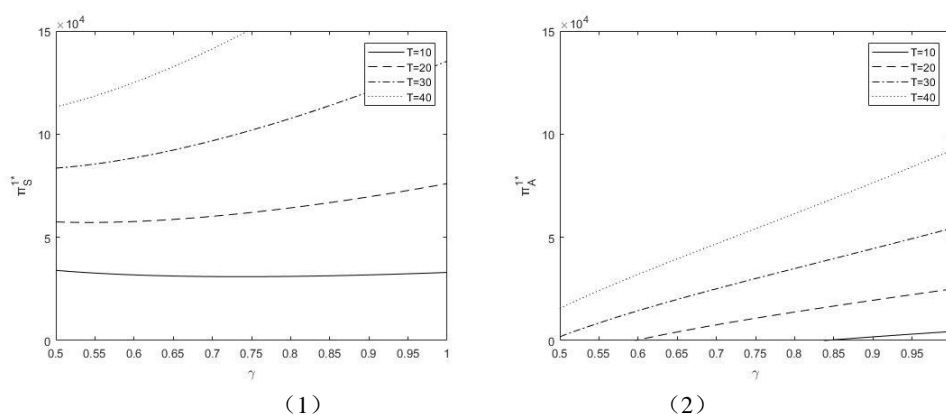


图 4 不同的现售时间长度下生产商、平台的利润与  $\gamma$  的关系图

根据图 4 中的(1)(2)可知, 生鲜生产商和平台的最优利润与两阶段需求相关系数形成正



相关关系, 即当预售阶段的市场需求对现售阶段需求产生的促进影响不断增加时, 生产商和平台都可以获取更多的利润, 这与表 4 与表 5 中的数据趋势吻合。此外, 在两阶段需求相关系数取值相同的情况下, 随着现售时间长度的延长, 生产商与平台的利润都呈现出了不断增加的趋势。

(3)  $T=10$ ,  $T=20$ ,  $T=30$ ,  $T=40$ , 生产商、平台的利润与销售努力成本参数  $n$  的关系分别如图 5(1)(2)所示

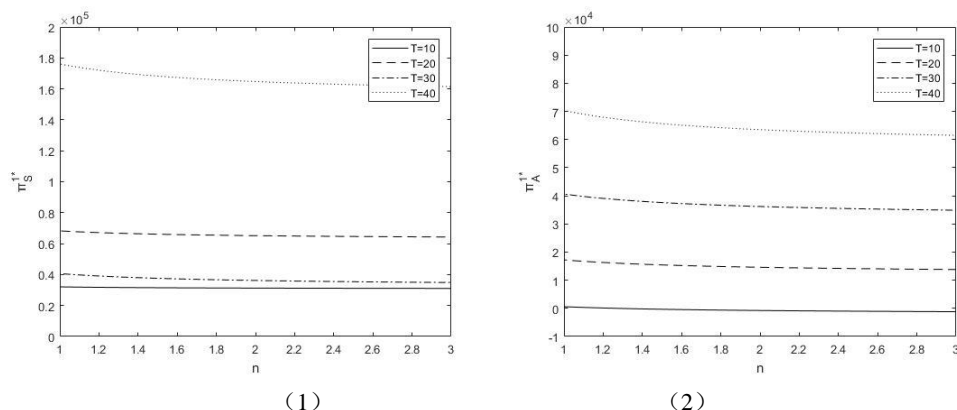


图 5 现售时间长度不同取值时  $n$  与生产商、平台的利润关系图

根据图 5 中的(1)(2)可知, 生鲜生产商和平台的利润会随着销售努力成本参数的增大而不断减少。这一表现趋势符合现实生活, 由于销售努力成本参数的增大, 说明平台付出相同的销售努力却要支出更多的销售成本, 压缩了利润空间, 因此收益会不断下降。此外, 图 5 中的(1)(2)展示了生鲜的现售时长越长, 生产商和平台的利润都会随之增加, 说明销售努力成本参数不变时, 销售保鲜时长越长的生鲜农产品更有利于生产商和平台的收益增加。

## 5 结论

本研究建立了受到生鲜价格、新鲜度、平台销售努力影响的两阶段市场需求函数, 通过构建和求解博弈模型, 对平台参与下生鲜生产商和平台的最优定价决策、预售策略进行了讨论, 最后通过数值模拟与验算, 分析了相关参数与最优批发价、预售价、销售努力、利润之间的关系。研究表明:

(1) 生鲜生产商和平台的产品最优定价、利润均与新鲜度衰减指数负相关, 而平台的最优销售努力与新鲜度衰减指数正相关, 即生鲜的新鲜度衰减速度较快时, 生产商和平台采取低价策略、平台提高销售努力有利于实现各自利润最大化。

(2) 当预售阶段需求对现售阶段需求的促进效果较明显时, 为了达到利润最大化, 生鲜生产商和平台设置较低的批发价、预售价为各自的最优定价决策; 此外, 当两阶段需求相关系数不变时, 现售时长越长, 低定价、高销售努力的预售策略有利于提高利润。

(3) 销售努力成本参数增加时, 生产商提高批发价有利于其利润最大化, 而平台可以通过减少销售努力降低销售成本支出, 以及实施低预售定价扩大市场需求的策略来提高收益。在销售努力成本参数不变的情况下, 面对保鲜期更长的生鲜品, 低定价、高销售努力有利于促进生产商和平台的利润最大化。

(4) 新鲜度衰减速度不变的情况下, 预售市场需求对现售市场需求促进效果的增加有利于提高生鲜生产商和平台的利润。此外, 在两阶段需求相关系数不变的情况下, 生鲜现售时长的延长可以增加生产商和平台的收益。

基于上述结论, 提出以下建议:

(1) 营销经验不足的生产商在实施预售策略时, 可以考虑与营销能力较强的电商平台进行合作, 或者与拥有用户量较多的平台建立战略性合作伙伴关系, 利用平台销售生鲜增加收益。(2) 提高销售努力可以吸引消费者的购买需求, 但销售成本的支出会造成利润的减少, 因此商家可以设置较低的预售价格增加预售阶段的消费需求, 通过预售活动将产品带入大众视野, 借此增加现售的市场需求。(3) 当生鲜生产商拥有多个品类的生鲜品时, 可以通过低价预售其中某一单品, 扩大该单品的消费需求, 提高商家知名度, 从而带动其他生鲜品类销售。(4) 提高保鲜技术, 进而延长销售周期, 有利于延长预售活动对现售阶段需求的影响, 扩大市场需求量。(5) 进行最优预售价格决策前, 商家需要了解不同平台的市场占有率, 以及与平台协商包含销售成本在内的佣金数额, 才能制定合适的预售价格实现收益最大化。

多数研究只根据预售阶段需求进行定价分析, 且未考虑平台参与对生鲜预售定价决策的影响, 因此本研究弥补了这两方面的空缺, 讨论了平台参与下考虑两阶段市场需求的生鲜最优预售定价与预售策略。但本研究构建的模型讨论的是市场需求确定的情况, 而现实中市场需求仅根据历史数据是难以准确预测的, 且消费者的决策行为也会影响生鲜定价, 因此今后将从市场需求不确定和消费者决策行为的方向做进一步研究。

#### 参考文献

- [1] 艾瑞咨询. 2020 年中国生鲜电商行业研究报告 [EB/OL]. (2020-08-19)[2020-03-20] <https://www.iresearch.com.cn/Detail/report?id=3620&isfree=0>
- [2] Chatwin R E . Optimal dynamic pricing of perishable products with stochastic demand and a finite set of prices[J]. European Journal of Operational Research, 2000, 125(1):149-174.
- [3] 陈奕娟, 何利芳, 张诚一. 考虑新鲜度的生鲜食品动态定价模型[J]. 统计与决策, 2016(08):47-50.
- [4] 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时鲜产品供应链协调[J]. 系统工程理论与实践, 2008(02):19-25+34.
- [5] Maihami R , Karimi B , Ghomi S M T F . Effect of two-echelon trade credit on pricing-inventory policy of non-instantaneous deteriorating products with probabilistic demand and deterioration functions[J]. Annals of Operations Research, 2017, 257(1-2):237-273.
- [6] Li R , Teng J T . Pricing and lot-sizing decisions for perishable goods when demand depends on selling price, reference price, product freshness, and displayed stocks[J]. European Journal of Operational Research, 2018:1099-1108.
- [7] 刘洋, 王利艳. 果蔬生鲜类农产品 O2O、单一线上、单一线下 3 种运作模式的定价策略对比研究[J]. 世界农业, 2017(08):217-226.
- [8] 梁喜, 何荣双. 不同直销渠道下生鲜农产品双渠道供应链定价策略[J]. 世界农业, 2019(09):69-81.
- [9] 王磊, 但斌. 基于消费者选择行为的生鲜农产品保鲜和定价策略研究[J]. 管理学报, 2014, 11(03):449-454.
- [10] Jinhong Xie, Steven M. Shugan. Electronic Tickets, Smart Cards, and Online Prepayments: When and How to Advance Sell[J]. Marketing Science, 2001, 20(3):p.219-243
- [11] McCardle, Kevin, Rajaram, Kumar, Tang, Christopher S, Advance Booking Discount Programs Under Retail Competition[J]. Management Science, 2004, 50(5):701-708.
- [12] Shugan S M , Xie J . Advance-selling as a competitive marketing tool[J]. International Journal of Research in Marketing, 2005, 22(3):0-373.
- [13] Christopher S. Tang, Kumar Rajaram, Aydin Alptekinoglu, et al. The Benefits of Advance Booking Discount Programs: Model and Analysis[J]. Management Science, 2004, 50(4):465-478.
- [14] 白世贞, 姜曼, 徐娜. 现售和预售集成模式下考虑消费者时间偏好的线上企业决策[J]. 软科学, 2017, 31(01):118-123.
- [15] 张万程. 电商模式下生鲜农产品预售策略研究[D]. 东南大学, 2017.

- [16]郭春香,房于博,刘羽.考虑参考价格效应的易逝品预售策略研究[J].软科学,2020,34(08):109-115.
- [17]徐最,朱道立,朱文贵.销售努力水平影响需求情况下的供应链回购契约[J].系统工程理论与实践,2008(04):1-11.
- [18]Jianxiong Zhang, Guowei Liu, Qiao Zhang, Zhenyu Bai. Coordinating a supply chain for deteriorating items with a revenue sharing and cooperative investment contract[J]. Omega, 2015, 56: 37-49.
- [19]杨磊,肖小翠,张智勇.需求依赖努力水平的生鲜农产品供应链最优定价策略[J].系统管理学报, 2017, (01): 142-153.
- [20]肖勇波,陈冰瑶,荣立松.基于移动商务平台的供应链优化与协调研究[J].中国管理科学,2015,23(11):70-79.
- [21]王磊,但斌.考虑消费者效用的生鲜农产品供应链保鲜激励机制研究[J].管理工程学报,2015,29(01):200-206.
- [22] Mukhopadhyay S K, Su Xuemei, Ghose S. Motivating retail marketing effort: optimal contract design[J]. Production and Operations Management, 2009, 18 (2) :197-211.
- [23]胡本勇,雷东,陈旭.基于收益共享与努力成本共担的供应链期权销量担保契约[J].管理工程学报,2010,24(03):33-38.
- [24]单汨源,欧翠玲,张人龙.预售与正常销售集成模式下B2C企业退货策略[J].系统工程, 2015(5):48-53.

## Research on Pre-sale Pricing Decisions of Fresh products Supply Chain under Platform Participation

ZHANG Xizheng, LI Jinling

(Business School of Hunan University, Changsha/Hunan, 410000)

**Abstract:** Aiming at the fresh food supply chain formed by a producer and a platform, this study constructs the two-stage market demand function of pre-sale and on-the-sale that is affected by price, freshness and platform sales efforts. Based on the above model, the optimal pre-sale pricing decision and pre-sale strategy of the producer and the platform under platform participation are discussed, and the influencing factors of the pre-sale pricing are analyzed. Research shows that the optimal wholesale price, optimal pre-sale price, and profit of fresh products are negatively correlated with the freshness attenuation index, while the optimal sales effort is positively correlated with it; when the two-stage demand correlation coefficient increases, the optimal wholesale price and optimal pre-sale price decrease accordingly; the optimal wholesale price is positively correlated with the selling effort cost parameter, while the optimal pre-sale pricing and sales effort are negatively correlated with it; when the sales effort cost parameter or the two-stage demand correlation coefficient remains unchanged, the longer the current sale period, the lower the optimal wholesale price and the optimal pre-sale price, and the higher the sales effort; the freshness decay rate remains unchanged, and the two-stage correlation coefficient increases are conducive to improving the profits of the producer and the platform.

**Keywords:** Fresh products; pre-sale; platform; pricing; sales effort

**作者简介:**张喜征(1968-),男,湖南攸县人,博士,教授,主要研究方向:项目管理、物流管理及供应链优化、知识管理。

**(通讯作者)**李金玲(1995-),女,广西梧州人,硕士研究生,研究方向为物流工程与供应链管理。E-mail: lijinling95@163.com