

食品安全监测技术

朱 坚 邓晓军 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

食品安全监测技术/朱坚, 邓晓军编著. —北京: 化学工业出版社, 2006. 8

ISBN 978-7-5025-9314-8

I. 食… II. ①朱…②邓… III. 食品卫生-监测
IV. R155

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 103737 号

食品安全监测技术

朱 坚 邓晓军 编著

责任编辑: 任惠敏 张 彦

文字编辑: 彭爱铭

责任校对: 吴 静

封面设计: 3A 设计艺术工作室

*

化学工业出版社出版发行

(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 720mm×1000mm 1/16 印张 23 $\frac{3}{4}$ 字数 476 千字

2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-5025-9314-8

定 价: 49.00 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

前 言

随着经济全球化、贸易自由化和食品国际贸易的迅速发展，食品安全的重要性越来越凸显。世界食品贸易在极大地丰富人们饮食种类、提高生活质量的同时，由食品添加剂、微生物、重金属、农兽药、疫病疫情等导致的食品安全问题越来越多。这些问题已成为影响各国经济发展、国际贸易以及国家声誉的重要因素。有鉴于此，世界卫生组织（WHO）和联合国粮食与农业组织（FAO）以及世界各国近年来均加强了食品安全工作，包括机构设置、强化或调整政策法规、监督管理和科技投入。

针对出现的各种食品安全问题，世界各国都采取了不同的管理和控制措施：一是加强了法规建设，对食品安全提出了新的管理要求，设立适当的保护水平，保护农业生产安全和人民身体健康；二是加强了标准化工作，提高了食品卫生与质量的检测标准和要求；三是加强了科学研究，提高了对有毒有害物质的检测和控制能力；四是加强了风险分析和风险预警工作，避免了重大食品安全事故的发生；五是加强了对食品生产的源头管理和生产关键环节的控制与监管，即采取“农田—餐桌”全过程管理模式，不断提高食品的安全质量；六是力争履行国际规则特别是SPS、TBT等WTO规则，这些规则改善了现代食品安全控制体系，进而促进了国际食品贸易的健康和顺利发展。这也是本书的一个方面。

针对上述提到的涉及食品安全的主要方面，本书着重从检测技术上向读者介绍近年来的发展。在内容上通过对国内外发表文献的综述和典型的分析方法介绍，并结合我国“十五”食品安全科技攻关和食品安全科技专项的成果，给读者提供新的成果资料。

全书共分八章，分别介绍了食品安全及其控制体系、农药残留的检测、兽药残留的检测、食品中毒素的分析、食品中食品添加剂的检测、食品中有害元素及其他污染物的检测、食品的腐败变质与食源性疾病、其他滥用物质的测定。本书可供食品生产质量控制、食品质量检验、食品安全检验检疫、安全卫生监督、技术监督人员使用，亦可作为科研院所、大专院校师生的教学参考书。

由于食品安全涉及的学科领域较多，无论在监督管理和监测技术方面都发展很快，尽管作者多年来潜心收集资料和研究，但由于时间仓促，加之我们的水平有限，书中难免有纰漏之处，恳请读者批评指正。在本书的编写过程中，化学工业出版社做了大量的工作并提出了好的修改意见，在此表示衷心的感谢！

朱 坚 邓晓军

2006年11月于上海

目 录

第 1 章 食品安全及其控制体系	1
1.1 概况	1
1.1.1 影响食品安全的因素	1
1.1.2 食品危害残留物来源	1
1.2 有关 FAO/WHO CAC 标准和 SPS 及 TBT 协议	3
1.2.1 有关食品法典委员会 (CAC)	3
1.2.2 限量标准成立的过程与现状	4
1.2.3 有关 CAC 标准和 SPS 及 TBT 协议	5
1.3 风险管理和食品安全	7
1.3.1 国际标准化组织的食品安全风险分析及其应用	7
1.3.2 风险分析的概念	7
1.3.3 CAC 风险分析及其在标准中的应用进展和趋势	9
1.4 食品安全性评价程序	12
1.5 每日允许摄入量的制定和最高残留限量的制定	13
1.5.1 每日允许摄入量 (ADI)	13
1.5.2 最高残留限量 (MRL) 的制定	13
1.6 现代食品安全控制体系	15
1.6.1 GMP、SSOP 和 HACCP 要点及原则	15
1.6.2 现代食品安全控制体系应用前景展望	21
参考文献	22
第 2 章 农药残留的检测	23
2.1 概述	23
2.2 杀虫剂的残留分析	23
2.2.1 有机氯杀虫剂的残留分析	23
2.2.2 有机磷杀虫剂的残留分析	27
2.2.3 氨基甲酸酯杀虫剂的残留分析	33
2.2.4 拟除虫菊酯杀虫剂的残留分析	39
2.3 除草剂的残留分析	43
2.3.1 除草剂的分类	43
2.3.2 有关除草剂的检测方法	45
2.3.3 典型的分析方法	46

2.4	多种农药残留的快速分析	53
2.4.1	概述	53
2.4.2	典型的分析方法	55
2.5	农药残留的系列分析	58
2.5.1	简述	58
2.5.2	典型的测定方法	61
	参考文献	64
第3章	兽药残留的检测	66
3.1	概论	66
3.2	兽药的分类	66
3.3	β -内酰胺类抗生素的残留分析	67
3.3.1	简介	67
3.3.2	有关测定方法	67
3.3.3	典型的测定方法	70
3.4	氨基糖苷类抗生素的残留分析	73
3.4.1	简介	73
3.4.2	有关测定方法	74
3.4.3	典型的测定方法	77
3.5	大环内酯类抗生素的残留分析	79
3.5.1	简述	79
3.5.2	有关测定方法	80
3.5.3	典型的分析方法	83
3.6	四环族抗生素的残留分析	86
3.6.1	简述	86
3.6.2	有关食品中四环族抗生素测定方法	86
3.6.3	典型的测定方法	89
3.7	胺苯醇类抗生素(氯霉素及相关药物)的残留分析	94
3.7.1	简述	94
3.7.2	有关测定方法综述	94
3.7.3	典型的测定方法	97
3.8	磺胺类的残留分析	98
3.8.1	简述	98
3.8.2	有关测定方法综述	98
3.8.3	典型的测定方法	102
3.9	喹啉酮类的残留分析	107
3.9.1	简述	107
3.9.2	有关测定方法综述	107

3.9.3	典型的测定方法	109
3.10	硝基咪唑类的残留分析	113
3.10.1	简述	113
3.10.2	有关测定方法综述	114
3.10.3	典型的分析方法	116
3.11	硝基呋喃类的残留分析	118
3.11.1	简述	118
3.11.2	有关测定方法综述	119
3.11.3	典型的测定方法	121
3.12	激素与其他生长促进剂	124
3.12.1	简述	124
3.12.2	分析方法概述	125
3.12.3	典型测定方法	127
3.13	甲状腺抑制剂的残留分析	129
3.13.1	简述	129
3.13.2	分析方法概述	130
3.13.3	典型的分析方法	130
3.14	β -受体激动剂类的残留分析	134
3.14.1	简述	134
3.14.2	分析方法概述	134
3.14.3	典型测定方法	138
3.15	驱虫药的残留分析	143
3.15.1	简述	143
3.15.2	有关聚醚类抗生素测定方法综述	143
3.15.3	苯并咪唑类的残留分析	143
3.15.4	有关其他抗虫药测定方法	146
3.15.5	典型的测定方法	147
3.16	镇静剂类的残留分析	154
3.16.1	简述	154
3.16.2	分析方法概述	155
3.16.3	典型的测定方法	158
3.17	染料类的残留分析	160
3.17.1	简述	160
3.17.2	测定方法概述	161
3.17.3	典型的测定方法	162
3.18	动物源食品中兽药多残留的检测方法	164
	参考文献	165

第 4 章 食品中毒素的分析	170
4.1 概述	170
4.1.1 主要真菌毒素及其结构式	170
4.1.2 海洋毒素和结构	173
4.2 毒素的分析技术	175
4.2.1 真菌毒素的分析	175
4.2.2 海洋毒素分析	176
4.3 典型的测定方法	179
4.3.1 生物毒素的测定	179
4.3.2 海洋毒素的测定	186
参考文献	193
第 5 章 食品中食品添加剂的检测	195
5.1 概述	195
5.2 食品添加剂的分类	195
5.2.1 甜味剂	195
5.2.2 防腐剂	196
5.2.3 食品着色剂	196
5.2.4 食品抗氧化剂	196
5.2.5 食用香料	196
5.2.6 食品增味剂	197
5.2.7 其他种类的食品添加剂	197
5.3 食品添加剂的分析	197
5.3.1 增味剂的分析	197
5.3.2 防腐剂和甜味剂的分析	198
5.3.3 合成色素的分析	199
5.3.4 抗氧化剂的测定	201
5.3.5 食用香料的测定	201
5.4 测定方法实例	203
5.4.1 高效液相色谱法测定食品中 9 种酚类抗氧化剂	203
5.4.2 口香糖中 BHA、BHT、TBHQ 的测定法	203
5.4.3 食品中 21 种合成色素 HPLC 测定方法	204
5.4.4 淋洗液发生器离子色谱抑制电导法测定 4 种甜味剂	206
5.4.5 气相色谱法测定食品中山梨酸和苯甲酸的含量	206
5.4.6 高效液相色谱法同时测定酱油或饮料中的 8 种防腐剂和 3 种 甜味剂	206
5.4.7 高效液相色谱同时测定增味剂中 5'-鸟苷酸二钠 (GMP)、5'-肌 苷酸二钠 (IMP)	208

参考文献	209
第 6 章 食品中有害元素及其他污染物的检测	210
6.1 概述	210
6.1.1 外来有害物质及其污染食品的途径	210
6.1.2 食品加工过程产生的有害物质	211
6.2 食品中有害元素的测定	212
6.2.1 食品中有害元素分析技术概述	212
6.2.2 食品中痕量元素形态分析的最新进展	213
6.2.3 食品中重金属元素典型的检测技术	213
6.2.4 食品中的痕量元素形态分析技术	214
6.3 食品中持久性有机污染物残留量测定	228
6.3.1 简述	228
6.3.2 食品中二噁英及其类似物	228
6.3.3 食品中多氯联苯的分析	234
6.3.4 食品中多环芳烃的分析	237
6.4 包装材料污染物的测定	240
6.4.1 简述	240
6.4.2 主要污染物及分析简述	241
6.4.3 测定方法实例	244
6.5 丙烯酰胺残留量测定	247
6.5.1 简述	247
6.5.2 食品中丙烯酰胺残留量的分析方法综述	247
6.5.3 典型的测定方法	248
6.6 食品中氯丙醇残留量测定	252
6.6.1 简述	252
6.6.2 有关残留检测方法综述	253
6.6.3 氯丙醇残留量测定方法实例	255
6.7 亚硝酸盐、N-亚硝基化合物残留量测定	256
6.7.1 简述	256
6.7.2 测定方法简述	258
6.7.3 测定方法实例	260
参考文献	262
第 7 章 食品的腐败变质与食源性疾病	264
7.1 概述	264
7.1.1 食品腐败变质概述	264
7.1.2 腐败变质食品对人体健康的影响	264
7.1.3 食源性疾病概述	265

7.2	食品中腐败物质的测定	265
7.2.1	食品腐败变质的鉴定指标	265
7.2.2	食品腐败变质的测定方法	266
7.2.3	感官鉴定	266
7.2.4	实验室检验	266
7.2.5	典型测定方法实例	269
7.3	常见引起食源性疾病的物质及其测定	272
7.3.1	细菌性食物中毒	272
7.3.2	病毒引起的食物中毒	273
7.3.3	食物内源性毒素引起的食物中毒	274
7.3.4	基因工程食品引起的食物中毒	276
7.3.5	沙门菌及其测定技术	276
7.3.6	单增李斯特菌及其测定技术	280
7.3.7	大肠杆菌 O157 及其测定技术	288
7.3.8	葡萄球菌及其测定技术	291
7.3.9	空肠弯曲菌及其测定技术	295
7.3.10	霍乱弧菌及其测定技术	299
7.3.11	诺瓦克样病毒 (Norwalk-likeviruses, NLVs) 及其测定技术	302
7.3.12	禽流感 (avianinfluenza, AI) 及其测定技术	307
7.3.13	口蹄疫 (foot and mouth disease, FMD) 及其测定技术	313
7.3.14	新城疫 (Newcastle disease, ND) 及其测定技术	319
	参考文献	323
第 8 章	其他滥用物质的测定	325
8.1	食品中矿物油和蜡的测定	325
8.1.1	简述	325
8.1.2	测定方法简述	325
8.1.3	应用实例	327
8.2	食品中滥用色素的检测	328
8.2.1	简述	328
8.2.2	合成色素的检测技术	329
8.2.3	测定实例	330
8.3	甲醛、甲醛次硫酸氢钠 (吊白块) 的检测	334
8.3.1	简述	334
8.3.2	有关检测方法	334
8.3.3	测定方法实例	337
8.4	溴酸钾含量的测定	339
8.4.1	简述	339

8.4.2	食品中溴酸钾残留量的检测技术	339
8.4.3	测定方法实例	340
8.5	地沟油的快速鉴别与定量测定	344
8.5.1	简述	344
8.5.2	鉴别技术	344
8.5.3	鉴定方法实例	345
8.6	鱼肉中一氧化碳的测定	345
8.6.1	简述	345
8.6.2	测定技术	346
8.6.3	测定方法实例	346
8.7	罂粟壳生物碱的测定	347
8.7.1	简述	347
8.7.2	测定技术	347
8.7.3	测定方法实例	352
8.8	卫生筷中防霉剂的测定	352
8.8.1	简述	352
8.8.2	测定方法实例	353
	参考文献	355
附录 1	GC-MS 测定的 383 种农药和内标化合物的保留时间、定量 离子、定性离子及定量离子与定性离子的比值	357
附录 2	LC-MS-MS 测定的 63 种农药监测离子对、碰撞能量、去簇 电压和保留时间	367

第 1 章 食品安全及其控制体系

1.1 概况

食品是人类赖以生存和发展的物质基础，而食品安全问题是关系到人体健康和国计民生的重大问题。近年来，国际上一些地区和国家频发恶性事件，我国的食品安全问题也相当突出。随着我国经济和社会的持续较高速度的发展，在基本解决食物供应问题的同时，食物的安全卫生问题越来越引起全社会的关注，尤其是我国作为 WTO 的新成员，与世界各国的贸易往来会日益增加，食品安全已变得没有国界，世界某一地区的食品问题很可能会波及全球，从而对我国食品安全带来巨大影响。食品安全问题在某种程度上也影响着我国农业产品和产业结构的战略性调整。

1.1.1 影响食品安全的因素

目前食品安全隐患主要包括以下几个方面：①种植和养殖过程中的污染，如滥用农药、催熟剂、饲料添加剂等；②不适当的添加香味剂、防腐剂、保脆剂、发色剂、护色剂等造成对食品污染；③非食品包装材料和包装容器对食品的污染；④食品流通体系造成的微生物污染等。

除此之外，经济欺骗的制假，如用病死家禽做熟食、废油制食品、污水做豆腐等也属食品安全问题。有害和不洁食品不仅危害消费者的身体健康，更在消费者心理上造成压力，人们由于无法保证买到的食品都是可靠的，从而会造成社会的不安全因素。

1.1.2 食品危害残留物来源

食品存在的危害是指可以引起食物不安全消费的生物的、化学的或物理的因素，也就是指食品中能够引起人的疾病或伤害的情况。也有将食品质量问题归入到危害之中（如国际食品行业微生物规范委员会 ICMSF）。

1.1.2.1 生物性危害

（1）食源性细菌病原体 食源性细菌病原体是引起人类食源性疾病的重要原因，在食品公共卫生上有重要意义。据美国疾病控制中心（CDC）的数字，美国 1993 年因食源性致病菌而有 1000 万人发病，约有 4000 多人死亡。这些食源性致病菌也是重要的人畜共患病的病原体。食源性细菌病原体主要有：①空肠、结肠弯曲杆菌——该菌可通过污染禽肉、奶及未经氯处理的水而导致感染。②耶尔森菌——该菌可存在于生、熟菜，如奶、糕点、肉类、海产品等。可引起胃肠炎、腹

痛、败血症等。③沙门菌——该菌存在于多类食品，是人们最常见、最熟知的一种食源性病原体，是各国卫生当局首先控制的最重要食源性病原体。④志贺菌——包括4个不同种，在环境中的出现与粪便有关，可引起肠道感染病，其症状表现差异很大，有时为隐性感染或轻微腹泻，严重的腹部痉挛。⑤大肠杆菌——该致病型有多种，引起的症状常表现为腹泻、腹痛、肠出血等。大肠杆菌 O157:H7 是大肠杆菌中目前人们最为关注的血清型。⑥弧菌——常见的有副溶血性弧菌、霍乱弧菌、创伤弧菌等。人主要通过食用污染的水产品而感染发病。⑦蜡样芽孢杆菌——该菌涉及肉、乳、鱼、蔬菜、汤、糕点等多种食品。⑧单增李斯特菌——该菌涉及肉、禽、鱼、蔬菜、熟的即食制品等。⑨产气荚膜梭菌——该菌涉及肉、禽、肉汁等。⑩肉毒梭菌——该菌涉及罐装食品、酸化食品、鱼等，是致死性最高的病原体之一。⑪金黄色葡萄球菌——该菌通过产生高度热稳定性的葡萄球菌肠毒素而使人发病，该菌主要涉及禽、肉、乳制品等。⑫流产布氏杆菌。

(2) 食源性病毒 常见的食源性病毒主要有：①甲型肝炎病毒 (HAV)——是由于甲型肝炎病毒污染的食品所致。②诺瓦克病毒 (Norwalk virus)——该病毒攻击力高，症状是腹泻、恶心、呕吐、腹痛等。③疯牛病 (BSE) 病毒——该病毒被认为是 20 世纪 90 年代以来头号食源性致病病毒。疯牛病是牛的一种高致死性神经系统疫病，不仅对养牛业造成严重的危害，而且可能与人的新型克雅病 (nvCJD) 的发生有关，对公共卫生和人类健康产生巨大影响。人可因食用 BSE 病牛的产品而被感染。④口蹄疫 (FMD) 病毒——该病毒是感染偶蹄动物且能致病的病原体，该病毒不仅对偶蹄动物造成严重危害，而且对人也能感染，主要对手、足、黏膜等造成损伤。

(3) 食源性寄生虫 常见的食源性寄生虫主要有圆形孢子虫、隐孢子虫、贾第虫、复管线虫、隐孔吸虫、裂头绦虫、旋毛虫、囊尾蚴、弓形虫、溶组织阿米巴等。

1.1.2.2 化学性危害

食品中的化学危害应当予以考虑。化学污染可能自然发生或者在食品加工过程中被添加而致。高浓度水平的有害化学物质与食源性急性疾病有关，低浓度水平的有害化学物质是慢性疾病的病因。

(1) 天然毒素类 天然毒素是除食源性致病菌如肉毒梭菌 (肉毒梭菌毒素)、金黄色葡萄球菌 (肠毒素) 等产生的毒素以外的某些真菌、藻类代谢产生的有毒物质：①海洋毒素——海洋中藻类代谢产的有毒物质，即藻类毒素。②真菌毒素——常见的主要是黄曲霉毒素 B₁、B₂、G₁、G₂ 等。

(2) 食品添加剂与食品辅助剂 食品添加剂指在食品生产、加工、制备、处理、包装、运输或封存过程中，为了达到某种期望的结果，不管其是否具有营养价值，直接或间接地加入到食品或其副产品中来影响食品特征的物质。如保水剂、保鲜剂、防腐剂 (硝酸盐与亚硝酸盐) 和酸度调节剂等。食品清洗剂与消毒剂：指食

品生产、加工过程中为了保持良好的清洁卫生而在食品接触面使用的物质，该物质使用后可通过与食品的接触而残留于食品中。

(3) 其他污染物的危害 其他污染物是指非故意加到食品中的任何物质，是由于在食品生产（包括饲料作物生产、畜牧养殖）、制造、加工、制备、处理、包裹、包装、运输中或环境污染所致，它包括生产食用动物所用的饲料中的污染物。农药残留：由于食品或生产食品用原料所含有农药的残留。例如有机氯、有机磷、多氯联苯等。兽药残留：动物在饲养过程中滥用许可药物或使用违禁药物所致。主要有生长激素类、类固醇类、抗生素类、磺胺类药物、驱虫类（如氨基甲酸酯类和抗球虫类药物）与非类固醇类消炎药等。有毒元素和化合物：如铅、锌、砷、汞和氯化物，工厂化学药品（如润滑油、清洁化合物、消毒剂和油漆）。由于食品加工或食品原料受到放射性污染，致使食品中含有高浓度的放射性残留。例如铯-90、铯-137、铯-134、碘-131等同位素。

1.1.2.3 物理性危害

疾病和伤害可能是由食品中外源性锐利物质造成的。这些物理危害可能是由于在从收获到消费者的食物链中的许多环节的污染与（或）低质量的加工所造成，这其中也包括食品企业中的相关环节。

除以上的危害之外，还存在一些尚无定论的问题，例如转基因食品是否对人体有害。

1.2 有关 FAO/WHO CAC 标准和 SPS 及 TBT 协议

1.2.1 有关食品法典委员会（CAC）

食品法典委员会（CAC）是联合国粮农组织（FAO）和世界卫生组织（WHO）于1961年建立的政府间协调食品标准的国际组织。它的工作宗旨是通过建立国际协调一致的食品标准体系，保护消费者的健康，促进公平的食品贸易。CAC 现有包括中国在内的165个成员国和地区，覆盖全球98%的人口，在40多年卓有成效的工作中已制定了8000个左右国际食品标准。目前已有6个地区性协调分法典委员会、9个一般专题委员会和12个商品委员会（一说是16个）及3个政府间特别工作组，其组织结构见图1-1。据最近CAC（动态的）信息表明，CAC已建立了237个商品（食品）标准，41个卫生、安全、技术方面的法规，185种农药评价，1005个食品添加剂和54个兽药及25个食品污染物的评估，并已建立了3274个农药最大残留限量（MRL）。

CAC已向所有国家提供正确使用农药的农业生产规范（GAP）、兽医规范（GVP）、兽药规范（GPVD），为食品的生产提供标准；为促进国际贸易和保障消费者健康提供食品卫生法规 HACCP；为人们的营养，避免添加剂和有害物污染提



图 1-1 食品法典委员会组织结构

供保障；为反欺诈提供“道德规范”等。因而目前的现状是工业发达国家的政府食品卫生官员、食品制造商、食品有关专家和消费者经常会问“CAC是怎么说的？”。在发展中国家，由于其食品粗制品和半成品占全球食品出口的 50%，过去常常由于不能满足进口国家对食品质量和安全卫生方面的要求，而使食品遭进口国拒收或扣留（例如中国出口蜂蜜/杀虫脒，大米/56 种农残、霉菌、有害元素，鳕鱼/恶唑酸，冻鸡/克球酚；蘑菇罐头/肠毒素等）。由于发展中国家缺乏建立安全卫生标准和风险评估所需大量资金，因此 CAC 推荐的标准和法规通常就被直接接受成为当地法律或国家标准。CAC 作为食品检验/认证的国际协调与标准化组织，正在国际社会中发挥着越来越大的作用。

1.2.2 限量标准成立的过程与现状

委员会系统通过 8 点来发展限量标准：①最初的介绍；②源于最初的考虑；

③建议标准通过交由成员国浏览并使感兴趣的组织对其提出批评，并由秘书处接受；④转回到提出建议的委员会并作进一步的考虑，如果必要则对其改正；⑤建议标准通过委员会作为草案标准接受；⑥当草案标准被秘书处送到各个成员国手中，感兴趣的组织作一个更深层的循环评价；⑦讨论意见由秘书处接受并返还到委员会作最后讨论，如果需要改正，则基于整个成员国的评价；⑧在最后形成中包括计划建议，由委员起草，由委员会最后讨论并接受为限量标准限量标准。在大多数情况下，标准在被大部分成员接受情况下，直接由第⑤步到第⑧步，而不包括⑥、⑦步。这就是其操作过程。

限量标准是国际食品法典主要内容之一。CAC 前 36 年（1963~1999 年）制定了 3000 多个农药残留限量标准，500 多个添加剂的评估方法。继而定出食品添加剂的通用标准。近 300 个农药、兽药、污染物、毒素的评估方法，又定出了限量标准，有效地控制了食品的安全卫生质量。工业发达国家在这方面先行一步，为保护食品安全卫生，制订、修订了相当数量的各种污染物 MRL 限量标准/商品组合。目前世界各国出于其政治、经济、技术、贸易背景和需求的考虑，在残留物的风险分析评估方面尚未协调统一。就发达国家而论，在动物源食品中激素药物残留量问题上，欧盟（EU）与美国、加拿大、澳大利亚对立明显。EU 认为激素类药物，甚至内源性激素（雌二醇、双烯雌酚）都应禁用，即不能设置限量标准；但美国、加拿大、澳大利亚等国认为即便是合成激素（己烯雌酚、己烷雌酚及蛋白同化激素药物）在有控制的良好兽医使用规范 GVP 前提下，亦可使用，因此应设置相应的限量标准。目前各国列入残留限量标准的残留物品中，对应的商品（食品）组合及其限量标准都不完全一致，其实质是各国的食品法规不同，对食品中化学物、生物、环境污染等限制不同。一般而言，发达国家列入残留限量的残留物种类多，发展中国家列入的残留物种类少；发达国家各种食品组合数量大，限量规定相对比较严，发展中国家各种食品的组合数量少，或是空白，限量规定相对比较宽。当然这是相对而言，不是绝对的。

CAC 会上的信息表明，风险分析作为限量标准的基础，各国尚未统一，因此各国五花八门的不同的限量标准就不足为奇了。但从国际贸易角度、从消除和减少技术壁垒的角度而言，许多国家都有必要在世界食品贸易中制定一个统一的、世界通用的限量标准，这又是大势所趋、人心所向，所以 CAC 国际食品法典的第三个内容就是建立为各国所能接受的限量标准。

1.2.3 有关 CAC 标准和 SPS 及 TBT 协议

近年来，随着经济全球化进程的加快，国际食品贸易也有了迅速的发展。据最新统计，目前全球食品贸易额约为每年 5000 亿美元。1986~1994 年举行的乌拉圭回合多边贸易谈判是多边贸易体系的一个里程碑，它第一次将食品纳入有效的法规和条例中，并具体讨论了包括食品在内的产品贸易问题。参加此回合谈判的国家普遍认识到，各国政府采取的保护本国消费者健康以及动植物卫生的措施，可能成为

潜在的贸易壁垒，并是一种歧视，因此于 1994 年 4 月 15 日在 Marrakesh 签署了与食品密切相关的两个正式协定，即“实施卫生与动植物检疫措施协定”（SPS 协定）和“贸易技术壁垒协定”（TBT 协定），并于 1995 年 1 月 1 日世界贸易组织（WTO）正式成立起开始执行。这两项协定都要求成员国遵守透明度（对国内、国外）、不歧视和平等原则。此外，还明确规定 CAC 法典标准在国际食品贸易中具有准绳作用。在贸易争端中，违背 CAC 标准的一方往往败诉。因此各国国家食品标准只有与国际标准接轨，才能减少进出口贸易中的争端。

与食品有关的 SPS 措施包括所有有关的法律、法令、法规、要求以及程序，特别是终产品标准，加工生产方法，检验、监督、出证和审批程序，有关统计学方法、采样方法和风险评估方法的规定，以及与食品安全直接相关的包装和标示要求。其目的在于保护人类的生命和健康，防止因食物、饮料或饲料中添加剂、污染物（含农药和兽药残留及外来物质）、毒素或致病微生物所带来的风险。SPS 协定的第 3.1 条规定，WTO 成员国应将本国的 SPS 措施建立在已有的国际标准、准则或建议的基础上，在食品安全方面，就是要以 CAC 制定的有关食品添加剂、兽药和农药残留、污染物、分析和采样方法，以及卫生操作规范和准则等为基础。

TBT 协定包括未包含在 SPS 协定中的所有的与技术、商业、伦理或者宗教问题有关的技术法规和标准，适用于国际贸易中所有的工业产品和农产品。从这个角度讲，它与 SPS 协定之间具有互补性。制定 TBT 措施的目的在于保卫国家安全、防止欺诈、保护人身健康和安全、保护动植物的生命和卫生，以及保护环境。具体到食品而言，TBT 措施包括与食品安全无直接联系的标签要求、营养声明，以及质量和包装规定等。TBT 协定的第 2.4 条规定，WTO 成员国在制定本国的技术法规时，应当以现有的国际标准为基础。虽然 TBT 协定中没有明确提到 CAC，但国际上公认，对食品而言，TBT 协定中所说的国际标准就是 CAC 的标准。

SPS 和 TBT 协定作为 WTO 的正式文件，每个成员国都必须遵守。同时，两个协定也规定了成员国不接受国际标准（实际上是指国内标准严于国际标准时的情况）的条件：属于 SPS 协定范畴的必须有科学的依据，属于 TBT 协定范畴的可以是气候、地理因素或基本的技术问题等原因。

SPS 和 TBT 协定对 CAC 的工作有着极为深远的影响，并通过 CAC 对国际食品贸易产生重要影响。研究这些影响并且提出有针对性的对策，对于保护我国消费者的健康、促进我国的食物贸易、维护我国的国家利益都具有非常重要的理论和现实意义。

CAC 的标准、准则和建议的性质已经发生了实质性的变化，CAC 在国际食品贸易中的地位日益重要。在 WTO 成立以前，CAC 的标准、准则和建议（以下简称标准），各国政府可以自愿采纳，但与当时的关贸总协定（GATT）等国际贸易体系之间没有直接的联系。从某种意义上讲，当时的 CAC 只是讨论国际标准的一个非常有用的论坛。WTO 成立之后，CAC 的标准虽然名义上仍然是非强制性的，但 SPS 和 TBT 协定已赋予其新的涵义，CAC 的标准已成为促进国际贸易和解决贸

易争端的依据，同时也成为 WTO 成员国保护自身贸易利益的合法武器。在食品领域，一个国家只要采用了 CAC 的标准，就被认为是与 SPS 和 TBT 协定的要求一致。如果一个国家的标准低于 CAC 标准，在理论上则意味着该国将成为低于国际标准的食品的倾销市场。即使是美国、澳大利亚这样的发达国家，它们的相当一部分国家标准也低于 CAC 标准。因此，如何尽快与国际标准即 CAC 标准接轨，不仅是发展中国家，同时也是发达国家面临的一项极其紧迫和艰巨的任务。在这种情况下，为了保护本国消费者的健康，各个国家面临两种选择：要么采纳 CAC 标准，要么按照 SPS 协定的规定，根据风险评估的原则，制定更加严格的国家标准。事实上，在大多数情况下，发展中国家甚至包括某些发达国家都无力进行后一项工作，采用 CAC 的标准在技术和经济上成了一种比较明智的选择。

1.3 风险管理和食品安全

世界贸易组织（WTO）的卫生与植物卫生检疫协定（SPS）第 5 条规定，各国需要根据风险性评估结果来确定本国适当的卫生和植物卫生措施保护水平，各国不得主观、武断地以保护本国国民健康为理由，设立过于严格的卫生和植物卫生措施，从而阻碍贸易公平进行。

为保证食品的卫生和质量，也就是食品安全，各国都在积极制定本国的食品安全监控体系和安全法规。近年来的经济全球化发展迫使各国政府不能“闭门造车”，必须在食品安全问题上采取统一协调的卫生监管措施。而这种监管措施是以科学为依据建立的一种等同、有效的风险分析（risk analysis）方法。因此它是近年来国际上出现的保证食品安全的一种新的模式，同时也是一种正在发展中的新兴学科，食品安全风险分析的根本目的在于保护消费者的健康和促进公平的食品贸易。规范开展食品安全风险分析，建立以风险分析为基础的安全标准基础数据，推行食品安全科学的管理模式，基于风险分析制定食品安全标准，已逐渐成为国际标准化组织和各发达国家食品安全标准工作的重点。

国际标准化组织和发达国家都非常重视风险分析及其在食品安全标准中应用，制定了一系列科学合理、实用有效的工作原则和指南，指导研究和积累了大量科学基础数据。CAC 指导各组织和成员国开展了大量食品安全基础性数据的研究。

1.3.1 国际标准化组织的食品安全风险分析及其应用

世界贸易组织（WTO）认可的与食品相关的国际标准组织主要有联合国粮农组织和世界卫生组织食品法典委员会（FAO/WHO CAC）、国际兽医局（OIE）、国际植物保护公约（IPPC）、国际标准化组织（ISO）四大标准组织。其中 CAC 和 IPPC 在风险分析及其应用研究取得了实质性的进展。

1.3.2 风险分析的概念

“风险分析”的概念首先出现在环境科学的危害控制中，但直到 20 世纪 80 年