

高等 学 校 食 品 专 业 系 列 教 材



食品化学

FOOD CHEMISTRY

马永昆 刘晓庚 / 主编

东南大学 出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

高等学校食品专业系列教材

食 品 化 学

主 编 马永昆 刘晓庚
副 主 编 周存六 刘延奇 王文君
 王淑军 钟耀广
编写人员 (按姓氏笔画为序)
 赵希荣 钟先锋 马永昆

东南大学出版社

内 容 提 要

全书共分 11 章,内容包括绪论,水和冰,碳水化合物,脂类,氨基酸、肽和蛋白质,维生素,矿物质,酶,色素,食品风味物和食品内源性有害成分。本书系统阐明了食品基本的化学组成成分,重点强调食品成分结构与性质、结构与功能、成分组成与品质的相互关系和影响;对食品加工贮藏过程中发生的典型的化学变化进行了较全面的介绍,并着重介绍了这些变化对食品品质的作用影响及调控措施;本书增加了食品内源性有害成分的内容,旨在增强学习者的食品安全意识和提高学习者利用食品化学知识解决食品安全问题的能力。

本书可作为高等院校食品科学与工程及其相近专业的教材,也可供研究生和食品企业的研发人员、产品品质及安全控制人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

食品化学/马永昆,刘晓庚主编. —南京:东南大学出版社,2007. 2

ISBN 978-7-5641-0396-5

I. 食... II. ①马... ②刘... III. 食品—化学
IV. TS201. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 019719 号

食 品 化 学

出版发行	东南大学出版社
出 版 人	江 汉
责任编辑	顾金亮
地 址	南京市四牌楼 2 号(210096)
电 话	025-83795801(发行科)/025-83362442(传真)
经 销	江苏省新华书店
印 刷	兴化印刷有限公司
开 本	787mm×1092mm 1/16
字 数	536 千字 22 印张
版 次	2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5641-0396-5/TS·19
印 数	1—4000 册
定 价	35.00 元

* 若有印装质量问题,请直接向读者服务部调换。电话:025-83792328

总 序

受编辑之托,为我等所著的高等学校食品专业系列教材作序,真是诚惶诚恐,迟迟难以下笔。苏轼《与孙子思》云:“……余空纸两幅,留与五百年后跋尾也!”此一戏语道出了作序之尴尬。回想起当时来自各地高校食品院系的学者们共同讨论系列教材时认真而热烈的场景,我就勉为其难,介绍一下我们编写这套系列教材的来龙去脉和想法。

2005年11月18—20日,经东南大学出版社和江南大学食品学院的联合组织,在江苏无锡召开了“普通高等教育‘十一五’国家级教材规划·食品专业系列教材”编写和申报研讨会,来自江南大学、南昌大学、南京农业大学、合肥工业大学、江苏大学、内蒙古农业大学、福建农林大学、河南工业大学、郑州轻工业学院、河南农业大学、河南科技大学、浙江工商大学、扬州大学、华南农业大学、南京工业大学、南京财经大学、南京师范大学、淮阴工学院、淮海工学院等19所大学食品院系的30余名学者参加了会议。在两天的会议中,学者们探讨了近几年来食品专业教育的得失,研讨了新形势下为进一步推进食品学科创新型人才培养的系列教材的编写要求、体例和分工,明确了31部教材的编写任务。时间过去不到一年,硕果满园的金秋季节在望,这31部教材中已有5部列入普通高等教育“十一五”国家级教材规划,第一部教材《食品添加剂》将正式付梓,其他多部教材也将孕育而生,在近期内陆续出版,真是欣慰之极。

古人曰:教人以道者,师也。作为教师,不仅要教会学生如何掌握知识,更重要的是要教会学生如何运用知识和创造知识。这套系列教材的编者们,少则有十多年、多则有二十年左右从事相应课程教学和本专业领域科研的经历。我们一致的想法是希望把多年实践中的感悟和积累融入到这套教材中,使本系列教材的阅读者在理解和掌握知识的同时,也能对知识的运用和创造有所领悟。

食品工业的GDP在我国国民经济中已连续几年居首位,现已接近2万亿元,食品科技进步与产业发展在国民经济发展中越来越发挥举足轻重的作用。目前全国约有200所高校办有食品专业,每年招收学生2万多人,食品专业的教育教学在一定程度上关系到我国食品工业的健康和可持续发展,编写一套反映当今科技发展现状,符合创新创业型人才培养要求的食品专业系列教材,是我们

所有编者的愿望,也是我们义不容辞的责任和义务。

愿我们的国家明天更美好,愿我们的食品工业发展更健康,愿我们在着力创建的和谐社会中享用的食品更安全。让我们所有编写和阅读本系列教材的同仁们共同为此尽绵薄之力!

张 灏

2006年8月3日晚于无锡

前 言

《食品化学》是食品科学与工程专业的核心基础课程。食品化学研究食品原料组成、食品加工处理过程与食品贮藏过程的化学变化及其与食品营养、食品功能、食品品质和食品安全等关系的一门应用性、综合性较强的学科。食品化学已形成了系统的理论体系和未来发展延伸的方向,其发展离不开其他学科理论与技术的支持,并将与其他学科进一步交叉融合。

本书的编写借鉴了诸多国内外食品化学的最新专著、教材,在编写形式上力求体现教材的系统性和新颖性,在内容上力求反映食品化学的最新研究成果和发展趋势。多门学科知识的交叉融合是本书的一个特点,力求使食品化学理论与食品加工生产实际紧密结合是本书追求的目标,对教师和学生而言都要求用新的知识观和新的视角来进行食品化学的教学、研究和学习。

本书的编写教师在食品化学课程的教学和研究中积累了丰富的经验,在认真听取并征求食品科学与工程专业教师和学生建议的基础上,分析形成了较合理的编写思路,强化了食品风味物、色素、酶、维生素、矿物质及食品内源性有害成分等内容,强调了食品组分、加工与食品品质的关系并提出了调控的技术和方法。同时介绍了一些相关的分析检测方法和技术,这是指导食品化学教学和学习的一个重要思路。

全书共分11章,江苏大学马永昆编写第1章绪论及第10章食品风味物;淮阴工学院赵希荣编写第2章冰和水;郑州轻工业学院刘延奇编写第3章碳水化合物;合肥工业大学周存六编写第4章脂类及第5章氨基酸、肽和蛋白质;淮海工学院王淑军编写第6章维生素;河南科技大学钟先锋编写第7章矿物质;江西农业大学王文君编写第8章酶;南京财经大学刘晓庚编写第9章色素;上海水产大学钟耀广编写第11章食品内源性有害成分。全体编写教师在《食品化学》大纲制定、内容编排等方面进行了积极的讨论研究,并反复核校了编写稿,本书的出版得到了东南大学出版社的大力支持和关心,在此一并表示感谢。全书由马永昆教授统稿。

由于编者知识水平有限,书中难免有疏漏之处,敬请读者批评指正。

编 者
2006年5月

目 录

1 绪论	1
1.1 什么是食品化学	1
1.2 食品化学的理论体系	1
1.3 食品化学的历史与应用发展	2
1.4 食品化学研究的内容和方法	3
思考与练习	5
2 水和冰	6
2.1 引言	6
2.2 水与冰的性质	6
2.3 水的结构	7
2.3.1 水分子的结构	7
2.3.2 水分子的缔合作用	7
2.3.3 冰的结构	8
2.3.4 水的结构	10
2.4 水与溶质间的相互作用	11
2.4.1 一般概念	11
2.4.2 水与离子和离子基团的相互作用	11
2.4.3 水与具有氢键键合能力的中性基团的相互作用	12
2.4.4 水与非极性物质的相互作用	12
2.4.5 水的存在状态	13
2.5 水分活度	15
2.5.1 水分活度的定义	15
2.5.2 水分活度的测定方法	16
2.5.3 水分活度与温度的关系	17
2.6 水分吸附等温线	19
2.6.1 定义和区间	19
2.6.2 滞后现象	21
2.7 食品原料中水的分布与加工和贮藏中水分的变化	21
2.7.1 食品原料中水的分布	21
2.7.2 食品在加工和贮藏中水分的变化	23
2.8 食品中水分活度的调控	25
2.8.1 水分活度与食品稳定性的关系	25
2.8.2 水分活度与食品化学反应的关系	25
2.8.3 低于结冰温度时冰对食品稳定性的影响	27

思考与练习	28
3 碳水化合物	29
3.1 单糖	29
3.1.1 单糖的结构和构象	29
3.1.2 单糖的物理性质	31
3.1.3 单糖的化学性质	34
3.1.4 食品中的主要单糖	37
3.1.5 食品中单糖的衍生物	37
3.2 低聚糖	39
3.2.1 结构和构象	40
3.2.2 低聚糖的性质	41
3.2.3 食品中重要的低聚糖	42
3.2.4 功能性低聚糖	44
3.3 淀粉	48
3.3.1 淀粉的颗粒特性	48
3.3.2 淀粉的化学结构	49
3.3.3 淀粉的糊化和其他性质	51
3.3.4 淀粉的老化	53
3.3.5 淀粉的水解	53
3.3.6 变性淀粉	54
3.4 多糖	56
3.4.1 多糖的结构	56
3.4.2 多糖的构象	58
3.4.3 多糖的特性	62
3.4.4 食品中的多糖	65
3.5 食品中碳水化合物的分布与形态	77
3.6 碳水化合物在食品加工贮藏中的变化	81
3.6.1 美拉德反应	81
3.6.2 碳-碳键不发生断裂的反应	83
3.7 碳水化合物与食品的品质	86
3.7.1 淀粉及变性淀粉	86
3.7.2 天然多糖	88
思考与练习	90
4 脂类	91
4.1 引言	91
4.2 脂类的结构与命名	91
4.2.1 三酰甘油酸的组成与命名	91
4.2.2 磷脂的组成与命名	94
4.3 脂类的物理性质	95

4.4	食品加工与贮藏中脂类的变化	101
4.4.1	水解反应	102
4.4.2	自动氧化	102
4.4.3	热分解	115
4.4.4	油脂在油炸条件下的化学变化	119
4.4.5	电离辐射对脂肪的影响	120
4.5	食品中脂质的调控	123
4.5.1	油脂精炼	123
4.5.2	油脂氢化	123
4.5.3	酯交换	126
4.6	脂质与食品的品质	128
4.6.1	脂质与可塑性的关系	128
4.6.2	对风味的影响	128
4.6.3	膳食脂类在食品中其他重要的作用	129
思考与练习		129
5	氨基酸、肽和蛋白质	130
5.1	引言	130
5.2	氨基酸与蛋白质的结构	131
5.2.1	氨基酸的结构	131
5.2.2	蛋白质的结构	131
5.3	氨基酸与蛋白质的性质	137
5.3.1	氨基酸的物理化学性质	137
5.3.2	蛋白质的性质	140
5.4	食品加工和贮藏中氨基酸与蛋白质的变化	145
5.4.1	热处理	145
5.4.2	低温处理下的变化	147
5.4.3	碱处理下的变化	148
5.4.4	氧化处理下的变化	148
5.4.5	脱水处理下的变化	149
5.4.6	辐照处理下的变化	149
5.4.7	机械处理下的变化	150
5.5	食品中蛋白质的调控	150
5.5.1	蛋白质的化学改性	150
5.5.2	酶法改性	151
5.6	氨基酸、蛋白质与食品的品质	153
5.6.1	水合性质	153
5.6.2	溶解度	155
5.6.3	黏度	156
5.6.4	胶凝作用	156

5.6.5	面团的形成	157
5.6.6	乳化性质	158
5.6.7	发泡性	160
5.6.8	风味结合	161
	思考与练习	163
6	维生素	164
6.1	引言	164
6.2	维生素的结构	164
6.2.1	食品中脂溶性维生素的结构	165
6.2.2	食品中水溶性维生素的结构	168
6.3	维生素的性质	173
6.3.1	水溶性维生素	173
6.3.2	脂溶性维生素	182
6.4	食品加工贮藏中维生素的变化	184
6.5	食品中维生素的调控	186
6.6	维生素与食品的品质	187
	思考与练习	193
7	矿物质	194
7.1	引言	194
7.2	食品中矿物质的分类	194
7.2.1	根据人体每天需要量来分类	194
7.2.2	根据矿物质对人体的作用来分类	194
7.3	食品中矿物质的性质	195
7.3.1	矿物质的物理和化学性质	195
7.3.2	食品中矿物质的利用率	196
7.4	食品加工与贮藏中矿物质的变化	197
7.5	食品中矿物质的调控	200
7.5.1	食品矿物质的含量受环境的影响	200
7.5.2	食品中矿物质的强化	201
7.6	矿物质的人体需要特点	201
7.6.1	矿物质的生理功能	201
7.6.2	食品中重要的矿物质	202
7.7	矿物质与食品的品质	205
7.7.1	牛乳中的矿物元素	205
7.7.2	肉中的矿物元素	206
7.7.3	植物性食物中的矿物元素	206
7.7.4	矿物质对食品酸碱性的影响	208
7.7.5	加工中的矿物元素对食品营养或感官品质的影响	209
	思考与练习	209

8 酶	210
8.1 引言	210
8.1.1 酶在食品科学中的重要性	210
8.1.2 酶在食品原料中的分布	210
8.2 酶的性质与结构	211
8.2.1 酶的化学本质	211
8.2.2 酶的催化特性	212
8.2.3 酶催化专一性的两科学说	212
8.2.4 酶的命名与分类	214
8.2.5 酶的辅助因子	216
8.2.6 酶的纯化与活力测定	218
8.3 酶催化反应动力学	219
8.3.1 影响酶促反应速率的因素	219
8.3.2 酶的抑制作用和抑制剂	223
8.4 固定化酶	225
8.4.1 固定化酶及制备原则	225
8.4.2 酶固定化的方法	226
8.4.3 评价固定化酶的指标	227
8.5 酶对食品品质的影响	228
8.5.1 对颜色的影响	228
8.5.2 对风味的影响	229
8.5.3 对质地的影响	230
8.5.4 对营养价值的影响	231
8.5.5 食品加工中常用的酶	232
8.5.6 酶在食品加工中的作用	234
8.5.7 酶在食品分析中的应用	243
8.6 酶促褐变	245
8.6.1 酶促褐变的机理	245
8.6.2 酶促褐变的控制	246
思考与练习	248
9 色素	249
9.1 引言	249
9.1.1 视觉、光与颜色	249
9.1.2 色素	251
9.2 色素的分类与性质	251
9.2.1 色素的分类	251
9.2.2 色素的性质	252
9.3 食品中的原生色素	253
9.3.1 卟啉类色素	253

9.3.2	类胡萝卜素类色素	263
9.3.3	多酚类色素	268
9.3.4	其他天然色素	285
9.4	食品着色剂	285
9.4.1	天然色素	286
9.4.2	人工合成着色剂	288
	思考与练习	290
10	食品风味物	291
10.1	引言	291
10.2	嗅觉、味觉与食品风味	291
10.3	食品的呈味物质	294
10.3.1	甜味与甜味物质	294
10.3.2	酸味与酸味物质	297
10.3.3	苦味与苦味物质	298
10.3.4	咸味和咸味物质	301
10.3.5	鲜味与鲜味物质	301
10.3.6	辣味和辣味物质	302
10.3.7	其他味感	303
10.4	食品香气与呈香物质	304
10.4.1	香气化合物结构与香气的关系	306
10.4.2	果蔬的香气	309
10.4.3	肉类的香气	311
10.4.4	乳品的香气	312
10.4.5	焙烤或烘烤食品的香气	313
10.4.6	发酵食品的香气	313
10.5	果蔬香气形成途径	314
10.5.1	氨基酸合成酯类、酚醚类和硫化物的路径	314
10.5.2	不饱和脂肪酸生物合成醇类和醛类的途径	316
10.5.3	脂肪酸 β -氧化生成酯类的途径	317
10.5.4	香叶醛、 α -甜橙醛和诺卡酮的生物合成	318
10.5.5	单糖、糖苷为前体的生物合成途径	319
10.6	食品香气调控的方法	320
10.6.1	酶调控食品香气的方法	320
10.6.2	微生物调控食品香气的方法	320
10.6.3	稳定和掩蔽香气的方法	320
10.6.4	增强食品香气的方法	321
10.7	香气物质的提取、分离与鉴定	321
	思考与练习	322

11 食品内源性有害成分	323
11.1 引言	323
11.2 食品内源性有害成分的分类	323
11.2.1 苷类	323
11.2.2 生物碱	324
11.2.3 酚类及其衍生物	324
11.2.4 毒蛋白和肽	324
11.2.5 酶类	324
11.2.6 非蛋白类神经毒素	325
11.2.7 组胺	325
11.2.8 植物中的其他有毒物质	325
11.2.9 动物中的其他有毒物质	326
11.3 食品中有害成分的分布	326
11.3.1 含苷类物质	326
11.3.2 含生物碱类物质	328
11.3.3 含酚类物质	329
11.3.4 含毒蛋白和肽类物质	330
11.3.5 含酶类物质	331
11.3.6 含非蛋白类神经毒物质	331
11.3.7 含组胺物质	333
11.3.8 其他动植物	334
11.4 食品中有害成分的安全性评价	336
11.4.1 食品安全性的毒理学评价	336
11.4.2 食品安全性的风险评价	338
思考与练习	338
参考文献	339

1

绪 论

1.1 什么是食品化学

总体上讲,食品化学是研究食品原料组成、食品加工处理过程与食品贮藏过程的化学变化及其与食品营养、食品功能、食品品质和食品安全等关系的一门应用性、综合性较强的学科。

食品的基本成分有水、糖类、蛋白质、脂类、维生素、矿物质、膳食纤维、色素与风味物等,研究食品原料是指研究食品的基本成分构成、结构、性质、功能及其加工的特性。食品从田间到餐桌,经过了原料处理、加工生产、运输、贮藏等复杂的环节和过程,这些过程都可能发生食品化学变化。研究食品加工与贮藏过程的化学变化是指研究食品成分在加工处理与贮藏过程中的化学变化、变化的机理及其控制方法。这些研究都与食品的营养、质量与安全密切相关,并涉及食品生物化学、食品营养学、食品质量管理及食品安全等多门学科,尤其与生命科学的联系更加紧密,它们的交叉融合是未来发展的必然趋势,其与食品化学最终的研究目标是一致的。

根据食品原料与产品的种类分类,食品化学可分为牛乳化学、肉品化学、谷物化学、葡萄酒化学和白酒化学等;根据食品的基本组成分类,食品化学可分为碳水化合物化学、油脂化学、蛋白质化学、食品酶学、食品风味化学、食品色素化学和食品毒物化学等;而根据食品加工技术与方法的不同,食品化学可分为气调食品化学、冷冻食品化学、辐照食品化学、超高压食品化学和转基因食品化学等。

食品化学的研究涉及面较广,能为食品新资源的利用、食品新产品的开发、食品新工艺与新技术的应用、食品品质的改善及食品安全性的保证提供理论依据。食品化学是食品科学的基础核心课程,它已逐步成为一门富有活力、包容性强、发展快且应用前景广阔的学科。

1.2 食品化学的理论体系

食品化学是根据现代食品工业发展的需要,在多门相关学科理论与技术发展的基础上形成和发展起来的,它具有显著的多源性、综合性及应用性。在理论、方法和技术诸方面通过广泛的吸收、消化和创造过程,食品化学成为食品科学理论和食品工业技术发展进步的支柱学科之一。

食品化学既吸收了无机化学、有机化学、分析化学、生理学、动植物学、生物化学和物理化学等相关的理论和内容,又独立地发展并形成了食品化学的理论。食品化学理论体系的

形成是在经历了大量的食品基础研究、食品加工与实践及相关的多技术融合与应用的基础上逐步发展形成的。

食品化学的理论研究涉及食品中的水、蛋白质、脂类、糖类、矿物质、维生素、色素、酶、风味及食品的有害成分。它通过对食品的营养价值、质量、安全性和风味特征的研究,阐明食品组成、性质、特征、结构和功能,以及食品成分在储藏加工过程中的化学和生物化学变化,乃至食品成分与人体健康和疾病的相关性。食品化学即是围绕上述内容展开研究的。如水是许多食品中的主要成分,具有良好的流动性、突出的迁移能力及有与大部分其他食品物质良好的结合能力;小分子碳水化合物有吸湿、保湿、增稠、增塑、结晶和易溶的功能;脂类在焙烤食品中发挥着重要的起酥功能和抗老化功能;蛋白质有良好的两亲性,可发挥水化、凝胶化、乳化、起泡、成膜、增稠、稳定、组织形成和保护风味物等多种功能;矿物质可调节水分活度、pH、离子平衡和离子强度;维生素C有改良面粉品质的功能,维生素B₁有转变为风味物的功能;天然色素类胡萝卜素可抗氧化及分解生成风味物;大蒜、洋葱破碎后在酶的催化下会产生浓郁的刺激风味;苦杏仁用柠檬酸液加热可脱出有害物氢氰酸等。

食品化学理论内容还涉及食品在加工贮藏过程中的各类反应及营养与安全的评价,如美拉德反应、焦糖化反应、自动氧化反应、酶促褐变、淀粉的糊化与老化、多糖水解反应、蛋白质水解反应、蛋白质变性反应、脂肪水解、色素变色与褪色反应、维生素降解反应、风味物的产生途径和分解变化、食品加工过程产物的吸收与安全性(如丙烯酰胺、反式脂肪酸、类胡萝卜素顺反异构体等)、原料改性反应、食品体系的分散系与流变性、食品的特性与食品原料组织的特性等。

1.3 食品化学的历史与应用发展

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。它的出现可追溯到18~19世纪。当时,食品的化学本质成为化学家研究的一个方面,如研究食品的组成,已认识到糖类、蛋白质和脂肪是人体必需的三大营养素。这为食品化学的发展奠定了基础。著名的瑞典化学家 Scheele (1742—1786) 分离出乳酸并研究了其性质,还用乳糖制成乳酸;从柠檬汁和醋栗中分离出柠檬酸;从苹果中分离出苹果酸;对12种水果中的柠檬酸和酒石酸进行了检验。他还对动、植物中新发现的一些成分做了定量分析,被认为是食品化学定量研究的先驱。法国化学家 Lavoisier (1743—1794) 确定了燃烧有机分析的原理,首先提出用化学方程式表达发酵过程,发表了第一篇有关水果中有机酸的研究论文。此后,法国化学家 Nicolas 进一步将干灰化方法用于植物中矿物质含量的测定,用燃烧分析法定量测定了乙醇的元素组成。法国化学家 Gay-Lussac 和 Thenard 提出植物材料中碳、氢、氧、氮四种元素的定量测定方法。英国化学家 Davy (1778—1829) 撰写的《农业化学原理》论述了有关食品化学的内容。1847年,德国科学家 J. von 李比希发表了第一本食品化学专著《食品化学的研究》,标志着食品化学自身已初步形成体系。

到20世纪50年代末,欧美等工业发达国家的食品工业有了较快的发展,为了改善食品的感官质量和品质,在食品储藏加工过程中,逐渐使用天然的或人工合成的化学物质作为食品添加剂,并得到政府法律的许可。另外,由于农业生产中广泛应用农药,给食物带来不同

程度的污染,食品安全性问题已成为食品化学研究的重要问题。

色谱和色质联用等现代分析技术的出现,分子生物学研究的快速发展,以及与结构化学理论的结合,使食品化学在理论和应用研究方面都得到了发展。而在具体研究食品储藏加工过程中的化学或生物化学反应机制,食品各组分的性质、结构和功能,以及食品储藏加工新技术、新产品的开发,食品资源的利用等方面又为食品化学的发展提供了机遇和发展的空间。

长远看,食品化学的发展离不开其他学科理论与技术的支持,并将与其他学科进一步交叉融合。食品化学对食品工业的发展和贡献仍将是积极的、持久的和不可忽略的。表 1-1 举例介绍了食品化学在食品工业中的应用和产生的影响。

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
果蔬加工储藏	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,气调储藏,活性包装,酶促榨汁,过滤和澄清及化学防腐等
肉品加工储藏	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,熏烟剂的生产和应用,人造肉的生产,内脏的综合利用等
饮料工业	速溶,稳定蛋白饮料,稳定带肉果汁,果汁护色,控制澄清度,提高风味,啤酒澄清,啤酒泡沫和苦味改善,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,脂肪改性,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
基础食品工业	面粉改良,精谷制品营养强化,水解纤维素与半纤维素,生产高果糖浆,改性淀粉,生产新型甜味料,生产新型低聚糖,改性油脂,分离植物蛋白质,生产功能性肽,开发微生物多糖和单细胞蛋白质,食品添加剂生产和应用等
食品检验	检验标准的制定,快速分析,生物传感器的研制等

1.4 食品化学研究的内容和方法

食品化学主要研究食品组成及其与食品加工、食品品质及食品安全有关的化学变化。随着食品化学的发展,其研究的内容也在发生较大的改变,如出现了葡萄酒化学、食品风味化学、食品毒物化学、辐照食品化学和转基因食品化学等。食品化学的基本研究内容主要有:

- (1) 研究食品原料与产品的组成、营养价值、功能性、食品的品质和有害成分与食品的安全性;
- (2) 研究涉及食品原料收获、加工、贮藏、运输、销售等环节与过程中发生的各种化学反应、环境条件及反应机理与控制方法;
- (3) 分析评价食品新技术、新工艺、新包装和新产品的安全性。

对此, O. R. Fennema 教授给出了食品中重要的反应类别、条件及其造成的品质变化, 见表 1-2、表 1-3、表 1-4 和表 1-5。

表 1-2 在食品加工或储藏中可发生的变化分类

属 性	变 化
质地	失去溶解性、失去持水量、质地变坚韧、质地软化
风味	出现酸败、出现焦味、出现异味、出现美味和芳香
颜色	褐变(暗色)、漂白(褪色)、出现异常颜色、出现诱人色彩
营养价值	蛋白质、脂类、维生素和矿物质的降解或损失及生物利用性改变
安全性	产生毒物、钝化毒物、产生有调节生理机能作用的物质

表 1-3 改变食品品质的一些化学反应和生物化学反应

反应类型	例 子
非酶与酶促褐变	焙烤食品表皮成色, 切开的水果迅速变褐
氧化	脂肪产生异味、维生素降解、色素褪色、蛋白质营养损失
水解	脂类、蛋白质、维生素、碳水化合物、色素水解
脂类异构化	顺 $\rightarrow$ 反异构化、不共轭脂 $\rightarrow$ 共轭脂
脂类环化与聚合	产生单环脂肪酸, 深锅油炸中油起沫
蛋白质变性与交联	卵清凝固、酶失活, 在碱性条件下加工蛋白质使营养性降低

表 1-4 食品储藏或加工中变化的因果关系

初期变化	二 次 变 化	影 响
脂类水解	游离脂肪酸与蛋白质反应	质地、风味、营养价值
多糖水解	糖与蛋白质反应	质地、风味、颜色、营养价值
脂类氧化	氧化产物与许多其他成分反应	质地、风味、颜色、营养、毒物产生
水果破碎	细胞打破、酶释放、氧气进入	质地、风味、颜色、营养价值
绿色蔬菜加热	细胞完整性破坏、酸释放、酶失活	质地、风味、颜色、营养价值
肌肉组织加热	蛋白质变性凝聚、酶失活	质地、风味、颜色、营养价值
脂类的顺-反异构化	在深锅油炸中热聚合	起泡沫, 降低油脂的营养价值

表 1-5 决定食品在储藏加工中稳定性的重要因素

产品自身的因素	各组成成分(包括催化剂)的化学性质、氧气含量、pH、水分活度(a_w)、玻璃化温度(T_g)、玻璃化温度时的水含量
环境因素	温度(T)、处理时间(t)、大气成分, 经受的化学、物理和生物处理, 见光、污染、极端的环境

食品化学的研究方法与有机化学、分析化学、物理化学、仪器分析化学、生物化学等基础