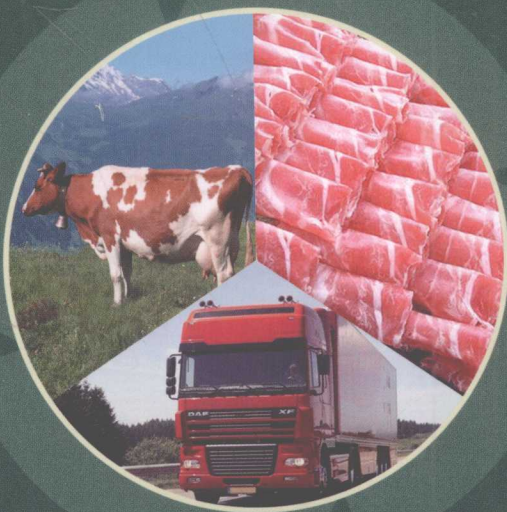


食品安全与风险管理

FOOD SAFETY AND RISK MANAGEMENT

赵林度◎编著



科学出版社
www.sciencep.com

食品安全与风险管理

FOOD SAFETY AND RISK MANAGEMENT

张树政 主编



中国农业出版社
China Agricultural Science and Technology Press

食品安全与风险管理

Food Safety and Risk Management

赵林度 编著

11-2000
Z310

科学出版社

北京

内 容 简 介

全书共8章,在介绍食品安全和风险管理等知识的基础上,从食品风险识别和评估系统,食品风险预测系统,食品风险控制系统,基于价格激励机制的食品风险管理,食品供应链风险管理,食品供应链柔性、弹性和应急管理等方面对食品安全与风险管理的全过程进行了论述。本书从遇到的实际问题出发,进行了系统而深入的分析。

本书可作为高等学校食品安全与风险管理特别是食品科学、食品安全管理、物流管理、管理科学与工程、系统工程和计算机专业教师、本科生、研究生的教科书和参考书,也可作为从事食品安全与风险管理系统规划、设计和应用工作的专业技术人员的工具书。

图书在版编目(CIP)数据

食品安全与风险管理/赵林度编著. —北京:科学出版社,2009
ISBN 978-7-03-025747-5

I. 食… II. 赵… III. 食品卫生-风险管理 IV. R155.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 180281 号

策划编辑:林 建 / 文案编辑:卜 新 / 责任校对:陈丽珠
责任印制:张克忠 / 封面设计:耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009年11月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2009年11月第一次印刷 印张: 16

印数: 1—2 500 字数: 312 000

定价: 38.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



食品是人类生存所必需的，食品安全直接关系到人类的健康和发展，关系着人类文明与进步。近年来，一系列食品安全事件（如疯牛病、口蹄疫、苏丹红、禽流感、三聚氰胺等突发事件）的暴发对人类文明产生了重大冲击，唤醒了全球对食品安全问题的关注。如何重塑一个健康、安全和环保的食品消费环境已经成为世界各国争相研究的热点课题。

在全球的食品安全危机中，中国的食品安全事件更是层出不穷，如阜阳奶粉事件、龙口粉丝事件、彭州泡菜事件、广州毒酒事件、吉林陈化粮事件、苏丹红事件、禽流感事件、三聚氰胺事件等都震惊全球。1998~2007年，中国共发生食物中毒事件3 254起，中毒113 898人，死亡1 943人，相当于平均每年发生食物中毒事件362起，中毒12 655人，死亡216人，可谓触目惊心。中国消费者协会多次开展的安全调查显示，在消费者关心的事务中，食品安全一直高居榜首。频繁发生的食品安全问题，不仅直接关系消费者的身心健康，而且给快速发展的食品行业敲响了警钟。食品安全问题严重影响了中国食品行业的生存和发展，也影响了中国食品的国际贸易。

食品安全与风险管理是一个复杂的过程，不仅涉及“从农田到餐桌”的整个食品供应链过程，而且涉及食品风险识别、食品风险评估、食品风险预测和食品风险控制过程，涉及食品风险分析和食品风险交流过程，涉及食品供应链风险管理、食品供应链柔性管理、食品供应链弹性管理和食品供应链应急管理等内容。因此，有必要建立一个全方位、系统而深入的食品安全与风险管理知识体系。

在本书写作和出版过程中，得到了许多同行和专家的热情帮助以及科学出版社林建先生的帮助。博士研究生马新露、朱莉、侯晶、刘明、胡家香、孙立、杨世才、张冲、江亿平和硕士研究生张秀珍、王茜、何礼顺、程婷、方超、卢雅

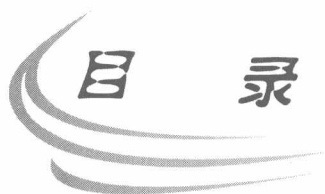
琪、汪瑜、李智、汪文利、屈林波、潘永锋、王新平、吴燕、李艳明、孔强、钱娟、柯玉东、汤红、叶永、李丽梅、王小强、李永红等认真阅读了全书，提出了许多宝贵意见，借此机会向他们和本书参考文献的作者表示诚挚的谢意。

本书的出版得到了“十一五”国家科技支撑计划重大项目“现代服务业共性技术支撑体系与应用示范工程”——“现代物流综合管理关键技术与平台”课题(2006BAH02A06)、“十一五”国家科技支撑计划重大项目“食品安全关键技术”——“食品污染溯源技术”课题(2006BAK02A16)和“超市食品安全质量控制技术研究”课题(2006BAK02A28)以及江苏省六大人才高峰项目的资助。

本书的完成首先是作者对食品安全与风险管理重要性认识的一次飞跃，试图对食品安全与风险管理体系有一个清晰的描述。但是作者相信：尽管已为本书花费了大量的精力，但食品安全与风险管理是一个理论性和实践性都很强的研究领域，一方面许多知识尚缺乏深入的理解，另一方面新的知识不断涌现，再加上作者才疏学浅，本书难免有错误或不当之处，恳请读者批评指正。

作 者

2008 年 12 月



前言

第1章

食品安全和食品风险管理概述	1
1.1 食品安全概述	1
1.2 食品安全管理现状	4
1.3 食品风险管理概述	10
1.4 食品风险管理的意义与前景	14
1.5 小结	19

第2章

风险概论	20
2.1 风险管理概述	20
2.2 风险管理的内涵	25
2.3 风险管理的意义与前景	40
2.4 小结	43

第3章

食品风险识别和评估系统	44
3.1 食品风险识别概述	44

3.2	食品风险评估概述	50
3.3	食品安全的微生物风险评估	57
3.4	小结	64

第4章

	食品风险预测系统	65
4.1	食品风险预测概述	65
4.2	微生物预测技术	67
4.3	食品货架期预测评估技术	80
4.4	小结	86

第5章

	食品风险控制系统	88
5.1	食品风险控制概述	88
5.2	食品风险控制方法	89
5.3	食品风险控制技术系统	98
5.4	食品风险交流	116
5.5	小结	121

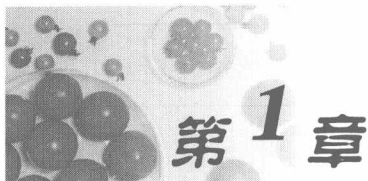
第6章

	基于价格激励机制的食品风险管理	123
6.1	价格激励机制概述	123
6.2	与价格相关的食品风险控制机制	125
6.3	基于交易成本的食品风险管理	132
6.4	信息不对称条件下的食品风险管理	139
6.5	小结	154

第7章

	食品供应链风险管理	155
7.1	供应链风险管理概述	155
7.2	食品供应链风险分析管理	169

7.3	食品供应链风险控制管理	184
7.4	小结	199
第8章		
	食品供应链柔性、弹性和应急管理	200
8.1	食品供应链柔性管理	200
8.2	食品供应链弹性管理	212
8.3	食品供应链应急管理	221
8.4	小结	238
参考文献.....		239



食品安全和食品 风险管理概述

随着中国经济的发展和人民生活水平的提高，人们在追求物质生活的同时，对食品安全性要求越来越高，人们的食品消费理念也悄然发生着变化，从传统的吃饱、吃好向吃得健康、吃得安全转变。但是，人们对食品安全管理和食品风险管理等概念还缺乏深入的理解和全面的认识。为此，本章将简要介绍食品安全管理和食品风险管理等内容。

■ 1.1 食品安全概述

总体来说，食品安全是指确保食品消费对人类健康没有直接或潜在的不良影响的特定概念。食品安全概念已经历了几个阶段，即“粮食安全”—“食品卫生”—“从农田到餐桌（from farm to table）的安全生产体系”。人们对食品安全的认识，也经历了食品可获得性—食品可食用性—食品的营养及潜在影响的变化过程（图 1-1）。

1.1.1 食品安全的内涵

随着经济的不断发展，食品安全概念的内涵也越来越丰富。围绕着食物质量问题，食品安全形成了两方面的含义，分别来源于两个英文概念：一是一个国家或社会的食物保障，指食物量上的安全性（food security），即是否具有足够的

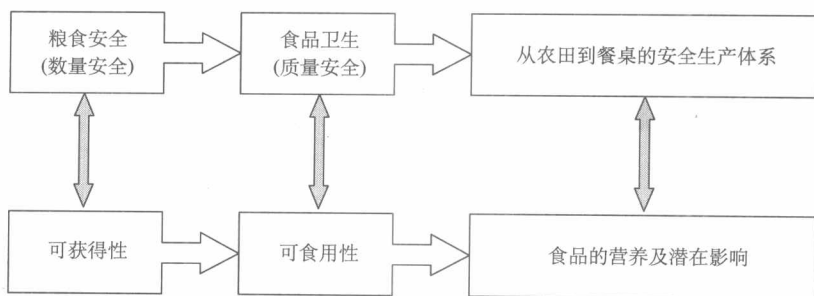


图 1-1 食品安全概念的发展过程

食物供应；二是食品中有毒、有害物质对人体健康影响的公共卫生问题，指食物质上的安全性（food safety）。有时也将 food security 翻译为“食物（品）安全”，应与本书描述的食品安全（food safety）加以区别，以免混淆。

国内民众一般认为，食品安全问题主要是指食物中毒等有害因素对人体健康的影响。这些因素是困扰民众日常生活的一个重要原因，主要包括：生物的，如微生物、病毒、寄生虫、毒素、过敏物质、生物恐怖因素和转基因等；化学的，如农药、兽药、添加剂、加工过程污染物、有毒包装材料、环境污染物等；物理的，如杂质和放射性等。

世界卫生组织对食品安全概念做了一个较为正式的定义，这一概念也随着时代的变化进行了修正。1984 年，世界卫生组织在《食品安全在卫生和发展中的作用》的文件中，将“食品安全”与“食品卫生”作为同义词，将食品安全定义为：“生产、加工、储存、配送和制作食品过程中确保食品安全可靠，有益于健康并且适合人消费的种种必要条件和措施。”在 1996 年，世界卫生组织在《加强国家级食品安全计划指南》中将“食品安全”定义为“对食品按其原定用途进行制作或食用的不会使消费者健康受到损害的一种担保”。以上只是食品安全的一个狭义的概念。

广义的食品安全问题涉及食物的数量、质量、营养、资源和食品工作等多个互相联系的方面，是一项庞大的系统工程。通常，将食品安全问题描述成食品数量安全、食品质量安全和食品可持续安全三个方面。食品安全问题的这三个方面缺一不可，只有保证了食品数量安全、食品质量安全和食品可持续安全，才能真正实现食品安全。食品数量安全、食品质量安全和食品可持续安全是循序渐进、相互影响的。

（1）食品数量安全是实现食品安全的必要条件和重要基础，一个国家或地区只有实现了食品数量安全，只有食品获取能力充足，国家、地区、家庭居民才可能关注食品的其他安全，才可能保证食品质量安全和可持续安全。

（2）食品质量安全是实现食品安全的充分条件和努力目标，离开了食品质量

安全,再充足的数量供给也是无效的,更谈不上食品可持续安全。食品质量安全保障了食品数量安全效果的实现,从整体上实现了食品安全。

(3) 食品可持续安全是食品数量安全在时间维上的延伸,即在时间维上保持食品稳定供给与有效需求之间的平衡,确保食品生产与供给在总量、结构、品质等方面能够随着人口数量的增长、人们消费需求的变化而变化。食品安全的可持续性 is 食品安全的综合保障能力和状态表现,综合反映了一个国家或地区保障食品安全的持久能力。

不同时期和不同阶段食品安全在这三个方面的表现不同。作为一个动态的安全性,同一时期的不同国家或同一国家的不同历史发展阶段,由于自然条件、经济条件、农业发展所面临的主要矛盾的差异,造成食品安全系统的风险因素和风险程度不同,最终导致食品安全内容和目标上的差异。如果一个国家或地区的食品短缺和营养不良达到了一定水平,食品数量安全就成为这个国家或地区的首要问题;如果一个国家或地区的食品污染或者营养失衡达到了一定程度,食品质量安全和食品可持续安全就成了突出问题。

1.1.2 食品安全概念的理解

尽管食品安全还没有形成一个统一的、明确的定义,但是从目前的研究情况来看,与食品卫生、食品质量相比较,在对食品安全概念的理解上,国际社会已经形成了如下四方面的共识(图1-2)。

1. 食品安全是一个综合概念

食品安全作为一种概念,包括食品卫生、食品质量、食品营养等内容,并且贯穿于食品(食物)种植、养殖、加工、包装、储藏、运输、销售、消费等环节。

2. 食品安全是一个社会概念

食品安全与卫生学、营养学、质量学等概念不同,体现了社会治理的内涵。不同国家或同一国家不同时期,食品安全所面临的突出问题和治理要求有所不同。在发达国家,食品安全主要关注因科学技术发展所引发的一系列问题,如转基因食品对人类健康的影响。而在发展中国家,食品安全则侧重于市场经济发育不成熟所引发的一系列问题,如假冒伪劣、有毒有害食品的非法生产和经营。

3. 食品安全是一个政治概念

无论是在发达国家,还是在发展中国家,食品安全都是企业和政府对社会的

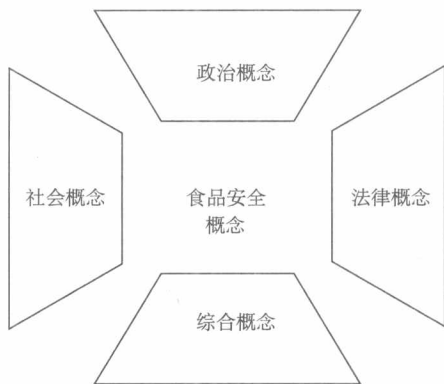


图 1-2 食品安全概念的理解

承诺和最基本的责任。食品安全与人类生存密切相关,具有唯一性和强制性,通常属于政府保障或政府强制的范畴。

4. 食品安全是一个法律概念

进入 20 世纪 80 年代以来,一些国家以及有关国际组织从社会系统工程建设角度出发,逐步以综合型的《食品安全法》替代要素型的《食品卫生法》、《产品质量法》等,反映了时代发展的要求。

食品安全不仅涉及普通食物的安全管理,还关系到整个国家的诸多方面,必须改变观念,加强认识,完善制度,健全法制,逐步建立和完善一个具有中国特色、适应中国国情的食品安全管理体系。

1.2 食品安全管理现状

中国作为一个发展中国家,与发达国家相比,在食品安全管理体系建设方面还存在非常大的差距,还需要不断学习和借鉴发达国家的经验。

1.2.1 国外食品安全管理现状

为了能够最大化发挥食品安全管理政策的效能,发达国家一般都建立了适合本国的食品安全管理体系,并对安全管理规制进行成本效率方面的分析研究。总体上,主要有集中模式与集中分散模式两种食品安全管理体系。集中模式是以欧盟的德国、丹麦为代表,即将所有与食品安全有关的活动合并至一个部门,直接由这个部门对全国的食品安全工作进行统一管理。集中分散模式,以美国、日本为代表,即与食品安全相关的监管部门由三四个部门负责,而且还有数个辅助部门提供支持。为了能够清晰地描述国外食品安全管理现状,将以食品安全管理比较完善的美国为例详细介绍发达国家的食品安全管理体系。

在食品安全管理组织结构的设立方面,美国总统食品安全委员会是美国联邦政府食品安全监管的最高机构,统揽全局,有力地协调着政府 8 个部门所属的 15 个机构,有效地实施食品安全监管。美国负责食品安全监管的联邦协调组织有美国食品与药物管理局(FDA)和农业部(USDA)、环境保护署(EPA)。这些部门主要按食品类别进行分工监管,并与各州地方政府一起形成美国的食品安全监管体系。联邦政府对食品安全监督工作具有高度的权威性和独立性,不依赖各州政府。联邦政府所有具有食品安全监督职能的机构都不具有促进贸易的职能,从而保证食品安全监督工作免受国家和部门经济利益的影响和干扰。

在食品安全管理的法律保障方面,美国的宪法规定了国家的食品安全系统由立法、执法和司法三个部门负责。国会和各州议会立法部门制定法规;执法部门(包括美国农业部、美国食品与药物管理局、美国环境保护署、各州农

业部门)利用联邦备忘录发布法律法规,并负责执行和修订;司法部门对强制执行行动、监管工作或一些政策法规产生的争端给出公正的裁决。美国的食品安全法规被公认为是较完备的法规体系,法规的制定是以危险性分析和科学性为基础,并拥有预防性措施。目前,美国有关食品安全法令是以《联邦食品、药物、化妆品法》(FFDCA)为核心,它为食品安全管理提供了基本原则和框架。按照此法律,食品工业的责任是生产安全、卫生的食品,政府是通过市场监督而不是强制性的售前检验来管理食品行业,并赋予每一个食品管理部门相应的管理权限。

除美国外,许多发达国家也采用了一些规章性的审核办法,经济合作与发展组织(OECD)所有成员国的政府部门都已经要求使用一些科学方法对规制进行评估。随着要求运用成本收益准则对联邦管制进行分析的发展趋势,为对食品安全进行系统的管理,许多欧美国家成立专门的研究机构研究和制定食品制造、生产、加工、检测技术及技术标准。

1.2.2 国内食品安全管理现状

中国在食品安全管理方面的研究起步较晚,而且研究主要集中于影响食品安全的因素分析、食品安全的市场失效问题等。

改革开放以来,中国食品产业高速增长,已经发展成为中国第一大产业。因此,政府高度重视,将食品安全作为一项重要的公共管理目标,采取了一系列措施,强化食品安全监管,已经取得了初步成效。但是,中国长期以来建立的食品安全管理体系主要围绕解决食品数量安全问题,对食品质量安全和可持续安全的关注程度不够,加之生产方式落后、食品加工水平低、产地环境不理想、滥用投入品、制假售假严重等问题的影响,中国食品安全管理面临着繁重的任务。

1. 食品安全管理面临的问题

中国要想制定出科学合理的食品安全管理体系,首先必须对国内的食品安全现状有正确的认识,前言所描述的食品安全问题只是中国食品安全问题的冰山一角,需要系统分析中国食品安全管理面临的诸多问题。

1) 食品安全管理体制和法律法规不够完善

目前,中国在食品安全管理上形成了一个多部门管理的格局,而且不同部门仅负责食品链的不同环节。职责不清、政出多门、相互矛盾、管理重叠和管理缺位现象突出。为了更好地协调各部门的食品安全管理工作,国家成立了国家食品药品监督管理局,但仍然没有从根本上解决部门职能交叉和管理活动缺乏一致性的问题。中国虽然有关于食品质量的总体性法规《食品卫生法》、《产品质量法》、《农业法》和《进出口商品检验法》,但这些法律对食品质量安全仅做了一些概要性规定,没能充分反映新形势下消费者对食品安全的要求。现有与食品安全有关的法律或法规,相互间协调和配套性差,可操作性不强。

2009年2月28日,十一届全国人大常委会七次会议以158票赞成、3票反对、4票弃权的表决结果高票通过了《食品安全法》,自2009年6月1日起施行,《食品卫生法》同时废止。《食品安全法》的出台,有助于建立和完善食品可追溯制度、问题食品召回制度、风险评估制度和企业诚信制度。

2) 食品安全标准体系、检验检测体系、认证认可体系等方面还存在不足

食品安全标准的制定并没有以风险评估为基础,标准的科学性和可操作性都有待提高。绝大多数食品标准还属于非常具体的质量指标与卫生安全指标相混合的食品标准,不仅造成监督困难,而且消费者也缺乏判断依据。标准体系仍不完善,很多重要标准尚未制定出来。相当一部分标准远低于国际标准。中国的食品安全检验检测体系建设不完善,检测技术设备不足,使得很多不安全的食品因素无法被检测出来。同时,食品认证认可体系多头管理、多重标准、重复认证、重复收费等问题还没有解决,认证认可体系的作用没有得到应有的发挥。

3) 农产品生产、加工以及销售等环节存在安全隐患

从生产环节来看,农户生产规模狭小,经营分散,农产品分级和包装技术水平低,管理困难;在食品加工环节,大量家庭作坊式的小型食品企业根本不具备生产合格产品的必备条件;在流通过程,由于包装、储藏、运输等设施落后和管理不善造成食品的二次污染;食品摊贩仍然占有很大比重,监管跟不上,形成食品安全的隐患。

表1-1是1990年、2000年、2005年卫生部统计的食品卫生抽查监测情况。

表 1-1 食品卫生抽样监测情况 (surveillance of food hygiene)

项目 (items)	检测件数/万 (number of food stuffs under surveillance/10 ⁴)			合格率/% (qualification rate/%)		
	1990 年	2000 年	2005 年	1990 年	2000 年	2005 年
肉及肉制品 (meat and fat products)	8.77	27.81	147.16	74.0	83.5	85.6
冷食及饮料 (cold food and beverage)	27.81	31.54	10.24	80.6	85.0	88.1
酒 (wine)	10.45	17.82	6.09	90.9	94.9	93.4
水产品 (aquatic products)	0.88	2.53	6.32	90.2	93.9	85.2
豆制品 (bean products)	1.30	4.24	2.97	77.4	85.0	87.0
粮食 (grain)	1.12	5.73	4.14	95.0	95.1	92.9
植物油 (plant oil)	2.36	6.38	3.43	84.5	93.1	94.5
糕点 (cake)	17.26	39.85	15.34	83.2	90.7	92.1

续表

项目 (items)	检测件数/万 (number of food stuffs under surveillance/10 ⁴)			合格率/% (qualification rate/%)		
	1990 年	2000 年	2005 年	1990 年	2000 年	2005 年
消毒鲜乳 (milk)		2.10	2.05		85.1	94.0
乳制品 (milk products)		3.08	3.14		90.0	92.3
保健食品 (health foods)		1.48	7.95		91.8	91.3
调味品 (condiments)		9.55	5.43		86.0	90.0
结果 (results)	91.94	176.75	229.99	81.9	88.9	87.5

资料来源：中华人民共和国卫生部，2006 年中国卫生统计提要，<http://www.moh.gov.cn/open/statistics/digest06/y75.htm>

4) 微生物污染成为影响食品安全的罪魁祸首

据世界卫生组织估计，在全世界每年数以亿计的食源性疾病患者中，有 70% 是由于各种致病性微生物污染的食品和饮水导致的。据中国疾病预防控制中心营养与食品安全所公布的数据，中国微生物性食物中毒居首位，占 39.62%。在食品的加工、储存、运输和销售过程中，原料受到环境污染、杀菌不彻底、储运方法不当以及不注意卫生操作等是造成细菌和致病菌超标的主要原因。

5) 食物中毒和食源性疾病仍然对食品安全构成明显威胁

近年来，中国的重大食品安全事故屡有发生，而由致病微生物和其他有毒、有害因素引起的食物中毒和食源性疾病的发病率是衡量食品安全状况的直接指标。食源性疾病是中国的一个重要致病来源，也是食品安全问题最直接的表现之一。按照卫生部提供的统计数字，中国近几年食品安全问题整体上呈现出上升趋势（表 1-2）。

表 1-2 近几年食物中毒情况统计

项目 (items)	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年
生物性	154	136	51	265	174
农药化学物	112	138	84	103	89
有毒动植物	81	75	65	151	189
原因不明	32	48	56	77	54
中毒起数	379	397	256	596	506
中毒人数	12 876	14 597	9 021	18 063	13 280
死亡人数	323	282	235	196	258

资料来源：中华人民共和国卫生部网站，<http://www.moh.gov.cn/12.htm>

6) 新产品、新技术以及新的产销方式给食品安全带来了潜在威胁

方便食品和保健食品行业的发展给国民经济带来新的增长点,但也增加了食品安全风险。在方便食品中,食品添加剂、包装材料与保鲜剂等化学品的使用是比较多的。保健食品不少原料成分作为药物可以应用,但不少传统药用成分并未经过系统的毒理学评价,作为保健食品长期和广泛食用,其安全性值得关注。由于新的食品种类和产销方式的出现,常常导致许多新的潜在的风险。

7) 食品安全科技成果和技术储备不足

长期以来,中国的食品科技体系主要是围绕解决食物供给数量而建立起来的,对于食品安全问题的关注相对较少。目前还没有广泛地应用与国际接轨的危险性评估技术,与发达国家相比,中国现行食源性危害关键检测技术仍然比较落后。中国食品安全控制技术比较落后,清洁生产技术和产地环境净化技术缺乏且没有得到广泛应用,导致环境污染严重。

8) 食品安全问题制约经济社会发展

食品安全问题已经直接制约了中国食品出口。出口食品多次在国外发生退货销毁事件,不仅造成了重大的经济损失,而且严重损害了中国产品在国际市场上的声誉。在技术贸易壁垒中,食品安全是最主要的原因。

2. 食品安全管理的对策

针对食品安全管理面临的问题,中国政府及企业制定了相应的对策,致力于改善食品安全管理环境。

1) 从政府的角度

面对复杂的食品安全管理体系,政府正致力于建设一个横向和纵向交错的综合管理体系。横向管理以各种法律法规的健全,组织执行机构配套,政府和企业逐步建立实施“危害分析和关键控制点”的预防性控制体系为特征;纵向实施“从农田到餐桌”的全过程管理。无论横向管理还是纵向管理,在管理手段上都强调制度手段和行政手段的有效集成。

第一,制度手段。

(1) 制定和完善食品安全标准,包括产品本身的标准、加工操作规程等标准;

(2) 建立检验检测体系;

(3) 实施市场准入制度,完善认证认可体系;

(4) 贯彻落实《食品安全法》。

第二,行政手段。

(1) 监督检查,如卫生抽查、罚款、查封、扣押和禁止销售、禁止移动等强制性措施;

(2) 食品安全教育宣传;