

控制与决策

Control and Decision

联合定价下果农对零售商的选择与优化

凌六一, 俞宝, 董玉凤, 胡中菊

引用本文:

凌六一, 俞宝, 董玉凤, 等. 联合定价下果农对零售商的选择与优化[J]. *控制与决策*, 2021, 36(3): 747–753.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.0564>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

模糊环境下考虑零售商风险偏好的绿色供应链博弈模型

Modeling green supply chain games considering retailer's risk preference in fuzzy environment

控制与决策. 2021, 36(3): 711–723 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.0646>

制造商竞争下创新投资对零售商信息分享策略的影响

Optimal information sharing strategy for retailer under competitive manufacturers' innovation investment

控制与决策. 2020, 35(12): 3006–3016 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.0377>

损失厌恶下考虑参照利润效应的供应链决策模型

Decision model of supply chain considering reference profit under loss aversion

控制与决策. 2020, 35(11): 2810–2816 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.0094>

库存水平影响需求下变质品订购、定价和保鲜技术投资的联合决策

Ordering, pricing and preservation technology investment decision for perishable items with inventory-level-dependent demand

控制与决策. 2020, 35(11): 2578–2588 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.0195>

低碳环境下双渠道供应链线上线下广告策略的微分博弈分析

Differential game analysis of online and offline advertising strategies in a dual channel supply chain under low-carbon background

控制与决策. 2020, 35(11): 2707–2714 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2018.1721>

联合定价下果农对零售商的选择与优化

凌六一¹, 俞宝¹, 董玉凤^{2†}, 胡中菊¹

(1. 中国科学技术大学 管理学院, 合肥 230026; 2. 浙江理工大学 经济管理学院, 杭州 310018)

摘要: 运用斯坦伯格博弈模型, 分析联合定价策略下生产两种具有一定替代性水果的果农对下游零售商的选择与优化问题. 果农对零售商的选择方案有两种: 一是将两种水果同时批发给一个零售商; 二是将两种水果分别批发给两个不同的零售商. 采用“批发价+利润率”的定价模式分析上述两种情形下果农和零售商的最优决策, 并进一步对比得出果农对零售商的最优选择方案. 研究表明: 两种方案下果农的批发价决策不变, 但第2种方案下零售商对水果的利润率降低, 导致水果的售价降低, 从而增加消费者市场的需求, 能够进一步促进果农的生产, 提高果农的利润. 算例分析表明, 水果替代性增强时, 为了刺激水果的销量, 果农将提高两种水果的批发价, 从而提高其利润.

关键词: 水果供应链; 产品替代性; 联合定价; 利润率; 斯坦伯格博弈; 农产品

中图分类号: F274 文献标志码: A

DOI: 10.13195/j.kzyjc.2019.0564

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



引用格式: 凌六一, 俞宝, 董玉凤, 等. 联合定价下果农对零售商的选择与优化[J]. 控制与决策, 2021, 36(3): 747-753.

Fruit-producer's strategy of selecting and optimizing retailers under joint-pricing

LING Liu-yi¹, YU Bao¹, DONG Yu-feng^{2†}, HU Zhong-ju¹

(1. School of Management, University of Science & Technology of China, Hefei 230026, China; 2. School of Economics and Management, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Using a Stackelberg game model, this paper analyzes the problem of selecting downstream retailers for a fruit-producer who produces two kinds of fruits with partial substitutability under a joint-pricing strategy. There are two schemes for the fruit-producer wholesaling its fruits: one is wholesaling both of the fruits to one retailer, the other is wholesaling them to two different retailers separately. Through analyzing the two schemes under the wholesale-price and profit margin pricing strategy, it is concluded that, the fruit-producer's decisions of wholesale price remain the same in both schemes, while the retailers reduce their profit margin in the second scenario, which increases the total demand of the retail market and further stimulates the fruit-producer's investment, leading to an improvement in the fruit-producer's profit. Numerical results show that as the substitution rate of two fruits increases, the fruit producer will increase its wholesale prices to stimulate consumption, leading to an increase of the profit.

Keywords: fruit supply chain; product substitutability; joint-pricing; profit margin; Stackelberg game; agricultural products

0 引言

随着我国农业农村改革的深入推进, 国家强调优化农业产业布局, 推进种植业转型升级, 推动农业规模化 and 多元化经营. 多元化生产是应对产出波动风险和市场风险的有效方式, 最终优化生产要素的配置, 增加农户的利润并提高农业劳动力效率. 与传统的生产单一农产品的方式相比, 多元化生产会导

致农户营销模式的改变: 单一产品的最佳营销模式是将产品批发给单一零售商, 这种方式既能节约销售成本, 又能加强与下游零售商之间的合作关系. 例如, 近年来兴起的农产品电商模式下, 农户往往将产品批发给某个专注于售卖农产品的电商进行销售, 如顺丰优选. 然而, 生产多种农产品的农户该如何选择零售商从而有效提高其利润呢? 是将所有产品批发给单

收稿日期: 2019-04-29; 修回日期: 2019-09-05.

基金项目: 国家自然科学基金项目(71671175, 71701186, 71631006); 教育部人文社科基金项目(17YJCZH039); 浙江省自然科学基金项目(LQ17G010004).

责任编辑: 梁樑.

†通讯作者. E-mail: yfdong@zstu.edu.cn.

一零售商,还是将不同的产品分别批发给不同的零售商?本文针对这个问题展开探讨.

学术界广泛探讨了含有多种相关产品的供应链问题.周礼南等^[1]建立了生产商同时生产普通农产品和有机农产品的生鲜农产品供应链网络均衡模型,证明虽然生产商可能会经历波折但生产有机农产品有助于生产商和零售商实现增收.Perlman等^[2]研究了分别生产有机农产品和传统农产品的两个农户通过直销渠道销售农产品,并同时产品批发给同一个零售商的双渠道供应链模型.胡新学等^[3]研究了可替代农产品的采购问题,表明普通农产品的替代效用越大,零售商越倾向选择双源采购策略.王志江^[4]分析了生产两种具有替代性产品的企业之间的竞争关系,表明产品替代性程度增加,由于竞争更加激烈,两企业长期共谋合作比较困难,但是从总体上看,产品替代性程度对企业间长期是否共谋合作影响很小.不少文献研究了替代产品或互补产品的价格对产品需求的影响^[5-6];生产多种相关产品的生产商可以对多种产品进行联合定价从而提高利润.杨慧等^[7]证明了单周期替代产品的联合定价决策模型能提高企业利润水平.牟德一等^[8]指出了供应商和零售商的联合定价策略能够改进供应链绩效.杨广青等^[9]构建了两种具有替代性影响的产品的反需求函数,分析了两种产品的联合定价及产品替代性的影响.张雅琪等^[10]构建了两种可替代性产品之间的联合价格反函数,分析了统一批发价格和批发价格歧视两种情形下,产品可替代程度对供应链交叉选择的影响.

由此可见,不少文献假定农户生产两种具有一定替代性的产品,但鲜有文献从农户如何将两种替代性产品批发给下游合作零售商以提高农户收益的角度进行探讨,且较少文献研究产品替代程度对农户收益的影响.王磊等^[11]通过构建零售商的生鲜农产品多品种订货模型,对比研究其联合订货决策和单独订货决策,但其假设多个生鲜农产品之间不存在相关性.因此,本文在假设农户生产两种具有替代性产品的基础上,研究如何选择下游零售商,并进一步分析产品替代性对供应链绩效的影响.

供应链中对下游合作伙伴的选择决策会影响成员之间的利益^[12-13].Louw等^[14]在南非大规模生产的农户垄断农产品市场的背景下,小型农户是否应该与超市建立合作关系给出了研究建议.在此基础上,不少文献进一步研究小型农户如何与超市等大型零售商建立合作关系以维护小型农户的利益^[15-16].

Federgruen等^[17]研究了经营多家农产品加工工厂的制造商如何应用合同农业(contract farming)选择农户以满足其工厂的随机生产需求.曹裕等^[18]研究了生鲜供应链中零售商面向付出保鲜努力的供应商和普通供应商时的最优货源选择问题.将产品销售给多个零售商时,Yang等^[19]指出了两零售商之间的竞争越激烈,制造商和零售商的定价越高.

由此可见,零售商的选择对提升农民收入具有重大意义.但是,虽然已有学者研究农户如何与零售商建立合作关系,但鲜有文献就农户如何将替代性产品批发给零售商进行深入分析.因此,本文分别建立一个果农与一个零售商,及一个果农与两个零售商合作的博弈模型,并将两种模型的研究结果进行对比,分析零售商数量的选择对果农收益的影响.

综上所述,本文研究生产两种具有一定替代性水果的果农该如何将水果批发给下游零售商,分析这种决策对果农和零售商及整个供应链绩效的影响,并进一步分析水果替代性对最优结果的影响.

1 问题描述

假设一个果农同时生产两种水果 a 和 b ,且这两种水果具有一定的替代性(如水蜜桃和黄桃),并将水果批发给零售商 A 和 B .需要说明的是,我国农产品供应链中,各农户的规模相差不大,生产的农产品同质性较高,因此可以将众多果农看成行动一致的相同个体^[20].此外,本文探讨果农为了提高利润,应该将两种具有一定替代性的水果同时批发给一个零售商还是分别批发给两个不同的零售商.因此,选择一个果农进行分析不会影响文章的结论.由于水果之间的替代性,水果 i 的需求同时受水果 i 和水果 j 价格的影响.假设市场的潜在需求为 $2D$, p_a 、 p_b 分别为 a 、 b 两种水果的价格,则消费者市场的需求可设为

$$q_i = D - k_1 p_i + k_2 p_j + \varepsilon_i.$$

其中: $i, j = a, b$,且 $i \neq j$; k_1 、 k_2 为价格影响系数.不影响研究结果,设 ε_i 为随机参数,在区间 $U[-\bar{\varepsilon}, \bar{\varepsilon}]$ 满足独立同分布,密度函数为 $f(\varepsilon_i)$.不同于一般产品,水果具有易腐性、时效性和季节性,因此导致水果需求随机的因素很多,例如生鲜农产品的易腐性^[21]、季节性导致顾客偏好改变^[22]、经济危机或经济衰退^[23]以及零售商对需求预测不准确^[24]等.因为产品 i 的价格直接影响产品 i 的需求,而替代品 j 的价格间接影响产品 i 的需求,所以假设 $k_1 > k_2 > 0$.设水果 a 、 b 的替代系数为 $\lambda = k_2/k_1$,且 $0 < \lambda < 1$, λ 越接近1,表明两种水果的替代性越强^[9].果农将 a 、 b 两种水果分别以批发价 w_a 、 w_b 批发给水果零售商,零售商增加利润

率 r_a 和 r_b 后将水果销售给顾客. 这种定价方式能够保证水果零售商获得非负单位利润. 此时水果 i 的零售价为 $p_i = (1 + r_i)w_i$.

果农面临的问题是如何选择下游零售商, 通常有两种方案: 一种是将两种水果都批发给一个零售商, 这种方式能够加强与零售商的合作关系; 另一种是将两种水果分别批发给两个不同的零售商 A 、 B , 即将水果 a 批发给零售商 A , 将水果 b 批发给零售商 B . 值得一提的是, 将两种水果同时批发给两个零售商的情形类似于第1种方案(只是增加了两个零售商之间的竞争行为), 因此不予考虑. 那么, 在以上两种方案下果农和零售商的决策是否相同? 哪种方案更有利于果农提高收益?

2 模型建立与求解

首先讨论果农将两种具有一定替代性的水果同时批发给一个零售商(情形1, 用下标1表示)和分别批发给两个不同零售商(情形2, 用下标2表示)时果农和零售商的最优决策, 然后比较两种情形的最优解, 从而分析果农选择零售商的最优策略.

构建果农与零售商之间进行的 Stackelberg 博弈模型, 假设果农是博弈领导者, 零售商是博弈跟随者. 事件发生的顺序为: 果农生产出水果后, 以一定的批发价将水果批发给零售商, 零售商在批发价的基础上增加一定的利润率, 再将水果销售给顾客. 因此, 虽然现实情况中果农一般是个体户, 零售商一般是企业, 果农相对零售商更为弱势, 但是在决策顺序上假设果农为博弈领导者是合理的^[25-26]. 此外, 本文假设果农为领导者是数学上的求解需要, 并不改变现实的决策结果.

2.1 单个零售商情形

此情形下果农将 a 、 b 两种水果以批发价 w_{i1} ($i = a, b$) 批发给一个零售商, 零售商增加利润率 r_{i1} ($i = a, b$) 后将水果销售给顾客, 两种水果的零售价分别为

$$\begin{aligned} p_{a1} &= (1 + r_{a1})w_{a1}, \\ p_{b1} &= (1 + r_{b1})w_{b1}. \end{aligned}$$

根据上节对水果需求量函数的假设, 两种水果的需求函数分别为

$$\begin{aligned} q_{a1} &= D - k_1 p_{a1} + \lambda k_1 p_{b1} + \varepsilon_{a1}, \\ q_{b1} &= D - k_1 p_{b1} + \lambda k_1 p_{a1} + \varepsilon_{b1}. \end{aligned}$$

因此, 果农和零售商的期望利润分别为

$$\pi_{f1}(w_{a1}, w_{b1}) = E[(w_{a1} - c_a)q_{a1} + (w_{b1} - c_b)q_{b1}], \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \pi_{r1}(r_{a1}, r_{b1}) &= \\ E[(r_{a1}w_{a1} - s_a)q_{a1} + (r_{b1}w_{b1} - s_b)q_{b1}]. \end{aligned} \quad (2)$$

其中: c_i 为果农生产水果 i 的生产成本, s_i 为零售商销售水果 i 的销售成本, $i = a, b$. 为了得到博弈均衡解, 采用逆向归纳法进行求解: 第1步, 在已知批发价的基础上零售商通过最大化期望利润决定其利润率; 第2步, 果农通过最大化其期望利润决定两种水果的批发价.

通过解 $\max_{r_{a1}, r_{b1}} \pi_{r1}(r_{a1}, r_{b1})$, 得到零售商对两种水果的最优利润率, 结果如命题1.

命题1 当果农将 a 、 b 两种水果同时批发给单个零售商时, 给定批发价 (w_{a1}, w_{b1}), 零售商的最优利润率 (r_{a1}, r_{b1}) 为

$$\begin{aligned} r_{a1} &= \frac{D}{2w_{a1}k_1(1-\lambda)} + \frac{s_a}{2w_{a1}} - \frac{1}{2}, \\ r_{b1} &= \frac{D}{2w_{b1}k_1(1-\lambda)} + \frac{s_b}{2w_{b1}} - \frac{1}{2}. \end{aligned} \quad (3)$$

证明 显然, 零售商的利润函数对利润率 (r_{a1}, r_{b1}) 连续. 令

$$\begin{aligned} A &= \frac{\partial^2 \pi_{r1}}{\partial r_{a1}^2} = -2k_1 w_{a1}^2 < 0, \\ B &= \frac{\partial^2 \pi_{r1}}{\partial r_{a1} \partial r_{b1}} = 2\lambda k_1 w_{a1} w_{b1} > 0, \\ C &= \frac{\partial^2 \pi_{r1}}{\partial r_{b1}^2} = -2k_1 w_{b1}^2 < 0, \end{aligned}$$

可得 $AC - B^2 > 0$, 所以零售商的利润函数是凹函数, 故存在最大值. 令 $\partial \pi_{r1} / \partial r_{a1} = 0$ 、 $\partial \pi_{r1} / \partial r_{b1} = 0$, 即可求得使利润 π_{r1} 达到最大的利润率 (r_{a1}, r_{b1}) 如式(3)所示. \square

由式(3)可知, 水果 i 的利润率只受该水果自身的批发价 w_{i1} 影响, 而不受替代水果 j 的批发价 w_{j1} 影响.

通过解 $\max_{w_{a1}, w_{b1}} \pi_{f1}(w_{a1}, w_{b1})$, 求得果农对两种水果的最优批发价, 结果如下.

命题2 当果农将 a 、 b 两种水果同时批发给单个零售商时, 其最优批发价 (w_{a1}^*, w_{b1}^*) 为

$$\begin{aligned} w_{a1}^* &= \frac{D}{2k_1(1-\lambda)} + \frac{c_a - s_a}{2}, \\ w_{b1}^* &= \frac{D}{2k_1(1-\lambda)} + \frac{c_b - s_b}{2}. \end{aligned} \quad (4)$$

证明同命题1, 此略.

由式(4)可知, 最优批发价与市场需求、水果替代性和自身的生产成本和销售成本有关, 而与替代水果的生产成本和销售成本无关.

将 (w_{a1}^*, w_{b1}^*) 代入式(2), 得到最优的利润率

(r_{a1}^*, r_{b1}^*) 为

$$\begin{aligned} r_{a1}^* &= \frac{1}{2} - \frac{k_1(1-\lambda)(c_a - 2s_a)}{D + k_1(1-\lambda)(c_a - s_a)}, \\ r_{b1}^* &= \frac{1}{2} - \frac{k_1(1-\lambda)(c_a - 2s_b)}{D + k_1(1-\lambda)(c_b - s_b)}. \end{aligned} \quad (5)$$

由式(5)可知,在单一零售商情形下,零售商的最优利润率只与水果的替代性、市场潜在需求以及产品自身的生产成本和销售成本有关,与另一种水果的生产成本和销售成本无关。

2.2 两个零售商情形

果农将两种具有一定替代性的水果 a 、 b 分别批发给两个零售商,两种水果的零售价分别为 $p_{a2} = (1 + r_{a2})w_{a2}$, $p_{b2} = (1 + r_{b2})w_{b2}$, 需求分别为

$$\begin{aligned} q_{a2} &= D - k_1 p_{a2} + \lambda k_1 p_{b2} + \varepsilon_{a2}, \\ q_{b2} &= D - k_1 p_{b2} + \lambda k_1 p_{a2} + \varepsilon_{b2}. \end{aligned}$$

因此,果农和两零售商 A 、 B 的期望利润分别为

$$\pi_{f2}(w_{a1}, w_{b1}) = E[(w_{a2} - c_a)q_{a2} + (w_{b2} - c_b)q_{b2}], \quad (6)$$

$$\pi_{r_a}(r_{a2}) = E[(r_{a2}w_{a2} - s_a)q_{a2}], \quad (7)$$

$$\pi_{r_b}(r_{b2}) = E[(r_{b2}w_{b2} - s_b)q_{b2}]. \quad (8)$$

同理,使用逆序归纳法求解.首先,分别解 $\max_{r_{a2}} \pi_{r_a}(r_{a2})$ 和 $\max_{r_{b2}} \pi_{r_b}(r_{b2})$, 求得两个零售商的最优利润率,结果如命题3所示。

命题3 当果农将两种水果分别批发给两个零售商时,给定批发价 (w_{a2}, w_{b2}) , 两个零售商的最优利润率决策 (r_{a2}^*, r_{b2}^*) 分别为

$$\begin{aligned} r_{a2} &= \frac{D}{k_1(2-\lambda)w_{a2}} + \frac{2(s_a + w_{a2}) + \lambda(s_b + w_{b2})}{(2+\lambda)(2-\lambda)w_{a2}} - 1, \\ r_{b2} &= \frac{D}{k_1(2-\lambda)w_{b2}} + \frac{2(s_b + w_{b2}) + \lambda(s_a + w_{a2})}{(2+\lambda)(2-\lambda)w_{b2}} - 1. \end{aligned} \quad (9)$$

证明同命题1,此略。

由式(9)可知,两个零售商的情形下,零售商的利润率不仅与市场潜在需求、自身的批发价有关,还与替代品的批发价有关。

上游果农通过利润最大化,即解 $\max_{w_{a2}, w_{b2}} \pi_{f2}(w_{a2}, w_{b2})$ 来决定水果的最优批发价,结果如命题4所示。

命题4 当果农将两种水果分别批发给两个零售商时,果农的最优批发价决策 (w_{a2}^*, w_{b2}^*) 为

$$w_{a2}^* = \frac{D}{2k_1(1-\lambda)} + \frac{c_a - s_a}{2},$$

$$w_{b2}^* = \frac{D}{2k_1(1-\lambda)} + \frac{c_b - s_b}{2}. \quad (10)$$

证明同命题1,此略。

将 (w_{a2}^*, w_{b2}^*) 代入式(9),可求得最优利润率 (r_{a2}^*, r_{b2}^*) 为

$$\begin{aligned} r_{a2}^* &= \frac{1}{(2-\lambda)M_a} \left((3-2\lambda)D + \frac{k_1(1-\lambda)L_a}{2+\lambda} \right) - 1, \\ r_{b2}^* &= \frac{1}{(2-\lambda)M_b} \left((3-2\lambda)D + \frac{k_1(1-\lambda)L_b}{2+\lambda} \right) - 1. \end{aligned} \quad (11)$$

其中: $L_i = 2(c_i + s_i) + \lambda(c_j + s_j)$, $M_i = D + k_1(1-\lambda)(c_i - s_i)$, $i, j = a, b$, 且 $i \neq j$ 。

由式(11)可知,两个零售商的情形下,零售商的最优利润率除了受水果的替代性、市场潜在需求、自身的生产成本和销售成本影响外,还受替代产品的生产成本和销售成本影响。

2.3 单个零售商情形和两个零售商情形的比较

性质1 不管果农将水果批发给单个零售商还是两个零售商,零售商的利润率都随果农批发价变大而减小。

证明 求式(3)和(9)关于批发价的一阶导数,得到

$$\begin{aligned} \frac{\partial r_{i1}}{\partial w_{i1}} &= -\frac{1}{2w_{i1}^2} \left(\frac{D}{k_1(1-\lambda)} + s_i \right) < 0, \\ \frac{\partial r_{i2}}{\partial w_{i2}} &= -\frac{1}{(2-\lambda)w_{i2}^2} \left(\frac{D}{k_1} + \frac{2s_i + \lambda(s_j + w_{j2})}{2+\lambda} \right) < 0. \quad \square \end{aligned}$$

零售商的单位利润等于利润率乘以批发价,即 $r_{ik}w_{ik}$, 所以当批发价提高时,零售商降低利润率也能获得足够高的单位利润.相反,如果此时零售商提高利润率,则较大的利润率意味着水果的零售价提高,导致消费者市场的需求减少,反而可能降低零售商的利润.因此,批发价升高时,零售商倾向降低其利润率。

性质2 果农将两种水果批发给单一零售商和两个零售商两种情形下,果农的批发价保持不变,即 $w_{i1}^* = w_{i2}^* = w_i^* = \frac{D}{2k_1(1-\lambda)} + \frac{c_i - s_i}{2}$ 。

由式(4)和(10)可知性质2成立.性质2表明果农的批发价与其如何选择下游零售商无关。

性质3 $\sum q_{i2}^* > \sum q_{i1}^*$, $i = a, b$ 。

证明 将式(3)和(4)代入相应需求函数可得

$$\begin{aligned} \sum q_{i1}^* &= q_{a1}^* + q_{b1}^* = \\ &= \frac{1}{4} [2D - k_1(1-\lambda)(c_a + c_b + s_a + s_b)], \end{aligned}$$

将式(9)和(11)代入需求函数可得

$$\sum q_{i2}^* = q_{a2}^* + q_{b2}^* = \frac{1}{2(2-\lambda)}[2D - k_1(1-\lambda)(c_a + c_b + s_a + s_b)],$$

由于 $0 < \lambda < 1$, 有 $\sum q_{i2}^* > \sum q_{i1}^*$. \square

与单个零售商的情形相比,两个零售商时消费者市场的需求增加了,进而刺激了果农的生产决策.批发价决定了产品的零售价,零售价进一步决定零售市场的需求量.由于两种情形下的批发价相等,零售市场需求的差异体现在两种情形下利润的变化上.如下性质4将进一步表明了此差异.

性质4 $r_{i2}^* < r_{i1}^*, i = a, b$.

证明 因为 $\sum q_{i2}^* - \sum q_{i1}^* = k_1(\lambda-1)[w_b^*(r_{b2}^* - r_{b1}^*) + w_a^*(r_{a2}^* - r_{a1}^*)] > 0, \lambda < 1$, 由于 r_{b2}^* 和 r_{a2}^*, r_{b1}^* 和 r_{a1}^* 具有对等性,可得 $r_{b2}^* - r_{b1}^*$ 和 $r_{a2}^* - r_{a1}^*$ 正负符号一致,因此 $r_{b2}^* < r_{b1}^*, r_{a2}^* < r_{a1}^*$ 同时成立. \square

与两个零售商的情形相比,单个零售商情形下零售商的最优利润率更大.单个零售商出售两种水果时只有两种可替代产品之间的竞争,两个零售商分别出售一种水果时,其竞争包括两种可替代产品和两个

零售商之间的竞争,因竞争程度更激烈,导致零售价下降,即两个零售商情形下零售商的利润率更低.

性质5 $\pi_{f1}^* < \pi_{f2}^*$.

证明 因为 $q_{i2}^* - q_{i1}^* = k_1(\lambda-1)w_i^*(r_{i2}^* - r_{i1}^*)$, 且 $\lambda < 1, r_{i2}^* - r_{i1}^* < 0$, 可知 $q_{i2}^* > q_{i1}^*$. 又因为 $\pi_{f1}^* = q_{a1}^*(w_a^* - c_a) + q_{b1}^*(w_b^* - c_b), \pi_{f2}^* = q_{a2}^*(w_a^* - c_a) + q_{b2}^*(w_b^* - c_b)$, 所以 $\pi_{f1}^* < \pi_{f2}^*$. \square

与单个零售商的情形相比,将两种水果分别批发给两个零售商能够提高果农的利润.虽然果农对下游零售商的选择不会影响其批发价决策,但会影响零售商的利润率,进而对终端市场的需求产生影响,最终影响果农的利润.结果表明,果农可将两种水果分别批发给两个零售商,此时两个零售商之间的竞争会导致利润率降低,使消费者市场的需求增加,最终刺激果农的生产,提高果农的利润.

3 水果替代性的影响

本节通过算例分析水果替代性对最优决策的影响,设 $D = 160, c_a = 10, c_b = 8, s_a = 4, c_b = 3.5, k_1 = 5$, 根据前面的讨论结果,计算不同水果替代率下的最优结果如表1和表2所示.

表1 单个零售商时水果替代性的影响

λ	w_{a1}^*	w_{b1}^*	r_{a1}^*	r_{b1}^*	p_{a1}^*	p_{b1}^*	q_{a1}^*	q_{b1}^*	π_{f1}^*	π_{r1}^*
0.5	35.5	34.75	0.444	0.457	51.25	50.63	30.31	35	1709.22	854.609
0.6	43.5	42.75	0.454	0.465	63.25	62.63	31.63	36.63	2332.16	1166.08
0.7	56.83	56.08	0.465	0.437	83.25	82.63	32.94	38.25	3381.76	1690.88
0.8	83.5	82.75	0.476	0.482	123.25	122.63	34.25	39.88	5498.03	2749.02
0.9	163.5	162.75	0.488	0.49	243.25	242.63	35.56	41.5	11881	5940.48

表2 两个零售商时水果替代性的影响

λ	w_{a2}^*	w_{b2}^*	r_{a2}^*	r_{b2}^*	p_{a2}^*	p_{b2}^*	q_{a2}^*	q_{b2}^*	π_{f2}^*	π_{ra}^*	π_{rb}^*
0.5	35.5	34.75	0.319	0.333	46.83	46.33	41.67	45.42	2277.4	347.22	412.54
0.6	43.5	42.75	0.284	0.295	55.87	55.38	46.83	50.67	3329.59	438.55	513.55
0.7	56.83	56.08	0.238	0.247	70.39	69.93	52.79	56.73	5200.06	557.4	643.60
0.8	83.5	82.75	0.179	0.184	98.45	98.00	59.76	63.78	9160.04	714.30	813.57
0.9	163.5	162.75	0.101	0.104	180.10	179.67	68	72.1	21597.6	925.06	1039.8

表1、表2的结果验证了性质1~性质5.单个零售商的情形中,由于只有一个垄断性果农,当水果替代性增强时,果农提高某一水果的批发价,会对另一种水果的销售产生刺激作用,且替代性越强,刺激性越大.因此,水果的批发价随着替代性的增强而提高,且提高的幅度随着替代性的增强而逐渐增大.基于同样的道理,水果利润率、售价、销量均增加,使得

果农和零售商的利润提高.

然而,在两个零售商的情形中,零售商A、B之间存在竞争关系,且水果的替代性增强加剧了两者之间的竞争,导致水果利润率的下降(价格竞争).但是,利润率的下降幅度小于批发价增加的幅度,因此,水果的售价仍旧提高,显然两个零售商情形下水果售价提升的幅度低于单个零售商情形下的提升幅度.

4 结论

本文研究了生产两种具有替代性产品的果农如何选择下游零售商以优化其收益,探讨了果农将两种产品同时批发给一个零售商和分别批发给两个零售商两种情形下果农和零售商的最优决策,并对比分析得到果农如何选择零售商能够提高利润. 研究发现:两种情形下,水果的批发价保持不变,但是两个零售商情形下零售商的利润率降低,导致水果的需求量增加,进而促使果农增加生产,最终提高了果农的利润. 果农对零售商选择不仅影响自身的利润,也影响消费者市场的需求. 本文的研究结果表明,供应链上游的个体或组织可以通过改变对下游合作伙伴的选择模式来增加市场需求,从而促进经济发展.

本文分析果农对下游零售商的选择,没有考虑零售商的策略行为,未来研究可以在此方面进行拓展. 此外,后续的研究将考虑信息不对称的情况,例如研究零售商的销售成本为私人信息时对供应链的影响.

参考文献(References)

- [1] 周礼南, 周根贵, 綦方中, 等. 考虑消费者有机产品偏好的生鲜农产品供应链均衡研究[J]. 系统工程理论与实践, 2019, 39(2): 360-371.
(Zhou L N, Zhou G G, Qi F Z, et al. Research on fresh agricultural supply chain network equilibrium with consumer's preference for organic product[J]. Systems Engineering—Theory & Practice, 2019, 39(2): 360-371.)
- [2] Perlman Y, Ozinci Y, Westrich S. Pricing decisions in a dual supply chain of organic and conventional agricultural products[J]. Annals of Operations Research, 2019, DOI: 10.1007/S10479-019-03169-3.
- [3] 胡新学, 周根贵, 周礼南. 模糊需求下可单向替代的有机农产品订购策略[J]. 工业工程与管理, 2019, 24(6): 1-15.
(Hu X X, Zhou G G, Zhou L N. The ordering strategies of organic agricultural products with fuzzy demand and one-way substitution[J]. Industrial Engineering and Management, 2019, 24(6): 1-15.)
- [4] 王志江. 产品替代性程度与企业共谋合作关系的研究[J]. 数学的实践与认识, 2006, 36(3): 91-95.
(Wang Z J. The study on the relationship between product substitutability and the firm's tacit collusion[J]. Mathematics in Practice and Theory, 2006, 36(3): 91-95.)
- [5] Rajaram K, Tang C S. The impact of product substitution on retail merchandising[J]. European Journal of Operational Research, 2001, 135(3): 582-601.
- [6] 张梦娟. 运输资源共享的快递企业共同配送策略研究[D]. 上海: 东华大学旭日工商管理学院, 2015.
(Zhang M J. Research joint distribution strategy of express enterprise based on the transportation resources sharing[D]. Shanghai: Glorious Sun School of Business and Management, Donghua University, 2015.)
- [7] 杨慧, 宋华明. 单周期替代性产品的联合定价策略[J]. 数学的实践与认识, 2008, 38(23): 65-70.
(Yang H, Song H M. Joint pricing decision of single-period substitutable products[J]. Mathematics in Practice and Theory, 2008, 38(23): 65-70.)
- [8] 牟德一, 涂攀生, 陈秋双. 制造商-零售商供应链的联合定价决策模型[J]. 南开大学学报: 自然科学版, 2004, 37(3): 55-60.
(Mou D Y, Tu F S, Chen Q S. Co-op pricing decision model for a manufacturing-retailing supply chain[J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Nankaiensis, 2004, 37(3): 55-60.)
- [9] 杨广青, 刘涛. 基于双层粒子群算法的上下游企业决策动态博弈[J]. 中国管理科学, 2013, 21(6): 152-160.
(Yang G Q, Liu T. Dynamic game of the upstream and downstream business decisions based on duple-level particle swarm optimization[J]. Chinese Journal of Management Science, 2013, 21(6): 152-160.)
- [10] 张雅琪, 陈菊红, 郭福利, 等. 混合渠道下2-2可替代品供应链中交叉选择及均衡分析[J]. 中国管理科学, 2013, 21(1): 98-104.
(Zhang Y Q, Chen J H, Guo F L, et al. Cross selecting and equilibrium analysis in 2-2 substitutable product supply chain under hybrid distribution channel[J]. Chinese Journal of Management Science, 2013, 21(1): 98-104.)
- [11] 王磊, 但斌. 考虑保鲜影响消费者时变效用的生鲜农产品多品种订货模型[J]. 系统管理学报, 2013, 22(5): 647-654.
(Wang L, Dan B. A multi-item ordering model for fresh agricultural products with time-varying customer utility affected by freshness[J]. Journal of Systems & Management, 2013, 22(5): 647-654.)
- [12] Pagell M, Sheu C. Buyer behaviours and the performance of the supply chain: An international exploration[J]. International Journal of Production Research, 2001, 39(13): 2783-2801.
- [13] 刘文长. 多渠道供应商竞争环境下电商供应链销售模式选择研究[D]. 南京: 南京理工大学经济管理学院, 2018.
(Liu W C. Research on the selling mode in E-commerce supply chain under the environment of multi-channel supplier competition[D]. Nanjing: School of Economics & Management, Nanjing University of Science & Technology, 2018.)
- [14] Louw A, Vermeulen H, Kirsten J, et al. Securing small

- farmer participation in supermarket supply chains in South Africa[J]. *Development Southern Africa*, 2007, 24(4): 539-551.
- [15] Elder S D. The impact of supermarket supply chain governance on smallholder farmer cooperatives: The case of Walmart in Nicaragua[J]. *Agriculture and Human Values*, 2019, 36 (2): 213-224.
- [16] Blandon J, Henson S, Cranfield J. Smallscale farmer participation in new agrifood supply chains: Case of the supermarket supply chain for fruit and vegetables in Honduras[J]. *Journal of International Development: The Journal of the Development Studies Association*, 2009, 21(7): 971-984.
- [17] Federgruen A, Lall U, Imek A S. Supply chain analysis of contract farming[J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2019, 21(2): 361-378.
- [18] 曹裕, 李业梅, 吴堪. 基于消费者异质性的二级生鲜供应链货源选择机制[J]. *控制与决策*, 2018, 33(8): 1461-1470.
(Cao Y, Li Y M, Wu K. Supply selection mechanism of two echelon fresh produce supply chain based on heterogeneity of consumers[J]. *Control and Decision*, 2018, 33(8): 1461-1470.)
- [19] Yang S L, Zhou Y W. Two-echelon supply chain models: Considering duopolistic retailers' different competitive behaviors[J]. *International Journal of Production Economics*, 2006, 103(1): 104-116.
- [20] 凌六一, 胡中菊, 郭晓龙, 等. 单一市场和组合市场下的“公司加农户”交易模式[J]. *系统管理学报*, 2012, 21(3): 289-294.
(Ling L Y, Hu Z J, Guo X L, et al. Analysis of “company plus farmer” business model under single market and combined market[J]. *Journal of Systems & Management*, 2012, 21(3): 289-294.)
- [21] 丁松, 但斌. 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[J]. *管理学报*, 2012, 9(9): 1382-1387.
(Ding S, Dan B. Optimal ordering policy for fresh agricultural products with stochastic demand considering retailers' risk preference[J]. *Chinese Journal of Management*, 2012, 9(9): 1382-1387.)
- [22] Lodree J E J, Uzochukwu B M. Production planning for a deteriorating item with stochastic demand and consumer choice[J]. *International Journal of Production Economics*, 2008, 116(2): 219-232.
- [23] Costa A M, dos Santos L M R, Alem D J, et al. Sustainable vegetable crop supply problem with perishable stocks[J]. *Annals of Operations Research*, 2014, 219(1): 265-283.
- [24] 文悦, 王勇, 士明军. 网络平台销售模式中的需求信息共享策略与博弈结构决策研究[J]. *系统工程理论与实践*, 2019, 39(6): 1449-1468.
(Wen Y, Wang Y, Shi M J. The research on demand information sharing strategy and game structure decision in online platform selling mode[J]. *Systems Engineering — Theory & Practice*, 2019, 39(6): 1449-1468.)
- [25] 吴忠和, 陈宏, 赵千, 等. 时间约束下鲜活农产品供应链应急协调契约[J]. *系统管理学报*, 2014, 23(1): 49-56.
(Wu Z H, Chen H, Zhao Q, et al. Supply chain disruptions coordination for fresh agricultural products under time constraints[J]. *Journal of Systems & Management*, 2014, 23(1): 49-56.)
- [26] 王磊, 但斌. 考虑零售商保鲜和消费者效用的生鲜农产品供应链协调[J]. *运筹与管理*, 2015, 24(5): 44-51.
(Wang L, Dan B. Coordination of fresh agricultural supply chain considering retailer's freshness-keeping and consumer utility[J]. *Operations Research and Management Science*, 2015, 24(5): 44-51.)

作者简介

凌六一(1969—), 男, 副教授, 博士生导师, 从事农产品供应链管理、旅游供应链管理等研究, E-mail: lyling@ustc.edu.cn;

俞宝(1992—), 男, 硕士生, 从事农产品供应链管理的研究, E-mail: 674710953@qq.com;

董玉凤(1989—), 女, 讲师, 博士, 从事农产品供应链管理、旅游供应链管理等研究, E-mail: yfdong@zstu.edu.cn;

胡中菊(1986—), 女, 硕士生, 从事农产品供应链管理的研究, E-mail: 1647084291@qq.com.

(责任编辑: 郑晓蕾)