



普通高等教育“十二五”规划教材

现代食品分析

(第二版)

主 编 高向阳

副主编 黄现青 李永才



科学出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

现代食品分析

(第二版)

主 编 高向阳

副主编 黄现青 李永才

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书为普通高等教育“十二五”规划教材,共17章,包括现代食品分析导论,食品分析的基本知识,食品分析的误差与数据处理,水分及水分活度分析,蛋白质及氨基酸分析,食品中维生素的分析,碳水化合物分析,脂类物质分析,食品酸度及香气分析,食品中灰分及几种重要化学元素分析,食品中有毒污染物限量分析,农药、兽药与霉菌毒素残留量分析,食品添加剂分析,转基因食品快速分析技术,食品掺伪鉴别方法,食品物理特性分析,现代食品分析测定条件的优化及聚类分析方法。同时介绍了微波压力溶样、超声波辅助浸提、分析质量控制和分析质量保证、分析结果不确定度的评定、现代食品分析实验条件的优化及聚类分析方法、浓度快速直读法、固定pH快速测定法等内容,各章均以国家颁布的最新标准方法为主线,严格按法定计量单位及符号进行阐述。

本书可作为高等院校食品科学与工程、食品质量与安全、食品营养与检验教育、商品检验、动植物检验检疫、应用化学等专业本科生学习食品分析、食品理化检验等课程的教材,也可直接用作实验、实习和实训教材,还可供食品质量监督管理机构、食品卫生检验、食品产品研发、食品企业、第三方检测单位的科技人员参考或作为培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

现代食品分析 / 高向阳主编. —2版. —北京:科学出版社,2018.1

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-03-055946-3

I. ①现… II. ①高… 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(2017)第315561号

责任编辑:赵晓霞 / 责任校对:何艳萍

责任印制:师艳茹 / 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>

石家庄名伦印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012年5月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2018年2月第 二 版 印张:25 3/4

2018年2月第六次印刷 字数:630 000

定价:68.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

第二版前言

“嫦娥”奔月、“蛟龙”深潜、“神舟”飞天、“天宫”对接、航母远洋、“北斗”导航……，中华民族的强国梦即将成为现实。继往开来，祖国强盛梦想的实现，迫切需要培养大批有志气、有理想、道德品质高尚、创新思维活跃、理论基础扎实、操作技术娴熟、动手能力较强、具有高度文化修养，“德、智、体、美、劳”全面发展，一专多能的应用型高级技术人才。

普通高等教育“十二五”规划教材《现代食品分析》的出版，毫无疑问，给分析检测领域带来了活力，对人才培养起到助推作用。本书第一版发行以来，被许多高校选作教学用书和图书馆藏书。同时，相关部门也加大了修订、更新国家标准《食品卫生检验方法 理化部分》的力度，修订、公布之后成为唯一的强制性执行的食品安全国家标准。鉴于这些变化，在本书编写过程中使用截至 2017 年 10 月国家颁布的最新标准，尽力实现“教材常用常新，教师常教常新，学生常学常新，实验常做常新”的理念，希望起到“立竿见影，学以致用”的功效。学生在学校有针对性地学习检测方法理论和实习、实训后，毕业即可快速上岗、高质量投入分析工作，极大地缩短了参加工作后的适应期或磨合期，起到少走弯路、事半功倍的良好作用。

修订过程中，更加注重内容的系统性、科学性、新颖性、先进性和实用性，严格按照法定计量单位和推荐符号统一相关内容，使教材质量进一步提高。由于多数院校开设了“食品感官检验与评定”课程，本次修订删除了相关章节内容。鉴于食品安全领域掺伪掺假的现象时有发生，且手段和方式日趋复杂多样，层出不穷，因此适度增加了食品掺伪掺假的鉴别方法，这些方法大多简便、可行、经济、实用，容易掌握和普及，具有较强的应用价值和积极的社会意义。本书除主要章节外，还用知识扩展栏目，适度插入了相关知识，增加教材的活泼性和可读性，进一步拓宽了专业知识面。书后附有截至 2017 年的食品安全国家标准方法 GB/T 5009 系列标准目录和部分作废、替代的标准汇总目录等资料，为读者查阅和参考提供方便。

修订后的教材，汇理论与实践于一体，集众多最新国标于一册，内容更加丰富多样，具有新颖、规范、现行、实用、目的明确、标准突出、针对性强的特色，除用作相关专业的主教材外，也可直接用作学生实验、实习和实训的教材。

本书由河南农业大学、郑州科技学院高向阳教授担任主编，河南农业大学黄现青教授和甘肃农业大学李永才教授担任副主编，章节之后附有作者姓名。本书在第一版基础上由主编负责修订和定稿，不足之处恳请读者批评指正，以便再版时进一步提高质量。

高向阳

2017 年 12 月于郑州

第一版前言

在科学技术飞速发展、各项事业蒸蒸日上的现代社会里，随着文化和物质生活水平的不断提高，现代人们更加注重绿色健康的消费理念，对食品的质量和安、食品的营养均衡和科学搭配提出了更高的要求。因此，迫切需要造就大批理论基础扎实，具有较强动手能力的全面发展的高素质食品分析和检验的专业技术人才，现代食品分析正是基于此目的而在相关本科专业开设的一门专业基础课。

本书编写过程中，注意避免与分析化学、有机化学、仪器分析、食品化学、食品工程原理等前导课程内容的重复，所用方法新颖、技术先进、实用性强，十分贴近目前食品工业的实际要求。在讲授基本理论和方法的同时，注意现代新技术和新方法的介绍和应用，如在食品灰分的分析中，除介绍国家标准方法以外，还介绍了现代微波快速灰化法、近红外分析仪测定法和电导率快速测定法；在化学元素和有关物质的测定中，除介绍国家标准方法以外，还介绍了离子选择性电极浓度快速直读法、固定 pH 法快速测定总酸度和粗蛋白以及超声波辅助技术、微波程序消解样品新技术；食品物理特性分析中，介绍了电子鼻、电子舌等现代分析方法；基础理论部分增加了测量不确定度、定量限、实验条件的响应曲面法优化及聚类分析等知识和技术的介绍，并把侧重点放在学生基本功的训练上，各种分析方法均以“注意事项与说明”栏目将影响实验成败的关键因素予以提示，以便迅速培养、提高学生的创新意识以及提出问题、分析问题、解决问题的能力。

食品工业是朝阳产业，是许多地区的经济支柱产业，在国民经济中占有极其重要的地位。现代食品分析是食品工业健康发展的有力保障，是广大消费者保护自身利益和有关管理部门进行科学管理的重要工具之一。因此，本书在内容的安排上优先考虑截至 2015 年实施的最新国家标准，同时用法定计量单位及符号对全书所用标准进行了规范，并注意了有效数字的正确应用。考虑到我国加入世界贸易组织(WTO)后，进出口食品日益增加，食品流通更为广泛和国际化，食品分析工作与国际接轨的要求显得极其迫切和重要，所以，本书也适当介绍了部分国际标准方法。

本书可作为高等院校食品科学与工程、食品质量与安全、食品营养与检验教育、农产品标准化与贸易、商品检验、动植物检验检疫、粮食工程、乳品工程、烹饪工程、应用化学等专业的教材，也可作为质量监督、食品检验和食品企业等单位相关技术人员的参考书或培训用书。

全书共 17 章，由高向阳任主编，宋莲军任副主编，参加编写的有河南农业大学、郑州科技学院高向阳(前言、第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 6 章、第 10 章、第 11 章、附录)，宋莲军(第 5 章、第 7 章、第 8 章、第 14 章)，黄现青(第 17 章)，高晓平(第 12 章)；甘肃农业大学李永才(第 4 章)，李霁昕(第 13 章)，王毅(第 9 章)；洛阳理工学院张浩玉(第 15 章、第 16 章)。全书由高向阳通读、修改、定稿。

在本书编写过程中参阅了一部分教材和文献资料，得到了河南农业大学食品学院、甘肃

农业大学食品学院、洛阳理工学院有关领导和老师们的大力支持，编者在此一并表示衷心的感谢。

由于编者学识水平有限，书中不妥之处在所难免，衷心希望同行和读者批评指正。

编 者

2012 年 1 月于郑州

目 录

第二版前言

第一版前言

第 1 章 现代食品分析导论	1
1.1 现代食品分析基础及其特征	1
1.2 现代食品分析的主要内容	1
1.2.1 食品营养成分含量分析	2
1.2.2 食品安全分析	2
1.2.3 食品的物理特性和感官分析	2
1.2.4 转基因食品分析技术	2
1.2.5 食品掺伪分析	3
1.3 食品分析方法及发展方向	4
1.3.1 现代食品分析方法	4
1.3.2 现代食品分析发展方向	4
1.4 现代食品分析的一般程序	5
思考题与习题	5
第 2 章 食品分析的基本知识	7
2.1 样品的采集、制备及保存	7
2.1.1 样品的采集	7
2.1.2 平均样品的制备和保存	8
2.2 样品的预处理	9
2.2.1 有机物破坏法	9
2.2.2 蒸馏法	11
2.2.3 浓缩富集法	11
2.2.4 溶剂萃取及超临界流体、低温亚临界萃取技术	11
2.2.5 色谱分离法	12
2.2.6 其他预处理技术	13
2.3 分析方法的选择	13
2.3.1 正确选择分析方法	13
2.3.2 选择分析方法时应考虑的因素	13
2.3.3 分析方法的评价参数	14
2.4 国内外食品分析标准简介	16
2.4.1 建立分析标准的意义及作用	16
2.4.2 国内食品分析标准	16
2.4.3 国际食品分析标准	18

2.4.4 食品标签法规	19
思考题与习题	20
第3章 食品分析的误差与数据处理	22
3.1 食品分析的误差	22
3.1.1 误差的种类和来源	22
3.1.2 准确度和精密度	23
3.2 有限分析数据的处理	25
3.2.1 置信区间	25
3.2.2 可疑值的取舍	26
3.2.3 弃去可疑值时的注意事项	28
3.2.4 “三取二”的处理不合理	29
3.3 控制和消除误差的方法	29
3.3.1 减小测量误差	30
3.3.2 减小偶然误差	30
3.3.3 消除系统误差	30
3.3.4 回归方程及回归直线	31
3.4 误差的检验	33
3.4.1 F 检验法	34
3.4.2 t 检验法	35
3.5 分析质量控制和分析质量保证	36
3.5.1 分析质量控制	36
3.5.2 分析质量保证	37
3.6 有效数字及其应用	38
3.6.1 有效数字的意义及位数	38
3.6.2 有效数字的修约规则	39
3.6.3 有效数字的运算规则	39
3.6.4 有效数字在食品定量分析中的主要应用	40
3.7 分析结果的报告及结论	41
3.7.1 分析结果的计算及注意事项	41
3.7.2 分析结果不确定度的评定	42
3.7.3 分析结果的报告	45
3.7.4 分析结果的结论	46
思考题与习题	46
第4章 水分及水分活度分析	49
4.1 概述	49
4.1.1 水的作用及存在状态	49
4.1.2 水分含量分析的意义	50
4.2 水分含量分析方法	51
4.2.1 干燥法	51
4.2.2 蒸馏法	54

4.2.3 卡尔·费休法	55
4.2.4 其他测定水分方法简介	57
4.3 水分活度分析	59
4.3.1 水分活度分析的意义	59
4.3.2 水分活度的分析方法	60
思考题与习题	63
第 5 章 蛋白质及氨基酸分析	64
5.1 概述	64
5.2 凯氏定氮法	64
5.2.1 常量凯氏定氮法	64
5.2.2 自动凯氏定氮法	67
5.2.3 凯氏定氮法的缺陷	68
5.3 蛋白质的快速分析方法	68
5.3.1 双缩脲法	68
5.3.2 紫外吸光光度法	69
5.3.3 染料结合法	71
5.3.4 水杨酸可见光吸光光度法	72
5.4 氨基酸总量的测定	73
5.4.1 固定 pH 滴定法(中性甲醛反应法)	73
5.4.2 茚三酮吸光光度法	74
5.4.3 氨基酸分析仪法	75
5.5 个别氨基酸的定量分析	78
5.5.1 赖氨酸的分析	78
5.5.2 色氨酸的分析	79
5.5.3 脯氨酸的分析	80
5.6 氨基酸的分离分析	81
5.6.1 薄层色谱法	81
5.6.2 气相色谱法	82
5.6.3 高效液相色谱法	83
思考题与习题	84
第 6 章 食品中维生素的分析	86
6.1 概述	86
6.2 水溶性维生素的分析	86
6.2.1 维生素 B ₂ 的分析	86
6.2.2 硫胺素(维生素 B ₁)的分析	88
6.2.3 维生素 C 的分析	89
6.3 脂溶性维生素的分析	92
6.3.1 维生素 A 和维生素 E 的分析	92
6.3.2 维生素 D 的分析(HPLC 法)	95
6.3.3 β 胡萝卜素的分析	97

思考题与习题	101
第7章 碳水化合物分析	103
7.1 概述	103
7.2 可溶性糖类分析	103
7.2.1 可溶性糖类的提取和澄清	103
7.2.2 还原糖的直接滴定法	104
7.2.3 蔗糖的测定	107
7.2.4 总糖的测定	111
7.2.5 可溶性糖类的分离与定量分析	112
7.3 淀粉含量分析	114
7.3.1 酶水解法(GB 5009.9—2016 第一法)	114
7.3.2 酸水解法(GB 5009.9—2016 第二法)	117
7.3.3 肉制品中淀粉含量测定(GB 5009.9—2016 第三法)	119
7.3.4 旋光法	121
7.3.5 熟肉制品中淀粉的测定	122
7.3.6 植物性样品中淀粉的测定	123
7.4 纤维质的分析	124
7.4.1 粗纤维的分析	124
7.4.2 中性洗涤纤维(NDF)的分析	124
7.4.3 酸性洗涤纤维(ADF)的分析	126
7.4.4 膳食纤维的测定	126
7.5 果胶含量分析	130
7.5.1 质量分析法	130
7.5.2 咔唑显色-分子吸光光度法	131
思考题与习题	132
第8章 脂类物质分析	134
8.1 概述	134
8.1.1 食品中的脂类	134
8.1.2 脂类分析的意义	134
8.2 脂类分析方法	135
8.2.1 提取剂的选择及样品预处理	135
8.2.2 索氏抽提法(GB 5009.6—2016 第一法)	136
8.2.3 酸水解法(GB 5009.6—2016 第二法)	137
8.2.4 碱水解法(GB 5009.6—2016 第三法)	138
8.2.5 盖勃法(GB 5009.6—2016 第四法)	140
8.2.6 氯仿-甲醇提取法	141
8.2.7 特卡托脂肪自动测定仪	142
8.3 食用油脂理化指标分析	142
8.3.1 酸价的测定	142
8.3.2 碘价的测定	146

8.3.3 过氧化值的测定	147
8.3.4 皂化价的测定	150
8.3.5 羰基价的测定	150
思考题与习题	152
第9章 食品酸度及香气分析	153
9.1 概述	153
9.1.1 酸度的概念及分析意义	153
9.1.2 食品中酸的种类和分布	153
9.2 食品酸度的分析	154
9.2.1 总酸度的测定	154
9.2.2 固定 pH 法连续测定食品中的总酸度和粗蛋白	159
9.2.3 游离酸活度的测定	160
9.2.4 挥发酸的测定	163
9.3 食品中有机酸的分析	164
9.4 食品香气分析	168
9.4.1 香气样品的采集及预处理	168
9.4.2 香气组分的提取方法	168
9.4.3 香气定量分析方法	171
思考题与习题	173
第10章 食品中灰分及几种重要化学元素分析	174
10.1 灰分的测定	174
10.1.1 概述	174
10.1.2 食品中总灰分的测定	175
10.1.3 食品中水溶性灰分和水不溶性灰分的测定	178
10.1.4 酸不溶性灰分分析	179
10.1.5 灰分的快速分析	180
10.2 几种重要化学元素分析	181
10.2.1 概述	181
10.2.2 钙含量分析	182
10.2.3 铁含量分析	185
10.2.4 镁含量分析	187
10.2.5 锰含量分析	189
10.2.6 锌含量分析	191
10.2.7 铜含量分析	196
10.2.8 硒含量分析	198
10.2.9 碘含量分析	202
思考题与习题	205
第11章 食品中有毒污染物限量分析	207
11.1 食品中铅含量分析	208
11.1.1 石墨炉原子吸收光谱法(GB 5009.12—2017 第一法)	208

11.1.2	二硫脲比色法(GB 5009.12—2017 第四法)	210
11.1.3	食品中微量铅的快速测定-离子选择性电极浓度直读法	212
11.2	食品中镉含量分析	214
11.3	食品中汞含量分析	216
11.3.1	原子荧光光谱分析法(GB 5009.17—2014 第一法)	217
11.3.2	食品中甲基汞的测定(液相色谱-原子荧光光谱联用方法)	219
11.4	食品中铬含量分析	221
11.5	食品中砷含量分析	224
11.5.1	电感耦合等离子体质谱法(总砷的测定第一法)	225
11.5.2	氢化物原子荧光光度法(GB 5009.11—2014 总砷的测定第二法)	226
11.5.3	液相色谱-原子荧光光谱法(LC-AFS)测定无机砷	228
11.6	食品中氟及氟的快速分析	231
11.6.1	扩散-氟试剂比色法	232
11.6.2	氟离子选择电极法	233
11.6.3	氟的浓度直读快速测定法	234
11.7	其他几种重要有毒物质分析简介	235
11.7.1	食品中 <i>N</i> -亚硝胺的分析	235
11.7.2	食品中多氯联苯的分析	236
11.7.3	食品中丙烯酰胺的分析	236
11.7.4	食品中苯并[a]芘的分析	239
11.7.5	食品中三聚氰胺的分析	242
	思考题与习题	243
第 12 章	农药、兽药与霉菌毒素残留量分析	244
12.1	食品中农药残留量的常规分析方法	244
12.1.1	概述	244
12.1.2	食品中有机氯农药残留的分析	245
12.1.3	食品中有机磷农药残留的分析	249
12.2	食品中农药残留的快速分析方法	251
12.2.1	概述	251
12.2.2	有机磷类、氨基甲酸酯类农药残留快速分析方法(速测卡法)	252
12.2.3	氨基甲酸酯类、有机磷类农药残留快速分析方法(抑制率法)	253
12.3	食品中兽药残留分析方法	254
12.3.1	兽药残留概述	254
12.3.2	抗生素残留快速检测技术	256
12.3.3	磺胺二甲基嘧啶快速测定(试剂盒筛选方法)	257
12.3.4	盐酸克伦特罗快速测定	259
12.4	霉菌毒素残留分析	260
12.4.1	概述	260
12.4.2	样品的采集	261
12.4.3	真菌毒素的快速分析方法	261

12.4.4 黄曲霉毒素分析	263
12.4.5 赭曲霉毒素分析	268
12.4.6 杂色曲霉毒素分析	271
12.4.7 伏马毒素分析	274
思考题与习题	276
第 13 章 食品添加剂分析	278
13.1 概述	278
13.1.1 食品添加剂的定义和分类	278
13.1.2 食品添加剂的安全性	279
13.1.3 食品添加剂测定的意义和方法	279
13.2 食品中二氧化硫的测定	279
13.3 甜味剂和防腐剂的 analysis	281
13.3.1 糖精钠、苯甲酸和山梨酸的测定	282
13.3.2 环己基氨基磺酸钠(甜蜜素)的分析	284
13.3.3 阿斯巴甜和阿力甜的分析	286
13.3.4 木糖醇、山梨醇、麦芽糖醇、赤藓糖醇的分析	289
13.4 护色剂——硝酸盐和亚硝酸盐的分析	291
13.4.1 离子色谱法(GB 5009.33—2016 的第一法)	292
13.4.2 可见分光光度法(GB 5009.33—2016 第二法)	294
13.4.3 蔬菜、水果中硝酸盐的测定(GB 5009.33—2016 第三法紫外分光光度法)	298
13.5 合成着色剂的分析	299
13.5.1 概述	299
13.5.2 分析方法	300
思考题与习题	302
第 14 章 转基因食品快速分析技术	303
14.1 概述	303
14.1.1 转基因食品的安全性	303
14.1.2 转基因食品分析技术	303
14.2 免疫化学分析技术	304
14.2.1 概述	304
14.2.2 ELISA 快速检测方法	305
14.3 PCR 检测技术	306
14.3.1 植物总 DNA 的提取方法	306
14.3.2 PCR 技术的原理及程序	306
14.3.3 PCR-ELISA 法	308
14.3.4 定量 PCR 方法	309
14.4 基因芯片与转基因产品分析	311
14.4.1 基因芯片的原理	311
14.4.2 基因芯片制备方法	311
14.4.3 基因芯片在转基因食品分析中的应用	312

思考题与习题	312
第 15 章 食品掺伪鉴别方法	313
15.1 概述	313
15.2 肉及肉制品的掺伪分析	314
15.2.1 注水畜肉的检测	314
15.2.2 牛肉中掺马肉的检测	315
15.2.3 香肠中掺淀粉的检测	316
15.3 乳及乳制品的掺伪鉴别	316
15.3.1 牛乳掺水的检测	316
15.3.2 牛乳新鲜度的检测	317
15.3.3 牛乳掺食盐的检测	317
15.3.4 牛乳掺中和剂的检测	317
15.3.5 牛乳中掺淀粉、米汁的检测	318
15.3.6 牛乳中掺豆浆的检测	319
15.3.7 奶粉中掺蔗糖的检测	319
15.3.8 奶粉中掺豆粉的检测	320
15.4 饮料掺伪鉴别方法	320
15.4.1 饮料掺甲醛和水杨酸的检测	320
15.4.2 饮料掺糖精的检测	320
15.4.3 饮料掺漂白粉的检测	321
15.4.4 饮料掺非食用色素的检测	321
15.4.5 饮料掺洗衣粉的检测	321
15.4.6 饮料掺黄樟素的检测	321
15.4.7 白酒兑水的检测	322
15.4.8 用工业酒精勾兑白酒的检测	322
15.5 食用油掺伪鉴别方法	324
15.5.1 食用油掺矿物油的检测	324
15.5.2 食用油掺桐油的检测	325
15.5.3 食用油掺亚麻仁油(青油)的检测	326
15.5.4 食用油掺蓖麻油的检测	326
15.6 豆类食品、粮食制品的掺伪分析	327
15.6.1 干张掺色素的检测	327
15.6.2 面粉掺吊白块的检测	328
15.6.3 粉条(丝)掺塑料的检测	328
15.6.4 姜黄粉染色小米的检测	329
15.7 调味品掺伪鉴别方法	329
15.7.1 食醋中掺游离矿酸的检验	329
15.7.2 酿造醋和人工合成醋的鉴别	329
15.7.3 酱油掺水的检测	330
15.7.4 酱油掺尿素的检测	330

15.7.5 配制酱油的检测	330
15.7.6 味精掺伪检测	331
15.7.7 八角茴香真假的检测	332
15.8 蜂蜜掺伪鉴别方法	332
15.8.1 感官检验	332
15.8.2 蜂蜜掺水的检测	332
15.8.3 蜂蜜掺蔗糖、饴糖、人工转化糖的检测	332
15.8.4 蜂蜜掺食盐的检测	333
15.8.5 蜂蜜掺淀粉类的检测	333
15.8.6 蜂蜜掺尿素的检测	333
15.8.7 有毒蜂蜜的检测	334
15.8.8 蜂蜜掺羧甲基纤维素钠的检测	334
思考题与习题	334
第 16 章 食品物理特性分析	336
16.1 密度法	336
16.1.1 液态食品与密度	336
16.1.2 密度测定的意义	337
16.1.3 液体食品密度分析方法	337
16.2 折光法	339
16.2.1 基本原理	340
16.2.2 测定折射率的意义	340
16.2.3 折光仪的构造、性能、使用、校正与维护	341
16.3 旋光法	343
16.3.1 基本原理	343
16.3.2 光学活性物质、旋光度与比旋光度	344
16.3.3 变旋光作用	345
16.3.4 旋光仪的结构及原理	345
16.3.5 检糖计	345
16.4 热分析技术	346
16.4.1 概述	346
16.4.2 热分析方法	346
16.4.3 示差扫描量热仪	347
16.4.4 热分析技术在食品研究中的应用	348
16.5 色度、白度、浊度及计算机视觉检测	349
16.5.1 色度测定	349
16.5.2 白度测定	350
16.5.3 浊度的测定	350
16.5.4 计算机视觉检测	351
16.6 黏度测定和质构分析	352

16.6.1 黏度测定	352
16.6.2 质构分析	354
16.7 电子舌与电子鼻分析技术	356
16.7.1 电子舌分析简介	356
16.7.2 电子鼻分析简介	358
思考题与习题	359
第 17 章 现代食品分析测定条件的优化及聚类分析方法	360
17.1 概述	360
17.2 测定条件的基本原则和方法	362
17.2.1 测定条件优化的基本原则和步骤	362
17.2.2 实验设计和优化方法	362
17.2.3 析因设计	363
17.2.4 正交设计	365
17.2.5 序贯优化法	367
17.3 聚类分析	368
17.3.1 聚类分析法的分类	369
17.3.2 系统聚类法	369
17.3.3 动态聚类法	370
17.3.4 模糊聚类法	371
17.3.5 因子分析法	371
17.4 应用实例	372
17.4.1 实验设计及优化应用实例	372
17.4.2 聚类分析应用实例	374
思考题与习题	377
参考文献	379
附录	380
附录 1 相对原子质量表	380
附录 2 常见的碱性食品	381
附录 3 常见的酸性食品	381
附录 4 食品安全国家标准方法	381
附录 5 英汉词语对照表	389

第1章 现代食品分析导论

1.1 现代食品分析基础及其特征

“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”。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、均衡营养、吃出健康和长寿的生活理念不断增强。因此，消费者迫切需要各种富有营养、安全卫生、味道鲜美、有益健康的高质量食品。通常，人们需要根据食品的化学组成及色、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，均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、质量和安全性。

现代食品分析是专门研究食品物理特性、化学组成及含量的测定方法、分析技术及有关理论，进而科学评价食品质量的一门技术学科，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。食品分析贯穿原料生产、产品加工、储运和销售的全过程，实行的是全过程检测，是食品质量管理和食品质量保证体系的一个重要组成部分。食品和药品涉及人们的生命和健康，国家把食品和药品统一管理，食品分析所用的法定分析方法和药品一样是非常严格的，这是食品分析的显著特征。

现代食品分析是一门涉及诸多学科理论和技术的综合性课程，需要数学、物理学、生物学、计算机科学和化学尤其是现代仪器分析的基础知识和实验技术，但并不是有关知识、技术的简单复习和回顾，而是有关基础知识的综合应用和提升，其先导课程为分析化学、有机化学、生物化学、食品化学、现代仪器分析、微生物学、免疫学、高等数学、普通物理学等。

1.2 现代食品分析的主要内容

现代食品分析不但在食品质量保障方面起着十分重要的作用，而且是优质产品及其生产过程的“眼睛”和“参谋”，在开发食品新资源、研发食品新产品、设计食品新工艺、创新食品新技术等方面起着不可估量的作用。因此，要求食品科学、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，正确处理分析数据，获得可靠的分析结果。所以，要求食品分析工作者必须经过严格的专业训练，具有坚实的分析理论基础知识、娴熟的操作技能，熟悉国家相关法律法规、技术标准和方法，同时具有优秀的自身素质和高尚的职业品德，具有求实的工作作风和高度责任心。工作时，细心认真、一丝不苟、诚实地完成分析测定全过程，这是进行食品分析、保证分析质量的基础和前提。

现代食品分析的任务较多，内容包括化学、物理学和生物学参数的测定。通常，人们习