

## 基于收益共享契约的农产品双渠道供应链协调

王作铁, 李平\* (衢州学院商学院, 浙江衢州 324000)

**摘要** 随着互联网及电子商务的快速发展,越来越多的企业选择网络销售渠道与传统销售渠道并存的双渠道销售模式。双渠道销售模式可以实现渠道间资源共享与优势互补,更好地满足顾客差异化购物偏好、提升客户忠诚度、提高供应链效率。通过构建农产品双渠道供应链收益共享契约模型,研究由供应商与零售商组成的农产品双渠道供应链混合渠道协调问题,探讨收益共享契约参数变化情况下的供应链协调问题。双渠道供应链协调的最终目的是使分散状态下供应商和零售商的最优决策等于集中状态下供应链系统的最优决策。因此,通过合理设置收益共享契约参数,能够实现传统销售渠道与网络销售渠道的协调。为了实现双渠道供应链协调,零售商需将其传统销售渠道的部分收益共享给供应商,以换取较低的批发价格;供应商愿意提供较低的批发价格,而不愿共享较多的网络销售渠道收益。

**关键词** 双渠道供应链;收益共享契约;供应链协调;传统销售渠道;网络销售渠道

**中图分类号** S-9 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2023)01-0169-06

**doi**:10.3969/j.issn.0517-6611.2023.01.038

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



### Coordination of Agricultural Product Dual-channel Supply Chain Based on Revenue Sharing Contract

WANG Zuo-tie, LI Ping (School of Business, Quzhou University, Quzhou, Zhejiang 324000)

**Abstract** With the development of the Internet and e-commerce, more and more companies choose the dual-channel sales model, the network sales channels and the traditional sales channels coexist. The dual-channel sales model can achieve resource sharing and complementary advantages between channels, and better satisfy customers. Differentiate shopping preferences, increase customer loyalty, and increase supply chain efficiency. Through constructing the income sharing contract model of dual-channel supply chain, the problem of mixed channel coordination of agricultural product dual-channel supply chain composed of suppliers and retailers is studied. Discusses the supply chain coordination problem under the condition that the parameters of the revenue sharing contract change. The ultimate goal of the dual-channel supply chain coordination is to make the optimal decision of suppliers and retailers in the decentralized state equal to the optimal decision of the supply chain system in the centralized state. Therefore, this paper achieves the traditional sales channel and network sales by designing the parameters of the revenue sharing contract. In order to achieve dual-channel supply chain coordination, retailers need to share most of their traditional sales channel revenue with suppliers in exchange for lower wholesale prices; suppliers are willing to provide lower wholesale prices rather than share more revenue from online sales channels.

**Key words** Dual-channel supply chain; Revenue sharing contract; Supply chain coordination; Traditional sales channels; Online sales channels

随着互联网及电子商务的快速发展,越来越多的企业选择网络销售渠道与传统销售渠道并存的双渠道销售模式,双渠道销售模式可以实现渠道间资源共享与优势互补,更好地满足顾客差异化购物偏好、提升客户忠诚度、提高供应链效率<sup>[1-2]</sup>。在国内,随着新零售的风口诞生了盒马鲜生和超级物种等农产品网络销售渠道,试图抢占更多线上农产品消费者。我国蔬菜、水果等农产品产量世界第一,各级政府也高度重视农产品行业的发展,出台了多项促进农产品流通的政策法规。由于农产品的易变质、易腐烂、生命周期短、新鲜度要求高、流通过程中损耗巨大、残值几乎为零等特性,导致我国农产品流通环节损耗率高达30%,远高于发达国家5%的平均损耗水平,每年造成经济损失约1000亿元,农产品流通效率亟待提高<sup>[3-5]</sup>。因此,运用供应链管理理论及方法研究农产品供应链协调具有理论及现实意义<sup>[6]</sup>。

目前,关于农产品供应链的研究主要集中在2个方面:一是关于农产品供应链的特性、定价及补货等策略的研究,

已有较多学者进行了相关研究,这些成果为农产品供应链协调的研究提供了有益的思路。二是关于农产品供应链协调的相关研究,熊峰等<sup>[7]</sup>从关系契约对供应链利润影响的视角研究了农产品供应链关系契约的稳定性。林略等<sup>[8-9]</sup>、赵霞等<sup>[10]</sup>从收益共享契约的视角研究了农产品供应链协调问题。但斌等<sup>[11]</sup>、陈军等<sup>[12]</sup>也分别从不同视角研究了损耗约束下的农产品供应链协调问题。

在双渠道供应链的已有文献中,Dumrongiriri<sup>[13]</sup>认为开拓网络销售渠道能够增加供应链整体收益。Chiang等<sup>[14]</sup>基于消费者对网络销售渠道接受度的视角,研究了网络销售渠道给传统销售渠道带来的额外收益。Tsay等<sup>[15]</sup>基于分销商销售努力的视角,研究得出网络销售渠道能够增加传统销售渠道的收益。Cattani等<sup>[16]</sup>基于渠道便利性因素,研究了双渠道供应链中产品定价问题。邱若臻等<sup>[17]</sup>通过信息共享因素,研究了双渠道供应链中的价格协调问题。Yan等<sup>[18]</sup>研究了双渠道之间的竞争对于产品价格和利润的影响。晏妮娜等<sup>[19]</sup>基于消费者价格敏感度,提出了双渠道供应链协调策略。谢庆华等<sup>[20]</sup>通过数量折扣契约,研究了双渠道供应链收益改进问题。Chiang<sup>[21]</sup>设计了库存成本共担与网络销售渠道收益共享的组合契约实现了双渠道供应链协调。Chen等<sup>[22]</sup>通过Stackelberg博弈模型协调双渠道供应链的价格及利润。Xu等<sup>[23]</sup>基于消费者风险厌恶视角,通过双向收益共

**基金项目** 浙江省教育厅科研资助项目(Y202250381);黑龙江省哲学社会科学项目(21EDE309);衢州学院科研启动经费资助项目(BSYJ202133)。

**作者简介** 王作铁(1984—),男,辽宁辽阳人,副教授,博士,从事物流与供应链管理研究。\*通信作者,副教授,博士,从事美丽经济与共同富裕研究。

**收稿日期** 2022-02-12;修回日期 2022-10-10

享契约模型协调双渠道供应链。

综上所述,国内外学者对于一般产品的双渠道供应链协调研究成果较多,在农产品双渠道供应链协调方面也有初步研究。由于农产品具有新鲜度随时间不断下降且易腐败等特性,对市场需求及供应链决策有直接影响,使其网络销售渠道与传统销售渠道的协调较其他不宜变质的产品更为复杂和困难<sup>[24]</sup>。为此,笔者在充分考虑农产品特点的基础上,针对由供应商与零售商组成的农产品双渠道供应链,通过构建收益共享契约模型,协调农产品双渠道供应链。

1 模型假设与参数说明

1.1 模型假设 考虑由完全理性且风险偏好中性的供应商与零售商组成的农产品双渠道供应链,在传统销售渠道中,供应商以单位批发价格将农产品批发给零售商,零售商以单位价格  $p_r$  将农产品销售给顾客;同时供应商开拓网络销售渠道,以单位价格  $p_s$  将成本为  $c$  的农产品直接销售给顾客(图1)。

作如下假设:①在一个销售周期内,传统销售渠道与网络销售渠道中的农产品都能够完成销售,不考虑农产品剩余问题;②消费者只选择一种渠道购买农产品,且对渠道无特

定偏好;③不考虑缺货信誉损失。

$a$  为农产品总需求量,  $s$  为传统销售渠道所占市场份额,  $\delta(0 < \delta < 1)$  代表渠道内价格需求弹性,  $\theta(0 < \theta < 1)$  代表渠道间价格替代弹性,由农产品双渠道供应链中的现实情况可知,  $\delta > \theta$  即价格需求弹性大于价格替代弹性。

传统销售渠道中农产品需求量:

$$D_r = sa - \delta p_r + \theta p_s \tag{1}$$

网络销售渠道中农产品需求量:

$$D_s = (1-s)a - \delta p_s + \theta p_r \tag{2}$$

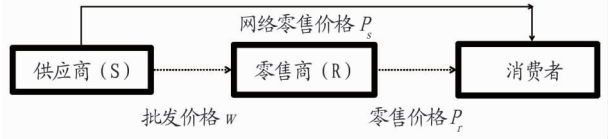


图1 农产品双渠道供应链理论模型

Fig.1 Theoretical model of agricultural product dual channel supply chain

1.2 参数说明 农产品双渠道供应链模型各参数说明见表1。

表1 农产品双渠道供应链模型各参数说明

Table 1 Descriptions of parameters of agricultural products dual channel supply chain model

参数 Parameter	参数定义 Parameter definition	参数 Parameter	参数定义 Parameter definition
$c$	单位农产品生产成本	$a$	农产品总需求量
$w$	单位农产品批发价格	$s$	传统销售渠道所占市场份额
$p_r$	传统销售渠道中单位农产品价格	$D_r$	传统销售渠道中农产品需求量
$p_s$	网络销售渠道中单位农产品价格	$D_s$	网络销售渠道中农产品需求量
$\delta$	渠道内价格需求弹性	$1-\lambda(0 < \lambda < 1)$	供应商将网络销售渠道收益分享给零售商的比例
$\theta$	渠道间价格替代系数	$1-\beta(0 < \beta < 1)$	零售商将传统销售渠道收益分享给供应商的比例

2 农产品双渠道供应链集中决策

在农产品双渠道供应链集中决策模型下,供应商与零售商以供应链整体利润最大化为目标,不考虑供应链内部交易过程。

农产品双渠道供应链集中决策时的利润函数:

$$\pi_1 = (p_r - c)D_r + (p_s - c)D_s = (p_r - c)(sa - \delta p_r + \theta p_s) + (p_s - c)((1-s)a - \delta p_s + \theta p_r) \tag{3}$$

定理1:农产品双渠道供应链集中决策时,传统销售渠道

最优定价为  $p_{r1} = \frac{[\delta s - \theta(1-s)]a + (\delta^2 - \theta^2)c}{2(\delta^2 - \theta^2)}$ ;网络销售渠道最

优定价为  $p_{s1} = \frac{[\delta(1-s) + \theta s]a + (\delta^2 - \theta^2)c}{2(\delta^2 - \theta^2)}$ 。

证明:式(3)对  $p_r, p_s$  求二阶偏导数,分别为  $\frac{\partial^2 \pi_1}{\partial p_r^2} = 2\delta < 0$ ;

$\frac{\partial^2 \pi_1}{\partial p_s^2} = 2\delta < 0$ 。则  $\pi_1$  对  $p_r, p_s$  的二阶海塞矩阵为  $H_1 =$

$$\begin{bmatrix} -2\delta & 2\theta \\ 2\theta & 2\delta \end{bmatrix}$$

其一阶主子式为  $-2\delta < 0$ ,所以  $\delta^2 - \theta^2 > 0$  时,二阶海塞矩阵  $H_1$  为负定,  $\pi_1$  是  $p_r, p_s$  的凹函数,  $p_r, p_s$  有最优解。

$$\text{令 } \frac{\partial \pi_1}{\partial p_r} = sa - 2\delta p_r + (\delta - \theta)c + 2\theta p_s = 0$$

得到农产品双渠道供应链集中决策模式下,传统销售渠道最优价格:

$$p_{r1} = \frac{sa + (\delta - \theta)c + 2\theta p_{s1}}{2\delta} \tag{4}$$

$$\text{令 } \frac{\partial \pi_1}{\partial p_s} = (1-s)a - 2\delta p_s + 2\theta p_r + (\delta - \theta)c = 0$$

得到农产品双渠道供应链集中决策模式下,网络销售渠道最优价格:

$$p_{s1} = \frac{(1-s)a + (\delta - \theta)c + 2\theta p_{r1}}{2\delta} \tag{5}$$

将式(4)、(5)互相代入,得到:

$$p_{r1} = \frac{[\delta s - \theta(1-s)]a + (\delta^2 - \theta^2)c}{2(\delta^2 - \theta^2)} \tag{6}$$

$$p_{s1} = \frac{[\delta(1-s) + \theta s]a + (\delta^2 - \theta^2)c}{2(\delta^2 - \theta^2)} \tag{7}$$

定理1得证。

集中决策时,双渠道供应链中传统销售渠道农产品需求量:

$$D_{r1} = sa - \delta p_{r1} + \theta p_{s1}$$

$$= \frac{(\delta^2 - \theta^2)sa + 2\delta\theta(1-s)a - (\delta - \theta)(\delta^2 - \theta^2)c}{2(2\delta - \theta^2)}$$

双渠道供应链中网络销售渠道农产品需求量:

$$D_{s1} = (1-s)a - \delta p_s + \theta p_r =$$

$$\pi_1 = (p_{r1} - c)D_{r1} + (p_{s1} - c)D_{s1} = \frac{2\delta\theta[sa\theta - (1-2s)a - \delta^2] + [2(1-s)a - 1]\theta^2 + [a^2 + 2(1-4s)a\delta^2 + \delta^4]c}{4(\delta^2 - \theta^2)^2}$$

### 3 农产品双渠道供应链分散决策

在农产品双渠道供应链分散决策模式下,零售商与供应商只考虑自身利润最大化,而不考虑供应链整体利润最大化。

零售商利润函数为

$$\pi_{r2} = (p_r - w)D_r = (p_r - w)(sa - \delta p_r + \theta p_s) \quad (8)$$

供应商利润函数为

$$\pi_{s2} = (w - c)D_r + (p_s - c)D_s = (w - c)(sa - \delta p_r + \theta p_s) + (p_s - c)(1-s)a - \delta p_r + \theta p_r \quad (9)$$

定理 2:农产品双渠道供应链分散决策时,传统销售渠道

最优定价为  $p_{r2} = \frac{(3\delta^2 - \theta^2)sa + 2\theta\delta(1-s)a + (\delta + \theta)(\delta^2 - \theta^2)c}{4\delta(\delta^2 - \theta^2)}$ ; 网

络销售渠道最优定价为  $p_{s2} = \frac{\delta(1-s)a + \theta sa + (\delta^2 - \theta^2)c}{2\delta(\delta^2 - \theta^2)}$ 。

证明:使用逆向归纳法,零售商根据供应商的批发价格  $w$  和网络销售渠道价格  $p_s$  制定传统零售渠道价格  $p_r$ , 以实现自身利润最大化。

式(8)对  $p_r$  求一阶偏导数:

$$\frac{\partial \pi_{r2}}{\partial p_r} = sa - 2\delta p_r + \theta p_s + \delta w \quad (10)$$

式(8)对  $p_r$  求二阶偏导数  $\frac{\partial^2 \pi_{r2}}{\partial p_r^2} = -2\delta < 0$ , 所以  $\pi_{r2}$  为  $p_r$

的凹函数,  $p_r$  有最大值。

$$\text{令式(10) } \frac{\partial \pi_{r2}}{\partial p_r} = sa - 2\delta p_r + \theta p_s + \delta w = 0$$

得传统销售渠道最优价格

$$p_r = \frac{sa + \delta w + \theta p_s}{2\delta} \quad (11)$$

将式(11)带入到式(9)中,

分别令  $\frac{\partial \pi_{s1}}{\partial p_s} = 0$ ;  $\frac{\partial \pi_{s1}}{\partial w} = 0$  得到:

$$p_{s2} = \frac{\delta(1-s)a + \theta sa + (\delta^2 - \theta^2)c}{2\delta(\delta^2 - \theta^2)} \quad (12)$$

$$w = \frac{\theta(1-s)a + \delta sa + (\delta^2 - \theta^2)c}{2(\delta^2 - \theta^2)} \quad (13)$$

将式(12)、(13)带入到式(11)中,得到:

$$p_{r2} = \frac{(3\delta^2 - \theta^2)^2 sa + 2\theta\delta(1-s)a + (\delta + \theta^2)(\delta^2 - \theta^2)c}{4\delta(\delta^2 - \theta^2)} \quad (14)$$

定理 2 得证。

$$D_{r2} = sa - \delta p_r + \theta p_s = \frac{sa - (\delta - \theta)c}{4}$$

$$D_{s2} = (1-s)a - \delta p_r + \theta p_r,$$

$$\frac{(\delta^2 - 3\theta^2)(1-s)a - (\delta - \theta)(\delta^2 - \theta^2)c}{2(2\delta - \theta^2)}$$

为方便计算与论述,设  $\delta^2 - \theta^2 = A$ , 由前文假设可知  $A > 0$ 。

双渠道供应链集中决策时的利润:

$$= \frac{\theta(\delta^2 - \theta^2)sa - 2\delta\theta^2(1-s)a + (\theta^2 + \theta\delta^2 - 2\delta^2)(\delta^2 - \theta^2)c}{4\delta(\delta^2 - \theta^2)}$$

定理 3:农产品双渠道供应链中分散决策模式下的传统销售渠道最优价格大于集中决策模式下的传统销售渠道最优价格,农产品双渠道供应链不能实现协调,即  $p_{r2} > p_{r1}$ 。

证明:

$$p_{r2} - p_{r1} = \frac{(3\delta^2 - \theta^2)sa + \theta\delta(1-s)a + (\delta + \theta)(\delta^2 - \theta^2)c}{4\delta(\delta^2 - \theta^2)} - \frac{[\delta s - \theta(1-s)]a + (\delta^2 - \theta^2)c}{2(\delta^2 - \theta^2)} = \frac{(\delta^2 - \theta^2)sa + 3\theta\delta(1-s)a + (\delta - \theta)(\delta^2 - \theta^2)c}{4\delta(\delta^2 - \theta^2)} \quad (15)$$

由前文假设可知  $\delta > \theta$ , 所以式(15)即  $p_{r2} - p_{r1} > 0$ 。

定理 3 得证,即农产品双渠道供应链无法实现协调。

### 4 农产品双渠道供应链收益共享契约模型

双渠道供应链协调的目的是克服双重边际效应的影响,使得在契约协调机制下,双渠道各自最优决策等于供应链集中模式下的最优决策,既供应商和零售商各自的收益均不低于契约协调前的收益。因此,该研究尝试通过使用收益共享契约,使农产品双渠道供应链达成协调。

供应商开拓网络销售渠道后,为了减轻与传统销售渠道之间的渠道冲突,供应商将网络销售渠道收益的  $1 - \lambda$  ( $0 < \lambda < 1$ ) 共享给零售商;为了提高零售商销售积极性,供应商以较低的批发价格将农产品批发给零售商;零售商将传统销售渠道收益的  $1 - \beta$  ( $0 < \beta < 1$ ) 共享给供应商,形成农产品双渠道供应链收益共享契约。

零售商收益:

$$\pi_{r3} = (\beta p_r - w)D_r + (1 - \lambda)p_s D_s = (\beta p_r - w)(sa - \delta p_r + \theta p_s) + (1 - \lambda)p_s [(1-s)a - \delta p_r + \theta p_s] \quad (16)$$

供应商收益:

$$\pi_{s3} = [w - c + (1 - \beta)p_r]D_r + (\lambda p_s - c)D_s = [w - c + (1 - \beta)p_r](sa - \delta p_r + \theta p_s) + (\lambda p_s - c)[(1-s)a - \delta p_r + \theta p_r] \quad (17)$$

式(16)求  $p_r$  的一阶偏导数:

$$\frac{\partial \pi_{r3}}{\partial p_r} = \beta sa - 2\beta\delta p_r + \delta w + (1 - \lambda\beta)\theta p_s \quad (18)$$

$$\text{令式(18) } \frac{\partial \pi_{r3}}{\partial p_r} = \beta sa - 2\beta\delta p_r + \delta w + (1 - \lambda\beta)\theta p_s = 0$$

得到

$$p_{r3} = \frac{\beta sa + \delta w + (1 - \lambda + \beta)\theta p_s}{2\beta\delta} \quad (19)$$

将式(19)带入到式(17)中得到:

$$p_{r3} = \frac{(\beta+\lambda-1)(\beta+1)w-\beta c}{4\lambda\beta^2(\delta^2-\theta^2)+(1+\beta)(1-\beta-\lambda)^2\theta^2} \delta\theta+\beta^2(2\lambda\delta(1-s)+(1-\beta+\lambda)\theta)s)a+(2\beta^2\delta^2-\beta(1-\lambda+\beta)\theta^2)c \quad (20)$$

$$w = \frac{2(1-\lambda)\theta(\delta^2-\theta^2)cp_s^*+(1-\lambda)(\delta-\theta)c[\theta(sa-(\delta-\theta)c+2(\delta^2-\theta^2)c]}{\delta\theta(sa-(\delta-\theta)c)} \quad (21)$$

为了实现农产品双渠道供应链协调,就要使供应链各主体分散决策模式下与集中决策模式下的最优决策相等,即需满足:

$$p_{3r} = p_{1r} \quad (22)$$

$$p_{3s} = p_{1s} \quad (23)$$

将式(6)和式(19)代入式(22);将式(7)和式(20)带入式(23),得:

$$\beta = \frac{(1-\lambda)[\theta(sa-(\delta-\theta)c)+2c(\delta^2-\theta^2)]}{\theta(sa-(\delta-\theta)c)} \quad (24)$$

$$w = \frac{(1-\lambda)(2\theta c(\delta^2-\theta^2)+(\delta-\theta)c[\theta(sa-(\delta-\theta)c+2(\delta^2-\theta^2)c]}{\delta\theta(sa-(\delta-\theta)c)} \quad (25)$$

根据激励相容理论可知,若要农产品双渠道供应链节点企业都接受收益共享契约,需要确保农产品双渠道供应链各

节点企业协调后的收益不低于协调前分散决策下的收益,即必须满足:

$$\begin{cases} \pi_{s3} \geq \pi_{s2} \\ \pi_{r3} \geq \pi_{r2} \end{cases} \quad (26)$$

求解式(26)可得,  $0.46 \leq \lambda \leq 0.62$ 。

在  $\lambda, \beta, w$  的取值满足式(24)、(25)时,农产品双渠道供应链双方获得的收益都不小于收益共享契约前分散决策下各自获得的收益,农产品双渠道供应链能够实现协调。

### 5 讨论

假设消费市场的农产品潜在需求量  $\alpha=200$ ,渠道内价格需求弹性  $\delta=5$ ,促渠道间价格替代系数  $\theta=1$ ,生产商单位农产品生产成本  $c=2$ ,单位生鲜农产品批发价格  $w=4$ ,传统销售渠道所占市场份额  $s=0.6$ 。农产品供应链集中决策与分散决策下各最优决策结果对比见表2。

表2 集中决策与分散决策最优结果对比

Table 2 Comparison of optimal results between centralized decision and decentralized decision

类型 Type	$p_r$	$p_s$	$D_r$	$D_s$	$D$	$\pi_s$	$\pi_r$	$\pi$
集中决策 Centralized decision	11.83	11.83	72.67	32.67	105.34	N/A	N/A	1 035.69
分散决策 Decentralized decision	20.77	11.83	28.00	1.93	39.93	74.97	469.56	544.53

由表2可知,集中决策模式下,农产品供应链最优利润为1 035.49,而分散决策模式下,农产品供应链最优利润为544.53,系统利润损失了490.96。同时,集中决策模式下的

传统渠道零售价格低于分散决策下的传统渠道零售价格,而集中决策下的双渠道销售量明显大于分散决策下双渠道的销售量,验证了前文中的命题3。

表3 收益共享+成本共担+批发价折扣组合契约下调下参数灵敏度分析

Table 3 Sensitivity analysis of parameters under revenue sharing+cost sharing+wholesale price discount portfolio contract

$\lambda$	$\beta$	$w$	$p_r$	$p_s$	$D_r$	$D_s$	$\pi_m^3$	$\pi_r^3$	$\pi$
0.46	1.00	1.70	11.83	11.83	72.68	32.68	257.84	777.85	1 035.69
0.48	0.97	1.63	11.83	11.83	72.68	32.68	291.37	744.32	1 035.69
0.50	0.93	1.57	11.83	11.83	72.68	32.68	333.49	702.20	1 035.69
0.52	0.89	1.51	11.83	11.83	72.68	32.68	375.61	660.08	1 035.69
0.54	0.85	1.45	11.83	11.83	72.68	32.68	417.74	617.95	1 035.69
0.56	0.82	1.38	11.83	11.83	72.68	32.68	451.26	584.43	1 035.69
0.58	0.78	1.32	11.83	11.83	72.68	32.68	493.39	542.30	1 035.69
0.60	0.74	1.26	11.83	11.83	72.68	32.68	535.51	500.18	1 035.69
0.62	0.71	1.19	11.83	11.83	72.68	32.68	569.04	466.65	1 035.69

由前文及表3可知,只有当  $0.46 \leq \lambda \leq 0.60$  时才有现实意义。当  $\lambda < 0.46$  时,零售商留存的传统销售渠道收益将超过100%;当  $\lambda > 0.60$  时,零售商的收益小于缺协调之前的收益,契约协调不能成立。由表3可知,在农产品双渠道供应链收益共享契约协调下,随着供应商将网络销售渠道收益分享给零售商的比例逐渐变小,其批发价格折扣的比例越来越高,而零售商将传统销售渠道收益分享给供应商的比例逐渐变大。当  $\lambda$  在(0.46,0.62)变化时,农产品双渠道供应链中

的供应商与零售商的利润均高于分散决策模式。在双渠道收益共享契约协调下,农产品批发价格始终低于其生产成本  $c$ ,且随着批发价格逐渐降低,供应商分享到的传统销售渠道收益的比例逐渐提高,因此,能够保证农产品双渠道供应链保持长期合作。契约参数  $\lambda, \beta, w$  的取值范围取决于农产品双渠道供应链中的供应商与零售商的讨价还价能力。若双渠道中供应商讨价还价能力较强,则  $\lambda$  的取值会偏向0.62,若双渠道中零售商的讨价还价能力较强,则  $\lambda$  的取值会偏向

0.46。若农产品双渠道供应链想获得更多的收益,则生产商与零售商进行深度合作是双方的必然选择。

(1)渠道内价格需求弹性系数对农产品双渠道各自需求量的影响。当将渠道间价格替代系数设定为  $\theta=1$  时,从图 2 可以看出,随着供应链渠道内价格需求弹性系数的增加,农产品双渠道供应链中的传统销售渠道和网络销售渠道的需求量均不断减少,这说明农产品双渠道供应链内的消费者对农产品价格越敏感,提高价格会使 2 种渠道的农产品需求量同时降低。所以,农产品作为日常生活必需品,无论是通过传统销售渠道还是网络销售渠道进行销售时,只要是质量不差的农产品,消费者对其价格的敏感性更高。

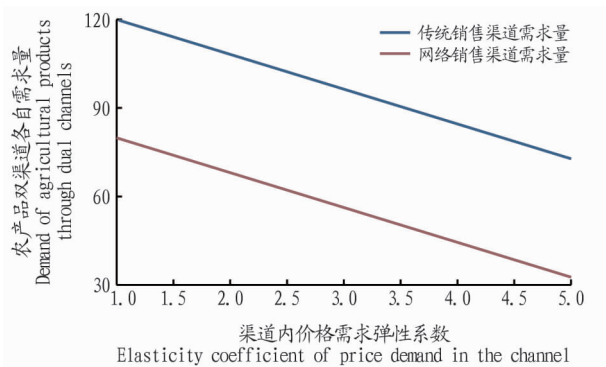


图 2 渠道内价格需求弹性系数对农产品双渠道各自需求量的影响

Fig.2 Effect of the price demand elasticity coefficient in the channel on the respective demand of agricultural products in dual channels

(2)渠道间价格替代系数对农产品双渠道各自需求量的影响。当将渠道内价格需求弹性系数设定为  $\delta=5$  时,从图 3 可以看出,随着供应链渠道间价格替代系数的增加,农产品双渠道供应链中的传统销售渠道和网络销售渠道的需求量不断增加,这说明农产品供应链双渠道间的价格差异越大,就会越激起消费者对农产品的购买欲望,使 2 种渠道的农产品需求量同时增加。所以,农产品作为日常生活必需品,无论是通过传统销售渠道还是网络销售渠道进行销售时,要在不同渠道间进行差异化定价,促进双渠道间农产品的需求量。

(3)组合契约协调前批发价格对农产品供应链双方利润的影响。由图 4 可知,在使用组合契约协调农产品供应链之前,生产商的利润随着批发价格的增加而提高,而零售商的利润随着批发价格的增加而降低。当  $w=27.5$  时,生产商与零售商的利润相等。

(4)组合契约协调后批发价格对农产品供应链双方利润的影响。由图 5 可知,在使用组合契约协调农产品供应链之后,生产商的利润随着批发价格的增加而提高,而零售商的利润随着批发价格的增加而降低。当  $w=1$  时,生产商与零售商的利润相等。由命题 5 可知,随着  $w$  的降低,生产商共享到零售商的收益比例  $1-v$  不断增加。这说明当生产商给予零售商的批发价格折扣越大时,生产商共担零售商的促销成本的比例越大,生产商从零售商处获得的共享收益越多。

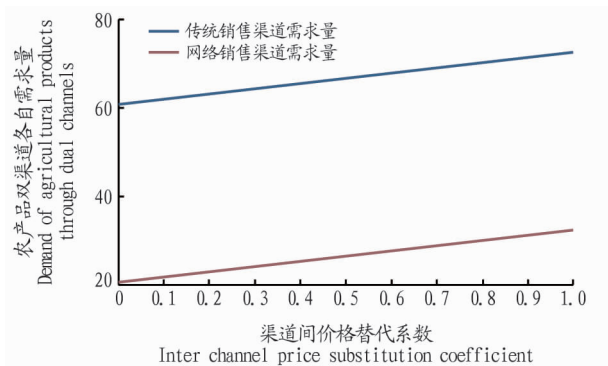


图 3 渠道间价格替代系数对农产品双渠道各自需求量的影响  
Fig.3 Effect of price substitution coefficient between channels on respective demand of agricultural products through dual channels

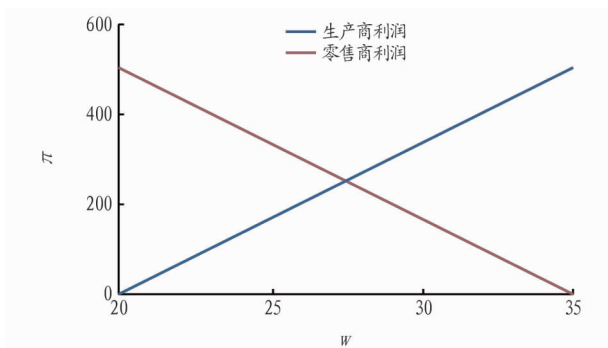


图 4 组合契约协调前批发价格对农产品供应链双方利润的影响  
Fig.4 Effect of wholesale price on profits of both sides of agricultural product supply chain before coordination of portfolio contract

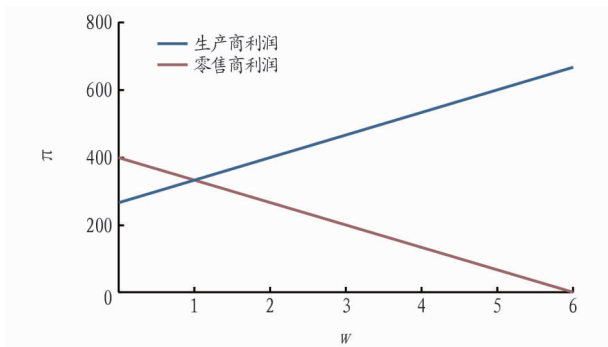


图 5 组合契约协调后批发价格对农产品供应链双方利润的影响  
Fig.5 Effect of wholesale price on the profits of both parties in the agricultural product supply chain after the coordination of portfolio contracts

通过对  $\lambda$ 、 $\beta$ 、 $w$  各自的数值进行分析,可以得出,若供应商的农产品批发价格  $w$  降低,则供应商共享的网络销售渠道收益的比例  $(1-\lambda)$  将降低;反之,供应商共享的网络销售渠道收益的比例  $(1-\lambda)$  将增加。若零售商共享的传统销售渠道收益比例  $(1-\beta)$  降低,则供应商更愿意以降低农产品批发价格来换取更高的传统销售渠道收益  $(1-\beta)$  比例,而不愿意通过提高共享网络销售渠道收益比例  $(1-\lambda)$ 。

## 6 结论与启示

该研究在充分考虑农产品双渠道供应链特点的情况下,

通过构建农产品双渠道供应链收益共享契约模型,探讨了收益共享契约参数变化情况下的供应链协调问题。双渠道供应链协调的最终目的是使分散状态下供应商和零售商的最优决策等于集中状态下供应链系统的最优决策,因此通过设计收益共享契约参数实现了传统销售渠道与网络销售渠道的协调。为了实现双渠道供应链协调,零售商需将其传统销售渠道收益的大部分共享给供应商,以换取较低的批发价格;供应商愿意提供较低的批发价格,而不愿共享较多的网络销售渠道收益。该研究通过收益共享契约协调农产品双渠道供应链,未来将考虑通过多契约组合的形式进一步研究农产品双渠道供应链协调的相关问题。

### 参考文献

- [1] 陈远高,刘南. 存在差异性产品的双渠道供应链协调研究[J]. 管理工程学报,2011,25(2):239-244.
- [2] VISWANATHAN S. Competing across technology-differentiated channels: The impact of network externalities and switching costs [J]. Management science,2005,51(3):483-496.
- [3] 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.
- [4] 陈军,但斌. 生鲜农产品的流通损耗问题及控制对策[J]. 管理现代化,2008(4):19-21.
- [5] 王冲,陈旭. 农产品价格上涨的原因与流通改革的思路探讨[J]. 中国软科学,2012(4):11-17.
- [6] 王冲,唐曼萍,王莉莉. 基于 Stackelberg 博弈的生鲜农产品供应链决策研究[J]. 软科学,2013,27(4):99-101,105.
- [7] 熊峰,彭健,金鹏,等. 生鲜农产品供应链关系契约稳定性影响研究:以冷链设施补贴模式为视角[J]. 中国管理科学,2015,23(8):102-111.
- [8] 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.
- [9] 邱慧,李雷,杨怀珍. 考虑产出率影响销售价格的农产品供应链利益协调模型[J]. 系统科学学报,2022,30(2):81-85.

(上接第161页)

- [8] 金心怡,孙云,孙威江,等. 清香型乌龙茶生产加工新技术专题(一)清香型乌龙茶品质特征与发展现状[J]. 中国茶叶,2007,29(1):12-13.
- [9] 李丹阳,韩明红,王妮妮,等. 不同季节红茶的感官品质及内含成分分析[J]. 落叶果树,2016,48(6):20-22.
- [10] 顾谦,陆锦时,叶宝存. 茶叶化学[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社,2002:78-79.
- [11] 王辉,刘亚芹,周汉琛,等. 不同萎凋处理的红茶加工过程中氨基酸和儿茶素组分的动态变化研究[J]. 中国茶叶加工,2018(4):29-34.
- [12] 陈昌辉,杜晓,齐桂年. 工夫红茶主要内含成分与品质的相关性分析[J]. 食品科技,2011,36(9):83-87.

(上接第168页)

- [3] SINGH R,TRIVEDI P,BAWANKULE D U,et al. HILIC quantification of Oenotheralosterol A and B from *Oenothera biennis* and their suppression of IL-6 and TNF- $\alpha$  expression in mouse macrophages[J]. Journal of ethnopharmacology,2012,141(1):357-362.
- [4] SINGH S,KAUR R,SHARMA S K. An updated review on the *Oenothera* genus[J]. Journal of Chinese integrative medicine,2012,10(7):717-725.
- [5] 马文君,齐宝坤,李杨,等. 超声辅助水酶法提取月见草籽油的研究[J]. 中国食物与营养,2015,21(4):54-58.
- [6] 李瑞,梁永林,阙欢,等. 响应面法优化云南核桃分心木多酚提取工艺

- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] DUMRONGSIRI A. A supply chain model with direct and retail channels [J]. European journal of operational research,2008,187(3):691-718.
- [14] CHIANG W Y K,CHHAJED D,HESS J D. Direct marketing, indirect profits: A strategic analysis of dual-channel supply-chain design[J]. Management science,2003,49(1):1-20.
- [15] TSAY A A,AGRAWAL N. Channel conflict and coordination in the E-commerce age[J]. Production and operations management,2004,13(1):93-110.
- [16] CATTANI K,GILLAND W,HEESE H S,et al. Boiling frogs:Pricing strategies for a manufacturer adding a direct channel that competes with the traditional channel [J]. Production and operations management,2006,15(1):40-56.
- [17] 邱若臻,黄小原,葛汝刚. 信息共享条件下供应链在线与传统销售渠道协调定价[J]. 管理工程学报,2009,23(4):74-78.
- [18] YAN R L,PEI Z. Retail services and firm profit in a dual-channel market [J]. Journal of retailing and consumer services,2009,16(4):306-314.
- [19] 晏妮娜,黄小原,刘兵. 电子市场环境供应链双源渠道主从对策模型[J]. 中国管理科学,2007,15(3):98-102.
- [20] 谢庆华,黄培清. Internet 环境下混合市场渠道协调的数量折扣模型[J]. 系统工程理论与实践,2007,27(8):1-11.
- [21] CHIANG W Y K. Product availability in competitive and cooperative dual-channel distribution with stock-out based substitution[J]. European journal of operational research,2010,200(1):111-126.
- [22] CHEN J,ZHANG H,SUN Y. Implementing coordination contracts in a manufacturer Stackelberg dual-channel supply chain[J]. Omega,2012,40(5):571-583.
- [23] XU G Y,DAN B,ZHANG X M,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.
- [24] 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.

- [13] 宛晓春. 茶叶生物化学[M]. 3版. 北京:中国农业出版社,2003:76-187.
- [14] ROBERTS E A H,MYERS M. The phenolic substances of manufactured tea. VI. The preparation of theaflavin and of theaflavin gallate[J]. Journal of the science of food and agriculture,1959,10(3):176-179.
- [15] 孙红,唐良生. 绿茶品质与茶多酚、氨基酸、水浸出物含量关系的分析[J]. 茶叶通讯,1985(2):21-25.
- [16] 钟兴刚,黄怀生,郑红发,等. 保靖黄金茶-优质红茶适制性分析研究[J]. 茶叶,2015,41(4):188-191.
- [17] 徐燕,朱创,郇玲玲,等. 红茶化学成分及生理活性的研究进展[J]. 安徽农业大学学报,2020,47(5):687-696.

- [J]. 西南林业大学学报,2021,41(2):159-165.
- [7] 黄雅,陈华国,周欣,等. 黔产接骨草中总多酚的含量测定及抗氧化活性研究[J]. 天然产物研究与开发,2017,29(2):255-263.
- [8] 李月,纪乃茹,李健,等. 红毛藻多酚提取工艺优化及抗氧化活性[J]. 食品工业科技,2021,42(7):156-161.
- [9] WANG B N,LIU L G,HUANG Q Y,et al. Quantitative assessment of phenolic acids,flavonoids and antioxidant activities of sixteen jujube cultivars from China[J]. Plant foods for human nutrition,2020,75(2):154-160.
- [10] 曾媛媛,全涛,黄昆仑. 石菖蒲多酚的提取工艺、组成成分分析及生物活性评价的研究进展[J]. 食品工业科技,2021,42(20):384-390.