



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
国家级精品资源共享课配套教材

食品分析

(第二版)

谢笔钧 何 慧 主编



科学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
国家级精品资源共享课配套教材

食 品 分 析

(第二版)

谢笔钧 何 慧 主编

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书包括总论、光谱及色谱分析、食品营养素的分析及化学特性分析、色素及风味物质分析、食品中有害成分分析和食品物性分析六章,在介绍样品的前处理、分析数据处理、常见仪器分析原理的基础上,系统介绍了食品中营养素及风味成分的分析方法;同时还对某些成分的化学特性值(如酸价)的测定方法、感官评定方法、食品的物性分析方法及国内外有关分析方法的研究进展进行了简单介绍;并针对食品中农药、兽药及重金属残留、黄曲霉毒素以及丙烯酰胺、塑化剂等污染物对食品安全的影响,特编写了“食品中有害成分分析”一章。

本书可作为高等学校食品科学、食品工程、食品质量与安全等本科专业的教学用书,也可供相关专业研究生和从事食品科学研究、食品分析及食品生产加工的科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

食品分析/谢笔钧,何慧主编. —2版. —北京:科学出版社,2015.6
普通高等教育“十一五”国家级规划教材 国家级精品资源共享课配套教材

ISBN 978-7-03-045008-1

I. ①食… II. ①谢… ②何… III. ①食品分析-高等学校-教材

IV. ①TS207.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 130824 号

责任编辑:赵晓霞 / 责任校对:刘亚琦
责任印制:赵 博 / 封面设计:迷底书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

三河市骏杰印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 11 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2015 年 6 月第 二 版 印张:21 1/4

2015 年 6 月第七次印刷 字数:518 000

定价:49.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《食品分析》(第二版)编写委员会

主 编 谢笔钧(华中农业大学)

何 慧(华中农业大学)

副主编 李春美(华中农业大学)

李 斌(华中农业大学)

李秀娟(华中农业大学)

黄琪琳(华中农业大学)

编 委(按姓名汉语拼音排序)

蔡朝霞(华中农业大学)

何 慧(华中农业大学)

胡筱波(华中农业大学)

黄琪琳(华中农业大学)

李 斌(华中农业大学)

李春美(华中农业大学)

李秀娟(华中农业大学)

谢笔钧(华中农业大学)

杨尔宁(华中农业大学)

周有祥(湖北省农业科学院)

主 审 赵新淮(东北农业大学)

第二版前言

《食品分析》第一版出版至今已历时6年,新的分析方法和技术不断发展,面对人们对食品健康和食品安全越来越高的要求,以及食品全球化带来的复杂性,如今要确保食品的安全性、质量以及可溯源性,变得比以往任何时候都复杂和必要,同时也给食品分析带来了新的挑战。因此,食品分析在食品科学中显得更为重要。

本书的目的仍然是帮助食品相关专业的本科生系统学习食品分析的基本理论和掌握有关食品分析的技术。为了让学生和读者更多地了解食品分析的新技术、新方法和新知识,编者尽力在第二版中充实新信息和新技术内容,并删除了相应的过时的内容,希望本书能对读者有所帮助。由于本书是在第一版的基础上完成的,因此后续工作沉积着前版作者的辛勤劳动和成果。在此,对他们表示深深的谢意。承蒙科学出版社的编辑为本书的出版和再版所做的大量工作,还有负责编排、设计、印刷和校对的同志,由于他们的共同努力,本书才得以再版。本书作为国家级精品资源共享课程“食品化学与分析”的配套教材,要特别感谢华中农业大学教务处和食品科技学院对本书出版和再版的支持和关心。

参加第二版编写的有谢笔钧(第1章、2.1~2.5节)、何慧(2.6、3.3、3.4节)、李春美(3.5节)、李斌(第6章)、李秀娟(5.1~5.4节、5.6节、5.7节)、黄琪琳(3.6、3.7、4.1节)、杨尔宁(2.7、2.8、4.2节)、胡筱波(4.3节)、蔡朝霞(3.1、3.2节)、周有祥(5.5节)。

由于编者水平有限,书中疏漏和不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2015年4月

第一版序言

国以民为本,民以食为天。

中国人民历经长期艰苦奋斗,终于能够以占世界 7% 的耕地,养活占世界 23% 的人口,初步解决了“食”的问题。

改革开放,和平崛起,人民生活水平大大提高。从“吃饱”到“吃好”,进而要“吃出健康”,这是广大食品工作者面临的大问题,需要努力学习,认真研究。

近来,少数不法分子酿成的“三鹿婴幼儿奶粉污染”事件以及其他相关的食品安全问题,给我们敲响了警钟,从反面告诫我们:在现代生活中,食品分析是处在何等重要的地位!

食品分析是食品科学的重要组成部分。随着现代科学技术的飞速发展,食品分析这一学科已经吸收并融合了近代物理、化学、生物、电子等相关学科中的先进技术,达到了目前的高水平。

谢笔钧教授和何慧教授主编的《食品分析》一书,是他们教学小组多年来教学实践和科研的结晶。编者经过多次修改、充实和提高,汇集成为此书,值得祝贺。

该书取材新颖,内容丰富,涉及食品和加工的多个方面:主要营养素(氨基酸、蛋白质、脂肪、糖类、维生素、矿物质等)、食品添加剂(色、香、味等)、有害杂质和掺假作伪的检出等的基本原理和分析方法,现代仪器分析的基本原理和在食品分析中的应用,以及常用的物性分析与感官评定。理论联系实际,有启发智力和提升实践能力的作用。

承蒙编者厚爱,请我作序,实不敢当,写出一点学习心得,与读者共同探讨。

徐汉生

2009 年 6 月 19 日

第一版前言

食品分析是分析化学的一个分支,随着科学技术的进步和现代仪器与信息学的发展,走过了独特和令人瞩目的阶段。特别是与人类健康和生命息息相关的食品,具有种类繁多、基体和组成复杂、形态和性状多样、各成分之间在加工和储藏过程中不断发生各种化学与生物化学及物理变化等特点,因而构成了食品分析有别于其他分析的特色和内涵。食品分析作为整个质量管理程序的一部分,贯穿于产品开发、生产、储藏和销售的全过程,其分析内容涉及营养、品质、可接受性(色泽、风味和质地等)及安全性,既有法定的分析方法,也有研究单位和企业特定指标的分析方法。上述分析内容中包括了常规的化学分析、仪器分析、生物化学分析、物性分析和微生物及有害有毒物质的痕量与超痕量分析,还有人们直接感知的感官评定分析。特别是现今人们对食品品质的要求越来越高,而且食品安全目前面临重要问题。因此,科学家们需要更清楚地揭示食品成分的结构特征与作用机理,以及这些成分的相互作用;更清楚地了解食品中哪些成分可为人类提供特殊的生物或生理功能及其在人体内代谢的途径;不断改善和提高产品质量,严格监控农药残留和其他有害物质;评价食品配料、抗营养因子和过敏性物质。并且,新产品开发过程中的质量控制与新资源的利用,越来越需要更加准确、精密、专一、灵敏和快速的分析方法,这些也是食品分析当前十分活跃的研究课题。

近 20 年来,我国食品工业发展迅速,已成为国民经济的重要产业之一。与此同时,食品安全问题也十分突出,特别是近来出现的“三鹿婴幼儿奶粉污染”事件,更给食品分析工作者敲响了警钟,也提出了新的任务和要求。由于许多高等院校的食品科学、营养科学、食品安全和食品加工、食品工程及农产品储藏加工专业的建设不断加强,为适应食品教学、科研、食品加工生产和食品安全的需要,编者在长期教学的基础上,参阅国内外食品分析的有关文献和资料编写了本书。本书简单介绍了食品样品的前处理、分析方法、分析误差与数据处理和仪器分析方法的基础知识,详细论述了食品营养成分、色素、香气成分、有害成分的分析方法,同时还用适当篇幅介绍了食品的物性分析、感官评定的分析方法。

参加本书编写的人员有谢笔钧(第 1 章、2.1~2.5 节)、何慧(2.6、3.3、3.4 节)、杨尔宁(2.7、2.8、4.2、5.1 节)、戚向阳(3.1、3.2、4.1、5.4 节)、李春美(3.5 节)、彭光华(3.6、3.7、5.2 节)、李斌(第 6 章)、胡筱波(4.3 节)、刘睿(5.5、5.6 节)、周有祥(5.3 节)。

本书为华中农业大学“食品化学与分析”国家精品课程配套教材。在本书编写和出版过程中,华中农业大学教务处给予了关心和帮助,在此表示感谢。感谢武汉大学吴采樱教授和徐汉生教授审阅书稿,感谢徐汉生教授为本书作序。科学出版社的编辑为本书出版做了大量工作,借此一并致谢。最后还要感谢我们的学生,他们为本书的文字和图表处理工作付出了辛勤劳动。

由于编者水平有限,书中难免存在一些错误,敬请读者批评指正。

编 者

2009 年 7 月

目 录

第二版前言

第一版序言

第一版前言

第 1 章 总论	1
1.1 概述	1
1.2 食品法规与标准	2
1.2.1 食品法规	2
1.2.2 食品分析标准	3
1.3 食品分析样品的类型	4
1.4 分析方法及其认证	5
1.5 分析数据的评价	5
1.5.1 测量数据的集中趋势	6
1.5.2 分析的可靠性	6
1.5.3 报告分析结果	9
1.6 样品的采集与制备	11
1.6.1 样品的采集	11
1.6.2 样品的制备	12
思考题	14
第 2 章 光谱及色谱分析	15
2.1 光谱产生的基本原理	15
2.2 紫外-可见吸收光谱	16
2.2.1 概述	16
2.2.2 基本原理	16
2.2.3 仪器	17
2.2.4 操作条件	18
2.2.5 标准曲线	19
2.2.6 仪器误差对吸光度测定精密度的影响	20
2.3 荧光光谱法	20
2.3.1 概述	20
2.3.2 荧光光谱分析	20
2.4 红外光谱和拉曼光谱	22
2.4.1 红外光谱法	22
2.4.2 拉曼光谱	32
2.5 质谱	34
2.5.1 概述	34

2.5.2 有机质谱仪	35
2.5.3 质谱的解析	40
2.5.4 气相色谱-质谱	43
2.5.5 液相色谱-质谱	45
2.6 原子光谱	48
2.6.1 原子吸收光谱	48
2.6.2 原子发射光谱	52
2.7 高效液相色谱法	56
2.7.1 概述	56
2.7.2 高效液相色谱仪器的组成	57
2.7.3 高效液相色谱中的分离模式	60
2.7.4 HPLC 分析方法的建立	62
2.7.5 HPLC 在食品分析中的应用	64
2.8 气相色谱法	66
2.8.1 概述	66
2.8.2 气相色谱仪	67
2.8.3 气相色谱分析的样品制备	71
2.8.4 气相色谱在食品分析中的应用	72
思考题	75
第3章 食品营养素的分析及化学特性分析	76
3.1 水分分析	76
3.1.1 概述	76
3.1.2 水分含量分析方法	77
3.1.3 溶液中固形物的测定	83
3.1.4 水分活度的测定	84
3.1.5 水分分析的进展	87
3.2 有机酸分析	88
3.2.1 概述	88
3.2.2 酸度的分析	90
3.3 脂质分析	92
3.3.1 概述	92
3.3.2 脂质分析方法	94
3.3.3 脂肪特征值分析	102
3.3.4 气相色谱法测定脂肪酸	107
3.3.5 气相色谱法测定食品中的反式脂肪酸	108
3.3.6 脂质分析方法的进展	112
3.4 糖类分析	114
3.4.1 概述	114
3.4.2 单糖和低聚糖常用分析方法	116
3.4.3 多糖常用分析方法	125

3.4.4 气相色谱法测定糖含量	133
3.4.5 淀粉特性值分析	135
3.4.6 糖类分析方法的进展	136
3.5 蛋白质及氨基酸分析	138
3.5.1 概述	138
3.5.2 蛋白质含量的测定	139
3.5.3 氨基酸的测定	147
3.5.4 蛋白质功能性质测定	152
3.5.5 蛋白质的分离纯化	155
3.5.6 蛋白质和氨基酸分析及分离方法研究进展	162
3.6 维生素分析	166
3.6.1 概述	166
3.6.2 脂溶性维生素的测定	166
3.6.3 水溶性维生素的测定	175
3.6.4 维生素分析方法的研究进展	186
3.7 矿物质分析	186
3.7.1 灰分的测定	186
3.7.2 食品中矿物元素的测定	189
3.7.3 食品中矿物质元素测定方法研究进展	199
思考题	200
第4章 色素及风味物质分析	202
4.1 食用色素的分析	202
4.1.1 概述	202
4.1.2 合成色素的分析	203
4.1.3 天然色素的分析	208
4.2 香气分析	214
4.2.1 概述	214
4.2.2 香气分析样品的选择和前处理	215
4.2.3 香气成分的提取分离	216
4.2.4 香气化合物的鉴定	225
4.2.5 香气化合物的定量分析	228
4.2.6 香气分析实验	229
4.3 食品感官评价	232
4.3.1 概述	232
4.3.2 食品感官评价的基本原理	233
4.3.3 感官分析实验室的环境条件	238
4.3.4 食品感官分析评价员	240
4.3.5 食品感官分析方法	242
4.3.6 电子鼻和电子舌	253
思考题	254

第5章 食品中有害成分分析	255
5.1 农药残留分析	255
5.1.1 概述	255
5.1.2 有机磷类农药残留的测定	255
5.1.3 有机氯类、拟除虫菊酯类农药残留的测定	257
5.1.4 有机磷和氨基甲酸酯类农药残留量的快速测定	259
5.2 兽药残留分析	261
5.2.1 概述	261
5.2.2 食品中兽药残留量的测定	261
5.3 农药残留及兽药残留分析研究进展	263
5.3.1 气相色谱法	264
5.3.2 高效液相色谱法	264
5.3.3 色谱-质谱联用法	264
5.3.4 酶抑制法	264
5.3.5 免疫分析法	265
5.3.6 生物传感器法	265
5.3.7 兽药残留分析研究进展	265
5.4 有害元素分析	265
5.4.1 食品中总砷的测定(氢化物原子荧光光度法)	266
5.4.2 食品中铅的测定(石墨炉原子吸收光谱法)	267
5.4.3 食品中镉的测定(石墨炉原子吸收光谱法)	269
5.4.4 食品中总汞的测定(原子荧光光谱分析法)	271
5.5 黄曲霉毒素分析	272
5.5.1 概述	272
5.5.2 黄曲霉毒素 B ₁ 的液相色谱-质谱法	274
5.5.3 黄曲霉毒素 B ₁ 的酶联免疫分析	277
5.6 丙烯酰胺分析	282
5.6.1 概述	282
5.6.2 食品中丙烯酰胺的分析	282
5.7 塑化剂分析	284
5.7.1 概述	284
5.7.2 食品中塑化剂的分析	284
思考题	285
第6章 食品物性分析	287
6.1 食品的流变分析	287
6.1.1 食品体系及胶黏性	287
6.1.2 黏度的测定	289
6.2 食品质构分析	299
6.2.1 质地测试仪器方法的选择	299
6.2.2 食品质地分析	300

6.3 食品颜色分析	304
6.3.1 概述	304
6.3.2 食品颜色的测定方法和仪器	305
6.4 食品热分析	309
6.4.1 食品热物性基础	309
6.4.2 差示扫描热量测定与定量差示热分析	310
6.5 食品粒度分析	313
6.5.1 液滴大小的表达方式	313
6.5.2 显微镜检测法	314
6.5.3 静态光散射法	316
6.5.4 动态光散射法	317
6.5.5 电子脉冲计数法	319
6.5.6 沉降法	319
6.5.7 新兴技术	320
思考题	320
参考文献	321

第 1 章 总 论

1.1 概 述

食品是人类生存的基础物资和能源,因此食品的质量、营养、安全性和可接受性是食品企业、政府、消费者和食品科学工作者普遍关注的核心问题。测定和监控食品的组成和性质已成为食品分析的主要内容。营养成分或天然活性物质以及有害成分在人体内的代谢和吸收,其微量或超微量的代谢物分析,已成为当今食品分析挑战的一个重要问题。食品分析作为分析化学的一个重要分支和应用领域,其定义同样包含在 1993 年分析化学工作组(WPAC)的爱丁堡会议对分析化学的定义之内,即“分析化学是发展和应用各种方法、仪器和策略以获得有关物质在空间和时间方面组成和性质的一门科学”。

然而,食品分析研究的对象本身有着种类繁多、基体复杂、形态和性状多样、各成分之间在加工和储藏过程中不断发生各种化学、生物化学及物理变化等特点,因而构成了食品分析有别于其他分析的特色和内涵。食品分析作为整个质量管理程序的一部分,贯穿于产品开发、生产、储藏和销售的全过程,乃至人体的吸收。通常人们根据食品的化学组成和物理性质确定产品的营养价值、功能性质、加工方式、可接受性和安全性。而样品的性质和分析的特殊要求决定了分析方法的选择。灵敏度、准确度、精密度、速度与稳定性是分析工作者选择分析方法的主要依据。为保证分析方法的有效性,必须首先确认特定待测食品的类别、性质和基体的影响,然后选择合理和先进的前处理方法和分析方法,其中样品的采集与制备、严格的分析操作以及分析数据的处理和合理解释,则是决定分析成功的基础与保证。食品分析的方法和结果评价必须严格遵守相关食品法规和标准。

食品成分和食品安全是当前消费者日益关注的问题,而且食品科学中分析方法和技术的应用也在不断地发展。如果要对消费者越来越高的要求给予满意的答复,食品分析工作者需要利用十分有效的技术方法来解决越来越复杂的问题。当前食品分析的复杂性很大程度上来自于全球化。食品运输以及食品原料的全球化使得有害物质也随之全球化,附加的难题是食品包含了许多经过加工处理的原料,这些原料往往来自世界不同的地方,并且使用不同的保藏和生产方式。因此,如今确保食品的安全性、质量以及可溯源性,变得比以往任何时候都复杂和必需。

随着科学的进步和时代的发展,人们对食品种类和质量的要求也越来越高。消费者十分关心饮食与健康的关系,需要高质量、安全、富有营养和有益健康的食品,这是目前食品科学中一种普遍趋势。如今食品不再仅仅是能量来源,它还是预防疾病的一种经济方式,从这一趋势中产生的大量机遇(如新的方法学、新产生的知识、新产品等)给人留下深刻的印象。一些特殊食品,如低脂和低热量食品,就需要有相应的分析方法测定食品中脂肪和碳水化合物的含量和组成,以及对脂肪替代物的准确测定和反式脂肪酸含量的分析,甚至还涉及它们在人体内的代谢和合理解释。这些新的分析问题的提出,需要在研究中引入一些先进的组学方法,如食品组学、蛋白质组学。面对这些庞杂的研究课题,食品分析工作者十分有必要通过多学科团队的合作加以解决。

食品企业为了适应消费者的需要和增加市场竞争力,必须对原料到消费者食用的最终产品的质量进行严格管理和控制,及时获取和评价各项分析数据与综合信息,以解决有关产品的质量问題。能否做出正确的决定取决于分析方法以及对获取质量特殊性数据所用设备的掌握。在设计和开发新产品的各项实验中,必须了解操作原理和用于评价实验结果的分析方法的有效性。对实验数据要求严格分析和处理,确定是否需要调整工艺或以后测试中哪些操作步骤或方法需要修改。在研究实验中的情况也是如此。

1.2 食品法规与标准

各国政府和相关国际组织为了公众的健康,确保食品质量与安全,制定了各种相关的法规、政策和标准,以保证安全的高质量食品在国内、国际市场上的有效流通,并稳定市场。为此,不仅各食品企业必须严格遵守和重视,而且食品科学家也需要清楚有关食品安全和质量的法规、标准、指南、政策及其对食品分析的意义。

1.2.1 食品法规

食品法规 and 标准是保障食品质量的根本。对于在食品企业界的工作人员而言,了解有关食品分析的政府法规是非常重要的。各国政府法律与法规的监督,促使食品企业必须向消费者提供合乎卫生、营养成分明确的食物,并最终杜绝欺詐行为。在某些情况下,政府机构可以规定某种食物中必须含有的成分、应该受检验的成分以及用于分析食物安全性和质量特性的方法。下面简单介绍我国及主要发达国家的食品法规和食物分析标准,详细内容请参见有关法规、标准及专门论著。

1. 我国的食品安全法律与法规

目前我国已形成了以《中华人民共和国食品安全法》、《中华人民共和国农产品质量安全法》、《中华人民共和国食品卫生法》、《中华人民共和国产品质量法》、《中华人民共和国标准化法》、《中华人民共和国进出口商品检验法》、《中华人民共和国进出境动植物检疫法》、《中华人民共和国消费者权益保护法》、《中华人民共和国农业法》、《中华人民共和国渔业法》等法律为基础的食品安全法规,并建立了相应的标准和管理办法,如《食品生产加工企业质量安全监督管理办法》、《食品标识管理规定》、《食品添加剂生产监督管理规定》、《农药管理条例》、《兽药管理条例》、《饲料和饲料添加剂管理条例》和《无公害农产品管理办法》等,目的是保证食物的安全,防止食物污染和有害因素对人民身体健康造成危害。这些法规与人民健康息息相关,这也是与其他法规的重要区别。它包括以法律规范、技术规范为基础所形成的各种法规。

《中华人民共和国食品卫生法》是1995年10月30日第八届全国人民代表大会常务委员会第十六次会议通过的,是我国食品安全卫生法律体系中法律效力层次最规范性文件,也是制定从属性食品安全卫生法规、规章及其他规范性文件的依据。到现在已经实行了近20年,是我国食品卫生法制建设的重要里程碑。

2. 国外食品安全法律与法规

各国政府都已建立了各自相应的食品安全法规,特别是发达国家已有健全完善的农产品和食物质量安全法律法规和质量安全标准体系及执行办法。美国早在1906年就颁布了该国

第一部食品与药品法案,1907年重新修订后一直沿用至今。目前美国有关农产品安全的主要法令有《联邦食品、药物、化妆品法》(Federal Food, Drug, and Cosmetic Act, FFDCA)、《联邦肉类检验法》(Federal Meat Inspection Act, FMIA)、《禽类产品检验法》(Poultry Product Inspection Act, PPIA)、《蛋类产品检验法》(Egg Product Inspection Act, EPIA)、《食品质量保护法》(Food Quality Protection Act, FQPA)和《公共健康事务法令》。在这些法令的基础上还通过了一系列程序法规以实施国家样本检验及监测计划,其中包括良好食品管理规范(Good Manufacturing Practice, GMP)与危害分析与关键控制点(Hazard Analysis Critical Control Point, HACCP)体系。这为食品安全管理部门规定了总体要求,也是保证食品安全,避免食品中检测出危害物而采取的重要防范措施。

目前欧盟已经建立了一个较完善的食品安全法规体系,涵盖了“从农田到餐桌”的整个食物链,形成了以《食品安全白皮书》为核心的各种法律、法令、指令等并存食品安全法规体系新框架。由于在立法和执法方面欧盟和其成员国政府之间的特殊关系,欧盟的食品安全法规和标准体系错综复杂。到目前为止,欧盟已制定了13类173个有关食品安全的法规标准,其中包括《通用食品法》、《食品卫生法》、《添加剂、调料、包装和放射性食物的法规》等,直至现今欧盟的法律法规的数量和内容仍在不断增加和完善。在欧盟食品安全的法律框架下,各成员国也形成了一套各自的法规框架,这些法规并不一定与欧盟的法规完全吻合,主要是针对各成员国的实际情况制定的。

此外,澳大利亚和新西兰也有他们独特和健全的食品法规,这两个有历史渊源的国家在1995年12月签订了食品标准条约,共同组建了澳大利亚新西兰食品标准局,并制定了《澳大利亚新西兰食品标准局法》,随后又建立了《澳大利亚新西兰食品标准法典》,并于2002年12月生效。其他国家也有各自的食品法规和地方法规,在此不一一列举。

1.2.2 食品分析标准

1. 中国的食品分析标准

食品质量和安全性是维护公民健康和生命基础的根本,同时也关系到产品在功能上的稳定性。为此,我国制定了一系列标准和原则,并规定了食品标准的内容必须包括以下四个方面:①食品卫生与安全:是食品质量标准必须规定的内容,涉及食品中重金属元素、农药残留、有毒有害物质的限量指标及相应的规定方法,以确保食品安全;②食品营养:是食品标准必须规定的指标,营养水平的高低是评价食品质量优劣的重要指标,反映产品的实际情况,并对原料选择、加工工艺提出明确的规定;③食品包装、运输与储藏:在食品标准中必须明确规定产品包装、标志、运输和储存等条件,确保人们食用的安全;④引用标准:一个产品标准一般需要引用有关技术标准,执行国家有关食品法规。在标准的引用中有关食品卫生安全的国家法律法规和强制性标准必须贯彻执行,绝不能根据自己企业的需要自定。在制定国家、地方、行业和企业食品标准时,必须严格按照上述内容编写,然后报请有关部门审核,待批准后实施。

食品标准是食品工业领域各类标准的总和,包括食品产品标准、食品卫生标准、食品分析方法标准、食品管理标准、食品添加剂标准和食品术语标准等。在食品标准分类中除按级别分类(国家标准、行业标准、地方标准和企业标准四大类)外,还有按性质分类(强制性标准和推荐性标准:国家强制性标准“GB”,国家推荐性标准“GB/T”)、内容分类和形式分类。

我国于2003年由国家质量技术监督检验检疫总局对我国食品卫生微生物学检验标准和食品中各种成分含量的测定和检验方法标准进行了修订,将相关的标准归并为《食品卫生微生物学检验标准》。

物学检验》和《食品卫生检验方法 理化部分 总则》两个条例标准,并将 1996 年的 72 个食品卫生理化检验方法经修改扩充到目前的 203 个。中华人民共和国卫生部和中国国家标准化管理委员会于 2003 年 8 月 11 日联合发布了上述标准,于 2004 年 1 月 1 日起实施。

食品理化检验标准方法中检测成分包括食物成分、具有保健功能的活性成分、有害元素、农药残留、食品添加剂、致癌物质等。检测对象包括粮食、食用油、水果、蔬菜、谷类、肉与肉制品、乳与乳制品、水产品、蛋与蛋制品、豆制品、淀粉类食品、食糖、糕点、饮料、酒类、茶叶、冷饮食品、酱醋和腊制品、酱腌菜、食盐、味精、坚果及块茎类植物性食品、干果、食品添加剂、橡胶和塑料制品(食品用)、食品包装用纸、陶瓷、铝制和搪瓷食具容器等。每一检测项目列有几种不同的分析方法,应用时可根据各地不同的条件选择使用,但以第一种方法为仲裁方法。详细的食品检验方法标准参见国家标准 GB/T 5009.1—2003 ~ GB/T 5009.203—2003 及 GB/T 5009—2008。

2. 国际食品分析标准

国际食品分析标准主要是指国际标准化组织(International Standard Organization, ISO)制定的一系列关于质量控制及纪录保持的国际标准(ISO9000 和 ISO9000 以上),以及联合国粮食及农业组织(简称联合国粮农组织,Food and Agriculture Organization, FAO)和世界卫生组织(World Health Organization, WHO)组建的食品法典联合委员会(简称食品法典委员会,Codex Alimentarius Commission, CAC)制定的食品和农产品的标准与安全性法规。各项标准公布在食品法典中,旨在保护消费者健康,维护食品的公平竞争,促进国际食品贸易,并力争使不同国家和地区的食品分析方法统一而有效。食品法典共出版了 13 卷:第 1 卷总则包括标签、食品添加剂、污染物/放射性、进出口食品检验和食品卫生以及分析和抽样方法;第 3 卷规定了食品中杀虫剂及兽药残留量;第 9 卷编辑了基本商品标准与法典应用。目前食品分析国际标准方法多采用 CAC 制定的标准。

除 CAC 以外,在国际上有影响的组织还有国际公职分析化学家协会(Association of Official Analytical Chemists, AOAC,原称法定分析化学家协会),其成立于 1884 年,职能是提供政府法规和研究机构所需的分析方法,这些实验方法在普通实验室条件下能达到一定准确性和精密度。该协会将关于确认法定分析方法有效性的详细程序(如参与审查的实验室数量、每级分析物中的样品、参照物、参照样品及方法综述等)刊登在 AOAC 出版的《法定分析方法》一书之中。作为国际 AOAC 的法定分析方法,每 4~5 年修订一次,并不断更新。国际 AOAC 的法定分析方法适用于多种产品和材料的测定,已被越来越多的国家采用。

1.3 食品分析样品的类型

食品分析是食品加工过程中质量保证体系的重要组成部分之一,包括原料、加工、终产品的储藏、运输及销售过程中产品的质量。样品的类型可按食品种类进行分类,如粮食及制品、食用油、肉及其制品、鲜乳及乳制品、水产品、罐头、食糖、冷食、饮料、酒类、调味品、豆制品、糕点、糖果蜜饯、酱腌菜、保健食品、新资源食品及其他食品。而食品质量保证体系中分析样品的类型包括原料、过程控制样品、终产品、优质产品及劣质产品。分析的目的是提高产品质量,保障食品安全,调整配方和研制新产品,并对食品生产新工艺进行评价,找出导致产品不合格的原因。

1.4 分析方法及其认证

分析方法是分析化学家用来获得所需信息的手段,必须充分改进方法以适应特定的用途。分析方法的确定是基于对分析样品组成和性质的了解,以及获得信息的途径与目的。例如,食品加工过程的控制通常需要采用在线、快速的分析方法,而有关食品中营养成分含量的测定则需要采用研究机构认可的准确的标准分析方法。

分析工作者应选择适当的分析方法,并清楚地了解所有影响分析结果的误差来源。这称为“分析方法的认证”,它包括认证分析方法所得结果是否可靠、重现以及方法是否适用于预期用途的过程。

所有的分析方法是一个连续过程,其步骤包括:取样、样品存放和代表性物质的保存、定量校准、样品的预处理、测定、计算和报告结果。

测量方法的核心是将样品转化为可被准确测定的分析形式,以适应最终可利用的测定系统。方法的选择和发展包括单独步骤的选择,以及改进分析步骤或方法,使之得出可靠的结果。分析数据的可靠性和有效性涉及许多影响因素。因此,分析方法的选择需要考虑各种方法的特异性和专一性,以及灵敏度、精密度和准确度。随机误差小,则精密度高。消除了系统误差,则结果准确。此外,还应考虑实验室所拥有的仪器及分析工作者的经验。同时,还必须根据食品的特殊性质和食品加工的固有特性变化选择分析方法。然后对所得结果的变异性、可测量误差、消费者的可接受性和食品法规进行比较和评估。

实际分析时,应严格按照正确的分析方法和步骤执行,这样才能获得有效的分析数据和结果。

分析方法认证的主要目的在于建立已认可标准物质、纯物质或基体鉴定的参考物质的溯源性。这意味着应该以一种记录所有基本信息的方式(而不引进错误信息)来完成和记录分析过程的所有步骤。换言之,不仅是最终的结果,所有的测量结果都应通过连续的比较链与相应的测量标准比较。必须使用国际或国家标准,如国际单位(international system of units, SI, 源于法文 Le Système International d' Unités)、常数、经检定合格的参考物(certified reference material, CRM, 也称标准参考物)。

在分析方法认证时,最常用的方法是考察参考物质的分析结果。参考物质通常是指标准参考物或对照试样。食品分析的标准参考物可以从中国药品生物制品检定所、美国国家标准和技术研究院(National Institute of Standards and Technology, NIST)、加拿大陆地生物资源研究中心及比利时标准管理局(Community Bureau of Reference, BCR)获得。但是,这些参考物质不一定能从外部组织获得,实验室内同样可以制备对照样品。在制备时需要认真选择合适的样品原料,严格按照操作程序进行分离和分析鉴定,以保证自制对照品的结构和纯度。不论采用何种标准参考物,待测样品的基体都必须符合特定分析方法的要求。

1.5 分析数据的评价

食品分析和其他分析化学领域一样,获得成功的两个决定性的因素是:有效的分析方法和应用软件(及评价数据)。目前,大多数现代分析仪器都已计算机化。也就是说,分析数据的数学处理是构成分析系统必要的组成部分。通过数据的数学处理可将分析物的浓度或结构信息等转换成与分析相关的术语,评价某特定测试过程的好坏或确定如何重现某一实验过程。这