

信息不对称下销地批发市场的生鲜供应链协调^①

但斌, 丁松, 伏红勇
(重庆大学经济与工商管理学院, 重庆 400044)

摘要: 针对我国生鲜农产品销地批发市场内普遍存在的产品价格信息不对称现象, 基于博弈论方法建立了销地批发市场运营商与批发商之间的主从博弈模型, 在批发商完全隐藏、部分隐藏和共享采购价格信息三种情形下, 分析了双方的动态博弈过程, 并进行了比较, 给出一种由销地批发市场运营商主导的协调策略, 在该策略中, 一个足够强的信号在双方博弈开始时传递给批发商, 使其相信共享采购价格信息是最优策略。结果表明, 批发商共享采购价格信息, 不但提高了批发市场运营商的期望利润, 更有助于稳定生鲜农产品的供给, 平抑生鲜农产品价格波动。最后通过对相关参数的讨论, 从终端消费者的角度, 给出了具体的管理建议。

关键词: 生鲜农产品; 供应链; 销地批发市场; 信息不对称; 协调机制; 信号传递

中图分类号: F253.4 文献标识码: A 文章编号: 1007-9807(2013)10-0040-11

0 引言

作为城市居民生活必需品和农民重要收入来源的生鲜农产品具有易腐性、产出随机波动大、需求点分散等特点。如何快速、有效地实现生鲜农产品从生产者和消费者的流通是生鲜农产品供应链研究与实践的重要问题。我国生鲜农产品销地批发市场作为生鲜农产品的区域集散中心, 是生鲜农产品供应链中的重要环节^[1-2]。它们既承担了企业职能, 又肩负着社会责任, 在保障城镇居民供应、平抑物价、协调供应链等方面具有重要作用。因此, 研究销地批发市场主导的生鲜农产品供应链的运作与管理具有重要意义。

目前, 国内外批发市场(包括销地批发市场和产地批发市场)主导的生鲜农产品供应链的研究热点主要有批发市场的作用^[3-4]、批发市场的价格形成机制^[5-6]以及对特定批发市场的实证研究^[7-10]。例如, Reardon等^[3]总结了1970年以来农产品批发市场不同阶段内的主要作用, 从初期的维持和稳定城镇农产品价格和供应波动, 到随

后的批发市场不规范行为治理, 再到当前的农产品批发市场功能性重建; Ward^[5]采用不对称模型研究了蔬菜批发市场、装载点和零售市场三种场合蔬菜价格的关联性, 认为如果批发市场能够快速吸收生产方和消费方传递的市场信号, 批发市场价格将是其他两种价格的领导者; Lee等^[6]通过建立模型模拟鱼类产品批发市场的运作过程, 提出一种价格决策支持系统, 以增强农产品批发市场的定价功能; Amorim等^[7]通过对2003和2004年巴西圣保罗农产品批发市场的桃类产品损耗统计评估, 分析了产品生产损耗与销售损耗的相关性; Wang等^[9]则以泛北京地区的200个团体组织和500户个体农户为样本, 研究了小型种植农户如何通过农产品批发市场参与到供应链中的问题。但上述研究均没有考虑批发市场在生鲜农产品供应链协调方面的作用。

生鲜农产品供应链的协调有利于提高其整体效率和效益, 因此也是生鲜农产品供应链的另一个研究热点。目前, 生鲜农产品供应链协调研究主要关注的是影响供应链整体运作效率的关键因

① 收稿日期: 2011-10-24; 修订日期: 2013-02-19。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70972056); 中央高校基本科研业务费资助项目(CDJSK11003)。

作者简介: 但斌(1966—), 男, 重庆人, 教授, 博士生导师。Email: danbin@cqu.edu.cn

素和提高效率的主要途径^[11-12], 新形式农产品供应链的构建^[13], 以及供应链节点间利益协调问题, 并通过风险分担^[14-15]、利益激励^[16]和收益共享契约^[17-19]等方式达到协调供应链的目的。例如, Fritz 等^[11]分析了复杂结构的农产品供应链管理现状与供应链协调的影响因素, 提出基于信息共享的 IT 平台的供应链协作方式; Bosona 等^[12]通过深入分析当前生鲜食品供应链的特征, 提出一种供应链协调配送系统, 提高供应链上整体物流效率的同时, 增强了产品的可追溯性; 肖勇波等^[14]针对一类涉及远距离运输的时鲜产品两级供应链协调问题, 重点研究了生产商与销售商的风险分担机制; 徐贤浩等^[16]研究了由两个供应商和一个零售商构成的供应链的订货及供应链协调问题; 林略等^[18]采用收益共享契约研究了生产商、分销商和零售商构成的鲜活农产品三级供应链利益协调。但上述文献主要研究生产商、批发商(分销商)和零售商构成的生鲜农产品供应链协调, 主要是协调生鲜农产品供应链合作伙伴的利益, 没有考虑生鲜农产品流通渠道在保障供应和平抑物价等方面的社会责任和作用。

由于我国当前农产品具有远距离批发集散的特点, 导致信息流和物流的不匹配与错位, 在传递过程中很容易出现信息不对称的情形。特别是在销地批发市场, 批发商来自全国各地, 拥有产品的产地价格信息, 此类市场的信息不对称也已经是一种普遍现象^[20-22]。隐藏信息的目的是希望通过垄断信息资源, 独占高额利润。而批发市场作为重要的流通环节, 在追求自身利益的同时, 应该起到相应的协调信息不对称的作用。鉴于此, 本文综合考虑生鲜农产品销地批发市场的保障供应、平抑物价和支持生鲜农产品供应链运作等作用, 以博弈理论为基础, 侧重点集中于以批发市场为主、批发商为从的主从博弈, 研究完全信息不对称、部分信息不对称和信息对称三种情形下, 销地批发市场运营商(简称运营商)和批发商的多周期动态博弈问题; 通过动态揭示双方的博弈过程, 给出一种运营商主导的协调策略, 使得批发商的最优策略是共享其私有的采购价格信息, 销地的产品供给和供应价格也更加稳定, 最终达到预期的协调目标。

1 问题描述及假设

在我国农产品销地批发市场与批发商的关系中, 由于批发商规模较小, 批发市场往往占据主动权, 而批发商之间保持一种默契, 共谋以增加和批发市场博弈的话语权, 以此保护自身的利益。其运营状况是以批发市场与批发商之间的博弈为主。在一种典型的生鲜供应链中(如图 1 所示), 产品初始价格由生产者确定, 经产地批发市场和销地批发市场后, 价格信息传递到终端消费市场。其中, 批发商在产地批发市场采购产品后, 进入销地批发市场, 需要向批发市场运营商交纳固定额度的经营场地管理费和变动的单位产品交易管理费, 以下统称单位产品管理费。

生鲜农产品是生活必需品, 需求比较稳定, 但需求不可能是固定不变的。在一个合理的范围内, 产品价格将影响需求, 且根据经济学的基本原理, 两者具有反比例关系。不失一般性, 本文采用 $Q = a - bp$ 的形式表示销地批发市场所在地区产品总需求与批发价格的关系, 其中 Q 表示产品的总需求即总交易量, p 表示产品的批发价格。其中产品批发价格指批发商在销地市场把产品销售给零售商的价格, 而产品采购价格指批发商在产地市场购买产品的价格。

本文的研究基于以下假设:

1) 销地批发市场内有 n 位批发商经营某种生鲜产品, 每个批发商只有一个经营场地, 在计划销售期的每个单销售周期内, 所有批发商以相同的采购价格采购产品, 但不同销售周期的采购价格是随机波动的变量;

2) 生鲜农产品具有固定的损耗率 $k \in [0, 1]$, 若批发商 i 在第 j 周期的订货量为 q_{ij} , 则该周期内 kq_{ij} 部分产品将在运输和交易过程中损耗, 只有 $(1 - k)q_{ij}$ 部分是可交易的有效产品, 且产品的残值为零, 批发商会决策其最优采购量, 使得产品在销售期内得以销售完;

3) 当批发商隐藏产品采购价格信息时, 运营商不知道采购价格的确切值, 只掌握了它是已知区间 $[A, B]$ 上的随机变量, 且已知其概率分布函数 $F(\cdot)$ 和概率密度函数 $f(\cdot)$;

4) 生鲜农产品批发商和销地批发市场运营
商均为风险中性.

其他符号及释义:

N 表示计划期内包含的周期数;

n 表示销地批发市场内经营场地数或批发
商数;

W_i 表示第 i 位批发商 $i = 1, 2, \dots, n$;

q_{ij} 表示第 j 周期 W_i 采购的产品数量;

Q_j 表示第 j 周期销地批发市场内产品的总交
易量;

w_j 表示第 j 周期 W_i 的产品采购价格,是私有
信息;

c_f 表示批发市场的运营成本,包括土地租金、
设施设备以及管理人员工资等,是固定值;

c_i 表示批发商的单次运输成本,是固定值;

c_0 表示批发市场运营商对每个经营场地收取
的经营场地管理费,是固定值;

c_{ja} 表示完全信息不对称情形下,第 j 周期运
营商收取的单位产品管理费,是决策变量;

c_{jv} 表示部分信息不对称情形下,第 j 周期运营
商收取的单位产品管理费,是决策变量;

c_{js} 表示信息对称情形下,第 j 周期运营商收取
的单位产品管理费,是决策变量;

c_{jc} 表示协调决策情形下,第 j 周期运营商收取
的单位产品管理费,是决策变量;

π_{wi} 表示批发商 W_i 的利润;

π_m 表示运营商的利润.

其中下标 a, s 和 v 分别表示完全信息不对称情形、
信息对称情形和部分信息不对称情形.

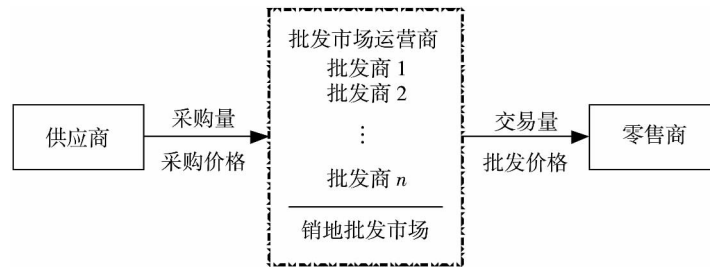


图1 当前我国一种主要的生鲜农产品供应链运作模式

Fig. 1 A currently main supply chain operational mode of fresh agricultural products in China

2 批发市场不参与协调时的博弈 模型

在产品销售季节内,批发商的计划期持续 N
周期.销地批发市场的运营模式为,运营商向批
发商收取固定的经营场地管理费和单位产品管理
费.在任意第 j 周期内,批发商和运营商存在一个
动态博弈过程:批发商假定运营商收取的单位产
品管理费 c_j 不变,决策其最优采购量 q_{ij} ,它是 c_j 的
函数;运营商根据批发商确定的 q_{ij} ,决策最优的
 c_j ;最后批发商由此确定 q_{ij} 的具体值.

考察第 j 周期内的情形.批发商 W_i 和运营商
的利润分别为

$$\pi_{wij} = [p_j(1 - k) - w_j - c_{ij}]q_{ij} - c_0 - c_i \quad (1)$$

$$\pi_{mj} = nc_0 + c_j \sum_i q_{ij} - c_f \quad (2)$$

$$Q_j = (1 - k) \sum_i q_{ij} = a - bp_j \quad (3)$$

将式(3)代入式(1)中,得到 W_i 的利润关于
 q_{ij} 开口向下的二次函数,存在定义域内的极大值.
求一阶导数有

$$\frac{\partial \pi_{wij}}{\partial q_{ij}} = \frac{a(1 - k)}{b} - \frac{(1 - k)^2}{b} \times (q_{ij} + \sum_i q_{ij}) - w_j - c_j \quad (4)$$

令式(4)为零,得到 W_i 的利润取到极大值时
的充分条件为

$$q_{ij} + \sum_i q_{ij} = \frac{a}{1 - k} - \frac{b}{(1 - k)^2}(w_j + c_j) \quad (5)$$

完全理性的 n 位批发商必定均分式(5)的总
量,否则所有批发商都无法达到最优利润.由式
(5)解出均衡状态下 W_i 第 j 周期内的最优采
购量为

$$q_i = \frac{1}{n + 1} \left[\frac{a}{1 - k} - \frac{b}{(1 - k)^2}(w_j + c_j) \right] \quad (6)$$

将式(6)代入式(3),得到均衡状态下产品的

批发价格为

$$p_j = \frac{a}{b(n+1)} + \frac{n}{n+1} \frac{w_j + c_j}{1-k} \quad (7)$$

由式(7) 容易看出,产品的均衡价格与产品采购价格、批发市场收取的单位产品管理费和产品单位损耗率均成正比例关系. 批发价格和产品管理费都直接增加了单位产品的成本,而产品单位损耗率越大,批发商批发一次产品的损耗成本就越大,这间接增加了单位产品成本. 式(7) 较好地反映了实际情况.

将式(6) 代入式(2),得到运营商第 j 周期内的利润为

$$\pi_{mj} = nc_0 + \frac{n}{n+1} c_j \left[\frac{a}{1-k} - \frac{b}{(1-k)^2} (w_j + c_j) \right] - c_f \quad (8)$$

2.1 完全信息不对称情形

运营商根据式(8) 决策向批发商收取的单位产品管理费 c_{ja} , 使得其利润最大. 由于完全信息不对称, 运营商始终不知道批发商确切的采购价格, 根据假设 3 和式(8) 得

$$c_{ja} = \frac{a}{2b}(1-k) - \frac{1}{2} \int_A^B xf(x) dx > 0 \quad (9)$$

然后将式(9) 分别代入式(6) 和式(7), 得到均衡状态下批发商 W_i 的最优采购量和产品均衡批发价格为

$$q_{ija} = \frac{\left[\frac{a}{2(1-k)} - \frac{b}{(1-k)^2} \left(w_j - \frac{1}{2} \int_A^B xf(x) dx \right) \right]}{n+1} \quad (10)$$

$$p_{ja} = \frac{a(n+2)}{2b(n+1)} + \frac{n \left(w_j - \frac{1}{2} \int_A^B xf(x) dx \right)}{(n+1)(1-k)} \quad (11)$$

再将式(9 - 11) 分别代入式(1)、(8)、(3), 得到批发商 W_i 和运营商的最优利润分别为

$$\pi_{wija} = \left[\frac{a}{2b}(1-k) - \left(w_j - \frac{1}{2} \int_A^B xf(x) dx \right) \right]^2 \times \frac{b}{(n+1)^2(1-k)^2} - c_0 - c_i \quad (12)$$

$$\pi_{mja} = \frac{nb}{(n+1)(1-k)^2} \left[\frac{a}{2b}(1-k) - \frac{1}{2} \int_A^B xf(x) dx \right] \left[\frac{a}{2b}(1-k) - \left(w_j - \right. \right.$$

$$\left. \left. \frac{1}{2} \int_A^B xf(x) dx \right) \right] + nc_0 - c_f \quad (13)$$

2.2 信息对称情形

同理, 运营商根据式(8) 决策向批发商收取的单位产品管理费 c_{js} , 使得其利润最大. 由于批发商共享了采购价格信息, 运营商始终知道采购价格的确定值. 仍由式(8) 得

$$c_{js} = \frac{a}{2b}(1-k) - \frac{1}{2} w_j > 0 \quad (14)$$

同理, 由式(14) 依次得到均衡状态下批发商 W_i 的最优采购量、产品均衡价格、批发商 W_i 和运营商的最优利润分别为

$$q_{ijs} = \frac{1}{n+1} \left[\frac{a}{2(1-k)} - \frac{b}{(1-k)^2} w_j \right] \quad (15)$$

$$p_{js} = \frac{a(n+2)}{2b(n+1)} + \frac{n}{2(n+1)(1-k)} w_j \quad (16)$$

$$\pi_{wijs} = \frac{b \left[\frac{a}{2b}(1-k) - \frac{1}{2} w_j \right]^2}{(n+1)^2(1-k)^2} - c_0 - c_i \quad (17)$$

$$\pi_{mjs} = nc_0 - c_f + \frac{nb}{(n+1)(1-k)^2} \times \left[\frac{a}{2b}(1-k) - \frac{1}{2} w_j \right]^2 \quad (18)$$

2.3 部分信息不对称情形

研究表明, 价格传递的不对称依赖于价格变化的方向^[20]. 在生鲜农产品批发市场中, 如果批发商的产品采购价格下降, 批发商不会向供应链下游传递这个信息, 而把这个作为信息垄断利润, 从而运营商不知道具体的采购价格; 如果采购价格上升, 批发商则会充分传递这个信息, 以保障自己的利润不受价格增加的影响, 从而运营商知道具体的采购价格. 此时根据以上分析和式(9)、(14), 运营商向批发商收取的单位产品管理费 c_{jv} 为

$$c_{jv} = \begin{cases} c_{ja} & \Leftrightarrow w_j < w_{j-1} \\ P(w_j < w_{j-1}) = 1 - F(w_j) \\ c_{js} & \Leftrightarrow w_j > w_{j-1} \\ P(w_j > w_{j-1}) = F(w_j) \end{cases} \quad (19)$$

其中 \Leftrightarrow 表示当且仅当, 即当且仅当 $w_j < w_{j-1}$ 时, 有 $c_{jv} = c_{ja}$; 当且仅当 $w_j > w_{j-1}$ 时, 有 $c_{jv} = c_{js}$. 而 $P(w_j < w_{j-1}) = 1 - F(w_j)$ 表示 $w_j < w_{j-1}$ 的概率, $P(w_j > w_{j-1}) = F(w_j)$ 表示 $w_j > w_{j-1}$ 的概率.

由式(10 - 19), 依次得到均衡状态下批发商 W_i 的最优采购量、产品均衡价格、批发商 W_i 和运营商的最优利润分别为

$$q_{jv} = [1 - F(w_j)]q_{jia} + F(w_j)q_{jjs} \quad (20)$$

$$p_{jv} = [1 - F(w_j)]p_{jia} + F(w_j)p_{jjs} \quad (21)$$

$$\pi_{w_{jv}} = [1 - F(w_j)]\pi_{w_{jia}} + F(w_j)\pi_{w_{jjs}} \quad (22)$$

$$\pi_{m_{jv}} = [1 - F(w_j)]\pi_{m_{jia}} + F(w_j)\pi_{m_{jjs}} \quad (23)$$

2.4 三种情形的比较

计划期内 w_j 是一个已知概型分布的随机变量,满足以下性质

$$E(w_j) = \int_A^B xf(x) dx > 0 \quad (24)$$

$$\text{var}(w_j) = \int_A^B (x - \int_A^B xf(x) dx)^2 dx > 0 \quad (25)$$

命题 1 计划期内,完全信息不对称和部分信息不对称情形下,批发商的期望利润大于信息对称情形下的期望利润. 批发商具有隐藏采购价格信息的动机.

证明: 由式(12) 可得完全信息不对称情形下,计划期内批发商 W_i 的期望利润为

$$E(\pi_{wia}) = -N(c_0 + c_i) + \frac{bN}{(n+1)^2(1-k)^2} \times \left[\left(\frac{a}{2b}(1-k) - \frac{1}{2} \int_A^B xf(x) dx \right)^2 + \text{var}(w_j) \right] \quad (26)$$

同理,由式(17) 可得对称信息情形下,计划期内批发商 W_i 的期望利润为

$$E(\pi_{wis}) = -N(c_0 + c_i) + \frac{bN}{(n+1)^2(1-k)^2} \times \left[\left(\frac{a}{2b}(1-k) - \frac{1}{2} \int_A^B xf(x) dx \right)^2 + \frac{1}{4}\text{var}(w_j) \right] \quad (27)$$

由式(26)、(27) 得

$$E(\pi_{wiv}) = [1 - F(w_j)]E(\pi_{wia}) + F(w_j)E(\pi_{wis}) \\ \Rightarrow E(\pi_{wia}) > E(\pi_{wis}); E(\pi_{wiv}) > E(\pi_{wis}). \text{ 证毕.}$$

命题 2 计划期内,完全信息不对称和部分信息不对称情形下,运营商的期望利润小于信息对称情形下的期望利润. 运营商具有希望批发商共享全部采购价格信息的动机.

证明: 由式(13) 可得信息不对称情形下,计划期内运营商的期望利润为

$$E(\pi_{ma}) = nNc_0 - Nc_f + \frac{nbN}{(n+1)(1-k)^2} \left[\frac{a}{2b}(1-k) - \frac{1}{2} \int_A^B xf(x) dx \right]^2 \quad (28)$$

同理,由式(18) 可得信息对称情形下,计划期内运营商的期望利润为

$$E(\pi_{ms}) = nNc_0 - Nc_f + \frac{nbN}{(n+1)(1-k)^2} \times \left[\left(\frac{a}{2b}(1-k) - \frac{1}{2} \int_A^B xf(x) dx \right)^2 + \frac{1}{4}\text{var}(w_j) \right] \quad (29)$$

由式(28)、(29) 得

$$E(\pi_{mv}) = [1 - F(w_j)]E(\pi_{ma}) + F(w_j)E(\pi_{ms}) \\ \Rightarrow E(\pi_{ma}) < E(\pi_{ms}); E(\pi_{mv}) < E(\pi_{ms}). \text{ 证毕.}$$

从命题 1 和命题 2 可以看出,批发商的最优策略是隐藏采购价格信息,这与现实情况是符合的;而运营商的最优策略是让批发商与其共享采购价格信息. 这是一个对立的结果,一方达到最优的代价是另一方无法达到最优. 但由于在批发商和运营商的博弈过程中,批发商实际上是运营商收取管理费用决策的追随者,从而运营商有动机改变决策方式,使得批发商的最优策略就是共享其采购价格信息. 而批发商共享采购价格信息不但可以增加运营商的期望利润,其重要意义还在于,一旦信息得以共享,批发市场所在地区的批发价格将处于更加稳定的状态,这对稳定城镇居民生活具有重要意义.

3 批发市场主导协调时的博弈模型

在信息不对称的前提下,运营商可通过收取不同的单位产品管理费,达到协调信息不对称的效果. 为此,令单位产品管理费为 c_{jc} ,其中 $0 \leq \phi < 1/2$ 为常数;且根据式(9) $0 \leq \phi < 1/2$ 保证了 c_{jc} 的值始终为正. 批发商是这个决策的接受者

$$c_{jc} = \frac{a}{2b}(1-k) - \phi \int_A^B xf(x) dx \quad (30)$$

其中 $0 \leq \phi < 1/2$ 为固定值;根据式(9),可得 $c_{jc} > c_{ja} > 0$ 的结论,这保证了 c_{jc} 的值始终为正. 批发商是这个决策的接受者.

由式(30) 得计划期内批发商 W_i 的期望利润为

$$E(\pi_{wic}) = -N(c_0 + c_i) + \frac{bN}{(n+1)^2(1-k)^2} \times \left[\left(\frac{a}{2b}(1-k) - (1-\phi) \int_A^B xf(x) dx \right)^2 + \text{var}(w_j) \right] \quad (31)$$

命题 3 当 ϕ 满足式(32) 时, 成立 $E(\pi_{wic}) < E(\pi_{wiv}) < E(\pi_{wis})$, 此时批发商的最优策略是共享采购价格信息.

$$\phi < \min \left\{ 1 - \left(\int_A^B xf(x) dx \right)^{-1} \left[\frac{a}{2b}(1-k) - \sqrt{\left(\frac{a}{2b}(1-k) - \frac{1}{2} \int_A^B xf(x) dx \right)^2 - \frac{3}{4} \text{var}(w_j)} \right], \frac{1}{2} \right\} \quad (32)$$

证明: 由式(22)、(26) 有

$$E(\pi_{wic}) - E(\pi_{wis}) = \frac{3}{4} \text{var}(p_{0j}) - \left[\frac{a}{b}(1-k) - \left(\frac{3}{2} - \phi \right) \int_A^B xf(x) dx \right] \times \left(\frac{1}{2} - \phi \right) \int_A^B xf(x) dx \quad (33)$$

令 $E(\pi_{wic}) < E(\pi_{wis})$, 由式(33) 及 $\phi < 1/2$ 可得式(32) 所示结果. 而由 $E(\pi_{wiv})$ 表达式可知成立 $E(\pi_{wic}) < E(\pi_{wiv}) < E(\pi_{wis})$. 证毕.

命题 3 表明, 运营商至少存在一种策略, 使得批发商愿意共享其私有的采购价格信息. 在计划期内, 批发商和运营商需要进行 N 次博弈; 而每周期的开始, 都是批发商先决定自己的采购量和是否共享其采购价格信息, 然后运营商再决定自己收取的单位产品管理费. 可以预见的是, 在计划期开始时双方的第一次博弈中, 批发商肯定会选择隐藏采购价格信息; 但如果运营商开始时就确定 ϕ 满足式(32) 的条件, 则从第二个周期开始直到计划期结束, 批发商都必然会选择与运营商共享采购价格信息, 因为此时共享采购价格信息是其最优策略. 从而 ϕ 在这里事实上只起到了一个信号传递的作用, 使得批发商明白其试图隐藏采购价格信息的行为, 将带来确定性的置信成本; 而 ϕ 的值越小, 这种置信成本就会越大. 但 ϕ 对计划期内批发商和运营商的期望利润的影响很小, 因为在 N 周期内, ϕ 只影响了第一周期的利润.

命题 4 计划期内, 信息对称情形下产品的供应量和批发价格的波动幅度, 小于完全信息不对称和部分信息不对称情形下对应的波动幅度; 批发商共享采购价格信息的行为, 起到了良好的稳定生鲜农产品供给、平抑生鲜农产品物价的作用.

证明: 由于产品的供应量和批发价格仍然为随机变量, 故可以采用方差指标反映其波动幅度;

方差较小则说明波动幅度较小, 从而也更稳定. 分别由式(10)、(15) 和式(11)、(16) 可得

$$\text{var}(q_{jia}) = \frac{b^2}{(n+1)^2(1-k)^4} \text{var}(w_j) \quad (34)$$

$$\text{var}(q_{jis}) = \frac{b^2}{4(n+1)^2(1-k)^4} \text{var}(w_j) \quad (35)$$

$$\text{var}(p_{ja}) = \frac{n^2}{(n+1)^2(1-k)^2} \text{var}(w_j) \quad (36)$$

$$\text{var}(p_{js}) = \frac{n^2}{4(n+1)^2(1-k)^2} \text{var}(w_j) \quad (37)$$

结合式(20-21) 即可得

$$\text{var}(q_{jia}) > \text{var}(q_{jiv}) > \text{var}(q_{jis}); \quad \text{var}(p_{ja}) > \text{var}(p_{jv}) > \text{var}(p_{js}). \quad \text{证毕.}$$

命题 4 表明, 批发商共享采购价格信息的行为, 有助于减小批发价格因采购价格波动造成的波动幅度, 使得批发价格处于相对更加稳定的状态. 从而, 销地批发市场运营商协调批发商共享采购价格信息的行为, 起到了良好的稳定生鲜农产品供给和平衡物价的作用, 实现了批发市场追求利润的企业职能, 同时也肩负起了稳定供给、平抑物价的社会责任, 具有重要的现实意义和必要性; 同时, 销地批发市场也有这样做的动机.

4 参数影响的讨论

据中新网 2012 年 8 月 17 日报导^[23], 山东某水果批发商在长沙一农产品批发市场从事西瓜批发销售, 3 天赚了 1 700 元, 却被批发市场方扣除各种费用 1 620 元. 该报导成为近期社会关注和讨论的热点. 如果赋予批发市场理性经济人的定位, 其追求利益最大化的行为, 往往会导致供应链的失衡, 甚至扰乱市场秩序. 从最终消费者的角度考虑, 农产品批发市场在主动发挥其协调控制功能的同时, 还应受到一定的监管与约束. 以下基于本文讨论的农产品批发市场运作模式, 分别从这两个角度, 对参数 n 、 c_0 和 c_j 做进一步讨论.

4.1 参数 n

农产品销地批发市场一般都具有一定的地域性垄断, 因此事实上从事某种产品批发的批发商数量 n 主观上可控. 由式(7), n 越大, 产品批发价格越低; 再由式(3), 批发总量也越大. 反之则批发价格越高, 而批发总量也越小. 一个不容忽视

的事实是,在一部分农产品批发市场,某些种类农产品批发商的数量很小,甚至只由一家垄断经营,他们通过交纳较高数额的进场费和各种费用,达到排斥其他竞争对手、垄断高额经营利润的目的。由于是垄断经营,产品的批发价格就处于高位水平,同时产品的质量也无法得到保证,最终损害的是终端消费者的利益。新闻报道中经常出现的“菜霸”、“肉霸”等内容,就是最直接的体现。所以农产品批发市场有责任适当降低批发商的进入门槛,让更多批发商进行竞争性经营,这样一方面可以促进市场的良性发展,另一方面也维护了终端消费者的切身利益,有利于促进消费、安定民生。

4.2 参数 c_0

c_0 直接反映了批发商进入批发市场的门槛。由式(7) ϵ_0 并不影响批发商对批发价格的决策,同时也不会影响总批发量的大小;但 c_0 影响批发商的利润。当批发市场运营方调整 c_0 时,批发商的利润随之波动,但由于批发价格及批发量保持不变,这种行为对终端消费者并没有直接影响。然而随着 c_0 的值不断提高,批发商利润不断下降,许多中小型批发商甚至可能会选择退出批发市场,从而导致上述的垄断经营局面的出现。在批发市场运营方降低 c_0 无利可图的情形下,就需要相关监管部门的严格监督,达到有效约束的效果。

4.3 参数 c_j

由式(3)和(7) ϵ_j 和批发价格成反比关系,和批发总量成正比关系。基于本文第3部分的讨论,在达到协调目标的基础上,如果批发市场方能适当调低 c_j ,则可以增加批发总量,降低批发价格,提高消费者的福利水平。同样批发市场运营方没有动力这么做,需要相关管理部门的监督和约束,以凸显批发市场的社会属性。

总之,我国农产品批发市场仍处于发展和调整阶段。在加强监管力度的同时,应从市场体制、收费制度、功能定位等方面进行积极地探索和改革,促进农产品批发市场的健康良性发展,避免和杜绝类似乱收费、垄断经营等社会问题。

5 算例分析

现在以一个具体的销地批发市场上的一种生

鲜农产品为例,阐述和验证本文的主要结论。令单位价格为千元,单位数量为t。该产品的单位采购价格服从已知区间 $[A, B]$ 上的均匀分布,基本参数为: $N = 100$, $n = 4$, $a = 200$, $b = 45$, $c_f = 10$, $c_i = 0.25$, $\epsilon_0 = 0.1$, $k = 0.05$, $A = 1.4$, $B = 2.6$ 。从而 $E(w_j) = 2.0$; $\text{var}(w_j) = 0.12$ 。

完全信息不对称情形下,由式(9)得,第 j 周期运营商最优单位产品管理费为 $c_{ja} = 1.11$;由式(10)、(11)得,第 j 周期批发商 W_i 的最优采购量和批发价格为 $q_{jia} = 31.02 - 9.97w_j$, $p_{ja} = 1.82 + 0.84w_j$;由式(26)、(28)得,计划期内批发商 W_i 和运营商的期望利润为 $E(\pi_{wia}) = 235.16$, $E(\pi_{ma}) = 3472.13$ 。

信息对称情形下,由式(14)得,第 j 周期运营商最优单位产品管理费为 $c_{js} = 2.11 - 0.5w_j$;由式(15)、(16)得,第 j 周期批发商 W_i 的最优采购量和批发价格为 $q_{jis} = 21.05 - 4.99w_j$, $p_{js} = 2.67 + 0.42w_j$;由式(27)、(29)得,计划期内批发商 W_i 和运营商的期望利润为 $E(\pi_{wis}) = 217.21$, $E(\pi_{ms}) = 3591.80$ 。

部分信息不对称情形下,由式(19)得,第 j 周期运营商最优单位产品管理费以概率 $1 - F(w_j) = (w_j - 1.4) / 1.2$ 为 1.11 ,以概率 $F(w_j) = (2.6 - w_j) / 1.2$ 为 $2.11 - 0.5w_j$;由式(20)、(21)得,第 j 周期批发商 W_i 的最优采购量和批发价格为 $q_{jiv} = -4.15w_j^2 + 9.13w_j + 9.42$, $p_{jv} = 0.35w_j^2 - 0.78w_j + 3.66$;由此得到计划期内批发商 W_i 和运营商的期望利润为 $E(\pi_{wiv}) = 226.19$, $E(\pi_{mv}) = 3531.97$ 。

根据以上讨论,得到图2、3所示的三种情形下采购量和产品批发价格与采购价格的关系图。

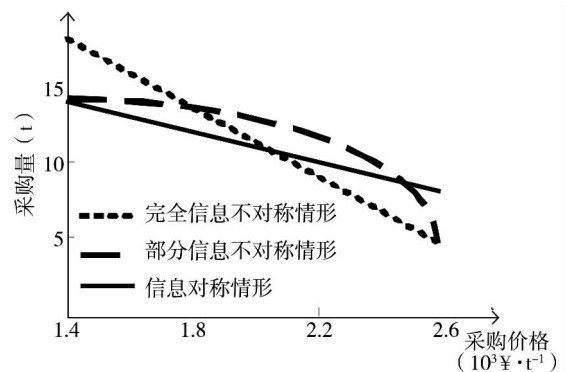


图2 三种情形下采购量与采购价格关系

Fig.2 Relationship between procurement quantity and procurement price under three conditions

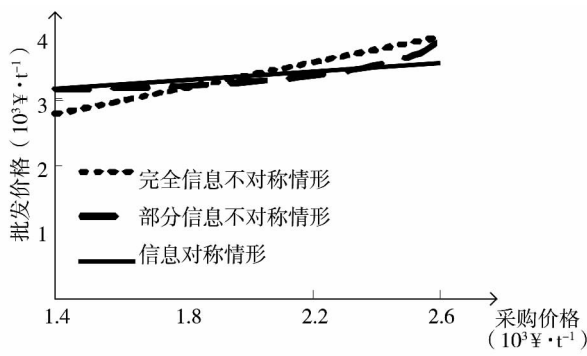


图 3 三种情形下批发价格与采购价格的关系
Fig.3 Relationship between wholesale price and procurement price under three conditions

由图 2.3 可知, 在每周期内, 随着批发商产品采购价格的增加, 批发商的采购量会逐渐减少, 但信息对称情形下采购量的减少幅度始终小于信息不对称(包括完全信息不对称和部分信息不对称, 下同)情形; 产品批发价格逐渐增加, 但信息对称情形下批发价格的增加幅度始终小于信息不对称情形。这说明相对于信息不对称情形, 批发商共享采购价格信息起到了良好的稳定批发量特别是批发价格的作用, 这对稳定城镇居民生活具有重要的意义, 在一定程度上也有助于稳定和控制在本地地区 CPI 的增长。

现在考察在运营商参与供应链协调时, 批发商计划期内的期望利润水平。由式(31)得 $E(\pi_{wic}) = 797.782\phi^2 + 88.64\phi - 8.60$ 。特别的, 当 $\phi = 0.06$ 时, $E(\pi_{wic}) = 0$ 。结合上述讨论, 对比运营商在参与和不参与供应链协调时批发商的期望利润水平, 得到图 4 所示结果。

由图 4 可知, 当 $\phi = 0.5$ 时, 则运营商与批发商的博弈过程等同于完全信息不对称情形下的博弈过程, 此时批发商会选择隐藏采购价格信息; 而根据式(32)可得, 当 $\phi < 0.48$ 时, 批发商的期望利润还要小于其共享采购价格信息时的期望利润, 且随着 ϕ 的减小, 期望利润单调递减。特别的, 当 $\phi < 0.06$ 时, 期望利润为负值。这说明当

$\phi < 0.48$ 时, 批发商的最优策略是与运营商共享采购价格信息。这说明, 运营商的协调策略是有效的。

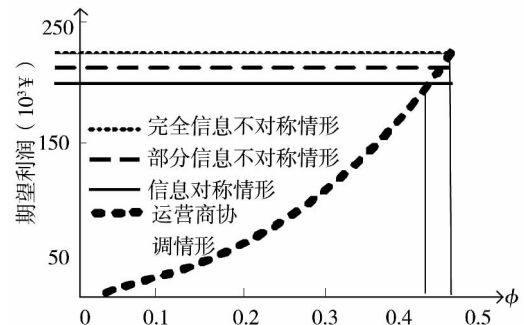


图 4 运营商参与和不参与协调下批发商期望利润与 ϕ 的关系
Fig.4 Relationship between expected profit of wholesaler and ϕ under conditions operator coordinates or not

事实上在计划期开始的第一个周期内, 批发商决策的批发量为信息不对称情形下的最优值式(10), 且认为运营商会收取式(9)所示的单位产品管理费; 而实际上运营商会选择式(30), 其中 $\phi < 0.48$ 。显然在第一个周期内, 批发商和运营商都不能达到最优; 特别的, 根据命题 4 的结论, 批发商的期望利润还要小于共享采购价格信息时的期望利润。但从第二个周期开始, 批发商在决策批发量时就会考虑继续隐藏采购价格信息的置信成本, 从而决策其批发量为信息对称情形下的最优值式(15), 而因为批发商共享其采购价格信息, 运营商自然会收取式(14)所示的单位产品管理费, 以最大化自身的期望利润。

在这个过程中, ϕ 具有明显的信号传递作用, 且从图 4 可以看出: ϕ 越小, 这种传递作用越强; 而运营商第一周期内如何对 ϕ 取值, 对计划期内批发商和自身的期望利润影响都非常小, 这是因为 ϕ 的取值只影响第一周期的利润, 对其后的博弈过程没有影响。为验证这一性质, 考察计划期内不同 ϕ 值下批发商和运营商的期望利润, 得到如表 1 所示结果。

表 1 计划期内 ϕ 对批发商和运营商期望利润的影响

Table 1 Influence of ϕ upon expected profit of both wholesaler and wholesale market operator

ϕ	0.00	0.08	0.16	0.24	0.32	0.40	0.48
$E(\pi_{wic})$	214.78	214.90	215.12	215.45	215.88	216.41	217.04
$E(\pi_{mc})$	3 555.64	3 567.38	3 577.08	3 584.74	3 590.36	3 593.93	3 595.46

注: 利润单位为 10^3 ¥ 。

由表1可知,随着 ϕ 在可行域区间上的变动,计划期内批发商和运营商的期望利润都只发生了很小的变化,例如批发商的期望利润只变化了 $(217.04 - 214.78) / 217.04 = 1.04\%$,运营商的期望利润只变化了 $(3595.46 - 3555.64) / 3595.46 = 1.11\%$,这种变化在误差范围内几乎可以忽略.所以运营商第一周期内如何对 ϕ 取值,对计划期内批发商和自身的期望利润几乎没有影响;而随着 ϕ 的减小,批发商的期望利润是逐渐减小的,于是运营商确定的 ϕ 越小,批发商隐藏采购价格信息的置信成本也就越大.

算例表明,销地批发市场运营商的协调策略起到了良好的协调作用.虽然批发商的期望利润因为共享了采购价格信息而有所降低,但也是其追求利润最大化的自然结果;同时,运营商的期望利润因为批发商的共享采购价格信息行为有所增加,这是运营商愿意进行协调的最根本动机,同样是追求利润最大化的结果.但运营商追求利润最大化的行为,同时也起到了良好的稳定生鲜农产品供给和平抑物价的社会作用,对稳定城镇居民的日常生活都具有非常重要的作用和现实意义.

最后以参数 n 为例,探讨批发市场控制批发商数量对终端消费者产生的直观影响.在达到信息对称的协调基础上,令第 j 周期的采购价格为 $w_j = 2.0$,由此结合式(15)、(16),得到如表2所示结果.

表2 批发商数量 n 对批发价格和批发总量的影响

Table 2 Influence of n upon wholesale price and quantity

n	1	4	5	6	7	8
P_j	3.86	3.51	3.47	3.44	3.42	3.40
Q_j	27.70	44.32	46.17	47.49	48.48	49.26

注: $n = 4$ 是算例分析中 n 的初始取值,对应的 P_j 和 Q_j 值作为分析批发商数量影响的原始参照数据,用黑粗体标注.

由表2可以看出,在批发市场的协调机制有效情形下,与原来的4家批发商的数量规模相比较,批发市场通过适当降低门槛,引入更多数量的批发商进行竞争性经营,产品的批发价格不断降低,批发总量不断变大,消费者以更优惠的价格消费更多产品,大大增加了消费效用和福利水平;反之,如果由少量批发商甚至1家独断经营,则批发价格处于很高的价位,而总的批发量也大幅降低.该结果很好地印证了前文的论述.

6 结束语

我国生鲜农产品销地批发市场在实现其企业职能的同时,也应肩负起稳定生鲜农产品供给、平抑生鲜农产品物价等社会职能.如何协调流通渠道中的信息不对称等影响供给和价格波动的因素,是销地批发市场能否实现上述社会职能的关键.本文通过建立和分析销地批发市场运营商与批发商之间的动态博弈模型,得到如下主要结论:

1) 计划期内,完全信息不对称和部分信息不对称情形下,批发商的期望利润大于信息对称情形下的期望利润;批发商具有隐藏采购价格信息的动机.该结论也很好地体现了现实中的情形.

2) 计划期内,完全信息不对称和部分信息不对称情形下,销地批发市场运营商的期望利润小于信息对称情形下的期望利润;运营商具有希望批发商共享全部采购价格信息的动机.这也说明本文由运营商主导协调策略的合理性.

3) 计划期内,信息对称情形下产品的供应量和批发价格的波动幅度,小于完全信息不对称和部分信息不对称情形下对应的波动幅度;批发商共享采购价格信息的行为,起到了良好的稳定生鲜农产品供给、平抑生鲜农产品物价的作用.

结论1)和2)的对立情形,是销地批发市场运营商愿意进行协调的根本动机.而在本文给出的由运营商主导的协调策略中,通过一种足够强的信号传递机制,使得批发商的最优策略是共享私有的采购价格信息;运营商则成功达到协调的目的,增加了计划期内自己的期望收益水平.但运营商的协调策略除了具有经济效应外,还具有结论3)所示的社会效应,增强了销地批发市场的稳定供给和平抑物价的社会职能,具有较强的现实意义.

本文的思想和结论同样适用于其他存在信息不对称,特别是双方存在多阶段(周期)动态博弈的情形.只要决策制定者在双方第一次博弈时给出足够强的信号(如本文的 ϕ),使得决策追随者明白并且相信自己隐藏私有信息的置信成本很大,而共享私有信息则是最优的策略.从而在双方随后所有阶段的博弈中,私有信息都将得以共享;而双方的期望利润受到的影响也将维持在很小的范围内.

参 考 文 献:

- [1] Ahmadi-Esfahani FZ, Stanmore R G. Demand for vegetables in a Chinese wholesale market [J]. *Agribusiness*, 1997, 13(5): 549–559.
- [2] Ahmadi-Esfahani FZ, Locke C G. Wholesale food markets with ‘Chinese characteristics’ [J]. *Food Policy*, 1998, 23(1): 89–103.
- [3] Reardon T, Barrett C B, Berdegue J A, et al. Agrifood industry transformation and small farmers in developing countries [J]. *World Development*, 2009, 37(11): 1717–1727.
- [4] Ren Y, An Y F. Efficient food safety regulation in the agro-food wholesale market [J]. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 2010, (1): 344–353.
- [5] Ward R W. Asymmetry in retail, wholesale, and shipping point pricing for fresh vegetables [J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 1982, 64(2): 205–212.
- [6] Lee T R, Kao J S, Wu C Y. Application of PDSS to improve the pricing efficiency of wholesale fish markets [J]. *Simulation Practice and Theory*, 2002, 9(6–8): 241–253.
- [7] Amorim L, Martins M C, Lourenco S A, et al. Stone fruit injuries and damage at the wholesale market of Sao Paulo, Brazil [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2008, 47(3): 353–357.
- [8] Lemeilleur S, Codron J M. Marketing cooperative vs. commission agent: The Turkish dilemma on the modern fresh fruit and vegetable market [J]. *Food Policy*, 2011, 36(2): 272–279.
- [9] Wang H L, Dong X X, Rozelle S, et al. Producing and procuring horticultural crops with Chinese characteristics: The case of northern China [J]. *World Development*, 2009, 37(11): 1791–1801.
- [10] Canavari M, Centonze R, Hingley M, et al. Traceability as part of competitive strategy in the fruit supply chain [J]. *British Food Journal*, 2010, 112(2): 171–186.
- [11] Fritz M, Hausena T. Electronic supply network coordination in agrifood networks: Barriers, potentials, and path dependencies [J]. *International Journal of Production Economics*, 2009, 121(2): 441–453.
- [12] Bosona TG, Gebresenbet G. Cluster building and logistics network integration of local food supply chain [J]. *Biosystems Engineering*, 2011, 108(4): 293–302.
- [13] 叶 飞, 林 强, 莫瑞君. 基于 B-S 模型的订单农业供应链协调机制研究 [J]. *管理科学学报*, 2012, 15(1): 11–19.
Ye Fei, Lin Qiang, Mo Ruijun. Contract-farming supply chain coordination mechanism based on B-S model [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2012, 15(1): 11–19. (in Chinese)
- [14] 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, 28(2): 19–25.
Xiao Yongbo, Chen Jian, Xu Xiaolin. Fresh chain coordination under CIF business model fresh chain coordination under CIF business model [J]. *Systems Engineering: Theory & Practice*, 2008, 28(2): 19–25. (in Chinese)
- [15] Cai Xiaoqiang, Chen Jian, Xiao Yongbo, et al. Optimization and coordination of fresh product supply chain with freshness-keeping effort [J]. *Production and Operations Management Society*, 2010, 19(3): 261–278.
- [16] 徐贤浩, 聂思玥. 零售商主导的短生命周期产品供应链订货策略 [J]. *管理科学学报*, 2009, 12(4): 83–93.
Xu Xianhao, Nie Siyue. Game analysis of ordering strategy based on short life-cycle products in a retailer-dominated supply chain [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2009, 12(4): 83–93. (in Chinese)
- [17] 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 Xia, Wu Fangwei. 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. (in Chinese)
- [18] 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 Lue, Yang Shuping, Dan Bin. 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. (in Chinese)

- [19]杜少甫,杜 婵,梁 樑,等. 考虑公平关切的供应链契约与协调[J]. 管理科学学报,2010,13(11):41-48.
Du Shaofu, Du Chan, Liang Liang, et al. Supply chain coordination considering fairness concerns[J]. Journal of Management Sciences in China, 2010, 13(11): 41-48. (in Chinese)
- [20]Aramyan L H, Kuiper M. Analyzing price transmission in agri-food supply chains: An overview[J]. Measuring Business Excellence, 2009, 13(3): 3-12.
- [21]Zheng S, Miller D J, Wang Z G, et al. Meta-evidence of asymmetric price transmission in US agricultural markets[J]. Journal of the Faculty of Agriculture Kyushu University, 2008, 53(1): 349-356.
- [22]Batt P J. Building trust between growers and market agents[J]. Supply Chain Management: An International Journal, 2003, 8(1): 65-78.
- [23]中新网. 湖南农产品市场乱收费致商贩利益受损引省长关注[OL]. <http://www.chinanews.com/gj/2012/8-17/4116293.shtml>, 2012-8-17.
Encs. cn. Arbitrary charges of agricultural products market to traders attracts Governor of Hunan province's concerns[OL]. <http://www.chinanews.com/gj/2012/8-17/4116293.shtml>, 2012-8-17. (in Chinese)

Fresh supply chain coordination by wholesale market in sale place under information asymmetry

DAN Bin, DING Song, FU Hong-yong

School of Economics & Business Administration, Chongqing University, Chongqing 400044, China

Abstract: In China, price information asymmetry generally exists in fresh agricultural wholesale markets in sale places. A Stackelberg game model between the wholesale market operator and wholesalers was established. The dynamic gaming processes between them were analyzed and compared under three different conditions: 1) the wholesalers entirely concealed their procurement price information, 2) they partially concealed the information, 3) and they entirely shared the information. A coordination policy dominated by the market operator was designed. In this policy, a sufficiently strong signal is delivered to wholesalers at the beginning of the planning period, to ensure that sharing procurement price information is the optimal policy. The results show that sharing procurement price information can help the operator achieve more expected profit and do well in stabilizing supply of fresh agricultural products and reining price fluctuation. Ultimately, from the perspective of the end customers, practical management suggestions were proposed by discussing certain parameters.

Key words: fresh agricultural products; supply chain; wholesale market in sale place; information asymmetry; coordination mechanism; signal transmission