

考虑流通损耗的生鲜农产品零售商期权订货策略

王 婧, 陈 旭

(电子科技大学 经济与管理学院, 成都 610054)

摘 要 针对生鲜农产品在流通中产生巨大损耗的特性, 引入期权合同研究单周期两阶段的零售商最优订货策略. 分别建立向单个供应商订购期权和同时向两个供应商订购期权的订货模型, 以最大化期望利润为目标, 得到零售商的最优订货量和最大期望利润都存在并且是唯一的. 通过模型比较得到: 零售商同时向两个供应商订货时的最优总订货量大于等于分别向单个供应商订货时的最优订货量, 零售商同时向两个供应商订货时的最大期望利润大于分别向单个供应商订货时的最大期望利润. 由数值分析得到: 向两个供应商订货的最大期望利润与产品损耗率、期权成本差价和期权执行价格差价均成反比.

关键词 生鲜农产品; 流通损耗; 期权合同; 供应链风险管理

Fresh produce retailer's optimal options contracts procurement decisions research with circulation wastage

WANG Jing, CHEN Xu

(School of Management and Economics, University of Electronic Science & Technology of China, Chengdu 610054, China)

Abstract This paper considers the fresh produce with two stage model, taking the huge circulation wastage into account, and discusses the optimal procurement decisions for a stochastic demand environment from retailer in one period. With the objective of maximizing the profit models both procuring from one supplier's and procuring from two suppliers' options contracts, paper get each optimal ordering quantity and the maximum profit is exist and only. The conclusions after models comparing are following, the optimal total ordering quantity of the retailer who procuring from two suppliers' options contracts is not less than the optimal ordering quantity of procuring from one supplier's, and the maximum profit of the retailer who procuring from two suppliers' options contracts is more than the profit of procuring from one supplier's. And the conclusions after numerical study are following, the maximum profit which procuring from two suppliers is negative correlative to the circulation wastage rate, the price difference of options cost and the price difference of options trading price.

Keywords fresh produce; circulation wastage; options contracts; supply chain risk management

1 引言

农产品供应链是由涉及将农产品或服务提供给最终消费者的过程与活动的上游及下游农户、生产商、批发商、零售商以及最终消费者组成的供需网络, 是农产品流通的载体. 生鲜农产品具有的特性 (如易腐烂、生命周期短、鲜活程度要求高), 导致其更高的风险性. 相关数据指出, 我国的果蔬流通过程中的损耗率高达 25-35%, 而发达国家果蔬产品的损耗率平均为 5%左右, 美国仅为 1-2%^[1]. 如何有效进行生鲜农产品流通管理、既要保障农民增收又要保障城市居民的稳定供应, 已成为我国政府政策关注的重点问题. 因此, 运用供应链管理的理论和方法, 结合生鲜农产品自身特性和我国农产品供应链的现状的研究已成为重点和难点.

农产品供应链管理的研究既有定性方面的研究, 又有定量方面的研究. 归纳起来可以大致分三类: 第一类研究供应链管理策略方面, 如供需不确定^[2]、四维网络模型^[3] 和市场策略^[4] 问题; 第二类研究供应链协

收稿日期: 2010-07-14

资助项目: 高等学校博士学科点专项科研基金 (20070614003)

作者简介: 王婧 (1983-), 女, 江西上高人, 博士研究生, 研究方向: 收益管理、供应链管理; 陈旭 (1973-), 男, 山东平度人, 博士, 教授, 研究方向: 服务管理、收益管理、供应链管理.

调方面, 如考虑库存^[5], 引入产品新鲜度^[6-8], 还有考虑时间边际价值比率^[9], 动态反馈分析^[10]和利益分配^[11]研究; 第三类研究价格契约方面, 如价格折扣激励机制^[12], GNBS和正式固定价格契约^[13], 收益共享契约^[14-15], 以及基于顾客选择的定价策略^[16]等. 同时, 供应链的风险管理尤其是运用期权合同的研究已经日渐成熟, 如研究实物期权^[17], 衍生工具对供应链绩效的影响^[18]; 运用数学建模对订货的研究^[19]等; 还有部分研究从博弈的角度运用期权优化农产品经营模式^[20]. 然而, 上述文献没有从定量的角度运用农产品期权合同来管理供应链风险, 本文将农产品的新鲜度因素引入模型之中, 并将农产品期权合同结合建模. 针对生鲜农产品流通的巨大损耗, 从零售商的角度出发, 以一条崭新的思路对农产品零售商的订货策略进行研究.

后文的内容安排如下: 第 2 节进行了问题描述与假定; 第 3 节讨论了零售商分别向单个供应商订货的订货策略; 第 4 节讨论了零售商同时向两个供应商订货的订货策略; 第 5 节对订货策略的影响进行了分析; 第 6 节进行了数值分析; 结论与进一步研究展望在第 7 节进行了总结.

2 问题描述与假定

研究单个生鲜农产品的零售商和两个上级供应商组成的两级供应链模型. 其中, 供应商 i (令 $i = 1, 2$) 均只提供产品的期权, 而根据期权执行价格的高低可以反映产品质量或新鲜度的优劣. 为刻画生鲜农产品的特性, 考虑引入产品损耗率 β , 且 $\beta \in (0, 1)$, 它所代表的损耗主要发生在从订货周期的初始时刻到产品到达零售商的这个过程中, 包括由于装卸、简单包装、挤压、运输等自然因素或人为影响所造成的损耗. 进行如下的符号定义:

p : 产品单位销售价格; g : 产品单位缺货成本; h : 产品单位持有成本;

w_i, a_i : 分别为供应商 i 的期权单位成本和单位执行价格; 其中 $i = 1, 2$, 且 $a_2 > a_1, w_2 < w_1$;

Q_{1i} : 零售商向单个供应商订购期权时, 单位订货周期 T 内的期权订货量, 其中 $i = 1, 2$;

Q_{2i} : 零售商同时向两个供应商订购期权时, 单位订货周期 T 内的期权订货量, 其中 $i = 1, 2$;

Q : 零售商同时向两个供应商订购期权时的总期权订货量, 即 $Q = Q_{21} + Q_{22}$;

x : 产品的实际市场需求; μ : 需求 x 的期望值;

$f(x)$: 产品的实际市场需求的概率密度函数, 假定是可微的和可逆的;

$F(x)$: 产品的实际市场需求的累积分布函数, 假定是可微的和可逆的;

相关的假定条件如下:

1) 假设 $(p + g - a_2)w_1 > (p + g - a_1)w_2$ 且 $(a_2 - a_1)(1 - \beta) + w_2 - w_1 > 0$, 是保证零售商同时购买供应商 1 和供应商 2 期权合同并且获利的前提;

2) 零售商在单位订货周期初始, 一次性进行期权订货, 并且没有期权数量的限制, 订货的提前期为零, 订货的初始库存量为零;

3) 由于生鲜农产品的特性, 产品不能退货, 且剩余产品残值很小, 忽略不计.

3 向单个供应商订购期权的生鲜农产品零售商订货策略

借鉴变质产品的库存模型^[21]得出生鲜农产品的库存模型: $dI(t)/dt = -x - \beta I(t), 0 \leq t \leq T$. 得到零售商在订货周期 T 内的实际库存水平为:

$$\int_0^T I(t)dt = \left(\frac{1}{\beta^2} e^{\beta T} - \frac{1}{\beta^2} - \frac{T}{\beta} \right) x \quad (1)$$

因此, 零售商的利润为:

$$\pi_1(Q_{1i}) = \begin{cases} px - a_i x - h \int_0^T I(t)dt - w_i Q_{1i}, & x \leq Q_{1i}(1 - \beta) \\ pQ_{1i}(1 - \beta) - g[x - Q_{1i}(1 - \beta)] - a_i Q_{1i}(1 - \beta) - w_i Q_{1i}, & x > Q_{1i}(1 - \beta) \end{cases} \quad (2)$$

由式 (1) 和 (2), 得到零售商的期望利润为:

$$E[\pi_1(Q_{1i})] = (p + g - a_i) \int_0^{Q_{1i}(1-\beta)} (x - Q_{1i}(1 - \beta))f(x)dx - hk \int_0^{Q_{1i}(1-\beta)} xf(x)dx + [(p + g - a_i)(1 - \beta) - w_i] Q_{1i} - g\mu \quad (3)$$

其中,

$$k = (e^{\beta T} - 1 - T\beta)/\beta^2 \quad (4)$$

引理 1 生鲜农产品零售商向单个供应商订购期权产品时的最优订货量和最大期望利润存在并且唯一。

证明 因为

$$\begin{aligned}\frac{dE[\pi_1(Q_{1i})]}{dQ_{1i}} &= -(p+g-a_i)(1-\beta)F(Q_{1i}(1-\beta)) + (p+g-a_i)(1-\beta) - w_i \\ \frac{d^2E[\pi_1(Q_{1i})]}{dQ_{1i}^2} &= -(p+g-a_i)(1-\beta)^2f(Q_{1i}(1-\beta)) < 0,\end{aligned}\quad (5)$$

所以 $E[\pi_1(Q_{1i})]$ 是 Q_{1i} 的凹 (concave) 函数, 即其最优订货量和最大期望利润存在并且唯一。

由引理 1 可知, 零售商向单个供应商订购期权产品时, 零售商可以通过供应商的各个参数取值, 直接求解出所对应的最大期望利润, 从而选择最优的订货策略。

命题 1 生鲜农产品零售商向单个供应商订购期权产品的最优订货量 Q_{1i}^* 为:

$$Q_{1i}^* = \frac{1}{1-\beta}F^{-1}\left(1 - \frac{w_i}{(p+g-a_i)(1-\beta)}\right)\quad (6)$$

证明 令 $\frac{dE[\pi_1(Q_{1i})]}{dQ_{1i}} = 0$, 得最优订货量为式 (6) 的表达式。证毕。

命题 2 向单个供应商订购期权时的最优订货量是 (w_i, a_i) 的减函数、 (p, g) 的增函数。

证明 令 $y = 1 - \frac{w_i}{(p+g-a_i)(1-\beta)}$, 则 $Q_{1i}^* = \frac{1}{1-\beta}F^{-1}(y)$ 且 $\beta \in (0, 1)$, Q_{1i}^* 是 y 的增函数。而 y 是关于 (w_i, a_i) 的减函数、 (p, g) 的增函数, 所以最优订货量 Q_{1i}^* 是 (w_i, a_i) 的减函数、 (p, g) 的增函数。

由命题 2 可知, 当供应商期权单位成本和单位执行价格较低时, 订货量应该相应增加; 当产品的单位销售价格和单位缺货成本较高时, 订货量也应该相应增加, 以获取最大的期望利润。

4 向两个供应商订购期权的生鲜农产品零售商订货策略

零售商同时向两个供应商订购期权, 其利润为:

$$\pi_2(Q_{21}, Q_{22}) = \begin{cases} px - a_1x - h \int_0^T I(t)dt - w_1Q_{21} - w_2Q_{22}, & x \leq Q_{21}(1-\beta) \\ px - a_1Q_{21}(1-\beta) - a_2[x - Q_{21}(1-\beta)] \\ -h \int_0^T I(t)dt - w_1Q_{21} - w_2Q_{22}, & Q_{21}(1-\beta) < x \leq (Q_{21} + Q_{22})(1-\beta) \\ p(Q_{21} + Q_{22})(1-\beta) - g[x - (Q_{21} + Q_{22})(1-\beta)] \\ -a_1Q_{21}(1-\beta) - a_2Q_{22}(1-\beta) - w_1Q_{21} - w_2Q_{22}, & x > (Q_{21} + Q_{22})(1-\beta) \end{cases}\quad (7)$$

因为 $\pi_2(Q_{21}, Q_{22})$ 等价于 $\pi_2(Q_{21}, Q)$, 所以由式 (7) 得到:

$$\begin{aligned}E[\pi_2(Q_{21}, Q)] &= (a_2 - a_1) \int_0^{Q_{21}(1-\beta)} (x - Q_{21}(1-\beta))f(x)dx - hk \int_0^{(Q_{21}+Q_{22})(1-\beta)} xf(x)dx \\ &\quad + (p+g-a_2) \int_0^{Q(1-\beta)} (x - Q(1-\beta))f(x)dx \\ &\quad + (p+g-a_2)Q(1-\beta) - w_2Q + (w_2 - w_1)Q_{21} + (a_2 - a_1)Q_{21}(1-\beta) - g\mu\end{aligned}\quad (8)$$

引理 2 生鲜农产品零售商向两个供应商订购期权产品时的最优订货量和最大期望利润存在并且唯一。

证明 因为

$$\begin{aligned}\frac{\partial E[\pi_2(Q_{21}, Q)]}{\partial Q_{21}} &= -(a_2 - a_1)(1-\beta)F(Q_{21}(1-\beta)) - (p+g-a_2)(1-\beta)F(Q(1-\beta)) \\ &\quad + (p+g)(1-\beta) - w_1 - a_1(1-\beta)\end{aligned}\quad (9)$$

$$\frac{\partial E[\pi_2(Q_{21}, Q)]}{\partial Q} = -(p+g-a_2)(1-\beta)F(Q(1-\beta)) + (p+g-a_2)(1-\beta) - w_2\quad (10)$$

容易得到:

$$D_1 = \frac{\partial^2 E[\pi_2(Q_{21}, Q)]}{\partial Q_{21}^2} < 0, \quad D_2 = \left| \frac{\frac{\partial^2 E[\pi_2(Q_{21}, Q)]}{\partial Q_{21}^2}}{\frac{\partial^2 E[\pi_2(Q_{21}, Q)]}{\partial Q \partial Q_{21}}} \quad \frac{\frac{\partial^2 E[\pi_2(Q_{21}, Q)]}{\partial Q_{21} \partial Q}}{\frac{\partial^2 E[\pi_2(Q_{21}, Q)]}{\partial Q^2}} \right| > 0.$$

所以 $E[\pi_2(Q_{21}, Q)]$ 函数是负定的, 有极大值, 即其最优订货量和最大期望利润存在并且唯一。

命题 3 同时向两个供应商订购期权时, 生鲜农产品零售商的最优总订货量 Q^* 为:

$$Q^* = \frac{1}{1-\beta} F^{-1} \left(1 - \frac{w_2}{(p+g-a_2)(1-\beta)} \right) \quad (11)$$

其中, 生鲜农产品零售商向供应商 1 订购期权的最优订货量 Q_{21}^* 为:

$$Q_{21}^* = \frac{1}{1-\beta} F^{-1} \left(1 + \frac{w_2 - w_1}{(a_2 - a_1)(1-\beta)} \right) \quad (12)$$

证明 由引理 2, 令 $\frac{\partial E[\pi_2(Q_{21}, Q)]}{\partial Q} = 0$, 可以得到最优总订货量为式 (11) 的表达式; 由此也得到, 生鲜农产品零售商向供应商 1 订购期权的最优订货量为式 (12) 的表达式. 证毕.

命题 4 生鲜农产品零售商同时向两个供应商订购期权时, 其最优总订货量是 (w_2, a_2) 的减函数、 (p, g) 的增函数; 其中, 向供应商 1 订购期权的最优订货量是 (w_1, a_2) 的减函数、 (w_2, a_1) 的增函数.

证明 与命题 2 证明类似, 得到 Q^* 是 (w_2, a_2) 的减函数、 (p, g) 的增函数; 令 $z = 1 + \frac{w_2 - w_1}{(a_2 - a_1)(1-\beta)}$, 则 $Q_{21}^* = \frac{1}{1-\beta} F^{-1}(z)$ 且 $\beta \in (0, 1)$, Q_{21}^* 是 z 的增函数. 则 Q_{21}^* 是 (w_1, a_2) 的减函数、 (w_2, a_1) 的增函数.

由命题 4 可知, 当供应商 2 期权单位成本和单位执行价格较低时, 最优总订货量应该相应增加; 当产品的单位销售价格和单位缺货成本较高时, 最优总订货量也应该相应增加, 以获取最大的期望利润.

当供应商 1 的期权单位成本较高、而单位执行价格较低时, 说明其产品的保鲜程度较差, 所以向供应商 1 订购的期权量应该相应减少; 当供应商 2 的期权单位成本较低、而单位执行价格较高时, 说明其产品的保鲜程度较好, 所以尽量多订购供应商 2 的期权产品, 而应该减少向供应商 1 订购的期权量.

5 订货策略的影响分析

5.1 订货策略对订货量的影响分析

命题 5 生鲜农产品零售商同时向两个供应商订购期权产品的最优总订货量等于单独向供应商 2 订购期权产品的最优订货量 (即 $Q^* = Q_{12}^*$); 而该最优总订货量大于单独向供应商 1 订购期权产品的最优订货量 (即 $Q^* > Q_{11}^*$).

证明 式 (6) 中取 $i = 2$ 得到: $Q_{12}^* = \frac{1}{1-\beta} F^{-1} \left(1 - \frac{w_2}{(p+g-a_2)(1-\beta)} \right) = Q^*$, 即 $Q^* = Q_{12}^*$.

若 $Q_{12}^* = Q_{11}^* + \Delta Q^*$, 则: $\Delta Q^* = \frac{1}{1-\beta} \left[F^{-1} \left(1 - \frac{w_2}{(p+g-a_2)(1-\beta)} \right) - F^{-1} \left(1 - \frac{w_1}{(p+g-a_1)(1-\beta)} \right) \right]$.

又因为假设 (1) 容易得到 $\Delta Q^* > 0$. 则有 $Q^* = Q_{12}^*$; 即: $Q^* > Q_{11}^*$.

由命题 5 可知, 同时向两个供应商订购期权产品的最优总订货量大于等于分别向单个供应商订货时的最优订货量.

5.2 订货策略对零售商期望利润的影响分析

我们将零售商同时向两个供应商订货时的利润与零售商分别向某一个供应商订货时的利润一一进行比较.

命题 6 同时向两个供应商订货的最大期望利润大于仅向供应商 1 订货的最大期望利润.

证明 式 (3) 和 (6) 中取 $i = 1$ 可得 $E[\pi_1(Q_{11}^*)]$, 再用 $E[\pi_2(Q_{21}^*, Q^*)]$ 减去 $E[\pi_1(Q_{11}^*)]$, 令为 $\Delta E(Q_{22}^*)$, 得到:

$$\begin{aligned} \Delta E(Q_{22}^*) &= (a_2 - a_1) \int_0^{Q_{21}^*(1-\beta)} (x - Q_{21}^*(1-\beta))f(x)dx + (a_2 - a_1)Q_{21}^*(1-\beta) + (w_2 - w_1)Q_{21}^* \\ &\quad + (p + g - a_2) \int_0^{Q^*(1-\beta)} (x - Q^*(1-\beta))f(x)dx + (p + g - a_2)Q^*(1-\beta) - w_2Q^* \\ &\quad - hk \int_0^{Q^*(1-\beta)} xf(x)dx + hk \int_0^{Q_{11}^*(1-\beta)} xf(x)dx \\ &\quad + (p + g - a_1) \int_0^{Q_{11}^*(1-\beta)} (Q_{11}^*(1-\beta) - x)f(x)dx - (p + g - a_1)Q_{11}^*(1-\beta) + w_1Q_{11}^* \quad (13) \end{aligned}$$

当 $Q_{22}^* = 0$ 时, 有 $\Delta E(0) = 0$.

又由式 (13) 得 $\frac{d\Delta E(Q_{22}^*)}{dQ_{22}^*} \Big|_{Q_{22}^*=0} = \frac{(p+g-a_2)w_1 - (p+g-a_1)w_2}{a_2 - a_1} > 0$. 因此, $\Delta E(Q_{22}^*) > 0$. 即: $E[\pi_2(Q_{21}^*, Q^*)] > E[\pi_1(Q_{11}^*)]$.

命题 7 同时向两个供应商订货的最大期望利润大于仅向供应商 2 订货的最大期望利润.

证明 式 (3) 和 (6) 中取 $i = 2$ 可得 $E[\pi_1(Q_{12}^*)]$, 再用 $E[\pi_2(Q_{21}^*, Q^*)]$ 减去 $E[\pi_1(Q_{12}^*)]$, 令为 $\Delta E(Q_{21}^*)$, 得到:

$$\begin{aligned} \Delta E(Q_{21}^*) = & (a_2 - a_1) \int_0^{Q_{21}^*(1-\beta)} (x - Q_{21}^*(1-\beta))f(x)dx + (a_2 - a_1)Q_{21}^*(1-\beta) + (w_2 - w_1)Q_{21}^* \\ & + (p + g - a_2) \int_0^{Q^*(1-\beta)} (x - Q^*(1-\beta))f(x)dx + (p + g - a_2)Q^*(1-\beta) - w_2Q^* \\ & - hk \int_0^{Q^*(1-\beta)} xf(x)dx + hk \int_0^{Q_{12}^*(1-\beta)} xf(x)dx \\ & + (p + g - a_2) \int_0^{Q_{12}^*(1-\beta)} (Q_{12}^*(1-\beta) - x)f(x)dx - (p + g - a_2)Q_{12}^*(1-\beta) + w_2Q_{12}^* \quad (14) \end{aligned}$$

当 $Q_{21}^* = 0$ 时, 有 $\Delta E(0) = 0$.

又由式 (14) 得到: $\left. \frac{d\Delta E(Q_{21}^*)}{dQ_{21}^*} \right|_{Q_{21}^*=0} = \frac{(p+g-a_2)[(a_2-a_1)(1-\beta)+w_2-w_1]}{a_2-a_1} > 0$. 因此, $\Delta E(Q_{21}^*) > 0$. 即: $E[\pi_2(Q_{21}^*, Q^*)] > E[\pi_1(Q_{12}^*)]$.

综合命题 6 和命题 7 的结论可知, 生鲜农产品零售商同时向两个供应商订购期权时的最大期望利润大于分别向单个供应商订货时的最大期望利润.

6 数值分析

为了讨论简便又不失一般性, 假设市场随机需求服从均匀分布, 即令 $f(x) = 1/(b-d)$.

6.1 产品损耗率与零售商最大期望利润的关系

将 $f(x) = 1/(b-d)$ 代入式 (3)、(5), 代入式 (8)–(10), 令 $p = 80, g = 60, a_1 = 10, a_2 = 12, w_1 = 8, w_2 = 7, b-d = 100, \mu = 1$, 改变 β 值得到数据如图 1(a) 所示; 又令 $p = 100, g = 40, a_1 = 20, a_2 = 25, w_1 = 4, w_2 = 2$, 得到数据如图 1(b) 所示; 横轴为 β 、纵轴为最大期望利润.

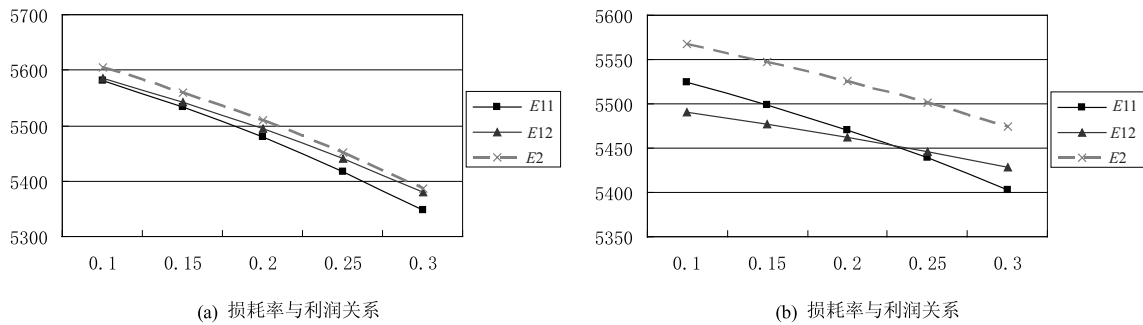


图 1

从图 1(a) 和 1(b) 可以看出, 虽然最大期望利润随各参数取值的不同而不同, 但变化趋势相同. 最大期望利润都随损耗率的增加而减少, 并且向两个供应商订货的利润 (图中虚线) 要比向单个供应商订货 (图中实线) 的利润要高. 也就是说, 当产品损耗率越大, 零售商获得的期望利润就越低; 然而, 不论产品损耗率如何变化, 零售商同时向两个供应商订货获得的期望利润比仅向某个供应商订货获得的期望利润要高. 即零售商同时向两个供应商订货能够规避一定的风险.

6.2 期权成本差价与零售商最大期望利润的关系

同样令 $p = 80, g = 30, a_1 = 12, a_2 = 18, w_1 = w_2 + \Delta w, w_2 = 3, \beta = 0.2, b-d = 100, \mu = 1$, 改变期权成本差价 Δw 值, 得到数据如图 2(a) 所示; 又令 $p = 100, g = 60, a_1 = 20, a_2 = 25, w_1 = w_2 + \Delta w, w_2 = 5, \beta = 0.4$, 得到数据如图 2(b) 所示; 横轴为 Δw 、纵轴为最大期望利润.

从图 2(a) 和 2(b) 可以看出, 虽然最大期望利润随各参数取值的不同而不同, 但变化趋势相同. 当两个供应商的期权成本差价越大, 零售商获得的期望利润就越低; 然而, 不论期权成本差价如何变化, 零售商同时向两个供应商订货获得的期望利润比仅向某个供应商订货获得的期望利润要高. 即零售商应该同时向两个期权成本相差不大的供应商订货能够更好地规避一定的风险.

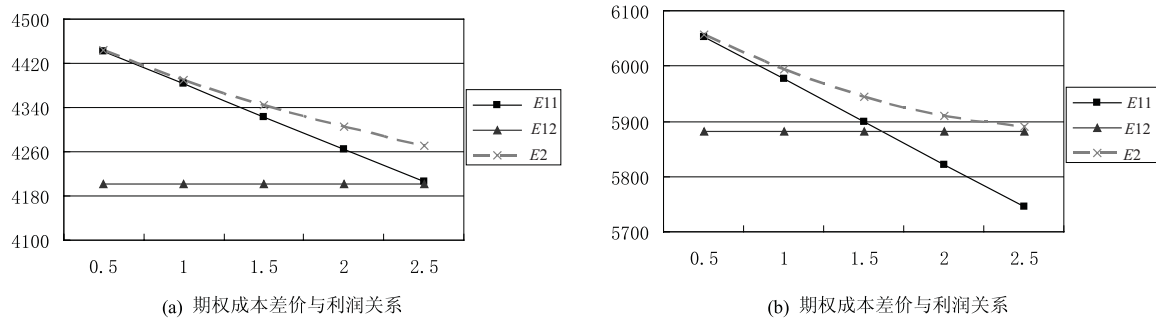


图 2

6.3 期权执行价格差价与零售商最大期望利润的关系

同样令 $p = 80, g = 30, w_1 = 4, w_2 = 3, a_1 = 10, a_2 = a_1 + \Delta a, \beta = 0.2, b - d = 100, \mu = 1$, 改变期权执行差价 Δa 值得到数据如图 3(a) 所示; 又令 $p = 60, g = 40, a_1 = 20, a_2 = a_1 + \Delta a, w_1 = 10, w_2 = 8, \beta = 0.4$, 得到数据如图 3(b) 所示; 横轴为 Δa 、纵轴为最大期望利润.

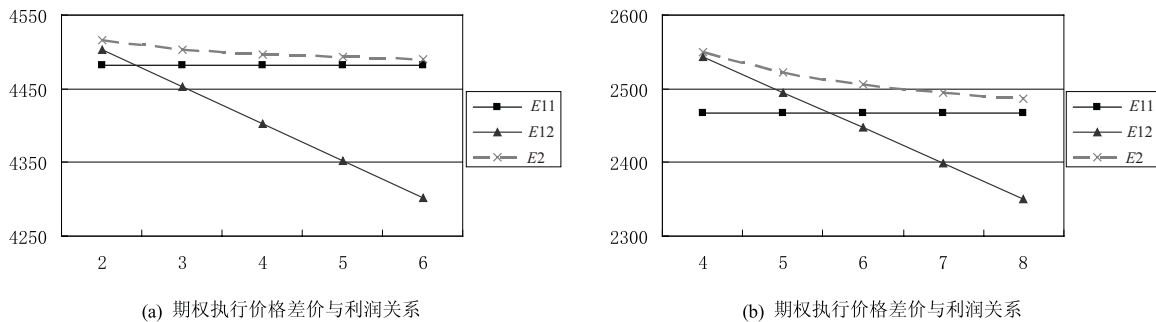


图 3

从图 3(a) 和 3(b) 可以看出, 虽然最大期望利润随各参数取值的不同而不同, 但变化趋势相同. 当两个供应商的期权执行价格相差越大, 零售商获得的期望利润就越低; 然而, 不论期权执行价格差价如何变化, 零售商同时向两个供应商订货获得的期望利润比仅向某个供应商订货获得的期望利润要高. 即零售商应该同时向两个期权执行价格相差不大的供应商订货能够更好地规避一定的风险.

当市场的随机需求服从其他的分布时, 我们得到了类似的结果.

7 结论与进一步研究展望

本文将农产品的新鲜度因素引入模型之中, 并将农产品期权合同结合建模. 针对生鲜农产品流通的巨大损耗, 从零售商的角度出发, 研究其最优订货策略, 得到了以下有意义的结论: 1) 生鲜农产品零售商向单个供应商以及同时向两个供应商订购期权时, 零售商的最优订货量和最大期望利润都存在并且是唯一的; 2) 零售商同时向两个供应商订货时的最优总订货量大于等于分别向单个供应商订货时的最优订货量; 3) 零售商同时向两个供应商订购期权的最大期望利润大于仅向单个供应商订货时的最大期望利润; 4) 通过数值分析发现: 零售商同时向两个供应商订购期权的最大期望利润与产品损耗率、期权成本差价和期权执行价格差价成反比.

然而, 文章考虑的是一个较为简化、较为理想的交易环境, 是对期权工具引入生鲜农产品供应链风险研究的理论实践, 为其提供一种新研究思路的参考. 进一步研究可以考虑多阶段多级供应链间期权合同和产品现货及其互相结合等问题, 提高理论模型的实用性.

参考文献

- [1] 郝玉强. 农产品物流的新思路 —— 构建新型农产品产销供应链 [J]. 商品储运与养护, 2006, 28(6): 50-55.
Hao Y Q. Novel thought on produce logistics: Building supply chain for producing and selling of new-style farm

- produce[J]. *Storage, Transportation & Preservation of Commodities*, 2006, 28(6): 50–55.
- [2] Lowe T J, Preckel P V. Decision technologies for agribusiness problems: A brief review of selected literature and a call for research[J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2004, 6(3): 201–208.
- [3] 冷志杰, 唐焕文. 大宗农产品供应链四维网络模型及应用 [J]. *系统工程理论与实践*, 2005, 25(3): 39–45.
Leng Z J, Tang H W. A four-dimensional network's model of the supply chain of primary agricultural products and its application[J]. *Systems Engineering — Theory & Practice*, 2005, 25(3): 39–45.
- [4] Hingley M, Sodano V, Lindgreen A. Differentiation strategies in vertical channels (A case study from the market for fresh produce)[J]. *British Food Journal*, 2008, 110(1): 42–61.
- [5] Pathumnakul S, Piewthongngam K, Khamjan S. Integrating a shrimp-growth function, farming skills information, and a supply allocation algorithm to manage the shrimp supply chain[J]. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2009, 66(1): 93–105.
- [6] 但斌, 陈军. 基于价值损耗的生鲜农产品供应链协调 [J]. *中国管理科学*, 2008, 16(5): 42–49.
Dan B, Chen J. Coordinating fresh agricultural supply chain under the valuable loss[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2008, 16(5): 42–49.
- [7] 陈军, 但斌. 基于实体损耗控制的生鲜农产品供应链协调 [J]. *系统工程理论与实践*, 2009, 29(3): 54–62.
Chen J, Dan B. Fresh agricultural product supply chain coordination under the physical loss-controlling[J]. *Systems Engineering — Theory & Practice*, 2009, 29(3): 54–62.
- [8] 陈军, 但斌, 张旭梅. 多级价格折扣下基于损耗控制的生鲜农产品 EOQ 模型 [J]. *系统工程理论与实践*, 2009, 29(7): 43–54.
Chen J, Dan B, Zhang X M. EOQ model for fresh agricultural product under progressive price discount and loss-controlling[J]. *Systems Engineering — Theory & Practice*, 2009, 29(7): 43–54.
- [9] Blackburn J, Scudder G. Supply chain strategies for perishable products: The case of fresh produce[J]. *Production and Operations Management*, 2009, 18(2): 129–137.
- [10] 黄桂红, 贾仁安. 基于动态反馈分析的农产品供应链整合实证研究 [J]. *系统工程*, 2008, 26(8): 17–21.
Huang G H, Jia R A. Empirical study on the integration of agricultural supply chain based on analysis of system feedback[J]. *Systems Engineering*, 2008, 26(8): 17–21.
- [11] 赵晓飞, 李崇光. 农产品供应链联盟的利益分配模型与策略研究 [J]. *软科学*, 2008, 22(5): 90–94.
Zhao X F, Li C G. Research on profit distribution model and tactics for the Agro-product supply chain alliance[J]. *Soft Science*, 2008, 22(5): 90–94.
- [12] 安恰, 骆建文. 基于价格折扣的易腐物品供应链库存的协作控制研究 [J]. *管理工程学报*, 2007, 21(4): 80–84.
An Q, Luo J W. Study on coordination in supply chain inventory of perishable item with price discount[J]. *Journal of Industrial Engineering/Engineering Management*, 2007, 21(4): 80–84.
- [13] 张春勋, 刘伟, 赖景生. 基于 GNBS 和正式固定价格契约的农产品供应链关系契约模型 [J]. *中国管理科学*, 2009, 17(2): 93–101.
Zhang C X, Liu W, Lai J S. A model of relational contract of farm produce supply chain based on GNBS & formal fixed price contract[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2009, 17(2): 93–101.
- [14] 赵霞, 吴方卫. 随机产出与需求下农产品供应链协调的收益共享合同研究 [J]. *中国管理科学*, 2009, 17(5): 88–95.
Zhao X, Wu F W. Coordination of agri-food chain with revenue-sharing contract under stochastic output and demand[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2009, 17(5): 88–95.
- [15] 林略, 杨书萍, 但斌. 收益共享契约下鲜活农产品三级供应链协调 [J]. *系统工程学报*, 2010, 25(4): 484–491.
Lin L, Yang S P, Dan B. Three-level supply chain coordination of fresh and live agricultural products by revenue-sharing contracts[J]. *Journal of Systems Engineering*, 2010, 25(4): 484–491.
- [16] 肖勇波, 吴鹏, 王雅兰. 基于顾客选择行为的多质量等级时鲜产品定价策略研究 [J]. *中国管理科学*, 2010, 18(1): 58–65.
Xiao Y B, Wu P, Wang Y L. Pricing strategies for fresh products with multiple quality levels based on customer choice behavior[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2010, 18(1): 58–65.
- [17] Tibben-Lembke R S, Rogers D S. Real options: Applications to logistics and transportation[J]. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2006, 36(4): 252–270.
- [18] 宁钟, 林滨. 供应链风险管理中的期权机制 [J]. *系统工程学报*, 2007, 22(2): 141–147.
Ning Z, Lin B. Option mechanism in supply chain risk management[J]. *Journal of Systems Engineering*, 2007, 22(2): 141–147.
- [19] Ganeshan R, Boone T, Aggarwal P. Optimal procurement portfolios when using B2Bs: A model and analysis[J]. *International Journal of Production Economics*, 2009, 118(1): 146–151.
- [20] 涂国平, 冷碧滨. 基于博弈模型的“公司 + 农户”模式契约稳定性及模式优化 [J]. *中国管理科学*, 2010, 18(3): 148–157.
Tu G P, Leng B B. Contract stability and optimization of company & farmer mode based on game model[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2010, 18(3): 148–157.
- [21] Dye C Y, Ouyang L Y, Hsieh T P. Deterministic inventory model for deteriorating items with capacity constraint and time-proportional backlogging rate[J]. *European Journal of Operational Research*, 2007, 178(3): 789–807.