



高等院校食品专业“十二五”规划教材

食品分析

张海德 胡建恩 主编



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

食品分析

主 编 张海德 (海南大学)

胡建恩 (大连海洋大学)

副主编 郭丽萍 (青岛农业大学)

马 良 (西南大学)

李永强 (云南农业大学)

夏 湘 (邵阳学院)

王志国 (海南大学)

编 委 (按姓氏笔画排序)

卢 航 (大连海洋大学)

张志旭 (湖南农业大学)

李道敏 (河南科技大学)

肖 荣 (湖南人文科技学院)

汪开拓 (重庆三峡学院)

杨 波 (琼州学院)

严佑君 (荆楚理工学院)

徐君飞 (怀化学院)

吕明生 (淮海工学院)

夏阿林 (邵阳学院)



中南大学出版社

www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

食品分析/张海德,胡建恩主编. —长沙:中南大学出版社,2014.6
ISBN 978-7-5487-1090-5

I. 食... II. ①张... ②胡... III. 食品分析-高等学校-教材
IV. TS207.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 115672 号

食品分析

张海德 胡建恩 主编

☐责任编辑 韩 雪 资名扬

☐责任印制 易红卫

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

☐印 装 长沙市宏发印刷有限公司

☐开 本 787×1092 1/16 ☐印张 22.75 ☐字数 568 千字

☐版 次 2014 年 6 月第 1 版 ☐2014 年 6 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-5487-1090-5

☐定 价 40.00 元

图书出现印装问题,请与出版社调换

内容简介

本教材的特色在于以教学为宗旨，根据食品理化检测的最新进展，采用的分析方法以最新国家标准为主，适当介绍国际新方法。

本书共分 14 章，包括“绪论”、“采样与样品处理”、“水分和水分活度测定”、“灰分测定”、“矿物质元素分析”、“酸类物质测定”、“脂类的测定”、“碳水化合物测定”、“蛋白质和氨基酸分析”、“维生素的测定”、“食品添加剂的检测”、“食品中常见有害物质的检测”、“食品中功能性成分的测定”、“数据处理与评价”等。

本书为食品科学与工程、食品质量与安全本科专业学生的教材，也可供从事营养与卫生、生物化工、制药及农产品贮藏加工等专业的高等学校教师、学生，科研机关及生产工厂的科技工作者、工程技术人员学习参考。

前言

尽管新兴产业不断涌现,但食品工业仍然是世界制造业中的第一大产业。食品资源的深度开发和高效利用是维系 21 世纪经济与社会可持续发展的中心命题之一,而食品检测与安全控制技术是现代食品科学领域的重要任务之一。

食品分析是食品科学与工程、食品质量与安全等专业的一门主干课程,是根据食品的特点,利用分析仪器和分析方法,对食品的品质和卫生进行分析检验的一门专业性很强的课程。

食品分析是研究和评定食品品质及其变化和食品安全的一门学科,任务是依据物理、化学、生物化学的一些基本理论和运用各种科学技术,按照制订的技术标准,对食品工业生产中的物料(原料、辅助材料、半成品以及成品、副产品等)主要成分及其含量和有关工艺参数及污染与残留物及掺假等指标进行检测。

研究方法主要是理论解析和在理论指导下的实验研究。培养学生运用辩证唯物主义观点和科学方法考察、分析、处理工程实际问题;培养学生的工程观点以及实验技能和设计能力。

本教材的特色在于以教学为宗旨,根据食品理化检测的最新进展,采用的分析方法以最新国家标准为主,适当介绍国际新方法。本书共分 14 章,包括“绪论”、“采样与样品处理”、“水分和水分活度测定”、“灰分测定”、“矿物质元素测定”、“酸类物质测定”、“脂类的测定”、“碳水化合物测定”、“蛋白质和氨基酸测定”、“维生素的测定”、“食品添加剂的检测”、“食品中常见有害物质的检测”、“食品中功能性成分的测定”、“数据处理与评价”等。知识点突出,知识面较广,反映了近年来食品分析检测技术的进展和相关技术的前沿知识。另外,各章还附有思考题供学生复习巩固所学内容用。

本书由张海德、胡建恩任主编,郭丽萍、马良、李永强、夏湘、王志国任副主编,参加编写的有:海南大学张海德、王志国(第 5 章),大连海洋大学胡建恩、卢航(第 9 章),青岛农业大学郭丽萍(第 13 章),西南大学马良(第 12 章),云南农业大学李永强(第 8 章),淮海工学院吕明生(第 10 章),邵阳学院夏湘、夏阿林(第 2 章),湖南农业大学张志旭(第 4 章),河南科技大学李道敏(第 11 章),湖南人文科技学院肖荣(第 1 章),怀化学院徐君飞(第 3 章),琼州学院杨波(第 6 章),荆楚理工学院严佑君(第 7 章),重庆三峡学院汪开拓(第 14 章)。参加审稿的有:张海德(第 1, 9 章),胡建恩(第 7, 12 章),郭丽萍(第 2, 3 章),马良(第 11, 14 章),李永强(第 4, 6 章),夏湘(第 5, 10 章),王志国(第 8, 13 章)。全书由张海德、胡建恩统稿。

本书为食品科学与工程、食品质量与安全本科专业学生的教材，也可供从事营养与卫生、生物化工、制药及农产品贮藏加工等专业的高等学校教师、学生，科研机关及生产工厂的科技工作者、工程技术人员学习参考。

本书的编写和出版，得到了中南大学出版社编辑部工作人员的热情关怀和帮助，在此致以衷心的感谢！

由于编者的水平所限，书中难免有错漏不当之处，敬请同行专家、读者批评指正。

编 者

2014 年 3 月

目 录

第1章 绪 论	(1)
1.1 食品分析学科性质	(1)
1.2 食品分析内容	(1)
1.2.1 营养成分的分析	(1)
1.2.2 食品添加剂的分析	(2)
1.2.3 食品中有毒有害物质的分析	(2)
1.3 食品标准	(2)
1.3.1 我国的食品标准	(2)
1.3.2 主要国际食品标准	(4)
1.4 食品分析的方法	(5)
1.4.1 感官分析法	(6)
1.4.2 化学分析法	(6)
1.4.3 仪器分析法	(6)
1.4.4 微生物分析法	(6)
1.4.5 酶分析法	(6)
1.5 食品分析方法的选择	(7)
1.5.1 分析的目的	(7)
1.5.2 方法本身的特征	(7)
1.5.3 食品组成与性质	(7)
1.5.4 方法的有效性	(8)
小 结	(9)
思考题	(9)
参考文献	(9)
第2章 采样与样品处理	(10)
2.1 样品的采集	(10)
2.1.1 概述	(10)
2.1.2 样品的分类	(11)
2.1.3 均相与多相总体	(11)
2.1.4 人工与连续采样	(11)
2.1.5 采样方法与理论	(12)
2.1.6 最小采样数目及固体采样量估计	(13)

2 / 目录

2.1.7 采样要求与注意事项	(14)
2.1.8 常规食品样品的采样	(15)
2.2 样品的制备	(16)
2.2.1 固体样品的制备	(16)
2.2.2 常规食品样品的制备	(18)
2.2.3 测定农药残留量时样品的制备	(19)
2.3 样品的预处理	(19)
2.3.1 预处理原则	(19)
2.3.2 预处理常用方法	(20)
2.4 样品的保存	(25)
小 结	(26)
思考题	(26)
参考文献	(26)
第3章 水分和水分活度测定	(27)
3.1 概述	(27)
3.1.1 水分的存在状态	(27)
3.1.2 水分活度(water activity, A_w)	(29)
3.1.3 水分测定的意义	(29)
3.1.4 水分活度测定的意义	(29)
3.2 水分的测定	(29)
3.2.1 直接干燥法(direct drying method)	(30)
3.2.2 减压干燥法(vacuum drying method)	(32)
3.2.3 蒸馏法(distillation method)	(33)
3.2.4 卡尔·费休法	(34)
3.2.5 其他方法	(37)
3.3 水分活度的测定	(38)
3.3.1 水分活度测定仪法	(38)
3.3.2 康威微量扩散法	(40)
3.3.3 溶剂萃取法	(41)
小 结	(43)
思考题	(43)
参考文献	(43)
第4章 灰分的测定	(44)
4.1 概 述	(44)
4.2 灰化条件与过程	(45)
4.3 灰分测定	(48)
4.3.1 总灰分的测定	(48)

4.3.2	AOAC 测定灰分的一般步骤	(49)
4.3.3	其他灰分测定的方法	(50)
小 结		(51)
思考题		(51)
参考文献		(52)
第 5 章	食品中矿物质元素测定	(53)
5.1	概述	(53)
5.1.1	原子吸收分光光度法(atomic absorption spectrophotometry, AAS)	(54)
5.1.2	原子荧光光谱法(atomic fluorescence spectrometry, AFS)	(56)
5.1.3	比色法(colorimetry)	(57)
5.1.4	滴定分析法(titrimetric analysis)	(57)
5.2	食品中主要矿物质元素的测定	(58)
5.2.1	食品中钙元素的测定	(58)
5.2.2	食品中铁元素的测定	(61)
5.2.3	食品中碘元素的测定	(62)
5.2.4	食品中磷元素的测定	(63)
5.3	食品中主要有害元素的测定	(65)
5.3.1	食品中铅元素的测定	(65)
5.3.2	食品中镉元素的测定	(68)
5.3.3	食品中汞元素的测定	(71)
5.3.4	食品中砷元素的测定	(77)
小 结		(79)
思考题		(80)
参考文献		(80)
第 6 章	酸类物质测定	(81)
6.1	概 述	(81)
6.1.1	酸类物质在食品中的作用	(83)
6.1.2	酸度的概念	(83)
6.1.3	食品中酸类物质的测定意义	(84)
6.2	酸度的测定	(84)
6.2.1	总酸度的测定	(84)
6.2.2	有效酸度(pH 值)的测定	(86)
6.2.3	挥发酸的测定	(89)
6.3	食品中有机酸的分离与测定简介	(91)
小 结		(92)
思考题		(92)
参考文献		(92)

第7章 脂类的测定	(93)
7.1 概 述	(93)
7.1.1 脂类的定义以及存在形式	(93)
7.1.2 脂类物质的测定意义	(94)
7.1.3 脂类的测定	(95)
7.2 脂类含量的测定	(95)
7.2.1 索氏提取法	(96)
7.2.2 酸水解法	(98)
7.2.3 罗兹-哥特里法	(99)
7.2.4 氯仿-甲醇提取法	(100)
7.2.5 巴布科克法和盖勃氏法	(102)
7.2.6 差量测定法	(103)
7.3 油脂物理性质的测定	(104)
7.3.1 油脂相对密度测定	(104)
7.3.2 油脂熔点的测定	(105)
7.3.3 油脂透明度、气味、滋味、色泽以及折射率的测定	(105)
7.3.4 油脂黏性测定	(105)
7.4 油脂化学特性的测定	(106)
7.4.1 碘价的测定	(106)
7.4.2 过氧化值测定	(107)
7.4.3 酸价的测定	(108)
7.4.4 皂化值的测定	(109)
小 结	(111)
思考题	(111)
参考文献	(111)
第8章 碳水化合物的测定	(112)
8.1 概 述	(112)
8.1.1 碳水化合物的定义	(112)
8.1.2 碳水化合物的分类	(112)
8.1.3 碳水化合物的分布与含量	(113)
8.1.4 碳水化合物测定的意义	(113)
8.1.5 碳水化合物测定的方法	(114)
8.2 还原糖的测定	(114)
8.2.1 还原糖的提取和澄清	(114)
8.2.2 还原糖的测定	(115)
8.3 蔗糖的测定	(124)
8.3.1 高效液相色谱法	(124)

8.3.2	酸水解法	(125)
8.3.3	酶-比色法	(127)
8.4	总糖的测定	(127)
8.4.1	直接滴定法	(128)
8.4.2	蒽酮比色法	(129)
8.5	淀粉的测定	(130)
8.5.1	直/支链淀粉的测定(双波长法)	(131)
8.5.2	总淀粉的测定	(133)
8.5.3	淀粉 α 化度的测定	(138)
8.6	果胶的测定	(139)
8.6.1	重量法	(141)
8.6.2	咔唑比色法	(142)
8.7	膳食纤维的测定	(144)
8.7.1	食品中总的、可溶性和不溶性膳食纤维的测定	(144)
8.7.2	植物性食品中不溶性膳食纤维的测定	(147)
小 结		(149)
思考题		(149)
参考文献		(149)
第9章	蛋白质和氨基酸的测定	(150)
9.1	概 述	(150)
9.2	蛋白质的测定	(151)
9.2.1	凯氏定氮法	(151)
9.2.2	分光光度法	(153)
9.2.3	燃烧法	(155)
9.2.4	Folin-酚试剂法	(156)
9.2.5	考马氏亮蓝 G-250 染色法	(157)
9.2.6	紫外分光光度法	(159)
9.2.7	双缩脲法	(160)
9.2.8	红外光谱法(near infra-red spectroscopy, NIR)	(161)
9.3	氨基酸的测定	(161)
9.3.1	氨基酸的显色反应	(161)
9.3.2	氨基酸的定量测定	(163)
9.3.3	几种个别氨基酸的测定方法	(168)
9.3.4	挥发性盐基氮的测定	(173)
9.3.5	蛋白质氮和非蛋白质氮的测定	(174)
小 结		(175)
思考题		(175)
参考文献		(176)

第 10 章 维生素的测定	(177)
10.1 概 述	(177)
10.2 脂溶性维生素的测定	(178)
10.2.1 食品中维生素 A 和维生素 E 的测定	(179)
10.2.2 食品中维生素 D 的测定	(185)
10.2.3 食品中 β -胡萝卜素的测定	(188)
10.3 水溶性维生素的测定	(192)
10.3.1 食品中维生素 B ₁ 的测定	(193)
10.3.2 食品中核黄素的测定	(196)
10.3.3 食品中维生素 B ₆ 的测定	(201)
10.3.4 食品中维生素 C 的测定	(203)
小 结	(209)
思考题	(209)
参考文献	(209)
第 11 章 食品添加剂的测定	(211)
11.1 概 述	(211)
11.1.1 食品添加剂的概念	(211)
11.1.2 食品添加剂的分类	(212)
11.2 防腐剂的测定	(213)
11.2.1 防腐剂简介	(213)
11.2.2 食品中苯甲酸(钠)、山梨酸(钾)的测定	(214)
11.2.3 禁用防腐剂定性试验	(217)
11.3 甜味剂的测定	(218)
11.3.1 甜味剂简介	(218)
11.3.2 食品中糖精钠的测定	(219)
11.3.3 食品中甜蜜素的测定	(223)
11.4 食用合成色素的测定	(224)
11.4.1 着色剂简介	(224)
11.4.2 食用合成色素的测定	(225)
11.5 发色剂的测定	(231)
11.5.1 发色剂简介	(231)
11.5.2 食品中亚硝酸盐与硝酸盐的测定	(231)
11.6 漂白剂的测定	(239)
11.6.1 漂白剂简介	(239)
11.6.2 漂白剂的测定	(239)
小 结	(244)
思考题	(244)

参考文献	(244)
第12章 食品中常见有害物质的测定	(246)
12.1 概 述	(246)
12.1.1 农药	(247)
12.1.2 生物毒素	(247)
12.1.3 化学性食品污染物	(248)
12.1.4 非法添加物	(248)
12.2 食物中残留农药的测定	(249)
12.2.1 食品中有机氯农药的测定	(249)
12.2.2 食品中有机磷农药的测定	(253)
12.3 食物中生物毒素的测定	(255)
12.3.1 黄曲霉毒素(aflatoxins, AF)的测定	(255)
12.3.2 海洋毒素的测定	(257)
12.3.3 植物毒素的测定	(259)
12.4 食物中污染物的测定	(260)
12.4.1 丙烯酰胺的测定	(260)
12.4.2 二噁英的测定	(263)
12.4.3 多氯联苯的测定	(267)
12.5 食品中非法添加物的测定	(270)
12.5.1 食品中苏丹红染料(sudan dyes)的测定	(270)
12.5.2 三聚氰胺的测定	(272)
小 结	(275)
思考题	(275)
参考文献	(275)
第13章 食品中功能性成分的测定	(276)
13.1 食物中常见的功能性成分	(277)
13.1.1 活性多糖	(277)
13.1.2 功能性低聚糖	(277)
13.1.3 多不饱和脂肪酸	(277)
13.1.4 磷脂	(278)
13.1.5 生物类黄酮	(278)
13.1.6 皂苷	(279)
13.1.7 萜类	(279)
13.1.8 抗氧化酶类	(280)
13.1.9 牛磺酸	(280)
13.1.10 有机硫化合物	(281)
13.2 食品中几种常见功能性成分的测定	(281)

13.2.1	活性多糖含量的测定	(281)
13.2.2	低聚糖含量的测定	(286)
13.2.3	黄酮类化合物含量的测定	(290)
13.2.4	茶叶中茶多酚及儿茶素含量的测定	(294)
13.2.5	番茄红素含量的测定	(297)
13.2.6	牛磺酸含量的测定	(299)
13.2.7	磷脂含量的测定	(305)
13.2.8	大蒜素含量的测定	(309)
13.2.9	超氧化物歧化酶(SOD)活性的测定	(312)
13.2.10	花生中白藜芦醇含量的测定	(316)
13.2.11	皂苷含量的测定	(318)
13.2.12	多不饱和脂肪酸含量的测定	(323)
13.2.13	原花青素含量的测定	(327)
小 结		(329)
思考题		(329)
参考文献		(330)

第 14 章 数据处理与评价 (331)

14.1	分析数据的表示及处理	(331)
14.1.1	数据的表示	(331)
14.1.2	有效数字(significant figure)及其应用	(332)
14.1.3	数字的取舍	(332)
14.2	实验数据的评价	(333)
14.2.1	平均值(mean value)	(333)
14.2.2	准确度(accuracy)和精确度(precision)	(334)
14.2.3	准确度的评价	(334)
14.2.4	精确度的评价	(335)
14.2.5	正态分布(normal distribution)与置信区间(confidence interval)	(335)
14.3	实验误差及其控制	(337)
14.3.1	误差(error)	(337)
14.3.2	误差来源	(337)
14.3.3	灵敏度(sensitivity)和检测限(detection limit)	(338)
14.3.4	特异性(specificity)	(338)
14.4	食品检验结果报告书	(338)
14.4.1	检验原始记录	(339)
14.4.2	检验报告封皮	(339)
14.4.3	检验报告首页	(339)
14.4.4	检验报告续页	(339)
14.4.5	食品抽样单	(339)

14.4.6 审核与签发	(339)
小 结	(340)
思考题	(340)
参考文献	(340)
附表 1 相当于氧化亚铜质量的葡萄糖、果糖、乳糖、转化糖质量表	(341)
附表 2 铁氰化钾定量试样法还原糖换算表(还原糖含量以麦芽糖计)	(348)

第 1 章

绪 论



本章学习目的与要求

1. 掌握食品分析中所引用的国内外标准，掌握如何选择合适的食品分析方法；
2. 熟悉食品分析的主要内容；
3. 了解食品分析的性质，了解食品分析方法的类别。

1.1 食品分析学科性质

食品分析是专门研究各种食品组成成分的检测方法及有关理论，进而评定食品品质的一门技术性学科。该学科是建立在分析化学和现代仪器分析基础上的一门综合性的学科，也是研究和评价食品品质及其变化的一门学科。常作为食品科学与工程相关专业的师生及食品生产加工科技人员的必修科目。

1.2 食品分析内容

食品分析涵盖的内容相当广泛，每种食品的分析项目因分析目的而异，有时需测定营养成分，有时需检测有毒有害物质，而有时则需分析功效成分。

1.2.1 营养成分的分析

该项目的分析是食品分析中最常规的也是最主要的内容。作为食品首先必须含有人体所需的营养成分以保证生长发育的需要，因此，对各种食品及食物进行营养成分和含量的分析，有利于正确评价食品的营养价值，做到合适膳食。此外，在食品工业生产中，配方的确定、工艺合理性的鉴定、生产过程的控制及成品质量的监测等都离不开营养成分的分析。食品中主要营养成分的分析包括常见的七大营养素（详见第 3 章至第 10 章），对于保健食品还

需对其功效成分进行分析(详见第13章)。

1.2.2 食品添加剂的分析

食品添加剂是指为改善食品品质和色、香、味以及出于防腐、保鲜和加工工艺的需要而加入食品中的人工合成或者天然物质。近几年来国内关于滥用食品添加剂的报道层出不穷,严重影响到了食品的质量安全,进而危害了人们的身体健康,因此对食品添加剂的分析十分必要。食品中常见添加剂——防腐剂、甜味剂、食用合成色素、发色剂与漂白剂的分析见第11章详述。

1.2.3 食品中有毒有害物质的分析

在食品生产、加工、包装、运输、贮藏、销售等各环节中,可能会产生、引入某些对人体有害的物质,给人们带来巨大的安全隐患,也给质量监管部门和食品分析人员提出了严峻的挑战。食品中有毒有害物质主要分为化学有害物和生物有害物两大类,主要有食物中残留农药、生物毒素、污染物及食品中非法添加物等(详见第12章介绍)。

1.3 食品标准

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。食品标准又分国内标准和国际标准,国内标准按级别有国家标准、各类行业标准、地方标准以及企业标准,国外标准有CAC标准、FDA标准、AOAC标准等。在食品分析检测中,采用标准的分析方法、利用统一的技术手段,有利于比较与鉴别产品质量,可在各种贸易往来中提供统一的技术依据,并对提高分析结果的权威性有重要的意义。

1.3.1 我国的食物标准

《中华人民共和国标准化法》将中国标准分为:国家标准、行业标准、地方标准和企业标准四级。

1985年,中华人民共和国首次发布了《食品卫生检验方法 理化部分 总则》,食品工业的发展使得食品检测项目不断增多,食品理化检测方法也就需要不断修订和增加,因此,先后于1996年、2003年、2008年、2010年进行了多次修订。2003版《食品卫生检验方法》涉及的理化检验标准方法中,分析内容广、项目多,包含了食物成分、保健食品功效成分、微量元素、维生素、食品包装材料、食品添加剂、兽药残留、农药残留、天然毒素、金属污染物及其他有机污染物的各种分析方法,详细的食品检测方法标准参见GB/T 5009.1—2003至GB/T 5009.222—2008,它奠定了我国食品卫生检验方法的基础。

随后,为维护公众身体健康、保障食品安全,实现食品安全科学管理、强化各环节监管,各项食品安全标准应运而生,并日臻完善。在2009年6月《中华人民共和国食品安全法》公布实施前,我国已有5000余项食品安全相关标准,其中,食品、食品添加剂、食品相关产品国家标准2000多项,行业标准2900多项,地方标准1200多项,基本建立了以国家标准为核心,行业标准、地方标准和企业标准为补充的食品标准体系。但是由于受食品产业发展水