

基于 DEA 模型的网购生鲜食品安全供应链效率分析

姜方桃,杨乃裕,朱慧闽

(金陵科技学院商学院,江苏 南京 211169)

摘要:提高供应链效率是网购生鲜食品电商行业保持竞争力的重要保障。从供应链的角度出发,运用 DEA 分析方法分析江苏省 11 个城市的网购生鲜食品安全供应链效率,寻找各城市在发展网购生鲜食品电商时存在的痛点,并针对其中存在的问题提出优化方案。

关键词:网购生鲜食品安全;DEA 数据包络分析;供应链效率;评价

中图分类号:F713

文献标识码:A

文章编号:1673-131X(2020)02-0015-05

近年来,飞速发展的互联网技术改变了人们的生活方式,越来越多的消费者倾向于利用网络电商平台购物消费,这成为食品电商行业发展的新契机。生鲜网购成为电商市场一大新的经济增长点,发展空间巨大,但是在其快速发展背景下的网购生鲜食品安全问题不容忽视。因此,本课题组从分析江苏省 11 个城市的网购生鲜食品供应链效率着手,探寻不同城市网购生鲜食品供应链的发展现状,以及网购生鲜食品供应链发展过程中存在的问题,并对标榜样城市提出相应的优化方案,以期进一步推进整体网购生鲜食品安全建设。

一、网购生鲜食品供应链现状

(一)电商平台发展推动网购生鲜食品新浪潮

2013 年以来,食品电商发展进入加速阶段,越来越多的商家加入食品电商市场。随着科技的发展,电商平台逐渐成熟,也被大众逐渐接受,2017 年全国食品销售总额中食品电商比例高达 15%,电子商务的交易额也在逐渐递增^[1]。与此同时,借助电商平台销售生鲜产品也成为线上销售的一大商机,各大网上购物平台相继增设生鲜购物板块,每日优鲜、叮咚买菜、中粮我买网等 B2C、O2O 生鲜网购平台应运而生。食品电商具有物美价廉、精准服务、时空灵活性等优点,能够快速有效满足客

户需求,整合资源,为顾客提供满意周到的服务。

(二)网购生鲜食品供应链模式

网购生鲜食品供应链主要涉及生鲜食品的源头(产品生产者)、经销商(各电商平台)、运输承担者(自营或第三方配送企业)和终点(最终消费者)。由于生鲜食品易腐烂,运输时效性要求较高,所以需要生鲜食品运输过程中储存、运输、配送等每个环节严格把控,进行高标准管理。目前各大电商平台的物流配送模式主要有自建冷链运输和第三方外包运输两种。其中,除部分企业依靠自身强大的资金优势自建物流配送外,大多数中小型电商企业还是以第三方物流运输为主。

(三)网购生鲜食品安全现状

生鲜电商能根据客户的订单从原产地挑选最优质的产品,借助强大的运输网络将最新鲜的产品以最快的速度送到消费者手中,或根据客户下单地址同城就近配送。但其也存在一些安全问题:一是部分平台对商户准入制度的实行监管不力,网店产品鱼龙混杂,品质得不到保障;二是第三方冷链物流运输配送条件和速度参差不齐,企业缺乏必要的硬件,检验不严格,且缺少明确的物流质量标准,导致网购食品质量安全问题频发;三是在储存过程中一些商家并未严格执行温度、湿度及卫生等具体要求,生鲜食品安全得不到保障。

收稿日期:2020-04-03

基金项目:国家社会科学后期资助基金项目(16FGL010);2019 年省级大学生创新训练项目

作者简介:姜方桃(1964-),男,江苏高邮人,教授、高级物流师,博士,主要从事管理信息系统、供应链管理与物流规划研究。

二、DEA 建模分析

(一) 模型介绍

数据包络分析(DEA)是针对多投入和多产出问题采取线性规划的方法,对同类型决策单元能够进行有效性分析得出其相对效率。目前,DEA已被广泛应用于各领域的研究中,其中CCR模型和BCC模型最为常见。前者是基于规模报酬率不变的原则,后者是基于规模报酬率可变的原则。为分析网购生鲜食品供应链的规模有效性,本文以投入为导向,借助DEA模型计算综合技术效率与纯技术效率。

1. 决策单元(DMU)。DMU是DEA模型的研究对象,即生产的主体。

2. 生产可能集。某个DMU在某项生产活动中,假设其投入指标为 m 种,产出指标为 n 种,则其投入向量为

$$\mathbf{X} = (X_1, X_2, X_3, \dots, X_m)^T \geq 0$$

产出向量为

$$\mathbf{Y} = (Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_n)^T \geq 0$$

生产可能集为

$$T = \{(x, y) \mid \text{投入 } x \text{ 可以被生产为产出 } y\}$$

3. 生产前沿面(Production Frontier)。对于给定多个决策单元,选择投入成本最小、产出效益最大的组合,即为投入产出的最优组合,此时所描述的生产可能性边界就是生产可能性集所对应的生产前沿面。

4. CCR模型。依据投入向量与产出向量,设 h_j 为第 j 个DMU的效率评价指数,公式为

$$h_j = \frac{\mathbf{u}^T \mathbf{y}_j}{\mathbf{v}^T \mathbf{x}_j} \quad (j=1, 2, 3, \dots, N)$$

式中, \mathbf{v} 为 $m \times 1$ 维的投入权重向量, \mathbf{u} 为 $n \times 1$ 维的产产权重向量。模型通过调整,得到适当的 \mathbf{v} 和 \mathbf{u} ,并保证 $h_j \leq 1$,从而对 DMU_{j_0} ($1 \leq j_0 \leq N$)进行效率评估。 x_{ij} 中的 i 表示第 i 个投入量, x_j 表示第 j 个DMU的投入, y_{rj} 中的 r 表示第 r 个产出量, y_j 表示第 j 个DMU的产出。设第 j_0 个DMU的投入为 x_{j_0} ,产出为 y_{j_0} ,则构成以下CCR模型,规划式为

$$\max \sum_{r=1}^n \mathbf{u}_r y_{rj_0}$$

s. t.

$$\sum_{r=1}^n \mathbf{u}_r y_{rj_0} \leq \sum_{i=1}^m \mathbf{v}_i x_{ij_0}$$

$$\sum_{i=1}^m \mathbf{v}_i x_{ij_0} = 1 \quad (\mathbf{v}_i \geq 0, \mathbf{u}_r \geq 0)$$

$r=1, 2, 3, \dots, n; i=1, 2, 3, \dots, m; j=1, 2, 3, \dots, N$

5. BCC模型。利用CCR模型求解效率有时会出现无法判断的结果,因为它主要针对规模报酬不变的情况,在进一步分析中,无法判断结果是由技术无效率还是规模无效率导致的。所以,当规模报酬可变时,常使用BCC模型计算出纯技术效率,再利用公式 $SE = \frac{TE}{PTE}$ 计算出DMU的规模效率值。其中,SE为规模效率,TE为综合技术效率,PTE为纯技术效率。BCC的模型规划式以CCR模型规划式为基础,引入限制条件 $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$,所构建模型规划式^[2]为

$$\min[\theta - \epsilon(e_1^T \delta^- + e_2^T \delta^+)]$$

s. t.

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \chi_j + \delta^- = \theta x_0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_j + \delta^+ = \theta y_0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$(\lambda_j, \delta^-, \delta^+ \geq 0, j=1, 2, 3, \dots, N)$$

(二) 投入产出指标的选取

遵循DEA模型指标选取的要求和原则,本文以2015—2017年江苏省镇江、扬州、盐城、徐州、无锡、苏州、南通、南京、连云港、淮安、常州11个城市网购生鲜食品供应链效率的评价为对象,根据数据收集的可能性和有效性,采用网购生鲜食品电商平台运营管理投资总额、网购生鲜食品电商行业就业人数为投入指标,网购生鲜食品电商行业生产总值为产出指标。在数据的收集上,本文数据主要来自于各市统计局官网、中国产业信息网等,并对搜集到的数据进行了相应的处理。

(三) 数据分析

1. 综合技术效率有效性分析。对上述11个城市2015—2017年网购生鲜食品供应链各项投入产出指标数据进行整合,利用DEA-Solver pro5.0软件,选择CCR-I模型求解这11个城市的网购生鲜食品供应链综合技术效率。由表1可知,11个城市中只有南京的3年及平均综合技术效率值为1,说明南京的网购生鲜食品供应链达到有效,资源配置较合理。其余城市综合技术效率值小于1的决

策单元均处于数据包络面以下,未达到有效,需要进行一定程度的投资总额和从业人员规模调整,从而提高综合技术效率,使之达到有效。鉴于纯技术效率和规模效率都是影响综合技术效率的重要因素,下文将分别从纯技术效率和规模效率两个方面进行模型求解,观察其对综合技术效率的影响。

表 1 各城市网购生鲜食品供应链综合技术效率

城市	2015	2016	2017	均值	排名
镇江	0.326 33	0.387 59	0.402 42	0.372 11	8
扬州	0.396 00	0.450 88	0.550 85	0.465 91	6
盐城	0.316 77	0.334 89	0.388 22	0.346 63	10
徐州	0.311 07	0.296 79	0.286 08	0.297 98	11
无锡	0.510 78	0.575 17	0.560 75	0.548 90	5
苏州	0.746 06	0.871 06	0.932 70	0.849 94	3
南通	0.566 99	0.635 84	0.677 50	0.626 78	4
南京	1.000 00	1.000 00	1.000 00	1.000 00	1
连云港	0.318 49	0.349 99	0.389 98	0.352 82	9
淮安	0.314 38	0.380 53	0.490 84	0.395 25	7
常州	0.773 62	0.807 80	0.973 74	0.851 72	2

2. 纯技术效率有效性分析。将前文所选取的各项投入和产出指标按照年份分组,利用 DEA-Solver pro5.0 软件,选择 BCC-I 模型求解 11 个城市的网购生鲜食品供应链纯技术效率,结果如表 2 所示。BCC 模型的前沿面比 CCR 模型的前沿面更近,所以利用 BCC 模型求解得到的效率值要大于等于 CCR 模型求解得到的效率值。表 2 结果显示,以上 11 个城市利用 BCC 模型求解得到的效率值都有所增加。但 BCC 模型是基于 CCR 模型增加规模报酬可变的限制条件发展而来的,故利用 BCC 模型求解得到的数值含义与 CCR 模型大致相同。表 2 显示,苏州、南京、连云港 3 个城市的效率值均为 1,说明这 3 个城市的网购生鲜食品供应链达到有效,资源配置较合理。其余效率值小于 1 的决策单元处于数据包络面以下,未达到有效,需要

表 2 各城市网购食品供应链纯技术效率

城市	2015	2016	2017	均值	排名
镇江	0.349 85	0.406 39	0.407 34	0.387 86	11
扬州	0.886 21	0.895 82	1.000 00	0.927 35	5
盐城	0.380 04	0.406 64	0.397 04	0.394 57	10
徐州	0.523 70	0.482 73	0.401 34	0.469 26	9
无锡	0.768 27	0.769 31	0.591 93	0.709 84	6
苏州	1.000 00	1.000 00	1.000 00	1.000 00	1
南通	0.677 78	0.725 33	0.694 40	0.699 17	7
南京	1.000 00	1.000 00	1.000 00	1.000 00	1
连云港	1.000 00	1.000 00	1.000 00	1.000 00	1
淮安	0.653 27	0.610 27	0.519 32	0.594 29	8
常州	0.936 93	0.880 08	1.000 00	0.939 01	4

进一步缩减投入,合理配置岗位从业人员并扩大产出以提高效率,促进产业的发展。

3. 规模效率有效性分析。利用 CCR 模型和 BCC 模型求解得到以上 11 个城市的网购生鲜食品供应链的综合技术效率和纯技术效率,根据公式 $SE = \frac{TE}{PTE}$ 可以计算得到每个决策单元即 11 个城市的网购生鲜食品供应链规模效率值。由表 3 可知,南京的规模效率值为 1,说明南京的网购生鲜食品供应链的各项配置结构合理;镇江、常州次之;其他城市均需调整规模,优化各项投入与产出,提高规模效率。

表 3 各城市网购食品供应链规模效率

城市	2015	2016	2017	均值	排名
镇江	0.932 76	0.953 72	0.987 92	0.958 13	2
扬州	0.446 84	0.503 32	0.550 85	0.500 34	10
盐城	0.833 54	0.823 55	0.977 78	0.878 29	5
徐州	0.593 99	0.614 81	0.712 79	0.640 53	9
无锡	0.664 85	0.747 64	0.947 33	0.786 61	7
苏州	0.746 06	0.871 06	0.932 70	0.849 94	6
南通	0.836 54	0.876 62	0.975 68	0.896 28	4
南京	1.000 00	1.000 00	1.000 00	1.000 00	1
连云港	0.318 49	0.349 99	0.389 98	0.352 82	11
淮安	0.481 23	0.623 56	0.945 15	0.683 31	8
常州	0.825 69	0.917 86	0.973 74	0.905 76	3

综上所述,南京在网购生鲜食品供应链的三个效率值都为 1,相较其他城市其发展结构最为合理,人力物力资源都能得到有效配置。在求解过程中,南京也多次作为参照值应用于其他城市的效率求解过程。结合求解数据与实际情况可以看出,经济相对发达的地区,其网购生鲜食品电商行业的发展也处于中上水平。

三、网购生鲜食品安全存在的问题

通过前文数据分析可见,江苏省 11 个城市的网购生鲜食品安全供应链效率参差不齐,这反映出网购生鲜行业作为新兴产业迅速崛起的同时,无论是在技术还是资源投入上,都需要进一步完善。因此,本文从网购生鲜食品供应链流程入手,分析网购生鲜食品安全供应链存在的问题(图 1)。

(一)源头生鲜供应商集中化程度低

随着生活水平的不断提高,生鲜食品的市场总需求量不断提升。与此同时,消费者也越来越关注生鲜食品安全问题。目前生鲜食品存在的主要问

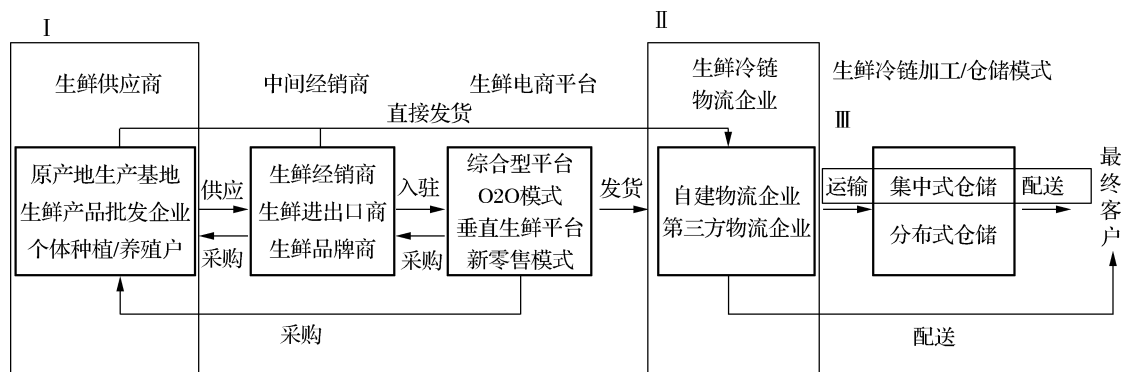


图1 网购生鲜食品供应链流程

题包括：源头生鲜供应商集中化程度低，导致生鲜产品标准化不足；上游源头的散户和小农生产供应链效率不高，需要采取整合资源、集中经营的措施来提高效率^[3]。这种集中化和标准化程度低的模式导致上游供应商和物流企业更多地关注如何降低物流成本而忽视对生鲜产品质量的把控，从而导致生鲜电商平台食品安全问题频频发生问题。另外，低集中化、标准化模式还影响资源投入与产出效率，导致城市的综合技术效率分析值较低。

(二) 生鲜冷链物流起步晚，体系不完善

冷链物流是影响网购生鲜食品供应链发展的重要因素。与西方发达国家相比，我国冷链物流起步晚，发展慢，冷链物流资源分布不均匀。目前，美国、日本的生鲜品冷藏流通率分别为80%~90%和98%，而我国水产品、肉类、果蔬冷藏流通率仅有40%、30%和15%。在冷链物流资源分布上，三四线城市的冷链物流基础设施远不如一二线城市，差距明显。此外，生鲜食品供应链上下游的核心企业角色不明确，无法实现供应链的有效合作。物流企业内部组织结构上存在多头管理、重复调度、推诿妥协的问题。在监管方面，虽然有许多与生鲜食品供应链有关的监管部门，但是缺少一个真正起到保障食品安全的有效监督机制体系。这些因素都制约了生鲜冷链物流的发展。

(三) 生鲜食品运输配送难

生鲜食品主要包括果蔬类、水产类、肉类等初级产品以及经加工制成的面包、熟食等现场加工品类。生鲜产品具有易腐性、季节性、地域性等特性，对采购和配送的周期、上市节奏和产品均衡销售的把控以及特有农产品的供货要求较高。但是网购生鲜食品供应链效益与效率、技术创新与应用的管理比一般供应链更难，因此网购生鲜食品的安全存

在很大的风险隐患。

四、提高网购生鲜食品供应链效率的对策

(一) 优化整合资源集中经营

为优化整合网购生鲜食品物流投入资源，达到集中高效经营管理的目的，独立的个体供应商可以联合起来集中利用有限资源并且共享有效信息，整合优化需求，协调分配物流资源配置，在重点区域合理布局，实现资源整合，经营集中，从而避免不合理的建设重复和资源浪费^[4]。为了解决因源头供应商集约化程度低而导致的生鲜食品质量问题，以上11个城市的个体供应商还可以携手构建生鲜食品源头供应商在内的供应链运营联盟，在供应链运营联盟基础上，建立生鲜产品的统一质量标准，提高行业标准化程度，在解决自身利益的同时兼顾生鲜产品的质量。

(二) 建设现代化网购生鲜食品供应链体系

受全球经济一体化的影响，我国网购生鲜食品的市场发展也变得越来越艰难，已出现企业角逐市场和低成本竞争现象，供应链创新面临困难。因此，城市之间与企业之间建立起合作伙伴关系就显得尤为重要。城市之间可以采用新的检测技术串联起生鲜食品供应链上各个环节，形成一个政企共享信息的高效运营的网购生鲜食品监管生态链。对于生鲜食品电商企业而言，可以在已有的自建平台上拓展生鲜食品供应链，利用现代化仓配技术，提高库存周转率，减少搬运次数，有效实现高品质、专业化的生鲜食品配送服务，从中心城市向其周边地区辐射，进一步完善“最后一公里”的门到门服务。还可以运用区块链、云计算等新技术选取冷链运输中

转站等物流节点的最优位置,统筹规划成本最低、效益最高的生鲜食品冷链运输最优路径。帮助企业实现物流环节智能化、食品质量检测标准化、各环节信息共享化,在保障网购生鲜食品质量安全的前提下,更好地降本提效,增强企业核心竞争力。

(三)完善冷链物流体系

我国冷链行业起步晚,存在冷链物流体系不完善、效率低、冷链仓储不统一、运营成本高问题。随着“一带一路”经济合作的进一步推进,我国对外开放进入新阶段,这给生鲜食品电商企业的发展提供了更多的机遇。生鲜电商企业应抓住机遇,加强科技创新和基础建设,改善软硬件设施,引进新技术,提高企业核心竞争力,更好地适应当前经济发展大环境,为开拓生鲜食品供应链发展的新空间提供有效助力^[5]。

五、结语

通过数据分析发现,江苏省 11 个城市中,南京的网购生鲜食品安全供应链效率最高且拥有其他城市没有的独特优势:一是作为省会城市,南京有着得天独厚的政治优势;二是作为六朝古都,南京拥有更强的文化优势;三是南京驻有众多高校,拥

有人才优势。江苏省内其他城市也可以对标南京,积极寻找符合自己发展现状的措施,实现网购生鲜食品供应链的稳定发展。同时,生鲜电商企业还需要从供应链角度着手,不断完善资金投入与管理,提高整体规模效率,使网购生鲜食品供应链焕发新的活力,进而获得消费者的认可。

参考文献:

- [1] 前瞻经济学人网站. 2018 年中国食品电商行业现状与发展前景分析:安全、存储与运输问题待解决[EB/OL]. (2018-06-13)[2020-03-15]. <https://www.qianzhan.com/analyst/detail/220/180613-e664992a.html>
- [2] 张旭. 广东省生鲜农产品冷链物流发展问题研究[D]. 广州:仲恺农业工程学院,2017
- [3] 胡信民. 做强之路怎么走[J]. 经营者,2013(11):215-217
- [4] 中冷联盟. 新时代如何构建生鲜食品供应链体系[EB/OL]. (2018-05-11)[2020-03-15]. <http://www.myxbl.com/zeds/hyds/2018/0511/170.html>
- [5] 现代物流报. 生鲜食品供应链迎来全球发展新机遇,打好冷链基础是关键[EB/OL]. (2018-03-05)[2020-03-15]. <http://www.chinawuliu.com.cn/zixun/201803/05/329098.shtml>

(责任编辑:刘 鑫)

Efficiency Analysis of the Safety Supply Chain of Online Shopping for Fresh Food Based on DEA Model

JIANG Fang-tao, YANG Nai-yu, ZHU Hui-min
(Jinling Institute of Technology, Nanjing 211169, China)

Abstract: Improving the efficiency of the supply chain is an important guarantee for keeping the competitiveness of the e-commerce industry of the fresh food online shopping. From the perspective of supply chain, taking 11 cities in Jiangsu province as an example, the DEA analysis method is used to briefly analyze the efficiency of safety supply chain of the online shopping for fresh food in the above cities, to find out the problems in developing e-commerce industry of online shopping for fresh food in each city, and to put forward the optimization scheme for the existing problems.

Key words: the fresh food safety of online shopping; DEA data envelopment analysis; supply chain efficiency; evaluation