

SHIPIN FENXI YU SHIPIN ANQUAN

食品分析 与食品安全

柴兰琴 李晓军 编著



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

食品分析与食品安全

柴兰琴 李晓军 编著

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内 容 提 要

食品是人类生活中不可缺少的一类特殊物质,是维持人体生命活动所必需的各种营养物质和能量的最主要来源,并且以其所特有的色、香、味、质地及口感给人们以愉悦的感官享受。随着食品工业和食品科学技术的不断发展,对食品品质和卫生要求也越来越高,因此对食品的成分分析与食品的安全性也提高到非常重要的地位。本书共分八章,以食品安全为主线,重点对食品分析基础知识、食品的感官分析和物理检验、食品一般成分的分析、食品添加剂的测定、食品中有害成分的测定、转基因食品和新资源食品的安全性以及食品安全的控制与保障等方面进行了介绍和探讨,力求简明扼要,同时注重知识的系统合理性及新颖性。本书既有利于教师实施教学的基本要求,又有利于拓宽学生知识面。

本书可作为高等院校非食品科学类各专业的食品分析与食品安全、食品质量与安全、食品安全性与检测、食品化学教材,也可供食品科学与工程、食品卫生检验、食品质量与安全、生物化学、应用化学、化学工程与工艺等专业或专业方向对食品问题感兴趣的师生以及从事食品研究开发工作的人员、各类食品企业和研究所等单位的有关科学技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

食品分析与食品安全 / 柴兰琴, 李晓军编著. — 成都: 西南交通大学出版社, 2010.8
ISBN 978-7-5643-0754-7

I. ①食… II. ①柴… ②李… III. ①食品分析—高等学校—教材②食品卫生—高等学校—教材 IV. ①TS207.3②R155.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 145274 号

食品分析与食品安全

柴兰琴 李晓军 编著

责任编辑	牛 君
特邀编辑	陈慧清
封面设计	本格设计
出版发行	西南交通大学出版社 (成都二环路北一段 111 号)
发行部电话	028-87600564 87600533
邮 编	610031
网 址	http://press.swjtu.edu.cn
印 刷	四川经纬印务有限公司
成品尺寸	185 mm×260 mm
印 张	13.125
字 数	326 千字
版 次	2010 年 8 月第 1 版
印 次	2010 年 8 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-0754-7
定 价	19.80 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

食品是人类生活中不可缺少的一类特殊物质，是维持人体生命活动所必需的各种营养物质和能量的最主要来源，并且以其所特有的色、香、味、质地及口感给人们以愉悦的感官享受。此外，有的食品还具有预防及治疗疾病，提高人体免疫能力的功能。但是人们在食用食品的同时，不可避免地会摄入食品中可能存在的有害物质，俗话说“病从口入”，所以说食物也是有害物质进入人体的媒介之一。食品卫生与人民健康的关系极为密切。随着食品工业和食品科学技术的迅猛发展，对食品品质和卫生要求也越来越高，因此将食品的分析与食品的安全性也提高到非常重要的地位。

随着生活水平的不断提高，人们不再满足于“吃饱、吃好”，而追求安全、科学、营养均衡、吃出健康和长寿的生活理念在不断增强。近年因食物中毒、污染而造成的重大损失和危害常见于报端，涉及社会、经济、政治等各方面，引起人们对食品安全性的空前关注。因此，消费者迫切需要各种富有营养、安全可口、味道鲜美、有益健康的高质量食品的出现。无论是食品企业、广大消费者还是各级政府管理机构以及国内外的食品法规，都要求食品科学工作者监控食品的化学组成、物理性质和生物学特性，以确保食品的品质和安全性。解决食品安全问题的关键在于管理和法制，根本在于科技和教育。新的加工工艺和设备、新的包装材料、新的储藏和运输方式等都会给食品带来新的不安全因素。但我们相信随着科学的发展和技术的进步，新的检测程序和安全保障系统将得到进一步完善，我们餐桌上的食品将更加营养、更加可口、更加安全。

本书共分八章，以食品安全为主线，重点对食品分析基础知识、食品的感官分析和物理检验、食品一般成分的分析、食品添加剂的测定、食品中有害成分的测定、转基因食品和新资源食品的安全性以及食品安全的控制与保障等方面进行了探讨，力求简明扼要，同时注重知识的系统合理性及新颖性。本书既有利于教师实施教学的基本要求，又有利于学生开阔视野，了解食品化学科学发展的新动向。

根据工科院校的培养目标，工科化学专业的学生在学习基础课之后，要学习相关选修课程，因此我们编著了本书，目的是为相关专业的高年级本科生提供一本有关食品分析与食品安全基础知识的教材。本书也可供高等院校对食品问题感兴趣的师生以及从事食品研究开发工作的人员、各类食品企业和研究所等单位的有关科学技术人员阅读参考。

本书由柴兰琴主编，由柴兰琴、李晓军负责统稿。在本书的编写过程中，得到了家人的大力支持和帮助，许多专家也为本书提出了宝贵意见，在此表示最诚挚的感谢！

限于编者的水平及时间所限，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2010年3月

目 录

第一章 绪 论	1
第二章 食品分析基础知识	11
第一节 样品的准备	11
第二节 样品的预处理	14
第三节 食品分析方法的选择	16
第四节 食品分析的误差和数据处理	17
第五节 国内外食品分析标准简介	21
阅读材料	24
思考题	27
第三章 食品的感官分析和物理检验	28
第一节 食品的感官分析	28
第二节 食品的物理检验	35
阅读材料	46
思考题	49
第四章 食品一般成分的分析	50
第一节 水分的测定	50
第二节 灰分的测定	56
第三节 酸度的测定	59
第四节 脂类的测定	64
第五节 碳水化合物的测定	70
第六节 蛋白质的测定	85
第七节 维生素的测定	94
阅读材料	104
思考题	106
第五章 食品添加剂的测定	109
第一节 概 述	109
第二节 食品中防腐剂的测定	111
第三节 甜味剂糖精钠的测定	114
第四节 发色剂——硝酸盐和亚硝酸盐的测定	117
第五节 漂白剂的测定	119

第六节 食用合成色素的测定	123
第七节 抗氧化剂的测定	128
阅读材料	131
思考题	133
第六章 食品中有害成分的测定	134
第一节 食品中农药残留量的测定	134
第二节 食品中黄曲霉毒素的测定	138
第三节 食品中有害元素的测定	142
阅读材料	148
思考题	152
第七章 转基因食品和新资源食品的安全性	153
第一节 转基因食品的安全性	153
第二节 新资源食品的安全性	158
阅读材料	160
思考题	162
第八章 食品安全的控制与保障	163
第一节 食品安全控制体系	163
第二节 食品安全面临的机遇与挑战	171
阅读材料	177
思考题	180
附录	181
附录一 中华人民共和国食品安全法	181
附录二 新资源食品安全性评价规程	196
附录三 新资源食品管理办法	199
参考文献	202

第一章 绪 论

“国以民为本，民以食为天，食以安为先，安以质为重，食品质量是关键”。食品是人类生活中不可缺少的一类特殊物质，是维持人体生命活动所必需的各种营养物质和能量的最主要来源，并且以其所特有的色、香、味、质地及口感给人们以愉悦的感官享受。此外，有的食品还具有预防及治疗疾病，提高人体免疫能力的功能。但是人们在食用食品的同时，不可避免地会摄入食品中可能存在的有害物质，俗话说“病从口入”，所以说食物也是有害物质进入人体的媒介之一。食品品质的好坏，首先要考虑其含有营养物质的种类和含量，是否有对人体有毒有害的物质存在以及食品的感官性状如何。食品分析和食品安全就是研究和评定食品品质及其变化，食品是否安全、营养和适宜的一门学科。

食品卫生与人民健康的关系极为密切。随着食品工业和食品科学技术的不断发展，对食品品质和卫生的要求也越来越高，因此将食品的分析与食品的安全性也提高到非常重要的地位。

一、“食品分析和食品安全”的研究内容

随着生活水平的不断提高，人们不再满足于“吃饱、吃好”，追求安全、科学、营养均衡、吃出健康和长寿的生活理念在不断增强。因此，消费者迫切需要各种富有营养、安全可口、味道鲜美、有益健康的高质量食品的出现。通常，人们根据食品的化学组成以及色、香、味等物理特性来确定食品的营养价值、功能特性，并决定是否购买。所以，无论是食品企业、广大消费者还是各级政府管理机构以及国内外的食品法规，都要求食品科学工作者监控食品的化学组成、物理性质和生物学特性，以确保食品的品质和安全性。

“食品分析和食品安全”是专门研究食品成分的物理特性、化学组成及含量的测定方法、分析技术及相关理论，进而科学评价食品质量的一门技术性学科。“食品分析与食品安全”是食品质量与安全、食品科学与工程、食品营养与检验教育等专业的一门必修课程。它是建立在无机化学、有机化学、分析化学、物理化学、仪器分析、生物化学、物理学、数理统计学、微生物学、食品化学等学科的基础之上而发展起来的一门独立的学科。“食品分析和食品安全”始终贯穿于原料生产、产品加工、储运和销售的全过程，实行的是全过程检测，是食品质量管理与食品质量保证体系的一个重要组成部分。“食品分析和食品安全”在食品的质量监控、营养评价、膳食结构的合理安排、食品中有害成分的分析、伪劣食品的检测、研发新资源食品、维护消费者的权益、保障人们身体健康以及满足人民日益增长的物质生活需求等方面起着不可估量的作用。因此，要求食品分析工作者根据样品的性质和分析项目、分析目的和任务，优先选择国家标准或国际标准方法，进行样品的制备和准确的操作，正确地处理分析数据，并且获得可靠的分析结果。

“食品分析和食品安全”主要研究以下几方面的内容。

（一）食品营养成分的测定

根据早期的研究，衡量食品品质的标准是食品必须含有适量的水分、灰分、矿物质、碳水化合物、蛋白质与氨基酸、脂肪和有机酸等主要成分，它们的成分含量基本上表示了食品的营养品质。因此，这些成分的测定是食品分析的主要内容。

后来，人们逐渐弄清了食品中还有许多含量很低而对营养起着重要作用的微量成分，例如各种维生素以及维持生命活动所必需的微量元素。不同食品所含营养成分的种类和含量各不相同，而能够同时提供各种营养成分的天然食品是很少的，人们必须对饮食进行合理的搭配以获得较全面的营养。根据食品营养标签法规的要求，所有食品的商品标签上都要注明该食品的主要原料、营养成分和热量等信息，保健性食品或功能性食品还要注明其特殊因子的名称、含量及简单介绍。从1987年以来，我国每年被美国海关扣留的食品批次中，25%左右并非质量不良，而大多数是因为标签不符合“美国食品标签法”的规定而遭销毁或退货。因此，完善技术标准，提高检验检测水平，采取积极措施来加快国内法规的建立，已经势在必行。要研究解决这些问题，也有赖于食品分析。

（二）食品安全检验

食品安全关系到人的生命安全，食品安全检验的责任重大。它包括对食品中有害物质或限量元素的分析，如对各类农药残留（如有机氯农药 DDT 和“六六六”）、兽药残留、霉菌毒素残留、各种重金属（如汞、铅、镉等）、食品添加剂含量、环境有害污染物、食品生产过程中有害微生物和有害物质的污染（如食物在熏烤、油炸等加工过程中可能受致癌物质 3,4-苯并芘的污染），以及食品原料和包装材料中固有的一些有毒有害物质（如包装材料印刷油墨中的多氯联苯和包装用纸中的荧光增白剂等）的检测等。

食品的安全性是食品应该具备的首要条件，其安全指标是构成食品质量的基础。食品安全检验离不开有关权威部门发布的强制性食品质量标准，因此，食品安全检验有其特殊性。食品生产加工过程所用的辅助材料和添加剂，一般都是工业产品，其品种和质量规格一般都由国家规定，应该严格遵守。特别是食品添加剂，本来是为了改进食品的色、香、味或防止食品变质而加入的，但如果所用的品种和数量不当，未能严格遵守国家法律法规，反而会使食品质量变差甚至不能食用。因此，对食品添加剂的检测，也是食品分析的重要内容。

食品的污染来源，一是由于环境污染所造成的食品原料的污染，二是食品在加工过程中被污染，两者都可能在食品质量上造成严重的后果。

为了保障人体健康，国家制定了相应的食品卫生标准和一系列食品安全卫生法规，对食品质量及其中有害物质的最高允许含量都做了明确的规定。食品生产单位必须严格遵守。由于现代科学技术的快速发展和人们对食品安全性要求的不断提高，要求检验方法的检测限度越来越低，新的检测方法和技术不断涌现，新型检测仪器不断问世。如何用快速、准确、简单、经济的方法进行检验，是食品安全检验的一项重要研究内容。其中，首要问题是快速。因为食品安全检验贯穿于食品生产的全过程，在生产、储存、运输、销售、流通等环节中，都有可能受到污染，都需要进行安全检验。食品加工企业、质检人员、政府管理部门都希望能够尽快得到准确的测定结果。所以，准确经济的快速分析方法是政府有关部门、食品生产企业以及消费者等方面都迫切需要的。

（三）食品的感官分析和物理检验

各种食品都有一定的感官特征。消费者习惯上都凭感官来决定食品的取舍。但是感官鉴定无疑带有主观性，感官认为良好的食品，不一定符合营养和卫生要求。某些有害物质不一定影响人们对食品的感觉。但食品给人们感官印象的指标，如色泽、组织状态、风味、香味和有无杂物等，古今中外，都是食品的重要技术标准。食品分析绝不可忽视这些感官鉴定项目。

目前，对广大消费者来说，美味可口仍然是选择食品的主要标准。尽管人们当前已经发明了电子鼻、电子舌等现代先进的检测设备，但始终代替不了人们的感觉器官。有时候，最直接、最简便、最可靠的检测方法是人们通过感官分析来确定食品的品质。例如，一箱苹果一打开，苹果上布满点点褐斑，有的已经腐烂，“看一眼”即可快速判定该食品不可食用，不需要对该食品再进行诸多指标参数的具体分析。所以，食品质量检验标准中都制定有相应的感官分析和物理检验指标。

（四）转基因食品的检验

转基因生物（Genetically Modified Organisms, GMO）是指遗传物质通过转基因技术改变，而不是以自然增殖或自然重组的方式产生的生物，它包括转基因植物、转基因微生物和转基因动物三大类。转基因食品（Genetically Modified Foods, GMF）是指用转基因生物制造或生产的食品、食品原料及食品添加物等。例如用转基因大豆为原料生产的豆油就是转基因食品。

转基因作物不仅可以解决人类的食品短缺问题，还可以增加食品的种类，改进食品的营养成分，延长货架期，增加作物的抗虫害、耐严寒、抗高温、耐盐碱、抗倒伏、抗除草剂的能力等。因此，通过转基因所生产的作物，能够丰富生物品种的多样性。转基因技术为满足人们日益增长的物质需要提供了新的途径，具有潜在的巨大的经济效益和社会效益。近年来，转基因作物及由这些作物加工而成的转基因食品以难以想象的速度迅猛发展，世界各国试种的转基因植物已接近 5 000 种。转基因食品对人及动物的健康，以及对生态环境的影响，自转基因技术出现以来，就一直是世界各国及联合国等国际组织关心的焦点问题，关于转基因产品的潜在生态风险及对人体健康影响的争论也日趋尖锐。目前人们所担忧的转基因的风险主要集中在三个方面：一是人体健康风险，转基因产品是否对人类无毒、副作用，转基因食品与非转基因食品是否“实质等同”、无显著差异；二是生态环境风险，转基因生物是否会对环境造成影响，特别是长期的生态问题；三是社会伦理道德风险，转基因生物是否会对物种进化及人类社会造成灾难。这些担忧不仅来源于转基因技术的不成熟性及其产品品质安全的不确定性，更来源于转基因技术对人类社会经济影响的不可预见性，这需要大量的实践和较长的时间才能加以证明。

转基因食品是利用新技术创造的产品，也是一种新生事物，人们自然对食用转基因食品的安全性有疑问。1993 年经济发展合作组织召开了转基因食品安全会议，会议提出了《现代生物技术安全性评价、概念与原则》的报告，报告中的“实质等同性原则”得到了各国的认同。为确保安全，2000 年联合国通过了《生物安全议定书》，确认了预先防范原则，各国对转基因食品都采取了限制或禁止进口活的转基因产品的政策。2000 年和 2001 年在日

本召开的世界食品法典委员会（CAC）针对转基因食品政府间特别工作组会议对“实质等同性原则”给予了充分的肯定。我国规定“绿色食品”不能用转基因生物为原料，生产的转基因食品必须在包装上标明。为确保非转基因食品不被转基因食品污染，世界各国都要求转基因食品从研究、生产、储存、运输、销售、进出口等环节进行全程的“跟踪”检测，转基因食品的检验分析已成为各主要贸易国的一项重要工作，许多国家专门建立了国家级转基因食品检测实验室，不但能够确认转基因产品的种类和成分，还可以测定有关转基因成分的含量。

（五）食品掺伪分析

食品掺伪是食品掺杂、掺假和伪造的总称。随着我国经济的快速腾飞和食品加工业的快速发展，名优特产食品和保健类功能性食品层出不穷，不断丰富和满足了人民的生活需求。但由于有关食品安全的法律法规还不够健全，一些食品及其成分检验还缺乏灵敏有效的强制性标准，加之一些地方市场经济管理体系较为混乱，食品检验功能和执法落实还不到位，使得一些不法分子为牟取暴利在食品中掺杂、掺假和伪造的非法经营活动时有发生，对人民群众的身体健康构成了极大的威胁。因此，进行食品掺伪分析是食品分析的一项极其重要的内容。加强食品质量和安全管理是时代的要求，及时进行食品掺伪检验势在必行，任重而道远。

二、食品分析的方法

食品分析的方法很多，根据分析的原理和所用仪器的不同可以分为化学分析法和仪器分析法。化学分析法常用来测定质量分数大于 1% 的常量组分，仪器分析法较为灵敏、准确和易于自动化，常用来测定样品中的微、痕量组分。仪器分析法是现代食品分析的发展方向，主要包括：① 电化学分析法；② 光化学分析法；③ 色谱分离分析法；④ 免疫分析和微生物分析法等。近代分析技术，特别是自动化技术已逐步被用于食品分析领域，这可以使分析过程加快，减少人为的误差，可以一次测定一种固定的组分，也可以一次测定多种组分。例如，对蛋白质、脂肪、糖、纤维等组分有各种专用的自动测定仪；对牛奶中的脂肪、蛋白质、乳糖等多种组分，有全自动全能牛奶分析仪；对农药残留量，可用气相色谱仪；对微量重金属，可用原子吸收分光光度计；对多氯联苯，可用气液色谱-质谱联用计；对黄曲毒素，可用荧光薄层扫描计。此外，食品分析尤其是食品中痕量元素的测定方法还有分光光度法、荧光光谱法、中子活化法、溶出伏安法、极谱法和高效液相色谱法等。建立在化学分析基础上的各种仪器分析方法，各有特点，并且可以相互补充。

本书食品分析部分包括食品的感官分析和物理检验、食品一般成分分析与食品添加剂以及食品中有害成分等的检测，所用的方法涉及常用的化学分析法和仪器分析法。

三、食品安全的概念与内涵

《中华人民共和国食品安全法》规定：“食品安全，指食品无毒、无害，符合应当有的营养要求，对人体健康不造成任何急性、亚急性或者慢性危害”。安全、营养、适宜是食品的三个基本要素，安全位于首位，是对食品的基本要求。

1996 年世界卫生组织（WHO）在其发表的《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。食品安全性被解释为“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该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，需要依靠一定的检测手段提供科学的依据，以确定食品中的有害物质的含量和毒性，再通过风险评估来判断其是否会对人体造成实际危害。

食品安全包括食品卫生、食品质量、食品营养等相关方面的内容和食品（食物）种植、养殖、加工、包装、储藏、运输、销售、消费等环节。无论是发达国家还是发展中国家，食品安全都是企业和政府对社会最基本的责任和必须做出的承诺。食品安全与生存权紧密相连，具有唯一性和强制性，通常属于政府保障或者政府强制的范畴。近年来，国际社会逐步以食品安全的概念替代食品卫生、食品质量的概念，更加突出显示了食品安全的政治责任。在经济学上，“食品安全”指的是有足够的收入购买安全的食品。中国农业大学何宇博士曾经对农村消费环境做过调查。他指出，如今广大农村已经成了问题食品的重灾区，假冒伪劣食品出现的频率高、流通快、范围广，不法商人制假售假的手段和形式也更高明、更隐蔽。农村消费者的经济收入有限，自我保护意识不强，维权能力较弱，而且随着我国城市化进程的加快，这一现象已经扩大到一些城市的城乡结合部和城市下岗失业人群。

食品安全包含绝对安全和相对安全两个概念。绝对安全是指不会因食用食物而发生危及健康的问题，即食品绝对没有风险。相对安全是指一种食物或食物成分在合理食用和正常食用量下不会对健康有损害。在实际生活中，影响食品安全的因素是多方面的，要求食品绝对安全几乎是不可能实现的。任何食物或食物成分，尽管对身体有益或者其毒性微乎其微，但如果食用过量或食用方式不当，都可能危害健康，甚至危及生命。此外，生物体存在较大的个体差异，某些食品如鸡蛋、牛奶、鱼等对大多数人来说是美味佳肴，而对某些人却是过敏反应的诱发因素，对这些个体来说，上述食物就是不安全的。因此，我们在进行食品安全性分析时，应该从食品最基本构成出发，在现有的先进检测手段下，力求把可能存在的风险降低到最低限度，科学保护消费者的利益。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年瑞典科学家曾经做过一项调查研究，他们对不接触致癌物质——丙烯酰胺工作环境的人群进行了调查，结果出乎意料地发现他们身体中含有高水平的丙烯酰胺。这一意外的发现使瑞典科学家对丙烯酰胺在食品中出现的可能进行了进一步的调查研究，结果在包括炸薯条在内的油炸淀粉类食品中发现丙烯酰胺。2007年5月23日，香港消委会与食品安全中心在样本检测中发现，“肯德基家乡鸡脆薯”、“麦当劳中薯条”中均含有丙烯酰胺。丙烯酰胺并不是一种新的有害物质，它在人们传统的食品制作方法中产生，并且已经存在很长时间了，只是我们没有意识到而已。我们食用的大多数食品都可能含有不同水平的致癌物质，但这并不意味着我们就不吃东西了。其实引起癌症的原因有很多，包括饮食习惯、吸烟、生活环境等因素，而有些人可能由于某些特殊的原因使自身缺乏免疫力而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，食品中的污染物会对人体造成危害主要是由于对其长期的摄入。

因此，食品安全性随着科学技术的发展以及涉及领域的扩大将越来越突出。它也将随着

食品检测方法的革新、临床毒理毒性的研究、新资源食品的研发、风险安全性评价等方面的进步而不断地得到强化和完善。食品安全是保障人们身心健康的需要，也是提高食品在国内外市场上竞争力的需要，同时也是保护和恢复生态环境，实现可持续发展的需要。

四、国内外食品安全概况及反思

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、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，无论对农民、消费者，还是食品加工及食品经销企业来说食品安全都是至关重要的。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。

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、食品掺假以及转基因食品的安全性问题，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地反映食品安全所涉及的危害。农产品在种植、养殖的过程中，会因为大量使用农药、化肥、兽药等给食用这些农产品的人类的健康造成危害；农作物采收、存储或运输不当，会发生霉变或微生物污染；食品加工、存储或运输不当，会造成食品添加剂、重金属、微生物等污染，也会使食品腐败变质。

全世界每年都有大量的农药施用于农作物。世界各国都存在着不同程度的农药残留问题，农药残留会导致几方面危害。首先是对人体健康的影响。食用含有大量高毒、剧毒农药残留的食物会导致急性中毒事故；长期食用农药残留超标的农副产品，虽然不会导致急性中毒事故，但可能引起慢性中毒，导致疾病的发生，甚至影响到下一代。其次是药害影响农业生产。由于不合理使用农药，特别是除草剂，导致药害事故频繁，经常引起大面积减产甚至绝产，严重影响了农业生产。最后农药残留还会影响进出口贸易。世界各国，特别是发达国家对农药残留问题高度重视，对各种农副产品中农药残留都规定了越来越严格的限量标准。许多国家以农药残留限量为技术壁垒，限制农副产品进口，保护农业生产。2000 年，欧共体将氰戊菊酯在茶叶中的残留限量从 10 mg/kg 降低到 0.1 mg/kg，使我国茶叶出口面临严峻的挑战。

在 2006 年 8 月 2 日，浙江省台州市卫生局执法人员在某油脂厂内查扣原料油 38 600 kg、成品油 5 300 kg。经检测，这种猪油中酸价和过氧化值严重超标，还检出内含剧毒的“六六六”和 DDT。2006 年 8 月，印度查出可口可乐残留农药超标 200 倍，11 种软饮料农药含量超标。中国也是世界上农药生产和消费量较高的国家，由于多用或不按规定滥用农药，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。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，几种常用农药残留的快速检测方法也已经成为

国家标准推荐方法。

我国每年大量、超量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，但在人体口腔和胃肠中会在细菌的作用下还原为亚硝酸盐。当食品中亚硝酸盐聚集到一定量时则可能引起中毒。如果长期摄入，可能诱发消化道系统癌变，如胃癌、肠癌。现在普遍认为硝酸盐在还原酶作用下可转变为亚硝酸盐，而亚硝酸盐在一定酸性条件下分解产生亚硝酸，亚硝酸和亚硝酸盐可以产生亚硝胺，亚硝胺是一种公认的致癌物，所以亚硝酸盐、硝酸盐的使用受到控制，对它们的最大允许用量都有严格规定。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。1995 年 FAO/WHO 食品添加剂联合专家委员会 (JECFA) 制定了硝酸盐和亚硝酸盐的每日允许摄入量 ADI 值，分别为 NO_3^- 0~3.7 mg/kg 和 NO_2^- 0~0.06 mg/kg。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 mg/kg (相当 60 kg 体重的人允许摄入量为 219 mg/d)。我国规定亚硝酸钠最大允许使用量是 0.15 g/kg，允许残留量为：肉类罐头 0.05 g/kg，肉制品 0.03 g/kg。

为了预防和治疗家畜和养殖鱼患病而大量使用抗生素、磺胺类等化学药物，往往造成药物残留于食品动物组织中，国内外发生的由于兽药残留而引起消费者食物中毒的事件，增加了消费者对所食用畜产品的担忧和关注。2006 年 11 月 17 日，上海市公布了对 30 件冰鲜或鲜活多宝鱼的抽检结果，30 件样品中全部被检出硝基咪唑类代谢物，部分样品还被检出环丙沙星、氯霉素、红霉素等多种禁用鱼药残留，部分样品土霉素超过国家标准限量要求。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，将增加潜在的健康安全问题。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。

近年来，在我国由于盐酸克伦特罗 (俗称“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，产生心动过速、心慌、不由自主地颤抖、心悸胸闷、四肢肌肉颤动、头晕乏力等神经中枢系统中毒后失控的现象，严重者甚至导致死亡。例如 2006 年 9 月 13 日开始，上海市发生多起因食用猪内脏、猪肉导致的疑似“瘦肉精”食物中毒事故，截至 9 月 16 日已有 300 多人到医院就诊。上海市食品药品监管部门确认中毒事故为“瘦肉精”中毒。盐酸克伦特罗中毒潜伏期一般为 20 min 到 4 h，慢性中毒的特点是会导致儿童性早熟。FDA 和 WHO 规定了盐酸克伦特罗在动物体内的最高残留量为：肉 0.2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ，肾 0.6 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ，脂肪 0.2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 和乳汁 0.05 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。

金属污染对食品安全性的影响非常大，它属于化学物质污染的重要内容之一。有些元素，目前尚未能证实对人体生理功能有何影响，或者在正常情况下人体只需要极少的数量或者人体只可以耐受极少的数量，剂量稍高，即会呈现毒性作用，称之为有毒元素，其中砷、汞、镉、铅对食品的污染较为严重。2010 年 1 月 17 日，北京一中学生饮用雪碧后，出现头疼、眩晕症状。当日入院检查，被确诊为汞中毒。这是在不足 3 个月内，北京市发现的第二例喝雪碧后汞中毒事件。这类有毒元素的特点是有蓄积性，半衰期较长，使机体产生各种急性或慢性的毒性反应，有的还会有致癌、致畸或致突变的潜在危害。对于这类元素，人们当然希望在食品中的含量越低越好，至少不要超过某一限度。因为即便是痕量的，对人体也有危害。目前，被认为具有中等或严重毒性的元素有铊、砷、镉、铬 (6 价)、铅、锡 (有机化合物)、

汞、镍等。目前，我国儿童金属铅污染较为严重。

毒素是目前极受重视的安全问题。毒素主要表现在自然毒素，如真菌毒素和贝类毒素。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。霉菌是一些丝状真菌的通称，在自然界分布很广，几乎无处不存在，主要分布在不通风、阴暗、潮湿和温度较高的环境中。霉菌非常容易地生长在各种食品上，造成不同程度的食品污染。霉菌污染食品后，一方面可以引起粮食作物的病害和食品的腐败变质，使食品失去原有的色、香、味、形，使其食用价值降低甚至完全丧失；另一方面，有些霉菌可以产生危害性极强的霉菌毒素，对食品的安全性构成极大的威胁。霉菌毒素还有较强的耐热性，不容易被加热破坏。当人体摄入的毒素量达到一定程度后，就会引起食物中毒。

据统计，目前已发现的霉菌毒素有 200 多种，其中与人类关系密切的有近百种，有相当一部分具有较强的致癌和致畸性。在众多的真菌毒素中，黄曲霉毒素的毒性最强。1993 年黄曲霉毒素被世界卫生组织（WHO）的癌症研究机构划定为 I 类致癌物，是一种毒性极强的剧毒物质。黄曲霉毒素的危害性在于对人及动物肝脏组织有破坏作用，严重时，可导致肝癌甚至死亡。在天然污染的食品中以黄曲霉毒素 B₁ 最为多见，其毒性和致癌性也最强。黄曲霉毒素常出现在花生、坚果等粮油类食品及其制品中，近年来我国频繁出现的“毒大米”事件，即为黄曲霉毒素污染事件。人类健康受黄曲霉毒素的危害主要是由于人们食用被黄曲霉毒素污染的食物。对于这一污染的预防是非常困难的，其原因是真菌在食物或食品原料中的存在是很普遍的。国家卫生部门禁止企业使用被严重污染的粮食进行食品加工生产，并制定相关的标准监督企业执行。但对于含黄曲霉毒素浓度较低的粮食和食品无法进行控制。在发展中国家，食用被黄曲霉毒素污染的食物与癌症的发病率呈正相关性。亚洲和非洲的疾病研究机构的研究工作表明，食物中黄曲霉毒素与肝细胞癌变（Liver Cell Cancer, LCC）呈正相关性。长时间食用含低浓度黄曲霉毒素的食物被认为是导致肝癌、胃癌、肠癌等疾病的主要原因。1988 年国际肿瘤研究机构（International Agency for Research on Cancer, IARC）将黄曲霉毒素 B₁ 列为人类致癌物。除此以外，黄曲霉毒素与其他致病因素（如肝炎病毒）等对人类疾病的诱发具有叠加效应。所以，目前我国加大了对粮油食品的监督检查力度，同时食品中玉米、花生及其制品中黄曲霉毒素的含量成为欧盟各国对我国检验检疫的重点之一。为了适应国内和国际形势的要求，选择适当可行的方法来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，转基因食品早已被摆上了人们的餐桌，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来证明转基因食品对人体有害，但有关转基因食品的安全性问题已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、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，而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的风险。各国政府对转基因产品的态度和政策有所不同，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。欧盟管理转基因产品的销售与生产的法案，已经于 2001 年由欧洲议会通过，该法案严格规定转基因食物、饲料、种子与药物的标志与监控。

在 2005 年 3 月,国际知名品牌卡夫食品有限公司旗下的乐之三明治饼干和金宝汤公司所产的金宝金黄玉米汤查出含有转基因原料。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《农业转基因生物标志管理办法》、《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》这三个管理办法,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、增白剂以及过量添加防腐剂、着色剂等,也是食品安全的重要问题。例如 2008 年日本的“毒大米”事件,日本“三笠食品”等公司涉嫌将工业用大米(残余农药超标及发霉)伪装成食用米卖给酒厂、学校、医院等 370 家单位。案发后一涉案中间商自杀身亡,农水省事务次官白须敏朗辞职。9 月 19 日,农林水产大臣太田诚一承认对该案处理不当也引咎辞职。24 日,大米事件影响扩大,日本大阪、福冈、熊本三地警方组成联合搜查小组,对三笠食品总部及相关的 28 个公司企业进行彻底搜查。中国卫生部 2008 年 9 月 11 日晚指出,近期甘肃等地报告多例婴幼儿泌尿系统结石病例,调查发现患儿多有食用三鹿牌婴幼儿配方奶粉的历史。经相关部门调查,高度怀疑石家庄三鹿集团股份有限公司生产的三鹿牌婴幼儿配方奶粉受到三聚氰胺污染。9 月 16 日,质检总局公布婴幼儿配方奶粉检测结果,三鹿、蒙牛、伊利、雅士利、圣元、施恩等 22 种品牌奶粉检出三聚氰胺。卫生部 21 日通报三鹿牌婴幼儿配方奶粉事件医疗救治情况时指出,截止到 9 月 21 日 8 时,各地报告因食用婴幼儿奶粉正在住院接受治疗的婴幼儿共有 12 892 人,其中有较重症状的婴幼儿 104 人。

2006 年 11 月底香港出现“有毒”的桂花鱼,香港地区食环署食物安全中心对 15 个桂花鱼样本进行化验,结果发现 11 个样本含有孔雀石绿。孔雀石绿是有毒的三苯甲烷类化学物,既是染料,也是杀菌剂,可致癌。2004 年 5 月 9 日,中央电视台“每周质量报告”报道了四川成都新繁、彭州个别生产泡菜的企业使用了敌敌畏、工业盐等有毒有害物质生产泡菜。此事一经曝光,在社会上引起强烈反响,对成都市的泡菜生产企业产生了巨大的影响,导致成都市许多正规的泡菜生产企业遭受了惨重的损失。而这一事件也不可避免地导致全国各地消费者对泡菜生产企业的信任危机,事件被披露后,在很长一段时间里,人们都不敢乱吃泡菜。

2008 年 10 月 1 日加拿大公共卫生局发布公告说,截至 2008 年 10 月 1 日,受李氏杆菌污染的食品已在加拿大导致 20 人死亡。据报道,这次食品污染事件于 2008 年 7 月暴发,最近一个死亡病例发生在安大略省,该省迄今共有 15 人死于这种病菌。其他死亡病例分布在不列颠哥伦比亚省、艾伯塔省和魁北克省等地。此外,加拿大政府还在对 6 例疑似死亡病例进行调查。又如法国婴幼儿乳品企业——宝怡乐于 2008 年 9 月 24 日再次在其网站上发布公告,宣布扩大该公司生产的婴幼儿“防吐助消化”奶粉召回范围。由于被怀疑受到沙门氏菌污染,宝怡乐于 23 日发布公告,宣布召回该公司生产的、仅在法国药店出售的、批号为 10 的婴幼儿“防吐助消化”奶粉。在 2005 年,美国雀巢“金牌成长 3+ 奶粉”多批次被查出含碘超标,被迫进行大规模产品召回,不久后又陷入受化学污染的丑闻。2005 年 3 月,荷兰联合利华集团旗下的立顿普通型速溶茶的氟化物大大超标。2005 年 3 月,肯德基新奥尔良烤翅和新奥尔良烤鸡腿堡调料中发现致癌物质“苏丹红一号”成分,之后肯德基香辣鸡腿堡、辣鸡翅、劲爆鸡米花三种产品又被发现“涉红”。美国 FDA 于 2002 年 2 月生效了一项法规,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。

食品安全事件的不断发生既是社会负担,也是经济负担。食品的安全性关系到人民的健

康、社会的稳定，保证对人的身心健康和生命安全不产生危害，是对食品的基本要求，具有法律强制性。在市场经济的大潮中，一个食品企业的产品要具备竞争力，首先必须在消费者心目中建立安全感和信任感。在对外贸易中，合作伙伴也是首先对产品的安全性做出要求，食品安全控制的国际标准是进行食品世界贸易的通行证。由于现代企业的规模日益庞大，许多还具有跨国性，各企业之间的联系日渐密切。因此，食品的安全性一旦出现问题，不仅会对企业产生致命的打击，而且还会对一个国家或几个国家的经济、政治、社会产生深刻的负面影响。

人类对食物数量和质量的需求对于食品生产经营者来说是一个永不休止的挑战。新的加工工艺和设备、新的包装材料、新的储藏和运输方式等都会给食品带来新的不安全因素。世界各国无不加大对食品安全的研究力度，在保障消费者利益的前提下，寻求保护本国经济利益的“合法”技术措施。据有关资料介绍，在目前的国际贸易中，贸易技术壁垒已占非关税贸易壁垒的30%，由贸易技术壁垒所引发的国际贸易争端也越来越多。

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也日益重要。只有加强对现代食品安全的检验检疫、监督检测、质量控制，通过检验食品中的有害物质及其含量，才能保证食品安全、无毒。因此，准确可靠、方便快捷、经济的食品安全卫生检验方法是保障消费者身体健康必不可少的重要措施。

纵观历年国际国内食品安全事件，大部分人都想提出自己的期望，那就是食品安全必须警钟长鸣，各国政府和食品企业必须把食品安全工作常抓不懈，把保障食品安全放在一个更为重要的位置。古语云，“国以民为本，民以食为天”。然而，从日本“三笠毒大米”到中国“三鹿毒奶粉”事件的发生，我们也看出问题的复杂性，有道德问题——有些人利欲熏心、唯利是图，更有深层次的机制问题——对企业和市场的监管不力，让不法经济行为钻了空子。套用一句古话，“路漫漫其修远兮，吾将上下而求索”，在保障食品安全的道路上，各国政府还需继续努力。

第二章 食品分析基础知识

食品分析的一般程序为：样品的采集、制备和保存；样品的预处理；成分分析；分析数据处理及分析报告的撰写。

第一节 样品的准备

样品的准备包括样品的采集、制备及保存，是食品分析中非常重要而往往又是比较繁琐的步骤。它对后来的食品分析结果有重要的影响。

一、样品的采集

什么是样品的采集呢？所谓样品的采集，又称采样就是从整批产品中抽取一定数量并具有代表性的样品的过程。

（一）正确采样的重要性

正确采样必须遵循两个原则：第一，采集的样品要均匀，要具有代表性，能反映出全部被测食品的组分、质量和卫生状况；第二，采样过程中要设法保持样品原有的理化指标，防止成分逸散或带入其他杂质。

食品采样的目的在于检验样品感官性质上有没有变化，食品的一般成分有没有缺陷，加入的添加剂等物质是否符合国家标准，食品的成分有没有掺假现象，食品在生产运输和储藏过程中有没有受到重金属污染，是否存在有害物质的引入和各种微生物的污染以及有没有腐败变质现象等。由于分析检验时采样很多，其检验结果又要代表整箱或整批食品的结果。所以样品的采集是食品分析中重要环节的第一步，采集的样品必须能够代表全部被检测的物质，否则以后样品的处理及分析检测的计算结果无论如何准确也是没有任何价值的。

（二）样品的分类

按照样品采集的过程，样品可以分为检样、原始样品、平均样品和试验样品（即试样）。

检样——从整批被检对象的各部分，或在生产线上的不同时间，使用适当的工具，按规定的方法采集的少量样品称为检样。

原始样品——将许多份质量相同的检样混合在一起，称为原始样品。

平均样品——将原始样品按规定方法混合均匀，再抽取其中的一部分供分析测定用的样品称为平均样品。