

高等学校教材

食品安全性评价

赵文 主编



化学工业出版社

高等教育教材出版中心

高等学校教材

食品安全性评价

赵 文 主编



化学工业出版社

高等教育教材出版中心

· 北 京 ·

本书根据目前各高校“食品质量与安全专业”的教学需要,从教学、科研及社会服务的实际出发,重点介绍了主要的食品安全的危害因素及食品安全性评价的相关问题。全书包括危害食品安全的因素及食品安全性评价与管理两大部分内容,共分十一章。主要内容为:食品的生物性危害因素、食品的化学性危害因素、食品添加剂的安全性、危险性分析、食品质量安全控制系统、食品安全性评价原理、食品安全性毒理学评价程序、保健食品安全性评价、转基因食品安全性评价、农药环境安全性评价等。

本书可作为高等院校食品质量与安全、食品科学与工程、食品生物技术等专业的教学用书,也可供营养学、食品包装工程、生物工程等专业的师生、食品生产加工的技术与管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

食品安全性评价/赵文主编. —北京:化学工业出版社,

2006.6

高等学校教材

ISBN 7-5025-8955-4

I. 食… II. 赵… III. 食品卫生-评价-高等学校-
教材 IV. R155.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第071008号

高等学校教材

食品安全性评价

赵文 主编

责任编辑:赵玉清

文字编辑:焦欣渝

责任校对:顾淑云

封面设计:潘峰

*

化学工业出版社 出版发行
高等教育教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)

购书咨询:(010)64982530

(010)64918013

购书传真:(010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
北京云浩印刷有限责任公司印刷
三河市万龙印装有限公司装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 16½ 字数 425 千字

2006年8月第1版 2006年8月北京第1次印刷

ISBN 7-5025-8955-4

定 价:29.50 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

主 编 赵 文

副主编 李巧玲

编 者 (以姓氏笔画为序):

王庭欣 田益玲 刘卫华

齐小菊 李巧玲 赵 文

赵仁邦 蒋 雪 锁 然

前 言

近年来,食品安全事件在国内外接连不断地发生。国外:欧洲在继二噁英污染动物性食品事件发生之后,又出现了牛海绵状脑病(疯牛病)的暴发流行,并且东欧和日本也有疯牛病散发病例的报道。国内:从1998~2001年,我国消费者关于食品安全的投诉达50多万件,占总投诉量的20%左右。瘦肉精事件、毒菜事件、粮豆类食品掺加“吊白块”、有毒奶粉事件等,不断被媒体曝光。这些与百姓生活密切相关的食品安全问题,不仅对人体安全构成了极大的威胁,而且会使国家名誉受损,影响政治和社会的稳定。因此,食品安全问题已经引起了各国政府、相关国际组织、学术界、食品生产企业及普通百姓前所未有的关注。在这样的大背景下,许多高校增设了“食品质量与安全”本科专业。编者认为“食品安全性评价”是该专业不可或缺的一门重要的专业课程,而目前相关教材还很缺乏,此为教材编写的前提。

本教材共分十一章,包括危害食品安全的因素及食品安全性评价与管理两大部分内容,主要内容包括:食品中可能存在的各种危害因素,如何避免和控制这些不安全因素的产生,对这些不安全因素国家所制定的一些限量标准,危险性分析,食品质量安全控制系统,食品安全性评价原理,食品安全性评价程序及方法,保健食品安全性评价,转基因食品安全性评价,农药环境安全性评价等。

本教材各章编写分工如下:第一章由赵文编写,第二章由赵文、王庭欣、蒋雪编写,第三章由田益玲、齐小菊编写,第四章、第六章由刘卫华编写,第五章、第十一章由锁然编写,第九章由田益玲编写,第七章由李巧玲编写,第八章、第十章由赵仁邦编写。全书由赵文负责统稿和定稿。

本书可作为食品质量与安全专业、食品科学与工程专业本科生和研究生的教材或参考用书。此外,希望本书能够对食品生产加工企业以一定的指导。

由于编者水平和能力有限,编写时间仓促,加之本书内容涉及面较广,因此书中可能会存在不当之处,恳请广大读者和同行专家提出批评意见和建议,在此表示感谢!

编者

于河北农业大学

2006年3月

目 录

第一章 绪论	1
一、食品安全性与安全性评价的概念	1
二、主要内容与研究热点	2
三、国内外食品安全现状	5
四、食品安全管理的主要对策	7
第二章 食品的生物性危害因素	8
第一节 食品细菌污染	8
一、常见的食品细菌	8
二、食品细菌的污染途径	8
三、评价食品卫生质量的细菌污染指标	9
第二节 霉菌毒素对食品的污染	10
一、概述	10
二、黄曲霉毒素	12
三、杂色曲霉毒素	14
四、赭曲霉毒素	17
五、展青霉素	18
六、玉米赤霉烯酮	19
第三节 食品的腐败变质	20
一、影响食品腐败变质的因素	20
二、食品腐败变质的鉴定	23
第四节 致病菌对食品的污染	24
一、金黄色葡萄球菌	24
二、大肠埃希菌	25
三、沙门菌	26
四、肉毒梭菌	27
五、副溶血弧菌	28
六、李斯特菌	29
第五节 病毒对食品安全的影响	30
一、病毒对食品的污染	31
二、病毒对食品安全的影响	32
三、食品中常见的污染病毒	32
第六节 寄生虫对食品安全性的影响	35
一、寄生虫对食品的污染	35
二、食品中常见的寄生虫	36
第三章 食品的化学性危害因素	41
第一节 农药对食品的污染	41
一、农药的定义	41
二、农药污染食品的途径	41

三、几种常用杀虫剂对食品的污染	44
四、杀菌剂对食品的污染	47
五、除草剂对食品的污染	47
六、食品中农药残留及允许量标准	48
第二节 有毒有害金属的污染与控制	51
一、铅	51
二、砷	52
三、汞	53
四、镉	54
第三节 亚硝酸盐类化合物的污染与控制	55
一、亚硝酸盐的来源	55
二、亚硝酸盐的毒性	56
三、亚硝酸盐的允许量标准	56
第四节 二噁英对食品的污染与控制	57
一、二噁英的理化特性	57
二、二噁英的污染来源	57
三、二噁英对食品的污染	58
四、二噁英的毒性	58
五、二噁英的安全剂量	58
第五节 兽药残留及其危害	58
一、基本概念	58
二、兽药残留的种类及其危害	59
三、农药、兽药、医药相互作用毒性	63
四、动物源食品中的兽药残留	64
第四章 食品添加剂的安全性	66
第一节 概述	66
一、食品添加剂的定义	66
二、食品添加剂的作用	66
三、食品添加剂的发展趋势	68
第二节 分类及应用原则	68
一、食品添加剂的分类	68
二、食品添加剂的应用原则	69
第三节 食品添加剂的安全性管理	70
一、联合国 FAO/WHO 对食品添加剂的管理	70
二、美国对食品添加剂的管理	70
三、我国对食品添加剂的管理	71
第四节 常用食品添加剂的安全性	72
一、抗氧化剂	72
二、防腐剂	73
三、漂白剂	74
四、发色剂	74
五、着色剂	75
六、甜味剂	75

第五章 危险性分析	77
第一节 概念	77
一、相关定义	77
二、食品中化学污染因素的危险性评估	77
三、食品中生物性污染因素的危险性评估	81
第二节 危险性管理	82
一、食品添加剂	82
二、化学污染物	83
三、农药残留	83
四、兽药残留	83
五、生物污染因素	83
第六章 质量安全控制系统	84
第一节 HACCP 系统	84
一、定义	84
二、HACCP 的产生及发展	85
三、基本原理	87
四、HACCP 的建立	87
五、应用实例——糕点生产中的关键控制点	92
第二节 良好操作规范	93
一、食品良好操作规范的历史和现状	93
二、GMP 的主要内容	95
三、食品良好操作规范的认证	99
第三节 ISO 9000 系列标准	100
一、概述	100
二、食品企业质量保证体系的建立与实施	102
第七章 食品安全性评价原理	112
第一节 毒理学基本概念	112
一、毒物、毒性和毒作用	112
二、剂量、剂量-反应关系	115
第二节 毒物在体内的生物转运与转化	120
一、生物膜和生物转运	120
二、食品毒物的吸收	122
三、食品毒物的分布与蓄积	123
四、食品毒物的排泄	124
五、食品毒物的生物转化	126
第三节 毒物毒作用的影响因素及机理	130
一、毒作用影响因素	130
二、毒性作用机制	133
第四节 一般毒性作用	139
一、急性毒性作用	139
二、蓄积作用	140
三、亚慢性毒性作用	140
四、慢性毒性	141

第五节 致突变作用	141
一、突变的类型	141
二、化学突变作用的机制	146
三、突变的不良后果	148
第六节 致癌作用	149
一、化学致癌物及其分类	149
二、化学致癌机制	150
三、化学致癌的影响因素	157
第七节 化学致畸与发育毒性	159
一、孕期中外来化学物的分布和转化	160
二、发育毒性的影响因素	161
三、发育毒性机制	164
第八章 食品安全性毒理学评价程序	167
第一节 食品安全性毒理学评价程序的内容	167
一、安全性毒理学评价程序的原则	167
二、安全性毒理学评价程序的基本内容	167
第二节 食品安全性毒理学评价程序	168
一、适用范围	168
二、对受试物的要求	168
三、食品安全性评价试验的四个阶段和内容及选用原则	168
四、食品安全性毒理学评价试验的目的和结果判定	170
五、进行食品安全性评价时需要考虑的因素	173
第九章 保健食品的安全性评价	174
第一节 保健食品概述	174
一、保健食品的概念与特征	174
二、健康、亚健康与疾病	176
三、保健食品的发展概况	177
第二节 保健食品的安全性	179
一、我国保健食品存在的安全问题	179
二、保健食品的基本要求	180
三、保健食品的功能学定位与评价	180
四、我国保健食品的法制化管理	181
第三节 保健食品安全性毒理学评价程序	183
一、进行保健食品评价的基本要求	184
二、保健食品安全性毒理学评价程序规范	185
第十章 转基因食品的安全性评价	188
第一节 转基因食品概述	188
一、生物技术概述	188
二、生物技术的发展	189
三、生物技术研究热点和发展趋势	195
四、转基因食品现状	198
第二节 主要的转基因食品	198
一、耐受除草剂植物	199

二、抗病毒植物	199
三、改善食品成分	199
四、改善农作物品质	200
五、延长食品的货架期	201
第三节 转基因食品的安全性	201
一、转基因食品对人体健康可能产生的影响	201
二、转基因食品对环境可能产生的影响	202
三、对天敌产生影响	202
四、转基因食品的安全问题	202
五、关于转基因食品安全性的争论	202
第四节 转基因食品的安全评价	204
一、转基因食品安全性评价的必要性	204
二、转基因食品安全性评价的内容和要求	205
三、转基因食品安全性评价的原则	206
四、转基因食品的安全性评价方法	207
第五节 转基因食品的管理	208
一、国内外转基因食品管理的现状	209
二、转基因食品管理的主要内容	211
三、我国转基因食品管理的有关法律条例	211
第十一章 农药环境安全性评价	213
第一节 农药对环境安全性影响的因素	213
一、农药的理化性质对生态环境安全性影响的预测	213
二、农药环境行为特征对环境安全性影响预测	213
三、农药施用方法对环境安全性影响预测	215
四、农药对非靶生物影响的预测	215
第二节 农药安全性评价指标与评价试验程序	215
一、农药环境安全评价指标	215
二、农药环境安全评价试验程序	216
第三节 农药对环境安全性评价试验准则	217
一、环境行为特征评价试验准则	217
二、农药对非靶标生物毒性试验准则	220
附录 食品毒理学安全性评价试验方法	225
一、急性毒性试验 (GB 15193.3—1994)	225
二、鼠伤寒沙门菌/哺乳动物微粒体酶试验 (GB 15193.4—1994)	228
三、骨髓微核试验 (GB 15193.5—1994)	232
四、骨髓细胞染色体畸变试验 (GB 15193.6—1994)	233
五、小鼠精子畸形试验 (GB 15193.7—1994)	234
六、小鼠睾丸染色体畸变试验 (GB 15193.8—1994)	235
七、显性致死试验 (GB 15193.9—1994)	236
八、非程序性 DNA 合成试验 (GB 15193.10—1994)	237
九、果蝇伴性隐性致死试验 (GB 15193.11—1994)	237
十、体外哺乳类细胞 (V79/HGPRT) 基因突变试验 (GB 15193.12—1994)	238
十一、90 天和 30 天喂养试验 (GB 15193.13—1994)	240

十二、致畸试验 (GB 15193.14—1994)	241
十三、繁殖试验 (GB 15193.15—1994)	242
十四、代谢试验 (GB 15193.16—1994)	245
十五、慢性毒性和致癌试验 (GB 15193.17—1994)	247
十六、日容许摄入量的制定 (GB 15193.18—1994)	249
十七、致突变物、致畸物和致癌物的处理方法 (GB 15193.19—1994)	249
参考文献	251

第一章 绪 论

食品是人类赖以生存和发展的物质基础,应当具有营养价值、安全性和应有的色、香、味。《中华人民共和国食品卫生法》第六条规定:“食品应当无毒、无害,符合应当有的营养要求,具有相应的色、香、味等感官性状”。然而,自然界的有毒、有害物质,时刻都有可能混入食品,危及人们的健康与生命安全,特别是近代工农业发展对环境的破坏和污染,使这种情况变得更加严峻。同时,随着食品生产和人们生活的现代化,食品的生产规模日益扩大,人们对食品的消费方式逐渐向社会化转变,从而使食品安全事件的影响范围急剧扩大。近几年由于食品安全问题造成的全球性食品恐慌事件足以说明这一点。同时,食品安全也影响一个国家的经济发展,我国作为世贸组织的新成员,与世界各国间的食品贸易往来日益增加,食品安全已经成为影响农业和食品工业竞争力的关键因素,并在某种程度上约束了我国农业和农村经济产品结构与产业结构的战略性调整。

一、食品安全性与安全性评价的概念

“安全性”(safety)是损害和危险性的反义词,常被解释为无风险性和无损伤性。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”作为同义语,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年世界卫生组织在其《加强国家级食品安全计划指南》中则把“食品安全”与“食品卫生”作为两个概念不同的用语加以区别。其中,“食品卫生”所指的范围似乎比食品安全稍窄一些。“食品卫生”指“为了确保食品安全性和适用性在食物链的所有阶段必须采取的一切条件和措施”,而“食品安全”被定义为“对食品按其原定用途进行制作和/或食用时不会使消费者健康受到损害的一种担保”。它主要是指在食品的生产 and 消费过程中没有达到危害程度一定剂量的有毒、有害物质或因素的加入,从而保证人体按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,这种危害包括对摄入者本身及其后代的不良影响。

在自然界中,物质的毒害特性同有益特性一样,都是同剂量紧密相联的,离开剂量便无法讨论其有毒、有害或有益性。例如,成人每日摄入硒的量为 $50\sim 200\mu\text{g}$ 时则有利于健康;如果每日摄入量低于 $50\mu\text{g}$ 时就会出现心肌炎、克山病等疾病,并诱发免疫功能低下和老年性白内障等疾病的发生;如果每日摄入量在 $200\sim 1000\mu\text{g}$ 之间,则出现中毒,急性中毒症状表现为厌食、运动障碍、气短、呼吸衰竭,慢性中毒症状表现为视力减退、肝坏死和肾充血等症状;如果每日摄入量超过 $1000\mu\text{g}$ 则可导致死亡。另外,有些有害成分是食物本身所固有的,如有毒蘑菇中的各种毒素和扁豆(四季豆)中的皂素、植物血凝素,如果在食用时不加以注意,就会造成食物中毒。但更多的有害成分是食品在生产、加工、储存、运输、销售、烹调等环节中被一些有毒、有害因素污染所造成的。既然食品会天然存在或无意污染“有毒、有害物质”,因此需要判断食品中哪些物质或成分属于“有毒、有害物质”,以及在什么条件下会对人体健康产生危害或损害。在目前的科学水平下,某些有毒、有害因素难以得出“健康影响”和“有害效应”的结论,但随着人们认识的发展就会有新的发现,如长期低剂量接触某些有毒、有害物质,会在多年后出现健康损害。尽管这些有毒、有害效应一直存在,但目前的技术手段还不能识别这些效应或目前的检测技术还不能够发现有毒、有害物

质。这就是说,人类消费任何一种食品要保证绝对安全(危险性为零)几乎是不可能的。既然食品中总是存在能够引起健康损害的物质,也就总是存在危害(hazard),但存在危害并不意味着就一定会产生健康损害。毒理学上有一最著名的概念就是“剂量决定毒性”,即如果危害的暴露水平在允许摄入量以下产生健康损害的可能性要小得多。也就是说,不同食品中存在的有害物质引起健康损害的可能性是不同的。在一定条件下能够引起某种健康损害出现的概率称为危险性、危险度或风险度(risk)。

安全性虽然是危险性的反义词,但是安全性很显然与某一指定的低危险水平及损害效应的严重性低联系在一起。所谓安全是指社会能接受的某种严重程度的有害效应的特定危险水平,指在可以接受的危险度下不会对健康造成损害,是一个应用很广泛的概念。理论上安全性是指无危险度或危险度达到可忽略的程度,而实际上不可能存在绝对的无危险度。对安全性的另一种解释是,机体在建议使用剂量和接触方式的条件下,该外源化学物不致引起损害作用的“实际可靠性”。实际上这是一种用数字规定的低危险度,如在统计学中把握度为99%的水平上规定肿瘤的罹患率小于 10^{-8} ,与此危险度相应的就是一个难以达到的低剂量。另外还有一种观点认为,安全性应根据社会“可接受的”危险度来进行评定,低于这个可接受的危险度就是安全的,否则就不安全,例如,美国目前以 10^{-6} 作为肿瘤的危险度水平,低于与此相对应的剂量水平即为实际安全剂量。

食品安全性评价(food safety evaluation)是运用毒理学动物实验结果,并结合人群流行病学调查资料来阐明食品中某些特定物质的毒性及潜在危害、对人体健康的影响和强度,预测人类接触后的安全程度。

二、主要内容与研究热点

(一) 影响食品安全的因素

随着新的食品资源不断被开发,食品品种不断增加,生产规模逐渐扩大,运输等环节增多,消费方式趋于多样化,人类食物链变得更为复杂。食品中毒可能存在于食物链的各个环节,主要表现在以下几个方面:

1. 生物性危害因素

生物性危害主要是细菌和病毒引起的食源性疾病。微生物及其毒素导致的传染病,是多年来危害人类健康的顽症。据世界卫生组织公布的资料,在世界范围内新出现的传染病已得到确认的有30余种。此外,我国海域辽阔,海洋中寄生吸虫及其他寄生虫种类繁多,这些自然疫源性寄生虫一旦侵入人体,不仅能造成危害,甚至可导致死亡。如疯牛病、口蹄疫对肉食品的污染,不仅造成了严重的经济损失,而且引起人们的恐慌。1986年英国发现首例疯牛病后,1987~1999年十几年间经证实的患疯牛病的病牛就达17余万头,致使英国的养牛业、饲料业、屠宰业、牛肉加工业、奶制品业、肉类零售业无不受到沉重打击。又如禽流感对禽肉的污染,使我国的禽肉出口受阻,导致养禽业受到巨大打击。据估计,仅1997年香港发生的禽流感事件,就给国内造成近2亿元的损失,给香港活禽市场造成近5000万元的损失。此外,目前生吃水产品甚至一些其他动物肉类的行为在部分地区较普遍,这使得人们患寄生虫病的危险性大大增加,部分地区的食物源性寄生虫发病率也逐年增加。因此,微生物和寄生虫污染是造成食品不安全的主要因素,也始终是各国行政部门和社会各界努力控制的重中之重。

2. 化学性危害因素

(1) 重金属 主要是由环境污染造成的。环境污染物在食品中的存在,有其自然背景(如食品产地的地质地理条件)和人类活动影响两方面的原因。其中,无机污染物(如汞、

镉、铅等重金属)及一些放射性物质,在一定程度上受食品产地的地质地理条件所影响,但是更为普遍的污染源则主要是工业、采矿、能源、交通、城市排污及农业生产等,通过环境及食物链而危及人类健康。

(2) 农药与兽药残留 农药、兽药、饲料添加剂对食品安全性产生的影响,已成为近年来人们关注的焦点。我国有机氯农药虽于 1983 年已停止生产和使用,但由于有机氯农药化学性质稳定,不易降解,在食物链、环境和人体中可长期残留,目前在许多食品中仍有较高的检出量。其替代品有机磷类、氨基甲酸酯类、拟除虫菊酯类等农药,虽然残留期短、易于降解,但农业生产中滥用农药,导致害虫耐药性增强。这又使人们加大了农药的用量,并采用多种农药交替使用的方式,进行农业生产。这样的恶性循环,对食品安全性以及人类健康构成了很大的威胁。

由于广泛使用兽药和植物激素,并且有时出现滥用的现象,使其在食品中的残留成为食品污染的新的焦点。兽药和植物激素给食品卫生带来的问题以往研究相对较少,这一领域将成为食品卫生工作的重点之一。

(3) 其他化学物污染 随着我国改革开放的不断深入,食品工业得到迅速发展。食品产量、品种增加和质量的改进使大量化学物质进入食用范围,直接应用于食品的化学物质(如食品添加剂)以及间接与食品接触的化学物质(如农药及污染物)日益增多。每年进入市场的新化学物质约 100~1000 种。人类长期接触这些化学物质后可能引起的毒性(包括致畸、致癌等)反应已引起广泛的重视。在此情况下,为保障消费者的健康,对于直接和间接用于食品的化学物质进行安全性评价是一项极为重要的任务。另外,有些在食品加工过程中出现的化学物质(如氯丙醇)污染食品问题也引起世界各国的普遍重视。

此外,环境中存在的有机污染物如二噁英、多环芳烃、多氯联苯等工业化合物及副产物,都具有可在环境和食物链中富集、毒性强等特点,对食品安全性威胁极大。

3. 营养不平衡

就其涉及人群之多和范围之广而言,营养不平衡问题在当代食品安全性问题中已居于发达国家的首位。因过多摄入能量、脂肪、蛋白质、糖、盐和低摄入膳食纤维、某些矿物质和维生素等,近年来患高血压、冠心病、肥胖症、糖尿病、癌症等慢性病的病人显著增多。这说明食品供应充足,不注意饮食平衡,同样会给人类健康带来损害。

4. 食品添加剂、容器和包装材料

(1) 食品添加剂管理 随着现代食品加工技术的不断发展,食品添加剂的应用也更广泛。据不完全统计,我国每年的食品添加剂用量已超过 140 万吨,年产值达 130 亿元人民币。但由于食品添加剂大多属化学合成物,部分为生物技术生产,使食品添加剂的食用安全性问题更加突出,其食用安全性长期以来一直受到人们的广泛关注。在我国应密切关注食品添加剂的安全评价和滥用食品添加剂的现象。

(2) 容器和包装材料 各种食品容器、包装材料和食品用工具、设备本身不是食品,但由于这类产品直接或间接接触食品,可能在食品生产加工、储藏、运输和经营过程中造成食品污染。食品容器和包装材料等所使用的化学成分多且复杂,因此必须对这类产品的生产经营和使用进行严格卫生管理。

5. 转基因食品及其他

近几十年来,生物工程技术在农业生产上得到了广泛的运用和长足的发展。目前全球已有十多个国家种植转基因作物,其主要有大豆、玉米、棉花、油菜、马铃薯。其转基因性状抗除草剂占 77%,抗虫剂 22%,其他占 1%。美国是种植转基因作物最多的国家,其转基因大豆产量已占大豆总产量的一半以上。我国也是研究转基因作物较早的国家之一,近百项

转基因项目正在进行中，涉及的食品有水稻、小麦、玉米、番茄、白菜、甜瓜、番木瓜、花生、马铃薯、甜椒等。目前已批准棉花、番茄和甜椒等五种转基因产品进行大田释放。

但转基因食品的推广还存在着一些问题：转基因食品携带的抗生素基因有可能使动物与人的肠道病原微生物产生耐药性；抗昆虫农作物体内的蛋白酶活性抑制剂和残留的抗昆虫内毒素，可能对人体健康有害；随着基因改造的抗除草剂农作物的推广，可能会造成除草剂用量增加，导致食品中除草剂残留量加大，危害食用者的健康。

保健食品是具有某些特定功能的食品。它们既不是药品也不是一般食品，有特定的食用人群。随意或盲目食用对自身无益的药膳或保健食品，可能会带来不良后果。

此外，假冒伪劣食品、过量饮酒、不良的饮食习惯等对人体健康的危害是有目共睹的。

（二）食品安全检测方法

随着食品安全问题日趋严峻和国际食品贸易的不断发展，食品安全检测方法的研究也受到了重视并得到了快速发展。食品安全检测方法主要是指食品生产、加工、储运、销售环境和食品组分中危害物的分析测定方法。物理性危害物中的砂石、毛发、铁器等只需采用过筛等物理方法即可检出，放射性物质检测则可采用相应的放射性检测仪来实现。化学危害物的检测方法主要有化学分析、仪器分析和免疫分析三类，其中，仪器分析和免疫分析近年来发展比较快。相对于化学危害物的检测方法，食品中致病微生物检测方法发展要滞后一些，因此，近几年投入了大量的物力和人力进行研究，取得了一系列成果。

近年来，食品中致病微生物检测方法包括了类别多样的技术及产品。根据微生物检测技术的基本原理不同将它们分为以下四大类：

1. 传统培养检测方法

传统培养检测法大都是将食物样品经过预增菌、选择性增菌、分离培养和一系列生化和血清学检测之后，才能得出明确的诊断结果，全过程需时至少 4~7 天。这些方法本身经过长期的证明是可靠的，已作为检测的“金标准”，但缺点是费力、耗时，在需要及时、快速评价食品的安全性以及快速诊断食物中毒或确定病人病因时，其弊端是显而易见的。

2. 生物化学检测方法

随着人们对细菌进行快速生化特性分析需求的增加，高精密度（>90%）和高重现性的商业试剂盒得以迅速发展。目前，市售的试剂盒常见的有 MICRO-ID，AP120E 系统 Entertubell 和 Enterobacteriaceae 系列等。用微量生化法进行微生物检测时其特点是准确、快速、省力，且价格优于传统的培养检测法。另外，改进的培养检测法是针对不同细菌的生化特性，对传统的培养基进行改进（包括加入抑菌剂、指示剂或荧光物质等）或借助快速的预处理方法缩短增菌时间，合并检验步骤，使培养和鉴定一步完成，以达到快速检验的目的。

3. 免疫学检测方法

已建立的免疫学检测方法有许多种，按照抗体的不同大致可分为酶标抗体法（ELISA）、荧光抗体染色法（免疫荧光法）、同位素标记抗体法（放射免疫法）、乳胶凝集法、免疫传感器法、免疫扩散法及免疫色谱法等。这类技术现已十分成熟，并且已开发了相当数量的试剂盒，但它们仍存在一些缺陷：①灵敏度较低、耗时较长；②操作较烦琐；③易产生假阳性和假阴性。若抗原的包被、孵育条件、终止时间等出现问题，都有可能造成结果不准确。主要包括：乳胶凝集法、酶联免疫吸附法（ELISA）、荧光抗体法、免疫扩散法、抗体探针检测法。

4. 分子生物学方法

这是一类以 DNA 或 RNA 为作用对象的检测方法，此技术的基础是核酸杂交。由于所有生物都含有这种分子，因此，可以利用它们作为检测的标靶，通过与其互补的核酸分子作

为探针来检测特定基因存在与否。近年来,随着各种生物技术(特别是基因组学技术和生物信息学技术)的长足进步,这类方法取得了迅速的发展,已成为研究和开发的重要对象。主要包括:基因探针法、比色 DNA 杂交检测法、聚合酶链反应(PCR)法。

(三) 食品安全的评价与管理

食品中各种危害因子系统检测分析技术和食品安全性的科学评价方法的建立与应用是保障食品安全的基础,食品安全法规条例的建立与完善、执法部门的严格监管是保证食品安全的关键。

以毒理学为基础的食品安全评价需要进一步的完善,以准确快速地对食品(特别是新资源食品)各种成分的毒性和风险性进行评估,为食品安全的控制与管理提供依据。转基因食品的安全性评价是目前亟待解决的重大课题,世界各国都在抓紧研究。

目前与食品安全相关的国际组织如食品法典委员会、世界卫生组织、世界粮食计划署、联合国粮食及农业组织等都在致力于国际社会通用法规的建设,以消除食品国际贸易中的技术壁垒。我国也在抓紧制定和完善食品法规,推行各种食品安全现代控制体系,以科学的方法和法规强化食品安全的控制与管理。

(四) 转基因食品安全性评价

目前国际上尚无统一详细的转基因食品评价程序和评价方法。各国比较认同的是经济合作发展组织(OECD)于1993年提出的实质等同性原则。该原则可归结为以下几个主要基本点:如果某一转基因食品与传统食品具有实质等同性,那么更多的安全和营养方面的考虑就没有意义;一旦确定了转基因食品与传统食品是实质等同的,那么两者应同等对待;如果某一转基因食品没能确定为实质等同,那么安全评估的重点应放在已确定的差别上;如果某一转基因食品没有相对应的或类似的传统食品与之相比较,那么就应根据其自身的成分和特性进行全面的安全和营养评价。实质等同的原则得到了1996年FAO/WHO专家咨询会的支持和肯定。2000年5月在日内瓦召开的FAO/WHO专家咨询会上再次就实质等同性原则的应用等诸多问题进行了咨询,并形成了最后报告。会议再次肯定实质等同性原则是目前转基因食品安全营养评价的最适宜战略,并重申只考虑变化的组分不是确定安全性的唯一基础,只有在所有相比较的因素都考虑后,才能确定安全性。既要关注靶目标的安全营养问题,也要注意非故意效应的潜在安全营养问题。

三、国内外食品安全现状

(一) 国际食品安全形势严峻

近年来,国际上食品安全恶性事件不断发生。

(1) 疯牛病 1986年在英国发现,90年代流行达到高峰。2000年7月英国有34万个牧场的17万多头牛感染此病,已屠宰焚毁30多万头,流行趋势于90年代后期明显下降,但发病率每年仍以23%的速度增加,并由英国向全欧洲和亚洲扩散,受累国家超过100个。

(2) 二噁英 1999年,比利时、荷兰、法国、德国相继发生因二噁英污染导致畜禽类产品及乳制品含高浓度二噁英的事件。二噁英是一种有毒的含氯化合物,是目前世界已知的有毒化合物中毒性最强的。它的致癌性极强,还可引起严重的皮肤病并伤及胎儿。

(3) 大肠杆菌O₁₅₇事件 1996年6月日本多所小学发生集体食物中毒事件,发现元凶为“O₁₅₇”大肠杆菌,日本全国截至当年8月患者已达9000多人,其中7人死亡,数百人住院治疗。据美国疾病控制和预防中心估计,“O₁₅₇”在美国每年可造成2万人生病,250~500人死亡。

(4) 丙烯酰胺 2002年4月,瑞典斯德哥尔摩大学的科学家发布一项研究报告指出,

包括炸薯条在内的多种油炸淀粉类食品中含有致癌物质丙烯酰胺。这份报告指出, 1kg 炸薯片的聚丙烯酰胺含量是 1000 μ g, 炸薯条是 400 μ g, 而蛋糕和饼干中的含量则为 280 μ g。丙烯酰胺这种物质人们并不陌生, 在塑料和染料等许多材料中都有使用。动物试验证明它有致癌危险, 而马铃薯等含有淀粉的食品在进行烤、炸、煎的过程中会自然产生丙烯酰胺, 这就逐渐开始掀起了一场新的食品安全风波。

食品安全事件造成的经济损失十分可观。如, 美国每年约有 7200 万人发生食源性疾病, 造成约 500 亿美元的损失。英国自 1986 年公布发生疯牛病以来, 经证实的疯牛病病牛达 17 万头之多, 仅禁止牛肉进口一项, 每年就损失 81 亿美元。为彻底杜绝“疯牛病”而不得已采取的宰杀行动损失 300 多亿美元。比利时发生的二噁英污染事件不仅造成了比利时的动物性食品被禁止上市并大量销毁, 而且导致世界各国禁止其动物性产品的进口, 据估计其经济损失达 13 亿欧元。从国际上的教训来看, 食品安全问题的发生不仅在经济上受到严重损害, 还可以影响到消费者对政府的信任, 乃至危及社会稳定和国家安全。

(二) 我国食品安全现状

1. 食源性疾病仍然是危害公众健康的最重要因素

据卫生部提供的信息, 2003 年, 卫生部共收到全国重大食物中毒事件报告 379 起, 12876 人中毒, 323 人死亡。与 2002 年比较, 重大食物中毒的报告起数、中毒人数、死亡人数分别增加了 196.1%、80.7%、134.1%。但是, 在我国规定的法定传染病报告制度中, 大量肠炎、痢疾等散发食源性疾病病例以及病毒、寄生虫所引起的食源性疾病并不包括在其中。我国致病性微生物引起的食源性疾病现状表明, 由肠道致病菌(沙门菌、副溶血性弧菌、大肠杆菌 O₁₅₇:H₇、单核细胞增生李斯特菌、霍乱弧菌、痢疾杆菌等)污染食品而引起的食物中毒以及疾病散发是直接造成人体健康损害的主要食源性危害。目前, 我国尚没有建立起完善的食源性疾病报告系统。根据世界卫生组织估计, 发展中国家食源性疾病的漏报率在 95% 以上。因此, 在我国, 致病性微生物引起的食源性疾病仍然是对健康的严重威胁。

2. 食品中新的生物性和化学性污染物对健康的潜在威胁已成为一个不容忽视的问题

最近几年, 各级政府纷纷制定了停止生产和使用部分剧毒化学农药的法规。2000 年在北京召开的《中华人民共和国农药管理条例》颁布实施 3 周年总结会上, 农业部门将采取措施, 停止批准新增甲胺磷、对硫磷等 5 种剧毒农药的登记; 部分省市决定在农药用药高峰之际, 全面禁止在蔬菜区销售和使用高毒高残留农药。然而, 在 2001 年二季度国家产品质量监督抽查结果显示, 已被禁止使用的两类高毒农药甲胺磷、氧化乐果检出率依然很高。二噁英及其类似物的污染在国际上一直受到关注, 其具有明显的致癌性、生殖毒性和免疫毒性。科技部“十五”重大攻关项目——“食品安全关键技术”研究显示, 日前我国每人每日二噁英膳食摄入量为 72.48pg, 按体重折算, 每日膳食摄入量为 1.21pg/kg 体重, 每月膳食摄入量为 36.24pg/kg 体重, 这一污染水平已经与发达国家使用垃圾焚烧技术造成的污染水平相当, 也接近世界卫生组织和联合国粮农组织推荐(暂定)的每月耐受摄入量 70pg/kg 体重。

3. 食品新技术、新资源(如转基因食品、酶制剂和新的食品包装材料)应用给食品安全带来新的挑战

近十年来, 以基因工程技术为代表的现代生物技术已经在农业和食品领域显现出极大的生产和市场潜力, 丰厚的利润和高额投资使现代生物技术的快速发展成为不可阻挡的趋势, 生物安全所致的食品安全成为国际社会关注的焦点。而用传统的毒理学试验方法和危险评价程序评价转基因食品的安全性存在诸多困难, 就目前的研究结果来看, 还不能肯定转基因食