

基于食品召回成本模型的可追溯体系对食品召回成本的影响

徐芬 陈红华*

(中国农业大学 经济管理学院,北京 100083)

摘要 针对我国食品召回过程中召回成本较大对企业召回积极性带来不利影响等问题,构建食品召回成本模型,测算建立可追溯体系和不可追溯体系下的食品召回量和召回成本,对比分析可追溯体系对食品召回成本的影响,并探究影响食品召回成本的主要因素。结果表明:在不可追溯体系下的食品召回成本是可追溯体系下召回成本的 $(m-1)$ 倍(m 为食品保质期),可追溯体系可极大减少召回成本;食品保质期、日产量、销售价格是影响食品召回成本的主要因素。

关键词 食品安全; 食品召回; 可追溯体系; 召回成本

中图分类号 F 224.3

文章编号 1007-4333(2014)02-0233-05

文献标志码 A

Study of traceability system impact on food recall cost based on food recall cost model

XU Fen, CHEN Hong-hua*

(College of Economics and Management, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract In the process of food recall, big recall costs have adverse effects on the initiative of companies to recall. A food recall cost model was built in this paper for recall cost investigation. By measuring and comparing the amount and cost of food recall for both traceable and untraceable recall systems, the impact of the traceable system on food recall cost was analyzed and the main factors were explored. The result indicated that the recall cost of an untraceable system was $(m-1)$ times (m for food shelf life) that of a traceable one, and the traceable system could significantly reduce the cost of recall. It also showed that the main factors that impacted the recall cost included food shelf life, daily output and sales price.

Key words food safety; food recall; the traceability system; recall cost

食品安全关系到广大人民群众的身体健康和生命安全,受到各国政府的高度重视。食品召回作为食品安全控制体系不可或缺的组成部分,是食品安全监督管理的重要手段,可以迅速而有效收回市场上的缺陷食品,从而降低食品安全危害。因此,我国急需不断完善食品召回体制,进一步提高食品安全水平。

国外关于食品召回的研究主要集中在对召回制度的分析以及各主体对食品召回的认知等^[1-4]。而我国正式实施食品召回的时间比较短,目前还处于

召回体系建设的初期阶段。很多学者在对我国食品召回现状进行分析的基础上,建议借鉴国外的召回经验,完善我国的食品召回监管机制和技术体制^[5-11]。目前有关食品召回成本的研究比较局限,主要集中在召回成本定义与构成、成本控制对策以及成本优化等层面^[12-16]。陈贵瑛等^[17]详细介绍了产品质量追溯体系和缺陷产品召回管理,从积极实施召回,合理降低召回成本等方面,论述了追溯体系在召回中的重要性。

食品生产企业是食品召回的责任主体,但在实

收稿日期: 2013-06-25

基金项目: 国家科技重大专项课题(2012ZX08011003-02)

第一作者: 徐芬, 硕士研究生, E-mail: kuailebaobei0622@126.com

通讯作者: 陈红华, 副教授, 主要从事研究市场与贸易、农产品追溯与食品安全等研究, E-mail: myxing@sina.com

施召回前企业首先是“经济人”，需要考虑召回实施带来的损耗成本和收益。当召回成本过高，将极大影响企业召回的主动性；而在召回产品的缺陷较轻或数量较少，召回成本较低时，企业更倾向于采用召回策略。因此，召回成本是企业召回决策的重要依据^[18]。尤其是在我国不完善的食品召回制度下，食品监管体制不健全、消费者召回认知不足^[19]，召回成本对企业召回决策的影响更为明显。

食品召回是一个复杂系统的工程，只有确定缺陷食品的范围和流向才可以实施召回，而这要求食品必须具备良好的可追溯性。所谓可追溯性，就是“根据或利用已记录的标识，追溯产品的历史、应用情况、所处场所或类似产品或活动的的能力”。这种标识具有唯一性，与被追溯对象间是一一对应关系，同时标识已作为记录被保存，可以迅速查找到缺陷食品的流向和范围，因此食品可追溯体系是食品召回有效实施的前提和必要条件。同时可追溯体系也能实现食品从源头到消费末端的监控，准确找到问题食品的来源，减少很多非缺陷食品的召回，从而对召回成本产生很大的影响。

本研究拟根据食品特性，建立食品召回成本模型，结合食品召回成本函数，对比分析建立可追溯体系与否对食品召回成本带来的影响，并探究影响食品召回成本的主要因素。

1 食品召回成本模型

Brian L. Buhr^[20]通过风险评估软件，对1989—1998年美国牛肉进行召回可能性评估，并结合召回成本模型测算其召回成本。本研究主要探讨已经发生的召回事件中企业是否建立可追溯体系对召回成本带来的差异，基于食品召回成本模型，测算可追溯和不可追溯2种情况下的食品召回量，并根据召回成本函数对其召回成本进行测算和差异分析。

1.1 前提假设

食品召回是一项极其复杂和系统的工程，不同的消费群体、召回模式、召回原因都会影响召回成本。

1) 消费群体。不同年龄的消费群体，消费量和感染程度不同，通常情况下，消费群体分为0~5岁，≥5~65岁，≥65岁3个群体。其中0~5岁和≥65岁为易感人群，≥5~65岁为非易感的健康人群，大多数研究都将非易感健康人群作为研究对象。

2) 召回模式。本研究将探讨企业的主动召回模

式，即企业在发现问题食品时主动采取召回行动。因为对责令召回或责令逾期不召回企业的召回成本是无法评估的，其带来的市场成本甚至诉讼赔偿在我国都还没确切的标准。

3) 召回原因。食品的供应链是十分复杂的，各个阶段都是环环相扣，每个环节都可能是引发食品召回的源头，对于一些极端情况比如一份熟肉制品的原材料可能多自不同只牛体而导致的交叉感染、或一些不法商家的不合格操作或者恶意生产等暂不研究。

同时，食品供应链中不同阶段引发的召回会造成很大的召回成本差异，例如食品还在厂家手中如加工阶段时，召回成本是极小的，只有到达消费者手中后再进行的召回其成本较大。因此为了简化模型，做以下模型假设：

假设1 食品供应链只有加工和最终消费的2个环节，而召回只发生在消费阶段。

假设2 召回是发生在至少1名消费者引发疾病的情况下。

假设3 召回事件是相互独立的，在一些断点比如每天生产结束后工厂是完全消毒。

假设4 食品的日产量是基于保质期 m 的均匀分布，而召回是发生在 $\{1, 2, \dots, (m-1)\}$ 。

食品具有即食性特性，若经使用出现问题，回收后不可再出售，同时食品召回是在已经引发了至少1名消费者患病时发起的，因此排除标签问题以及还未到达消费者手中等其他相关因素的干扰。

在这些前提假设下，当企业没有建立可追溯体系，召回范围为除了已被消费的还在供应链上的所有食品；当企业建立可追溯体系，召回范围为引发疾病的食品批次，而这个召回量主要依赖供应链上这批次产品还未被消费的数量，即剩余的可追溯量。

1.2 召回成本函数

一般研究的召回成本是指整个召回过程中的资源耗费和市场损失，很多研究通常根据食品的特性将食品召回成本分为识别成本、决策成本、实施成本和市场成本。识别成本主要包括信息收集成本、测试评估成本；决策成本包括技术成本、通知成本；实施成本是最主要部分，主要包括维修成本、运输成本、诉讼成本以及协调成本；市场成本是指在召回实施后可能产生的一种成本，包括延递成本和声誉损失成本。

识别成本、决策成本、实施成本属于直接成本，

但基于食品的特点,以及食品召回是在引发了疾病而发起,食品不能重新设计再销售,同时企业是采取积极的主动召回模式,所以召回的直接成本就集中在召回通知成本和食品召回的运输交通费用。而市场成本属于间接成本, Jarrell 等^[21]研究表明,在企业主动召回的情形下,间接成本是可以忽略的。

因此,本研究采用直接成本评估召回成本,即召回成本是召回通知成本和食品召回的运输交通费用。实际上对于企业来说,召回的损失还有一部分是由于食品被回收销毁而未被消费带来的利润损失,即损失召回量所带来的销售利润(PQ),如果没有发生召回企业会得到这部分利润,因此本研究的召回成本包括这部分利润损失。

食品召回制度在我国起步比较晚,目前还不够完善,没有确切的食品召回成本公式。对于相关食品召回的数据较少且很难收集,因此本研究借鉴国外学者的研究方法,根据国家统计的食品市场营销成本数据来估算召回成本。食品营销成本中的宣传成本估算为召回的通知成本,而营销成本中的运输成本估算为召回的运输成本,即食品行业中宣传成本和运输成本占食品市场营销成本的比例,作为召回中的通知成本和运输成本占召回量所带来的利润损失(PQ)的比例。

设食品行业中总的宣传成本和运输成本占食品市场营销成本的比例分别为 a 和 b ,则召回成本函数为

$$C = PQ + aPQ + bPQ = (1+a+b)PQ$$

式中: C 为食品召回成本; P 为产品的零售价格; Q 为召回量。

2 基于食品召回成本模型的测算

将食品日生产量 q 作为追溯单位 t ,假设食品生产和销售时间为 3 周,1 周后进入消费阶段。第 1 天生产的食品作为第一批追溯单位 t_1 ,在第 1 周还未进入消费阶段,在模型假设条件下是不存在召回可能性($P_r=0$),第 8 天进入消费阶段并有了召回的可能($0 < P_r < 1$),同理第 2 批食品在第 2 天生产完,在第 1 周召回可能性为零,第 9 天进入消费阶段并有了召回的可能($0 < P_r < 1$)。消费者在食品消费阶段购买食品,并是唯一可以发现食品缺陷的群体,一旦有至少 1 位消费者因为食品安全问题引发疾病,就会发生召回事件。因此,没有建立追溯体系时,召回的可能性就等同于对那些仍在消费链中最

大可能引发消费者生病的产品被追溯的可能性,此时需要召回在供应链上的所有的产品。而建立可追溯体系就可以迅速辨别引发召回的批次食品,并只收回仍在分配中的食品。

在供应链上的可追溯量是 T ,保质期为 m ,并认为是均匀消费,即有连续的消费率,为简化模型,将 $1/m$ 作为食品的消费率。

食品第 2 周开始进入消费阶段,第 1 天日产量作为可追溯量, $t_0 = q$; 第 1 天后, $t_1 = q - q/m = q(1 - 1/m) = q(m-1)/m$; 第 2 天, $t_2 = q - 2q/m = q(m-2)/m$ 。同理:第 $(m-1)$ 天, $t_{m-1} = q/m$; 第 m 天,食品被消费完, $t_m = 0, t_{m+i} = 0 (i > 0)$ 。

对于整体来说, T 是仍在供应链上的未被消费的产量,即可被追溯的食品量是 t 的总和, $T_i = t_1 + t_2 + \dots + t_i$,需要注意的是, t_i 是不同生产批次的食品的追溯单位,不是同一个生产批次的不同时间的可追溯单位。在消费阶段:第 1 天结束 $T_1 = t_1 = q(m-1)/m$; 第 2 天 $T = t_1 + t_2 = q\{(m-2) + (m-1)\}/m$; 同理,第 $m-1$ 天有 $T_{m-1} = t_1 + t_2 + \dots + t_{m-1} = q\{1 + 2 + \dots + (m-2) + (m-1)\}/m = q(m-1)/2$; 第 m 天, $T_m = t_1 + t_2 + \dots + t_m$,而 $t_m = 0$,所以 $T_m = T_{m-1}$,第 n 天, $T_n = T_m = T_{m-1} = q(m-1)/2$ 。这说明在进入消费阶段的 $(m-1)$ 天后,供应链的食品达到一个稳定值,保持在稳定的生产水平和消费水平直到召回的发生,但是每批食品的单个可追溯单位是变化的。

在不可追溯体系下,需要召回在供应链上未被消费的所有食品,因此召回量

$$Q_1 = T = q(m-1)/2$$

在可追溯条件下,需要召回的是引发疾病的食品批次,最小的可追溯单位是 $t_{m-1} = q/m$,最大的可追溯单位为 $t_1 = q(m-1)/m$,而每批次食品之间是相对独立的,每批次发生召回的概率是 $1/(m-1)$,此处召回量的平均值

$$Q_2 = (t_1 + t_2 + \dots + t_{m-1}) / (m-1) = q(m-1)/2(m-1) = q/2$$

可得

$$Q_1 = (m-1)Q_2$$

根据召回成本函数

$$C = PQ + aPQ + bPQ = (1+a+b)PQ$$

可知

$$C_1 = (1+a+b)PQ_1 = (1+a+b)Pq(m-1)/2$$

$$C_2 = (1+a+b)PQ_2 = (1+a+b)Pq/2$$

召回成本差异

$$\Delta C = C_1 - C_2 = (1+a+b)P(Q_1 - Q_2) = (1+a+b)qP(m-2)/2$$

同时得到

$$C_1/C_2 = Q_1/Q_2 = (m-1)$$

为使测算结果更清晰,以蒙牛乳业有限公司“百利包”纯牛奶为例,其中对一些变量数据进行虚拟假设。“百利包”纯牛奶一箱的规格为 200 mL×18 包,保质期为常温 30 d,每包价格 2 元。在该公司公布的一次小范围的召回事件中,召回量约为 3 000 箱,而该公司并未建立食品可追溯体系,此召回量作为不可追溯体系下的召回量 Q_1 ,推算日产量约为 207 箱,其连续消费率是 1/30,在可追溯体系下的召回量 $Q_2 = 207 \times 18/2 = 1\ 862$ 包,在不可追溯体系下的召回量 $Q_1 = 3\ 000 \times 18 = 54\ 000$ 包。

Brian L. Buhr^[20] 根据 USDA 的统计数据得到营销成本中有 14% 用于宣传和运输,并估算召回通知成本占食品营销成本的 4%,与召回数量直接相关的运输、燃油费占营销成本的 10%。因此,得到食品召回的成本函数

$$C = PQ + 0.04PQ + 0.10PQ = 1.14PQ \quad (1)$$

由于我国食品召回信息公开制度不完善,召回数据太少,本研究无法提供准确的数据。此处的测算是为对比建立可追溯体系与否带来的食品召回成本的差异,而不是测算一次实际食品召回的绝对成本,故此处借鉴国外的成本函数。

根据式(1),在不可追溯体系下的召回成本为 $C_1 = 1.14pQ_1 = 123\ 120$ 元, $C_2 = 1.14pQ_2 = 4\ 245$ 元。不可追溯的召回成本是可追溯召回成本的 29 倍,可追溯体系可节省 118 875 元。

3 结论及对策建议

在不可追溯体系下,召回成本为 $(1+a+b)Pq \cdot (m-1)/2$;可追溯体系下,召回成本为 $(1+a+b) \cdot Pq/2$ 。不可追溯的召回成本是可追溯召回成本的 $(m-1)$ 倍,因此,只要建立可追溯体系,就可以节约 $100(m-2)/(m-1)\%$ 的召回成本。

可追溯体系能对整个供应链上食品的各种相关信息进行记录存储,在食品出现问题需要召回时,可以快速有效地查询到问题原料或加工的环节,进行损失最小化的处理,从而极大减少了召回量,这也是可追溯体系降低召回成本的根本原因。

在食品召回成本模型中,影响召回成本的因素

有销售价格、日产量以及保质期。

1) 保质期固定的食品,可追溯和不可追溯体系下的召回成本和销售价格、日产量正相关。当销售价格越高,日生产量越大,使得召回发生时企业的利润损失加大,同时召回通知成本和运输成本加大,从而召回成本变大。

2) 在特定食品中,销售价格和日产量固定,不可追溯的召回成本和食品保质期正相关,可追溯召回成本与保质期无关。当保质期延长,使得供应链上未被消费的食品批次增加,从而不可追溯的召回量 $(m-1)q/2$ 会增加,召回成本会增加,但是保质期延长不会改变批次食品的剩余可追溯量,因此召回量和召回成本并不改变,同时可追溯相对不可追溯可节省的召回成本更多。

可追溯体系极大地降低了食品的召回成本,同时能在引发召回前发现问题食品,尽可能地降低食品召回事件的发生,维护消费者的利益,更为企业赢得良好的声誉。因此,企业应该尽早建立可追溯体系,并需要与企业的 ERP、CRM 等系统结合,建立一套完备的缺陷食品召回的追溯机制与系统,使企业更好地控制食品的质量,降低生产成本。同时政府应完善食品追溯制度,强制一些重点食品生产企业尽早建立追溯体系,并管理规定与食品生产相关的单位,包括生产者、加工者、包装者、分销者等及时记录有关单位名称、负责人、食品直接来源或去处、食品的种类、数量和包装类型等,从而有效提高召回的效率,进一步加强食品安全。

参 考 文 献

- [1] Sameer K, Erin M B. Prevention and management of product recalls in the processed food industry: A case study based on an exporter's perspective [J]. *Technovation*, 2006, 26(5): 739-750
- [2] Matthiasson T G. Benefits of traceability in fish supply chain-case studies [J]. *British Food Journal*, 2010, 112(9): 976-1002
- [3] Teratanavat R, Salin V, Hooker NH. Recall event timing: Measures of manager performance in U S mseat and poultry plants [J]. *Agribusiness*, 2005, 21(3): 351-373
- [4] Maria R, Wu Haiping. On the track of fish batches in three distribution networks [J]. *Food Control*, 2012, 26(2): 439-445
- [5] 张云, 林晖辉. 效率视野中的食品召回制度: 一种法经济学理论的证成进路 [J]. *当代法学*, 2007, 21(6): 63-68
- [6] 袁健群, 叶桦, 丁宪, 等. 部分发达国家和地区食品召回制度的现状及其思考 [J]. *中国食品卫生杂志*, 2007, 19(6): 530-532

- [7] 刘文,王菁. 国外食品召回制度的现状与特点以及对我国的启示[J]. 食品科技, 2007, 32(12): 5-8
- [8] 陈亮,李盘生,陈庆红,等. 食品召回制度及其相关问题探讨[J]. 中国食品卫生杂志, 2004, 16(6): 524-526
- [9] 杨询. 多主体预算配置低效与我国食品安全监管缺失[J]. 安徽大学学报: 哲学社会科学版, 2006, 30(3): 149-153
- [10] 熊蕾,周显志,欧仕益. 我国食品召回的问题与对策[J]. 现代食品科技, 2008, 24(8): 825-828
- [11] 刘科. 论缺陷产品召回制度[D]. 北京: 中国政法大学, 2006
- [12] 郝翔鹰. 构建食品召回制度的法律思考[J]. 郑州航空工业管理学院学报: 社会科学版, 2007, 26(2): 124-126
- [13] 蒋兴隆. 药品召回成本分析及管理研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2010
- [14] 叶明海,罗识舟. 缺陷产品召回成本分析与控制[J]. 当代财经, 2006(6): 112-115
- [15] 田丽. 论我国缺陷产品召回成本控制[J]. 中国乡镇企业会计, 2008(7): 94-95
- [16] 李成学. 基于丰田“召回门”的汽车召回成本浅析[J]. 商品与质量, 2011(7): 62
- [17] 陈贵瑛,潘吉. 建立质量追溯体系, 实施缺陷产品召回[J]. 装备制造技术, 2009, 25(12): 77-79
- [18] 张音,黄敏学. 企业产品召回的多视角研究述评[J]. 经济纵横, 2012(4): 121-124
- [19] 唐晓纯,许建军,孙学安,等. 中国食品召回数据分析与消费者认知研究[J]. 食品工业科技, 2012(6): 49-52
- [20] Buhr B L. Traceability and information technology in the meat supply chain: Implications for firm organization and market structure [J]. Journal of Food Distribution Research, 2003 (34): 13-26
- [21] Jarrell G, Peltzman S. The impact of product recalls on the wealth of sellers [J]. Journal of Political Economy, 1985(93): 663-670

责任编辑: 刘迎春