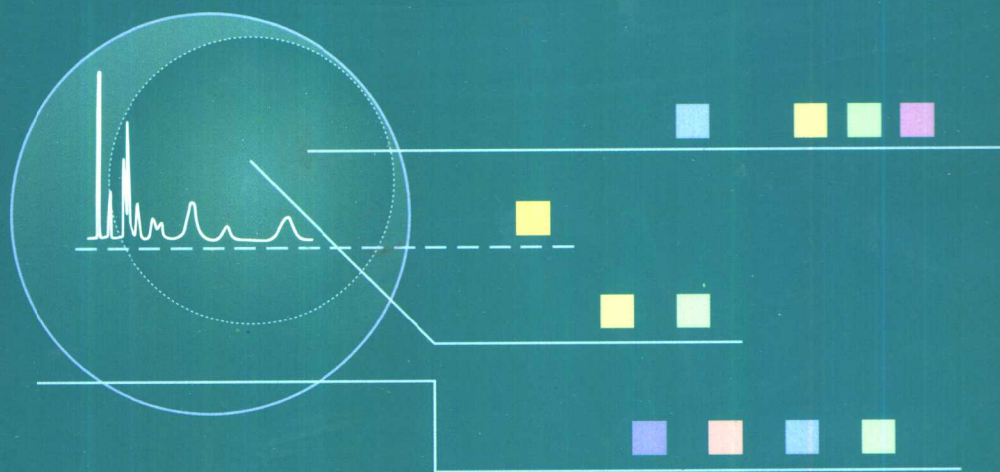


食品安全 快速检测技术

王晶 王林 黄晓蓉 主编



化学工业出版社

食品安全快速检测技术

王 晶 王 林 黄晓蓉 主编

化学工业出版社

·北 京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

食品安全快速检测技术 / 王晶, 王林, 黄晓蓉主编.
北京: 化学工业出版社, 2002.10
ISBN 7-5025-4137-3

I. 食… II. ①王… ②王… ③黄… III. 食品卫
生-食品检验 IV. R155.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 077895 号

食品安全快速检测技术

王晶 王林 黄晓蓉 主编

责任编辑: 王蔚霞

文字编辑: 温建斌

责任校对: 凌亚男

封面设计: 潘 峰

*

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)

发行电话: (010) 64982530

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

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 14 $\frac{3}{4}$ 字数 355 千字

2002 年 11 月第 1 版 2002 年 11 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4137-3/TS·67

定 价: 32.00 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

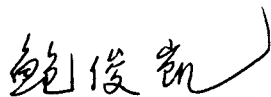
序

《中华人民共和国食品卫生法》、《中华人民共和国标准化法》和《中华人民共和国产品质量法》自实施以来，已经经历了 20 余年了，迄今为止中国的食品卫生管理以食品卫生法为根本方针，围绕着“防止食品污染和有害因素对人体的危害，保障人民身体健康”和“发展社会主义商品经济，促进技术进步，改进产品质量，提高社会经济效益，维护国家和人民的利益”的宗旨，做了大量的工作，对生产、流通和销售环节的食品安全、卫生、质量进行强有力的监督管理。进入 21 世纪后，仍将会推行积极的措施和手段以确保食品安全、质量和人民健康。

20 世纪末尤其是进入世纪之交的 90 年代，中国的经济得到了飞速的发展，人民的生活水平发生了很大的变化，饮食生活更加丰富多彩。人们在初步解决了温饱之后，要求吃得更好，吃得安全放心，这是社会发展进步的大势所趋。当中国加入 WTO 以后，进口食品大幅度增加，食品流通更为广泛和国际化。据此，不管是政府和人民，对食品和健康都倾注了各方面的关心。

在这种情况下，如何提高食品的质量与安全性的问题日益突出。如何从食品的管理上，利用更为快速有效的分析手段，建立保证食品安全性的有效监控管理体系，为消费者营造放心满意消费环境，保障人民群众健康安全，控制不安全的食品进入或尽量少的进入人们的饮食之中，有效保障我国的食品安全，是政府乃至科研工作者、生产者、经营者、管理者在内的全社会都在关注的重点事宜。食品安全快速检测技术不仅在食品安全的管理上发挥着重要的作用，而且在食品安全的预警监控上同样不可缺少。

在此之际，由王晶、王林、黄晓蓉等作者编写的《食品安全快速检测技术》一书，适社会需要而动，紧紧围绕当前人们关注的食品安全的重点问题，介绍了快速的检验方法、相关技术及发展趋势。以往此方面的书籍不多，而且对快速检验的定义比较局限。而本书对快速检验的定义让人耳目一新，所介绍的内容让人们对这一工作有了进一步的了解。该书作者广泛收集和研究了国内外有关食品安全快速检测的资料，反映了当前快速检测方面的最新信息，对食品安全研究、全国质量监督管理、安全卫生监督管理、出入境商品检验、出入境卫生检疫、质量控制、食品企业的各方面人员提供了非常有价值的资料。相信此书的出版，会对我国食品安全快速检验技术的发展带来一定的推动作用，在实际应用中会给我们的社会带来诸多的益处。



2002 年 8 月

前 言

食品安全性强调的是食品中不应含有可能损害或威胁人体健康的物质或因素。食品安全要得到保障，必须要有食品安全质量监督，对损害或威胁人体健康的物质或因素进行监督检测。由于科学技术的发展，检验手段与方法多种多样，检测仪器越来越灵敏，检测方法的检测限也越来越低。采用最快捷、最经济、最准确的检验方法，是食品安全质量监督的一项重要内容。

本书意在向读者介绍近年来国际、国内常见的食品安全快速检验方法。在内容上注重目前与食品安全密切相关的重要污染物检验分析技术，结合我国急需快速检测方法的现状，力求反映当前国内外的最新发展趋势，并突出了权威分析方法，所述内容详细清楚，理论与实践并重，为食品生产、经营、检验、执法部门提供了难得的参考资料。本书可供产品检验检疫、质量检验、安全（卫生）监督、质量控制操作人员使用，亦可作为工商、科研院所、大专院校、农委、饮食协会、食品工业协会工作者参考用书。

全书共分六章：导论、检验技术基础知识、食品中有害化学物质快速检测方法、毒素快速检测方法、食品中有害微生物快速检测方法、转基因食品快速检测技术。由国家质量监督检验检疫总局进出口食品安全局鲍俊凯副局长为本书作序，深表敬意。李季、陈义珍、郑晶、郑华、钱疆、黄文胜、陈红运、赵文军、马荣群同志提供了最新的实验素材，为本书的出版做了大量工作，付出了辛勤劳动，在此一并致谢。

本书第一章由王晶、王林编写；第二章由丁双阳和王晶编写；第三章由王晶、王林、韩宏伟、黄晓蓉、周正红、许艇执笔；第四章由王雄、王晶执笔；第五章由黄晓蓉、周正红执笔；第六章由朱水芳和生吉萍执笔，王晶负责全文润饰和附录选编。

国家质量监督检验检疫总局进出口食品安全局鲍俊凯副局长为本书作序，深表敬意。李季、陈义珍、郑晶、郑华、钱疆、黄文胜、陈红运、赵文军、马荣群同志提供了最新的实验素材，为本书的出版做了大量工作，付出了辛勤劳动，在此一并致谢。

由于近年来科技发展，先进检测技术在不断开发，新技术新方法不断涌现，尽管作者力求全面反映当前食品安全快速检测技术，分析展望今后的发展前景，但基于编者水平有限，合编时间仓促，疏漏和错误在所难免，衷心希望同行和读者批评、指正。

编 者

2002年7月

目 录

第一章 导论	1
第一节 食品安全及食品安全问题	1
一、食品安全	1
二、食品安全问题	1
第二节 食品安全快速检测方法现状与展望	4
一、食品安全快速检测方法现状	4
二、食品安全快速检测技术展望	7
第二章 检验技术基础知识	11
第一节 良好的实验室操作规范	11
一、GLP 内容概要	11
二、GLP 的特点	13
第二节 检验技术基本原则和要求	13
一、基本原则	13
二、检测技术操作的一般要求	13
第三节 样本采集与保存	14
一、基本概念	14
二、采样基本程序	14
三、采样的原则	14
四、采样方法	15
五、采样记录	18
六、样本保存	19
第四节 样本制备和前处理	19
一、样本制备	19
二、样本前处理	21
第五节 实验设计和数据处理	22
一、实验设计	22
二、数据处理	23
第六节 试剂要求和溶液浓度的基本表示方法	28
一、试剂要求	28
二、溶液组成	29
第三章 食品中有害化学物质快速检测方法	31
第一节 农药残留物和化肥污染物快速检测方法	31
一、概述	31
二、有机磷、氨基甲酸酯类农药残留快速检测方法	32
三、硝酸盐试纸快速检测方法	39

第二节 兽药残留快速检测方法	41
一、兽药残留概述	41
二、抗生素类药物残留简介	42
三、药物残留分析方法类型	47
四、抗生素残留快速检测技术	48
五、磺胺二甲基嘧啶快速测定	57
六、盐酸克伦特罗快速测定	60
第三节 食品中金属污染物的快速检验	63
一、概述	63
二、微波溶样技术	63
三、微波溶样——食品中金属污染物的快速测定	65
第四节 食品中合成着色剂的快速测定	71
一、概述	71
二、实验	71
第五节 食品中其他成分的快速检测	73
一、食用植物油酸价和过氧化值快速检测（速测卡法）	73
二、食品中亚硝酸盐的快速测定（速测盒法）	74
三、食品中甲醛的快速测定（试剂盒法）	75
四、酒中甲醇的快速测定	75
五、灭鼠药及可疑物质的快速测定	76
第四章 毒素快速检测方法	79
第一节 自然产生的毒素分析方法	79
一、贝类毒素的快速分析方法	79
二、鱼类毒素的检验	84
第二节 真菌毒素的快速分析方法	85
一、真菌毒素概述	85
二、亲和色谱法和酶联免疫吸附测定法简介	86
三、黄曲霉毒素快速分析技术	90
四、赭曲霉毒素快速分析技术	102
五、伏马毒素的快速分析技术	106
六、呕吐毒素快速分析技术	107
七、玉米赤霉烯酮快速分析技术	110
八、T-2 毒素快速分析技术	112
第三节 其他微生物毒素的快速分析方法	115
一、金黄色葡萄球菌肠毒素的快速分析	115
二、肉毒毒素的检验	118
第五章 食品中有害微生物快速检测方法	120
第一节 概述	120
第二节 微生物数量的快速检测	120
一、活细胞计数的改进方法	120

二、用于估计微生物数量的新方法	124
三、其他方法	126
第三节 食品中沙门氏菌的快速筛检方法	127
一、沙门氏菌显色培养基法	127
二、免疫学方法	127
三、分子生物学方法	140
四、自动化传导法 (automated conductance)	144
第四节 大肠杆菌 O ₁₅₇ : H ₇ 快速检测方法	147
一、E. coli O ₁₅₇ : H ₇ 鉴别培养基及显色培养基	147
二、免疫学检测方法	147
三、分子生物学方法	150
第五节 金黄色葡萄球菌的快速检测方法	150
一、金黄色葡萄球菌鉴别培养基	150
二、3M 金黄色葡萄球菌快速测试片法	151
三、金黄色葡萄球菌乳胶凝集试验	151
四、DNA 探针技术	153
第六节 李斯特氏菌快速检测方法	153
一、李斯特氏菌鉴别培养基和显色培养基	153
二、免疫学检测方法	154
三、分子生物学方法	160
第七节 弯曲杆菌快速检测方法	164
一、酶免疫检测方法	164
二、VIDAS 方法	166
三、乳胶凝集试验	166
四、PCR 方法	167
五、DNA 探针检测方法	167
第八节 致病性弧菌快速检测方法	167
一、显色培养基	167
二、PCR 方法	167
三、乳胶免疫试剂	167
第九节 其他检测方法和快速鉴定方法	167
一、厌氧菌检测装置	167
二、微生物快速鉴定系统	167
第六章 转基因食品快速检测技术	171
第一节 概述	171
一、转基因生物与转基因食品的发展历史与现状	171
二、转基因食品的安全性问题的由来	172
三、转基因食品检验分析技术的应用现状	172
第二节 免疫化学检测技术	176
一、血清学检测方法的原理	176

二、ELISA 快速检测方法	177
三、试纸条检测方法	178
四、快速检测试剂盒方法	181
第三节 用于转基因植物检测的核酸提取方法与探针制作技术	181
一、植物总核酸提取	181
二、植物总 DNA 提取	182
三、植物总 RNA 提取	187
四、核酸提取物纯度及浓度检测	189
五、探针制备	191
第四节 PCR 检测方法	194
一、PCR 种类及原理	194
二、PCR-ELISA 法	195
三、定量 PCR 方法	197
四、反转录 PCR (RT-PCR) 定性检测方法	200
五、复合 PCR 技术	201
第五节 基因芯片与转基因产品检测	201
一、基因芯片发现的基本概况	201
二、基因芯片在转基因产品检测中的应用	203
第六节 转基因产品实验室建设要求与质量控制	204
一、基因扩增实验室要求	204
二、基因扩增诊断实验室质量保证	206
三、实验室质量控制	207
主要参考文献	209
附录	211
一、英文缩写对照	211
二、欧盟推荐的转基因大豆和玉米的 PCR-RFLP 检测方法	212
三、德国推荐的转基因玉米定量检测程序——实时定量 PCR 技术检测抗虫转基因 玉米(Bt 176 玉米)	215

第一章 导 论

第一节 食品安全及食品安全问题

一、食品安全

1996年世界卫生组织（WHO）在其发表的《加强国家级食品安全性计划指南》中将食品安全性与食品卫生两个概念加以区别。食品安全被解释为“对食品按其原定用途进行生产和/或食用时不会对消费者造成损害的一种担保”，食品安全性强调食品中不应含有可能损害或威胁人体健康的物质或因素。食品卫生是指“为确保食品安全性和适合性在食物链的所有阶段必须创造的一切条件和采取的措施”，前者是目标，后者是达到目标的保障。在评价一种食品是否安全时，依靠一定的检测手段提供科学的依据，确定食品中的有害物质的含量和毒性，通过风险评估来考虑其是否造成对人体的实际危害。

目前我们提到的食品安全一般是指相对安全性。要求食品绝对安全是不可能的，绝对安全的食品是没有的。所谓相对安全性，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，我们在进行食品安全性分析时，应该从食品构成和食品科技的现实出发，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，适当食用数量，以及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。2001年瑞典斯德哥尔摩大学瑞典科学家通过对不接触丙烯酰胺（acrylamide）工作环境的人群进行调查，出乎意料地发现他们身体中含有高水平的丙烯酰胺。这一偶然的发现使瑞典研究者进一步对丙烯酰胺在食品中的可能出现进行观察，在包括炸薯条在内的油炸淀粉类食品中，发现含有丙烯酰胺致癌物。丙烯酰胺并不是一种新的有害物质，它只是决定我们生活健康食物中所含诸多物质中的一种，它在人们传统的制作方法中产生已经存在很长时间了。其实像这样的很多事是事先没有考虑到的。我们食用的大多数食品都可能含有不同水平的导致癌症的物质，但这并不意味着我们就不吃东西了。其实有很多引起癌症的原因，包括生活习惯、环境、吸烟等等，而一些人可能某些特殊的因素缺乏免疫力比其他人更容易得癌症。像丙烯酰胺一样，很多污染物不是一种直接的危害，食品中污染物任何可能的危害来自对其长期的摄入。

因此，食品安全性随着科学技术发展，涉及领域的扩大，将越来越突出。它也将随检测方法革新、临床毒理毒性研究、生产工艺设备改革、风险评估研究等的进步而不断强化和完善。食品安全问题对消费者的切身利益关系，也决定了消费者日益自觉地将作为指导饮食消费方式的原则以及选取、采购食品的首要取舍标准。

二、食品安全问题

20世纪80年代末以来，由于一系列食品原料的化学污染、疯牛病的暴发、口蹄疫疾病的出现和自然毒素的影响，以及畜牧业中抗生素的应用、基因工程技术的应用，使食品安全

问题为全世界所共同关注。食品安全问题已成为 21 世纪消费者面临的首要问题。中国加入 WTO 后，中国食品与国际食品的快速接轨，食品安全问题成为我国面临的重要挑战之一，这无论对农民、消费者，还是食品加工、经销企业来说都至关重要。与先进国家相比，中国在食品安全问题上还存在一定差距，无论是检验检疫方法、标准还是食品安全法规都还有待完善。同国际上重大食品安全事件相比，我国食品安全问题也存在着许多的隐患，稍不留意或不加努力就会出现重大问题。

食品安全问题主要集中在以下几个方面：微生物性危害、化学性危害、生物毒素、食品掺假以及基因工程食品的安全性问题，这也是国际社会普遍关注的。这些食品安全问题通常表现为食源性疾患。食源性疾患是通过摄食而进入人体的有毒有害物质（包括生物性病原体）所造成的食物中毒、肠道传染病、人畜共患传染病、寄生虫病等疾病。

在强调从农田到餐桌的安全评估控制管理体系下，过程分析可以较全面反映食品安全所涉及的危害。现代社会的快速发展在给人们带来丰富、高产的农产品同时，农产品种植养殖生长过程中使用农药、化肥、兽药等也给食用这些农产品的人类健康造成危害。农作物采收、存储或运输不当，发生霉变或微生物污染；食品加工、存储或运输不当，造成食品添加剂、重金属、微生物等污染，和/或发生食品腐败变质，都是食品安全的危害点。

全世界每年都有大量的农药施用于农作物。中国也是世界上农药生产和消费量较高的国家，由于多施和不按规定要求滥用农药，我国每年因农药而引起的食物中毒事件屡屡发生，特别是蔬菜中有机磷农药中毒。蔬菜中有机磷农药被人体吸收后，通过血液运到全身各个脏器，有机磷农药中毒后主要表现为出汗、肌肉颤动、心跳加快、瞳孔缩小等，严重的可导致中枢神经系统功能失常。我国有机磷农药残留超出国家标准的现象较为突出。目前，国内蔬菜中农药残留快速检测方法得到了广泛重视和应用，几种常用农药残留快速检测方法也已制定为国家标准推荐方法。

我国每年大量、超量或不合理地使用化肥于农作物上，使化肥在土壤中的残留越来越严重，肥料施用不当、滥用化肥生产的蔬菜对人类健康的威胁并不亚于在蔬菜上残留的农药。硝酸盐本身并没有毒，但在人的口腔和胃肠中会在细菌的作用下还原为亚硝酸盐。当食品中亚硝酸盐大量聚集则可能引起中毒，长期摄入，可诱发消化道系统癌变，如胃癌、肠癌。流行病学试验已经证明，硝酸盐和亚硝酸盐与食品中固有的胺类化合物是致癌物亚硝胺的前体物质，亚硝胺的诱癌时间随人体摄入量增多而缩短。由于偏施氮肥，我国蔬菜硝酸盐污染问题已相当严重，特别是叶菜类蔬菜，人体摄入的硝酸盐 85%~90% 来自蔬菜。1973 年 FAO/WHO 就制定了硝酸盐和亚硝酸盐的每日允许摄入量（Acceptable Daily Intake, ADI），分别为 3.6mg/kg 体重和 0.13mg/kg 体重；1995 年 FAO/WHO 食品添加剂联合专家委员会（JECFA）重新制定了硝酸盐和亚硝酸盐的 ADI 值，分别为 0~3.7NO₃⁻ mg/kg 体重和 0~0.06 NO₂⁻ mg/kg 体重（JECFA, 1995）。而 1995 年欧洲（EC）食品科学委员会（SCF）制定了硝酸根离子 ADI 值为 3.65（相当 60kg 体重的人 219mg/d）。按照 FAO/WHO 的 ADI 标准计算，中国大部分地区蔬菜中硝酸盐污染已相当严重。国家正在制定蔬菜中硝酸盐限量标准，以保障消费者的食用安全，同时也可以间接起到种植过程合理施用化肥的推动作用。

为了预防和治疗家畜和养殖鱼患病而大量投入抗生素、磺胺类等化学药物，往往造成药物残留于食品动物组织中，国内外发生的因兽药残留不安全引起的消费者中毒事件，增加了消费者对所食用畜产品的担忧和关注。兽药残留既包括原药，也包括药物在动物体内的代谢

产物。在食品中由于药物本身的副反应或耐药性细菌种群的增长，将增加潜在健康安全问题。目前氯霉素等抗生素兽药残留是欧盟各国对我国检验检疫的重点。近年，在我国由于盐酸克伦特罗（“瘦肉精”）兴奋剂可以使畜禽产生足够的瘦肉而被用在动物体内，从而使很多摄入残留“瘦肉精”的消费者引起中毒反应，产生心跳过快，心慌，不由自主颤抖、双脚站不住，心悸胸闷，四肢肌肉颤动，头晕乏力等神经中枢中毒后失控的现象，严重者甚至死亡。盐酸克伦特罗中毒潜伏期一般为 20min 到 4h，慢性特点会导致儿童性早熟。FDA/WHO 制定畜产品中盐酸克伦特罗的最高残留限量是肉、肝脏、肾、脂肪和奶分别为 0.2 μg ，0.6 μg ，0.6 μg ，0.2 μg ，0.05 μg 。

金属污染对食品安全性的影响非常重要，它属于化学物质污染的重要内容之一，人们较早就对金属的食品安全性问题加以了重视。据分析，重金属污染以镉最为严重，以粮食作物多见，其次是汞、铅等，非金属砷的污染也不可忽视。多数金属在体内有蓄积性，半衰期较长，能产生急性和慢性毒性反应，可能还会有致畸、致癌和致突变的潜在危害。目前，我国儿童金属铅污染较为严重。

毒素是目前极为重视的安全问题。毒素主要表现在自然毒素，如贝类毒素和真菌毒素。贝类毒素不易被加热所破坏，所以其危害性是相当大的。主要的贝类毒素包括麻痹性贝类毒素（paralytic shellfish poison, PSP）、腹泻性贝类毒素（diarrhetic shellfish poison, DSP）。PSP 毒素存在于世界范围之内，现已在鲑鱼内脏中，龙虾及许多蟹类中也发现了 PSP 毒素。PSP 毒素会引起神经系统的疾病，包括颤抖、兴奋及唇舌的灼痛和麻木感，严重时会导致呼吸系统麻木以致死亡。DSP 毒素目前在加拿大东岸、亚洲、智利、新西兰、欧洲等地区发现，可引起轻微的胃肠疾病，但它不是一种可致命的毒素。我国浙江、福建、广东等地曾多次发生贝类中毒，中毒症状主要表现为突然发病、唇舌麻木、肢端麻痹、头晕恶心、胸闷乏力等，部分病人伴有低烧，重症者则昏迷，呼吸困难，最后因呼吸衰竭窒息而死亡。导致中毒的是蚶子、花蛤、香螺、织纹螺等常食用的贝类。真菌存在于大多数的农产品中，真菌毒素直接或间接进入食物链导致动植物食品受到毒素污染。在众多的真菌毒素中，黄曲霉毒素是众所周知的最危险的毒素之一，是一种强致癌物。黄曲霉毒素常发生在花生、坚果等粮油类食品及其制品中，近年来我国频繁出现“毒大米”事件，即为黄曲霉毒素污染事件。所以，目前我国加大了对粮油食品的监督抽查力度，同时食品中玉米、花生及其制品中黄曲霉毒素含量成为欧盟各国对我国检验检疫的重点之一。为适应国内和国际形势要求，选择适当可行的方法检验黄曲霉毒素是当务之急。

生物技术产品的出现同样带来了安全性问题。如今，转基因食品早已摆上了人们的餐桌，比如人们大量食用的番茄，甜椒，大豆粉、大豆油等大豆制品。尽管目前还没有足够的证据证明转基因食品对人体有害，但有关转基因食品安全性引起人们的密切关注。目前人们所担忧的是转基因食品对人体健康的风险，转基因产品是否对人类无毒、无副作用，转基因产品与非转基因产品是否“实质等同”、无显著差异。由于生物技术产业高技术工程产品的安全性问题还不确定，较为一致的观点是生物技术产品对人类的健康和生态环境具有潜在风险。各国政府对转基因产品的态度和政策不同，美国、加拿大等国大量生产转基因产品，因而竭力支持其发展；欧盟各成员国、日本、澳大利亚、新西兰等国家以立法或其他形式要求出口国对转基因产品加贴标签，以保护消费者对产品是否含转基因成分的知情权，或以其他方式限制转基因产品的进口；欧盟管理基因改造产品销售与生产的法案，已于 2001 年由欧洲议会通过，该法案严格规定转基因食物、饲料、种子与药物的标识与监控。2002 年 5 月 9

日我国政府发布了《农业转基因生物安全管理条例》，2002年1月5日我国农业部发布了《农业转基因生物标识管理办法》、《农业转基因生物安全评价管理办法》和《农业转基因生物进口安全管理办法》三个管理办法，2002年4月8日卫生部发布了《转基因食品卫生管理办法》。

另外，无知或违法掺假如甲醛、雕白块、增白剂以及过量添加防腐剂、着色剂等，也是食品安全重要的问题。美国FDA于2002年2月11日生效了一项法规（section 417），进口到美国的食品必须注册，以防止出口国产品的不纯、掺假。随着新型的食品加工工艺、加工器具、包装材料等的应用，也给食品安全提出了新的问题，新食品的生产、流通、准备和摄入方式的改变使确保其安全面临新的挑战。

针对食品安全性存在的这些问题，对影响食品安全质量的有害物质进行快速测定日益重要起来。加强对现代食品安全的检验检疫、监督检查、质量控制，通过检验食品中有害物质含量，以保证食品安全、无毒。目前理想的准确、可靠、方便、快速、经济、安全检验方法是保障消费者身体健康的必不可少的重要措施。

第二节 食品安全快速检测方法现状与展望

一、食品安全快速检测方法现状

1. 食品安全快速检测方法

食品安全要得到保障，必须要有质量监督。质量监督离不开标准，通过食品标准来衡量食品质量。食品质量是指食品的食用性能及特征符合有关标准的规定和满足消费者要求的程度。食品的食用性能是指食品的营养价值、感官性状、卫生安全性。食品质量的体现要通过由有关权威部门发布的食品质量要求或食品质量的主要指标检测确定，即食品质量标准。食品质量必须满足消费者在心理、生理和经济上的要求，主要包括卫生安全、营养保健、感官享受、物美价廉等的需要，特别是安全与营养。要全面、正确评价食品质量必须获得食品中有害成分的种类和含量、营养成分的种类和含量、物理特性、感官指标。食品安全质量是食品质量的重要组成。食品安全是食品应具备的首要条件，其安全指标是构成食品质量的基础。食品安全指标主要包括：（1）严重危害人体健康的指标，如致病菌、毒素，必须严格按照标准的规定执行；（2）食品污染指标，包括化学和微生物污染指标，如农药残留、重金属、细菌总数、大肠菌群等；（3）食品掺杂使假指标；（4）安全指标，如转基因成分。

由于科学技术的发展，检验手段与方法多种多样，检测仪器越来越灵敏，检测方法的检测限也越来越低。如何采用最快捷、最经济、最准确的检验方法，是食品安全的一项重要研究内容。就目前的发展趋势看食品安全检测方法首先要体现快速，因为食品在生产、储存、运输及销售等各个环节，都有可能受到污染，都需要控制安全质量。食品生产经营企业、质控人员、质检人员、进出口商检、政府管理部门都希望能够得到准确而又及时的监控结果。总之，准确、省时、省力和省成本的快速检验方法是多方面都迫切需要的。

什么样的方法算是快速呢？快速检测方法首先是能缩短检测时间，以及在样品制备、实验准备、操作过程简化和自动化上简化方法。可以从三个方面来体现：一是实验准备简化，使用的试剂较少，如培养基的改进，而且容易得到，配好后的试剂保存期较长，能够制成稳定的混合试剂或培养基或辅基，如干燥纸片培养基、试粉等是快速分析的较佳选择；二是样品经简单前处理后即可测试，或采用先进快速的样品处理方式，如重金属检测中的微波消

解、黄曲霉毒素的亲层析法，以及快速先进的滤膜或滤柱技术等；三是简单、快速和准确的分析方法，能对处理好的样品在很短的时间内测试出结果，如硝酸盐试纸、酶联免疫试剂盒等。总之，当试剂采购备齐后，从试剂配制开始，包括样品处理时间在内，能够在几分钟或十几分钟内得到检验结果是最理想的，但这种方法目前还很少。作为理化检验，能够在2h内得出检验结果即可认为是较快的方法。作为微生物检验，与常规或传统的方法相比，能够简化试剂的配制和能够缩短1/2或1/3的时间就可得到检验结果的方法就可认为是较快的方法。对于生物分析采用酶联免疫法，能够在3~4h内得到检验结果，也是比较快速的检验方法。而且在微生物的快速检测技术上，很多方法已很成熟，已经受到AOAC的认可，并且部分成为了国际标准，如ISO方法。

在对检验仪器的选用上，不排除采用先进的分析仪器。只要条件许可，样品处理和测定能够在短时间内完成，即可归纳为快速检验方法之列。如便携式光度计，便携式气相色谱仪或台式微机极谱仪，原子吸收分光光度或荧光光度仪，色谱仪，PCR仪等。

食品安全快速检验，分为现场快速检验和实验室快速检验。从定性定量角度来看，食品安全快速检验，又分为定性快速筛选检验、半定量检验和全量检验。定性和半定量检验常用于现场检验，对半定量检验难以确定的结果，需送实验室作进一步的检验。有很多快速分析方法已经能达到定量要求。

除饮食营养不平衡外，影响食品安全的因素很多，包括微生物、生物毒素、有害残留物质（农药残留、兽药残留、硝酸盐等）、重金属、食品添加剂、包装材料释出物、放射性物质等。这也就决定了食品安全的快速检测方法的内容和要求。

本书所涉及的内容主要是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快速检测技术。所介绍的这些快速检测技术均在我国食品安全、质量监督检验部门和科研院所得使用，其中50%以上在基层就可使用。同时一些快速检测方法正在制订我国国家标准，如蔬菜中硝酸盐快速检测方法、食品中黄曲霉毒素快速检测方法等，还有的已经成为了国家标准方法，如细菌总数、大肠菌群检测方法、农药残留快速检测方法等。书中也有一些方法由于使用的是进口试剂盒、生物试剂或仪器，成率较高，而未能得到普及，比如转基因产品检测试剂盒等。

2. 食品快速检测方法现状

随着高科学技术发展和研究的深入，大量快速和采用现代技术的检测方法不断出现，这些新的快速方法，一般都缩短了传统检测方法的时间，能够较快地得到检测结果，并且操作相对简单。

控制农药残留对人体的危害，最为有效的方法之一是加强对食品中农药残留检测的力度。常用的农药残留理化分析方法不但要有昂贵的气相色谱等分析仪器，而且分析方法手续复杂。国内外诸多研究者开发研制了多种农药残留的快速测定方法，包括生物法和化学法。生物法采用的是生物材料，目前比较好的方法有活体生物测定法、分子生物学方法、生物化学测定法。活体生物测定法使用发光细菌或敏感性家蝇作为测定材料；分子生物学方法则采用免疫反应，如酶联免疫反应，使用特异性的酶联免疫试剂盒；生物化学测定法利用胆碱酯酶抑制原理，使用范围仅限于能抑制胆碱酯酶活性的农药。目前我国成型的农药残留快速测定方法：农药残留试纸法、酶片法、农药残留分光光度计法——抑制率法等均属于生物化学测定法类型；酶联免疫试剂盒法为分子生物学方法；另外还有通过前处理的简化提高了测定

效率的农药多残留扫描法。

目前，国内外化肥污染物硝酸盐快速测定方法主要有硝酸盐电极法、硝酸盐比色法、硝酸盐试粉试纸法。硝酸盐现场快速测定法是市场经济发展趋势，其特点是快速、稳定、灵敏、准确定量、携带方便。我国研究者在研究硝酸盐快速测定方法上已有很大的进展，研制出了硝酸盐试纸快速测定法。实验室常规分析方法需要半天至一天时间完成，而试纸快速测定方法不超过 10min（从样品前处理到出结果），与实验室方法相比较具有很好的相关性，相关系数达到 0.99。另外，只要样品前处理简单，离子色谱在某种意义上也能达到常规检测基础上的快速测定。

食品金属污染物的检验技术，特别是快速检验技术的发展，是食品安全检验技术发展的重要方向之一。金属污染物快速检测技术首先从样品前处理制备入手，通过有效缩短样品前处理时间达到快速测定的目的。因为随着各种高效、灵敏、快速的金属污染物分析仪器（分析方法）的不断出现，传统的样品制备技术与之相比已不相适应，成为快速检验技术发展的主要障碍。微波溶样技术的出现和快速发展，有了一种很好的快速的样品预处理技术与金属污染物的快速准确的检验技术相配合，在一定程度上缩短了常规方法时间，达到食品安全快速检验目的。另外，对金属的检测，人们也在试图通过试纸条等快速检测方法进行突破，有研究表明，铅检测试纸可达到最低检测限为 20mg/L。

在兽药残留检测方面，为了尽可能地保证供应不含残留药物的食品，需要有可以在各种各样复杂基质的检样中对含量非常低的残留药物进行检测的方法以及定量和鉴定的分析方法。兽药残留快速检测方法有抑制试验法、试剂盒法（酶联免疫法）、放射免疫测定法等。抑制试验是传统的实验方法，缺乏灵敏度和特异性，但通过改进，已由平皿法改为现在的试纸方法，如嗜热脂肪芽孢杆菌纸片法，大大缩短了分析的时间。近年来，国外许多公司将试剂盒方法商品化，使兽药残留快速检测得到发展，如美国 Charm 科学有限公司、荷兰 Gist-brocades 食品股份有限公司和美国 Neogen 公司生产的酶联免疫吸附试剂盒。放射免疫测定法也是发展起来的快速测定兽药残留的新方法，如美国 Charm 科学有限公司的 Charm II 6600/7600 抗生素快速检测系统即是现有的放射性免疫检测方法，可以以最快的速度同时检测同类药物中各种兽药在样品中的残留浓度之和，其中 β -内酰胺类、氯霉素类、四环素类、磺胺类、邻氯青霉素及碱性磷酸酶这六项检测已被 FDA 认可，检测的样品包括动物和鱼类的肌肉组织、蛋类、饲料、蜂蜜、尿、血样、水、水果、蔬菜、谷物等。

对食品中黄曲霉毒素快速、有效的检验方法可以检测食品中是否受黄曲霉毒素的污染。通过检验食品中的黄曲霉毒素含量，以保证消费者食用的食品不含黄曲霉毒素。传统黄曲霉毒素分析一般采用薄层色谱法（TLC）、高效液相色谱法（HPLC）。TLC 虽然简便，但灵敏度差；HPLC 虽然灵敏度高，但样品前处理烦琐，操作复杂，时间长。免疫亲和柱法和免疫化学法是近年来用在黄曲霉毒素快速检测的有效方法，虽然都可达到快速简便的效果，但免疫化学法仅能检测单一毒素（如黄曲霉毒素 B₁）含量，而且易出现假阳性结果，难以控制。黄曲霉毒素酶联免疫试剂盒在我国已研制成功。我国标准推荐方法中已有黄曲霉毒素酶联免疫快速检测食品、饲料黄曲霉毒素 B₁，但它的检出限较高，而且容易出现假阳性结果。免疫亲和柱法（包括荧光光度法和 HPLC 法）却能达到既定量准确又快速简便的要求，黄曲霉毒素免疫亲和柱净化高效液相色谱法比传统的 HPLC 法更加安全、可靠、快速，灵敏度和准确度高。目前黄曲霉毒素免疫亲和柱净化高效液相色谱法和荧光光度法正在制定国家标准推荐方法。

对于贝类毒素的测定，目前由于毒素的缺乏显得难以进行。在贝类毒素检测中，虽然也出现了使用酶联免疫快速分析方法，但由于易出现假阳性结果，难以控制等种种原因而不能得到推广。目前小鼠生物试验法检测麻痹型贝类毒素和腹泻型贝类毒素还是常使用的分析方法。

近年来，随着生物技术的快速发展，新技术新方法在食品微生物检验领域得到了广泛应用，有效地提高了检测效率和检验速度。现行一些快速检测方法用于微生物计数、早期诊断、鉴定等方面，大大缩短检测时间，提高了微生物检出率。微生物快速方法包括微生物学、分子化学、生物化学、生物物理学、免疫学和血清学等方面及其它们的结合应用。我国科技检测工作者在微生物快速检测方面做了大量工作，如大肠杆菌试纸片法已经列为国家标准推荐方法；液体奶制品中大肠菌的快速检测方法研制成功，通过样品同含有荧光基团的培养介质底物相结合后测定荧光值来表征样品中有大肠菌存在与否；电阻抗法快速检测食品中沙门氏菌方法也有突破，通过对沙门氏菌选择培养基四硫磺酸盐煌绿增菌培养基（TTB）的改进，加入氧化三甲胺以增加培养基的电阻抗变化灵敏度，通过培养基电阻抗降低的百分比判定沙门氏菌的存在，对于阴性结果能在48h内快速、可靠地检测食品中的沙门氏菌。微生物快速检测方法很多都很成熟，包括自动酶联荧光免疫检测系统（VIDAS）筛选法、荧光酶免疫分析筛选方法、酶联免疫吸附法（ELISA）、金标免疫分析方法、DNA探针检测法、聚合酶链反应（PCR）技术等。在AOAC方法中已经有很多是快速检测方法，在本书中也主要是以近几年权威的AOAC微生物快速测定方法为例，具体见第五章。

目前，对转基因产品的检测提到日程。国内外转基因检测方法有三种，第一种是以核酸为基础的PCR检测方法，包括定性PCR、实时荧光定量PCR、PCR-ELISA半定量和基因芯片等方法；第二种是检测外源基因的表达产物——蛋白质检测方法，分为试纸条、ELISA和蛋白芯片三种方法；第三种是利用红外检测转基因产品化学及空间结构。以核酸为基础的PCR检测方法，是目前国内外检测生物技术产品最常采用的方法。PCR检测方法用于检测原料、加工产品、食品及饲料中被插入的外源基因，具有准确、检测限低、适用范围广等特点。定性PCR和PCR-ELISA半定量检测方法所需设备较简单，快速，但定性PCR结果要进一步进行验证，包括DNA测序、酶切和杂交等，从而易造成操作过程的污染；定量PCR能较准确地进行定量，减少了假阴性和假阳性的可能性，但需要的仪器设备昂贵；基因芯片技术可以同时检测多个外源基因，可以满足生物技术产品检测鉴定品系的要求，但目前芯片技术尚不成熟。目前以蛋白质为基础的转基因产品检测方法只能用于转基因农产品原料检测，其中的试纸条检测方法为粗筛方法，适合现场检验；ELISA方法可以进行定性和半定量，所需检测设备简单；蛋白芯片具有和基因芯片一样的优点，目前还不够完善，但具有发展前景。目前红外光谱仪进行生物技术产品检测还在研究中，只能用于原料产品的检测，该方法具有非常简便快速特点，但必须有标准物质做成标准谱图。

总之，食品安全快速检测技术正在迅猛发展，不同领域进展不尽相同，但其应用价值日显突出。快速检测方法已经成为发展的必然。

二、食品安全快速检测技术展望

新世纪世界性科技革命正在形成，各国都在加速技术创新和科技进步。从定性和定量检测技术两方面出发，准确、可靠、方便、快速、经济、安全检测方法是食品安全检测的发展方向，尽可能使快速检测技术的灵敏度及准确度要能达到标准限量要求，至少

要与标准方法检测结果相当，能在较短的时间内检测大量的样本，还必须具有实际推广应用价值。

食品安全事件全球范围的发生，使食品安全快速检测技术被各个国家所重视。很多快速检测方法被纳入各个国家的标准方法。食品安全快速检测技术在出口贸易中发挥重要作用。在进出口商品检测中，快速检测方法起到了重要作用，提高了工作效率，减少了不必要的浪费。美国 AOAC 已经采纳了很多微生物快速检测技术，但多数是 ELISA 方法，PCR 方法也在微生物检测中得到应用。就目前高技术的发展来看，生物技术将在食品安全快速检测中得到广泛应用，其中生物芯片技术是主要发展方向。生物芯片的设想最早起始于 20 世纪 80 年代中期，20 世纪 90 年代美国 Affymetrix 公司实现了 DNA 探针分子的高密度集成，即将特定序列的寡核苷酸片段以很高的密度有序地固定在一块玻璃、硅等固体片基上，作为核酸信息的载体，通过与样品的杂交反应获取其核酸序列信息。生物芯片由于采用了微电子学的并行处理和高密度集成的概念，因此具有高效、高信息量等突出优点。生物芯片技术广泛用在食品安全、环境、医药等领域。加拿大 Umedik 公司研制的生物芯片技术用在食品安全检测方面取得了突破，具有的检测限低、高灵敏度和特异性在当今快速检测领域是罕见的，只需要 5 μ L 样品就可以定量进行诊断，同时具有费用低、可重复操作等特点。生物芯片检测技术与不同方法检测 *E. coli* O₁₅₇ 比较见表 1-1。由于生物芯片技术通过微加工工艺在厘米见方的芯片上集成有成千上万个与生命相关的信息分子，它可以对食品中的各种污染物的生物化学反应过程进行集成，从而实现对食品安全的高效快捷的测试和分析。

表 1-1 检测 *E. coli* O₁₅₇ 不同方法的比较

公司	产品	技术	定量	培养时间/h	得出结果时间/h	检测限/(CFU/25g)	I/D/M	每个测试价格/美元	仪器价格/美元	多病原菌测试
3M	Petrifilm™	琼脂培养基	✓	48	48.2	1	M	10.58		✓
BioMerieux	VIDUS®	自动 ELISA	×	24	25	1	I/D/M	8	36000	✓
BioControl	VIP®	Lateral Flow	×	18	18.2	1	D	8.5		✓
Neogen	REVEAL®	Lateral Flow	×	8	8.4	1	D/M	7.3		✓
Organon Tecknika	EHEC-Tek®	ELISA	×	30	32		D	11.82		×
Qualicon	BAX®	PCR	×	24	28	1	I/D	8.5	35000	✓
Umedik, Inc	FAST-Q® System	生物芯片	✓	8	8.3	1	I/D/M	7.5	4500	✓

注：I=Instrument, D=Device, M=Media.

资料来源：Umedik, Inc 公司

在对新的生物技术产品的检测方面，美国、加拿大、德国、爱尔兰、葡萄牙、日本、韩国等国家在转基因产品检测上建立了快速方法，有些被定为国家标准方法；2002 年 FAO/WHO 食品法典委员会政府间工作组在日本召开了分析方法工作组第七次会议，提交了检测转基因大豆、玉米的 PCR 方法和 ELISA 方法。转基因产品的 PCR 方法、ELISA 方法和红外光谱仪法比较见表 1-2。虽然目前蛋白芯片、基因芯片和红外光谱仪等技术只能检测原