

随机需求下考虑零售商风险偏好的 生鲜农产品最优订货策略

丁 松 但 斌

(1. 重庆大学经济与工商管理学院; 2. 重庆大学现代物流重庆市重点实验室)

摘要: 针对生鲜农产品销售期内存在的期初期末销售量大而期中销售量小的现象, 将零售商单销售期划分为三个阶段; 考虑顾客到达服从强度随机的非齐次 Poisson 过程, 单位顾客购买量受产品价格和新鲜度影响; 引入风险偏爱系数表征零售商的风险偏爱程度, 着重分析产品新鲜度衰变系数和零售商风险偏爱系数对订货决策的影响, 给出不同风险偏爱系数零售商的最优订货策略。结论表明, 考虑零售商风险偏好和新鲜度衰变速率影响的订货策略, 更能体现生鲜农产品的特性。最后用数值算例描述了有关结论。

关键词: 生鲜农产品; 随机需求; 非齐次 Poisson 过程; 风险偏好; 订货策略

中图分类号: C93; F253.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-884X(2012)09-1382-06

Optimal Ordering Policy for Fresh Agricultural Products with Stochastic Demand Considering Retailers' Risk Preference

DING Song DAN Bin

(Chongqing University, Chongqing, China)

Abstract: According to the phenomenon that fresh agricultural products retailers always sell more products in the morning and the late afternoon while between them they sell less, a single sale period is divided into three parts. This paper considers customers arrive following the Nonhomogeneous Poisson Process with a random parameter, and each takes a quantity depending on the products' freshness and price. It introduce the Risk Preference Coefficient to describe retailers' risk preference degree, focus on how freshness decline coefficient and risk preference coefficient affect retailer's ordering decision, and provide an optimal ordering policy for each of them. Conclusion shows an ordering policy considering retailer's risk preference and deteriorating rate of product, is more efficient for agricultural products. Finally, the conclusion is drawn by a numerical example.

Key words: fresh agricultural products; stochastic demand; nonhomogeneous poisson process; risk preference; ordering policy

生鲜农产品是一种短保质期易腐品。零售商准确预测市场需求, 合理制定产品订货策略, 不但有助于降低产品损耗, 提高经营利润和服务水平, 而且有利于减小供应链间存在的“牛鞭效应”, 促进供应链节点间关系的协调。研究随机需求环境下生鲜农产品零售商的最优订货问题, 具有重要的现实意义。

生鲜农产品零售商的最优订货策略依赖于对产品需求的合理预测。影响需求预测的 2 个主要因素是顾客数量和单位顾客购买量。关于生鲜

农产品订货策略的研究近年来得到了学者们的广泛关注, 且已经形成了较多的成果。其中主要是对生鲜农产品的订货策略进行定性描述, 如 DONSELAAR 等^[1]分析了超市在销售生鲜农产品时, 实施 ASO 系统(auto store ordering system)制定实时订货决策的可行性, 并讨论了适合不同种类产品的优化库存策略; DU 等^[2]将 CPFR 补货策略引入生鲜农产品订货系统中, 认为 CPFR 能提高需求预测的准确性, 有效减少库存损耗和波动。也有少数学者采用数学模

型定量研究生鲜农产品的订货策略问题,如陈军等^[3]探讨了生鲜类产品销售计划期末的2次订货策略,强调计划期可修正对零售商订货决策的影响,其中产品需求具有确定性。

由于生鲜农产品同时也是一类特殊的易腐品,易腐品订货策略的相关研究具有一定的参考价值。关于易腐品订货策略的研究,一般可由产品需求是否具有确定性分为两类。覃毅延等^[4]和田志友等^[5]假定产品需求具有确定性,通过优化零售商的利润函数,决策其最优订货量。考虑到产品零售实践中的诸多不确定性因素,大多数文献假定产品需求具有随机性,主要围绕以下3点:①顾客数量是否固定或变化;②单位顾客的需求是否由一单位产品满足;③顾客流的强度是否固定不变或可变。有学者假定零售商面对的顾客数量是恒定不变的,例如,SIVAKUMAR^[6]假定需求的发生符合一个拟随机输出流,产品缺货时产生的需求会进入循环状态,并在随机时间段后再次发送需求信号;SWAMINATHAN等^[7]假定每个顾客的需求独立同分布于既定的概型分布,销售商的决策目标是在满足顾客服务水平要求的条件下,订购最少的产品。有学者假定需求到达服从MAP过程,顾客流强度固定不变。其中,SIVAKUMAR等^[8]考虑了顾客需求要满足一定时间的情形,零售商处产生了排队,其中存在一类消极顾客,会影响队列的稳定性;MANUEL等^[9]假定零售商每批次订购商品中均存在残缺产品无法销售,零售商的有效库存水平是一个随机变量。以上文献均假定单位顾客的需求只由一单位产品满足,在实际生活背景下,这种假设的参考价值有限。KALPAKAM等^[10]放宽了这种限制,假定产品需求处于更新状态,而单位顾客的需求是在整个销售周期内的随机变量。由于生鲜农产品在销售期内新鲜度随时间不断衰减,产品销售也将不断受到影响。可以预见的是,随着时间的增加,单位顾客的购买量也将趋于不断减少;把单位顾客购买量视为一个无规律波动的随机变量并不合适。ZHAO等^[11]将顾客流的强度放宽为时变,假定需求服从非齐次Poisson过程,同时证明了对任意时刻,零售商的最优价格随库存水平的降低而降低。该结论符合生鲜农产品的经营实际,但该文献研究的是在固定时域内销售既定数量产品的动态定价模型,未考虑零售商最优订货量的决策问题。

对生鲜农产品零售商而言,顾客数量是随

机变量,单位顾客购买量也要受产品价格和新鲜度的影响。综合考虑诸多不确定性因素,零售商的决策将包含不同程度的风险。根据赵树宽等^[12]的研究结果,此时风险偏爱程度将影响零售商的最优订货决策。鉴于此,本文以销售期内顾客流服从非齐次Poisson过程为背景,参照唐清泉等^[13]的做法,引入表征零售商风险偏爱程度的因子,称为风险偏爱系数,研究不同风险偏爱程度零售商的经济订货策略;考虑到产品新鲜度影响需求是生鲜农产品的特有属性,本文研究产品新鲜度对单位顾客购买量具有恒定影响和时变影响2种情形下的最优订货策略问题。

1 问题描述及假设

生鲜农产品作为生活必需品,单位顾客的期望购买量取决于产品价格及新鲜度,且与价格呈反比关系,与新鲜度成正比关系。用 T 表示单销售期,结合生鲜农产品的经营实际,一般上午产品最新鲜因而顾客最多,称为高峰期;中间时段顾客较少,称为低谷期;晚上由于零售商打折清仓,顾客又会有所增加,称为折扣期。假设高峰期、低谷期和折扣期的顾客流强度函数分别为:

$$\begin{aligned} \delta_A(t) &= \mu_A, 0 < t < t_1; \\ \delta_B(t) &= \mu_B, t_1 \leq t < t_2; \\ \delta_C(t) &= \mu_C, t_2 \leq t < T, \end{aligned}$$

式中, t_1 、 t_2 和 T 为固定值,且假定 $t_1 > 1$ 。因为零售商无法确定顾客流强度的精确值,只能通过长期经营实践确定其在一定范围内,于是令 μ_A 、 μ_B 、 μ_C 为分别服从区间 $[A_1, A_2]$ 、 $[B_1, B_2]$ 、 $[C_1, C_2]$ 上相互独立的均匀分布,且 $B_2 < C_1$ 、 $C_2 < A_1$ 。

现在令 r 表示零售商的风险偏爱系数, $0 \leq r \leq 1$,则不同风险偏爱程度零售商确定的顾客流强度可表述为 $\mu_i = (1-r)i_1 + ri_2, i = A, B, C$ 。特别地,当 $r=0$ 时, $\mu_i = i_1, i = A, B, C$,表明零售商是完全风险规避型;当 $r=1$ 时, $\mu_i = i_2, i = A, B, C$,表明零售商是完全风险偏爱型;当 $r=0.5$ 时, $\mu_i = 0.5(i_1 + i_2), i = A, B, C$,表明零售商是风险中性的。

不失一般性,本文用 $D = a - bp$ 表示需求与价格的反比关系。为刻画生鲜农产品新鲜度随时间衰变的特性,采用如下新鲜度衰减函数: $\theta(t) = \theta_0 e^{-\beta t}$,其中 θ_0 表示产品上架销售时的初始新鲜度, $0 < \theta_0 < 1$; β 表示新鲜度衰减系数且 $0 < \beta < 1$ 。该函数是时间 t 的单调连续减函数,

合理描述了产品新鲜度的渐变过程。若令 p_t 表示 t 时刻的产品价格, 则 t 时刻进入零售店顾客的购买量为 $q(p_t, t) = (a - bp_t)\theta(t)$; 若令 S_n 表示第 n 位顾客的到达时刻, $N(T)$ 表示销售期 T 内到达顾客总量, 则单销售期内的总需求量 $Q_d = \sum q(p, S_n), n = 1, 2, \dots, N(T)$ 。

假设条件: ①产品损耗主要发生在产品上架销售之前, 上架销售之后, 产品在保质期内的变质特性只体现为新鲜度的衰变, 过了保质期后产品无法销售, 撤出销售柜台; ②产品初始价格是外生变量, 但零售商可以决定产品的折扣价格; ③零售商瞬时补货, 提前期为零。

其他符号释义: c 为单位产品购买成本; p_0 为产品上架销售时的初始价格; p_1 为产品折扣价格; I_m 为产品平均库存量; h 为单位产品单位时间库存成本; λ 为产品单次订货损耗系数; C_F 为单次订货成本 (为定值); Q 为零售商订货量 (决策变量); Q_d 为产品需求量; R 为零售商的销售收入; π 为零售商的销售利润。

2 最优期望利润及期望订货量、折扣价格

2.1 产品新鲜度对单位顾客购买量具有恒定影响

由于产品新鲜度对 $q(p_t, t)$ 具有恒定影响, 不妨假定此时 $q(p_t, t)$ 表达式中 $\theta(t) = m$, 且 m 不受零售商风险偏爱系数的影响, 则 t 时刻单位顾客购买量 $q(p_t, t) = m(a - bp_t)$ 。根据上述讨论, 可得到风险偏爱系数为 r 的零售商在高峰期、低谷期和折扣期内的产品期望需求量:

$$E(Q_{d1}) = m(a - bp_0)t_1[(1-r)A_1 + rA_2]; \quad (1)$$

$$E(Q_{d2}) = m(a - bp_0)(t_2 - t_1)[(1-r)B_1 + rB_2]; \quad (2)$$

$$E(Q_{d3}) = m(a - bp_1)(T - t_2)[(1-r)C_1 + rC_2]。 \quad (3)$$

由式(1)~式(3)可得到风险偏爱系数为 r 的零售商单销售期的期望需求量 $E(Q_d) = \sum E(Q_{di}), i = 1, 2, 3$ 。进而根据前文假设, 得到单销售期零售商的期望订货量 $E(Q) = (1 - \lambda)^{-1}E(Q_d)$ 。

下面分析风险偏爱系数为 r 的零售商的成本收益模型, 确定最优折扣价格。销售期内成本包括订单成本 C_F 、订货成本 C_o (包含产品损耗成本) 和产品库存成本 C_H 。其中 $C_o = cE(Q)$; $C_H = hI_m = 0.5h(1 - \lambda)^{-1} [t_1E(Q_{d1}) + (t_2 - t_1)E(Q_{d2}) + (T - t_2)E(Q_{d3})]$ 。期望销售额 $E(R) = p_0E(Q_{d1} + Q_{d2}) + p_1E(Q_{d3})$ 。零售商期望利润可表述为

$$E(\pi) = [p_0 - (1 - \lambda)^{-1}(c + 0.5t_1h)]E(Q_{d1}) +$$

$$[p_1 - (1 - \lambda)^{-1}(c + 0.5t_2h - 0.5t_1h)]E(Q_{d2}) + [p_1 - (1 - \lambda)^{-1}(c + 0.5Th - 0.5t_2h)]E(Q_{d3}) - C_F。 \quad (4)$$

对式(4)求关于 p_1 的一阶导数, 可得零售商的最优折扣价格 p_1^* 为

$$p_1^* = \frac{a}{2b} + \frac{2c + (T - t_2)h}{4(1 - \lambda)}。 \quad (5)$$

2.2 产品新鲜度对单位顾客购买量具有时变影响

由于产品新鲜度对 $q(p_t, t)$ 具有时变影响, 则此时 t 时刻单位顾客购买量 $q(p_t, t) = (a - bp_t)\theta_0e^{-\beta t}$ 。首先分析高峰期的情形, 可得到风险偏爱系数为 r 的零售商产品期望需求量为

$$E'(Q_{d1}) = E\left[\sum_{i=1}^{N(t_1)} (a - bp_0)\theta_0e^{-\beta S_i}\right] = (a - bp_0)\theta_0E\left(\sum_{i=1}^{N(t_1)} e^{-\beta S_i}\right) = (a - bp_0)\theta_0E\left[E\left(\sum_{i=1}^{N(t_1)} e^{-\beta S_i} \mid N(t_1) = k\right)\right]。 \quad (6)$$

这是一个比较典型的复合 Poisson 过程。求解式(6)中的条件期望有:

$$E\left(\sum_{i=1}^{N(t_1)} e^{-\beta S_i} \mid N(t_1) = k\right) = E\left(\sum_{i=1}^k e^{-\beta S_i}\right) = E\left(\sum_{i=1}^k e^{-\beta U_{(i)}}\right) = E\left(\sum_{i=1}^k e^{-\beta U_i}\right) = kE(e^{-\beta U_i}) = k \frac{1}{t_1} \int_0^{t_1} e^{-\beta x} dx = \frac{k(1 - e^{-\beta t_1})}{\beta t_1}, \quad (7)$$

式中, $\{U_i\}$ 表示区间 $[0, t_1]$ 上独立同均匀分布的随机变量, $\{U_{(i)}\}$ 为对应随机变量的顺序统计量。

将式(7)代入式(6), 可得到高峰期风险偏爱系数为 r 的零售商产品期望需求量为 $E'(Q_{d1}) = (a - bp_0)\theta_0\beta^{-1}(1 - e^{-\beta t_1})[(1 - r)A_1 + rA_2]$ 。

同理, 可得到风险偏爱系数为 r 的零售商在低谷期和折扣期产品期望需求量分别为:

$$E'(Q_{d2}) = (a - bp_0)\theta_0\beta^{-1}(e^{-\beta t_1} - e^{-\beta t_2}) \cdot [(1 - r)B_1 + rB_2]; \quad (9)$$

$$E'(Q_{d3}) = (a - bp_1)\theta_0\beta^{-1}(e^{-\beta t_2} - e^{-\beta T}) \cdot [(1 - r)C_1 + rC_2]。 \quad (10)$$

由式(8)~式(10)可得到风险偏爱系数为 r 的零售商单销售期的期望需求量 $E'(Q_d) = \sum E'(Q_{di}), i = 1, 2, 3$ 。根据前文假设, 可以由此得到风险偏爱系数为 r 的零售商单周期总期望订货量为 $E'(Q) = (1 - \lambda)^{-1}E'(Q_d)$ 。

对零售商成本收益模型的分析类似上小节过程, 可分别得到零售商期望利润和最优折扣价格为:

$$E(\pi) = [p_0 - (1 - \lambda)^{-1}(c + 0.5t_1h)]E'(Q_{d1}) +$$

$$[p_0 - (1-\lambda)^{-1}(c + 0.5t_2h - 0.5t_1h)]E'(Q_{d2}) + [p_1 - (1-\lambda)^{-1}(c + 0.5Th - 0.5t_2h)]E'(Q_{d3}) - C_F; \tag{11}$$

$$p_1^* = \frac{a}{2b} + \frac{2c + (T-t_2)h}{4(1-\lambda)}. \tag{12}$$

由式(5)和式(12)可以看出,恒定影响情形和时变影响情形下零售商最优折扣价格都唯一存在且与风险偏爱系数无关;然而2种情形下零售商的期望订货量和期望利润却存在较大差别。通过分别比较式(1)与式(8)、式(2)与式(9)、式(3)与式(10),可得到以下结论:

结论 1 高峰期内,当 $m > \theta_0(1 - e^{-\beta t_1}) \cdot (\beta t_1)^{-1}$ 时,时变影响情形下零售商期望订货量和期望利润较恒定影响情形下小;反之则大于或相等。

结论 2 低谷期内,当 $m > \theta_0(e^{-\beta t_2} - e^{-\beta T}) \cdot \beta^{-1}(t_2 - t_1)^{-1}$ 时,时变影响情形下零售商的期望订货量和期望利润较恒定影响情形下小;反之则大于或相等。

结论 3 折扣期内,当 $m > \theta_0(e^{-\beta t_2} - e^{-\beta T}) \cdot \beta^{-1}(T - t_2)^{-1}$ 时,时变影响情形下零售商的期望订货量和期望利润较恒定影响情形下小;反之则大于或相等。

由于产品在销售高峰期处于最新鲜的状态,新鲜度衰变缓慢,结合上述结论,零售商可以确定一个适当的 m 值,使得这种新鲜度缓慢衰变的时变影响相当于一种恒定影响。但是当 m 值确定后,在随之而来的销售低谷期和折扣期,尤其是当产品新鲜度衰变逐渐加快加重时,零售商的有效订货量可能会大于期望需求量,出现产品销售不完的情况。此时新鲜度衰变对零售商的期望订货量和利润产生的时变影响就无法再视为一种恒定影响。以下命题探讨这种时变影响。

命题 1 在产品新鲜度衰变对单位顾客购买量具有时变影响情形下,零售商期望订货量和期望利润均随新鲜度衰变系数 β 的增加单调减少。

证明 由式(8)~式(10)可知,

$$\frac{\partial E'(Q_{d1})}{\partial \beta} =$$

$$(a - bp_0)\theta_0[(1-r)A_1 + rA_2] \frac{(\beta^2 + 1)e^{\beta t_1} - 1}{\beta^2}.$$

由假设 $t_1 > 1 \Rightarrow (\beta^2 + 1)e^{\beta t_1} < 1$ 对任意 $0 < \beta < 1$ 成立 $\Rightarrow \frac{\partial E'(Q_{d1})}{\partial \beta} < 0; \frac{\partial E'(Q_{d2})}{\partial \beta} < 0, \frac{\partial E'(Q_{d3})}{\partial \beta} < 0$; 于是 $\frac{\partial E'(Q)}{\partial \beta} < 0$ 。最后根据式(11)容易得到

$\frac{\partial E'(Q_{d1})}{\partial \beta} < 0$ 的结论。命题得证。

命题 1 表明,产品新鲜度对零售商的最优订货决策存在影响;新鲜度衰变系数越大,产品新鲜度衰变越快,单位顾客购买量受到的影响越大,零售商的期望订货量和期望利润也就越小;反之亦然。相对于恒定影响的情形,在时变影响情形下,不同种类生鲜农产品的新鲜度衰变速率不同,此时零售商的订货策略也相应要有所区别。对于新鲜度衰变较快的产品如水果蔬菜、生鲜肉类等,应充分考虑新鲜度对顾客购买量产生的时变影响;对于新鲜度衰变较慢的产品如干果、土豆、蛋类等,可以假定新鲜度对顾客购买量具有恒定的影响。

推论 1 当 $\beta \rightarrow 0$ 时,产品新鲜度衰变趋向于停止;特别地,当 $\beta = 0$ 时,产品不具有新鲜度特性,此时产品退化为一般商品,且本文的最优订货策略同样适用。

根据式(1)~式(4)或者式(8)~式(10)可知,对于同一种产品,零售商的风险偏爱系数越大,其期望订货量越大,获得的期望利润也就越大。结合命题 1 的结论,得出以下结论:

结论 4 β 越小, r 越大,零售商的期望订货量和期望利润越大。

结论 5 β 越大, r 越小,零售商的期望订货量和期望利润越小。

结论 4 和结论 5 可以理解为,对于新鲜度衰变越慢的生鲜农产品,同一个零售商订购更多数量产品的风险就变得越小,而对风险越偏爱的零售商而言,这种风险的影响会变得更小,从而促使零售商增加订货量并获得更大的期望利润;对于新鲜度衰变越快的生鲜农产品,同一个零售商订购更少数量产品的风险就变得越小,而对风险越规避的零售商而言,这种风险的影响会变得更小,从而促使零售商减少订货量并获得相对较小的期望利润。

3 算例分析

针对某具体生鲜市场,假定零售商从早上 7 点开始销售产品,到晚上 21 点结束,理想状态下清空产品库存。其中,7~10 点为高峰期;10~18 点为低谷期;18~21 点为折扣期。给定: $t_1 = 3, t_2 = 11, T = 14, p_0 = 4.5, c = 2, h = 0.1, \lambda = 0.1, a = 10, b = 2, A_1 = 40, A_2 = 50, B_1 = 5, B_2 = 8, C_1 = 20, C_2 = 24, m = 0.6, \theta_0 = 0.95, C_F = 30$ 。由式(5)可得最优折扣价格 $p_1^* = 3.69$ 。

在产品新鲜度对单位顾客购买量具有恒定影响的情形下,由式(1)~式(4)可得不同风险

偏爱系数零售商的期望订货量和期望利润分别为：

$$E(Q) = 211.47 + 56.96r; \quad (13)$$

$$E(\pi) = 288.72 + 88.94r. \quad (14)$$

在产品新鲜度对单位顾客购买量具有时变影响的情形下,由式(8)~式(11)可得不同风险偏爱系数零售商的期望订货量和期望利润分别为：

$$E'(Q) = (42.40 + 10.60r)\beta^{-1} - (37.10 + 7.42r)e^{-3\beta}\beta^{-1} + (50.10 + 7.90r)e^{-11\beta}\beta^{-1} - (55.40 + 11.08r)e^{-14\beta}\beta^{-1}; \quad (15)$$

$$E'(\pi) = (80.40 + 20.06r)\beta^{-1} - (71.69 + 14.83r)e^{-3\beta}\beta^{-1} + (56.06 + 7.73r)e^{-11\beta}\beta^{-1} - (64.77 + 12.96r)e^{-14\beta}\beta^{-1} - 30. \quad (16)$$

为直观反映零售商风险偏爱系数、产品新鲜度衰变系数与期望订货量、期望利润之间的关系,利用 maple 13 软件绘图,得到图 1 和图 2。

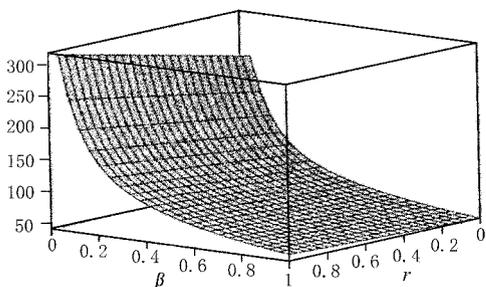


图 1 期望订货量与 β, r 关系示意图

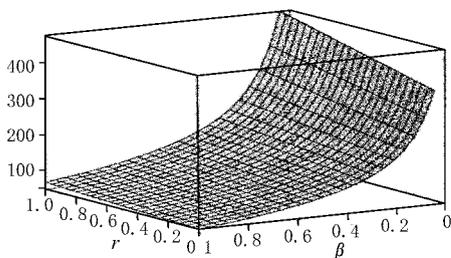


图 2 期望利润与 β, r 关系示意图

由图 1、图 2 可以看出,对任意固定的新鲜度衰变系数,零售商的风险偏爱系数越大,其期望订货量和期望利润越大,反之亦然;对任意固定的零售商风险偏爱系数,产品新鲜度衰变系数越大,期望订货量和期望利润越小,反之亦然。这个结果很好地印证了命题 1 及结论 4、结论 5。

下面对恒定影响的情形和时变影响情形进行对比分析。在给定不同风险偏爱系数的条件下,讨论产品新鲜度衰变系数对零售商期望订货量和期望利润,以及 2 种情形之间差别的影

响(见图 3~图 6)。

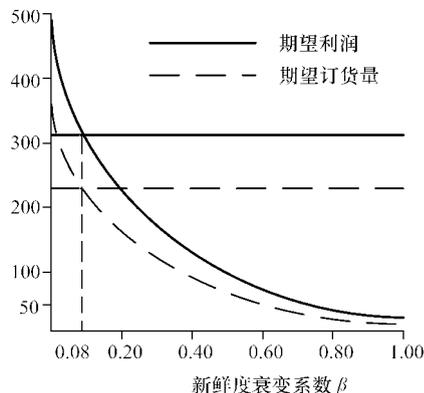


图 3 $r=0.2$ 时,期望订货量和期望利润与 β 关系

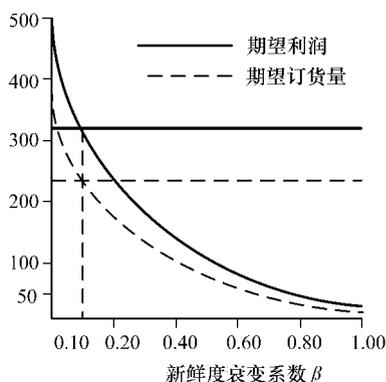


图 4 $r=0.4$ 时,期望订货量和期望利润与 β 关系

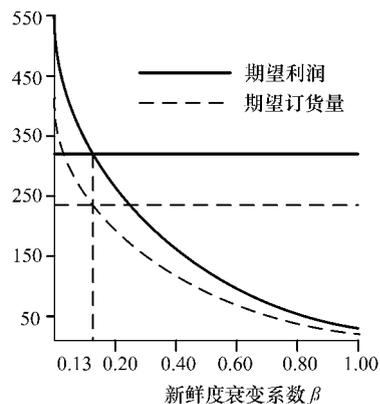


图 5 $r=0.6$ 时,期望订货量和期望利润与 β 关系

如果把图 3~图 6 视为风险偏爱系数从低到高的 4 位零售商,则对应图形是他们 2 种情形下的期望订货量 $E(Q)$ 和期望利润 $E(\pi)$ 。可以看出,对任一零售商而言,随着产品新鲜度衰变系数 β 的增大, $E(Q)$ 和 $E(\pi)$ 单调减少,且必存在一个 β 的临界值 β_0 ,使得当 $\beta < \beta_0$ 时,时变影响情形下 $E(Q)$ 和 $E(\pi)$ 大于恒定影响情形下的对应值,且随着 β 的减小,差值越大;当 $\beta > \beta_0$ 时,时变影响情形下 $E(Q)$ 和 $E(\pi)$ 小于恒定影响情形下的对应值,且随着 β 的增大,差值越

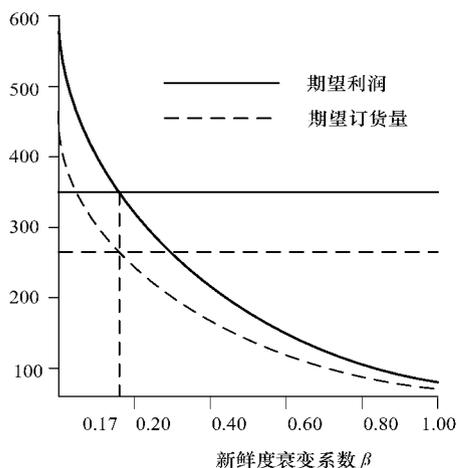


图6 $r=0.8$ 时,期望订货量和期望利润与 β 关系

大;当且仅当 $\beta = \beta_0$ 时,2 种情形下的 $E(Q)$ 和 $E(\pi)$ 分别相等。

综合考虑 4 位零售商的情况可以看出,对任意固定的新鲜度衰变系数,风险偏爱系数越大的零售商,其 $E(Q)$ 和 $E(\pi)$ 越大。通过比较 4 位零售商的 β_0 (分别为 0.08、0.10、0.13、0.17) 可以发现, β_0 随着风险偏爱系数的增大逐渐增大。由于 β 的增大表明产品新鲜度衰变加快,这就说明了风险偏爱型零售商在追求利润的同时,忽略了部分风险因素的影响。

4 结语

生鲜农产品具有随机需求的特性,同时又具有一定的规律性。本文针对通常情况下将单位顾客购买量处理为常量的做法,假定其受产品价格和新鲜度影响,特别地,将新鲜度影响区分为恒定影响与时变影响 2 种情形,引入风险偏爱系数表征零售商的不同风险偏爱程度,给出最优订货策略。结论表明,相对于购买量恒定情形,对于新鲜度衰变速率不同的生鲜农产品,购买量时变情形下的订货策略更能体现产品的生鲜特性,从而也是更有效的订货策略。

参 考 文 献

[1] DONSELAAR K V, WOENSELA T V, BROEKMEULENA R, et al. Inventory Control of Perishables in Supermarkets[J]. International Journal of Production Economics, 2006, 104 (2): 462~472.
 [2] DU X F, LEUNG S CH, ZHANG J L, et al. Procurement of agricultural products using the CPFR approach[J]. Supply Chain Management: An International Journal, 2009, 14 (4): 253~258.
 [3] 陈军, 但斌, 曹群辉, 等. 短保质期变质产品的两次

订货策略研究[J]. 管理科学学报, 2009, 12(3): 83~91.

[4] 覃毅延, 郭崇慧. 在弹性需求和物品易变质条件下数量折扣定价模型[J]. 管理学报, 2007, 4(2): 163~168.
 [5] 田志友, 蒋录全, 吴瑞明. 易腐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.
 [6] SIVAKUMAR B. A Perishable Inventory System with Retrial Demands and a Finite Population[J]. Journal of Computational and Applied Mathematics, 2009, 224 (1): 29~38.
 [7] SWAMINATHAN J M, SRINIVASAN R. Managing Individual Customer Service Constraints under Stochastic Demand[J]. Operations Research Letters, 1999, 24 (3): 1115~1125.
 [8] SIVAKUMAR B, ARIVARIGNAN G. A Perishable Inventory System with Service Facilities and Negative Customers[J]. Information and Management Sciences, 2006, 17 (2): 1~18.
 [9] MANUEL P, LAWRENCE A S, ARIVARIGNAN G. A Stochastic Perishable Inventory System with Random Supply Quantity[J]. Information and Management Sciences, 2007, 18 (4): 317~334.
 [10] KALPAKAM S, SHANTHI S. A Continuous Review Perishable System with Renewal Demands[J]. Annals of Operations Research, 2006, 143 (1): 211~225.
 [11] ZHAO W, ZHENG Y S. Optimal Dynamic Pricing for Perishable Assets with Nonhomogeneous Demand[J]. Management Science, 2000, 46 (3): 375~388
 [12] 赵树宽, 刘战礼, 迟远英. 基于前景理论的不确定条件下的风险决策和企业管理[J]. 科学学与科学技术管理, 2010, 31(3): 157~161.
 [13] 唐清泉, 甄丽明. 管理层风险偏爱、薪酬激励与企业 R&D 投入——基于我国上市公司的经验研究[J]. 经济管理, 2009, 31(5): 56~64.

(编辑 刘继宁)

通讯作者: 但斌(1966~), 男, 重庆人。重庆大学(重庆市 400044)经济与工商管理学院教授、博士研究生导师。研究方向为物流与供应链管理。E-mail: danbin@cqu.edu.cn