

Food

A Series of Food Science
& Technology Textbooks

食品科技
系列

普通高等教育“十三五”规划教材

食品化学

陈海华 孙庆杰 主编



化学工业出版社

普通高等教育“十三五”规划教材

食品化学

陈海华 孙庆杰 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是普通高等教育“十三五”规划教材。全书共分9章，分别为绪论、水分、碳水化合物、蛋白质、脂类、维生素与矿物质、食品中的内源酶、食品色素和食品风味。阐述了食品中的主要成分在食品加工、贮藏和流通过程中的化学变化及这些变化对食品品质和食品安全性的影响及其控制方法。

本书主要作为食品科学与工程、食品质量与安全、粮食工程专业本科生的教材，也可以作为食品相关学科的专业基础课教材，还可供相关专业科研及工程人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

食品化学/陈海华, 孙庆杰主编. —北京: 化学工业出版社, 2016.6

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-122-26861-7

I. ①食… II. ①陈…②孙… III. ①食品化学-高等学校-教材 IV. ①TS201.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 082332 号

责任编辑: 赵玉清

责任校对: 吴静

文字编辑: 何芳

装帧设计: 史利平

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 装: 三河市延风印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 11 $\frac{3}{4}$ 字数 285 千字 2016 年 8 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: 29.00 元

版权所有 违者必究

编写人员

主 编 陈海华 孙庆杰
副主编 李 曼 张平平 徐志祥
编写人员 蔡圣宝 (昆明理工大学)
陈海华 (青岛农业大学)
李 曼 (青岛农业大学)
李 昫 (天津农学院)
刘 玲 (沈阳农业大学)
孟凡冰 (成都大学)
亓正良 (天津科技大学)
湛小立 (遵义医学院)
孙庆杰 (青岛农业大学)
王雨生 (青岛农业大学)
徐志祥 (山东农业大学)
张平平 (天津农学院)
张新华 (山东理工大学)



前言

Preface

食品化学是利用化学的理论和研究方法研究食品本质的一门科学。作为食品科学与工程、食品质量与安全、粮食工程等食品类专业的核心课程之一，食品化学依托、吸收、融汇、应用和发展着化学、生物化学、食品营养学和食品贮藏加工学等学科，从化学角度和分子水平上研究食品的化学组成、功能性质和食用安全性质，探索食品的组织结构和分子结构，认识食品在生产、加工、贮存和运销过程中的各种物理和化学变化，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奠定了理论基础。同时，食品化学在科学调整国民膳食结构和加强食品质量控制等方面发挥主要作用，也对提高食品原料加工和综合利用水平具有重要的理论和现实意义。

食品化学的教学是随着食品科学的教学和发展逐步完善起来的，至 20 世纪 60 年代末才形成比较完善的体系。美国学者 Owen R. Fennema 对食品化学教材体系的形成和发展做出了极大的贡献，四次主持编写了《食品化学》，已被多国学者所接受。在国内，食品化学课程自 1986 年开设以来，逐渐成为食品类专业的骨干课程，目前已有 100 多所普通高等院校开设此课程。原无锡轻工业学院率先开设食品化学课程，采用由 Fennema 主编的《食品化学》（第二版）英文版作为参考教材。1991 年，Fennema 主编的《食品化学》（第二版）中译本出版，并成为各高校教学的参考书。随后该校王璋教授等根据 Fennema 的教材和国内外食品化学的最新发展，编写出版了《食品化学》教材。经过多年的实践证实，该教材在我国食品类专业高等教育中发挥着重要的作用。

鉴于食品化学在食品类学科中的重要地位，同时考虑到食品化学教材建设的多样性，为贯彻“培养应用型人才”的教学宗旨，突出食品化学的发展现状和最新研究成果，在广泛参考国内外经典教材和最新论著的基础上，编写本教材。本教材力求突出实用、适用、够用和创新的特点，在内容上注重系统性和科学性，避免了与其他学科内容的重复；重点突出食品成分在食品的贮藏、加工、流通等过程中的变化、对食品品质的影响及控制措施。本书以“透过现象看本质”的方式提出思考，用链接的形式给予提示，这样的编排形式便于学生的理解和掌握食品化学的主要内容；与生物化学、食品营养学、食品分析、食品工艺学等课程中重复的内容则以扩展阅读的形式给出链接，方便有兴趣的学生自学；而重要的内容提供英文对照以便学生全面掌握。本书编写力求突出以下特点。

1. 强化基础理论，优化、重组教材内容，突出食品化学特色

教材内容上进一步删减，降低难度，克服“难、繁”的弊端。运用准确、简明的阐述突出最基本、最通用的食品化学基本原理和规律。从教材目录、教材内容、思考题等各个环节

突出食品化学特色，系统地向学生展现食品化学研究的领域、手段及发展方向，拓宽学生的知识面，培养学生运用基础知识分析问题、解决问题的能力。

2. 立足现实、关注食品化学热点研究领域

加强教材与社会发展和科技新成果的联系，体现专业新理论、新科技、新成果，克服“旧”的弊端。新教材的编写注意将国内外生产、科研中的一些最新成果和最新发展动态及时地充实进去，激发学生的学习热情，拓宽学生的知识面。例如，在教材编写中增加新型酶制剂的生产及应用情况、微胶囊技术、直链淀粉的控释技术、胶体体系等。

3. 联系实际、渗入应用

教材内容上密切联系生活，避免“偏”的弊端。利用实际应用中的实例，形象地说明科学知识、理论、方法在生产和生活中的应用。例如，煲粥的过程是米粒由紧密椭球态最后变为浑浊黏稠悬浮液状，煲好的粥最终口感滑细，这个现象背后的化学本质是随着水体温度的逐渐升高，米粒逐渐吸水胀大，直链淀粉渐渐溶出，汤水愈来愈浑浊黏稠，直链淀粉溶出利于水分子进入淀粉颗粒内部结晶区，进而破坏支链淀粉的结构。整个过程历经原淀粉吸水涨大、破裂、黏度不断升高，即淀粉糊化过程。这种生活的例子不仅有助于学生加深理解、提高学习的兴趣和积极性，而且可培养学生在实践中应用基础理论的能力。

4. 适当增加课外阅读和自学内容，培养学生自学能力

新教材增添一些内容作为课外阅读资料，使学生充分挖掘科学家严肃认真的科学态度，追求科学的顽强毅力和奉献精神。另外，适当补充一些自学内容，如英文原版新理论等，为学有余力的同学留有较大的自主学习空间。

全书共分9章，其中陈海华编写第一章绪论和第五章脂类；张平平编写第二章水分；孙庆杰和李昀编写第三章碳水化合物；李曼编写第四章蛋白质；谌小立和蔡圣宝编写第六章维生素和矿物质；亓正良编写第七章食品中的内源酶；孟凡冰编写第八章食品色素；徐志祥编写第九章食品风味。王雨生、张新华、刘玲等分别参与了淀粉、矿物质、水分等章节的编写。食品化学方向的研究生董蝶、赵阳、秦福敏、李倩倩、尚梦珊、卢赛等帮助资料收集、校对等工作。全书由陈海华和李曼统稿，王雨生协助了部分文字及图表的录入工作，青岛农业大学和化学工业出版社为本书的顺利出版做了大量工作。

本书的编写得到了青岛农业大学应用型人才培养教材建设项目的资助。

由于编者水平有限，编写过程中仍然存在不足之处，敬请诸位同仁和广大读者批评指正。

陈海华

2015年11月



目录

Contents

◎ 第一章 绪论

1

- 一、食品化学的概念和研究内容..... 1
- 二、食品化学发展简史 2
- 三、食品化学在食品工业技术发展中的作用 3
- 四、食品化学的研究方法 4

◎ 第二章 水分

6

- 第一节 水的形态转化及对食品的影响 7
 - 一、水和冰的结构 7
 - 二、水和冰的物理性质 9
 - 三、食品的冻结与解冻 10
- 第二节 食品中水的存在状态 12
 - 一、结合水 12
 - 二、自由水 13
 - 三、持水力 13
 - 四、水与溶质的相互作用 14
- 第三节 水分活度 17
 - 一、水分活度的定义 17
 - 二、水分活度与温度的关系 18
- 第四节 水分的吸附等温线 19
 - 一、定义和区间 20
 - 二、水分吸附等温线与温度的关系 21
 - 三、滞后现象 22
- 第五节 水分活度与食品稳定性 22
 - 一、水分活度与食品保存性 22
 - 二、水分活度与微生物生命活动的关系 24
 - 三、低水分活度提高食品稳定性的作用机理 25
- 第六节 食品水分的延伸阅读 25
 - 一、分子流动性与食品稳定性 25
 - 二、核磁共振技术检测食品中水分状态变化 26
- 思考题 26

第一节	概述	27
	一、碳水化合物的定义与来源	27
	二、碳水化合物的分类	28
	三、碳水化合物在食品中的功能	28
第二节	单糖与寡糖在食品体系中的特性	29
	一、食品中常见的单糖与寡糖	29
	二、单糖和寡糖与食品品质相关的物理特性	32
	三、单糖和寡糖与食品品质相关的化学特性——褐变反应	33
第三节	食品中的糖苷	38
	一、糖苷的定义与分类	39
	二、食品中重要的糖苷	39
第四节	食品中的多糖	40
	一、多糖的一般性质	40
	二、食品中的主要多糖	43
第五节	食品碳水化合物的延伸阅读	56
	一、抗性淀粉	56
	二、抗氧化膳食纤维	56
	思考题	57

第一节	氨基酸和肽	59
	一、氨基酸的结构	60
	二、氨基酸的理化性质	60
	三、氨基酸在食品与医学上的应用	62
	四、肽的结构	62
第二节	蛋白质的结构和理化性质	62
	一、蛋白质的结构	62
	二、蛋白质的理化性质	63
第三节	蛋白质的功能特性	68
	一、蛋白质的水合与溶解	69
	二、界面性质	72
	三、黏度	75
	四、胶凝作用	75
	五、面团的形成	77
	六、蛋白质的组织化	78
	七、蛋白质的风味结合作用	80
第四节	蛋白质在加工贮藏中的变化	80

一、热处理	81
二、低温处理	82
三、脱水与干燥	82
四、碱处理	82
五、辐射	83
六、氧化	83
第五节 食品中的蛋白质	83
一、动物蛋白	84
二、植物蛋白	87
第六节 食品中蛋白质的延伸阅读	88
一、生物活性肽	88
二、蛋白组学	89
思考题	89

◎ 第五章 脂类

90

第一节 概述	90
一、概念和分类	90
二、脂类在食品中的应用	91
三、油脂的结构与组成	91
第二节 油脂的物理性质	93
一、油脂的一般物理性质	94
二、油脂的同质多晶现象	94
三、油脂的塑性	96
四、乳浊液与乳化剂	96
第三节 油脂在贮藏加工过程中的化学变化	99
一、脂解反应	99
二、脂质氧化	100
三、油脂的热解	108
四、油炸用油的化学变化	109
第四节 脂肪的延伸阅读	109
一、核磁共振测定固体脂肪	109
二、脂肪替代物	109
思考题	110

◎ 第六章 维生素和矿物质

111

第一节 维生素	111
一、概述	112
二、维生素在食品加工和贮藏中的变化	113
三、食品加工中主要维生素的变化	116

第二节	矿物质在食品加工和贮藏过程中的变化	121
一、概述		121
二、矿物质在食品加工和贮藏过程中的变化		122
思考题		124

◎ 第七章 食品中的内源酶

125

第一节	酶催化反应动力学	126
一、影响酶催化反应速度的因素		126
二、酶的抑制作用和抑制剂		128
第二节	酶促褐变	129
一、酶促褐变的机理		130
二、酶促褐变的控制		131
第三节	食品原料中内源酶对食品品质的影响	132
一、对颜色的影响		133
二、对风味的影响		134
三、对质地的影响		134
四、对营养价值的影响		137
第四节	食品加工中常用的酶	138
一、酶在烘焙食品加工中的应用		139
二、酶在乳品工业中的应用		139
三、酶在肉类和鱼类加工中的应用		140
四、酶在禽蛋制品加工中的应用		140
五、酶在水果、蔬菜加工中的应用		141
六、酶在油脂加工中的应用		141
第五节	酶的延伸阅读——酶的固定化	142
思考题		143

◎ 第八章 食品色素

144

第一节	概述	144
一、食品色素的定义及作用		144
二、食品色素的分类		145
三、食品色素的呈色机理		145
第二节	叶绿素	146
一、叶绿素的结构		146
二、叶绿素的性质		147
三、叶绿素在加工和贮藏中发生的变化		147
四、护绿技术		149
第三节	血红素	149
一、血红素的结构		150

	二、血红素在加工和贮藏中发生的变化	150
	三、护色技术	153
第四节	类胡萝卜素色素	154
	一、类胡萝卜素的结构	154
	二、类胡萝卜素的性质	154
	三、类胡萝卜素在加工和贮藏中的变化	155
第五节	多酚类色素	156
	一、花青素	156
	二、黄酮类色素	160
第六节	食品色素的延伸阅读	161
	一、食品加工过程的护色技术	161
	二、多酚类色素的提取及功能研究	161
	三、食品色素的安全性	161
	思考题	162

◎ 第九章 食品风味

163

第一节	概述	163
	一、食品风味的概念与分类	163
	二、风味物质的特点	164
	三、食品风味的研究	164
第二节	食品的味觉效应	165
	一、味感的生理	165
	二、影响味感的主要因素	166
	三、呈味物质的相互作用	166
第三节	食品的嗅觉效应	167
	一、概述	168
	二、嗅觉特征	168
	三、嗅味的相互影响	168
第四节	食品风味的形成途径和风味控制	169
	一、食品风味的形成途径	169
	二、食品加工过程中的风味控制	172
	三、食品香气的增强	172
第五节	食品风味的延伸阅读	173
	思考题	174

◎ 参考文献

175

第一章

绪论

本章提要

1. 了解食品化学的概念、发展简史和食品化学研究的内容以及食品化学在食品工业科技发展中的重要作用。
2. 熟悉食品化学的一般研究方法。
3. 掌握食品中主要的化学变化以及对食品品质和食品安全性的影响。

透过现象看本质

1-1. 举例说明食品化学与我们的生活息息相关。



1-2. 举例说明我们生活中存在的掺假物都有哪些。



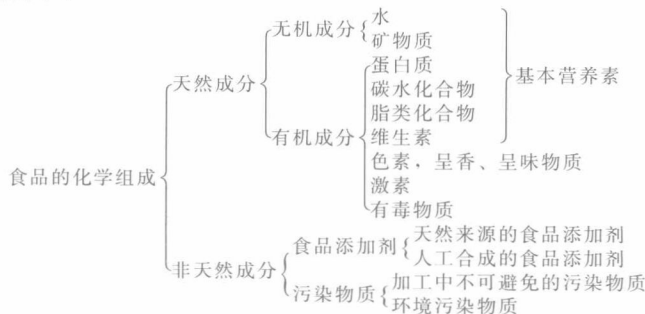
1-3. 食品中只要含有蛋白质、脂质、碳水化合物三种主要的营养素，就可以维持人体的正常生长发育和新陈代谢吗？



一、食品化学的概念和研究内容

食物 (foodstuff) 是指含有营养素的可食性物料。人类的食物绝大多数都是经过加工后才食用的，经过加工的食物称为食品 (food)，但通常也泛指一切食物为食品。

食品的化学组成如下。



食品中的成分相当复杂，有些成分是动植物体内原有的，有些是加工过程、贮藏过程产生的，有些是人为添加的，也有些是原料生产、加工或贮藏期间所污染的，还有的是包装材料所带来的。

Food chemistry is the application of chemistry principles to the food system. It deals with the compositions and properties of foods as well as the chemical changes which undergoes during handling, processing, and storage.

食品化学 (food chemistry) 是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，以及它们在食物的生产、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。

因此，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、高分子化学、生理学、植物学、动物学和分子生物学等诸多学科与领域，是一门交叉性明显的应用学科。其中食品化学与化学及生物化学尤为紧密，是化学及生物化学在食品方面的应用，但食品化学与化学及生物化学研究的内容又有明显的不同，化学侧重于研究分子的构成、性质及反应，生物化学侧重于研究生物体内各种成分在生命的适宜条件或较适宜条件下的变化，而食品化学侧重于研究动植物及微生物中各种成分在生命的不适宜条件下，如冰藏、加热、干燥等条件下各种成分的变化，复杂的食品体系中不同成分之间的相互作用，各种成分的变化和相互作用与食品的营养、安全、感官享受（色、香、味、形）之间的关系。

二、食品化学发展简史

食品化学是一门年轻的科学，它的起源虽然可以追溯到远古时期，但与食品化学相关的研究却始于 18 世纪末期。国内的学者根据国内外文献将食品化学的发展归纳为四个阶段。

第一阶段，天然动植物特性成分的分离与分析阶段。该时期是在化学学科发展的基础上，化学家应用有关分离与分析食物的理论与手段，对很多食物特征成分如乳糖、柠檬酸、苹果酸和酒石酸等进行了大量研究，积累了很多的有关食物成分的分析资料。

第二阶段，19 世纪早期（1820~1850 年），英国化学家 Sir Humphrey Davy（1778—1829）在 1813 年出版了《农业化学原理》，其中论述了食品化学的一些相关内容。食品化学在农业化学的发展过程中得到不断充实，开始在欧洲占据重要地位，建立了专门的化学研究实验室，创立了新的化学研究杂志。与此同时，食品中的掺假日益严重，检测食品中杂质的要求成为食品化学发展的一个主要推动力。Justus Von Liebig（1803—1873）优化了定量分析有机物质的方法，并于 1847 年出版了第一本有关食品化学方面的著作《食品化学的研究》。

第三阶段，19 世纪中期英国的 Arthur Hill Hassall 绘制了显示纯净食品材料和掺杂食品材料的微观形象的示意图，将食品的微观分析提高至一个重要地位。1871 年，Jean Baptis 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。人类对自身营养状况及食品摄入的关注，进一步推动了食品化学的发展。20 世纪前半期，食品中多数成分被逐渐揭示，食品化学的文献也日益增多，到了 20 世纪前半期，食品化学逐渐成为一门独立的学科。

目前，食品化学的发展处于第四阶段。随着世界范围的社会、经济和科学技术的快速发

展和各国人民生活水平的明显提高,为更好地满足人民对食品安全、营养、美味、方便食品的越来越高的需求,以及传统的食品加工向规模化、标准化、工程化及现代化方向的快速发展,新工艺、新材料、新装备不断应用,极大地推动了食品化学的快速发展。另外,基础化学、生物化学、仪器分析等的快速发展也为食品化学的发展提供了条件和保证。食品化学已成为食品科学的一个重要方面。随着食品工业的快速发展,食品新加工工艺的不断出现,有关食品化学方面的研究及论文也日渐增多,刊载食品化学方面论文的期刊也日益增多,主要有“Journal of Food Science”、“Journal of Agricultural and Food Chemistry”、“Food Chemistry”、“Journal of Food Science and Agriculture”等刊物,逐渐形成了食品化学的较为完整的体系。

权威性的食品化学教科书应首推美国 Owen R. Fennema 主编的 Food chemistry (已出版第四版)和德国 Belitz H. D. 主编的 Food chemistry (已出版第五版),它们已广泛流传世界。

三、食品化学在食品工业技术发展中的作用

现代食品正向着加强营养、保健、安全和享受性方向发展,食品化学的基础理论和应用研究成果,正在并继续指导人们依靠科技进步,健康而持续地发展食品工业(表 1-1)。现代实践证明,没有食品化学的理论指导就不可能有日益发展的现代食品工业。

表 1-1 食品化学对各食品行业技术进步的影响

食品工业	影响方面
基础食品工业	面粉改良,改性淀粉及新型可食用材料,高果糖浆,食品酶制剂,食品营养的分子基础,开发新型甜味料及其他天然食品添加剂,生产新型低聚糖,改性油脂,分离植物蛋白,生产功能性肽,开发微生物多糖和单细胞蛋白质,野生、海洋和药食两用资源的开发利用等
果蔬加工贮藏	化学去皮、护色,质构控制,维生素保留,脱涩脱苦,打蜡涂膜,化学保鲜,气调贮藏,活性包装,酶法榨汁,过滤和澄清,化学防腐等
肉品加工贮藏	宰后处理,保水和嫩化,护色和发色,提高肉糜乳化力、凝胶性和黏弹性,超市鲜肉包装,烟熏剂的生产和应用,人造肉的生产,内脏的综合利用(制药)等
饮料工业	速溶,克服上浮下沉,稳定蛋白饮料,水质处理,稳定带肉果汁,果汁护色,控制澄清度,提高风味,白酒降度,啤酒澄清,啤酒泡沫和苦味改善,防止啤酒异味,果汁脱涩,大豆饮料脱腥等
乳品工业	稳定酸乳和果汁乳,开发凝乳酶代用品及再制乳酪,乳清的利用,乳品的营养强化等
焙烤工业	生产高效膨松剂,增加酥脆性,改善面包呈色和质构,防止产品老化和霉变等
食用油脂工业	精炼,冬化,调温,油脂改性,DHA、EPA 及 MCT 的开发利用,食用乳化剂生产,抗氧化剂,减少油炸食品吸油量等
调味品工业	生产肉味汤料、核苷酸鲜味剂、碘盐和有机硒盐等
发酵食品工业	发酵产品的后处理,后发酵期间的风味变化,菌体和残渣的综合利用等
食品安全	食品中外源性有害成分来源及防范,食品中内源性有害成分消除等
食品检验	检验标准的制定,快速分析,生物传感器的研制,不同产品的指纹图谱等

由于食品化学的发展,对美拉德(Maillard)反应、焦糖化反应、自动氧化反应、酶促褐变、淀粉的糊化与老化、多糖的水解与改性、蛋白质水解及变性反应、色素变色与褪色反应、维生素降解反应、金属催化反应、酶的催化反应、脂肪水解与酶交换反应、脂肪热氧化分解与聚合反应、风味物质的变化反应和其他成分转变为风味物的反应等有了更深入的认识,为食品工业的发展注入了巨大活力。

四、食品化学的研究方法

由于食品是一个非常复杂的体系，因此食品化学的研究方法也与一般化学的研究方法有很大的不同，它将食品的化学组成、理化性质及变化的研究同食品品质和安全性的研究联系起来。这就要求在试验设计开始时，就应以揭示食品品质或安全性的变化为目的。由于食品中各成分之间的相互作用，在食品的加工和贮藏过程中将发生许多复杂的变化，因此食品化学研究时，通常采用一个简化的、模拟的食品物质体系来进行试验，再将所得的试验结果应用于真实的食品体系，进而进一步解释真实的食品体系中的情况。

食品化学的研究方法大致可划分为四个方面：①确定食品的化学组成、营养价值、功能性质、安全性和品质等重要性质；②食品在加工和贮藏过程中可能发生各种化学和生物化学变化及其反应动力学；③确定上述变化中影响食品品质和安全性的主要因素；④将研究结果应用于食品的加工和贮藏。

食品化学的实验应包括理化实验和感官实验。理化实验主要是对食品进行成分分析和结构分析，即分析试验系统中的营养成分、有害成分、色素和风味物的存在、分解、性质及其化学结构；感官实验是通过人的感官鉴别来分析试验系统的质构、风味和颜色的变化。

食品从原料生产，经过贮藏、运输、加工到产品销售，每一过程均涉及一系列的变化（表 1-2）。如生鲜原料的酶促变化和化学变化；水分活度改变引起的变化；热加工等激烈加工条件引起的分解、聚合及变性；氧气或其他氧化剂引起的氧化反应；光照引起的光化学变化等。这些变化中较重要的是酶促褐变、非酶促褐变、脂类水解与氧化、蛋白质的水解与变性、蛋白质交联、低聚糖和多糖的水解、多糖的合成和糖酵解、天然色素的降解等。这些反应的发生将导致食品品质的改变或损害食品的安全性。对这些变化的研究和控制就构成了食品化学研究的核心内容，其研究成果最终将转化为：合理的原料配比，适当的保护或催化措施的应用，最佳反应时间和温度的设定，光照、氧含量、水分活度和 pH 值等的确定，从而得出最佳食品加工和贮藏的方法。

表 1-2 食品加工或贮藏中常见的反应及对食品的影响

反应种类	实 例	对食品的主要影响
非酶褐变	焙烤食品表皮成色,贮藏时色泽变深等	产生需宜的色、香、味,营养损失,产生不需宜的色、香、味和有害成分等
氧化反应	脂类的氧化、维生素的氧化、酚类的氧化、蛋白质的氧化,色素变色	变色,产生需宜的风味,营养损失,产生异味和有害成分等
水解	脂类、蛋白质、维生素、碳水化合物、色素的水解	增加可溶物,质地变化,产生需宜的色、香、味,增加营养,某些有害成分的毒性消失等
异构化	顺式-反异构化、非共轭酯-共轭酯	变色,产生或消失某些功能等
聚合	油炸过程中油起泡,水不溶性褐色成分	变色,营养损失,产生异味和有害成分等
蛋白质变性	卵清蛋白凝固、酶失活	增加营养,某些有害成分的毒性消失等

在食品加工和贮藏过程中，食品主要成分之间的相互作用对于食品的品质也有重要的影响（图 1-1）。从图 1-1 可见，活泼的羰基化合物和过氧化物是极重要的反应中间产物，它们来自脂类、碳水化合物和蛋白质的化学变化，自身又引起颜色、维生素和风味物质的变化，结果导致了食品品质的多种变化。

影响上述反应的因素主要有产品自身的因素（如产品的成分、水分活度、pH 值等）和环境的因素（如温度、处理时间、大气的成分、光照等），这些因素也是决定食品在加工和

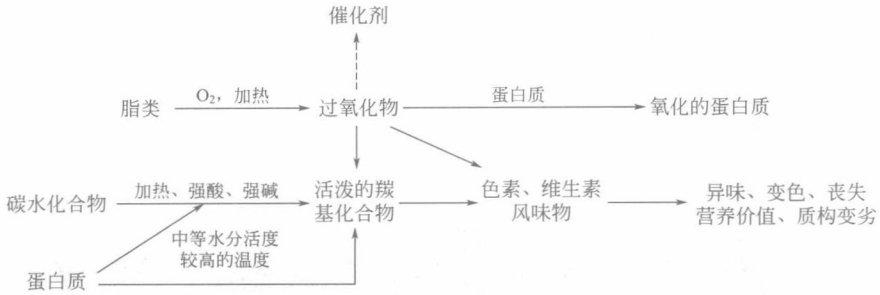


图 1-1 主要食品成分的化学变化和相互关系

贮藏中稳定性的因素。在这些因素中最重要的是温度、处理时间、pH 值、水分活度和产品中的成分。

食品化学是食品科学学科中发展较快的一个领域，食品化学的研究成果和方法已不断被食品工业科技界所吸收和应用。近 20 年来，食品科学与工程领域发展了许多高新技术，并在逐步把它们推向食品工业的应用。如可降解食品包装材料、生物技术、微波食品加工技术、辐照保鲜技术、超临界萃取和分子蒸馏技术、膜分离技术、活性包装技术、微胶囊技术等，这些新技术成功应用的关键是对物质结构、物化性质及变化的掌握，因此它们的发展速度也紧紧依赖于食品化学在这一新领域内的发展速度。

总之，食品工业中的技术进步大都是食品化学发展的结果，因此食品化学的继续发展必将继续推动食品工业以及与之密切相关的农、牧、渔、副等行业的发展。

第二章 >>

水分

本章提要

1. 了解水在食品中的重要作用，含水食品中水与非水成分之间的相互作用及其对水的物理化学性质的影响。
2. 掌握水在食品中的存在状态，水分活度、水分吸附等温线的概念及其意义。
3. 水分活度对食品稳定性的影响，冰对食品稳定性的作用。

透过现象看本质

2-1. 水果蜜饯为什么比新鲜水果容易贮藏?



2-2. 为什么新鲜蔬菜不易贮藏?



2-3. 为什么常在 -18°C 下冷冻贮藏食品?



Water is ubiquitous on the earth and is the medium of life. Water affects properties of food fundamentally in many aspects. It interferes with the texture of food as a lubricant and plasticizer contributing moistness and disturbing solute-solute interactions. It is powerful and chemically inert solvent for flavors, colorants, nutrients, salts, and the substances essential for life such as proteins (enzymes), sugars determining the conformations and facilitating the dynamic behavior of bio-macromolecules. It also directly participates in many processes by supplying protons or hydroxyls. As a consequence, its state of presence greatly influences the growth of microbes, enzyme activity and food properties accordingly.

水(water)是食品的重要成分之一(表2-1)。食品中水的含量、分布和状态对其结构、外观、质地、风味、新鲜程度、食品体系的化学反应速率、微生物的生长、食品的安全性均会产生影响。如向食品中添加某些盐类、可溶性糖类等都可使食品中的水分除去或被结合，因而可提高食品的货架期，减少食品的腐败变质；水能与蛋白质、碳水化合物、脂类等发生作用，从而影响食品的质地和结构，如硬度、脆度等属性。