

21 世 纪 高 等 院 校 教 材

食品化学

(第二版)

谢笔钧 主编



科学出版社

www.sciencep.com

21 世纪高等院校教材

食品化学

(第二版)

谢笔钧 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书系统地论述了食品化学的基本知识,在第一版基础上增加了酶的内容。全书共分10章,包括绪论,水,糖类,脂类,氨基酸、肽和蛋白质,酶,食品色素和着色剂,维生素和矿物质,风味化合物以及食品添加剂。本书在阐明食品成分的化学和生物化学的基础上,着重讨论了其结构对食品加工和储藏过程中各种变化的影响,结合食品的储藏加工,就如何提高食品的品质和营养、保证食品的安全等做了较详细的叙述。

本书可作为大学食品科学和食品工程等专业的教学用书,也可供研究生和从事食品科学研究及食品生产和食品加工的科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

食品化学/谢笔钧主编. —2版. —北京:科学出版社,2004

(21世纪高等院校教材)

ISBN 7-03-012010-8

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 073925 号

责任编辑:李 锋 王志欣 吴伶俐 / 责任校对:朱光光

责任印制:安春生 / 封面设计:陈 敬

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>

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

1992年12月第 一 版 开本:BS(720×1000)

2004年6月第 二 版 印张:37 1/4

2004年6月第二次印刷 字数:713 000

印数:4 001—6 500

定价:48.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路通〉)

《食品化学》编委会

主 编 谢笔钧 (华中农业大学)

编著者 徐汉生 (武汉大学)

孙智达 (华中农业大学)

戚向阳 (华中农业大学)

主 审 管华诗 (中国海洋大学)

第二版序言

食品化学的历史虽然并不像其他化学那么久远,但是作为一门学科早在3个世纪以前就已出现。它与化学、生物化学和食品科学的发展密切相关,所涉及的内容和学科也十分广泛。现代分析技术和医学分子生物学前沿技术揭示了复杂食品体系中食品成分之间的相互作用,使难以解释和理解的复杂现象与反应变得容易。20世纪50年代,Hassel和Barton提出了构象和构象分析原理,化学家将其与反应机理和食品大分子功能特征相结合,阐明了许多食品化学中反应物-反应-产物三者之间复杂的动态立体化学关系。食品体系中的多糖、蛋白质、酶等天然高分子,以及酶催化作用的底物(往往也是高分子),还有供给人体能量的脂质在理论上都有无数的构象。底物和酶结合,生物高分子在食品中的功能性和其在体内、外反映的活性,只能以它无数构象中的一个发生反应和起作用。食品中水分子簇的构象与淌度同样对食品的特性、风味、质地和稳定性产生重要影响。固体或半固体食品的玻璃化转变温度、水分子和其他分子中 ^1H 弛豫时间、大分子构象和微观形貌研究也将成为现代食品化学研究的新内容。

该书作者积多年对食品化学教学和研究的成果,吸收和参考国外食品化学的最新专著和文献,精心选材,在原第一版的基础上补充了许多新的内容。既系统地介绍了食品化学的基本理论,又注意到实际应用和食品化学研究的最新成果与前沿技术,还用一定的篇幅介绍了食品化学的现代研究方法和手段,让读者从中获得更多信息和思路。该书既可作为高等学校食品科学、食品工程及相关学科的教学用书,也可作为研究生参考书。

该书写成后,请我作序,这是对我的信任与鼓舞。深盼广大读者提出不同看法,甚至提出个别错误,我想作者定会十分欢迎。

管华诗

2003年12月

第二版前言

《食品化学》第一版已经时过 10 年,许多新的研究和新的揭示,必然需要在书中补充新的内容和适当调整结构。为此,在第一版的基础上,本书增加了第 6 章酶,同时还对各章内容进行了修改和补充。由于本书是在第一版基础上完成的,因此后续工作也沉积着前版作者大量的心血和劳动。

参加本书第一版编写的有胡慰望(第 1~3 章)、谢笔钧(第 4~6 章)、余若海(第 7 章)、吴方元(第 8 章)、李培森(第 9 章);参加第二版编写的有谢笔钧(第 1~7 章)、孙智达(第 8 章)、戚向阳(第 9 章)、徐汉生(第 10 章)。第一版中的多数作者,由于种种原因未能参与本书的编撰工作。感谢管华诗院士审阅本书并作序。承蒙科学出版社的编辑为本书出版所做的大量工作,还有负责印刷、封面设计和校对的同志,有他们的创意和努力,本书才能与读者见面,借此一并谢意。全书在编写和出版过程中得到了华中农业大学教务处和科学出版社的支持与关心,特表谢意。最后还要感谢有关学生和食品科技学院有关老师在文字和图表工作中为本书付出的辛勤劳动。

由于编者水平有限,书中难免会出现一些错误,请读者批评指正。

作 者

第一版序言

食品化学作为一门应用化学学科,近年来随着科学技术的不断发展,它的理论体系逐渐趋于完善,研究领域也随之更为广泛。特别值得提及的是,结构化学、游离基化学和光化学理论以及电子自旋共振光谱、脉冲辐解和激光光解等先进技术在食品化学中的应用,使脂类的自动氧化、光敏氧化、热解和辐射等反应的历程与机理得到阐明。尤其令人瞩目的是,对活性氧基团、酶和金属的催化本质的认识也进入了一个新的阶段。

揭示食品成分的化学和生物化学变化及其对人体产生的效应,乃是当今食品化学、营养学、临床医学和预防医学共同关注的问题。其中人体衰老机理的游离基学说给予了生命科学和食品化学无限的活力和前景。对衰老本质问题的研究,已进入原子和分子水平,且必将从化学和物理的规则中找到答案。此外,生物活性物质有机硒、有机锗化合物、超氧化歧化酶、生物活性多糖、绿茶中抗癌物质表没食子儿茶素、没食子酸酯等都是目前十分活跃的研究课题。

食品添加剂是食品化学中另一个重要研究方面。迄今,世界上使用的食品添加剂达 14 000 种之多,其中直接使用的就有 4000 余种。然而,从动物实验观测的结果证实,人工合成的食品添加剂,如油脂抗氧化剂 2,6-二叔丁基化羟基甲苯(BHT)、叔丁基化羟基茴香醚(BHA),以及人工合成的食用色素存在安全性问题。为此,人们正努力从自然界筛选安全性高的天然食品添加剂。国内有不少高等院校和科研单位已研究和开发出多种这类产品。

近 10 年来,我国食品工业在国民经济中已发展成为支柱性产业,在许多高等院校相继设置了食品科学、食品工程、食品加工、食品化学和农产品储藏加工专业。为适应食品教学、科研和食品加工生产的需要,作者在近几年为食品科学、食品工程等专业的本科生讲授食品化学课程所用讲义的基础上,参阅了近期食品化学有关的文献和资料,编写成《食品化学》这本书。本书既介绍食品化学的基本原理又注重联系实际应用,还用适当的篇幅介绍食品化学的研究手段和方法。本书可作为高等院校食品科学、食品工程、食品加工、农畜产品加工和食品营养与卫生等专业本科生的食品化学教材或研究生的参考书,也可供食品科研和食品加工的科技人员阅读参考。

参加本书编写的有胡慰望(第1~3章)、谢笔钧(第4~6章)、余若海(第7章)、吴方元(第8章)、李培森(第9章)。全书请李青山同志做了审订,本书责任编辑也为此书的编辑出版做了大量工作,借此一并致谢。

由于编者水平有限,本书中难免存在缺点乃至错误,请读者批评指正。

胡慰望

1991年12月1日于武昌狮子山

目 录

第二版序言

第二版前言

第一版序言

第 1 章 绪论	(1)
1.1 食品化学研究的内容	(1)
1.2 食品化学的发展历史	(4)
1.3 食品化学的研究方法	(6)
第 2 章 水	(9)
2.1 水和冰的物理特性	(10)
2.2 水和冰的结构	(12)
2.3 水与溶质间的相互作用	(19)
2.4 水活性	(27)
2.5 水分的吸附等温线	(32)
2.6 水活性与食品的稳定性的影响	(36)
2.7 低于结冰温度时冰对食品稳定性的影响	(39)
2.8 分子淌度和食品稳定性	(41)
第 3 章 糖类	(52)
3.1 概述	(52)
3.2 糖类的结构	(57)
3.3 糖类的性质	(85)
3.4 食品中单糖和低聚糖的功能	(98)
3.5 食品中的多糖	(101)
第 4 章 脂类	(130)
4.1 概述	(130)
4.2 命名	(130)
4.3 分类	(137)
4.4 油脂的物理特性	(138)
4.5 脂类的化学性质	(161)
4.6 油脂加工化学	(200)
4.7 食品脂类在风味中的作用	(208)

第 5 章 氨基酸、肽和蛋白质	(211)
5.1 概述	(211)
5.2 氨基酸和蛋白质的物理化学性质	(213)
5.3 蛋白质的结构	(224)
5.4 蛋白质分子的变性	(244)
5.5 蛋白质的功能性质	(259)
5.6 非普通蛋白质的来源	(299)
5.7 食品蛋白质在加工和储藏中的变化	(301)
第 6 章 酶	(329)
6.1 概述	(329)
6.2 酶的催化反应动力学	(339)
6.3 酶在食品中的作用	(356)
6.4 食品加工中的固定化酶	(365)
6.5 食品加工中的酶制剂	(370)
6.6 酶在食品分析中的应用	(373)
第 7 章 食品色素和着色剂	(379)
7.1 食品固有的色素	(379)
7.2 食品中添加的着色剂	(419)
第 8 章 维生素和矿物质	(426)
8.1 概述	(426)
8.2 维生素的稳定性	(427)
8.3 维生素的每日参考摄入量	(432)
8.4 水溶性维生素	(437)
8.5 脂溶性维生素	(469)
8.6 矿物质	(480)
第 9 章 风味化合物	(490)
9.1 概述	(490)
9.2 味觉和非特殊滋味感觉	(490)
9.3 蔬菜、水果和调味料风味	(500)
9.4 乳酸-乙醇发酵中的风味	(511)
9.5 脂肪和油的风味挥发物	(512)
9.6 肉品的风味挥发物	(513)
9.7 加工过程中风味挥发物的产生	(516)
9.8 风味分析	(520)
9.9 风味化学及工艺学的发展前景	(528)

第 10 章 食品添加剂	(530)
10.1 概述	(530)
10.2 酸和发酵酸	(531)
10.3 碱在食品加工中的作用	(536)
10.4 缓冲体系和盐类	(538)
10.5 螯合剂	(540)
10.6 抗氧化剂	(542)
10.7 抗菌剂	(543)
10.8 非营养和低热量甜味剂	(552)
10.9 质构化形成剂和组织硬化剂	(557)
10.10 稳定剂和增稠剂	(560)
10.11 代脂肪	(560)
10.12 咀嚼物质	(564)
10.13 表观控制剂和澄清剂	(564)
10.14 面粉漂白剂和面包改良剂	(566)
10.15 抗结剂和调节剂	(567)
10.16 气体和推进剂的应用	(568)
10.17 添加剂的分类和选择	(569)
参考文献	(579)

第 1 章 绪 论

1.1 食品化学研究的内容

食品化学是用化学的理论和研究方法研究食品本质的科学,是食品科学,也可以说是应用化学的一个重要分支。它通过对食品的营养价值、质量、安全性和风味特征的研究,阐明食品的组成、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。以上这些构成了这门学科的主要内容。

食品的基本成分包括人体营养所需要的糖类、蛋白质、脂类、维生素、矿物质、膳食纤维与水等,它们提供人体正常代谢所必需的物质和能量。此外,食品除了应具有足够的营养素外,还必须具有刺激人食欲的风味特征和期望的质地,同时又是安全的。早期的经典化学虽然为食品化学的起源和发展奠定了基础,但还不能解决复杂的多组分食品体系的许多问题,特别是对食品中单一成分和微量化学物质的反应本质和分离鉴定。自 20 世纪 60 年代以来,随着现代实验技术的发展,特别是分离技术、色谱技术以及光谱分析技术等先进实验手段的不断发展和完善,以及分子生物学在食品科学领域的应用,不仅实现了对食品中生物活性成分、微量和超微量物质的分离、鉴定、结构分析和微观作用本质的研究,而且推动了现代食品化学的迅速发展。

食品从原料生产,经过储藏、运输、加工到产品销售,每一过程无不涉及一系列的化学和生物化学变化。例如,水果、蔬菜采后和动物宰后的生理变化;食品中各种物质成分的稳定性随环境条件的变化;储藏加工过程中食品成分相互作用而引起的化学和生物化学变化,以及引起这些变化的原因和机制,这些都是食品化学和食品储藏加工中人们共同关心的问题。

阐明食品成分之间的化学反应历程、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物质的组成、性质、结构、功能和作用机制,研究食品储藏加工的新技术,开发新产品和新的食品资源等,构成了食品化学的重要研究内容。食品化学与化学、生物化学、生理化学、植物学、动物学、预防医学、临床医学、食品营养学、食品安全、高分子化学、环境化学、毒理学和分子生物学等学科有着密切和广泛的联系,其中很多学科是食品化学的基础。

食品在储藏加工过程中发生的化学变化,一般包括食品的非酶褐变和酶促褐

变;水活性和分子淌度改变引起食品质量变化;脂类的水解、自动氧化和光敏氧化、热降解和辐解;蛋白质水合过程中的分子簇效应和蛋白质变性、交联和水解、空间构象变化与降解;食品中多糖的合成和化学修饰反应,低聚糖和多糖的水解;食品中大分子的结构与功能特性之间的变化;水溶液中水和多糖的分子簇效应与自卷曲;维生素的降解和损失;营养补充剂和食品添加剂的作用和影响;食品香气化合物的产生及其反应机理;酶在食品加工和储藏过程中引起的食品成分变化和催化降解反应;食品中致癌、致突变物的来源及其产生途径;包装材料特别是人工合成高分子化合物的降解产物、单体和增塑剂向食品中的迁移与毒性产生,以及环境污染给食品带来的安全性问题等。

氧化是食品变质的最重要原因之一,它不仅造成营养损失,而且使食品产生异味、变色、质地变坏或其他损害。当食品中天然存在的物质发生氧化时,产生大量自由基和有害化合物,例如胆固醇氧化产物中的胆固醇环氧化物和氢过氧化物,均可引起致癌和致突变。这说明食品成分氧化生成的有害物质不仅损害食品的品质,而且长期摄入这类食品还会损害人体健康或引起多种疾病发生。食品本身和人体内存在着多种抗氧化损伤的天然化合物和酶,例如维生素 E、原花青素、 β -胡萝卜素、抗坏血酸、半胱氨酸以及体内的许多抗氧化物酶等,它们都是很强的抗氧化剂。金属螯合剂抑制金属催化氧化过程,同样对抗氧化损伤起着十分重要的作用。超氧化物歧化酶、过氧化氢酶和谷胱甘肽过氧化物酶可分别阻止由超氧阴离子、过氧化氢和有机氢过氧化物等活泼物质对机体所造成的损伤。食品化学研究食品中各种活泼物质及其在不同条件下的反应机制,从而达到有效控制它们的目的。近来,对光敏氧化、直接光化学反应和自动氧化的主要反应历程与中间活性产物的分离、鉴定的研究已取得了显著进展,这无疑将有助于新的食品储藏加工技术的发展。

脂类氧化是食品中最主要的一种氧化反应,食品的货架期与这种反应有着重要的联系。脂类不饱和脂肪酸含量越高的食品越容易氧化,脂类经自动氧化生成的自由基,与其他化合物结合,生成过氧化物、交联过氧化物或环氧化物,并向食品体系中释放出氧,不仅引起必需脂肪酸的破坏,而且造成维生素和色素的破坏。脂类产生异味的主要原因,是由于油脂中不饱和脂肪酸氧化生成的氢过氧化物进一步分解时产生了醛、醇、酮、酸等小分子化合物。此外,过氧化物与多糖、食品蛋白质或酶作用可产生不良的影响。近十几年临床医学的观察表明,油脂氧化后生成具有毒性、致癌、致突变等作用的化合物。油脂氧化并不限于富含动植物油脂的食品,而且还包括新鲜的或经过加工的豆类、谷物和某些蔬菜等低脂类食品。

食品中天然产物的自由基化学,无论对研究天然产物的自动氧化,还是对研究食品储藏加工过程,都是十分重要的。电子自旋共振(ESR)的分析表明,氧化产生的自由基有 $\text{ROO}\cdot$ (烷过氧自由基)、 $\text{RO}\cdot$ (烷氧自由基)、 $\text{O}_2^-\cdot$ (超氧阴离子自由基)

和 $\cdot\text{OH}$ (羟基自由基)。通过脉冲辐解和激光光解途径研究模拟体系所得到的结果与实际体系非常接近。动植物中存在的低浓度自由基来源于正常的生理反应,例如花生四烯酸合成固醇、硫醇化合物的氧化或通过直接的或酶催化途径引起的单电子还原。食品在光、辐射和热等的作用下可产生高浓度自由基,光使自由基通过中间激发态和单重态氧发生光敏氧化,一旦自由基大量进入人体内,将会导致DNA损伤并危及生存。

近年来,辐射保藏食品已在我国一些地区采用,含水食品在允许剂量射线的照射下,例如以 1000 krad 剂量照射时,每 100kg 食品可生成 3~6mmol 自由基。

在食品加工和储藏中,热是一种重要的影响因素,热可使食品产生非常需宜的风味,同时又能加快自动氧化的自由基反应。例如,在 70℃ 自动氧化只需几小时,就能达到室温条件下几个月的氧化程度。食品在 200~300℃ 油炸时,食品成分发生热解并伴随产生自由基。自动氧化是导致食品中产生自由基的主要原因,也是食品加工储藏过程中应重视的主要问题。

在研究食品自动氧化的过程中,对酚型和胺型化合物抗氧化剂研究较多,目前世界各国对安全性高的天然抗氧化剂研究十分重视。胡慰望、谢笔钧等报道了儿茶素和原花青素抗氧化效果及其抗氧化机理,同时美国、日本、欧洲等国也在这方面进行了大量研究。

食品在催化条件下产生的化学反应是一个非常值得注意的问题,催化包括酶和金属离子催化两大类。金属离子催化的化学反应又分为两类:一类是金属离子与具有 Lewis 碱性质的有机化合物官能团配位,导致这些官能团的极化和分子内邻近位点活化;另一类是金属离子从高氧化态向低氧化态,或从低氧化态向高氧化态转变的电子传递反应,从而可以使那些被金属离子所配位的有机化合物发生相应的氧化或还原反应。金属离子催化有机化合物出现初始变化之后,接着发生与化合物的结构有关的另一些反应,包括分子重排、消去电负性基团、与体系中其他分子进行反应,甚至碳-碳键的裂解。例如,食品中脂类、肽和酰胺的水解、酮酸脱羧、抗坏血酸、维生素 E 和 β -胡萝卜素的氧化、儿茶酚氧化、不饱和脂肪酸和氨基酸氧化等。食品中发生的另一大类催化反应是由酶引起的,这些酶包括氧化还原酶、转移酶、裂合酶、异构酶、水解酶和连接酶。在食品储藏加工中,与产品质量有密切关系的是氧化还原反应和水解反应。其中多酚氧化酶、脂氧合酶、过氧化物酶、黄嘌呤氧化酶、葡萄糖氧化酶、醇脱氢酶和醛脱氢酶是比较重要的酶。

食品的麦拉德褐变反应,是食品在热加工或长期储藏中发生的重要反应,它包括起始阶段醛(通常是还原糖)和胺(一般是氨基酸和蛋白质)发生的羰胺反应,生成风味、香气化合物和对紫外吸收的物质,同时还产生深颜色聚合物,并使营养价值降低。对麦拉德反应,尽管进行了将近 70 年之久的研究,但是对反应的全过程仍不完全了解。这种反应一般是在单糖、氨基酸或其他有机胺类组成的模拟体系

中进行研究。

蛋白质是食品中的重要营养成分,并具有许多重要生理功能和加工特性。蛋白质分子体积较大并具有能产生多种反应的复杂结构,所以在生物物质中占有特殊的地位。食品中的蛋白质与其他食品成分主要通过氢键、疏水相互作用和离子键形成非共价键结合,蛋白质的空间构象将影响其活性和功能作用。蛋白质的许多不可逆反应可导致食品变质,或产生有害的化合物,使蛋白质的营养价值造成损失。此外,动、植物或微生物来源的活性多肽,特别是海洋和水生物中的环肽,以及近年来人们关注的正电性抗菌肽(CAP)已成为食品化学研究中的一个重要方面。

糖类食品是人类食品中热量的主要来源,在食品加工中必须重视糖类的结构和加工特性。近 20 年来,在这方面的研究非常活跃,例如淀粉糊化和淀粉的化学修饰,以及多糖的空间结构和三维立体形貌对其性能的影响等。低聚糖的生理功能和非淀粉多糖的重要生物活性越来越引起科学工作者的极大关注。多糖的溶液行为和在水溶液中的分子簇效应已成为现今研究的重要课题。

维生素是由多种不同结构的有机化合物构成的一类营养素。目前,对许多维生素的一般稳定性已经了解,但是对于复杂食品体系中维生素保存的影响因素尚不十分清楚,例如,食品储藏加工的时间和温度、维生素降解反应与其浓度和温度的关系、氧浓度、金属离子、氧化剂和还原剂等对稳定性的影响等。

食品的风味,除新鲜水果、蔬菜外,一般是在加工过程中由糖类、蛋白质、脂类、维生素等分解或相互结合所产生的需宜或非需宜的特征。新鲜水果和蔬菜的风味来自脂类,通过被酶氧化,生成小分子化合物如醇、醛、酮和酸类。与此同时,多酚类天然色素也可以使食品产生异味,色泽变坏;大分子交联会引起食品质地、营养发生变化。因此,控制食品的储藏加工条件,使之产生需宜的风味,防止非需宜风味的形成,进一步对风味化合物的分离、组成、结构及其反应机理进行研究,并在此基础上研究风味酶的作用机制和合成天然风味化合物,以上这些构成了食品化学中风味化学的内容。

食品中的有毒物质包括食品中存在的天然毒物、加工和储藏过程中产生的有毒物质,以及外源污染物,例如,蛋白酶抑制剂、红细胞凝集素、过敏原、植物抗毒素、生物碱、硫葡萄糖苷、氰化物、亚硝酸盐、真菌毒素和食物中毒毒素、有机农药和重金属污染等。这些物质的快速灵敏分析,对食品安全性的影响和作用机制,以及在各种食品中的分布和存在状况,都是食品化学必需的重要研究内容。

1.2 食品化学的发展历史

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密切相关。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 世纪已用含维生素丰富的猪肝治疗夜盲症。我国人民在世界早期食品科学的发展中做出了重要贡献。

食品化学作为一门学科出现可追溯到 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,还用乳糖制成黏酸;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。因此,被认为是食品化学定量研究的先驱。法国化学家 Lavoisier(1743~1794)对食品化学的贡献,是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 在 Lavoisier 工作的基础上,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 Thenarde 提出植物材料中碳、氢、氧、氮四种元素的定量测定方法。此外,英国化学家 Davy(1778~1829)撰写的《农业化学原理》也论述了有关食品化学的内容。

在 18 世纪,食品掺假事件在欧洲时有发生,迫切要求有关部门建立可靠的食物检验方法,这无疑对普通分析化学和食品检验方法的发展起了很大的促进作用。直到 1920 年,世界各国相继颁布了关于禁止食品掺假的法规,并建立了相应的检验机构和制定出严格的检验方法,从而使食品掺假逐渐得到控制。

到 20 世纪 50 年代末,食品工业有了较快的发展,特别是在欧美等工业发达国家。为了改善食品的感官质量和品质,或有利于改进食品加工处理以及延长货架期,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,并得到政府法律的认可。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。因此,食品安全性问题,自 20 世纪 60 年代以来,特别是近 10 年,已成为食品化学、临床医学、毒理学、预防医学等学科普遍关心的重要问题。

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获得显著的进展。如研究食品在储藏加工过程中各种化学或生物化学的反应历程和反应机制,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,这些都为食品科学技术和食品工业的发展创造了有利条件。

为了适应人类宇航事业的需要,科学家们开始研究如何在太空飞船的有限空间实现食品元素和食品物质的小规模循环,做到主要食物的自给供应。随着仿生学和分子生物学的发展,人们将可以简化这些复杂物质分子,或模拟代谢中间产物

的结构,通过人工合成食品的方法,开辟出一条新的途径。

1.3 食品化学的研究方法

食品是多种组分构成的体系,在储藏和加工过程中,将发生许多复杂的变化,它将给食品化学的研究带来一定的困难。因此,一般是从模拟体系或简单体系开始,将所得实验结果应用于食品体系,以确定食品组分间的相互作用,及其对食品营养、感官品质 and 安全性造成的影响。这种方法使研究的问题过于简单化,因此并非都是成功的。

食品化学研究的内容包括四个方面:确定食品的组成、营养价值、安全性和品质等重要特性;食品储藏加工过程中各类化学和生物化学反应的步骤和机制;在上述研究的基础上,确定影响食品品质和安全性的主要因素;研究化学反应的热力学参数和动力学行为及其环境因素的影响。

1.3.1 食品的品质和安全性

营养是食品的基本特征,它是保证人体生长发育和从事劳动的物质基础。利用现代分析技术、现代营养学的观点对食品的营养进行评价,乃是食品化学最基本的任务。食品的安全性也是食品的重要特征,供给人类需要的食品不应含有任何有害的化学成分或有害微生物,如黄曲霉毒素、亚硝胺、苯并芘、农药、有害重金属化合物等。

食品在储藏加工过程中各组分间相互作用对食品品质和安全性的不良影响有如下几方面:

- 1) 质地变化。食品组分的溶解性、分散性和持水量降低,食品变硬或变软。
- 2) 风味变化。酸败(水解或氧化),产生蒸煮味或焦糖味及其他异味。
- 3) 颜色变化。变暗、褪色或出现其他色变。
- 4) 营养价值变化。维生素、蛋白质、脂类等降解,矿物质和其他重要生物活性成分的损失。
- 5) 安全性的影响。产生有毒物质或形成有害健康物质。

1.3.2 化学和生物化学反应

食品在储藏加工过程中发生的许多化学和生物化学反应都会影响食品的品质和安全性。这些反应包括非酶褐变、酶促褐变、脂类水解和氧化、蛋白质变性、蛋白质交联和水解、低聚糖和多糖的水解、多糖的合成和酵解,以及维生素和天然色素的氧化与降解等。反应的类型一般取决于食品的种类、储藏和加工条件,各反应之间相互影响和竞争,使食品化学研究变得十分复杂。因此,简化食品体系或采用模