

全国高等农林院校“十一五”规划教材

食品安全检测技术

赵新淮 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食品安全检测技术 / 赵新淮主编. —北京: 中国农业出版社, 2007. 8

全国高等农林院校“十一五”规划教材

ISBN 978-7-109-11912-3

I. 食… II. 赵… III. 食品卫生-食品检验-高等学校-教材 IV. TS207.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 116411 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

责任编辑 李国忠 王芳芳

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月北京第 1 次印刷

开本: 720mm×960mm 1/16 印张: 18

字数: 320 千字

定价: 27.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本教材重点介绍与食品安全相关的主要检测技术，并根据食品安全性影响因素的分类而进行编写。全书共分9章，初步介绍食品安全实验室的基本要求和常见仪器的分析原理，着重介绍食品中主要的有害因素、有害物质的检测技术和快速分析技术，以及转基因食品的检测技术。主要内容包括：食品安全检测基础、残留物质检测技术、食品添加剂检测技术、食品中毒素检测技术、有害元素检测技术、食品加工生成的有害物质检测技术、转基因食品检测技术、食品掺假检测技术和有害微生物快速检测技术。

本教材强调了技术方法的先进性、实用性和系统性，总结了一些有害因素、有害成分检测技术的发展趋势。通过与其他课程如食品分析化学、仪器分析的共同学习，可以使学习者整体掌握食品安全检测技术的原理和实际应用，为学习者从事食品品质控制、食品安全监督等提供必备的专业背景知识。本教材适用于食品科学专业、食品质量与安全专业学生的专业课学习使用，也可以作为从事食品质量与安全专业人员的参考书。

主 编 赵新淮（东北农业大学）

副主编 王世平（中国农业大学）

参 编（以姓氏笔画为序）

丁立孝（青岛农业大学）

甘伯中（甘肃农业大学）

宁喜斌（上海水产大学）

宋莲军（河南农业大学）

钟青萍（华南农业大学）

姜毓君（东北农业大学）

前 言

食品是人类维持生存的要害之一。随着人类社会的发展和水平的提高，消费者对食品的要求更高，食品除营养丰富、美味可口外，还要安全、卫生。在食品的生产过程中，无论是原料的生产、加工、贮藏、销售，还是食品的最终消费，产业链的各个环节存在不安全因素（生物的、化学的），这些因素能全方位地导致安全性问题产生，从而影响消费者的身体健康。食品中存在的有害微生物（例如致病菌），是产生食品安全的最重要问题；一些食品原料本身可能存在有害的成分（如马铃薯中的龙葵素、大豆中胰蛋白酶抑制物）；工业“三废”可污染土壤、水、大气，最终导致食品和饮用水的不安全；农作物生产过程中由于使用农药，产生农药残留问题（如有机氯农药、有机磷农药）；动物饲养过程中由于使用抗生素，或者是非法使用生长激素，产生动物性食品的兽药残留问题（如青霉素类残留）；食品在不适当的贮藏条件下，可由于微生物的繁殖而产生微生物毒素（如霉菌毒素、细菌毒素等）的污染；食品也会由于加工处理而产生一些有害的化学物质（如多环芳烃、亚硝胺）；而不法之徒对食品的掺假、滥用食品添加剂、非法使用有害化学物质（如吊白块、甲醛、工业染料），也同样会导致食品安全性问题的产生。

如何提高、保证食品的安全性，成为食品工业发展进程中的一个关键问题。欲在我国的食物产业链建立有效的食品安全监督、管理、控制体系，保障国民的身体健康，必须建立相应的食品安全检测技术体系，开发、完善各种食品安全检测技术，组建业务技术熟练、水平高超的专业队伍，为我国的食物安全体系的形成提供技术支撑和人才保证。所

以，在高等院校的食品专业开设与食品安全检测技术相关的专业课程，可以使学习者了解食品安全检测技术，掌握相应的理论基础，具备运用现代分析检测技术的能力，为他们今后从事食品安全工作提供必需的背景知识。这就是本教材编写的目的所在。

本教材包括 9 章，由来自国内 7 所高等院校的食品专业教师共同编写而成。其中第 1 章、第 3 章由东北农业大学赵新淮编写，第 2 章由青岛农业大学丁立孝编写，第 4 章由河南农业大学宋莲军编写，第 5 章由华南农业大学钟青萍编写，第 6 章由中国农业大学王世平编写，第 7 章由甘肃农业大学甘伯中编写，第 8 章由上海水产大学宁喜斌编写，第 9 章由东北农业大学姜毓君编写。全书最后由赵新淮统稿。

本教材着重介绍食品中主要的有害因素、有害物质的检测技术和快速分析技术，强调技术方法的先进性、实用性和系统性，总结了一些有害因素、有害成分检测技术的发展趋势，并且初步介绍了食品安全实验室的一些基础知识。通过与其他课程如食品分析、仪器分析的前后连续学习，为学习者从事食品品质控制、食品安全监督等提供必备的专业知识背景。本书适用于食品科学与工程专业、食品质量与安全专业学生的专业课学习使用，并可作为从事食品质量与安全监测工作的专业人员的参考书。

中国农业出版社以及编者就职单位，对本教材的编写、出版给予极大的支持与帮助，在此致以衷心的感谢。

由于编者的水平所限，书中难免存在错误与不足之处，敬请广大读者批评指正，以便修订，更好的体现食品安全现代检测技术水平和发展趋势。

编 者

2007 年 6 月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 食品安全与食品检测技术重要性	1
1.2 食品安全检测技术概况	3
1.2.1 食品中有害物质、有害生物	3
1.2.2 有害物质、有害生物的主要检测技术	4
1.3 未来展望	5
第 2 章 食品安全检测基础	8
2.1 实验室类型与操作规范	8
2.1.1 实验室类型	8
2.1.2 实验室要求与管理	8
2.1.3 实验室认可与认证	10
2.2 样品采集与保存	15
2.2.1 样品采集	15
2.2.2 样品运送与保存	20
2.3 样品的制备和前处理	21
2.3.1 理化检验样品的制备和前处理	21
2.3.2 微生物检验样品的制备和前处理	23
2.4 分析标准种类及选用原则	24
2.4.1 标准方法	24
2.4.2 非标准方法	25
2.4.3 分析方法的选用原则	25
2.5 实验设计和数据处理	26
2.5.1 实验设计	26
2.5.2 数据处理	26
2.5.3 检测结果评价	28
2.6 重要的仪器分析技术原理及方法简介	29
2.6.1 原子吸收光谱和原子发射光谱法	29

2.6.2	气相色谱法	31
2.6.3	高效液相色谱法	34
2.6.4	色质联机	35
2.6.5	其他仪器分析技术	36
第3章 残留物质的检测技术		40
3.1	引言	40
3.1.1	食品中的残留物质	40
3.1.2	残留物质分析技术发展趋势	41
3.2	农药残留的分析检测技术	43
3.2.1	有机氯农药残留的分析	44
3.2.2	有机磷农药残留的分析	48
3.2.3	氨基甲酸酯类农药残留的分析	52
3.2.4	拟除虫菊酯类农药残留分析	56
3.3	兽药残留的分析检测技术	58
3.3.1	抗生素残留的仪器分析技术	59
3.3.2	抗生素残留的微生物分析与快速分析	65
3.3.3	抗驱虫剂残留的分析技术	67
3.4	激素类残留的分析检测技术	70
3.4.1	雌激素残留的分析	71
3.4.2	β -受体激动素残留的分析	73
第4章 食品添加剂检测		78
4.1	引言	78
4.1.1	食品添加剂的定义和分类	78
4.1.2	食品添加剂的安全性和检测	78
4.2	防腐剂分析检测技术	79
4.2.1	苯甲酸和山梨酸的气相色谱法测定	80
4.2.2	苯甲酸和山梨酸的高效液相色谱法测定	81
4.2.3	对羟基苯甲酸酯类的气相色谱测定	82
4.2.4	禁用防腐剂的定性鉴别	83
4.3	抗氧化剂分析检测技术	84
4.3.1	BHA 与 BHT 的气相色谱法测定	84
4.3.2	BHA 与 BHT 的薄层色谱法测定	86
4.3.3	BHT 的分光光度法分析	89
4.3.4	没食子酸丙酯的分光光度法测定	90

4.4	甜味剂分析检测技术	92
4.4.1	糖精钠的高效液相色谱法测定	92
4.4.2	甜蜜素的气相色谱法测定	93
4.4.3	甜蜜素的紫外分光光度法分析	95
4.5	合成色素分析技术	96
4.5.1	高效液相色谱法	97
4.5.2	薄层色谱法分析	99
4.6	硝酸盐和亚硝酸盐分析检测技术	101
4.6.1	亚硝酸盐的分光光度法测定	102
4.6.2	硝酸盐的分光光度法测定——镉柱法	103
第5章	食品中毒素物质的检测	106
5.1	霉菌毒素及其分析检测技术	106
5.1.1	黄曲霉毒素及其分析检测	107
5.1.2	赭曲霉毒素及其分析检测	113
5.1.3	伏马菌素及其分析检测	116
5.1.4	展青霉素及其分析检测	119
5.1.5	单端孢霉烯族化合物及其分析检测	121
5.1.6	串珠镰刀菌素及其分析检测	123
5.1.7	玉米赤霉烯酮及其分析检测	124
5.1.8	杂色曲霉毒素及其分析检测	126
5.2	细菌毒素及其分析检测技术	127
5.2.1	肉毒毒素及其分析检测	127
5.2.2	金黄色葡萄球菌肠毒素及其检测	128
5.3	水产品毒素分析检测技术	129
5.3.1	河豚毒素及其分析检测技术	129
5.3.2	贝类毒素及其分析检测技术	131
5.3.3	生物胺类分析检测技术	135
5.4	其他天然毒素的分析检测技术	137
5.4.1	龙葵素及其分析检测技术	137
5.4.2	胰蛋白酶抑制物及其分析检测技术	139
第6章	有害元素与有害加工产物的检测	142
6.1	重金属的分析检测技术	143
6.1.1	铅的分析检测技术	144
6.1.2	砷的分析检测技术	147

6.1.3	镉的分析检测技术	149
6.1.4	铜的分析检测技术	151
6.1.5	汞的分析检测技术	153
6.2	放射性物质的分析检测技术	158
6.2.1	铯-137的分析检测技术	158
6.2.2	碘-131的分析检测技术	160
6.3	有害加工产物的分析检测	162
6.3.1	亚硝酸盐、硝酸盐和亚硝胺的分析检测技术	162
6.3.2	苯并(a)芘的分析检测技术	166
6.3.3	食品中氯丙醇的分析检测技术	171
6.3.4	多氯联苯类/二噁英的分析检测技术	172
6.3.5	食品中丙烯酰胺的分析检测技术	176
第7章	食品掺假检测技术	180
7.1	植物性食品掺假检测技术	180
7.1.1	粮食产品掺假检测	181
7.1.2	食用油中掺入非食用油的检测	188
7.1.3	酒类掺假检测	194
7.2	畜产品掺假检测技术	198
7.2.1	肉及肉制品掺假检测技术	198
7.2.2	乳及乳制品掺假检测	202
7.2.3	蛋产品掺假检测	211
7.3	水产品掺假检测技术	214
7.3.1	甲醛的检测	214
7.3.2	污染鱼的鉴别	215
第8章	有害微生物的快速分析检测	217
8.1	引言	217
8.2	一般微生物的分析检测	220
8.2.1	一般分析程序	220
8.2.2	样品的采集	221
8.2.3	样品的处理	221
8.3	沙门氏菌的检测	222
8.3.1	沙门氏菌显色培养基法	222
8.3.2	免疫学方法	223
8.3.3	分子生物学方法	229

8.4	大肠杆菌的检测	232
8.4.1	大肠菌群的快速检测	232
8.4.2	3M 大肠菌群快速检验测试片	234
8.4.3	大肠杆菌 O ₁₅₇ : H ₇ 快速检测方法	236
8.5	金黄色葡萄球菌的检测	240
8.5.1	Baird - parker + RPF Agar 金黄色葡萄球菌快速检测技术平板	241
8.5.2	3M 金黄色葡萄球菌快速测试片法	241
8.5.3	金黄色葡萄球菌乳胶凝集试验	241
8.5.4	PCR 方法	243
8.5.5	DNA 探针技术	244
8.6	李斯特氏菌的检测	245
8.6.1	李斯特氏菌鉴别培养基和显色培养基	245
8.6.2	3M 李斯特氏菌检验测试片	245
8.6.3	免疫学检测方法	246
8.6.4	分子生物学方法	250
8.7	致病弧菌的检测	251
8.7.1	显色培养基	253
8.7.2	副溶血弧菌的 PCR 检测	253
8.7.3	霍乱弧菌的 PCR 检测	254
第 9 章	转基因食品检测	256
9.1	引言	256
9.1.1	转基因食品的定义和特征	256
9.1.2	转基因食品的安全性和管理现状	256
9.1.3	转基因食品检测技术的研究及进展	258
9.2	PCR 检测技术与应用	259
9.2.1	PCR 检测技术的原理和流程	259
9.2.2	PCR 检测注意问题	261
9.2.3	定性 PCR 检测技术	264
9.2.4	定量 PCR 检测技术	265
9.2.5	PCR 检测技术展望	269
9.3	其他检测技术与应用	269
9.3.1	核酸印迹杂交检测技术	269
9.3.2	蛋白免疫学检测技术	270
9.3.3	基因芯片技术	271
9.3.4	其他 DNA 检测技术	273

第 1 章 绪 论

1.1 食品安全与食品检测技术重要性

在谈及人类的生存条件时，我们通常会讲到所必须具备的“衣、食、住、行”四要素。实际上，人类要生存下去，在这四个要素来讲，“食”应该是第一要素，所以才有“国以民为本，民以食为天”之说。我们所见的食品，作为自然界中物质的一部分，无论来自于植物、动物还是微生物，都是由不同物质（即成分）组成的集合体。这些物质中，一些可以提供人类所需要的营养物质（即营养素），用于维持人类的生理与代谢活动，成为维持人类生存的最基本条件，它们是食品构成的要素；一些成分虽然不能作为营养素被人类机体所利用，但是为食品的品质所需要，或者是尚未发现它们对人类具有何种不良作用；还有一些成分是被我们所重点关注的，它们可能是天然存在于食品原料中，也可能是污染而引入的，或者是由于微生物繁殖而污染产生的，或者是在加工处理过程中由于一些成分发生化学反应而生成的。第三类成分之所以被人类关注，一个重要的原因就是它们对人类的健康、安全存在潜在的危害性，其在食品中的存在，会导致食品安全性问题的产生。

什么是食品安全性（food safety），目前还没有一个统一的定义，其含义在不同的国家或机构间是不同的。美国食品与药品管理局（FDA）的食品安全与应用营养中心（CFSAN）解释的含义：“食品安全性是一个保证疾病或危害不会因为摄入食品而产生的连续体系，在从农场到餐桌这个连续体系中，农场（生产）、加工、运输、零售、餐桌（家庭）等所涉及的每一个人在保持全民族食品供应安全中发挥相应的作用”。FAO/WHO 的定义：“对食品按照其原定用途进行制作和（或）食用时，提供不会使消费者受到危害的保证”。

随着人类社会的发展和科技的进步，人类的生活水平得到不断的提高。由于食品消费涉及每一个人，与人类健康密切相关的食品安全性问题，突显示出其重要性。当前，食品安全已经成为农业、食品工业急需解决的重要社会、经济问题之一。我国在高等教育中设立“食品质量与安全”专业，就是针对社会对解决相关问题的需求，而积极开展的应对措施。如何提高食品安全标准，减

少食品中有害生物、化学污染物，降低食源性疾病的危害性和发生率，提高对食品中有害物质、有害生物的监测技术水平，是各国科学家在新形势下的重要研究课题。

应该指出，食品中的任何有害物质，其毒性的大小是相对的，现实中不存在绝对安全的食品。任何有害物质、有害生物，其在食品中的存在水平低于某一水平时（这个水平可能是现有技术检测不出来的，也可能检测出），不会对人类机体产生任何危害，所以此时的食品是安全的；只有当有害物质、有害生物超出一定水平时，才能表现出相应的有害作用或危害性，所以此时的食品是不安全的。因此，食品的绝对安全只是一个理想情况。客观上，食品很难达到零危害程度，所以相对安全是指在正常的条件下（合理、正常的生活方式），所摄入的食品不会导致对机体健康损害。因此，食品安全性评价，也就是食品的可接受程度的评价；食品安全性评价中的一个重要方面，就是要确定现实食品中已知的有害物质、有害生物的存在水平，而相应的分析、检测技术就是食品安全性评价的基础。

食品安全不能离开食品分析、检测技术而空谈。食品安全问题的解决，须依靠分析检测技术有效支撑。食品安全的重要保证之一，应该体现在对有害物质的分析、检测上，没有相应的分析、检测技术，无法得到食品构成的基础数据，不能够确认食品的质量标准是否得到有效的执行，最终的结果必然是无法确定食品的安全性。因为在食品的危害因素无法确定的情况下，任何人无法保证食品是否安全，可能的结果是导致消费者长期受其危害而浑然不觉。此外，食品的分析检测的过程以及相关技术的提高，也可以确认当前的食品标准是否能保证食品安全，并且进行必要的修订，也有助于食品安全的提高。可以毫不夸张地讲，食品安全检测技术，是构建食品安全控制体系、食品安全标准体系中极其重要的环节。

目前，各国学者就食品安全性所需要进行的工作，在以下的 7 个方面达成共识，食品安全检测技术也是其中的一个重要方面：

- (1) 加强监测体系建设。
- (2) 加强、改进危险性评价方法。
- (3) 创建评价食品安全性的新技术、新方法。
- (4) 将国际标准与本国标准相衔接。
- (5) 加强对危害因素的宣传与交流。
- (6) 增加国内、国际相互合作。
- (7) 加强发展中国家的食品安全性职能部门建设。

1.2 食品安全检测技术概况

1.2.1 食品中有害物质、有害生物

食品不安全的因素很多，可以是有害生物体（如食源性致病菌，典型例子 *E. coil* O₁₅₇ : H₇）、有害化学物质（天然毒素、微生物毒素、有毒有机化合物、有毒无机化合物等）或外来物质（外源杂质如死亡的虫体、杂质等）。产生食品安全的主要因素是有害生物和有害物质。

食品中有害物质的来源分为两大类：固有的和污染的。由于人类生活历史性选择的缘故，日常食品中固有有害物质的种类、数量较少，常见的包括：①食品原料本来就存在的有害物质，例如植物性食品中常见的胰蛋白酶抑制物和生氰葡萄糖苷、棉籽中存在棉酚、河豚中存在的河豚毒素；②生物体在应激条件下生成的有害物质，例如马铃薯发芽生成的龙葵素。更多的有害物质，来自食品污染，具体原因和种类很多，这些有害物质的具体产生途径如表 1-1。一些具有致癌作用的有害物质，其所存在的食品、主要作用器官或位点等见表 1-2。

表 1-1 食品有害物质的来源和形成途径

来 源	产生途径	典型实例
固有有害 物质	正常条件下生物体通过代谢或生物合成而产生的有毒化合物	河豚毒素、胰蛋白酶抑制物
	应激条件下生物体通过代谢和生物合成而产生的有毒化合物	龙葵素、其他的一些生物碱
污染有 害物质	有毒化合物直接污染食品	农药残留、微生物毒素、二噁英
	有毒化合物被食品从其生长环境中吸收	贝类毒素、重金属、砷、放射性物质
	由食品将环境中吸收化合物转化为有毒化合物	亚硝酸盐、亚硝酸
	食品加工中产生有毒化合物	亚硝酸、苯并(a)芘、氯丙醇、丙烯酰胺
	人为的添加或过量添加	吊白块、苏丹红、甲醛

食品中的有害生物，主要包括常见的致病菌，尤其是食源性致病菌，如沙门氏菌、金黄色葡萄球菌、蜡样芽孢杆菌、志贺氏菌、副溶血弧菌、霍乱弧菌、弯曲菌、大肠杆菌 O₁₅₇ : H₇、单增李斯特菌、小肠结肠炎耶尔森氏菌等。国内外资料都表明，微生物污染食品是最重要的食品安全问题，细菌性食物中毒无论从发生数量和所涉及的人数都是占第 1 位。

总体上看，在食物链的全过程中，无论种植、贮藏、加工，都存在食品安

全性问题，可能涉及食物链的每一个环节。

表 1-2 一些有害化学物质的食品存在以及危害性

有害物质	人类的食品种类	主要癌症类型
黄曲霉毒素 B ₁	贮存过的玉米和花生	肝癌
苯并 (a) 芘	熏肉、被污染的油脂等	多位点
亚硝酸胺	腌制食品等	多位点
二噁英	被污染的含脂类食品、水产品	肝癌
多氯联苯	被污染的含脂类食品、水产品	肝癌
有机氯农药	蔬菜	肝癌
砷、镉	污染的水、蔬菜等	皮肤癌等
杂环芳胺	肉制品	肝癌、肠癌

1.2.2 有害物质、有害生物的主要检测技术

在对有害物质的检测技术方面，农药残留、兽药残留、重要有机污染物、天然毒素的分析检测是食品安全检测的重点。但是，也应该承认由于被检测的有害物质种类多，含量很低，一般的分析检测技术无法完全满足食品安全检测的要求。由于现代仪器分析技术和设备的优势，以及前处理方法和分析设备的不断发展，为有害物质的分析检测提供高效与自动化，仪器分析技术已经成为食品安全检测的主要技术手段。此外，像生物传感器技术、分子印迹合成受体技术等，也被开始用于食品中有害物质的分析与检测。

在前处理方法上，新型样品前处理技术得到快速的发展。除了传统的液-液提取、液-固提取技术外，超临界流体提取、固相萃取、固相微萃取、基质固相分散萃取等已经成功地开发，同时超声波辅助提取、微波辅助提取、加压快速溶剂萃取成为常规的处理手段。样品的前处理变得更加高效、简单、快速、重现性好、安全，甚至一些技术已经实现了自动化处理。

在仪器设备方面，气相色谱仪 (GC)、高效液相色谱仪 (HPLC)、原子吸收光谱仪 (AAS)、酶标仪、PCR 等已经成为常用的分析仪器，并且质谱仪 (MS) 也开始用于定性分析、定量分析，GC-MS、LC-MS、ICP-MS 和 HPLC 已成为兽药残留和污染物等的主要检测手段（在其他章节中可体现）。分析测试手段的提高，保证了食品安全分析过程中准确、及时地获得分析结果，以及食品安全控制能力的加强。整体上看，仪器分析正向着多残留、多成分的同时分析，以及快速、灵敏检测等方面发展。同时，与分析仪器性能直接

相关的检测器，例如高灵敏度、高选择性的专用检测器或广谱性检测器在不断改进之中。

对于有害生物，传统检测方法（如分离培养、生化鉴定等）的特异性不高、灵敏度低、操作繁琐耗时，不能实现及时、有效的食品样品分析，所以不能产生社会需要的监测、预防作用。因此，食源性致病菌的检测技术，基本是以免疫学、生物化学及分子生物学方面的生物检测技术为基础而发展的，建立了不少快速、简便、特异、敏感、低耗、适用的检测方法。常用的免疫学方法主要包括 ELISA、免疫磁性分离技术和免疫胶体金技术；分子生物学方法则主要有依赖 PCR 的 DNA 指纹图谱技术、多重 PCR、基因芯片、定量 PCR 和实时荧光定量 PCR 等技术。

转基因食品的安全性问题受到消费者的广泛关注。对转基因食品的检测技术，与对有害生物的检测相类似，包括两类检测方法：一种是蛋白质水平上的检测，另一种是核酸水平上的检测。其中，基因芯片技术和 DNA 生物传感器技术的研究正在进展中。在日常的分析检测中，PCR 技术得到广泛的应用。

此外，在食品生产、流通领域中，食品掺假问题一直困扰着食品工业的健康发展，并对消费者的心理产生严重的影响。开发灵敏、准确、简便的掺假物质鉴别方法（尤其是化学方法、生物学方法），组合成为专用的试剂箱（盒），使其能够实际应用于现场检查与检验，可以为食品掺假问题的控制提供有效的手段。

上述的各种分析技术，在食品安全性分析、评价中既有其优点，也常存在着不足之处。例如生物芯片技术作为一种现代高端分析手段，具有使用方便、自动化程度高、检测速度快、可以进行高通量分析的优点，但是使用该技术时设备投资大、生物芯片的成本高。掺假检验用的快速试剂盒（箱）等可能存在准确性不高、无法定量等不足。各种分析技术所具有的优势和劣势不在这里进行详细讨论。在本教材以后的不同章节中，将对不同类型的食品安全性问题，根据具体对象的不同而介绍主要的分析检测技术。

1.3 未来展望

我国已经开始建立我国的食品安全检测技术体系，为保障我国百姓“从农田到餐桌”的食品安全提供了有力保障。例如，根据报道，在“十五”期间，建立了 219 项实验室检测方法，其中包括农药残留、兽药残留的检测，并研制出了 81 个检测技术相关试剂（盒）和现场快速检测技术。总体上看，由于国家对食品安全问题的高度重视，食品安全检测技术在未来将有更快的发展。

在仪器分析方面,气相色谱仪、高效液相色谱仪、原子吸收光谱仪、气质联机、液质联机等分析系统、分析设备将是食品安全检测技术的主流,来检测农药残留、兽药与激素残留、食品添加剂、生物毒素、重金属残留等不同有毒有害物质,而超痕量分析技术也会得到相应的发展。而在快速检测技术方面,研究便于携带、容易操作、成本低廉、灵敏度达标等特点的现场分析技术以及分析设备,可以作为大型仪器分析的补充,在食品安全监控中发挥作用。

在生物安全方面,对食源性致病微生物的及时、有效监测,与转基因食品的定性、定量检测,将在高特异性、高灵敏性等方面取得进展,趋势是研发高通量、快速检测技术,其中以免疫学、分子生物学手段为基础的检验技术,将成为相关检验技术的主要方法。

但是我们也应当看出,食品安全检测的范围广泛,涉及领域大,检测物质的品种多。只有合格的专业技术人员,完善、开发各种食品安全检测技术,有效的建立食品安全检测技术体系,才能保障食品安全检测结果的准确可靠,才能为食品安全控制体系、食品安全标准的建立打下坚实的基础。最为关键的问题还是人才,这需要有一支业务技术熟练、水平高超的一流队伍。例如,在制定相关食品安全标准时,需要我们深入开展标准的前期研究,对国际标准进行分析,保持对国外技术标准和方法的敏感性,对拟定中的标准进行研究,多方面、多角度地发现国外相应标准。又如,随着检测技术的发展,对检验人员的技术技能提出了更高要求,需要对一些大型仪器能熟练使用并开发其性能,了解分析技术原理就成为一个必备的知识背景。还有,随着我国对各分析实验室、检验机构的管理加强,认证工作开始成为日常管理工作之一。由于认证是保障检测结果准确可信的基本制度,能力验证和质量保证又是认证的基础之一,就需要从业人员具有相应的知识和技能。所以,了解食品安全检测技术,掌握相应的理论基础,具备运用现有技术的能力,是从事食品安全工作所需要的。

思 考 题

1. 阅读 2~4 篇有关的综述性文献,总结食品中有害物质的种类,归纳其对人类的有害作用。

2. 阅读 3 篇研究报告,分别涉及利用气相色谱、高效液相色谱、色质联机技术,分析食品中的化学残留物质。

3. 阅读 2 篇文献,分别涉及用 PCR 技术对转基因食品进行检测、用 ELISA 技术检测抗生素残留。