

Quyu Zonghe
Shiwu
Anquan
Fengxian Guanli
——Lilun yu
Shijian

区域综合食物 安全风险管理 ——理论与实践

刘黎明 起晓星 等著
钟来元 刘亚彬



中国农业大学出版社

CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY PRESS

15201.6
201923

区域综合食品安全风险管理

——理论与实践

刘黎明 起晓星 钟来元 刘亚彬 等著



中国农业大学出版社
· 北京 ·

内 容 简 介

全书共7章,全面阐述了我国综合食品安全风险管理的研究现状、风险管理机制、风险管理框架、风险防范体系等内容,并以粮食主产区洞庭湖区为案例进行了系统剖析。具体内容包
括:①区域综合食品安全风险管理概述;②综合食品安全风险识别与分类;③综合食品安全风
险评估方法;④综合食品安全风险预警防范体系;⑤洞庭湖区综合食品安全风险评估研究;
⑥洞庭湖区综合食品安全风险预警研究;⑦洞庭湖区综合食品安全风险防范实践。

图书在版编目(CIP)数据

区域综合食品安全风险管理:理论与实践/刘黎明,起晓星,钟来元,刘亚彬等著. —北京:
中国农业大学出版社,2018.3

ISBN 978-7-5655-1970-3

I. ①区… II. ①刘… III. ①食品安全-风险管理-研究-中国 IV. ①TS201.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 018231 号

书 名 区域综合食品安全风险管理——理论与实践

作 者 刘黎明 起晓星 钟来元 刘亚彬 等著

策 划 孙 勇

责任编辑 孙 勇

封面设计 郑 川

责任校对 文 佳

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路2号

邮政编码 100193

电 话 发行部 010-62818525,8625

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.caupress.cn>

E-mail cbsszs@cau.edu.cn

经 销 新华书店

刷 涿州市星河印刷有限公司

版 次 2018年4月第1版 2018年4月第1次印刷

规 格 787×1 092 16开本 16印张 390千字 彩插1

定 价 68.00元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

前 言

《区域综合食品安全风险管理——理论与实践》一书是由国家自然科学基金项目“区域综合食品安全的风险管理机制研究”(40940001)和“十一五”国家科技支撑计划课题“综合生态和食品安全风险防范关键技术示范”(2006BAD20B07)的部分研究成果整理而成,比较系统地阐述了我国综合食品安全风险管理的研究现状、管理机制、管理框架,以及区域综合食物风险防范等相关的理论和方法体系,并以我国重要的粮食主产区洞庭湖区为案例进行了实践应用研究。

总体而言,该论著具有以下几个主要特点:①基于综合食物安全的视角,系统地论述了食物数量、质量和可持续供给安全的科学内涵和理论框架;②以综合风险管理为理论指导,全面阐述了影响综合食物安全的自然灾害、资源约束、投入约束、消费需求、国际贸易等5大类风险源的作用机制,并应用故障树分析法及风险系数模型进行了风险因子的定性和定量识别,构建了完整的综合食物安全风险因子分类体系;③针对区域综合食物的数量、质量和可持续供给安全风险的表现特征,分别提出了不同的风险评估方法和模型,实现了区域尺度的风险制图;④完整地介绍了洞庭湖区综合食物安全风险识别—风险评估—风险预警—风险防范的案例研究成果,具有一定的实践应用和启发性。

在此要特别说明,本书是所有参与上述研究课题的师生的共同成果,先后有将近10位博士或硕士研究生承担了相应的研究内容。其中,部分研究生据此完成了学位论文,包括:钟来元、刘亚彬、起晓星、季翔、王兴、姚兰、王莉、麻翠红等。此外,在论著的编写过程中,起晓星和钟来元承担了主要任务,包括所有图件的制作。

诚然,粮食安全是一个广受关注的研究议题,不同领域的研究者都会有各自的认识和观点,这从书后所列的部分主要参考文献可见一斑,借此要感谢相关学者提供的坚实基础。本书主要以粮食安全、土地资源和综合风险管理三者交叉融合的脉络,试图更加全面和系统地阐明综合食物安全的基本理念和理论框架,并将其应用于区域尺度上的综合食物安全风险防范实践,希望能够为那些致力于解决粮食安全问题的研究人员和管理者提供一种新的思维和借鉴。

作 者
2018年1月

目 录

第1章 区域综合食品安全风险管理概述	1
1.1 区域综合食品安全风险的研究背景及意义	1
1.2 综合食品安全风险管理的相关概念	2
1.2.1 综合食品安全的基本内涵	2
1.2.2 综合食品安全风险管理的基本理论	3
1.3 综合食品安全风险管理的一般机制	8
1.3.1 综合食品安全风险管理目标	8
1.3.2 综合食品安全风险管理内容	8
1.3.3 综合食品安全风险管理程序	8
1.4 国内外综合食品安全风险管理的相关研究进展	9
1.4.1 综合食品安全风险识别的国内外研究进展	9
1.4.2 综合食品安全风险评价的国内外研究进展	10
1.4.3 综合食品安全风险预警的国内外研究进展	14
1.4.4 综合食品安全风险防范的国内外研究进展	16
第2章 综合食品安全风险识别与分类	18
2.1 综合食品安全风险源分析	18
2.2 综合食品安全风险因子识别	18
2.2.1 综合食品安全风险的定性识别方法	18
2.2.2 综合食品安全风险的定量识别方法	27
2.3 综合食品安全风险因子分类体系	30
2.3.1 风险因子分类的原则和方法	30
2.3.2 综合食品安全风险相关术语和定义	31
2.3.3 综合食品安全风险分类体系构建	34
第3章 综合食品安全风险评估方法	36
3.1 综合食物数量安全风险评估	36
3.1.1 因子综合法	36
3.1.2 缺口率法	48
3.2 综合食物质量安全风险评估	50
3.2.1 综合食物质量安全风险分析	50
3.2.2 综合食物质量安全风险评价指标体系构建	52
3.2.3 综合食物质量安全风险评价方法	53
3.3 综合食物可持续供给安全风险评估	53
3.3.1 综合食物可持续供给安全风险的内涵	53

3.3.2 综合食物可持续供给安全指标体系建立	54
3.3.3 综合食物可持续供给安全风险评估方法	56
第4章 综合食物安全风险预警防范体系	59
4.1 综合食物安全风险预警指标体系设计	59
4.1.1 食物数量安全指标	60
4.1.2 食物质量安全指标	62
4.1.3 食物可持续供给安全指标	63
4.2 综合食物安全风险预警模型构建及警限	64
4.2.1 综合食物安全风险预警模型	64
4.2.2 综合食物安全风险预警指标权重	65
4.2.3 综合食物安全风险预警警限和警级	69
4.3 综合食物安全各指标预测函数	71
4.3.1 时间序列霍尔特(Holt)双参数线性指数平滑法	71
4.3.2 趋势外推法	72
4.3.3 预测精度测算标准	74
4.4 综合食物安全风险防范体系	77
4.4.1 综合食物安全风险防范体系构成	77
4.4.2 综合食物安全风险防范应急预案	78
4.4.3 综合食物安全风险防范长效机制	79
第5章 洞庭湖区综合食物安全风险评估研究	83
5.1 洞庭湖区概况及数据来源	83
5.1.1 自然条件	84
5.1.2 社会经济概况	85
5.1.3 土地利用状况	86
5.1.4 粮食生产概况	87
5.1.5 数据来源	89
5.2 洞庭湖区综合食物安全风险识别	89
5.2.1 综合食物安全风险识别指标体系构建	89
5.2.2 洞庭湖区综合食物安全风险定量识别	90
5.3 洞庭湖区综合食物安全风险评估	92
5.3.1 洞庭湖区综合食物数量安全风险评估	92
5.3.2 洞庭湖区综合食物质量安全风险评估	139
5.3.3 洞庭湖区综合食物可持续供给安全风险评估	146
第6章 洞庭湖区综合食物安全风险预警研究	151
6.1 洞庭湖区食物数量安全风险预警	151
6.1.1 食物数量安全指标的警限划分	151
6.1.2 食物数量安全指标隶属函数构建	159
6.1.3 桃江县食物数量安全综合指数	162

6.1.4	洞庭湖区食物数量安全综合指数	163
6.1.5	桃江县食物数量安全预警	165
6.1.6	洞庭湖区食物数量安全预警	174
6.2	洞庭湖区食物质量安全风险预警	177
6.2.1	食物质量安全指标的警限划分	177
6.2.2	桃江县食物质量安全指标隶属函数	186
6.2.3	桃江县质量安全综合指数	188
6.3	洞庭湖区食物可持续供给安全风险预警	190
6.3.1	食物可持续供给安全指标的警限划分	190
6.3.2	桃江县食物可持续供给安全指标隶属函数	196
6.3.3	桃江县可持续供给安全综合指数	199
6.3.4	桃江县食物可持续供给安全预警	201
6.3.5	洞庭湖区可持续供给安全预警	201
第7章	洞庭湖区综合食物安全风险防范实践	205
7.1	总体思路	205
7.1.1	耕地粮食生产保障能力建设的意义和必要性	205
7.1.2	建设目标及技术路线	206
7.2	桃江县土地资源及其利用现状	206
7.2.1	桃江县概况	206
7.2.2	土地利用现状分析	208
7.2.3	耕地数量和质量状况分析	208
7.3	桃江县耕地资源供需态势分析	213
7.3.1	耕地需求量预测	213
7.3.2	耕地供给量预测	216
7.3.3	耕地供需态势分析	217
7.4	桃江县中低产田增产潜力分析	217
7.4.1	桃江县高中低产田划分依据及划分标准	217
7.4.2	桃江县中低产田类型	219
7.4.3	桃江县中低产田增产潜力分析	220
7.5	桃江县耕地粮食生产保障能力建设方案	220
7.5.1	耕地数量保障方案	220
7.5.2	耕地质量提升方案	228
7.5.3	耕地粮食生产保障能力建设分区	235
7.5.4	建设方案的投资估算与效益分析	236
参考文献		238

第1章 区域综合食物安全风险管理概述

1.1 区域综合食物安全风险的研究背景及意义

粮食安全一直以来都是世界各国重点关注的热点问题。1972—1974年爆发了第二次世界大战以来规模最大的粮食危机,引发了学术界、各国政府及国际组织关于全球食物安全问题的大范围讨论,“Food Security”这一概念也随之提出。1974年,联合国粮食及农业组织(FAO)在意大利召开的食物安全会议上首次明确了食物安全概念,并将如何通过发展农业等途径来实现食物安全成为粮农组织追求的核心目标(FAO, 1974)。此后,食物安全成为一门具有自己特定研究体系的、内涵丰富而复杂的研究学科,为保障全球食物安全提供了科学的参考价值。

近20多年来,随着科学技术水平的飞速发展,世界各国都把大部分精力用到通过科学技术促进经济发展上,对于经济发展的方式也更趋于急功近利和盲目追随,食物安全问题逐渐淡出人们的视野,却在不知不觉中孕育了一系列更深层次的危机。2006—2008年的粮食危机抬高了基本粮食价格,加之金融危机的影响,使遭受粮食短缺困扰的人口总数接近10亿,创下历史新高(FAO, 2008)。近年来,虽然全球饥饿人口持续减少,但2012—2014年,全球仍有8亿多人口长期遭受食物短缺困扰,其中发展中国家还有约1/8人口长期受饥饿困扰,国际食物安全形势依然十分严峻(FAO, 2014)。

中国是个拥有13亿人口的大国,其食物安全态势和趋势不仅关系到自身更关乎世界的稳定和发展。中国的食物安全问题是关系国民经济发展、社会稳定和国家自立的重大战略问题。近10年来,中国粮食自给率保持在95%以上,粮食供需形势基本稳定,处于紧平衡状态(起晓星, 2013);但未来10年,由于人口增长和饮食结构的变化,中国粮食需求将呈现刚性增长趋势,如仍保持95%的粮食自给率,到2020年粮食需求总量将达到6.5亿吨(Simelton, 2011)。我国的食物安全面临着巨大的挑战,主要表现在以下几个方面:

其一,我国是一个受灾严重的国家,几乎每年都有不同类型的灾害同时出现。近年来受全球气候变化等影响,灾害性天气日益频繁,加之农业基础设施老化失修,导致农业灾害日益加剧。近年来我国由于自然灾害造成的粮食减产量居高不下,年均减产量高达7%~8%左右(Qi, 2015)。

其二,我国耕地资源的数量和质量的变化,直接影响到粮食的产量。1996年我国耕地总面积为19.51亿亩,2006年降至18.27亿亩,10年净减少1.24亿亩(黄英伟, 2009)。从长远看,随着工业化、城镇化进程的加快,耕地减少的趋势仍难以扭转。同时我国人均水资源仅为世界人均水平的1/4,而且分布不均,水土资源不匹配,农业生产受水土资源的制约明显。2006年,全国耕地中有较完善灌溉设施的水浇地为8.25亿亩,仅占耕地总面积的45%(刘亚彬, 2010)。

其三,虽然近几年国家加大了农业补贴力度,全面推进农村税费改革,种粮效益有明显提高,但由于化肥、农药、农机等农用生产资料价格不断上涨,劳动力成本不断提高,在一定程度上制约了粮食生产投入。另外,近年来劳动力结构不合理,劳动力素质低,直接影响了农业科技接受能力,限制了新品种、新技术在粮食生产中的推广应用。

其四,中国在粮食生产上没有比较优势,未来持续进口粮食不可避免(向颖佳,2008)。近年来,国际粮食贸易格局和粮食市场行情急剧变化,国际市场粮食价格波动幅度较大;与此同时,农业贸易自由化令发达国家不断强化技术壁垒和环境壁垒,使我国的粮食贸易持续处于不利地位,对我国的粮食安全状况产生了深远影响(李晓俐,2007)。

其五,我国人口众多且在未来一定时期内仍处于持续增长状态。2014年我国的人口数量已经达到13.68亿(国家统计局,2015),根据中国人口信息研究中心的预测,到2050年我国总人口将达15.22亿。人口的刚性增长势必增加食物的消费需求,这会对我国食物供给造成巨大压力(刘亚彬,2010)。

总体来看,随着我国经济的发展和居民收入的提高,人们的膳食结构会相应发生变化,人均食物需求量仍将继续增长。从食物的供给来说,科技进步是食物增产的有利条件,而耕地减少、水资源短缺、生态环境恶化、自然灾害频繁等因素都严重限制我国食物供给量增长的速度和幅度。作为一个人口大国,中国的食物安全不可能过度依赖国际市场。因此,客观认识我国食物安全状况及其演变趋势,深入分析未来食物安全面临的各种风险,并对食物安全风险进行预警,及早采取措施防范食物安全风险的发生,能够最大限度地保障食物安全,从而为国民经济的可持续发展奠定坚实的基础。

由于我国各地的自然资源禀赋和社会经济状况差异较大,不同区域综合食物安全风险的影响因素和应对措施存在显著差异。我国13个粮食主产区粮食产量占全国总产的74%左右,且2004年以来全国粮食产量增加量的80%以上来自于粮食主产区(陈明星,2009)。因此,粮食主产区的粮食生产对我国综合食物安全影响极大,直接关系到我国粮食供求总量平衡的程度,左右着我国综合食物安全的大局。只有粮食主产区粮食生产能力得以保持和提高,才能保证我国粮食供求的基本平衡,提高应对综合食物安全风险的活动空间,真正有效防范综合食物安全风险。因此,基于区域尺度且聚焦于粮食主产区来进行综合食物安全风险研究对于解决全国层面的综合食物安全问题具有十分重要的理论和现实意义。

1.2 综合食物安全风险管理的概念

1.2.1 综合食物安全的基本内涵

食物(Food)是维持人体正常新陈代谢所需要的营养和能量的基本来源,人类的一切活动必须以能够获得充足的食物为前提。近年来,我国科研工作者对食物的理解主要有两个:其一是“大粮食”概念,所谓“大粮食”就是把所有能吃并且能为人体提供所需营养的物质,这个概念与目前国际上通用的食物(Food)概念一致,其本质就是指的食物;其二是延续已有的习惯,将“Food”一词翻译为粮食,来理解食物的概念。其中还分为广义和狭义。广义的粮食概念,即食物是指谷物类、豆类、薯类的集合;狭义粮食的概念,认为食物主要包括稻谷、小麦、玉米、大麦、高粱等。考虑到项目研究区的动物性食物主要依靠饲料粮转化而来,所以本研究所指的食物

物为广义的粮食概念,即谷物类、豆类、薯类的集合。

1974年11月,联合国粮农组织在世界粮食大会上通过了《世界食物安全国际约定》,第一次提出了“食物安全”的概念:“保证任何人在任何时候都能得到为了生存和健康需要的足够食品”。国内对食物安全的研究,最早都是由“Food Security”翻译而来,由于当时我国经济落后,吃饭问题没有得到很好的解决,最早把“Food”翻译为粮食,因此国内的研究大多数采用的是“粮食安全”的说法,重点研究稻谷、小麦、玉米、大豆等粮食供给的安全状况。但是随着我国经济的发展,人民生活水平的提高,更多的学者发现“Food”一词的含义非常丰富,翻译为食物更为恰当,所以现在已经有学者提出我们要转变单一化“粮食安全”的观念,树立综合的“食物安全”观念(张士功,2005)。

从20世纪末,我国农业发展进入“粮食产量供需基本平衡、丰年有余”新阶段,2003年以人均GDP超过1000美元为标志,我国进入食物发展与营养改善的战略机遇期,以营养平衡为核心的膳食结构改善工作凸现出其重要性、紧迫性。肉、蛋、奶、果、菜和水产品等粮食以外的食物得到快速发展,食物发展呈现多样化态势。从食物安全的高度关注人类的温饱与营养健康,更有利于缓解资源与环境压力,是现实的需要和未来的必然趋势(卢良恕,2008)。

2003年卢良恕院士提出“食物安全”的含义包括了几个大的方面:从数量的角度,要求人们既能买得到、又买得起需要的基本食品;从质量的角度,要求食物的营养全面、结构合理、卫生健康;从发展的角度,要求食物的获取注重生态环境的保护和资源利用的可持续性。食物安全是一个由食物数量安全、食物质量安全与食物持续性安全组成的整体性概念(卢良恕,2003)。丁声俊(2006)指出,迄今,已经形成共识的“食物安全”内涵包括食物数量安全、食物质量安全、食物可持续安全。由这些实质性的基本内涵出发,学术界和国际组织又从不同角度出发,提出“食物安全”包括食物生产安全、食物加工安全、食物储备安全、食物流通安全、食物消费安全和食物卫生安全等内容。还有的专家从不同层面出发把“食物安全”划分为“国家食物安全”、“家庭食物安全”、“食物营养安全”,以及新近提出的“食物可持续安全”等内容。这些不同层次的“食物安全”的内涵是相互联系、相互统一的,当然也有不同的侧重点。我国应该创新国家食物安全战略,适时把“单一化粮食安全”观念拓展为“以粮食为重点的综合化食物安全”新战略。从多年来的实践看,衡量中国“粮食安全”不可继续采用单项指标,需要采取内容完整、更能反映客观实际情况的指标体系(丁声俊,2008)。

综上所述,完整的食物安全应包括食物数量安全、食物质量安全、食物可持续供给安全,也就是综合食物安全。具体地说,在数量上要求人们既能买得到、又买得起维持正常生活所需要的基本食物,保障人们正常积极、健康生命活动的能量需要;在质量上要求人们所获取的食物营养全面、结构合理、卫生健康,保障食物的营养安全和卫生安全;在保障食物的可持续供给上要求食物的获取必须注重生态环境的保护和资源利用的可持续性,在保障满足当代人食物需求的同时,不影响后代人对食物的需求。

1.2.2 综合食物安全风险管理的理论基础

1.2.2.1 风险管理理论

风险常常与危险或灾害被赋予等同的概念。不同的研究领域、不同的历史阶段人们对于风险的概念有着不同的理解,一般来说,风险是指由于不确定因素造成某一事件预期的不良后果或损失。相关研究中,风险度指标常常被用来度量风险,其计算方式主要有风险度(Risk)=

危险度(Hazard)+易损度(Vulnerability), 风险度(Risk)=危险度(Hazard)×结果(Consequence), 风险度(Risk)=概率(Probability)×易损度(Vulnerability)等几种形式(陈晓楠, 2008)。此外, 由多个指标集合而成的综合风险指数也常常被用来表征风险的大小(起晓星, 2015)。

风险管理起源于一战以后的德国(汪忠, 2005), 也有的学者认为风险管理始于美国(严复海, 2007)。1963年, 美国学者发表了《企业的风险管理》一文, 引起相关领域学者的普遍重视。随后, 风险管理便成为一门独立学科, 并已形成一套独立的理论体系和方法论。总的来说, 风险管理主要包括风险识别、风险建模与量化、风险评价与风险防范等几个部分。

风险有两个来源: 一是客观世界的不确定性, 二是人对客观世界认识能力的局限性(成思危, 2003)。源于客观世界不确定性的风险称为客观风险。从系统科学的角度来看, 客观世界本身就存在着不确定性, 即使确定的系统也有内在的随机性, 不确定性本身就是客观存在; 且由于系统内部的随机因素难以确定, 因此难以完全把握系统的确定性。源于人对客观世界认识能力局限性的风险, 称为主观风险。尽管人类积极地认识客观世界, 由于事物是不断发展变化的, 与之相联系的外部条件也复杂多变, 人类的认识受到技术、手段、方法等方面的制约, 使得难以全面客观地认识事物的本质及其规律。对于综合食品安全风险而言, 其客观风险源主要来自于资源约束条件及各种自然灾害, 如耕地资源约束、水资源约束、农业气象灾害、病虫害等; 而主观风险则涉及投入条件约束、消费需求波动、国际贸易流通等方面, 如农资投入约束、劳动力投入约束、人口波动、人均消费波动、国际市场价格变动、贸易壁垒等。

正确地理解风险, 对于增强风险识别、加强风险管理、减少风险损失都有着重要的理论和现实意义。风险一般具有以下基本特征: 一是风险是客观存在的, 是不以人的意志为转移, 风险的大小不仅可以度量, 还可以通过采取某种措施来降低; 二是风险具有不确定性, 这种不确定性主要表现在时间上的不确定性、空间上的不确定性以及损失的不确定性。三是风险具有社会属性, 是伴随着人类活动而存在的, 没有人类的预期, 也就没有相应的风险。据此, 认识风险的各种特征有助于人们正确地认识风险及其产生与发展规律, 从而制定相应的风险防范措施, 进行风险管理。同样地, 综合食品安全风险完全具有上述风险特征。首先, 食品安全风险自始至终伴随着人类社会的整个发展历程, 如何有效地获得足够的、安全的、富有营养的食物是人类面对的基本问题。其次, 随着人口数量的增长、膳食结构的变化以及地区间发展不平衡的加剧, 如何提供充足的、丰富的食物来满足社会经济发展的需要是很多发展中国家面临的问题。最后, 由于气候变化带来的食物生产不确定性及国际贸易格局的演变, 如何持续稳定地保障食物供给是一个国家经济发展、社会稳定和国家自立的关键。

1.2.2.2 经济预警理论

经济预警(Economic Early-Warning)包括宏观和微观两个层面。微观经济预警主要指企业层面的预警, 综合食品安全预警属于宏观经济预警的范畴。由于各种自然或人为的原因, 宏观经济在其运行过程中会产生不同程度的警情, 使得宏观经济运行严重受阻, 经济增长速度降至较低水平, 经济增长质量即经济效益低于一个国家或地区所需的最低标准。为避免宏观经济出现重大问题, 须要开展宏观经济警情的研究, 即宏观经济预警研究。经济预警的理论基础, 一是经济发展具有周期性, 经济周期(Business Cycle, 亦作商业周期、商业循环或经济循环)是指总体经济活动的扩张和收缩交替出现的过程, 一个经济波动周期可细化为复苏、扩张、收缩和萧条4个阶段; 二是在经济发展过程中, 很多问题可以通过一些指标率先反映出来, 因

此可以通过对这些指标的分析或监测来及时发现经济发展过程中可能存在的问题。

经济预警系统的作用是加强宏观经济调控,为决策者提供参考。其运行原理是根据系统科学和经济学理论,在掌握经济发展历史资料的基础上,运用自然规律和经济规律,以经济发展的正常轨道和科学的预期目标为参照物,全面分析各种影响因素,确定警限,以便采取对策减少危害程度。经济预警一般包括明确警情、寻找警源、分析警兆、预报警级、排除警患等几个步骤。

(1)明确警情是预警的前提。明确警情就是明确预警的对象。警情一般用一系列同步或近似同步的指标反映,可分为两类:一类反映经济增长速度、一类反映经济增长质量。当这些指标低于一定合理水平时,就代表警情出现。在这个过程中,由于每个指标所反映警情的重要性不同,因此要对不同的指标赋予不同的权重,加权计算后即可得到警情程度的总指数,从而能够进行更为深入的分析。

(2)寻找警源是预警的起点。寻找警源即寻找引起警情的各种可能因素。警源可以分为两类:内生警源和外生警源。内生警源指研究对象内部的影响因素,对于食品安全来说主要包括影响食物产量或供给的有关因素;外生警源主要针对影响研究对象的外部因素,例如自然灾害等。外生警源具有突发性特点,一旦发生,不宜在短期内快速调整和控制。

(3)分析警兆是预警的关键。由警源到产生警情是一个过程,包含警情的产生、发展、扩大及爆发,预警的目的就在于在警情扩大和爆发以前发现警情,并及时消警。警兆就是从警源发展到警情过程中出现的警情先兆,是以警源为基础而选定的具体要素。只有找准警兆,才能准确把握警情变化方向,能做到早期预警,真正为宏观管理和调控提供依据。

(4)预报警级是预警的核心。警级预报一般有两种方法:一种是建立关于警情的普通模型或者利用统计方法先做出预测,然后根据警限转化警级;另一种是建立关于警情的警级模型,直接通过警兆预测警情的警级,这是一种等级回归技术。

(5)排除警患是预警的目的。警情出现后要根据警级的大小给出相应的解决对策,也就是要给出排警决策。排警决策一方面依赖于对警源和警兆的分析,另一方面要参考相关专家的判断和意见建议。因此,开展综合食品安全风险预警研究需要建立专家库和专家决策系统,为及时采取正确的排警决策提供智力支持。

综合食品安全预警是宏观经济预警的一个组成部分,是对未来各种食品安全状况做出评估和预测,并提前发布警报,以便有关部门采取相应的长期和短期对策,防范和化解食物不安全风险。因此,在区域综合食品安全预警的过程中,所运用的方法和研究过程同样遵循上述宏观经济预警的理论和方法。

1.2.2.3 供需平衡理论

供需平衡理论是实现食物数量安全的前提。从总供给和总需求的平衡关系来看,一方面,社会资本再生产的起点是社会总产品,它的价值总额代表市场产品的总供给量;另一方面,社会资本再生产对生产资料 and 消费品的需求,则构成市场对社会总产品的总需求量。总供给与总需求必须保持平衡,社会总产品才能全部实现,社会资本再生产才能顺利进行。总供给大于总需求或者总供给小于总需求,都会直接影响社会资本再生产的正常进行,只有通过宏观调控手段,努力保持总供给和总需求的平衡,才能促进宏观经济持续和健康的发展。

既然社会总产品的实现是通过市场交换进行的,这样就包含了两个层次的问题,一是总供给量与总需求量的平衡问题,二是供求总量内部构成比例平衡问题。这双重平衡的要

求是制约社会总产品的实现及社会资本再生产的关键。社会再生产这种供求平衡的过程也就是市场配置资源的过程。同样,食物安全问题作为宏观经济问题的一部分,在讨论食物的数量安全时,既要考虑到食物供给量和需求量的总量平衡,又要考虑到国内各区域之间的供需平衡。

食物供需平衡的风险源来自供需两方面。其中,食物需求风险主要来自人口变化和食物消费结构改变导致的需求变动,而食物的供给则受自然灾害、生产投入、资源约束、食物储备和食物净进口能力等因素的影响。总体来看,食物需求弹性较小,变化相对稳定且有一定规律可循;而作为食物供给主要组成部分的粮食供给年际变动较大,是影响食物供需平衡的主导因素。

1.2.2.4 膳食营养平衡理论

人体的健康、生理机能和智力发育等都与食物的数量和质量密切相关,人体摄入食物的品种、数量不同,从中汲取的营养素有很大差别。众所周知,各种食物的营养价值不同,任何一种单一的天然食物都不能提供人体所需的全部营养。因此,要达到食物营养平衡,必须要实现食物的多样化,以满足人体必需的各种营养素(许高升等,1994)。

膳食营养平衡的理论,就是强调由多种食物相互搭配所组成的膳食,能促进人体正常生长发育,满足各种生理需要,并能够维持良好的健康状态,预防营养不良的同时,减少同营养过剩相关疾病的发生。不同食物含有不同的营养素,不同营养素完成不同的功能。自然界中,除母乳外,任何一种天然食物都不能提供人体所需的全部营养素,人们为了维持生命活动,必须从多种食物中获取各种营养素,才能满足人体各种营养需要,达到合理营养、促进健康的目的。现代营养学家把食物按其提供的营养划分为5大类,即粮谷、大豆、动物性食物、蔬菜水果和油脂。第一类为谷类及薯类;谷类包括米、面、杂粮等,薯类包括马铃薯、甘薯、木薯等,主要提供碳水化合物、蛋白质、膳食纤维及B族维生素。第二类为动物性食物:包括肉、禽、鱼、奶、蛋等,主要提供蛋白质、脂肪、矿物质、维生素A和B族维生素。第三类为豆类及其制品:包括大豆及其他干豆类,主要提供蛋白质、脂肪、膳食纤维、矿物质和B族维生素。第四类为蔬菜水果类:包括鲜豆、根茎、叶菜、茄果等,主要提供膳食纤维、矿物质、维生素C和胡萝卜素等水化物质。第五类为纯热能食物:包括动植物油、淀粉、食用糖和酒类,主要提供能量。植物油还可提供维生素E和必需脂肪酸(中国营养学会,1998)。

人体吸收的各种物质都以某种特定的方式组织结构并相互发生作用。对各种物质的配比情况、补充消耗速度都有一定的要求。反映到饮食上,物质的摄取也不是无规律的。营养均衡方可健康。当人们的膳食结构合理,营养平衡时,必能满足机体对热能和各种营养素的需要,促进机体的抗病能力,提高工作与劳动效率,而且还能预防和治疗某些疾病;当膳食结构不合理,摄入的热能营养素不平衡,即营养失调时,因某个或某些营养素摄入不足,不能满足机体的需要。因此,平衡膳食、合理营养,是维持人体健康与生存的重要条件。

在进行区域综合食品安全研究的时候,不仅要考虑到食物的数量是否能够满足需要,也要考虑到食物的质量安全问题。从膳食营养角度,食物质量安全包括两个方面:首先能否保障所提供食物中的营养素满足人体的基本需求;其次是人们所摄入的膳食是否平衡。中国作为一个发展中国家,其膳食结构具有其自身特点,属于热量基本上满足人体需要、蛋白质和脂肪供给不足的营养不足类型。近年来随着国民经济的发展、粮食产量和个人收入的稳定提高,食物消费已经从满足吃饱向吃好吃好转变,食物的品质和营养开始成为食物质量安全的核心。由于不

同区域经济发展水平和食物消费能力的差异,居民的膳食营养需求的满足程度不尽相同。无论如何,食物质量安全状况可用最主要的几种营养物质和能量物质来衡量,通过对这些物质消费情况的分析,就可以判断与预测食物质量安全能否达到既定目标。

1.2.2.5 食品安全理论

食品安全,指食品无毒、无害,符合应当有的营养要求,对人体健康不造成任何急性、亚急性或者慢性危害(国家工商总局,2009)。首先,食品安全是个综合概念。食品安全包括食品卫生、食品质量、食品营养等相关方面的内容和食品(食物)种植、养殖、加工、包装、贮藏、运输、销售、消费等环节。而作为属概念的食品卫生、食品质量、食品营养等(通常被理解为部门概念或者行业概念),均无法涵盖上述全部内容和全部环节。其次,食品安全是个社会概念。不同国家以及不同时期,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,食品安全所关注的主要是因科学技术发展所引发的,如转基因食品对人类健康的影响;而在发展中国家,食品安全所侧重的则是市场经济发育不成熟所引发的,如假冒伪劣、有毒有害食品的非法生产经营。再次,食品安全是个政治概念。无论是发达国家,还是发展中国家,食品安全都是企业和政府对社会最基本的责任和必须做出的承诺。食品安全与生存权紧密相连,具有唯一性和强制性,通常属于政府保障或者政府强制的范畴。而食品质量等往往与发展权有关,具有层次性和选择性,通常属于商业选择或者政府倡导的范畴。近年来,国际社会逐步以食品安全的概念替代食品卫生、食品质量的概念,更加突显了食品安全的政治责任。第四,食品安全是个法律概念。自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的角度出发,逐步以食品安全的综合立法替代卫生、质量、营养等要素立法。1990年,英国颁布了《食品安全法》;2000年,欧盟发表了具有指导意义的《食品安全白皮书》;2003年,日本制定了《食品安全基本法》;部分发展中国家也制定了《食品安全法》。综合型的《食品安全法》逐步替代要素型的《食品卫生法》《食品质量法》《食品营养法》等,反映了时代发展的要求。

由于食品危害事件的频繁发生及消费者对食品质量要求的不断提高,我国的食品质量安全成为产业界、政府和学术界关注的焦点。因此,如何实现“从农田到餐桌”全过程食品安全管理是一个迫在眉睫的问题。

1.2.2.6 可持续发展理论

可持续发展是指既满足当代人的需要,又不对后代满足其自身需要的能力构成危害的发展,其中包括两个关键性的内涵:其一,人类的需要特别是穷人的需要,这些基本需要应该置于压倒一切的优先地位;其二,环境限度,如果突破了这个限度必将使当代人和后代人的生存能力受到影响。可持续发展不是单纯的经济发展理论,也不是单纯的环境保护理论,它是生态、经济、社会三个系统层面上的统一发展理论以及提高人类生存和生活质量的总体性的社会发展理论。

中国幅员辽阔,但人均资源占有量却远低于世界水平。过去几十年里,中国政府努力利用有限资源来进行食物生产,基本满足了庞大人口的食物需求;但是掠夺性的资源开发、环境污染、生态破坏已成为一个制约我国农业生产和食物可持续供给的一个重要因素。因此,研究区域综合食物安全,必须运用可持续发展理论,分析区域食物供给与消费特征,解决资源匮乏和持续发展之间的矛盾,建立区域食物可持续供给安全的预警体系。

1.3 综合食品安全风险管理的一般机制

1.3.1 综合食品安全风险管理目标

风险管理目标是指风险管理所要达到的客观效果。由于综合食品安全包括食物数量安全、食物质量安全和食物可持续供给安全,因此其风险管理目标是在数量上控制食物供需失衡风险,尽量避免食物供给无法满足需求的情况出现;在质量上保障食物的营养安全和卫生安全,降低膳食结构不合理或化学物质超标形成的危害;在可持续方面注重生态环境的保护和资源利用的可持续性,防止由于环境恶化或资源退化导致的食物可持续供给能力下降。简而言之,综合食品安全风险管理的目标是把综合食品安全风险的程度降至最低。

1.3.2 综合食品安全风险管理内容

综合食品安全风险管理内容主要包括综合食品安全风险识别与分类、综合食品安全风险评估、综合食品安全风险预警及综合食品安全风险防范4个部分。具体如下:

1. 综合食品安全风险识别与分类

根据综合食品安全风险发生的原因、环境、性质和形式分析风险来源及类型,在此基础上运用科学的风险识别方法对已经存在的和潜在的各种风险源、风险因子进行全面的识别和系统的分类,为进一步开展综合食品安全风险评估奠定基础。

2. 综合食品安全风险评估

综合食品安全风险评估包括食物数量安全风险评估、食物质量安全风险评估和食物可持续供给安全风险评估三个方面。在区域尺度,食物数量安全风险评估主要指对未来一定时期内食物供需失衡风险的评估;食物质量安全风险评估主要针对食物生产环节,重点关注产地环境及化学品投入对食物质量的影响。食物可持续供给安全风险评估则主要聚焦于未来一定时期内在资源约束和环境变化影响下的食物可持续生产状况。

3. 综合食品安全风险预警

预警本身是一个明确警情、寻找警源、分析警兆、预报警度和排警的过程,选择和确定预警指标,是预警系统研究的核心问题之一。警情产生于警源,同时在爆发之前又必然会产生警兆;寻找警源是分析警兆的基础,同时也是排除警情的前提。因此,综合食品安全风险预警主要以警情指标为对象,以警源为依据,以警兆指标为主体。具体来看,对于食物数量安全和质量安全一般采用警情指标,对于食物可持续供给安全一般采用警兆指标。

4. 综合食品安全风险防范

综合食品安全风险防范首先要研究食品安全风险传导的机理,再根据风险预警的结果进行针对性的防范。一般而言,综合食品安全风险防范系统由组织领导子系统、信息发布子系统、法律支持子系统、决策子系统构成;防范体系则包括长效调整机制和应急预案两个层面,以及数量安全、质量安全、可持续安全三个方面,并涵盖食物生产、加工、流通、消费各个环节。

1.3.3 综合食品安全风险管理程序

综合食品安全风险管理程序是指系统地管理食物数量安全风险、食物质量安全风险和食

物可持续供给安全风险的整个过程。主要包括以下3个步骤:

(1)针对区域社会经济发展过程中的综合食品安全风险管理问题,以当地自然资源禀赋和农业生产条件为背景,分别从数量安全、质量安全和可持续供给安全3个方面系统识别出影响区域综合食品安全的风险源及风险因子,建立风险因子分类体系。

(2)基于识别出的综合食品安全风险因子,分别从数量安全、质量安全和可持续供给安全三个方面系统构建综合食品安全风险评估与预警方法体系,对区域综合食品安全风险进行全面评估及预警。

(3)基于区域综合食品安全风险评估及预警结果,深入分析各类风险的传导机制,构建综合食品安全风险防范的理论及方法体系,提出相应的风险防范对策,为区域社会经济的可持续发展提供综合食品安全保障。

1.4 国内外综合食品安全风险管理的相关研究进展

1.4.1 综合食品安全风险识别的国内外研究进展

1.4.1.1 国内研究进展

1. 食物数量安全角度

郭玮(2003)、屈宝香(2004)等人认为粮食减产是导致粮食不安全的直接原因,他们通过对引起粮食减产的因素进行分析,确定引起粮食减产的主要风险因素是自然灾害频发、耕地面积减少、粮食收益水平低和农业物质投入不足。姚学慧等(2005)在对粮食安全研究现状分析的基础上,认为粮食安全风险来源于自然灾害频繁发生、农业资源的退化与短缺、粮食生产的经济效益不佳、耕地减少、物质投入与科技投入不足、粮食单产水平不高、人均粮食的需求量增加、政府管理不力和粮食浪费等因素。吕春蕾(2006)认为随着人口的增加和生活水平的提高,我国粮食供需矛盾凸显。影响粮食生产的风险主要来源于耕地数量减少,耕地质量下降、农业科技和机械化水平落后、激励粮农发展粮食生产的长效机制缺乏。马红波、褚庆全(2007)认为农业自然灾害以及化肥、农药、农业机械、耕地、劳动力、资金等物质投入的降低是影响我国粮食总产稳定增长的主要风险源。

2. 食物质量安全角度

潘珍(2007)、杨文雄(2007)将影响粮食质量安全的风险源按照性质分为化学性、物理性和生物性三种。化学性安全风险是指粮食作物在种植中滥用农药、化肥、催熟剂等,粮食生产加工过程中不是当使用添加剂以及食品包装容器和工业废弃物的污染;物理性安全风险指粮食在生长、收割、晾晒、加工、储存、运输、销售过程中混入物理杂质,如杂草的种子、麦秆、泥土、沙石、金属碎屑等而影响粮食的品质和质量安全;生物性安全风险指粮食在从农田到餐桌过程中造成的微生物污染,如食源性细菌病原体、食源性病毒、食源性寄生虫等。欧阳建勋(2007)认为食物质量安全风险来源于内生性物质因素、外生性物质因素、生物水平不安全物质因素和化学水平不安全物质因素。

3. 粮食可持续供给安全角度

李道亮和傅泽田(2000)、熊鹰(2006)指出由于地下水超采、荒漠化威胁、水体污染、森林退化等一系列问题使得我国的粮食生产存在着资源、生态危机,要实现食物的可持续供给安全需

付出巨大的代价。韩纯儒(2001)在对中国食品安全进行全国范围的研究后指出,我国要实现食物可持续安全的最大障碍是水资源耗竭、水土资源分布不均。

1.4.1.2 国外研究进展

国外文献中对食品安全风险识别和分类的研究不多。在食物数量安全风险因子识别方面,以 Lester R Brown 的研究为代表,他指出水资源短缺将是人类实现食物安全的最大障碍,并指出中国农用水源的急剧减少已日益威胁到世界食物安全(Lester et al,1998)。Bickel et al(1996)对食物数量不安全作了界定,他们认为食物不安全是一种食物来源不断缩减的状态,这种食物供给的缩减来源于土地、水资源等生产基础条件的变化,这一识别结果是从数量安全角度上提出的,属于食物数量安全风险识别的成果。

在食物质量安全风险因子识别方面,Madhusudan et al(2001)对环境中可能造成食物安全风险的因素进行分析,认为这些因素包括土壤、空气、生产等外部环境因素,也包括企业卫生状况等纯粹环境因素,其中在纯环境因素中因某些物质或有害微生物等可能导致食物质量安全风险。Antle et al(1996)指出农业种植养殖业的源头污染,食品添加剂、微生物引起的食源性疾病,新原料、新工艺带来的食物安全性变化(如转基因食品等)都是潜在的食物质量安全风险源。Maxwell 和 Frankenberger(1992)对从食物质量安全问题作了探讨,他们认为营养安全是食物安全的基本要求,营养不足是食物不安全的直接表现,其营养不安全主要来自于食物的生产环境和食物自身品质。

在食物安全风险因子的综合识别方面,Daniel et al(2008)从微观的家庭食物安全的角度研究,通过对 14 个案例区的对比分析,认为个人农业生产行为、食物消费行为对微观食物质量安全造成影响,导致食物不安全问题的发生。Dana et al(2009)认为在即将到来的 2030 年人口高峰期,包括食物在内的生物能源需求将增加,而耕地数量、土壤肥力、农业科技的发展水平、人类对土地的利用、食物需求及消费方式等是影响食物安全的主要因子。Birgit 和 Stacey(2002)从自然因素和人为因素两个方面来进行食物安全风险因子识别,自然因素包括全球变暖、水资源严重短缺、耕地退化和大量被占用、农作物病虫害;人为因素包括人口迅速增加使得食物需求量猛增、营养水平低、营养结构不合理、收入水平低等。

综上,由于不同的国情和背景,国内外对于综合食物安全研究的侧重点有所不同,且鲜有从可持续供给安全角度对食物安全风险因子进行识别和分类的研究。总的来看,系统地针对综合食物安全风险识别的研究还比较初步,没有形成较为系统的识别思路和分类体系,在一定程度上,限制了食物安全风险识别和风险评估的发展。

1.4.2 综合食物安全风险评价的国内外研究进展

1.4.2.1 国内研究进展

目前,我国在综合食物安全风险评价领域的研究主要侧重于食物数量安全风险评估。例如,朱泽(1998)采用四项指标简单平均法来对国家粮食安全状况进行评价,设定国家粮食安全系数为 λ ,在对 λ 值进行计算时,先进行如下假定:①一个国家的粮食安全系数可以由粮食产量波动率、粮食储备率、粮食自给率、人均粮食占有量这四项指标进行完全解释。②以上四项指标对 λ 的解释度或称贡献率是等同的,即它们的权重是相同的。据此假设,有 $\lambda_i = (\sum \lambda_{ij})/4$,其中, λ_{ij} 为第 i 个国家 j 项指标取值。显然, $0 \leq \lambda \leq 1$ 。 λ 越接近 1,表示粮食