

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2021.11.015

双向收益共享成本分担契约下 生鲜农产品供应链优化研究

邹 筱, 庞天赐, 周 欢

湖南工业大学 商学院, 株洲 湖南 412007

摘要: 对由生鲜农产品供应商和销售商组成的二级供应链进行研究, 其中供应商负责生鲜农产品的保鲜服务及配送服务, 销售商负责提供增值服务. 针对增值服务弹性需求与新鲜程度弹性需求对供销双方决策的影响, 对比分析集中式与分散式供应链系统下的最优决策. 设计“双向收益共享成本分担”契约, 实现供应链协同. 通过算例分析对供应链协同前后进行对比, 并验证结论. 经检验, 当新鲜度弹性需求与增值服务需求较低时, 销售商将制定更低的价格; 而在新鲜度弹性需求与增值服务需求高于某一水平时, 销售商将制定相对高的价格.

关键词: 双向收益共享成本分担; 保鲜努力; 增值服务; 生鲜农产品; 供应链优化

中图分类号: F304

文献标志码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



文章编号: 1673-9868(2021)11-0122-09

Study on Supply Chain Optimization of Fresh Agricultural Products Under the Two-Way Benefit Sharing & Cost Sharing Contract

ZOU Xiao, PANG Tianci, Zhou Huan

School of Business, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China

Abstract: Research on the secondary supply chain composed of fresh agricultural products suppliers and sellers, where the suppliers are responsible for the fresh-keeping services and distribution services of fresh agricultural products, and the sellers are responsible for providing value-added services, aiming at the elastic demand for value-added services and the elastic demand for freshness. On the influence of the decision-making of the supply and marketing parties, comparative analysis of the optimal decision-making under the centralized and decentralized supply chain systems. On this basis, design a “two-way revenue sharing cost sharing” contract to achieve supply chain coordination. Finally, a case study is used to compare before and

收稿日期: 2021-05-17

基金项目: 国家自然科学基金项目(71801090); 湖南省社会科学成果评审委员会委托课题(XSP2020WT006).

作者简介: 邹 筱, 博士, 教授, 主要从事物流管理及集群经济研究.

通信作者: 周 欢, 博士, 副教授.

after supply chain coordination to verify the conclusion. After testing, when the freshness elastic demand and value-added service demand are low, the seller will set a lower price, and when the freshness elastic demand and value-added service demand is higher than a certain level, the seller will set a relatively high price.

Key words: two-way revenue sharing & cost sharing; freshness-keeping effort; value-added service; fresh agricultural product; supply chain optimization

根据国务院 2020 年食物消费标准,生鲜总需求量为 4.2 亿 t,而 2019 年生鲜农产品产量约 12 亿 t,也就是说生鲜农产品市场已进入供给过剩时期,消费主导权已经从供给方转移到消费方^[1].随着消费者对生活质量需求的提升,对生鲜农产品质量与服务水平的要求也随之升高,销售商也会提供更多的服务在生鲜农产品上,如对产品进行广告投入和促销等.在该供应链中,由于保鲜努力与增值服务水平分别由供应商与销售商负责,因此在双方合作中很容易出现“搭便车”行为.供应链各主体以自身利润最大化为决策目标,使得最优决策偏离,供应链整体利润降低.

通过整理文献不难发现对供应链协同的研究,大多数学者采用契约合作的方式使各主体达成共识^[2-4],即通过利用不同的协同契约对供应链主体进行协同,达到利润最大化.关于供应链契约的研究,熊峰等^[2]通过引入消费者偏好因素结合收益共享契约,提高合作的公平效用,能够促使供应链各主体提高保鲜投入从而提高供应链整体收益;在此基础上曹晓宁等^[5]考虑双渠道供应链协同时,制定两部定价契约、批发价协同契约及成分共担和补偿构成的混合型契约,并发现每种契约都能对供应链在一定范围内实现协同,提高各主体的收益,同时证明在供应商与零售商处于竞争状态时,各主体间可以通过契约协同达成共识;在考虑信息不对称的生鲜农产品供应链协同研究中,有学者使用一般批发价契约、回购契约和成本分担契约等弱化供应链信息不对称,且在回购契约条件下能够有效协同双边边际效应并保证信息共享^[2-4,6];同时也有很多学者建立博弈模型,而供应链协同研究主要以建立集中式与分散式决策模型为主,通过分析对比考虑不同指标时,两种不同模型下最优决策和收益共享率寻找最优决策方案^[7-9].唐润等^[10]研究了时间与温度对生鲜供应链的影响;王淑云等^[11]引入保鲜努力与时间因素探讨了销售商的定价策略;Taleizadeh 等^[12]研究了销售商在信息不对称情况下供应链的最优库存、最优产量及产品最优定价决策;杨磊等^[13]通过变质率对消费者的影响对产品定价以及折扣进行规划;王道平等^[14]研究了新鲜度与价格对需求的影响并对供应链进行协同.综合各学者的研究发现销售价格是考量供应链协同效率的重要指标,通过改变相关因素研究其对销售价格在不同决策模型中的影响,可以验证不同策略的优劣从而实现供应链的协同优化.经过大量研究表明农产品的新鲜程度与消费者需求呈正相关,可见农产品的新鲜程度决定了消费者是否愿意购买;同时由于生活水平的提高,消费者的需求也随之升级,其对服务感知的需求也提高,使得销售商必须考虑提高增值服务投入.增值服务与保鲜努力对供应链利润有着重大影响,然而鲜有文献将零售商增值服务与供应商保鲜努力两者结合开展研究,因此探讨如何使供应链上各主体以价值共创为目标,参与博弈达成共识,对实现供应链整体利润最大化十分必要.

基于已有研究,考虑生鲜度需求弹性以及增值服务需求弹性,构建集中式和分散式博弈模型,以此分析消费者的新鲜程度需求弹性以及增值服务需求弹性对供应链最优决策的影响,结合各学者的契约模型设计“双向收益共享成本分担”协同契约^[15-16],通过协同该供应链,实现系统利润最大化,并着重对比优化前后供应链的最优决策变化情况,为生鲜农产品供应链物流运作提供参考.

1 问题描述及符号说明

1.1 问题描述

生鲜农产品的销售情况和增值服务与新鲜程度相关,新鲜程度越高,其产品销售能力越强.同时,高质量的增值服务也会增强顾客的购买欲望.因此,供应商为保证利润会努力提升产品的新鲜程度,同时也希望销售商能提供一定的增值服务来保证市场需求的不断提升.对于新鲜程度以及增值服务,销售商与供应商为保证自身的利润,很可能愿意承担对方服务中的部分成本.本文通过对集中式决策模型、分散式决

策模型、双向收益成本共担契约模型以及批发价契约模型进行分析,并对照各种模型间供应链成员以及供应链系统所获得的利润,解决供应链协同问题.

1.2 符号说明

建模变量由表 1 所示.

表 1 建模变量

符 号	变 量 名 称	符 号	变 量 名 称
q	市场需求	λ	供应商承担的保鲜成本比例
w	供应商批发价	u	销售商承担的增值服务成本比例
p	零售价	c	供应商可变成本
e	供应商付出的保鲜努力水平	s	增值服务水平系数
α	产品市场规模	η	增值服务水平对增值成本的敏感系数
β	消费者对价格的需求弹性	ϵ	消费者对增值服务的需求弹性
k	消费者对新鲜度的需求弹性	θ_0	初始新鲜程度
γ	保鲜水平对保鲜成本的敏感系数	X	销售商返还供应商收入比例

1.3 模型假设

本文以简单二级供应链为研究对象,即参与供应链协同者包含一个生鲜销售商和一个生鲜供应商,研究供应链各主体间的协同问题,在此供应链系统中供应商占主导地位并掌控传统零售渠道.针对消费者对价格、新鲜程度及服务水平的需求敏感性,供应商和销售商做出不同的保鲜努力及增值服务,以实现利润最大化.结合已有研究成果,本文作出以下假设:

- 假设 1 供应商和销售商是两个完全独立的个体且均为中性完全理性风险决策者;
- 假设 2 生鲜农产品的需求主要受生鲜农产品价格、新鲜度和服务水平的影响,与生鲜农产品的销售价格成反比,与产品的新鲜度及生鲜销售商的服务水平成正比,参考 Gurnani 等^[17]、刘墨林等^[18]市场需求函数模型构建生鲜农产品需求函数: $q=1-c+\epsilon s-k(\theta_0-\theta_0e)$. 其中,供应商投入的保鲜努力 e 取值范围为 $0\leq e\leq 1$, θ_0e 为消费者收到生鲜农产品的新鲜程度^[19], $k(\theta_0-\theta_0e)$ 表示生鲜农产品新鲜程度降低导致的需求流失量;

假设 3 借鉴文献[20]假设保鲜投入成本及增值服务成本分别是保鲜努力及增值服务的二次函数,则供应商保鲜成本函数为 $c_e=\gamma e^2/2$; 销售商增值服务成本为 $c_s=\eta s^2/2$;

假设 4 本文中, π_M 为供应商的利润; π_R 为销售商的利润; π_{SC} 为供应链的总利润. 下标“ M,R,SC ”表示供应商、销售商、供应链,上标“ $*$ ”表示最优解, C,D 分别表示集中式供应链决策及分散式供应链决策.

2 基本模型

2.1 集中式供应链决策

在集中式供应链中,将生鲜供应链的供应商和销售商视为一个整体,协同目标为供应链各主体达成共识实现整体利润最大化.集中式供应链的利润函数为:

$$\pi_{sc}^C=(p-c)[1-c+\epsilon s-k(\theta_0-\theta_0e)]-\frac{1}{2}\gamma e^2-\frac{1}{2}\eta s^2$$

(1)

为了保证 π_{sc}^C 最大化,通过逆向求解法计算 π_{sc}^C 关于 p,e,s 的联合凹性,得到定理 1.

定理 1 集中式供应链决策模式下供应链各主体的最优决策为:

$$p^{C*}=\frac{(1-c-k\theta_0)\eta\gamma}{2\eta\gamma-k^2\theta_0^2\eta-\epsilon^2\gamma}+c$$

(2)

$$e^{C*}=\frac{(1-c-k\theta_0)\eta k\theta_0}{2\eta\gamma-k^2\theta_0^2\eta-\epsilon^2\gamma}$$

(3)

$$s^{C*} = \frac{(1-c-k\theta_0)\gamma\epsilon}{2\eta\gamma - k^2\theta_0^2\eta - \epsilon^2\gamma} \quad (4)$$

将式(2)、式(3)、式(4)代入式(1)中, 得出集中式供应链的整体最优利润为:

$$\pi_{sc}^{C*} = \frac{\eta\gamma(1-c-k\theta_0)^2}{2(2\eta\gamma - k^2\theta_0^2\eta - \epsilon^2\gamma)} \quad (5)$$

为保证最优解有意义, $2\eta\gamma - k^2\theta_0^2\eta - \epsilon^2\gamma > 0$, $\alpha - c - k\theta_0 > 0$.

2.2 分散式供应链决策模型

在分散式供应链下, 供应链各参与者的决策顺序为: ① 供应商决定产品的批发价格与保鲜努力程度; ② 销售商根据供应商给出的决策制定产品销售价格, 提供增值服务水平.

销售商与供应商的利润函数为:

$$\pi_R^D = (p - w)[1 - p + \epsilon s - k(\theta_0 - \theta_0 e)] - \frac{1}{2}\eta s^2 \quad (6)$$

$$\pi_M^D = (w - c)[1 - p + \epsilon s - k(\theta_0 - \theta_0 e)] - \frac{1}{2}\gamma e^2 \quad (7)$$

为了使 π_R^D 和 π_M^D 实现最大化, 通过逆向求解法验证 π_R^D 关于销售价格和增值服务水平联合凹性及 π_M^D 关于批发价格和保鲜努力水平的联合凹性, 得到定理 2.

定理 2 (i) 分散式供应链决策下, 供应商的保鲜努力和批发价格, 以及销售商的销售价格和增值服务水平的最优决策分别为:

$$p^{D*} = \frac{\gamma(3\eta - \epsilon^2)(1-c-k\theta_0)}{4\eta\gamma - \theta_0^2 k^2 \eta - 2\epsilon^2 \gamma} + c \quad (8)$$

$$w^{D*} = \frac{\gamma(2\eta - \epsilon^2)(1-c-k\theta_0)}{4\eta\gamma - \theta_0^2 k^2 \eta - 2\epsilon^2 \gamma} + c \quad (9)$$

$$s^{D*} = \frac{\epsilon\gamma(1-c-k\theta_0)}{4\eta\gamma - \theta_0^2 k^2 \eta - 2\epsilon^2 \gamma} \quad (10)$$

$$e^{D*} = \frac{k\theta_0\eta(1-c-k\theta_0)}{4\eta\gamma - \theta_0^2 k^2 \eta - 2\epsilon^2 \gamma} \quad (11)$$

(ii) 该供应链中供应商与销售商的最优利润分别为:

$$\pi_M^{D*} = \frac{\eta\gamma(1-c-k\theta_0)^2}{2(4\eta\gamma - \theta_0^2 k^2 \eta - 2\epsilon^2 \gamma)} \quad (12)$$

$$\pi_R^{D*} = \frac{\eta\gamma^2(2\eta - \epsilon^2)(1-c-k\theta_0)^2}{2(4\eta\gamma - \theta_0^2 k^2 \eta - 2\epsilon^2 \gamma)^2} \quad (13)$$

此时分散式供应链总利润为:

$$\pi_{sc}^{D*} = \frac{\eta\gamma(3\epsilon^2\gamma - 6\eta\gamma - \theta_0^2 k^2 \eta)(1-c-k\theta_0)^2}{2(4\eta\gamma - \theta_0^2 k^2 \eta - 2\epsilon^2 \gamma)^2} \quad (14)$$

根据定理 2, 可以进一步推导出命题 1.

命题 1 供应链中生鲜农产品的最优销售价格、批发价格、保鲜努力水平和增值服务水平均与增值服务需求弹性均呈正比;

命题 2 (i) 最优生鲜农产品销售价格、批发价格、服务水平和新鲜度弹性需求均呈反比;

(ii) 生鲜农产品销售商和供应商的最优利润与新鲜程度呈反比;

(iii) 最优生鲜农产品保鲜成本系数较低时 $\left(\gamma < \frac{(1-c)^2}{3}\right)$, 生鲜农产品保鲜努力总是与新鲜程度需求弹性成正比;

当保鲜成本系数较高时 $\left(\gamma > \frac{(1-c)^2}{3}\right)$, 保鲜成本的增长幅度较大, 此时供应商要决定是否提高保鲜努力水平.

根据命题 1 可知,在分散式供应链决策下,随着增值服务需求弹性增大,销售商提高增值服务将带来需求量增加,此时销售商将倾向于投入更多增值服务,供应商也愿意提高保鲜努力.因此,增值服务弹性需求提高时,生鲜农产品供应商和销售商将采取提价策略来平衡增值服务和保鲜努力投入带来的成本提升.

命题 2(i) 表明新鲜度需求弹性越大,产品新鲜程度越低,消费者对产品的需求也随之降低,当新鲜度低时供应商和销售商会分别降低产品批发价格和销售价格来弥补新鲜度带来的市场流失.此外,考虑到供应商可能出现的“搭便车”行为,销售商会降低服务水平,以防该现象发生.

命题 2(ii) 随着生鲜农产品新鲜度需求的增加,生鲜农产品销售商和供应商的最优利润也随之降低,表明生鲜农产品新鲜度弹性需求越大,供应商和销售商更倾向于降低对增值服务和保鲜努力的投入并采用产品降价策略,从而导致供应链利润降低.

命题 2(iii) 在保鲜成本涨幅低时,随着新鲜程度需求弹性的增大,供应商倾向于投入更高的保鲜努力来提高农产品的新鲜程度,保证市场需求.当新鲜程度较低时($k < k_1$),若生鲜农产品新鲜度弹性需求增大,则供应商将在降低批发价格的同时削弱对保鲜努力的投入,从而使自身利润保持平衡.在新鲜度需求弹性达到某一水平时($k_m < k < k_2$, 其中 $k_m \geq k_1$),新鲜度弹性需求已经处于较高水平,此时即使提高保鲜投入,也难以提高产品销售量,所以供应商将降低保鲜努力,这时的供应商则更倾向于降低价格来弥补顾客的流失.

2.3 集中式与分散式供应链决策的比较

命题 3 (i) 集中式供应链决策的利润优于分散式供应链决策;

(ii) 当新鲜度需求弹性和增值服务需求弹性较低时,分散式供应链决策最优销售价格相较于集中式供应链决策更高;

(iii) 当新鲜度需求弹性和增值服务需求弹性高于某一水平时,分散式供应链最优销售价格低于集中式.

命题 3(i) 表明,在分散式供应链决策下,供应商和销售商首先要保证自身利益最大化,供应商会提供较低的保鲜努力水平,而销售商也会降低增值服务水平.也就是说,在分散式供应链决策下,由于增值服务和保鲜努力均来自供应链中不同的主体中,因此博弈双方均期望对方投入更多努力以方便自身的“搭便车”行为,这将直接导致供应链各主体削弱努力投入动机,最终导致整个供应链利润降低.

根据命题 3(ii),在新鲜度弹性需求和增值服务弹性需求处于较低水平时,意味着分散式供应链决策中生鲜农产品的增值服务和新鲜程度降低对市场需求的影响较小.由于销售商受到双重定价的影响,因此更倾向于制定较集中式决策下更高的销售价格以保证自身利润平衡.

根据命题 3(iii),当新鲜度需求弹性和增值服务需求弹性高于某一水平时,表明消费者对新鲜程度及服务感知敏感性更高,但分散式决策下产品的新鲜度和服务水平均低于集中式决策,从而导致农产品市场需求降低.在分散式供应链决策模式下,即使销售商面临销售价格和批发价格的双重边际效应影响,依然更倾向于通过降价的方式弥补市场流失,从而保证自身利润平衡.

2.4 双向收益共享成本分担契约

在该供应链中,供应商投入保鲜努力,在提高农产品质量的同时减少了消费者因新鲜度较低造成的群体流失现象,因此销售商有刺激供应商提高保鲜努力为其分担保鲜成本的动机.同理,销售商在为生鲜农产品提供增值服务时,产品的需求呈上升趋势,从而促使供应商刺激销售商提高增值服务以分担部分服务成本.

假设 5 借鉴文献[20],假设零售商愿意承担 λ 比例的保鲜成本,则供应商所需承担的保鲜成本为 $1-\lambda$;

假设供应商愿意承担 u 比例的增值服务成本,则零售商需承担增值服务成本为 $1-u$, 其中 $0 < \lambda < 1$, $0 < u < 1$.

经过检验,发现单一“双向成本分担”契约难以实现供应链整体协同,同时无法实现帕累托改进.基于此,本文采用双向收益共享成本分担契约.

假设 6 在双向收益共享成本分担模式下,生鲜农产品供应链决策流程为:供应商制定一个相对较低

的批发价格 w ; 在产品销售完成后, 销售商将向供应商返还 x ($0 < x < 1$) 比例的销售收入作为补偿, 以此保障供销双方的协同共识. 由此可得在该契约下供需双方的利润函数为:

$$\pi_M^T = (w - c + xp)(1 - p + ke + \epsilon s) - \frac{1}{2}(1 - \lambda)\gamma e^2 - \frac{1}{2}u\eta s^2 \quad (15)$$

$$\pi_R^T = [(1 - x)p - w](1 - p + ke + \epsilon s) - \frac{1}{2}\lambda\gamma e^2 - \frac{1}{2}(1 - u)\eta s^2 \quad (16)$$

为达成生鲜农产品供应链各主体间的共识, 在该协同契约条件下, 分散式供应链决策所有决策将与集中式供应链决策保持一致, 由此可得命题 4.

命题 4

(i) 在“双向收益共享成本分担契约”协同下, 协同契约的参数设置为 $w = (1 - x)c$, $\lambda = 1 - x$, $\mu = x$ 时, 分散式供应链决策可以实现最优;

(ii) 在“双向收益共享成本分摊契约”协同下, 存在 $0 < x_1 < x_2 < 1$, 当 $x \in (x_1, x_2)$ 时, 存在 $\pi_M^T > \pi_M^{D*}$, $\pi_R^T > \pi_R^{D*}$, 即该生鲜供应链各主体间可实现帕累托优化, 从而使供应链各主体实现价值共创.

根据命题 4(i), 当上述参数满足一定互关条件时, 分散式供应链决策可以实现帕累托改进, 并实现系统优化. 在该双向收益共享成本分担契约协同下: ① 生鲜农产品供应商将提供低于生产成本的价格; ② 供应商关于增值服务的分摊比例应与销售商确定的收益分摊比例保持平衡状态.

同时命题 4(ii) 也说明可以通过改变契约中的响应参数实现供应链整体优化, 且生鲜农产品的销售商与供应商都能实现帕累托改进. 参数的选取则取决于供应链双主体间的博弈能力. 因此, 可以通过“双向收益共享成本分担契约”实现该生鲜农产品的供应链协同.

进一步可以得到推论 1.

(i) 当 k 和 ϵ 较低时, $e^{T*} > e^{D*}$, $s^{T*} > s^{D*}$, $p^{T*} < p^{D*}$;

(ii) 当 k 和 ϵ 较高时, $e^{T*} > e^{D*}$, $s^{T*} > s^{D*}$, $p^{T*} > p^{D*}$.

推论 1(i) 表明, 当新鲜度需求弹性和增值服务需求弹性较低时, 供应链在双向收益共享成本分担契约下, 提高保鲜努力水平和增值服务水平的同时销售价格也会随之降低. 消费者通过更低的价格取得相对新鲜的农产品且感知到优质的服务, 生鲜农产品的市场需求随之增加, 表明生鲜农产品供应链面对价格偏好的普通消费者时, 应该采用优质低价、薄利多销的销售策略.

推论 1(ii) 表明, 当新鲜度需求弹性或增值服务需求弹性高于某一水平时, 供应链在双向收益共享成本分担契约下, 生鲜农产品的新鲜程度和增值服务水平将有一定的提升, 由此产品的销售价格也随之增加, 此时消费者虽以更高的价格购买产品, 但产品的新鲜程度及服务体验感知也随之升高, 使得消费者更容易接受相对高的销售价格, 最终带来消费者流入. 因此, 供应链在面对服务偏好或品质偏好的高端消费者时, 应采用品质消费和优质优价的销售策略.

3 算例分析

基于上述理论基础, 为更加直观地观测新鲜度需求弹性、增值服务需求弹性等参数对生鲜农产品供应链协同决策的影响, 本文以现有的模型假设为依据, 进行参数设置, 通过数值计算的方式更直观地反映结论. 设置参数: $c = 0.1$, $\theta_0 = 0.9$.

3.1 协同契约对供应链整体利润水平的影响

为了验证“收益成本双向分担契约”的有效性, 检验在契约协同前后生鲜农产品供应链整体的利润变化情况.

令 $\Delta\pi_i(x)$ 表示在契约协同后生鲜农产品供应商和销售商的利润变化情况, 其中 $\Delta\pi_i(x) = \pi_i^{T*} - \pi_i^{D*}$, $i = M, R$; 设置参数 $\gamma = 0.4$, $\eta = 0.3$, $\epsilon = 0.6$, $k = 0.5$, 以 x 为横坐标, 绘制出契约协同前后对供应链整体利润水平的影响.

观察图 1 发现, 在实施契约协同后供应商的利润与收益共享比例 x 呈正相关, 销售商的利润变化则

呈现出递减趋势。因此,只有当收益共享比例 x 处于某一水平时,即 $x \in (x_1, x_2)$, 其中 $x_1 = 0.27$, $x_2 = 0.8$ 时,供应链各主体利润变化均为增加。通过观察发现,随着 x 增长供应商会制定更低的批发价格,分摊的增值服务成本也随之增加,销售商则减少为供应商承担保鲜努力成本的比例。

3.2 契约协同前后供应链最优决策对比

通过分析对比供应链协同前后的最优决策变化,不难发现在契约协同后,销售商对产品的销售价格决策将会受到增值服务需求弹性和新鲜度需求弹性的影响。结合前文结论,首先设置各个参数

值: $\gamma = 0.2 \in \left[0, \frac{(1-c)^2}{4}\right]$, $\eta = 0.4$, $k = 0.14$, 以 ε 为横坐标,绘制供应链各主体在契约协同前后的最优

决策变化情况,通过对比协同前后的决策数据得到图 2(a)。将 γ 分别设置为 $0.4 \in \left[\frac{(1-c)^2}{4}, \frac{(1-c)^2}{2}\right]$,

$0.6 \in \left[\frac{(1-c)^2}{2}, (1-c)^2\right]$, $0.9 \in [(1-c)^2, \infty]$, $\eta = 0.4$, $\varepsilon = 0.5$, 以 k 为横坐标,绘制供应链各主体在契约协同前后的最优决策变化情况,通过对比协同前后的决策数据得到图 2(b)、图 2(c)、图(d)。

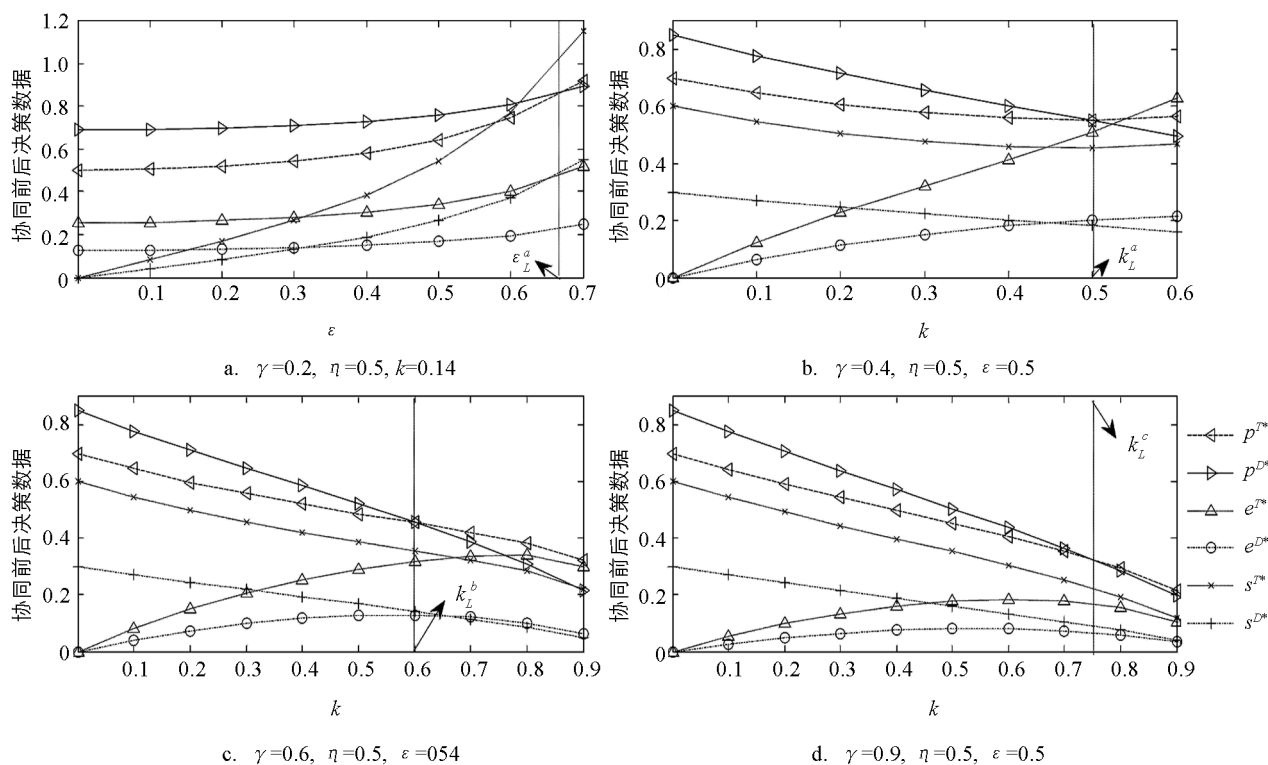


图 2 供应链协同前后的最优决策变化情况

通过观察图 2 可得以下结论: ① 生鲜农产品供应链在协同后的保鲜努力水平与增值服务水平总是高于协同前, 表明该协同契约有助于激励供应商和销售商提高各自的服务水平; ② 当服务弹性需求 ε 较低时($\varepsilon < \varepsilon_L^a$), 生鲜农产品的销售价格契约协同后较协同前有所降低, 但当服务弹性 ε 需求高于某一水平时($\varepsilon > \varepsilon_L^a$), 生鲜农产品的销售价格将高于协同前的价格, 说明增值服务需求弹性处于一个较高水平时, 协同契约后提高增值服务水平将刺激消费者购买, 同时销售商还能通过提高生鲜农

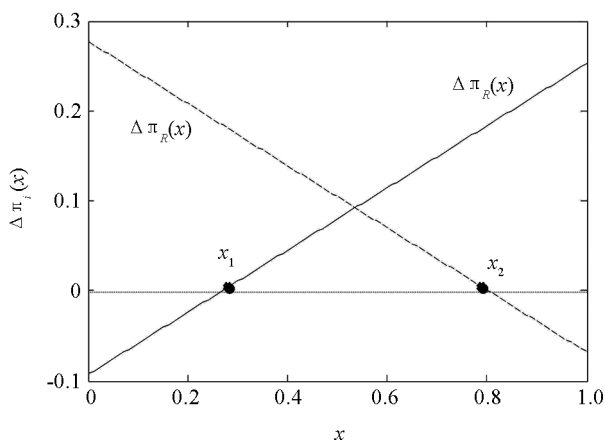


图 1 协同契约对供应链整体利润水平的影响

产品销售价格来提高利润;③当新鲜度弹性需求 k 较低时($k < k_L^a, k < k_L^b, k < k_L^c$),在协同后,生鲜农产品销售商所制定的销售价格将低于协同前的销售价格,但当新鲜度弹性需求 k 高于某一水平时($k > k_L^a, k > k_L^b, k > k_L^c$),提高产品的新鲜程度将对消费者产生促进作用,销售商将制定高于协同前的销售价格,以此来增加利润.

4 结论与对策建议

4.1 结 论

本文以供应商和销售商组成的二级生鲜农产品供应链为研究对象,假设在信息对称的情况下,研究新鲜度需求弹性和增值服务需求弹性对供应链最优决策的影响,在不同决策模式下分析各因素的最优决策,提出双向收益共享成本分担契约,弥补单一成本分担契约无法实现帕累托改进的缺陷,使得供应链实现完美协同,获取整体利润最大化.

研究表明:①在分散式供应链决策模式下,生鲜农产品销售商所制定的销售价格与所提供的增值服务水平和新鲜度需求弹性呈正比,此时供应商将考虑是否提高保鲜努力水平投入以实现供应链整体利润最大;当新鲜度弹性需求高于某一水平时,供应商会选择降低农产品保鲜努力水平;②与集中式供应链决策相比,分散式供应链决策模式难以实现供应链优化;③实施“双向收益共享成本分担契约”后,能促进生鲜农产品供应链各主体分别提高保鲜努力水平和增值服务水平.当新鲜度弹性需求和增值服务弹性需求较低时,销售商将采取降价措施;当新鲜度弹性需求和增值服务弹性需求高于某一水平时,生鲜农产品销售商将采取提价策略.

4.2 对策建议

为促进生鲜农产品供应链各主体间的协同发展,提高供应链的整体利润,本文提出以下对策建议.

4.2.1 坚持生鲜农产品供应链各主体间收益共享目标

在分散式供应链决策模式下,各主体间存在的主要矛盾是以各自利益最大化为目标,期望对方投入更多努力.为保证各主体能以供应链主体利益最大化为目标,可以在信息共享的前提下,使用集中式决策模式,使供应链各主体利益集中考量从而集中决策;或者通过双向收益共享成本分担契约达成目标,双方通过互相博弈的方式,使供应商和销售商在自身利润最大化的同时也获得整体供应链利润最大化.

4.2.2 建立生鲜农产品供应链各主体间的激励机制

在生鲜农产品供应链中,建立激励机制可以调动各主体的促销积极性,在各主体冲突下对促销努力的投入将刺激其在合理范围内分担相应成本,从而使各自获得更高收益.

在双向收益共享成本分担契约下,供应链各主体通过提出促销提案,以提供优质的产品和服务为目标,使销售商得以提高销售价格来获取供应链利润最大,为达成这一共识双方都愿意在自身付出相应努力的同时为对方承担相应成本.

4.2.3 针对不同生鲜农产品制定差异化销售策略

对于新鲜度和服务水平需求低的农产品,例如苹果、橙子、冬瓜等腐败速度较慢的产品,在契约协同后销售商可采取“优质低价”的销售策略.这类产品消费群体庞大,且供应量也相对较多,由于消费者对这类产品的新鲜程度和服务水平关注程度较小,为保证供应链收益,可以通过薄利多销的方式打开市场,通过优质服务稳定客户.

对于新鲜度和服务水平需求较高的农产品,例如榴莲、山竹、海鲜等消费群体相对小的产品时,在契约协同后可采用“优质优价”的销售策略,由于消费群体小,购买需求也相对较少,消费者对其新鲜程度和服务质量的要求也随之升高,对该类农产品在保证产品质量的情况下,通过提高价格来获取最大收益.

本文未研究信息不对称情况下如何优化供应链决策,仅以二级供应链为目标开展研究,在此基础上未来可以进一步研究多渠道供应链,对供应链上多个供应商和多渠道销售商进行协同,完善供应链,使其达到利润最大化.

参考文献:

- [1] 艾瑞咨询. 食品行业: 2020 年中国生鲜供应链市场研究报告 [EB/OL]. (2020-9-18) [2021-03-19]. <https://www.iresearch.com.cn/Detail/report?id=3652&isfree=0>.
- [2] 熊峰, 方剑宇, 袁俊, 等. 盟员行为偏好下生鲜农产品供应链生鲜努力激励机制与协调研究 [J]. 中国管理科学, 2019, 27(4): 115-126.
- [3] 戴宾, 蔡莎莎, 张永喆. 基于成本分担合约的装配供应链召回努力策略研究 [J/OL]. 工业工程与管理, (2019-07-28) [2021-04-06]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/31.1738.t.20210107.1730.024.html>.
- [4] YAN B, CHEN X X, CAI C Y, et al. Supply Chain Coordination of Fresh Agricultural Products Based on Consumer Behavior [J]. Computers & Operations Research, 2020, 123: 105038.
- [5] 曹晓宁, 王永明, 薛方红, 等. 供应商保鲜努力的生鲜农产品双渠道供应链协调决策研究 [J]. 中国管理科学, 2021, 29(3): 109-118.
- [6] 杨亚, 范体军, 张磊. 新鲜度信息不对称下生鲜农产品供应链协调 [J]. 中国管理科学, 2016, 24(9): 147-155.
- [7] ZHENG Q, IEROMONACHOU P, FAN T J, et al. Supply Chain Contracting Coordination for Fresh Products with Fresh-Keeping Effort [J]. Industrial Management & Data Systems, 2017, 117(3): 538-559.
- [8] SUN G H. Research on the Fresh Agricultural Product Supply Chain Coordination with Supply Disruptions [J]. Discrete Dynamics in Nature and Society, 2013(4): 1-9.
- [9] 范林榜, 姜文, 邵朝霞. 电子商务环境下收益共享的生鲜农产品双渠道供应链协调研究 [J]. 农村经济, 2019(6): 137-144.
- [10] 唐润, 彭洋洋. 考虑时间和温度因素的生鲜食品双渠道供应链协调 [J]. 中国管理科学, 2017, 25(10): 62-71.
- [11] 王淑云, 姜樱梅, 牟进进. 基于新鲜度的冷链一体化库存与定价联合决策 [J]. 中国管理科学, 2018, 26(7): 132-141.
- [12] TALEIZADEH A A, NOORI-DARYAN M, LE CÁRDENAS-BARRÓN. Joint Optimization of Price, Replenishment Frequency, Replenishment Cycle and Production Rate in Vendor Managed Inventory System with Deteriorating Items [J]. International Journal of Production Economics, 2015, 159: 285-295.
- [13] 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, 26(1): 142-153.
- [14] 王道平, 朱梦影, 王婷婷. 生鲜供应链保鲜努力成本分担契约研究 [J]. 工业工程与管理, 2020, 25(2): 36-43.
- [15] XU G, DAN B, ZHANG X, et al. Coordinating a Dual-Channel Supply Chain with Risk-Averse under A Two-Way Revenue Sharing Contract [J]. International Journal of Production Economics, 2014, 147: 171-179.
- [16] 谢家平, 梁玲, 杨光, 等. 互补型闭环供应链的收益共享与成本共担契约协调优化 [J]. 中国管理科学, 2018, 26(8): 94-105.
- [17] GURNANI H, ERKOC M. Supply Contracts in Manufacturer-Retailer Interactions with Manufacturer-Quality and Retailer Effort-Induced Demand [J]. Naval Research Logistics, 2008, 55(3): 200-217.
- [18] 刘墨林, 但斌, 马崧萱. 考虑保鲜努力与增值服务的生鲜电商供应链最优决策与协调 [J]. 中国管理科学, 2020, 28(8): 76-88.
- [19] 孙玉玲, 洪美娜, 石岩然. 考虑公平关切的鲜活农产品供应链收益共享契约 [J]. 运筹与管理, 2015, 24(6): 103-111.
- [20] CAI X, JIAN C, XIAO Y, et al. Optimization and Coordination of Fresh Product Supply Chains with Freshness-Keeping Effort [J]. Production and Operations Management, 2010, 19(3): 261-278.

责任编辑 夏娟