

普通高等教育“十二五”规划教材

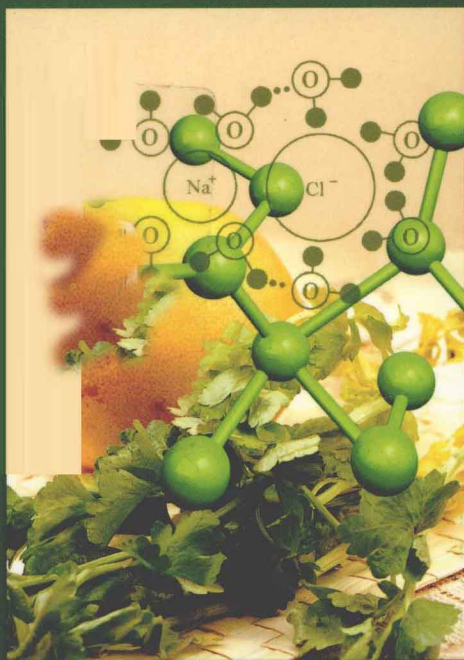
江西省精品课程教材

食品化学

Food Chemistry

◎ 谢明勇 主编

◎ 胡晓波 王远兴 副主编



化学工业出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

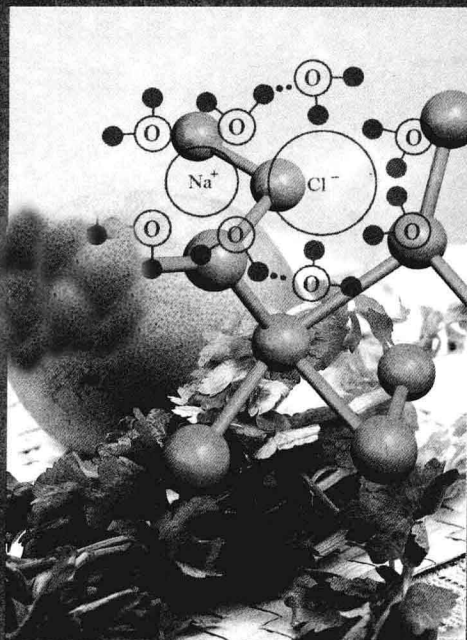
江西省精品课程教材

食品化学

Food Chemistry

◎ 谢明勇 主编

◎ 胡晓波 王远兴 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

食品化学/谢明勇主编. —北京: 化学工业出版社,
2011. 3

普通高等教育“十二五”规划教材

江西省精品课程教材

ISBN 978-7-122-10404-5

I. 食… II. 谢… III. 食品化学-基本知识
IV. TS201.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 007812 号

责任编辑: 赵玉清 蒋余涛
责任校对: 郑捷

装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 21¼ 字数 521 千字 2011 年 6 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 35.00 元

版权所有 违者必究



序

食品化学是食品类学科的核心课程之一。食品中的营养物质及色香味成分、次生代谢产物、食品添加剂和有害物质，以及这些物质在生产、加工、贮存、鉴定过程中所发生的相关化学变化，都是食品化学研究的重要内容。随着分子生物学在食品科学领域的应用以及现代实验技术的不断发展和完善，阐明食品化学组成之间的相互关联，反应中间产物和最终产物的化学结构及其对食品的营养价值、感官质量和安全性的影响，控制食物中各种生物和化学物质的组成、性质、结构、功能和作用机制，研究食品储藏加工新技术，开发新产品和新的食品资源，也构成了食品化学的重要研究方向。食品化学为食品工业和食品科学的发展提供理论依据的同时，也直接决定了食品产业的科技进步。

我国自 1986 年开设《食品化学》课程以来，目前已有 100 多所普通高等院校开设食品化学课程。在食品化学的教材建设方面，从最初选译美国 O. R. Fennema 主编的“Food Chemistry”开始，为适应不同高校对食品及相关专业人才培养目标的需要，先后已有 20 多部《食品化学》教材问世。部分高校的食品化学教材已被列为校级、省级甚至国家级精品课程建设。该书主编谢明勇教授主讲的《食品化学》课程亦被评为 2009 年度江西省精品课程。该教材在广泛参考国内外食品化学经典教材和最新论著的基础上，结合作者多年来在《食品化学》课程教学和科学研究方面的经验，内容上注重系统性和科学性，突出先进性，关注食品化学研究的最新成果与前沿技术和方法。与教材配套的实验教材、习题册和多媒体课件，可方便广大师生教学与学习。

该书作者大都来自南昌大学从事食品化学及相关领域教学与研究的一线教师和科研工作者。南昌大学在食品化学教学和研究领域与国内外的合作与交流一直较为活跃，近年与江南大学共建食品科学与技术国家重点实验室，积极开展食品与人体健康、食品质量与安全、食物资源高值化利用等方向的基础性工作，在水分迁移与核磁检测、天然功能成分的分离纯化技术、膳食纤维（多糖）与肽的结构与生理功能、微胶囊化油脂和反式脂肪酸、酶和蛋白质等大分子构象变化与活性关系、食品添加剂、污染物和有害物的快速检测、食品风味化学等方面的教学与研究具有鲜明的特色。

本人从事食品化学教学与研究多年，深知食品化学作为食品科学与工程专业的核心专业基础课的重要性，通过该课程的学习我们可以了解许多现代食品工业赖以生存的基础知识。我们期待着该教材的出版对我国食品科学与工程专业的教学和科研水平的提高将会有所帮助，特此作序以表祝贺。



（中国工程院院士）

2010年12月



前言

食品化学是从化学的角度和分子水平上认识和研究食品及其原料的组成、结构、理化性质、生理功能、营养价值、安全性及在加工贮运中的变化、变化本质及对食品品质和安全性影响的一门新兴、综合、交叉性学科，是食品科学与工程专业的核心专业课程。同时，食品化学为食品科学和食品工业的发展奠定理论基础和技术方案，对改善食品品质、开发食品新资源、革新食品加工工艺和储运技术、调整国民膳食结构、改进食品包装、加强食品质量与安全控制、提高食品原料加工和综合利用水平等具有重要的意义。

鉴于食品化学对食品科学与工程的重要意义以及食品化学课程在食品专业课程设置中的重要地位，同时考虑到目前我国食品化学教材的多样性和我国高校各个食品院系的培养目标要求的不同，为进一步加强、改进和优化食品化学课程的教学与教材的体系建设，教材编写者在全国范围内对食品化学课程的运行情况进行针对性调查的基础上，着眼于食品化学的发展现状与我国食品专业培养要求来编写本教材。

本教材是编写者集多年来对食品化学教学和研究的成果，吸收和参考国内外食品化学的专著和文献，精心布局与选材。教材的编写力求系统性和科学性的统一。重点内容包括水、碳水化合物、脂质、蛋白质、维生素、矿物质、酶、褐变反应、食品风味化学、次生代谢产物、食品添加剂、食品污染物和食品货架寿命预测及应用等方面，在原有一些食品化学版本的基础上精简了与基础生物化学重叠部分，补充了一些新的内容，如在碳水化合物章节中增加对膳食纤维和多糖方面的介绍、脂质章节中增加特种油脂的制备技术、蛋白质章节中增加活性肽的内容，以及褐变反应和次生代谢产物独立成章等。在系统地介绍经典的基本理论和知识的同时，也关注到实际应用和食品化学研究的最新成果与前沿技术、现代研究方法和手段，让读者从中获得更多信息和思路。同时，每章节后配有习题、参

考文献，并且有相关实验教材、习题和多媒体课件出版，以及网络不断更新的食品化学研究最新成果的介绍，方便教学使用。本书可作为高等学校食品科学、食品工程及相关学科的专业基础课教材，也可供相关专业科研及工程技术人员参考。

本教材由南昌大学谢明勇教授主编，由2010年江西省高校教学团队“食品科学与工程主干课程教学团队”成员编写。各章节的编写者如下：绪论（谢明勇）、水（阮征、阮榕生）、碳水化合物（聂少平、谢明勇）、脂质（谢明勇）、蛋白质（胡晓波、赵燕）、维生素（高金燕）、矿物质（郭岚）、酶（刘伟、梁瑞红）、褐变反应（万茵）、食品风味化学（黄赣辉、万茵）、次生代谢产物（谢明勇）、食品添加剂（王远兴、熊春红、温辉梁）、食品污染物（万益群）、食品货架寿命预测及应用（田颖刚）。全书主要由谢明勇教授统稿，胡晓波、赵燕和王远兴参与了部分统稿工作。

南昌大学的食品化学课程历经近30年的建设，2009年被评为江西省省级精品课程。本教材为2010年江西省教学成果一等奖“食品化学精品课程的建设与研究”的主要成果内容之一，并得到2010年江西省高等学校教学改革研究招标课题“基于国际工程教育理念的食品专业创新型人才培养模式的研究与实践”的资助（课题编号：JXJG-10-1-1），以及2007年江西省高等学校教学改革研究课题“食品化学精品课程的建设与研究”的资助（课题编号：JXJG-07-1-39）。在本书的编写过程中，参考了国内外有关专家学者的相关论文论著的有益经验；同时，化学工业出版社为本书的顺利出版做了大量工作，本书也得到了其他许多同志的热情支持和帮助，尤其是得到本教学团队中刘玉环、黄丹菲、李昌、谢建华等老师以及研究生殷军艺、杨美艳、李景恩等同学的大力支持与帮助，在此一并表示衷心的感谢。

由于编写者水平有限，编写过程中可能存在不足之处，敬请诸位同仁和广大读者批评指正，以便我们今后修订、补充和完善。

编 者

2010年11月8日

序
前言

第1章 绪论 /1

1.1 食品化学的概念及研究范畴	1/1	1.3.2 食品化学的研究方法	1/7
1.2 食品化学发展简史	1/2	1.4 食品化学研究发展趋势	1/8
1.3 食品化学的研究内容与研究方法	1/4	思考题	1/8
1.3.1 食品化学的研究内容	1/4	参考文献	1/8

第2章 水 /9

2.1 水和冰的性质与结构	1/10	2.4.3 水分吸附等温线与温度 的关系	1/21
2.1.1 水和冰的物理性质	1/10	2.4.4 水分吸附等温线的数学 描述	1/22
2.1.2 水分子	1/10	2.4.5 滞后现象	1/24
2.1.3 水分子的相互作用	1/11	2.5 水分活度与食品稳定性的关系	1/25
2.1.4 冰的结构	1/12	2.6 分子流动性与食品稳定性	1/28
2.1.5 水的结构	1/13	2.6.1 食品的玻璃态	1/28
2.2 食品中水与非水成分的相互 作用	1/14	2.6.2 状态图	1/29
2.2.1 水与离子或离子基团的 相互作用	1/14	2.6.3 分子流动性与食品稳定性 的关系	1/30
2.2.2 水与具有氢键键合能力的 中性基团的相互作用	1/14	2.6.4 分子流动性、玻璃化温度 的应用	1/34
2.2.3 水与非极性基团的相互 作用	1/15	2.6.5 水分活度和分子流动性在预测 食品稳定性方面的比较	1/36
2.3 水分存在的状态	1/15	2.7 本章小结	1/37
2.4 水分活度与吸附等温线	1/16	思考题	1/37
2.4.1 水分活度	1/16	参考文献	1/37
2.4.2 水分吸附等温线	1/19		

第3章 碳水化合物 /39

3.1 概述	1/39	3.1.1 食品中碳水化合物的定义	1/39
--------------	------	-------------------------	------

3.1.2 食品中碳水化合物的分类	/39	3.4.1 多糖的结构	/56
3.2 食品中的单糖	/40	3.4.2 多糖的性质	/56
3.2.1 单糖的结构	/40	3.4.3 淀粉	/58
3.2.2 单糖的构象	/41	3.4.4 纤维素和半纤维素	/65
3.2.3 单糖的物理性质	/42	3.4.5 果胶	/67
3.2.4 单糖的化学性质	/43	3.4.6 魔芋葡甘聚糖	/68
3.2.5 食品中的重要单糖	/47	3.4.7 壳聚糖	/69
3.3 食品中的低聚糖	/48	3.4.8 琼脂	/70
3.3.1 低聚糖的结构	/48	3.4.9 海藻酸及海藻酸盐	/71
3.3.2 低聚糖的性质	/50	3.4.10 刺槐豆胶	/72
3.3.3 常见低聚糖	/51	3.5 本章小结	/72
3.3.4 功能性低聚糖	/53	思考题	/73
3.4 食品中的多糖	/56	参考文献	/73

第4章 脂质

/75

4.1 概述	/75	4.3.2 油脂的氧化及抗氧化	/82
4.1.1 食品中脂质的分类	/75	4.3.3 油脂在高温下的化学反应	/87
4.1.2 食用油脂中的脂肪酸种类	/76	4.3.4 辐照时油脂的化学反应	/88
4.1.3 脂肪酸的命名	/76	4.4 油脂的特征值及质量评价	/89
4.1.4 食用油脂的组成	/77	4.4.1 油脂的特征值	/89
4.2 食用油脂的物理性质	/78	4.4.2 油脂的氧化程度	/90
4.2.1 食用油脂的气味和色泽	/78	4.4.3 油脂的氧化稳定性	/91
4.2.2 食用油脂的熔点和沸点	/78	4.5 油脂加工及产品	/91
4.2.3 食用油脂的烟点、闪点和着火点	/79	4.5.1 油脂的精制	/91
4.2.4 食用油脂的结晶特性及同质多晶现象	/79	4.5.2 油脂的改性	/92
4.2.5 食用油脂的塑性	/80	4.5.3 油脂微胶囊化	/97
4.2.6 食用油脂的液晶态	/81	4.5.4 油脂加工产品	/98
4.2.7 食用油脂的乳化	/81	4.6 脂肪代用品	/98
4.3 食用油脂在加工和储藏过程中的化学变化	/82	4.6.1 脂肪替代品	/99
4.3.1 油脂水解	/82	4.6.2 脂肪模拟品	/99
		4.7 本章小结	/99
		思考题	/100
		参考文献	/100

第5章 蛋白质

/101

5.1 概述	/101	5.1.2 食品中蛋白质的特性及分类	/101
5.1.1 食品中蛋白质的定义及化学组成	/101	5.2 食品中的氨基酸	/102

5.2.1 食品中氨基酸的组成、 结构与分类	/102	5.5.4 蛋白质与风味物质的结合 ...	/125
5.2.2 食品中氨基酸的物理性质 ...	/104	5.6 食品蛋白质在加工和贮藏中的 变化	/126
5.2.3 食品中氨基酸的化学性质 ...	/106	5.6.1 热处理的变化	/126
5.3 蛋白质的结构	/109	5.6.2 低温处理的变化	/127
5.3.1 蛋白质的结构水平	/109	5.6.3 脱水处理的变化	/127
5.3.2 稳定蛋白质结构的作用力 ...	/112	5.6.4 碱处理的变化	/128
5.3.3 蛋白质构象的稳定性和 适应性	/115	5.6.5 氧化处理的变化	/128
5.4 蛋白质的变性	/115	5.7 蛋白质的改性	/129
5.4.1 蛋白质变性的热力学和 动力学	/116	5.7.1 化学改性	/129
5.4.2 蛋白质变性的物理因素	/116	5.7.2 酶法改性	/130
5.4.3 蛋白质变性的化学因素	/118	5.8 食品中的常见蛋白质与食源性 生物活性肽	/131
5.5 蛋白质的功能性质	/120	5.8.1 动物来源食品中的蛋白质 ...	/131
5.5.1 蛋白质的水化性质	/120	5.8.2 植物来源食品中的蛋白质 ...	/132
5.5.2 蛋白质的表面性质	/122	5.8.3 食源性生物活性肽	/133
5.5.3 蛋白质与蛋白质的相互 作用	/123	5.9 本章小结	/135
		思考题	/135
		参考文献	/135

第6章 维生素

/137

6.1 概述	/137	6.3.8 维生素 C	/150
6.1.1 维生素的定义与特性	/137	6.3.9 生物素	/152
6.1.2 维生素的主要作用	/137	6.4 食品中的维生素类似物	/153
6.1.3 维生素的命名	/138	6.4.1 胆碱	/153
6.1.4 维生素的分类	/138	6.4.2 肉碱	/153
6.2 食品中的脂溶性维生素	/139	6.5 食品中维生素损失的常见原因 ...	/154
6.2.1 维生素 A	/139	6.5.1 食品中维生素含量的内在 变化	/154
6.2.2 维生素 D	/140	6.5.2 食品中维生素在预加工 过程中的变化	/156
6.2.3 维生素 E	/142	6.5.3 食品中维生素在热烫与热 处理过程中的变化	/156
6.2.4 维生素 K	/143	6.5.4 加工中使用的化学物质和 食品中其他组分对维生素 的影响	/156
6.3 食品中的水溶性维生素	/144	6.6 本章小结	/158
6.3.1 维生素 B ₁	/144	思考题	/158
6.3.2 维生素 B ₂	/146	参考文献	/158
6.3.3 烟酸	/147		
6.3.4 泛酸	/147		
6.3.5 维生素 B ₆	/148		
6.3.6 叶酸	/149		
6.3.7 维生素 B ₁₂	/150		

- 7.1 概述 /160
 - 7.1.1 食品中矿物质元素的定义与分类 /160
 - 7.1.2 食品中矿物质元素的营养性 /160
 - 7.1.3 食品中矿物质元素的有害性 /161
- 7.2 食品中矿物质元素的理化性质 /161
 - 7.2.1 在水溶液中的溶解性 /161
 - 7.2.2 酸碱性 /162
 - 7.2.3 氧化还原性 /162
 - 7.2.4 微量元素的浓度 /162
 - 7.2.5 金属离子间的相互作用 /163
 - 7.2.6 螯合效应 /163
- 7.3 食品中矿物质元素的存在状态及其生物利用率 /163
 - 7.3.1 矿物质元素在食品中的存在状态 /163
 - 7.3.2 食品中矿物质元素的生物利用率 /164
- 7.4 食品中矿物质元素的含量及影响因素 /165
 - 7.4.1 食品原料生产对食品中矿物质元素含量的影响 /166
 - 7.4.2 加工对食品中矿物质元素含量的影响 /166
 - 7.4.3 贮藏方式对食品中矿物质元素含量的影响 /167
- 7.5 本章小结 /168
- 思考题 /168
- 参考文献 /168

- 8.1 概述 /170
 - 8.1.1 酶的基本性质 /170
 - 8.1.2 酶分子结构与活性分析 /173
 - 8.1.3 酶催化反应的影响因素 /174
 - 8.1.4 酶学对食品科学的重要性 /178
- 8.2 食品中的重要酶类 /179
 - 8.2.1 水解酶 /179
 - 8.2.2 氧化酶 /183
- 8.3 酶对食品质量的影响与应用 /184
 - 8.3.1 酶对食品质量的影响 /184
 - 8.3.2 酶在食品加工中的应用 /186
- 8.4 固定化酶 /189
 - 8.4.1 酶固定化的方法 /189
 - 8.4.2 固定化酶的性质 /191
 - 8.4.3 固定化酶在食品中的应用 /192
- 8.5 酶的化学修饰 /192
 - 8.5.1 酶化学修饰的原理 /192
 - 8.5.2 化学修饰的基本要求 /192
 - 8.5.3 修饰结果分析 /193
 - 8.5.4 酶化学修饰方法 /193
- 8.6 非水相酶催化作用 /195
 - 8.6.1 非水相酶催化反应体系 /195
 - 8.6.2 非水介质中酶的结构与性质 /196
 - 8.6.3 有机介质中酶催化作用在食品中的应用 /197
- 8.7 本章小结 /198
- 思考题 /198
- 参考文献 /198

- 9.1 概述 /200
- 9.2 酶促褐变 /200

9.2.1 反应基础	/200	9.4 褐变对食品的影响	/213
9.2.2 反应机理	/201	9.4.1 食品色泽	/213
9.2.3 酶促褐变的控制	/202	9.4.2 食品风味	/214
9.3 非酶褐变	/203	9.4.3 食品营养	/214
9.3.1 美拉德反应	/203	9.5 本章小结	/215
9.3.2 焦糖化反应	/210	思考题	/216
9.3.3 抗坏血酸褐变	/211	参考文献	/216

第10章 食品风味化学 /217

10.1 概述	/217	10.3.4 嗅感物质	/227
10.1.1 食品风味的概念	/217	10.3.5 嗅感物质的结构与气味的关系	/228
10.1.2 食品风味的分类	/217	10.4 食品嗅感物质形成途径	/230
10.1.3 食品风味化学的研究内容和意义	/218	10.5 食品风味的评价技术	/230
10.2 味觉与味感物质	/218	10.5.1 化学分析	/231
10.2.1 味觉生理	/218	10.5.2 感官分析	/231
10.2.2 味感物质与风味强度	/219	10.5.3 电子舌的结构及基本原理	/231
10.2.3 味群与味物质	/220	10.6 本章小结	/234
10.3 嗅觉	/226	思考题	/234
10.3.1 嗅觉生理	/226	参考文献	/234
10.3.2 嗅觉特点及影响因素	/226		
10.3.3 嗅觉理论	/227		

第11章 次生代谢产物 /236

11.1 概述	/236	11.3 萜类化合物	/247
11.1.1 次生代谢的概念	/236	11.3.1 萜类化合物的结构与分类	/247
11.1.2 次生代谢产物的分类和命名	/236	11.3.2 萜类化合物的性质	/248
11.1.3 生物合成途径	/237	11.3.3 萜类化合物的分离、纯化、结构鉴定和分析方法	/248
11.1.4 食品中的次生代谢产物的重要性	/237	11.3.4 食品中常见的萜类化合物	/249
11.2 黄酮类化合物	/238	11.4 生物碱	/254
11.2.1 黄酮类化合物的结构与分类	/238	11.4.1 生物碱的结构与分类	/254
11.2.2 黄酮类化合物的性质	/240	11.4.2 生物碱的理化性质	/254
11.2.3 黄酮类化合物的分离、纯化、结构鉴定和分析方法	/240	11.4.3 生物碱的分离、纯化、结构鉴定和分析方法	/254
11.2.4 食品中常见的黄酮类化合物	/243	11.4.4 食品中常见的生物碱	/256
		11.5 其他次生代谢产物	/257

11.5.1	甾体化合物	/257
11.5.2	有机硫化物	/258
11.5.3	酚和醌类化合物	/259
11.5.4	香豆素和木脂素类	/260

11.6	本章小结	/261
	思考题	/261
	参考文献	/261

第12章 食品添加剂

/262

12.1	概述	/262	12.5.2	食品乳化剂的作用机理	/277
12.1.1	食品添加剂的定义与作用	/262	12.5.3	食品中常用乳化剂	/278
12.1.2	食品添加剂的安全性管理	/263	12.6	着色剂	/280
12.1.3	食品添加剂的分类	/264	12.6.1	概述	/280
12.1.4	我国食品添加剂的现状与发展趋势	/264	12.6.2	食品着色剂的发色机理	/280
12.2	香精香料	/265	12.6.3	食用天然色素	/281
12.2.1	概述	/265	12.6.4	食用合成色素	/283
12.2.2	香精香料基本原理与分类	/266	12.7	甜味剂	/284
12.2.3	食品中常用香料	/266	12.7.1	概述	/284
12.3	防腐剂	/270	12.7.2	食品中常用甜味剂	/285
12.3.1	概述	/270	12.8	增稠剂	/287
12.3.2	食品防腐剂的作用机理	/271	12.8.1	概述	/287
12.3.3	食品中常用防腐剂	/271	12.8.2	增稠剂的特性与分类	/287
12.4	抗氧化剂	/273	12.8.3	食品中常用增稠剂	/288
12.4.1	概述	/273	12.9	其他食品添加剂	/289
12.4.2	食品抗氧化剂的作用机理	/274	12.9.1	概述	/289
12.4.3	食品中常用抗氧化剂	/274	12.9.2	膨松剂	/290
12.5	乳化剂	/277	12.9.3	增味剂	/290
12.5.1	概述	/277	12.9.4	脱皮助剂	/291
			12.9.5	被膜剂	/291
			12.9.6	助滤剂和吸附剂	/291
			12.10	本章小结	/292
				思考题	/292
				参考文献	/293

第13章 食品污染物

/295

13.1	食品污染物	/295	13.2.1	金属元素含量与毒性	/298
13.1.1	食品污染物来源	/295	13.2.2	金属元素中毒机制	/299
13.1.2	食品污染的种类	/296	13.3	来源于微生物的有毒物质	/300
13.1.3	食品污染物对人体健康的影响	/297	13.3.1	细菌毒素	/300
13.2	食品中重金属元素	/298	13.3.2	真菌毒素	/301
			13.4	农药残留	/302

13.4.1 农药的种类·····	/302	13.7 多环芳香烃·····	/307
13.4.2 食品中农药残留毒性 与限量·····	/303	13.8 硝酸盐、亚硝酸盐和亚硝酸胺···	/308
13.4.3 有机氯农药·····	/303	13.8.1 食品中硝酸盐及亚硝酸盐 的来源·····	/308
13.4.4 有机磷农药·····	/303	13.8.2 硝酸盐、亚硝酸盐及 亚硝酸胺的性质·····	/308
13.4.5 氨基甲酸酯农药·····	/304	13.8.3 硝酸盐、亚硝酸盐及 亚硝酸胺的毒性·····	/309
13.4.6 拟除虫菊酯类农药·····	/304	13.9 清洁剂和消毒剂·····	/309
13.5 兽药残留·····	/305	13.9.1 清洁剂·····	/309
13.5.1 兽药残留对人体的危害·····	/305	13.9.2 消毒剂·····	/310
13.5.2 抗生素类兽药·····	/305	13.10 本章小结·····	/311
13.5.3 激素类兽药·····	/305	思考题·····	/311
13.5.4 渔药·····	/306	参考文献·····	/312
13.6 二噁英及其类似物·····	/306		
13.6.1 二噁英·····	/306		
13.6.2 多氯联苯·····	/307		

第14章

食品货架寿命预测及应用

/313

14.1 概述·····	/313	14.4 食品货架寿命预测方法·····	/317
14.2 影响食品品质的因素·····	/313	14.4.1 阿伦尼乌斯方法·····	/318
14.2.1 食品的组成结构·····	/314	14.4.2 简单的货架寿命作图法·····	/320
14.2.2 加工条件·····	/314	14.4.3 食品货架寿命加速试验 设计步骤·····	/321
14.2.3 包装和贮藏条件·····	/314	14.4.4 WLF方法·····	/322
14.2.4 温度·····	/315	14.4.5 Z值模型法·····	/324
14.2.5 微生物·····	/315	14.4.6 威布尔危害分析法·····	/325
14.2.6 水分活度·····	/315	14.5 本章小结·····	/325
14.2.7 pH值·····	/316	思考题·····	/325
14.2.8 气体组成·····	/316	参考文献·····	/326
14.3 食品品质函数——反应级数·····	/316		

第1章

绪论

1.1 食品化学的概念及研究范畴

在谈及人类的生存条件时，通常会讲到“衣、食、住、行”四个要素。实际上，人类要在自然环境中生存下去，在这四个要素中，“食”才是最主要的因素，因为“食”在这里是指食物（foodstuff），它是能够提供营养素、维持人类代谢活动的可食性物料，是人类维持生存的最基本条件。食物中的营养素（nutrient）是指能维持人体正常生长发育和新陈代谢所必需的物质，目前已知的人体必需的营养素有40~45种，从化学性质可以分为六大类，即蛋白质、脂肪、碳水化合物、矿物质、维生素和水，也有人提出将膳食纤维列为第七类营养素。

人类的大部分食物是经过一定的加工处理后才被食用的，这些经过加工处理后供人类食用的食物一般被称为食品。食品只是食物的一部分，不过现在通常用“食品”一词来泛指一切可以被人类利用的食物，而对二者含义之间的差别并不加以严格的区分。

食品化学中涉及的食品泛指来自于动植物，其中含有人体必需的营养素组成，经有机体消化和吸收后可提供能量、促进生长和维持生命的材料；同时还需要食品具有适宜的风味特征和良好的质地等感官质量，并且在食用上是安全、无害的。食品化学关注的是食品中所含的具有不同的作用及功能的各种化学物质。食品化学将其分为三类进行研究：一类是必需营养素，即蛋白质、脂肪、碳水化合物、矿物质、维生素和水；另一类是机体非必需、但是为赋予食品期望的品质所需要的成分，如色素、香气成分及食品添加剂等；还有一类成分是在贮藏、加工过程中产生的有害或可能对机体有害的物质，如食品中的一些成分经过氧化、聚合、分解等反应产生的化合物。

食品中的成分相当复杂，有些成分是动植物体内原有的，有些是在加工过程、贮藏期间新产生的，有些是人为添加的，有些是原料生产、加工或贮藏期间所污染的，还有的是包装

材料带来的。因此，食品中各个成分从来源看，又可以分为天然成分和非天然成分两大类。天然成分是指在正常的食品原料生产过程中生成的化合物，从化学性质上又可以分为无机成分与有机成分两大类；非天然成分则分为有意添加的物质（如食品添加剂）、食品生产过程中外来的天然物质污染或食品加工的二次反应产生的物质（图 1-1）。

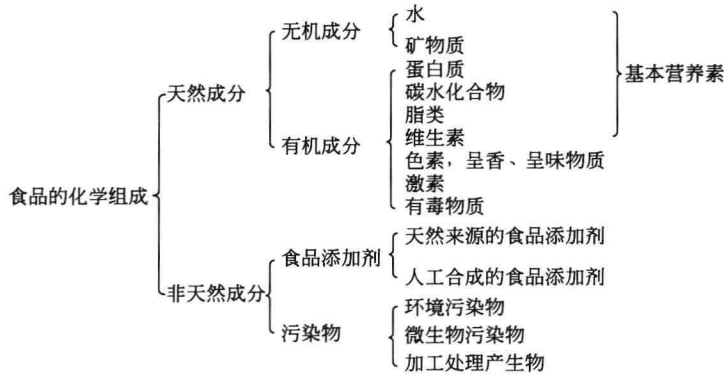


图 1-1 食品的化学组成分类

食品化学（food chemistry）是利用化学的理论和研究方法研究食品本质的一门科学，即从化学角度和分子水平上研究食品的化学组成、结构、理化性质、营养和安全性质以及它们在生产、加工、贮存和运销过程中的变化及其对食品品质和食品安全性影响的科学，是为改善食品品质、开发食品新资源、革新食品加工工艺和贮运技术、科学调整膳食结构、改进食品包装、加强食品质量控制及提高食品原料加工和综合利用水平奠定理论基础的学科。

食品化学研究的内涵和要素较为广泛，涉及化学、生物化学、物理化学、植物学、动物学、食品营养学、食品安全等诸多学科与领域，是一门交叉性明显的学科。作为一门横跨诸多学科的发展性新兴学科，食品化学依托、吸收、融汇、应用和发展着化学、生物化学和食品贮藏加工学等学科，从特有的角度、深度和广度研究食品物质的化学组成，探索食品物质的组织结构、显微结构和分子结构，研究食品化学成分的物理性质、化学性质、功能性质和食用安全性质，认识从原料经过贮藏加工直到食品的过程中物质发生的各种物理和化学变化，揭示食品质量受原料类别、原料固有特性、加工前与加工后处理、原料贮藏技术、食品配方、加工工艺和设备、产品包装和各种环境因素影响的本质，从而形成了食品科学的三大支柱学科之一（另两门支柱学科是食品微生物学、食品工艺学）。

1.2 食品化学发展简史

食品化学是 20 世纪初随着化学、生物化学的发展以及食品工业的兴起而形成的一门独立学科。它与人类生活和食物生产实践紧密相关。我国劳动人民早在 4000 年前就已经掌握酿酒技术，1200 年前便会制酱，在食品保藏加工、烹调等方面也积累了许多宝贵的经验。公元 4 世纪晋朝的葛洪已经采用含碘丰富的海藻治疗瘰病，公元 7 世纪已用含维生素的猪肝治疗夜盲症。在某种意义上食品化学的起源可以追溯到远古时期，但食品化学作为一门学科还是在 18~19 世纪，其最主要的研究始于 19 世纪末期。

瑞典著名化学家舍勒 (Carl Wilhelm Scheele, 1742~1786) 分离出了乳酸并研究了其性质 (1780 年), 从柠檬汁 (1784 年) 和醋栗 (1735 年) 中分离出了柠檬酸, 从苹果 (1785 年) 中分离出了苹果酸, 并分析了 20 余种普通水果中的柠檬酸和酒石酸 (1785 年), 他从植物和动物原料中分离各种新的化合物的工作被认为是在农业和食品化学方面精密分析研究的开端。法国化学家拉瓦锡 (Antoine Larent Lavoisier, 1743~1794) 首次测定了乙醇的元素组成 (1784 年)。法国化学家索绪尔 (Theodore de Saussure, 1767~1845) 为阐明和规范农业和食品化学的基本理论做了大量工作, 并首次完成了乙醇的精确的元素组成分析 (1807 年)。英国化学家戴维 (Humphey Davy, 1778~1829) 在 1807~1808 年分离出元素钾、钠、钡、铝、钙和镁, 在 1813 年出版了第一本《农业化学原理》, 在其中论述了食品化学的一些相关内容。

李比希 (Justus von Liebig, 1803~1873) 提出将食品分为含氮的 (植物纤维、酪蛋白等) 和不含氮的 (脂肪、碳水化合物等) 两类 (1842 年), 并于 1847 年出版了《食品化学的研究》, 这是第一本有关食品化学方面的著作, 但此时仍未建立食品化学学科。法国化学家谢福瑞 (Michel Fugene Chevreul, 1786~1889) 在动物脂肪成分上所作的经典研究导致了硬脂酸和油酸的发现。

在 1820~1850 年期间, 化学和食品化学开始在欧洲占据重要地位。在许多大学中建立了分析研究和化学研究实验室, 并创立了新的化学研究杂志, 推动了化学和食品化学的发展。从此, 食品化学发展的步伐更快。19 世纪中后期, 以英国的哈赛尔 (Arthur Hill Hassall, 1817~1894) 为代表的化学家建立了精确的微观分析方法, 将食品的微观分析提高至重要地位, 大大推动了人类对食品成分认识的进程。汉尼伯格 (W. Hanneberg) 和斯托曼 (F. Stohman) 发展了一种常规测定食品中主要成分的方法, 即将样品分为几个部分, 以便测定其中的水、粗脂肪、灰分和氮含量, 氮含量乘换算系数 6.25 得蛋白质含量 (1860 年)。杜马 (Jean Baptiste Dumas, 1800~1884) 提出仅由蛋白质、碳水化合物和脂肪组成的膳食不足以维持人类的生命 (1871 年)。

在 19 世纪, 食品掺假事件在欧洲时有发生, 这对食品检验和食品安全性提出了迫切要求, 也促进了普通分析化学和食品检验方法的发展。直到 1920 年, 世界各国相继颁布了有关禁止食品掺假的法规, 建立了相应的检验机构和检验方法。

20 世纪初, 食品工业已成为发达国家和一些发展中国家的重要工业, 大部分食品的物质组成已由化学家、生物学家和营养医学家的研究探明, 这些物质是维生素、矿物质、脂肪酸和一些氨基酸。这时, 食品化学学科建立的时机才成熟, 食品工业的不同行业纷纷创建自身的化学基础, 如粮油化学、果蔬化学、乳品化学、糖业化学、肉禽蛋化学、水产化学、添加剂化学、风味化学等的崛起, 为系统的食品化学学科的建立奠定了坚实的基础。同时在 20 世纪 30~60 年代, 具有世界影响的 Journal of Food Science、Journal of the Science of Food and Agriculture、Journal of Agriculture and Food Chemistry 和 Food Chemistry 等杂志相继创刊, 标志着食品化学学科的正式建立。

近 20 年来, 在世界主要大国有不同文本的有关食品化学的著作面世, 其中英文本的《食品科学》、《食品化学》、《食品加工过程中的化学变化》、《水产食品化学》、《食品中的碳水化合物》、《食品蛋白质化学》、《蛋白质在食品中的功能性质》等反映了当代食品化学研究的水平。权威性的食品化学教科书应首推菲尼马 (Owen R. Fennema) 主编的“Food Chemistry” (美国) 和贝利兹 (H. D. Belitz) 主编的“Food Chemistry” (德国), 已出版第三版并流传