

主 编◎曹小红

食品安全 科学知识

SHIPIN ANQUAN KEXUE ZHISHI



中国政法大学出版社

主 编◎曹小红

副主编◎王 硕

食品安全

— 科学知识 —

撰稿人：侯丽华 张 燕 王春玲 杜欣军 赵 鹏



中国政法大学出版社

2012·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

食品安全科学知识 / 曹小红主编. —北京: 中国政法大学出版社, 2012. 6

ISBN 978-7-5620-4327-0

I. ①食… II. ①曹… III. ①食品安全-基本知识 IV. ①TS201.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第103570号

- 书 名 食品安全科学知识
- 出版发行 中国政法大学出版社(北京市海淀区西土城路 25 号)
北京 100088 信箱 8034 分箱 邮编 100088
<http://www.cuplpress.com> (网络实名: 中国政法大学出版社)
58908325(发行部) 58908334(邮购部)
- 编辑统筹 综合编辑部 010-58908524 dh93@sina.com
- 承 印 固安华明印刷厂
- 规 格 880mm×1230mm 32 开本 9.875 印张 247 千字
- 版 本 2012 年 7 月第 1 版 2012 年 7 月第 1 次印刷
- 书 号 ISBN 978-7-5620-4327-0/D·4287
- 定 价 28.00 元

- 声 明
1. 版权所有, 侵权必究。
 2. 如有缺页、倒装问题, 由出版社负责退换。



编写说明

“民以食为天，食以安为先”，安全的食品是人类健康生活的基础。但是随着人类活动的日益频繁，大气、水体、土壤以及生物圈都受到了不同程度的污染。因此，从食物链初级产品的生产、运输、贮藏到食品的生产、加工、包装和销售，甚至包括食品的食用过程，所有这些环节都有可能遭到污染，进而导致食品安全问题。人们一日三餐在摄入营养物质的同时，不可避免地也摄入了不同种类、不同剂量的对人体健康不利的有毒有害物质，由此引起的食源性疾病已经严重地困扰着人们的生活。随着全球交通的便捷、食品流通的加速，食源性疾病爆发的规模也在不断加大。因此，食品安全已成为各国政府及公众共同关注的焦点。

如何控制食品安全问题，涉及很多学科，包括食品科学、毒理学、分析化学、微生物学、食品卫生学、营养学、免疫学、流行病学、食品安全管理学以及食品品质控制学等。那么，为了向读者介绍食品研究领域中与食品安全相关的知识、控制方法及其检测技术等，我们特编写了这本书。本书涵盖两大部分内容：上篇食品安全基础知识和下篇食品安全检测技术。上篇主要介绍食品安全基本概念和定义、生物原因引起的食品安全问题及其控制方法、化学和物理原因引起的食品安全问题及其控制方法；下篇主要介绍采样与样品前处理、食品安全现代仪



器分析方法和食品安全现代生物检测技术。

本书内容以科普性为主，有利于食品安全领域的从业者了解本专业的基础知识。因此，本书既可作为食品卫生监督部门及疾病预防部门工作人员的参考书，又可作为食品企业、大专院校、食品研究机构、食品监督和管理机构以及图书情报部门的工具书。

本书由曹小红教授主编。参编人员有天津科技大学教育部食品营养与安全重点实验室的“长江学者”特聘教授王硕，以及张燕教授、王春玲副教授、侯丽华副教授、杜欣军副教授及赵鹏老师。食品安全涉及的内容丰富而庞杂，而且由于近年来食品安全学的研究深度与广度一直处在迅速发展之中，因此，本书在编写过程中难免存在不尽完善和遗漏之处，敬请读者批评指正。

编 者

2012年5月



前言

食品安全问题在 21 世纪已成为人们关注的世界性问题。在农业生产和食品加工技术飞速发展的今天，人类的食品比以往任何时候都丰富。但是与此同时，人们越来越发现人类的许多疾病都与食物密切相关。事实证明，对人类健康危害最大的就是每日食用的各类食品，这也再次验证了“病从口入”的警言。

食品安全问题对人们的健康、生命安全、社会生活乃至政治等都有着巨大的影响。首先，由不安全食品引起的食源性疾病严重地危害着人类的身体健康和生命安全，这样的案例比比皆是。例如，在发达国家每年约有 1/2 的人感染食源性疾病，而这一问题在发展中国家则更严重。在这些不发达国家中，导致死亡的主要原因是食源性和水源性腹泻，每年约有 220 万人丧生。同时，食品安全问题对经济也有着显著的影响，这不仅表现在支付疾病治疗与控制所需费用、不合格产品销毁等直接经济损失上，还表现在相关的间接经济损失上。如食品安全事件对一个企业、一个国家形象的损害可造成其产品贸易（特别是国际贸易）机会的减少或丧失；其对消费者信心的打击可导致企业的破产，甚至是一个产业的崩溃，这些间接经济损失往往大于由此产生的直接经济损失。此外，食品安全对社会和政治也会造成重大危害和影响。从某种意义上讲，食品安全是国家安全问题的一部分，一些由食品安全问题引发的食品恐慌



事件能导致所在国家或地区的动荡不安,影响人们的正常生活。如1999年的二恶英事件导致当时的比利时政府集体辞职就是食品安全事件对政治产生影响的最典型例子。

不论是发达国家还是发展中国家,不论食品安全监管制度完善与否,我们都共同面临着严峻的食品安全问题。在WTO规则下,各国之间关税壁垒已逐渐淡化,以食品安全问题为主线的非关税技术壁垒已成为各国贸易保护和市场垄断的“合法武器”。因此,食品安全问题已成为当今世界各国政府关注的焦点。在我国,党中央、国务院已经把食品安全工作提升到“以人为本、构建和谐社会”的战略层面来考虑,并把这项工作作为关注民意、改善民生的重要举措来抓。

面对食品安全存在的严峻形势,科技界在食品安全控制理论、检测与评价方法的建立与完善等方面始终进行着不懈的探索和研究。那么,为了适应现代食品工业发展和管理的需要,本书从教学、科研和生产实际出发,阐述了食品安全学的基础理论和基本概念及其控制方法、食品安全检测技术等内容。其内容主要包括食品安全与卫生基础知识及食品安全检测技术两大模块。首先介绍了食品安全卫生的基本概念及国内外食品安全卫生方面的现状和所面临的问题。然后重点分析了生物危害、化学和物理危害、天然有毒物质、环境污染等因素对食品安全的影响及其控制方法。同时还对人们密切关注的“转基因食品的安全性”等热门话题进行了介绍。最后,本书系统地论述了食品安全快速检测技术和方法,主要包括食品安全现代仪器分析方法和食品安全现代生物检测技术。

编 者

2012年5月



目 录

编写说明	1
前 言	3

上篇 食品安全基础知识

第一章 基本概念和定义	2
第一节 食品安全的概念和定义	2
第二节 食品安全现状	3
第三节 食品生产的发展趋势	6
第二章 生物部分	8
第一节 食品的腐败变质及控制	8
第二节 细菌性食物中毒及控制	23
第三节 食品中的真菌毒素及控制	36
第四节 病毒与食品安全	46
第五节 寄生虫及害虫与食品安全	58
第六节 转基因食品的安全性	72
第三章 化学和物理部分	83
第一节 环境污染物与食品安全	83



第二节	农药残留与食品安全	96
第三节	兽药残留与食品安全	109
第四节	动植物中的天然有毒物质与食品安全	120
第五节	食品添加剂与食品安全	135
第六节	辐照食品与食品安全	150

下篇 食品安全检测技术

第四章	采样与样品前处理	162
第五章	食品安全现代仪器分析方法	179
第一节	紫外-可见分光光度法	179
第二节	荧光分光光度法	189
第三节	气相色谱法	196
第四节	液相色谱法	208
第五节	色谱-质谱联用技术	220
第六节	原子吸收光谱分析法	239
第七节	电感耦合等离子体质谱法	250
第六章	食品安全现代生物检测技术	258
第一节	免疫学检测技术	258
第二节	PCR 检测技术	278
主要参考文献		302

上篇

食品安全基础知识





基本概念和定义

第一节 食品安全的概念和定义

在世界卫生组织（WHO）发表的《加强国家级食品安全性计划指南》中，食品安全是指对食品按其原定用途进行制作和食用时不会使消费者受害的一种担保，即食物中有毒、有害物质对人体健康影响的公共卫生问题。在《食品安全法》中，食品安全是指食品无毒、无害，符合应当有的营养要求，不会对人体健康造成任何急性、亚急性或者慢性危害。

实际上，食品安全就是指在食品的生产和消费过程中有毒、有害物质或因素的存在或者引入时，没有达到危害程度，从而保证人体在按照正常剂量和以正确方式摄入这样的食品时不会受到急性或慢性的危害，这种危害不仅包括对摄入者本身产生的不良影响，同时还包括对其后代可能产生的潜在性不良影响。

值得注意的是，随着科技的进步，各种新的化学物质、有毒有害物质会不断地释放到环境中，从而出现在食品链的各个环节中。这些食品中新增添的不安全因素包括：新的急性和慢性食源性危害；致癌、致畸、致突变等毒害作用；随着物种的进化、突变重组蛋白及毒素而产生的古老生物性危害以及不断出现的新生物性危害因子。另外，物理性危害也以新的形式出

现在食品链中。

欧洲科学家帕拉塞尔苏斯 (Paracelsus, 1493 ~ 1541 年) 曾说过: 所有的物质都是毒物, 没有一种不是有毒的, 正确的使用剂量是区分毒物与药物的标准。而食品安全正是研究食物的毒性及其可能存在的风险, 并为控制和降低这些毒性和风险制定相应措施或方法的一门科学。在自然界中, 物质的有毒有害特性同有益特性一样, 都是与剂量紧密相关, 如果离开剂量去讨论其有毒有害或有益性则是没有意义的。例如, 成人如果每日摄入 $50\mu\text{g}$ ~ $200\mu\text{g}$ 的硒则有益于健康; 如果每日摄入量低于 $50\mu\text{g}$ 就会出现心肌炎、克山病等疾病, 同时还可能诱发免疫功能低下和老年性白内障等疾病; 如果每日摄入量在 $200\mu\text{g}$ ~ $1000\mu\text{g}$ 之间, 轻者会出现视力减退、肝坏死、肾充血等慢性中毒症状, 重者则表现为厌食、运动障碍、气短、呼吸衰竭等急性中毒症状; 如果每日摄入量超过 $1000\mu\text{g}$ 则可导致死亡。也就是说, 摄入超出安全剂量的任何物质都是有毒有害的。

此外, 就食品安全性而言, 除了摄入剂量和方式的问题外, 还有一个制作方法的问题, 例如, 目前对转基因食品安全性的争论, 本质上就是对食品的制作方法的争论。

第二节 食品安全现状

20 世纪, 随着现代工业的蓬勃发展以及新的化学物质不断被发现, 人们逐渐意识到日常赖以生存的食物受到有毒有害物质的污染越来越严重, 如农药、兽药残留等。近年来, 随着社会的进步、科技的发展和卫生条件的改善, 人类对大多数疾病都有了控制的方法, 但是化学药剂和新技术的广泛应用却又给人类的健康增添了越来越多的不安全因素。



一、国外食品安全现状

食品安全是保障食品产业发展和人民身体健康、生命安全的基本前提,但是无论是发达国家,还是发展中国家都面临着十分严峻的食品安全问题。各国的食品安全问题大同小异,只是侧重点有所不同:在发达国家,食品安全问题主要是环境污染引起的,如二恶英事件和疯牛病事件等,其特点是事件发生规模大、影响范围广;而在发展中国家,食品安全问题主要是由于经济发展水平低、卫生条件差以及法制不健全、监管不力、违法违规生产与经营所导致的,如食源性细菌和病毒引起的食物中毒,农药、兽药残留超标和假冒伪劣食品引起的化学性食物中毒,其特点是事件具有偶然性和散发性、出现频率高、部分具有流行性和群发性。

目前,全球接二连三地爆发食品安全事件,在此仅挑选一些影响较大的事件加以描述。1987~1999年,最早发生并流行于英国的疯牛病(BSE),传染数量高达17余万头,30多个国家和地区均受到感染,造成巨大的经济损失和严重的社会恐慌;1996年日本大肠杆菌O157:H7导致的集体食物中毒,造成2人死亡,同时该病菌在1996年11月到1997年1月在英国的苏格兰大爆发,导致20名老人死亡;1999年比利时、荷兰、法国、德国相继发生因二恶英污染导致畜禽类产品及乳制品含高浓度二恶英的事件,造成经济损失达13亿欧元,使执政长达40年之久的比利时社会党政府内阁垮台;2009年2月,日本一名50多岁的男子感染人类疯牛病导致死亡;2010年,因大量食用一种放在三明治和色拉里的进口番茄干,法国18个省先后发现了55例甲型肝炎病例;2011年5月,德国爆发肠出血性大肠杆菌(EHEC)疫情,造成1400多例确诊或疑似病例,至少22人因此丧生,同时在瑞典、丹麦、英国、法国、荷兰、瑞士和奥地利等国也发现类似病例,造成严重的社会恐慌。

实际上,随着世界贸易和国际旅游的不断增长,食品和人口在各国之间流动性的不断增强,使得食品安全问题越来越一致化,往往在世界的一端发生的因食品而引起的某种疾病,会很快地传播到世界的另一端,2003年爆发的非典型性肺炎和2004年爆发的禽流感就是很好的例证。

二、国内食品安全现状

近年来,我国的食品安全事件也是频繁发生,影响较为严重的案例包括:1988年因食用不卫生的毛蚶引起上海约31万余人感染甲型肝炎病毒,成为轰动全国的一起严重的食源性病毒感染事件;1997年香港爆发轰动全球的H5N1禽流感,共有18人受感染,其中6人死亡;2008年,全国发生多起哺乳期婴儿食用三鹿奶粉,患有“双肾多发性结石”和“输尿管结石”的病例,继而查出熊猫、圣元、蒙牛、伊利等22家厂商生产的奶粉含有三聚氰胺;2011年4月,上海市浦东区的一些华联超市和联华超市的主食专柜都在销售同一个公司生产的高粱馒头、玉米馒头和黑米馒头。这些通过染色生产出的馒头,食用过多会对人体造成伤害,并且厂商随便更改生产日期,上海的染色馒头事件曾引起了全国人民的恐慌。

我国食品安全的社会公信力面临着前所未有的巨大挑战,频繁发生的食品安全事件,如“绝育黄瓜”、“塑化剂”、“瘦肉精”、“三聚氰胺”、“染色馒头”等,受到全社会的普遍关注,将食品安全问题推向新闻热点,同时也得到国家领导人的高度重视。2011年,胡锦涛总书记到天津视察的首站就选择了天津市产品质量监督检测技术研究院,尤其关注食品安全问题。总书记指出:民以食为天、食以安为先,要以对人民群众高度负责的精神,严把食品安全关,确保广大人民群众吃上放心的食品。同年,温家宝总理在同国务院参事和中央文史研究馆馆员座谈时说,近年来相继发生“毒奶粉”、“瘦肉精”、“地沟油”、



“染色馒头”等事件，表明道德的滑坡已经到了何等严重的地步。

食品安全问题是我国最重要的公共安全问题之一。目前，我国食品加工各环节仍然存在着许多食品安全隐患，食品安全形势不容乐观。在未来很长一段时间里，食品安全问题还将继续威胁我国食品工业的快速健康发展，威胁广大人民群众的身心健康和生命安全，威胁我国国民经济与社会的协调发展，威胁全面建设小康社会目标的实现。总之，食品安全问题的解决需要长期的努力，任重而道远。

第三节 食品生产的发展趋势

食品产业是人类的生命产业，我国真正的食品工业诞生于19世纪末20世纪初，比西方国家晚100年。新中国成立后，食品工业才有了长足的发展。20世纪60年代，我国食品工业产值居国民经济总产值各行业的31~32位，1986年跃升到第8~9位，1990年达到第3位，1996年上升为第1位。随后，我国食品工业进入快速扩张与高速发展时期，从2000年至今，食品工业年均增长超过20%，2010年全国食品工业总产值由2009年的4.9万亿元增长到6.31万亿元，增幅27.5%，占同口径全国工业比重的8.9%，2011年全国规模以上食品工业企业有3.1万家，全国达到和超过百亿元产值的食品工业企业有27家。食品工业已经成为我国国民经济的第一大支柱产业。

随着现代食品加工工艺和生产技术、包装技术、贮藏技术、运输工具的快速发展，食品生产和消费已经把原来的区域性消费、季节性消费的农产品类食品，变为跨季节消费、跨区域消费的流通式食品，更多的传统食品已从家庭走向市场、走向社会。工业化生产使人们的食物链变得更长、更复杂，也相应产生了更为复杂的食品安全问题。

食品工业不仅是我們赖以生存的生命工程，同时还是一个道德工程。因为消费者无法监督企业的生产加工过程，也无法辨别食品中的有毒有害物质，所以这就要求买来的食品应该是能食用且不会给消费者带来危害或者伤害的。《食品卫生通则》中强调食品安全“三责任”，即强调生产经营者是食品卫生与安全的第一责任人，政府负有监督管理的责任，消费者的责任是按照标签说明的方式正确食用，并应有良好的饮食卫生习惯和安全意识。在落实食品安全“三责任”，推行良好生产规范（GMP）、良好农业规范（GAP）、卫生操作标准程序（SSOP）及危害分析和关键控制点体系（HACCP）之后，官方对食品的抽样检测应该是验证性的，而不是保证性的。因为食品生产企业必须保证其所生产的产品符合食品卫生安全标准。守法的食品生产企业应该得到保护、受到尊敬；违法企业和把没有质量安全保证的产品推向市场的企业，应该予以严厉打击。此外，对于各种食品，特别是农产品类食品，应该建立可追溯体系，表明产地和生产者，增强生产者及销售者的责任心，从而增加消费者对食品安全的信心。



生物部分

第一节 食品的腐败变质及控制

食品在制造、加工、运输和贮藏过程中发生的化学变化和生化反应均能引起食品的腐败变质。大多数的食品腐败变质是由食品本身含有的酶的作用和微生物的生长等因素引起的。食品内的酶能引起食品质地、香味和风味的改变。动物宰杀或作物收获后的一段时间内，其所含酶类继续进行某些生化过程，引起食品成分的分解、食品组织的溃裂和细胞膜的碎裂，为微生物的广泛侵入提供了条件，进而导致食品的腐败变质。此外，与酶类活动引起的腐败变质相比，食品因微生物如细菌、酵母菌和霉菌的存在和生长导致的腐败变质则更多。这是因为微生物无处不在，如在空气、水体、土壤和人体表面都有大量微生物，所以食品及其原料中含有多种多样的微生物，它们在食品的贮藏和加工过程中一旦生长繁殖就会引起食品的腐败变质，最终导致食物中毒和食源性疾病，不仅造成巨大的经济损失，还会给人类的健康乃至生命造成严重危害。因此，有必要了解食品腐败变质发生的原因、危害及其防治措施。