



**卓越工程师**

教育培养计划食品科学与工程类系列规划教材

**Food Safety**

# 食品安全学

王 硕 王俊平 主编



科学出版社

卓越工程师教育培养计划食品科学与工程类系列规划教材

# 食品安全学

王 硕 王俊平 主编



科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书为“卓越工程师教育培养计划食品科学与工程类系列规划教材”之一，主要从食品中有害物的来源与危害、有害物的检测技术、有害物的控制与管理三个方面全面系统地介绍了食品安全的基础知识。食品中有害物的来源与危害讲述了食品农药和兽药残留、生物毒素、重金属等外源污染物的来源与危害，食品原料中自身含有的有害物种类及在食品加工过程中产生的有害物及其来源，转基因食品安全，食品包装材料的安全问题及食品运输流通过程中的安全问题。有害物的检测技术重点介绍了目前食品中有害物检测常用的仪器分析技术和快速检测技术，同时也对食品安全风险管理的基础知识及法律法规等内容进行了讲述。本书内容着重于基础知识的讲述，同时注意吸收目前食品安全研究的最新成果，理论讲述与案例相结合，有助于加深学生对知识点的理解。

本书适合于高等院校食品质量与安全、食品科学与工程及其他相关专业学生使用，同时也可以应用于高职院校食品质量安全专业。

### 图书在版编目(CIP)数据

食品安全学/王硕, 王俊平主编. —北京: 科学出版社, 2016. 3

卓越工程师教育培养计划食品科学与工程类系列规划教材

ISBN 978-7-03-046431-6

I. ①食… II. ①王…②王… III. ①食品安全-高等学校-教材  
IV. ①TS201.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 282160 号

责任编辑: 席 慧/责任校对: 李 影

责任印制: 赵 博/封面设计: 迷底书装

**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>

**安泰印刷厂印刷**

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2016年3月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2016年3月第一次印刷 印张: 16

字数: 400 000

**定价: 39.80 元**

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

# “卓越工程师教育培养计划食品科学与工程类系列规划教材”

## 编写、审定委员会

主任 朱蓓薇

### 编写委员会

副主任 王 硕 孙远明

委员 (以姓氏笔画为序)

于国萍	马 涛	王世平	王俊平	王喜波
邓泽元	石彦国	刘光明	李云飞	李汴生
李雁群	张 敏	张英华	邵美丽	林松毅
赵新淮	高金燕	曹敏杰	章建浩	彭增起

### 审定委员会

委员 (以姓氏笔画为序)

艾志录	史贤明	刘静波	江连洲	励建荣
何国庆	陈 卫	周 鹏	郑宝东	胡华强

秘 书 席 慧

## 《食品安全学》编写委员会

主 编 王 硕 (天津科科技大学)

王俊平 (天津科科技大学)

编 委 (以姓氏笔画为序)

王向红 (河北农业大学)

刘光明 (集美大学)

李昌模 (天津科技大学)

杨 燊 (集美大学)

邱绪进 (集美大学)

何金兴 (齐鲁工业大学)

张 彧 (大连工业大学)

张鸿雁 (山东师范大学)

徐志祥 (山东农业大学)

# 总 序

2010年6月23日，教育部在天津大学召开“卓越工程师教育培养计划”（即“卓越计划”）启动会，联合有关部门和行业协（学）会，共同实施卓越计划。以实施该计划为突破口，促进工程教育改革创新，全面提高我国工程教育人才培养质量，努力建设具有世界先进水平、中国特色的社会主义现代高等工程教育体系，促进我国从工程教育大国走向工程教育强国。

为了推进“卓越计划”的实施，科学出版社经过广泛调研，征求广大专家、教师的意见，联合多所实施“卓越计划”的相关高校，针对食品科学与工程类本科专业组织并出版“卓越工程师教育培养计划食品科学与工程类系列规划教材”，该系列教材涵盖食品科学与工程、食品质量与安全、粮食工程、乳品工程、酿酒工程等相关专业，旨在大力推进教育改革，提高学生的实践能力和创新能力，建立一套具有开拓性和探索性的创新型教材体系，培养具有国际竞争力的工程技术人才。

根据教育部的学科分类，食品科学与工程类属于一级学科，与数学、物理、生物、天文、化工等基础学科属同等地位。它具有多学科交叉渗透的特点，涉及化学、物理、生物、农学、机械、环境、管理等多个学科领域。特别是20世纪50年代以来，随着计算机技术和生物技术在食品工业中的广泛应用，食品专业更是如虎添翼，得以蓬勃发展。据统计，全国开设食品科学与工程类本科专业的高校近300所，已有14所高校的食品科学与工程专业入选前三批的“卓越计划”。“卓越工程师教育培养计划食品科学与工程类系列规划教材”汇集了相关高校教师、企业专家的丰富教学经验和研究成果，整合相关的优质教学资源，保证了教材的质量和水平。

2013年4月13日，科学出版社“卓越计划”第一批规划教材的编前会议在东北农业大学食品学院举办；2014年6月13日，“卓越计划”第一批规划教材的定稿会议和第二批规划教材的启动会议在大连工业大学食品学院举行。经过科学出版社与广大教师的共同努力，保障了该系列规划教材编写的顺利实施。

该系列丛书注重对学生工程能力和创新能力的培养，注重与案例紧密结合，突出实用。丛书作者都是长期在食品科学与工程领域一线工作的教学、科研人员，有着深厚的系统理论知识和相关学科教学、研究经验。本系列教材的策划与出版，为培养造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量各类型工程技术人才，为建设创新型国家，实现工业化和现代化的宏伟目标奠定了坚实的人力资源基础，具有重要的应用价值和现实意义。

中国工程院院士



2015年1月16日于大连



# 前 言

《食品安全学》是针对高等院校食品科学与工程专业和食品质量安全专业编写的一部教材。教材主要从食品中有害物的来源与危害、有害物的检测技术、有害物的控制与管理三个方面全面系统地介绍了食品安全的相关基础知识。教材内容着重于基础知识的讲述，同时注意吸收目前食品安全研究最新成果，注重知识的系统性和整体性，帮助学生构建完整的食品安全基础知识体系。全书理论讲述与案例相结合，通过案例对一些知识点进行拓展和诠释，有助于加深学生对知识点的理解。

全书内容共分为 13 个章。第 1 章绪论，由天津科技大学王硕、王俊平编写；第 2 章生物性污染，由齐鲁工业大学何金兴编写；第 3 章真菌毒素，由天津科技大学王俊平编写；第 4 章动植物中的天然有毒物质，由大连工业大学张彧编写；第 5 章化学污染物，由山东农业大学徐志祥编写；第 6 章食品加工过程产生的化学危害物，由大连工业大学张彧、河北农业大学王向红、天津科技大学王俊平编写；第 7 章食品接触材料的安全性，由集美大学杨燊编写；第 8 章转基因食品的安全性，由集美大学刘光明编写；第 9 章食品流通过程安全控制，由天津科技大学王俊平编写；第 10 章食品安全检测技术，由山东师范大学张鸿雁编写；第 11 章食品安全风险分析，由天津科技大学王俊平编写；第 12 章食品安全管理体系，由集美大学邱绪进编写；第 13 章食品安全法规与标准，由天津科技大学李昌模编写。

本书建议总教学时数为 32~36 学时，适合于高等院校食品质量与安全、食品科学与工程、及其他相关专业学生使用，同时也可以用于高职院校食品质量安全专业。

编 者

2015 年 10 月

# 目 录

总序	
前言	
<b>第1章 绪论</b>	
第一节 概述	1
一、食品安全的概念及内涵	1
第二节 食品安全的历史发展观	3
一、历史上的食品安全	3
二、食品安全面临的新问题	5
三、食品安全管理的发展历史	7
思考题	8
<b>第2章 生物性污染</b>	
第一节 概述	9
第二节 细菌	10
一、概述	10
二、沙门氏菌属	11
三、致病性大肠埃希氏菌	12
四、志贺氏菌属	14
五、空肠弯曲菌	15
六、小肠结肠炎耶尔森氏菌	16
七、副溶血性弧菌	17
八、单核细胞增生李斯特氏菌	19
九、金黄色葡萄球菌	20
十、肉毒梭状芽孢杆菌	22
十一、其他细菌	23
第三节 病毒	24
一、概述	24
二、肝炎病毒	24
三、轮状病毒	25
四、诺如病毒	26
五、其他病毒	27
第四节 寄生虫	28
一、概述	28
二、囊尾蚴	29
三、旋毛虫	30
四、其他寄生虫	31
本章小结	33
思考题	33
<b>第3章 真菌毒素</b>	
第一节 概述	34
第二节 黄曲霉毒素	35
一、简介	35
二、物理化学性质	35
三、分布与代谢	35
四、毒性	36
五、预防措施	37
六、AF检测技术	37
第三节 赭曲霉毒素	38
一、简介	38
二、物理化学性质	38
三、分布与代谢	38
四、毒性	39
五、预防措施	40
六、检测技术	40
第四节 橘霉素	41
一、简介	41
二、物理化学性质	41
三、自然分布及产毒菌株	41
四、毒性	41
五、检测方法	42
第五节 展青霉素	42
一、简介	42
二、物理化学性质	42
三、自然分布与代谢	42
四、毒性	43



五、预防措施 .....	44	<b>第 5 章 化学污染物</b>	
六、检测技术 .....	44	第一节 概述 .....	70
第六节 脱氧雪腐镰刀菌烯醇 .....	44	第二节 农药残留 .....	70
一、简介 .....	44	一、农药的概念 .....	70
二、物理化学性质 .....	44	二、农药的分类 .....	71
三、产毒菌株与分布 .....	45	三、农药的特殊作用 .....	71
四、毒性 .....	45	四、主要农药 .....	72
五、检测技术 .....	46	五、食品中农药残留的危害 .....	75
第七节 麦角毒素 .....	46	第三节 兽药残留 .....	75
一、简介 .....	46	一、兽药残留的概念 .....	75
二、物理化学性质 .....	47	二、兽药残留的来源与管理 .....	76
三、毒性 .....	47	三、食品中主要兽药残留及危害 .....	78
四、预防措施 .....	48	第四节 重金属及其他危害元素 .....	80
第八节 蘑菇毒素 .....	48	一、食品中有害化学元素的来源 .....	80
一、简介 .....	48	二、食品中有害化学元素的毒性和毒性机制 .....	81
二、中毒类型及毒素 .....	48	三、重金属及其他危害元素控制措施 .....	85
本章小结 .....	51	第五节 持久性有机污染物 .....	86
思考题 .....	51	一、持久性有机污染物的概念与种类 .....	86
<b>第 4 章 动植物中的天然有毒物质</b>		二、多氯联苯和多溴联苯 .....	86
第一节 概述 .....	52	三、二噁英 .....	88
一、存在于天然食物中有毒物质的种类 .....	52	本章小结 .....	89
二、天然有毒物质引起中毒的原因 .....	54	思考题 .....	90
第二节 食物中的天然植物性毒素 .....	55	<b>第 6 章 食品加工过程产生的化学危害物</b>	
一、概述 .....	55	第一节 概述 .....	91
二、苷类 .....	55	第二节 丙烯酰胺 .....	92
三、生物碱 .....	57	一、食品中丙烯酰胺的形成 .....	92
四、棉酚 .....	59	二、丙烯酰胺的毒理学 .....	93
五、毒蛋白 .....	60	三、丙烯酰胺的危险性评估 .....	93
六、草酸及其盐类 .....	62	第三节 氯丙醇 .....	94
七、芥酸 .....	62	一、氯丙醇的来源 .....	94
八、紫质及其衍生物 .....	62	二、氯丙醇的毒性 .....	94
第三节 食物中的天然动物性毒素 .....	62	三、氯丙醇的危险性评估 .....	96
一、水产品中的毒素 .....	62	第四节 N-亚硝基化合物 .....	96
二、两栖类动物中的毒素 .....	66	一、N-亚硝基化合物前体物及其来源 .....	96
三、动物中的其他毒素 .....	67	二、N-亚硝基化合物及其前体物的毒理学 .....	97
四、动物肝脏中的毒素 .....	68	三、预防措施 .....	98
本章小结 .....	69	第五节 反式脂肪酸 .....	98
思考题 .....	69		

一、食品中反式脂肪酸的形成 .....	98	第三节 转基因食品的安全性评价 ...	129
二、反式脂肪酸的毒理学 .....	100	一、转基因食品安全性评价的目的与原则 .....	129
三、反式脂肪酸的危险性评估 .....	101	二、转基因食品安全性评价的内容 .....	132
第六节 其他加工过程产生的有害化		第四节 转基因食品的管理及检验 ...	136
合物 .....	102	一、转基因食品的管理 .....	136
一、多环芳烃 .....	102	二、转基因食品的检验 .....	137
二、杂环胺 .....	104	本章小结 .....	140
本章小结 .....	105	思考题 .....	140
思考题 .....	105	<b>第 9 章 食品流通过程安全控制</b>	
<b>第 7 章 食品接触材料的安全性</b>		第一节 概述 .....	141
第一节 概述 .....	106	一、食品流通的概念和形式 .....	141
一、食品接触材料的定义 .....	106	二、食品流通过程及内容 .....	142
二、食品接触材料的分类 .....	106	第二节 食品运输中的质量安全控制 .....	143
第二节 纸质包装材料 .....	107	一、食品的包装 .....	143
一、纸质主要特性及应用 .....	107	二、运输前的预冷 .....	145
二、纸质包装主要应用 .....	108	三、运输的环境条件及其控制 .....	145
三、食品包装用纸的安全性 .....	110	四、运输的方式和工具 .....	151
第三节 塑料包装材料 .....	111	五、运输中的卫生要求 .....	152
一、塑料的分类 .....	111	六、运输中质量安全控制的基本要求及措施 .....	153
二、塑料包装材料分类及安全性 .....	111	第三节 食品销售中的质量安全控制 .....	154
第四节 金属及橡胶接触材料 .....	117	一、销售部门必须具备的贮藏条件 .....	154
一、金属接触材料 .....	117	二、销售过程中的质量安全控制 .....	155
二、橡胶制品材料的安全性 .....	119	三、餐饮行业的冷藏 .....	156
第五节 玻璃、陶瓷和搪瓷包装材料 .....	121	第四节 食品的冷藏链流通 .....	156
一、玻璃接触材料 .....	121	一、食品冷藏链的分类和组成 .....	156
二、陶瓷接触材料 .....	122	二、实现冷藏链的条件 .....	158
三、搪瓷接触材料 .....	122	三、食品冷藏运输 .....	159
第六节 容器内壁涂料 .....	122	四、食品冷藏销售和消费冷藏链 .....	162
一、用于食品接触材料涂层的种类及应用 .....	122	五、冷藏链中的温度监控及食品货架寿命 .....	162
二、用于食品接触材料涂层的安全性 .....	123	预测 .....	162
本章小结 .....	124	本章小结 .....	163
思考题 .....	124	思考题 .....	163
<b>第 8 章 转基因食品的安全性</b>		<b>第 10 章 食品安全检测技术</b>	
第一节 概述 .....	125	第一节 概述 .....	164
第二节 转基因食品安全性的认识 .....	127	第二节 常用色谱检测技术 .....	165
一、转基因食品的安全问题 .....	127		
二、转基因食品安全性的争论 .....	128		

一、气相色谱 .....	166	<b>第 12 章 食品安全管理体系</b>	
二、高效液相色谱 .....	169	第一节 概述 .....	207
三、离子色谱 .....	171	第二节 良好操作规范 .....	207
四、其他色谱技术 .....	172	一、良好操作规范的产生和发展 .....	207
<b>第三节 色谱-质谱联用技术</b> .....	173	二、国内外主要 GMP .....	209
一、气相色谱-质谱联用技术 .....	174	<b>第三节 卫生标准操作程序</b> .....	212
二、液相色谱-质谱联用技术 .....	177	一、卫生标准操作程序 .....	212
三、其他色谱-质谱联用技术 .....	178	二、SSOP 应用 .....	212
<b>第四节 分子生物学检测技术</b> .....	179	<b>第四节 危害分析与关键控制点</b> .....	218
一、芯片检测技术 .....	179	一、HACCP 的产生和发展 .....	218
二、聚合酶链检测技术 .....	180	二、HACCP 原理 .....	219
<b>第五节 快速检测技术</b> .....	182	<b>第五节 良好农业规范</b> .....	225
一、生物传感器检测技术 .....	182	一、概述 .....	225
二、酶联免疫吸附检测技术 .....	184	二、良好农业规范的实施 .....	226
三、其他常用快速检测技术 .....	184	<b>本章小结</b> .....	227
<b>第六节 食品鉴伪技术</b> .....	185	<b>思考题</b> .....	228
一、粮食掺伪的检验 .....	185	<b>第 13 章 食品安全法规与标准</b>	
二、乳及乳制品掺伪的检验 .....	186	第一节 概述 .....	229
三、肉制品掺伪的检验 .....	186	一、食品安全标准与法规的概念和研究内容 .....	229
四、水产品掺伪的检验 .....	187	二、食品安全法规的特征和渊源 .....	229
五、酒类掺伪的检验 .....	187	三、标准的概念和食品安全标准的范围 .....	231
<b>本章小结</b> .....	188	<b>第二节 食品安全法规体系</b> .....	231
<b>思考题</b> .....	188	一、《中华人民共和国食品安全法》 .....	231
<b>第 11 章 食品安全风险分析</b>		二、《中华人民共和国农产品质量安全法》 .....	233
第一节 概述 .....	189	三、《中华人民共和国产品质量法》 .....	234
一、食品安全风险 .....	189	四、《中华人民共和国消费者权益保护法》 .....	234
二、风险分析的发展 .....	190	<b>第三节 食品安全标准体系</b> .....	235
<b>第二节 食品安全风险分析框架</b> .....	192	一、国外食品安全标准体系的特点 .....	235
一、风险分析框架 .....	192	二、中国食品安全标准体系的现状 .....	237
<b>第三节 食品安全风险预测</b> .....	201	<b>本章小结</b> .....	239
一、食品安全风险预测概述 .....	201	<b>思考题</b> .....	239
二、食品安全风险预测的过程 .....	202		
<b>本章小结</b> .....	206		
<b>思考题</b> .....	206		
<b>主要参考文献</b> .....	240		

## 第一节 概 述

### 一、食品安全的概念及内涵

“国以民为本，民以食为天”，食品安全是国家安全的重要组成部分之一，关系到国家和社会的稳定发展，关系到每个公民的生命和健康。如何解决食品安全问题，保护公众身体健康和生命安全，既是各国政府面临的重要战略任务，也是食品科学工作者的神圣责任，同时也是食品企业和消费者义务。不同的群体对“安全食品”有不同的理解。消费者、特殊利益群体、管理者、工业界和学术界基于各自的出发点，对安全食品有不同的描述。而普通公众获得的有关食品安全的信息主要来自于媒体，因此媒体关于食品安全的观点能够影响普通公众的观点。

对于食品安全的概念目前主要有以下几个观点。

(1) “食品安全”是指食品及其生产经营和消费等活动不存在对人体健康现实的或潜在的损害。

(2) “食品安全”是指食品中不应包含有可能损害或威胁人体健康的有毒、有害物质或不安全因素，不可导致消费者急性、慢性中毒或感染疾病，不能产生危及消费者及其后代健康的隐患。食品安全的范围包括食品数量安全、食品质量安全、食品卫生安全。

(3) “食品安全”从广义上来说是在“食品在食用时完全无有害物质和无微生物的污染”，从狭义上来讲是“在规定的使用方式和用量的条件下长期食用，对食用者不产生可观测到的不良反应”。不良反应包括一般毒性和特异性毒性，也包括由于偶然摄入所导致的急性毒性和长期微量摄入所导致的慢性毒性，如致癌和致畸性等。

(4) “食品安全”是指食品（食物）的生产、加工、包装、储藏、运输、销售和消费等活动符合强制性标准和要求，不存在可能危害人体健康的有毒有害物质以导致消费者病亡或者危及消费者后代的隐患。

(5) “食品安全”是指食品不存在对人体健康造成现实的或潜在的侵害的一种状态。

(6) 国际食品法典委员会（CAC）对食品安全的定义是指消费者在摄入食品时，食品中不含有害物质，不存在引起急性中毒、不良反应或潜在疾病的危险性。

上述定义在文字表述上有一定差异，但是不管如何表述，目前对食品安全的认识基本上都涵盖以下几个方面。

第一，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。食品安全涵盖食品（食物）种植、养殖、加工、包装、贮藏、运输、销售、消费等环节。在概念上食品卫生、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,食品卫生、食品质量、食品营养等在内涵和外延上存在许多交叉。

第二,食品安全是个社会概念。与卫生学、营养学、质量学等学科概念不同,食品安全是个社会范畴的概念。不同国家及不同时期,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,食品安全所侧重的则是市场经济发育不成熟所引发的问题,如假冒伪劣、有毒有害食品的非法生产经营。我国的食品安全问题则包括上述全部内容。

第三,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。进入20世纪80年代以来,一些国家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。

第五,食品安全是个经济学概念。在经济学上,“食品安全”指的是有足够的收入购买安全的食品。中国农业大学何宇博士曾对农村消费环境作过调查。他指出,如今广大农村已经成了问题食品的重灾区,假冒伪劣食品出现的频率高、流通快、范围广,不法商人制假售假的手段和形式也更高明、更隐蔽。农村消费者的自我保护意识不强,维权能力较弱。而且随着我国城市化进程加快,这一现象已经扩大到一些城市的城乡结合部和城市下岗失业人群。

不难看出食品安全既包括生产安全,也包括经营安全;既包括结果安全,也包括过程安全(食品卫生虽然也包含此两项内容,但更侧重于过程安全);既包括现实安全,也包括未来安全。

根据食品安全概念的内涵,本书将“食品安全”的概念定义为食品及其生产经营和消费等活动过程中不存在对人体健康现实的或潜在的损害。

在这一表述中可能包含着不同的理解或解释。如哪些物质或成分应划作有毒有害类?许多物质或成分的毒性是与剂量多少有关的,所谓“不应”或“不能”含有某种有毒有害物质,是指不得检出还是指检出剂量不得超过某个阈限值之外?现代分析技术发展很快,许多化学成分的检出精度不断提高,不少曾被认为是“无污染”食品或“清洁”食品远非那么纯净;同时,毒理学、生理学、病理学等相关学科的发展,使得原来认为无害的物质变成了有害物。因此,美国学者Jones曾建议区分绝对安全性与相对安全性两种不同的概念。绝对安全性被认为是指确保不因食用某种食品而危及健康或造成伤害的一种承诺,也就是食品应绝对没有风险。不过,由于在客观上人类的任何一种饮食消费甚至其他行为总是存在某些风险,绝对安全性或零风险是很难达到的,尽管这是当代环境威胁加剧条件下普通消费者追求

的目标。所谓相对安全性,被定义为一种食物或成分在合理食用方式和正常食量的情况下不会导致对健康损害的实际确定性。任何食物成分,尽管是对人体有益的成分或其毒性极低,若食用数量过多或食用条件不当,都可能引起毒害或损害健康。食盐摄入过量会中毒,过度饮酒伤身体。饮食的风险不仅来自生产过程中人为施用的农药、兽药、添加剂等,还大量来自食品本身含有的天然毒素。过度偏食可能使食品中某些化学成分在人体超量积累达到有害程度。另外,某些食品的安全性又因人而异,如鱼、蟹类水产品经合理的加工制作及适量食用,对多数人是安全的,但可能给少数有鱼、蟹类水产品过敏症的人带来危险。食物中某些微量有害成分的影响,也往往在对该成分敏感的人群中表现出来。以上叙述说明,一种食品是否安全,不仅取决于其制作、食用方式是否合理,食用数量是否适当,还取决于食用者自身的一些内在条件。

食品绝对安全性与相对安全性的区分,在很大程度上反映了消费者一方与管理者、生产者和科技界主流派一方对什么是安全食品在认识角度上的差异。前者要求对他们提供没有风险的食品,而把近年频繁发生的安全性事件归因于技术和管理的不当。后者从食品构成及食品科技的现实出发,认为安全食品并不是完全没有风险的食品,而是在提供最丰富营养和最佳品质的同时,力求把可能存在的任何风险降至最低限度。可以认为,这样两种不同的概念既是对立的,又是互补的,是人类对食品安全性认识发展与逐渐深化的表现,从需要与可能、现实与长远的不同侧面,概括了食品安全性的较完整的含义。

对于食品安全的认识过程是一个不断发展的过程,不论是对概念的阐述还是对其内涵的丰富。从科学发展的客观规律来看,目前很难实现食品的绝对安全,因此在目前的技术条件下,绝对安全的食品是没有的,任何食品都有可能存在安全风险,食品安全管理就是一个风险管理过程。通过对风险的评估和预警,将食品安全风险控制在可接受的范围内,在一定条件下实现食品的绝对安全,既是对食品安全性的一个科学合理的认识,也是食品安全管理的一个基本原则。

## 第二节 食品安全的历史发展观

### 一、历史上的食品安全

人类对食品安全性的认识,有一个历史发展过程。在人类文明早期,不同地区和民族都以长期生活经验为基础,在不同程度上形成了一些有关饮食卫生和安全的禁忌、禁规。在中国,2500年前的孔子就曾对他的学生讲授过著名的“五不食”原则:“食殍而羸,鱼馁而肉败,不食。色恶,不食。臭恶,不食。失饪,不食。不时,不食。”(《论语·乡党第十》)这是文献中有关饮食安全的最早记述与警语。在西方文化中,著名的摩西饮食规则规定凡非来自反刍偶蹄类动物的肉不得食用,认为是出于食品安全性的考虑,这至今仍被正宗犹太人和穆斯林所遵循。《旧约全书·利未记》明确禁止食用猪肉、任何腐食动物的肉或死畜肉。古代人类对食品安全性的认识,大多与食品腐坏、疫病传播等问题有关,各民族都有许多建立在广泛生存经验基础上的饮食禁忌、警语、禁规,作为生存守则流传保持至今。

生产的发展促进了社会的产业分工,商品交换,阶级分化,以及利欲与道德的对立,食品的安全保障问题出现了新的因素和变化。食品交易中出现了制伪、掺假、掺毒、欺诈现象,这在古罗马帝国时代已蔓延为社会公害。当时制定的《罗马民法大全》曾对食品的假



冒、污染等安全性问题做过广泛的规定,违法者可判处流放或劳役。中世纪的英国为解决石膏掺入面粉、出售变质肉类等事件,1266年颁布了《面包法》,禁止出售任何有害人体健康的食品。但制伪掺假食品屡禁不绝,有人记载18世纪中叶英国杜松子酒中查出掺假物有:浓硫酸、杏仁油、松节油、石灰水、玫瑰香水、明矾、酒石酸盐等。直到1860年,英国国会通过了新的食品法,再次对食品安全性加强控制。由于食品检验缺乏灵敏有效的手段,制伪、掺假、掺毒技术层出不穷,食品安全的法律法规滞后,使食品安全性问题长期存在于从古罗马中世纪直到近代的欧洲食品市场。在美国,19世纪中后期资本主义市场经济的发展在缺乏有效法制的情况下,食品安全性与卫生问题也恶性发展。据说,牛奶掺水、咖啡掺碳对当时的纽约老百姓来说是常见的事。更有在牛奶中加甲醛、肉类用硫酸、黄油用硼砂做防腐处理的事例。一些肮脏不堪的食品加工厂如何把腐烂变质的肉变成味美香肠,把三级品变成一级品的故事,被写成报告文学,使社会震动。当时美国农业部的官员在报刊上惊呼:由于商人的肆无忌惮和消费者的无知,使购买那些有害健康食品的城市百姓经常处于危险之中。1906年美国国会通过了第一部对食品安全、诚实经营和食品标签进行管理的国家立法——《食品与药物法》。同年还通过了肉类检验法。这些法律对美国州与州之间的食品贸易加强了安全性管理。以上资本主义前期市场经济发展中开始出现的食品安全性种种现象和问题,至今在世界处于不同社会经济发展水平的国家和地区,仍在继续威胁着人们的健康和安全。不过,在现代农业和现代食品加工业建立起来以前,在食品数量还相对不够丰富的条件下,食品的质量与安全性问题一般处在次要地位,难于受到社会的足够重视。

进入20世纪以后,食品工业应用各类添加剂日趋增多,农药、兽药在农牧业生产中的重要性日益上升,工矿、交通、城镇“三废”对环境及食品的污染不断加重,农产品和加工食品中含有有害有毒化学物质问题越来越突出。另外,化学检测手段及其精度不断提高,农产品及其加工产品在地区之间流通规模日增,国际食品贸易数量越来越大。这一切对食品安全性问题提出了新的要求,以适应生活水平提高、市场发展和社会进步的新形势。问题的焦点与热点,逐渐从食品不卫生、传播流行病、掺杂制伪等为主,转向某些化学品对食品的污染及对消费者健康的潜在威胁方面。20世纪对食品安全性影响最为突出的事件,当推有机合成农药的发明、大量生产和使用。曾被广泛应用的高效杀虫剂滴滴涕,其发现、工业合成及普遍使用,始于30年代末40年代初,至60年代已达鼎盛时期,世界年产总量可达10万t。滴滴涕在消灭传播疟疾、斑疹伤寒等严重传染性疾病的媒介昆虫(蚊、虱),以及防治多种顽固性农业害虫方面,都显示了极好的效果,成为当时人类防病、治虫的强有力武器。其发明者瑞士科学家Paul Hermann Müller因此巨大贡献而获1948年诺贝尔生理学或医学奖。滴滴涕的成功促进了农药研究与生产的加速发展,加以现代农业技术对农药的大量需求,包括六六六在内的一大批有机氯农药此后陆续被推出,在20世纪五六十年代获得广泛应用。然而时隔不久,滴滴涕及其他一系列有机氯农药被发现因难于生物降解而在食物链和环境中的积累起来,在人类的食物和人体中长期残留,危及整个生态系统和人类的健康。进入70年代和80年代后,有机氯农药在世界多数国家先后被停止生产和使用,代之以有机磷类、氨基甲酸酯类、拟除虫菊酯类等残留期较短、用量较小也易于降解的多种新农药类型。农业生产中滥用农药在毒化了环境与生态系统的同时,导致了害虫抗药性的出现与增强,这又迫使人们提高农药用量,变换使用多种农药来生产农产品,出现了虫、药、食品、人之间的恶性循环。尽管农药及其他农业化学品的应用对近半个世纪以来世界农牧业生产的发展贡献巨



大, 农药种类和使用方法不断更新改进, 用药水平和残留水平也在下降, 但农产品和加工食品中种类繁多的农药残留, 至今仍然是最普遍、最受关注的食品安全性课题。

## 二、食品安全面临的新问题

20 世纪末, 人类社会发展从多个方面促使人类对自身与自然的关系问题认识深化, 激发了人们的生态环境意识。这就使食品安全性再次作为人类面临的重大生活或生存问题, 从多个侧面被提上社会的议程。这期间, 新的致病微生物引起食物中毒, 畜牧业中滥用兽药、抗生素、激素类物质的副作用, 食品的核素污染, 都是有代表性的。首先, 近年来食源性疾病的爆发性流行仍在世界不同国家不断发生, 但疾病的种类有所变化。其中, 肉蛋奶类动物制成品或半制成品带菌致病事件有上升趋势, 主要是经动物及其制品传染给人的“人畜共患病”。最为常见的沙门氏菌病是经由灭菌不充分的鸡蛋、牛奶及其制品如冰淇淋、奶酪等传播的。现代低温、冷冻条件则有利于一些嗜冷性致病菌发育繁殖, 如李斯特氏菌、耶尔森氏菌等, 这些致病菌对妇幼群体危害更严重, 引发的疾病呈增多势头。大规模的生产、加工、制作、销售在卫生管理不善的条件下则增加了许多交叉感染的机会。肠道出血性大肠杆菌 O157:H7 (EHEC) 感染的食源性疾病在欧、美、日、中国香港等地先后导致多起群体染病的爆发性病案, 引起广泛的震动。新的食源性疾病的出现与发展, 是在食品生产、加工、保存, 以及品种、消费方式发生变化的条件下食品安全性新态势的反映。另外, 在癌症及其他与饮食营养有关的慢性病发病率上升、化学药物对人类特别是对妇幼群体危害日益明显, 以及动物性食品在饮食结构中重要性增大的条件下, 兽药使用不当、饲料中过量添加抗生素及生长促进素对食品安全性的影响, 逐渐突出起来。一些研究趋向于认为, 动物性食品中的某些致病菌, 如沙门氏菌和大肠杆菌 O157, 可能是在滥用抗生素条件下抗性提高了的新的致病菌系。现在把抗生素作为饲料添加剂虽有显著的增产防病作用, 但除了抗生素本身在使用不当时可产生有害副作用外, 也导致了这些抗生素对人的医用效果逐渐丧失。尽管世界卫生组织 (WHO) 呼吁减少用于农业的抗生素种类和数量, 但由于兽药产品对现代畜牧业的重要支撑作用及其给畜牧业和医药工业带来的丰厚经济效益, 要把兽医用药纳入有节制的合理使用轨道绝非易事。由于人工合成激素 (如乙烯雌酚等) 被发现对人有严重的副作用 (包括后代致癌), 欧洲除已建立较严格的有关各种兽药的使用限制外, 还禁止用激素处理的肉类进口。另外, 自英国科学家发现疯牛病可使人感染导致致命疾病后, 欧洲特别是英国的养牛业和牛肉市场陷入严重的危机。此病据信是由于患该病牛羊的屠宰下脚料和内脏又被再加工用于牛饲料而使病源进入人类食物链的。

最后需要提及的是在人类进入核时代以后食品安全性中的核安全问题。近年来世界范围的核试验、核事故已构成对食品安全性的新威胁。1986 年发生于前苏联境内切尔诺贝利的核事故及 2011 年的日本福岛核泄漏事故, 是人类经历的最严重的两次核事故。切尔诺贝利事故使几乎整个欧洲都受到核沉降的影响, 牛羊等草食动物首当其冲。欧洲许多国家当时生产的牛奶、肉类、动物肝脏中因发现有超量的 I-131、Cs-137、Ag-110 等放射性核素而被大量弃置。日本在牛奶中测出有超出常量 4~5 倍的 I-131。远在南美洲的巴西也因从德国进口的奶制食品中发现 Cs-137 含量超标 10 倍, 不得不将 70t 进口品弃置处理。在这种情况下, 已经多年研究被认定较为安全的食品辐照技术, 受核辐射对人体危害的深远心理影响, 在商业上的应用长期受阻, 有待研究的问题和立法方面也都进展缓慢。

人类社会的发展和科学技术的进步，正在使人类的食物生产与消费活动经历巨大的变化。与人类历史上任何时期相比，在当今社会一方面现代饮食水平与健康水平普遍提高，反映了食品的安全性状况有较大的甚至是质的改善；另一方面人类食物链环节增多和食物结构复杂化，这又增添了新的饮食风险和不确定因素。社会的发展提出了在达到温饱以后如何解决吃得好、吃得安全的要求。食品安全性问题正是在这种背景下被提出，而且涉及的内容与方面也越来越广，并因国家、地区和人群的不同而有不同的侧重。以下是 1993 年英国的 Fisher 对当代发达和较发达社会或国家提出的一张具有代表性的饮食风险清单。

- (1) 营养过剩或营养失衡。
- (2) 酗酒。
- (3) 微生物污染。
- (4) 自然产生的食品毒素。
- (5) 环境污染物（包括核污染）。
- (6) 农药及其他农用化学品残留物。
- (7) 兽用药物残留。
- (8) 包装材料污染。
- (9) 食品添加剂和饲料添加剂。
- (10) 新开发食品及新工艺产品（如生物技术食品、辐照处理食品等）。
- (11) 其他化学物质引起的饮食风险（如工业事故污染食品）。

此外，假冒伪劣食品（劣质、掺杂毒物或异物等）在食品安全性问题中也占有重要地位。现代食品安全问题可归纳为现代食品安全性的六大类问题，即营养失控、微生物致病、自然毒素、环境污染物、人为加入食物链的有害化学物质、其他不确定的饮食风险。其中，营养失控就其涉及人群之多和范围之普遍而言，在现代食品安全性问题中已居于较发达社会之首位。在食品相对丰裕的条件下，因饮食结构失调使高血压、冠心病、肥胖症、糖尿病、癌症等慢性病显著增多。这说明食品供应充足不等于食品安全性改善。高能量、高脂肪、高蛋白、高糖、高盐和低膳食纤维，以及忽视某些矿物质和必要维生素摄入，都可能给人的健康带来慢性损害。而有些矿物质和维生素用量过多（如硒、维生素 A 等）也可能引起严重后果。微生物因素导致食品腐败变质、微生物毒素及传染病流行，是多年危害人类的因素。人类历史上一些猖獗一时的瘟疫，在医药卫生及生活条件改善的情况下，已受到一定程度的控制。但现实证明，人类在与病原微生物较量中的每一次胜利，都远非一劳永逸。原因是社会经济及文化发展的不平衡、食品生产与消费方式的改变，以及病原微生物适应性与抗性在与人类的共同进化中不断提高。如果说前述营养失控问题在很大程度上是由个人行为决定的，那么，微生物污染致病则始终是行政和社会控制的首要重点。

自然产生的食品毒素是指食品本身成分中含有的天然有毒有害物质，如一些动植物中含有生物碱、氢氰糖苷等，其中有一些是致癌物或可转变为致癌物。在人为特定条件下食品中产生的某些有毒物质，也多被归入这一类。例如，粮食、油料等在从收获到储存过程中产生的黄曲霉毒素，食品烹饪过程中高温产生的多环芳烃类，都是毒性极强的致癌物。天然的食品毒素，实际上广泛存在于动植物体内，所谓“纯天然”食品不一定是安全的。

环境污染物在食品成分中的存在，有自然背景和人类活动影响两方面的原因。其中，无机环境污染物在一定程度上受食品产地的地质地理条件所左右，但是更为普遍的污染源则主