

食品科学与工程类 系列规划教材

Food Hygiene and Safety

食品卫生与安全

张 娜 车会莲 主编



科学出版社

食品科学与工程类系列规划教材

食品卫生与安全

主 编 张 娜 车会莲
副主编 宋 微 郭庆启 李 丹
编 委 王 欣 马洪波 王淑梅 杨 勇 王军辉
主 审 单毓娟

科学出版社

北 京

内 容 简 介

食品卫生与安全探讨在食品加工、储运、销售过程中如何确保食品的卫生及安全,是一个广泛、复杂且随时代不断变化的课题,在食品学科发展中占据越来越重要的地位。本书以培养学生的综合素质为宗旨,理论知识与实践应用紧密结合为特色,在各章中引入了大量的案例及延伸阅读等内容,章后设置小结和思考题,使学生更好地掌握并最终运用食品卫生与安全的相关理论解决实际问题。全书分8章,内容包括绪论、食品中的污染种类及防控方法、食源性疾病的防控、各类食品卫生及其管理、食品卫生监督管理、食品安全风险评估、转基因食品安全、有害物质检测。

本书主要适用于高等院校食品质量与安全、食品科学与工程及其他食品相关专业的学生作为教材使用,也可供从事食品安全检测、控制及生产相关技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

食品卫生与安全/张娜,车会莲主编. —北京:科学出版社,2017.2

食品科学与工程类系列规划教材

ISBN 978-7-03-050976-5

I. ①食… II. ①张… ②车… III. ①食品卫生-教材②食品安全-教材 IV. ①R155.5②TS201.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 299794 号

责任编辑:席慧 贺密青/责任校对:李影

责任印制:张伟/封面设计:铭轩堂

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>

北京教图印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年2月第一版 开本:787×1092 1/16

2017年2月第一次印刷 印张:19 1/2

字数:500 000

定价:49.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



前 言

食品是人类赖以生存和发展的物质基础，随着生活水平的不断提高，人们对饮食的要求已不仅停留在满足温饱的层次上，对食品卫生性、安全性的关注程度越来越高。享受卫生、安全、营养的食品是社会进步的标志，也是人类追求的最高目标之一。

在人类进入 21 世纪的今天，食品安全问题在全球范围内接二连三地发生。“吃”的问题从来没有像现在这样引起世界各国政府、组织和公众的普遍关注，食品安全问题已经成为当今世界人们关注的焦点问题之一，成为关系人体健康和国计民生的重大问题。如何从当前和长远的角度确保我国的食品安全，是我们面临的一个日益紧迫的问题。

安全与卫生是食品品质的最基本条件，作为食品类相关专业的学生，有必要了解和掌握从农田到餐桌的完整食品生产链过程中如何确保食品的安全与卫生，通过预防和控制有效减少食源性疾病的发生，确保舌尖上的安全。

本书由来自国内 10 所高等院校的教师合作编写完成，具体为吉林医药学院马洪波编写第一章、第六章，哈尔滨学院王淑梅编写第二章、第三章，黑龙江八一农垦大学王欣编写第四章第一至六节，东北林业大学郭庆启编写第四章第七至十节，哈尔滨商业大学张娜编写第五章第一节和第二节，哈尔滨工业大学宋微编写第五章第三节和第四节，中国农业大学车会莲编写第七章，黑龙江八一农垦大学李丹编写第八章第一节和第二节，合肥工业大学王军辉和齐齐哈尔大学杨勇编写第八章第三节。全书由张娜统稿，哈尔滨工业大学单毓娟主审。

由于作者水平有限，同时食品安全与卫生问题也处于快速发展中，书中难免会有不妥之处，敬请读者批评指正。期待在不久之后，我国食品行业的水准能与先进国家并驾齐驱，民众可享受到更卫生、更安全的食品。

编 者

2016 年 7 月

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 食品卫生与安全的概念	1
第二节 食品卫生与安全科学发展的历史	4
第三节 食品卫生与安全研究的主要内容及研究方法	9
第四节 食品卫生与安全面临的挑战及发展战略	12
本章小结	15
思考题	15
第二章 食品中的污染种类及防控方法	16
第一节 食品污染概述	16
第二节 食品的微生物污染及预防	17
第三节 食品的化学污染及预防	30
第四节 食品的物理性污染及其预防	46
本章小结	48
思考题	48
第三章 食源性疾病的防控	49
第一节 食源性疾病	49
第二节 细菌性食物中毒	57
第三节 真菌毒素和霉变食品中毒	70
第四节 有毒动植物中毒	72
第五节 化学性食物中毒	79
本章小结	84
思考题	84
第四章 各类食品卫生及其管理	85
第一节 粮豆的卫生及其管理	85
第二节 蔬菜、水果的卫生及其管理	92
第三节 肉和肉制品的卫生及其管理	98
第四节 奶及奶制品的卫生及其管理	112
第五节 食用油脂的卫生及其管理	117
第六节 酒类的卫生及其管理	120
第七节 冷饮食品的卫生及其管理	124
第八节 主要调味品的卫生及其管理	128
第九节 罐头食品的卫生及其管理	134

第十节 其他食品的卫生及管理	138
本章小结	149
思考题	149
第五章 食品卫生监督管理	150
第一节 概述	150
第二节 食品卫生相关法律、法规	154
第三节 食品卫生标准	161
第四节 食品生产规范体系	167
本章小结	206
思考题	206
第六章 食品安全风险评估	207
第一节 概述	207
第二节 我国的食物安全性毒理学评价	209
第三节 食品风险分析	215
第四节 食品安全风险评估案例	229
本章小结	232
思考题	232
第七章 转基因食品安全	233
第一节 转基因食品的发展现状与趋势	233
第二节 转基因食品主要安全问题	236
第三节 转基因食物安全性分析原则	251
第四节 转基因食物的检测技术	253
第五节 中国转基因食物的管理	255
本章小结	261
思考题	261
第八章 有害物质检测	262
第一节 生物性危害检测	262
第二节 化学性危害检测	271
第三节 物理性危害检测	298
本章小结	302
思考题	302
主要参考文献	303

第一节 食品卫生与安全的概念

一、食品卫生与安全的基本概念

“国以民为本，民以食为天，食以安为先”，食品是人类赖以生存和发展的物质基础，吃得安全、吃得放心是对食品安全最基本的要求，是人民群众健康的保证。然而，在人类进入 21 世纪的今天，食品安全问题在全球范围内接二连三地发生。“吃”的问题从来没有像现在这样引起世界各国政府、组织和公众的普遍关注，食品安全问题已经成为当今世界人们关注的焦点问题之一，成为关系人体健康和国计民生的重大问题。如何从当前和长远的角度确保我国的食品安全，是我们面临的一个日益紧迫的问题。

食品卫生是指为防止食品污染和有害因素危害人体健康而采取的综合措施。世界卫生组织（World Health Organization, WHO）对食品卫生的定义是：在食品的培育、生产、制造直至被人摄食为止的各个阶段中，为保证其安全性、有益性和完好性而采取的全部措施。食品卫生学是指研究食品中可能存在的、危害人体健康的有害因素及其对机体的作用规律和机制，在此基础上提出具体的、宏观的预防措施，以提高食品卫生质量，保护食用者安全的学科。

食品安全（food safety）是食品行业的一个新名词，对其确切的定义目前尚无定论。国家有关部门也正在积极调研，以期对食品安全下一个准确的定义。

食品安全有两个方面的含义，分别来源于两个英语概念：一是指一个国家或社会的食物保障（food security），即食品量的安全；二是指食品质的安全（food safety），也就是现在食品安全的概念，即食品的卫生与营养、摄入食物无毒无害、无食源性疾病污染物、提供人体所需的基本营养物质等。

联合国粮食及农业组织（Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO）对食品安全的定义是：所有人在任何时候都能在物质上和经济上获得足够、安全和富有营养的食物以满足其健康而积极生活的膳食需要（世界食品首脑会议行动计划第一段）。这涉及 4 个条件：①充足的粮食供应或可获得量；②不因季节或年份而产生波动或不足的稳定供应；③具有可获得的并负担得起的粮食；④优质安全的食物。

新中国成立以来，特别是改革开放 30 多年来农业的持续发展，基本解决了温饱问题（食物量的安全）。然而随着生产技术、产业结构、生存环境的改变，生活水平的逐步提高，食物链变得长而复杂，消费习惯不断改变；科技和信息高速发展，检测手段更加先进，发展繁荣与食品安全的矛盾却日益突出，食源性疾病的控制和预防任务艰巨。在人类追求高质量生活和健康长寿的今天，“吃什么”重新成为人类研究的重要课题，食品质的安全成为国内外社会各界关注的热点。

现在，食品安全的最后一含义逐渐突出而前一含义渐渐淡化，人们通常用食品质的安全代替食品安全的概念，国内外广泛关注的食品安全问题也是指食品质的安全问题。

食品安全至今学术界上尚缺乏一个明确的、统一的定义。1984年WHO在题为《食品安全在卫生和发展中的作用》的文件中曾把食品安全与食品卫生作为同义词,定义为:“生产、加工、储存、分配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。”1996年,WHO在《加强国家级食品安全计划指南》中对食品安全下的定义是:“对食品按其原定用途进行制作和(或)食用时,不会使消费者受害的一种担保。”它主要是指食品的生产 and 消费过程中没有达到危害程度的有毒、有害物质或因素的加入,从而保证人体按正常剂量或正确方式摄入这样的食品时不会受到急性或慢性的危害。这种危害包括摄入者本身及其后代的不良影响。缺失或丧失这种担保,或者这种担保不完全,就会发生食品安全问题。

《食品工业基本术语》中将食品卫生(食品安全)定义为:“为防止食品在生产、收获、加工、运输、储藏、销售等各个环节被有害物质(包括物理、化学、微生物等方面)污染,使食品有益于人体健康所采取的各项措施。”我国在2006年颁布的《国家重大食品安全事件应急预案》中将食品安全定义为:“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。这个概念将食品卫生纳入食品安全的范畴,并有食品在卫生上应是安全的意思。”《中华人民共和国食品安全法》规定的食品安全是指食品无毒、无害,符合应当有的营养要求,对人体健康不造成任何急性、亚急性或慢性危害。

我国大多数学者认为,食品安全是指食品中不应含有可能损害或威胁人体健康的,导致消费者急性或慢性毒害,或感染疾病,或产生危及消费者及其后代健康隐患的有毒、有害物质或因素。此外,大多数学者认为,食品安全应区分为绝对安全和相对安全两种不同的层次。绝对安全为确保不可能因食用某种食品而危及健康或造成伤害的一种承诺。相对安全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对健康造成损害。日前提到的食品安全一般是指相对安全,因为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,要求食品绝对安全是不可能的,绝对安全的食品是没有的。相对安全性是指一种食物或成分在合理食用方式和正常食用量下不会导致对健康损害的实际确定性。因此,在进行食品安全性分析时,应该从食品构成和食品科学技术的现实出发,在明确提供最丰富营养和最佳品质食品的同时,在现有的先进检测方法下,力求把可能存在的任何风险降低到最低限度,科学保护消费者利益。同时,在有效控制食品有害物质或有毒物质含量的前提下,一切食品是否安全,还要取决于食品制作、饮食方式的合理性,以及适当食用数量和食用者自身的一些内在条件。简单地说,我们的饮食不是完全没有危害的,食品安全不是绝对的。

虽然现在对食品安全还没有统一的概念,但是国际社会已经基本形成如下共识。

第一,食品安全是个综合概念。作为种概念,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,以及食品(食物)种植、养殖、加工、包装、储藏、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,由此造成食品安全的重复监管。

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,食品安全是个社会治理概念。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等；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、有毒有害食品的非合法生产经营等。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政府强制范畴。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》，2009 年我国通过了《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。

基于以上认识，食品安全的概念可以表述为：食品（食物）的种植、养殖、加工、包装、储藏、运输、销售、消费等活动符合国家强制标准和要求，不存在可能损害或威胁人体健康的有毒有害物质以致导致消费者病亡或危及消费者及其后代的隐患。该概念表明，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；既包括现实安全，也包括未来安全。

二、食品安全与食品质量、食品卫生的关系

与食品安全非常接近的两个概念就是食品质量和食品卫生，这三者之间有着本质的区别，尤其是食品安全与食品质量。人们对概念认知的不清晰，导致将所有食品问题等同于食品安全问题，这对社会的稳定是极为不利的。是以食品安全，还是以食品卫生或食品质量为要素来构筑我国的食品保障体系，是社会治理理念的变革。食品安全、食品卫生、食品质量等概念体现出不同的理念。

食品安全与食品卫生：食品安全是种概念，食品卫生是属概念。食品卫生具有食品安全的基本特征，包括结果安全（无毒无害，符合应有的营养等）和过程安全，即保障结果安全的条件、环境等安全。食品安全和食品卫生的区别：一是范围不同。食品安全包括食品（食物）的种植、养殖、加工、包装、储藏、运输、销售、消费等环节的安全；而食品卫生通常并不包含种植、养殖环节的安全。二是侧重点不同。食品安全是结果安全和过程安全的完整统一；食品卫生虽然也包含上述两项内容，但更侧重于过程安全。所以，《食品工业基本术语》将食品卫生定义为“为防止食品在生产、收获、加工、运输、储藏、销售等各个环节被有害物质污染，使食品有益于人体健康所采取的各项措施”。

食品安全与食品质量：食品安全不是以食品本身为研究对象，而是重点关注食品对消费者健康产生的影响；食品质量关注的重点是食品本身的使用价值和性状。食品质量和食品安全在有些情况下容易区分，在有些情况下较难区分，因此多数消费者经常将食品质量问题也理解为食品安全问题。例如，将不合格食品视为不安全食品，将未达到某一标准的食品也视为不安全食品，这样的判断是不科学的，也是盲目的。食品安全与食品质量的概念必须严格

加以区分，因为这既涉及相关政策的制订，以及食品管理体系的内容和构架，也涉及企业应该承担什么样的责任。

从上面的分析可以看出，食品安全、食品卫生、食品质量之间绝不是相互平行，也绝不是相互交叉。食品安全包括食品卫生与食品质量，而食品卫生与食品质量之间存在着一定的交叉。以食品安全的概念涵盖食品卫生、食品质量的概念，并不是否定或取消食品卫生、食品质量的概念，而是在更加科学的体系下，以更加宏观的视角来看待食品卫生和食品质量工作。例如，以食品安全来统筹食品标准，就可以避免目前食品卫生标准、食品质量标准、食品营养标准之间的交叉与重复。

第二节 食品卫生与安全科学发展的历史

一、古代食品卫生与安全

人类的食品卫生与安全知识源于对食品与自身健康关系的观察和思考。自然现象产生了火，人们在生活和劳动中发现，用火烧烤或煮食物可以减少疾病。人类会使用火对食物烹调加热标志着古典食品卫生与安全学科的建立。

人类对食品可能造成人体健康损害甚至死亡的认识最早可追溯到人类的起源。1万~170万年前，人类主要是靠捕猎和采集野果维持生命，这一时期被称为食物采集期。此时，人类已认识到有些动物或植物是有毒的，可使人中毒甚至死亡，这也是该时期存在的主要食品卫生与安全问题。8000~10 000年前，人类开始进入到了食品生产期。这时，人类生产食物的技术与能力明显提高，出现了食物过剩的现象。过剩的食物需要储藏，随即出现了食物腐败变质（food spoilage）和食物中毒（food poisoning）问题。于是食物各种保存方法和生产耐储藏食品的新技术应运而生。大约在8000年前，在近东地区就首次使用煮沸消毒锅；大约在公元前7000年，古巴比伦尼亚首次酿造啤酒；大约在公元前3000年，闪族人（阿拉伯半岛的游牧民族）首次制作奶酪、黄油。大约在三千多年前，中国周朝就能控制一定卫生条件而制造出酒、醋、酱等发酵食品。这一时期还出现了腌制、熏制、自然风干和冷冻等食品保存技术，于是食品添加剂（主要是食盐、食醋、天然香料和天然草药等）的应用等实践活动也随之开始。

我国夏商周时期，青铜制造工艺达到鼎盛，并广泛用作食品容器。因此经常发生中毒事件（后经证实是由铅中毒引起）；这一时期又发现了炼丹术（国外称为炼金术），即将含汞物质炼成兼具治疗和强身健体功能的丹药，从而经常引发中毒事件。另外，随着农业的发展，可大面积种植玉米、小麦，因此出现了玉米、小麦被真菌污染而发生中毒事件。公元前600年，亚洲西部就曾发生因食用裸麦而引起的麦角中毒事件。

在实际生产、生活过程中逐渐认识到食物对人类健康可能造成的重大危害，因此引起了当时统治阶层的高度重视，并制定了相应的法律。例如，我国周朝时期就已经设置了“凌人”，专司食品冷藏防腐，说明当时人们已经注意到降低食品的储藏温度可以延缓食品的腐败变质。春秋时期，人们已经知道食物是否新鲜、清洁、烹饪及成熟与健康有关。《论语·乡党》中有鱼馁而肉败，不食；色恶不食；臭恶不食；失饪不食的论述。唐朝时期制定的《唐律》规定了处理腐败食品的法律准则，如“脯肉有毒曾经病人，有余者速焚之，违者杖九十；若与人食，并出卖令人病者徒一年；以故致死者，绞”。说明当时已认识到腐败变质的食物能导

致食物中毒，并能引起死亡。在我国古代的医学典籍中，也有不少关于食品卫生与安全方面的论述。例如，孙思邈在《千金翼方》中对鱼类引起的组胺中毒就有深刻而准确的论述：“食鱼面肿烦乱，芦根水解”，不仅描述了中毒的症状，还有治疗方法。

国外也有类似食品卫生与安全管理的记载，如公元前 400 年古希腊名医希波克拉底所著《饮食论》、中世纪罗马与意大利设置的专管食品卫生与安全的“市吏”、16 世纪俄国古典文学著作《治家训》、18 世纪法国记者梅尔斯撰写的《巴黎景象》等都是这种认识和管理例证的。但当时关于食品卫生与安全对人类健康关系的认识还处于感性的、经验的积累阶段，因为当时整个自然科学的发展也正处于盲目的必然王国状态。

二、现代食品卫生与安全

（一）现代食品卫生与安全的形成期

18 世纪末至 20 世纪中叶是自然科学具有划时代意义的重大发现和突破的鼎盛时期，也是现代诸多学科形成和建立的繁荣时期，现代食品卫生与安全就是其中之一。18 世纪末，法国的“化学革命”为食物中化学污染物的发现与研究奠定了基础；1683 年，荷兰科学家 Leeuwenhoek 在显微镜下观察到细菌之后，1837 年巴斯德第一次认识到食品中微生物的存在及其作用，证明牛奶变酸是由微生物引起的；1860 年他第一次用加热的方法杀死了葡萄酒和啤酒中的有害微生物（该方法即所谓的“巴氏消毒法”）。巴斯德的发现为现代食品微生物的发展奠定了基础。此时期由于化学、微生物学、物理学、生理学等学科所取得的突破性成就，使现代食品卫生与安全不仅得以建立，而且取得了迅猛发展。此时期取得的主要成就有：逐渐认识到了食品中的化学性污染物（如汞、镉、砷、铅等）和生物性污染物（如伤寒沙门氏菌、肉毒梭菌等）的性质与结构，并建立了相应的分析、检测与鉴定方法；明确了微生物污染在食品腐败变质及在食物中毒过程中的作用；开始尝试用高压灭菌消毒、防腐剂及其他一些方法来延长食品保存期；由于当时西方资本主义国家正处于自由竞争阶段，为了追逐高额利润，食品伪造、掺假、掺杂行为相当猖獗，因此这些国家最早建立了食品法，如 1851 年法国颁布了《取缔食品伪造法》、1860 年英国颁布了《防止饮食掺假法》、1878 年美国加利福尼亚州通过了《牛奶场法》等。这一时期食品存在的主要卫生与安全问题是细菌污染与食品腐败变质、食物中毒，以及食品的伪造、掺假、掺杂等问题。

（二）现代食品卫生与安全的快速发展期

第二次世界大战结束以后，科学技术的快速发展带动了工业、农业、商业等的迅猛发展。这种快速发展直接或间接促进了食品卫生与安全学科的进一步发展完善，并取得了令人瞩目的成就。主要表现在以下几个方面。

1. 理论与技术研究方面 食品毒理学理论与食品安全性评价程序的建立及危险性分析方法的应用，为评价食品中各种有害因素的毒性及制定食品安全标准提供了依据与保证；食品安全监督管理概念及理论体系的提出，为确保食品卫生及安全提供了强有力的保障；一些现代化、高精度仪器，如各种色谱仪和分光光度计、气相色谱-质谱联用仪、液相色谱-质谱联用仪、核磁共振仪等在食品卫生与安全领域的应用，使发现与鉴定食品中新的化学性污染物及检测食品中痕量污染物成为可能；细胞生物学、分子遗传学、免疫组织化学、分子生

物学等技术及同位素示踪技术等的应用,进一步阐明了食品污染物在体内的代谢、毒性作用性质、作用机制,以及敏感、特异的生物标记物,为进一步修订污染物的食品卫生与安全标准奠定了基础。

2. 食品污染物研究方面 食品的化学性污染是第二次世界大战结束后食品卫生与安全的最主要问题,也是发展最快、最具特征的一个领域。其主要有以下原因。

(1) 工业的盲目、无节制、无秩序扩张与发展,导致工厂排放的“三废”(废水、废气、废渣)一度失去控制,从而造成环境及食品的严重污染,如在日本曾出现过“水俣病、骨痛病”等一类的“公害病”。

(2) 农业为增加粮食产量,大量使用农药、化肥、除草剂、植物生长调节剂等,从而导致环境及食品的严重污染,如有机汞、有机氯农药这两类农药在 20 世纪七八十年代停止使用,但至今仍可在环境及食品中检出,有些地区的食品残留量仍然很高。

(3) 为促进畜牧业的快速发展,在畜禽养殖过程中大量使用兽药、激素及各种添加剂,从而导致这些化学物质在畜、禽产品中过量残留,并对人体造成一定危害,其中最典型的是盐酸克伦特罗(瘦肉精)。

(4) 食品添加剂及各种容器包装材料在食品生产、加工、储藏过程中的广泛应用,加重了食品化学性污染的严重局面。

(5) 在腌制、发酵、烧烤、熏制等食品中发现了具有“三致”(致突变、致畸、致癌)毒性的化学污染物,如 20 世纪的 50~80 年代陆续发现了 *N*-亚硝基化合物、霉菌毒素、多环芳烃、杂环胺四大类致癌物。

生物性污染物研究方面取得的重大成就是发现了霉菌污染的严重性,鉴定了一系列霉菌毒素的化学结构,并阐明了这些毒素的毒作用性质及作用机制。虽然 19 世纪中叶就已经知道霉菌毒素的存在,但直到 1960 年发现黄曲霉毒素,造成英国 10 万只火鸡死亡事件之后,霉菌毒素的研究才开始得到了世界各国和国际有关组织的高度重视。目前为止,已发现与食品污染有关,并可引起人类健康危害的霉菌毒素主要有黄曲霉毒素、赭曲霉毒素 A、单端孢霉烯族化合物、玉米赤霉酮、橘霉素、杂色曲霉毒素、展青霉毒素、圆弧青霉偶氮酸、伏马菌素等。

物理性污染物研究方面,食品的放射性污染是 20 世纪 50 年代中期提出并纳入食品卫生与安全的新问题,其原因是世界上的一些超级大国竞相开发核武器,开展核试验,建立核反应堆,偶尔出现核爆炸试验、核反应堆意外污染和意外泄露事件,如比基尼岛氢弹试验、苏联切尔诺贝利核反应堆、英国核反应堆意外泄露事故及日本福岛核电站事故曾造成了食品的严重污染。此外,经常性的放射性物质开采、冶炼,工业、医疗放射性物质的应用,都会造成环境及食品的污染。因此,世界各国都建立了包括食品在内的环境放射性污染监测系统,制定并不断修订“食品中放射性物质限量标准”和“食品放射性管理办法”。

3. 食品安全监督与管理研究方面 鉴于食品污染的广泛性和严重性,迫切需要食品卫生与安全在理论和技术研究方面所取得的成果应用于生产和生活实际,以保护人类健康。世界各国都非常重视食品安全监督与管理工作,不仅提出了食品安全监督与管理的概念及理论体系,而且还成立了相应的组织管理机构,并开展了卓有成效的工作。1963 年,FAO/WHO 成立了食品法典委员会(Codex Alimentary Committee, CAC),主要负责制定推荐的食物卫生与安全标准及食品加工规范,协调各国的食品卫生与安全标准并指导各国和全球食品安全

体系的建立。世界各国都制定了本国的食品安全法及与之配套的技术规范、规章、办法等。政府设有专门负责食品安全监督与管理的部门，并有专业人员队伍负责食品安全的日常监督与管理，从而基本上保障了食品安全。

三、我国现代食品卫生与安全的发展

我国现代食品卫生与安全的发展是随着科学技术、现代食品工业、人们对食品安全要求的提高以及在解决新问题中而逐步发展的，体现在食品安全管理、食品安全领域的研究及与国际接轨等方面。

（一）食品安全管理

我国食品卫生与安全的法制化管理始于 20 世纪 50 年代，1953 年全国开始建立卫生防疫站，食品卫生与安全工作是卫生防疫工作的重点之一。1964 年国务院颁布了《食品卫生管理试行条例》，使我国的食品卫生管理工作更加规范。1982 年 11 月五届全国人民代表大会常务委员会第二十五次会议通过了《食品卫生法（试行）》。在这部法律试行了 10 多年后，1995 年 10 月八届全国人民代表大会常务委员会第十六次会议审议通过了正式的《食品卫生法》，成为我国食品卫生法制建设的重要里程碑。为了进一步对实施的食品卫生与安全制度加以补充、完善，2009 年 2 月 28 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第七次会议通过了《食品安全法》，并于 2015 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第十四次会议进行了修订。从食品卫生到食品安全，意味着我国食品安全监管进入一个全新的阶段。

（二）食品安全领域的主要研究

1. 食品安全标准及检验方法 我国自 20 世纪 50 年代开始研制和实施食品安全标准，主要是针对发现的某些比较突出的食品安全问题而制定单项卫生标准，如 1953 年卫生部制定的酱油中的砷限量指标。1960 年国务院转发了卫生部、国家科学委员会等制定的《食用合成染料管理暂行办法》，规定了允许使用的 5 种合成色素和使用限量。70 年代末，提出了粮、油、肉、蛋、乳等类别的易发生食品卫生问题的食品产品卫生标准，以及食品添加剂、汞、黄曲霉毒素、六六六、滴滴涕、放射性物质限量等 14 类 54 项卫生标准。从 1982 年我国颁布《中华人民共和国食品卫生法（试行）》到 1995 年食品卫生法正式颁布，食品卫生标准的制定工作有了明确的法律依据和保障。到 90 年代末，制定的各类食品卫生标准多达 500 余项。随着我国加入世界贸易组织（World Trade Organization, WTO），食品卫生标准面临着严重挑战，卫生部组织食品卫生标准委员会适时地对食品卫生标准进行了全面清理和修订，到 2006 年 6 月，有效的食品卫生标准共计 441 项（不包括 12 项食品中放射性物质卫生标准）。2009 年食品安全法实施以后，明确规定了国务院卫生行政部门应当对现行的食用农产品质量安全标准、食品卫生标准、食品质量标准和有关食品的行业标准中强制执行的标准予以整合，统一公布为食品安全国家标准。截至 2016 年年初，我国已制定公布 683 项食品安全国家标准，涵盖 1.2 万项参数指标。

1959 年以前，我国没有统一的食物理化检验方法。1978 年卫生部首次颁布《食品卫生检验方法（理化部分）》，20 世纪 80 年代初，食品卫生检验方法（理化部分）上升为国家标准（GB 5009.1—1985），1996 年进行了系统修订，单一物质的测定方法达到 165 项。在“十

五”国家科技攻关计划项目“食品安全关键技术”等课题的研究中，先后建立了二噁英、二噁英样多氯联苯、指示性多氯联苯、氯丙醇、丙烯酰胺、有机锡和有机氯农药等持久性有毒污染物的分析方法。

食品微生物检验方法是伴随着我国食品污染事件的发生而逐步建立和发展的。1960~1962年我国证实了副溶血性弧菌是引起食物中毒的病原菌，并建立了一整套常规检验方法，以及生化、血清、噬菌体的分型技术。1976年卫生部颁布了《食品卫生检验方法（微生物学部分）》，1984年颁布了《食品卫生微生物学检验》（GB 4789—1984）第一版国家标准。2004~2008年对GB 4789—1984进行了全面系统的修订，增加了对微生物实验室的基本要求、国际食品微生物标准委员会的采样方案、样品检验的质量控制和检验后样品的处理，并制定了食品中大肠杆菌O157:H7及阪崎肠杆菌等的检验方法。在“十一五”国家科技支撑计划中修订了《食物中毒诊断标准及技术处理总则》（GB 14938—1994），将标准名称修改为《食源性疾病判定和处理原则》，补充制定了27项各类微生物性食源性疾病，以及化学性、有毒动物和植物食物中毒的判定标准及处理原则。

2. 重要食品安全问题的研究 针对我国部分地区出现的重要食品安全问题，我国科学工作者先后进行了酵米面和变质银耳中毒、变质甘蔗中毒及肉毒毒素中毒的研究与控制，有机氯农药残留的科学研究，辐照食品研究，工业废水灌溉农田的安全性评价，食品安全突发事件的应急处理等相关研究工作，为保障我国人民的健康与食品安全发挥了良好的作用。

3. 食品安全监测体系和食品安全控制技术 自2000年开始卫生部在全国建设食品污染物监测网，参照全球环境、食品污染监测与评估计划，分别在17个省设立食品污染物和食源性疾病致病因素监测点，对消费量较大的60余种食品、常见的79种化学污染物和致病菌进行常规监测，开展了4次全国膳食与营养调查和总膳食调查。掌握了我国食品中重要化学污染物的污染状况、特定食品中重要食源性致病菌（蛋中的沙门菌、生食牡蛎中的副溶血性弧菌等）的污染资料和全国居民膳食结构、饮食和疾病谱变化趋势，为进一步运用数学模型，深入开展科学危险性评估及食品安全标准的制定提供了基础数据。

危害分析与关键控制点（hazard analysis and critical control point, HACCP）于20世纪80年代传入我国，90年代开始在我国食品企业中应用。先后对乳制品、肉制品、饮料、水产品、酱油、益生菌类保健食品、凉果和餐饮业等各类企业食品开展了试点研究。2002年7月，卫生部制定并颁布了《食品企业HACCP实施指南》。2003年，参照CAC《食品卫生通则》附录《HACCP体系及其应用准则》，等同制定了国家标准《危害分析与关键控制点（HACCP）体系及其应用指南》（GB/T 19538—2009），其后相继颁布了乳制品、速冻食品、肉制品、调味品等HACCP的应用指南。2003年国家卫生部发布了《食品安全行动计划》，规定2006年所有的乳制品、果蔬汁饮料、碳酸饮料、含乳饮料、罐头食品、低温肉制品、水产品加工企业、学生集中供餐企业实施HACCP管理。2007年酱油、食醋、植物油、熟肉制品等食品加工企业、餐饮业、快餐供应企业和医院营养配餐企业实施HACCP管理。2009年颁布、2015年修订的《食品安全法》也明确规定，国家鼓励食品生产经营企业符合良好生产规范（good manufacturing practice, GMP）要求，实施HACCP体系，提高食品安全管理水平。

（三）参与国际事务并与国际接轨

中国于1984年加入CAC，经国务院批准于1986年成立了中国食品法典委员会。2000

年随着我国加入 WTO, 卫生部成立了 CAC 专家组, 加强了对国际法典标准的跟踪研究。2002 年中国首次牵头组织起草《减少和预防树果中黄曲霉毒素污染的生产规范》, 该规范于 2005 年 7 月在第 28 届 CAC 大会获得顺利通过。2006 年 7 月根据国务院的批示, 中国代表团在第 29 届 CAC 大会上代表国家成功申办为国际食品添加剂法典委员会(Codex Committee on Food Additives, CCFA) 和农药残留法典委员会(Codex Committee on Pesticide Residues, CCPR) 的主持国, 成为我国参与国际食品法典事务的重要里程碑。2007 年 4 月和 2008 年 4 月, 在北京举办的第 39 届和第 40 届 CCFA 会议获得了巨大成功, 兑现了中国政府向 CAC 委员会及其成员国的承诺, 赢得了国内外各界的高度评价, 提升了我国在食品法典领域的国际地位。

第三节 食品卫生与安全研究的主要内容及研究方法

一、食品卫生与安全研究的主要内容

1. 食品卫生与安全危害性来源 食品安全危害又称为食品污染, 是指食品从原料的种植、生长、收获、捕捞、屠宰加工、储存、运输、销售到食用前整个过程的各个环节, 都可能有一些有害、有毒物质进入食品而使食品的营养价值和质量降低或对人体产生不同程度的危害。食品卫生与安全研究要重点阐明各种食品卫生与安全危害的种类、来源、性质, 对人体健康的影响和机制, 以及这些危害来源的发生、发展和控制规律, 为制订防止食品受到有害因素污染的防御措施提供科学依据。根据污染食品有害因素的性质可将其概括为物理性污染、化学性污染、生物性污染及其他污染。在污染物中, 生物性污染和化学性污染又是当前乃至今后相当长一段时间要面临的主要问题。

2. 食源性疾病 食源性疾病是指通过摄食而进入人体的有毒、有害物质(包括生物性病原体)等致病因子引起、通常具有感染性或中毒性质的一类疾病。一般可分为感染性和中毒性, 包括常见的食物中毒、肠道传染病、人畜共患传染病、寄生虫病, 以及化学性有毒、有害物质引起的疾病。食源性疾病的发病率居各类疾病总发病率的前列, 已经成为当今世界上最广泛的食品卫生问题, 而且也是经济生产降低的主要原因。近年来, 国际、国内的重大食品安全事故屡有发生, 而由致病性微生物和其他有毒、有害因素引起的食物中毒及食源性疾病的发病率是衡量食品安全状况的直接指标, 是食品卫生与安全最直接的体现。食品卫生与安全研究要重点阐明各种食源性疾病发生的病因、流行病学特点、发病的机制、中毒表现及预防措施。

3. 食品的安全评价 风险评价过程是一个纯科学的过程。为了研究食品污染因素的性质和作用, 检测其在食品中的含量水平, 控制食品质量, 确保食品安全和人体健康, 需要对食品进行安全性评价。食品安全性评价主要是阐明某种食品是否可以安全食用, 食品中有关危害成分或物质的毒性及其风险大小。食品安全评价是一个新兴的领域, 在食品安全性研究、监控和管理上具有重要的意义, 但评价标准和方法还有待不断发展和完善。食品安全评价主要是阐明某种食品是否可以安全食用、食品中有关危害成分或物质的毒性及其风险大小, 利用毒理学评价、人体研究、残留量研究、暴露量研究、膳食结构和摄入风险评价等, 确认该物质的安全剂量, 通过风险评估进行风险控制。

4. 食品卫生与安全检测技术 食品卫生与安全检测技术是食品卫生与安全的重要内容, 是食品卫生与安全的重要技术支撑, 是一门综合性的技术, 它主要包括快速样品前处理

技术、快速分析方法、快速检测仪器技术 3 部分内容。高效、快速的样品前处理技术是实现快速检测的前提；准确、方便的快速分析方法是实现快速检测的基础；简单、易用的快速检测仪器是实现快速检测的关键。食品卫生与安全检测技术研究的重点是对与食品安全密切相关的有毒、有害物质，包括有害化学物质、有害微生物、毒素、转基因食品检验、掺假物质等几大重要且备受关注的食品安全检测新技术、新方法的研究，特别是开发出高精度、高灵敏度和高效率的现代食品安全检测技术。食品安全检测技术的种类很多，主要包括感官检测、物理检测（如比重法、折光法和旋光法等）、化学检测（定性和定量）、色谱法、光谱法、免疫法、分子生物学方法、生物传感器和生物芯片等。

5. 食品卫生与安全控制技术及管理 现代食品卫生与安全的管理要求是“从农田到餐桌”的全过程的安全控制，要求食品卫生与安全是立体的、全方位的。食品卫生与安全控制的范围十分广泛，它涵盖了食品卫生与安全学科领域的各个方面。食品控制被 FAO/WHO 定义为强化国家或地方当局对消费者利益的保护，确保所有食品在生产、加工、储藏、运输及销售过程中是安全的、健康的、宜于人类消费的一种强制性的规则行为，同时保证食品符合安全及质量的要求，并依照法规所述诚实、准确地对食品的质量与信息予以标注。FAO/WHO 认为，食品控制的首要任务是强化食品立法，以确保食品消费安全，使消费者远离不安全、不卫生和假冒的食品，通过禁止出售消费者不期望购买的非天然或不合质量要求的食品的方式来实现。目前，国内外有关食品卫生与安全控制的理论主要包括风险分析理论、“从农田到餐桌”控制理论、食品安全利益相关者理论、食品供应链管理理论及良好卫生操作规范 (good health practice, GHP)/HACCP 理论。食品卫生与安全控制技术及管理的研究应该大力开展粮食作物安全生产的过程控制技术、蔬菜安全可持续生产技术、畜禽类食品卫生与安全生产控制技术、水海产品养殖安全生产控制技术等体系的研究，实施源头治理，继续建立和完善食品卫生与安全控制认证认可体系，以及建立相应的实施指南、评价准则、作业指导。

6. 食品安全溯源及预警技术 建立、健全食品追溯制度是保证食品安全、增强消费者对食品安全信心的基本原则之一。食品溯源是食品安全管理的一个有效工具，有助于提高食品安全管理的效率，方便问题食品召回，并有效地帮助消费者辨别虚假信息。食品安全的可追溯工作是管理和控制食品安全问题的重要手段，而溯源预警系统更是重中之重。它最显著的特点应该是事前防范监管重于事后惩罚，食品安全溯源信息公示系统，在食品溯源管理中就发挥着这个“预警”作用。食品溯源是保证及时、准确、有效地实施食品召回的基础，食品召回是实现食品溯源目的的重要手段。加大力度研发各种溯源技术，包括新的电子标签、同位素跟踪技术、DNA 指纹技术、重要食品掺假识别技术等，解决建立和完善我国溯源体系的技术瓶颈。完善当前溯源系统，解决目前国内开发研究的溯源应用系统普遍存在的编码不规范、不统一，以及与 HACCP 不兼容、与国际标准接轨差的问题，建立统一协调的食品安全信息组织管理系统，建立相应的追溯/跟踪安全信息交换平台，最终建立中国真正意义上的跟踪溯源体系。重点建立食源性病害资料交换和信息发布的平台，打造一个可以覆盖全国、重视从农场到餐桌食品生产全程的食品安全突发事件短、中、长期预警预报网络系统，逐步建立高效准确的突发事件预测模型。

7. 食品安全标准体系 食品安全标准体系是为了对食品质量安全实施全过程控制而建立的，由涉及食品生产、加工、流通和消费，即“从农田到餐桌”全过程中影响食品卫生

与安全的各个环节和因素及其控制和管理的技术标准、技术规程构成的相互联系、相互协调的有机整体。通过食品安全标准体系的有效实施,可以使食品生产全过程标准化、规范化,为食品质量安全提供控制目标、技术依据和技术保证,实现对食品卫生与安全各个关键环节和关键因素的有效监控,满足食品质量安全标准的规定和要求,全面保证和提升食品质量安全水平。从标准的性质上讲,食品安全标准既包括强制性标准也包括推荐性标准。从标准的级别上讲,食品安全标准包括国家标准、行业标准、地方标准、企业标准。从标准的内容上讲,食品安全标准包括基础标准、产品标准、方法标准,以及安全、卫生 and 环境保护标准。加强食品安全标准化,建立和完善食品安全标准体系是有效实施这一战略举措的重要手段,可以为食品卫生与安全的各项控制措施提供强有力的技术支撑和保障。“从农田到餐桌”的食品生产全过程质量安全控制管理是一项综合性、多主体、复杂的系统工程,不论是食品安全的组成要素还是食品生产过程环节都需要制定标准,只有通过标准对全过程进行有效监控,才能根本保证和提高食品质量安全水平。因此,食品安全标准体系的研究从国家的整体利益出发,针对我国食品产业发展的现实需求,大力加强一些主要食品安全标准的研究,领域包括农药残留限量标准、兽药残留限量标准、食品添加剂和饲料添加剂卫生标准、生物毒素标准、有害元素限量标准、持久性有机污染物(persistent organic pollutant, POP)限量标准研究等,着力解决标准中相互交叉、相互矛盾、相互重复的严重问题,结合我国国情,积极采用国际标准,特别是国际食品法典的标准、指南和有关技术文件,提高标准水平,研究和构建一个目标明确、结构合理、功能齐全、配套有效、统一权威的标准体系总体框架,改变我国目前食品安全标准体系结构欠科学合理、内容不完善、实用性和可操作性较差的现状,为我国研究和制定重点和急需的食品安全标准提供指南。

8. 食品安全法律、法规 食品安全法律体系是由保障食品安全的所有法律、法规及规范性文件组成的一个系统,这个系统由不同效力级别的法律文件组成,包含了从食品生产到消费各个环节的法律规范。我国目前的食品安全法律体系有法律、法规和规章3个层次,由农产品质量安全法律体系和食品卫生法律体系两大子体系构成,它们之间既具有内在的联系,又相互协调,共同构成了一个有机的整体,分别规范了农产品的生产和流通,以及食品的加工和流通,基本上涵盖了“从农田到餐桌”的整个食品链,从食品的生产、加工、流通等不同角度以不同的力度保障着食品安全。我国食品安全在法律体系上还存在诸多弊端和问题,因此,加强和完善我国食品安全法律体系显得尤为重要和迫切。

二、食品卫生与安全的研究方法

食品卫生与安全问题是涉及科学、技术、政策、法规的综合性社会问题,其学科涉及农学、工学、理学、医学、法学和管理学等学科,其技术涉及食品加工、现代生物技术及分析检测等技术,其管理过程涉及政策、法规、文化和消费观念等问题。食品安全的研究涉及多学科的研究手段与方法,如分析化学、生物化学、生物学、微生物学、分子生物学、临床医学、实验动物学、毒理学、统计学等。按研究目的食品卫生与安全的研究方法可分为食品卫生学检验(食品中有害化学物质检验和微生物检验)方法、食品毒理学方法、食品安全性评价方法、食品中有毒物质限量标准的制订方法、食物中毒的调查处理方法、危险性分析方法、GMP和HACCP的建立方法,以及行政和法制监督管理方法等。