



普通高等教育“十五”国家级规划教材  
省级精品课程配套教材

食品科学与工程专业主干课程



# 食品分析

(第三版)

主编 王永华 戚穗坚  
主审 张水华

FOOD  
ANALYSIS  
(THIRD EDITION)

 中国轻工业出版社 | 全国百佳图书出版单位

普通高等教育“”  
省级精品课程配套教材  
2014年中国轻工业优秀教材一等奖

# 食品分析

(第三版)

主编 王永华 戚穗坚  
主审 张水华

FOOD  
ANALYSIS  
(THIRD EDITION)

## 图书在版编目 (CIP) 数据

食品分析 / 王永华, 戚穗坚主编. —3 版. —北京:  
中国轻工业出版社, 2017. 7

普通高等教育“十五”国家级规划教材

ISBN 978-7-5184-0964-8

I. ①食… II. ①王…②戚… 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 (2016) 第 117797 号

责任编辑: 马妍      责任终审: 劳国强      封面设计: 锋尚设计  
版式设计: 锋尚设计      责任校对: 吴大鹏      责任监印: 张可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印刷: 河北鑫兆源印刷有限公司印刷

经销: 各地新华书店

版次: 2017 年 7 月第 3 版第 1 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16 印张: 29.5

字数: 660 千字

书号: ISBN 978-7-5184-0964-8 定价: 64.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: [club@chlip.com.cn](mailto:club@chlip.com.cn)

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

140827J1X301ZBW

# 前言（第三版）

《食品分析》（第二版）自2010年7月出版以来，使用者已遍布全国各大高等院校和相关科研机构，该书得到了各方的一致好评，同时也收到了一些使用反馈与改进建议，加上原书尚存在不足之处，这些都促使编者将修订事宜提上日程。

《食品分析》（第三版）在保持第二版教材特色的基础上，对教材内容进行了更合理的编排。改版后的教材将分为六个部分、共二十一章，分别为食品分析基础知识、食品的感官及物理特性分析、食品中营养成分分析、食品中添加剂分析、食品安全分析和食品的其他检测技术。每部分的核心内容都经过编者的精修，力求使内容与时俱进。在出版社的大力支持下，本书对每章配备了相应的教学指南、习题指导、课件和教学视频。这些教学资源将使读者能更轻松、更便捷、更高效地掌握本书的精髓，大大提高学习效率。本书的配套教材《食品分析实验指导》也正在紧张的准备当中，不久将与读者见面。此外，食品分析课程在线学习将与本教材同步推出，读者可通过获取封底上的教材序列号登录网站进行学习。

本书由王永华、戚穗坚担任主编，张水华担任主审，具体编写分工如下：华南理工大学王永华（第一、二、九章），戚穗坚（第五、六、十九章），王方华（第三、四章），蓝东明（第十六、十八章）；江南大学钱和、郭亚辉（第七、十章）；陕西科技大学许牡丹（第八、十四章）；郑州轻工业学院章银良（第十一、十二章）；广西工学院任仙娥（第十三章）；广州质量监督检测研究院黄金凤、黄嘉乐（第十五章），刘海虹、黄金凤（第十七章），李秀英、郭新东（第二十章），周思（第二十一章）。

在本书编写过程中，得到了许多同行的支持和帮助，特别是海南热带海洋学院的杨波老师，华南理工大学轻工与食品学院研究生李道明、辛瑞璞、曾朝喜等为本书的修订做了大量工作。由于第二版的编者大连工业大学云霞已退休，不再参加第三版的编写工作，但对于她的辛勤工作我们永远怀有感激之情，在此一并致谢。

本书可供高等学校食品科学与工程、食品质量与安全、乳品工程和粮食工程等专业作为教材，也可供食品卫生检验、质量监督、食品企业等单位的有关科技人员参考。

限于编者的水平及时间关系，书中的不妥及错误之处，敬请读者批评指正。

编者

2017年3月于广州

# 前言（第二版）

本书自2004年7月出版以来，承蒙使用本书的广大教师及读者的厚爱 and 出版社的大力支持，已进行了10次印刷，使用者已遍及祖国各地和食品各界，许多读者也提出了非常中肯的意见和建议，加上原书也有一些错误和不足，这一切都促使了编作者进行再版。

过去的5年是我国食品工业高速发展的黄金时期，每年均以高出全国GDP发展速度许多增幅快速发展，预计到2010年食品工业产值将超过4万亿元，食品工业的科技水平和食品的分析技术也得到了很大提高。由于人民群众生活水平的改善和健康意识的提升，在选择高质、营养、美味食品的同时，也更加关注食品的安全，《食品安全法》的颁布，使我国在食品安全的监管方面上了一个新台阶。

鉴于新的食品安全问题不断涌现，社会对食品安全性的关注日益增强，《食品分析》第二版教材在保持第一版特色的基础上，增加了食品病原微生物、辐照食品、转基因食品及新资源食品等食品安全性检测方面的内容，将第一版中的“食品中限量元素的测定”一章分散到“膳食矿物质元素的检测”及“食品中有害物质的检测”两章中。同时第一版教材的各位作者对自己负责的章节进行了精简，修剪了第一版教材中的较陈旧的检验方法，尽可能引入当前先进的检测方法。另外，由于评价食品风味最有效的方法是感官鉴评，本教材保留了第一版中感官鉴评的可操作性内容。

由于部分第一版的编作者已退休，不再参加第二版的改版工作，对于他们的辛勤工作我们永远怀有感激之情。本书第二版由王永华任主编，王启军、郭新东、钱和、李铁任副主编，张水华任主审。参加编写的有：华南理工大学王永华（第一、二、三章），王永华、李铁（第七章），王启军（第十三章），杨继国（第十八章）；江南大学钱和（第五、十九章），钱和、孔祥辉（第八章）；陕西科技大学许牡丹（第六、十二章）；大连工业大学云霞（第四章）；郑州轻工业学院章银良（第九、十一、二十章）；广西工学院任仙娥（第十章）；广东省质量技术监督局郭新东（第十四、十五、十七章）；广州市质监局陈守义和华南理工大学吴蓓（第十六章）。

在本书编写过程中，得到了许多同行的支持和帮助，特别是华南理工大学轻工与食品学院的在读研究生朱启思、甄达文，在读博士生曾凡逵等为本书的文字校对及图表处理做了大量工作，在此一并致谢。

本书可供高等学校轻工食品类、食品质量与安全、商品检验、农副产品、粮食贮藏与加工等各专业或专业方向作为教材，也可供食品卫生检验、质量监督、各类食品企业等单位的有关科技人员参考。

限于编者的水平及时间关系，书中的不妥及错误之处，殷请读者批评指正。

编者

第一章 绪论	2
一、 食品分析的性质与作用	2
二、 食品分析的任务与内容	2
三、 食品分析的学习方法	3
四、 食品分析方法的选择与采用标准	3
第二章 食品样品的采集与预处理	7
第一节 样品采集	7
一、 正确采集样品的意义	7
二、 样品采集的过程	7
三、 采样的一般方法	8
四、 采样要求与注意事项	10
第二节 样品预处理	10
一、 样品预处理的目的是与要求	10
二、 样品预处理的方法	11
第三章 食品分析中的质量保证	17
第一节 食品分析质量保证的意义	17
第二节 分析数据的质量	17
一、 误差	18
二、 不确定度	25
第三节 分析测试中的质量保证	28
一、 实验室内部质量保证	29
二、 实验室外部质量保证	32
三、 质量控制图	33
四、 实验室认可	40
第四章 实验方法评价与数据分析处理	42
第一节 实验方法评价指标	42
第二节 实验数据分析处理	45
一、 实验数据的处理	45
二、 实验结果的检验	52

第二篇

食品的感官  
及物理特性  
分析

	三、测定结果的校正 .....	57
	四、分析结果的表示 .....	58
第五章	食品感官分析 .....	60
第一节	食品感官分析的定义与特征 .....	60
第二节	食品感官分析的分类 .....	61
第三节	食品感官分析的基本要求 .....	64
第四节	食品感官分析的常用方法 .....	68
	一、食品感官分析方法的选择和分类 .....	68
	二、常用的几类感官分析的方法 .....	69
第六章	食品的物理特性分析 .....	79
第一节	概述 .....	79
第二节	食品的物理特性分析 .....	79
	一、相对密度法 .....	79
	二、折光法 .....	82
	三、旋光法 .....	84
	四、色度法 .....	87
	五、黏度法 .....	89
	六、质构法 .....	92
第七章	水分和水分活度的测定 .....	96
第一节	概述 .....	96
	一、水分的存在形态 .....	97
	二、水分的测定方法 .....	97
	三、水分测定的意义 .....	98
第二节	水分的测定方法 .....	98
	一、干燥法 .....	98
	二、蒸馏法 .....	103
	三、卡尔 - 费休法 .....	105
	四、其他方法 .....	107
第三节	水分活度的测定 .....	108
	一、水分活度的测定意义 .....	108

第三篇

食品中营养  
成分分析



二、水分活度的测定方法 .....	109
<b>第八章 碳水化合物的测定 .....</b>	<b>113</b>
<b>第一节 概述 .....</b>	<b>113</b>
一、碳水化合物的定义和分类 .....	113
二、食品中碳水化合物的分布与含量 .....	113
三、食品中碳水化合物的测定意义 .....	114
四、食品中碳水化合物的测定方法 .....	114
<b>第二节 可溶性糖类的测定 .....</b>	<b>114</b>
一、可溶性糖类提取和澄清 .....	114
二、还原糖的测定 .....	116
三、蔗糖的测定 .....	122
四、总糖的测定 .....	124
五、多种糖的分离与同时测定 .....	127
<b>第三节 淀粉的测定 .....</b>	<b>131</b>
一、淀粉含量的测定 .....	131
二、淀粉 $\alpha$ 化度的测定 .....	135
<b>第四节 纤维素的测定 .....</b>	<b>136</b>
一、重量法 .....	136
二、酶-重量法 .....	138
三、酶重量-液相色谱法 .....	140
四、纤维素测定仪法 .....	142
<b>第五节 果胶物质的测定 .....</b>	<b>143</b>
一、重量法 .....	144
二、咔唑比色法 .....	145
<b>第九章 脂类的测定 .....</b>	<b>147</b>
<b>第一节 概述 .....</b>	<b>147</b>
一、食品中的脂类物质和脂肪含量 .....	147
二、脂类物质的测定意义 .....	148
三、脂类的测定方法 .....	148
<b>第二节 总脂的测定方法 .....</b>	<b>149</b>
一、直接萃取法 .....	149
二、经化学处理后再萃取法 .....	152
三、减法测定法 .....	156



	四、 仪器法 .....	158
	五、 萃取方法和仪器法的比较 .....	158
第三节	酰基甘油酯和磷脂组成检测 .....	159
	一、 TLC (Thin Layer Chromatography) 法分析甘油酯和 脂肪酸组成 .....	159
	二、 HPLC (High Performance Liquid Chromatography) 法分析酰基甘油酯组成 .....	160
	三、 磷脂组分的分析检测方法 .....	161
第四节	油脂中的脂肪酸组成及其分布分析 .....	163
	一、 气相色谱法 (GC) 测定红花籽油中的脂肪酸组成 .....	164
	二、 GC 分析甘油三酯中脂肪酸位置分布 .....	165
第五节	食用油脂理化特性的测定 .....	165
	一、 油脂物理性质分析 .....	165
	二、 油脂化学特性的测定 .....	167
第六节	脂类风险因子检测 .....	172
	一、 反式脂肪酸的测定 .....	172
	二、 苯并芘的测定 .....	174
	三、 油氧化聚合物的检测 .....	174
	四、 氯丙醇酯的测定 .....	175
	五、 缩水甘油酯的测定 .....	177
第十章	蛋白质和氨基酸的测定 .....	178
第一节	概述 .....	178
第二节	蛋白质的定性和定量测定 .....	180
	一、 蛋白质的定性鉴定 .....	180
	二、 蛋白质的定量测定 .....	183
第三节	氨基酸的定性和定量测定 .....	196
	一、 氨基酸的定性鉴定 .....	196
	二、 氨基酸的定量测定 .....	200
第十一章	灰分及矿物质的测定 .....	218
第一节	灰分的测定 .....	218
	一、 概述 .....	218
	二、 总灰分的测定 .....	219
	三、 水溶性灰分和水不溶性灰分的测定 .....	223

四、酸不溶性灰分的测定 .....	223
第二节 矿物质的测定 .....	223
一、概述 .....	223
二、食品中矿物质的测定 .....	225
第十二章 酸度测定 .....	241
第一节 概述 .....	241
一、酸度的概念 .....	241
二、酸度测定的意义 .....	242
三、食品中有机酸种类与分布 .....	242
第二节 酸度的测定 .....	244
一、总酸度的测定 .....	244
二、pH 的测定 .....	247
三、挥发酸的测定 .....	250
第三节 食品中有机酸的分离与测定 .....	252
一、概述 .....	252
二、有机酸的分离与测定方法简介 .....	252
三、气相色谱法 .....	253
四、高效液相色谱法 .....	255
五、离子交换色谱法 (羧酸分析仪) .....	258
六、毛细管电泳法 .....	259
七、酮酸的薄层色谱法 .....	260
第十三章 维生素的测定 .....	263
第一节 概述 .....	263
第二节 脂溶性维生素的测定 .....	263
一、维生素 A 的测定 .....	263
二、维生素 D 的测定 .....	267
三、维生素 E 的测定 .....	269
四、维生素 K 的测定 .....	272
五、几种脂溶性维生素的同时测定 .....	275
第三节 水溶性维生素的测定 .....	276
一、维生素 B <sub>1</sub> 的测定 .....	276
二、维生素 B <sub>2</sub> 的测定 .....	279
三、维生素 B <sub>5</sub> 的测定 .....	282

	四、维生素 B <sub>6</sub> 的测定 .....	284
	五、维生素 C 的测定 .....	287
	六、几种水溶性维生素的同时测定 .....	291
<hr/>		
第四篇 食品中添加 剂分析	第十四章 食品添加剂的测定 .....	294
	第一节 概述 .....	294
	一、食品添加剂的定义与分类 .....	294
	二、食品添加剂的安全使用和管理 .....	294
	三、食品添加剂的检测方法 .....	295
	第二节 甜味剂的检测 .....	295
	一、糖精钠的检测 .....	295
	二、其他甜味剂的检测 .....	299
	第三节 防腐剂的检测 .....	301
	一、苯甲酸钠和山梨酸钾的检测 .....	301
	二、其他防腐剂的检测 .....	304
	第四节 护色剂的检测 .....	305
	一、亚硝酸盐的检测 .....	306
	二、硝酸盐的检测 .....	308
	第五节 漂白剂的检测 .....	311
	一、盐酸副玫瑰苯胺比色法 .....	311
	二、蒸馏法 .....	315
	第六节 着色剂的检测 .....	315
	一、高效液相色谱法 .....	316
	二、薄层层析法 .....	318
	第七节 抗氧化剂的检测 .....	319
一、BHA 与 BHT 的测定 .....	319	
二、没食子酸丙酯 (PG) 的测定 .....	323	
<hr/>		
第五篇 食品安全 分析	第十五章 食品中有害物质测定 .....	326
	第一节 概述 .....	326
	一、食品中有害物质的概念 .....	326
	二、食品中有害物质的种类与来源 .....	326
	三、加强食品中有害物质检测的必要性 .....	327

第六篇  
食品的其他  
检测技术

第二节	食品中药物残留及其检测	327
一、	农药残留及其检测	328
二、	兽药残留及其检测	335
第三节	食品中生物毒素及其检测	342
一、	生物毒素的定义及分类	342
二、	霉菌毒素及其检测	343
三、	海洋毒素及其检测	345
四、	其他生物毒素及其检测	346
第四节	食品中污染物的检测	348
一、	食品中环境污染物及其检测	348
二、	食品加工污染物及其检测	354
第十六章	食品病原微生物检测	358
第一节	食品病原微生物及其危害	358
第二节	食品病原微生物的检测方法	362
一、	生化检测方法	362
二、	分子生物学检测方法	365
第十七章	辐照食品的检测	370
第一节	概述	370
一、	辐照食品的定义	370
二、	辐照食品的安全性	371
三、	辐照食品检测的必要性	371
第二节	辐照处理对食品的影响	372
一、	食品辐照的化学效应	372
二、	食品辐照的生物学效应	374
第三节	辐照食品的检测方法	375
一、	化学分析检测法	375
二、	物理分析检测法	377
三、	生物学分析检测法	380
四、	辐照食品检测技术的展望	381
第十八章	转基因食品的检测	382
第一节	概述	382

一、转基因食品的定义 .....	382
二、转基因食品的安全性 .....	383
第二节 转基因食品的检测方法 .....	384
一、核酸水平检测转基因产品 .....	385
二、蛋白质水平检测转基因产品 .....	386
三、转基因食品检测技术发展的现状和展望 .....	391
第十九章 新食品原料的检测 .....	392
第一节 概述 .....	392
一、新食品原料的定义 .....	392
二、新食品原料的安全性、管理及申报规定 .....	392
三、新食品原料的检测必要性 .....	395
四、我国新食品原料发展概况 .....	395
第二节 新食品原料的检测 .....	400
一、新食品原料检测的特殊性 .....	400
二、新食品原料检测非标检测方法的示例 .....	400
第二十章 食品真实性的鉴定 .....	404
第一节 肉及其制品掺假检测 .....	404
第二节 蜂蜜及其制品掺假检测 .....	406
第三节 食用油掺假检测 .....	412
第四节 其他类食品掺假检测 .....	416
第二十一章 食品容器和包装材料的安全性检测 .....	419
第一节 概述 .....	419
第二节 食品容器和包装材料的安全性检测方法 .....	420
一、塑料制品包装材料 .....	420
二、纸包装材料 .....	424
三、金属包装材料 .....	427
四、其他食品包装材料 .....	430
附录 .....	433
附录一 随机数表 .....	433
附录二 相对密度和酒精浓度对照表 .....	434
附录三 糖液折光锤度温度改正表 .....	436

附录四 相当于氧化亚铜质量的葡萄糖、果糖、乳糖、转化糖  
质量表 ..... 437

附录五 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） ..... 443

附录六 *t* 值表 ..... 444

附录七 *F* 表方差分析用（单尾）：上行概率0.05，下行概  
率0.01 ..... 446

参考文献 ..... 452

---

## 第一篇

# 食品分析 基础知识

---



# 绪 论

## 一、食品分析的性质与作用

近年来,我国食品工业持续快速发展,食品工业产值2015年超过12万亿元。现在市场上食品货源充足,品种繁多,因此消费者在购买食品时有了很大的选择余地。另外,随着人们经济能力的提高,他们比任何时候都更加关注食品的质量和安全,他们需要多种安全、营养、美味可口且有益健康的食品。为此,我国各级政府机构,特别是有关质量监督、卫生防疫等部门投入了大量人力物力进行食品监控和管理,食品企业也以此作为自己最大的责任而进行着不懈的努力。消费者、食品企业、政府有关部门及国内外的法规均要求食品科学家监控食品组成,明确保证食品的质量、安全和品质。食品分析就是专门研究各种食品组成成分的检测方法及有关理论,进而评价食品品质的一门技术性学科,它的作用是不言而喻的。

## 二、食品分析的任务与内容

食品分析工作是食品质量管理过程中一个重要环节,在确保原材料供应方面起着保障作用,在生产过程中起着“眼睛”的作用,在最终产品检验方面起着监督和标示作用。食品分析贯穿于产品开发、研制、生产和销售的全过程。作为分析检验工作者,应根据待测样品的性质和项目的特殊要求选择合适的分析方法,分析结果的成功与否取决于分析方法的合理选择、样品的制备、分析操作的准确实施,以及对分析数据的正确处理和合理解释。而要正确地做到这一切,必须有赖于食品分析工作者有坚实的理论基础知识,对分析方法的全面了解,熟悉各种法规、标准和指标,还有熟练的操作技能和高度的责任心。

食品分析常涉及以下内容。

(1) 食品风险因子发现与安全性检测 包括对食品添加剂合理使用的监督,食品中限量或有害元素含量,各种农药、兽药残留,环境污染物,来自包装材料中的有害物,微生物及其代谢物的污染,食品加工中形成的潜在有害物质,食品原材料中潜在的有毒有害物等。

(2) 食品中营养组分的检测 包括常见的六大营养要素,以及食品营养标签所要求的所有项目。按照食品标签法规要求,所有的食品商品标签上都应注明该食品的主要配料表、营养要素和热量。对于那些保健食品或功能食品,还须有其特殊成分的含量及介绍。营养成分的分析是食品分析的经常性项目和主要内容。

(3) 食品品质分析或感官检验 食品的理化指标和卫生指标,保证了食品的安全性及提供了消费者根据自己的需求选择合适的营养指标的参考意见,然而,对于广大的普通消费者,选择食品的首要标准仍然是食品是否美味可口。尽管目前已开发出电子鼻、电子舌等先进仪器,但始终代替不了人的感觉器官,最可靠、直接、快速的食品品质分析仍是人的食品感官鉴评技术。食品的感官检验往往是食品检验各项检验内容的第一项。如果食品感官检验不合格,即可判定该产品不合格,不需再进行理化检验。食品质量标准中都制定有相应的感官指标。

### 三、食品分析的学习方法

现代多学科知识的高速发展推动了食品分析检测技术的革命性进步,尤其是计算机、自动化技术、生物技术等的广泛应用,有可能将科学工作者从烦闷的重复性、枯燥性工作中解放出来,让头脑有更多的时间和精力去思考深层的问题。例如,过去用生物法做一个维生素含量检测费时十几天,现在用高效液相色谱法在几十分钟之内就可给出测试结果;过去对病原微生物的检测,从培养到报告结果需要几周的时间,现在只需要几个小时。

学习本课程必须首先认真掌握分析检验的基础理论、仪器分析的原理,以及相关的物理、化学、生物化学等基础知识,然后根据食品分析的特殊性,把理论与实践相结合,正确掌握实验操作技能和方法,才能成为既懂理论又能熟练进行实际操作的科技工作者。

### 四、食品分析方法的选择与采用标准

食品分析方法的选择通常要考虑到样品的分析目的,分析方法本身的特点,如专一性、准确度、精密度、分析速度、设备条件、成本费用、操作要求等,以及方法的有效性和适用性。用于生产过程指导或企业内部的质量评估,可选用分析速度快、操作简单、费用低的快速分析方法,而对于成品质量鉴定或营养标签的产品分析,则应采用法定分析方法。采用标准的分析方法,利用统一的技术手段,对于比较与鉴别产品质量,在各种贸易往来中提供统一的技术依据,提高分析结果的权威性有重要的意义。

我国的法定分析方法有中华人民共和国国家标准(GB)、行业标准和地方标准等,其中国家标准为仲裁法。对于国际贸易,采用国际标准具有更有效的普遍性。

#### (一) 国际标准(International Standard)

国际标准是指国际标准化组织(ISO)、国际电工委员会(IEC)和国际电信联盟(ITU)所制定的标准,以及经ISO认可并收入《国际标准题内关键词索引》(KWIC Index)之中的标准。国际标准对各国来说可以自愿采用,没有强制的含义,但往往因为国际标准集中了一些先进工业国家的技术经验,加之各国考虑外贸上的原因,从本国利益出发也往往积极采用国际标准。

《国际标准题内关键词索引》收录包括ISO、IEC及其他27个国际组织所制定的且经ISO认