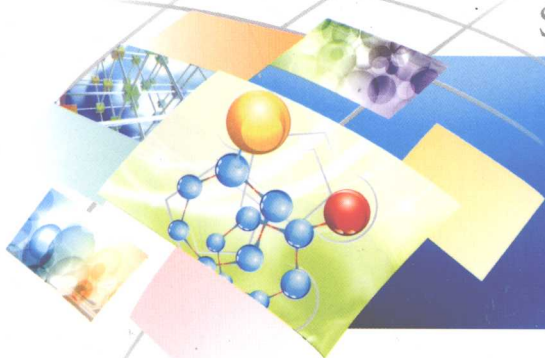




普通高等教育食品类专业“十二五”规划教材
高等学校食品类国家特色专业建设教材

食品化学

SHIPIN HUAXUE



□□□□□□□□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□□□□
□□□□□□

刘邻渭◎主编

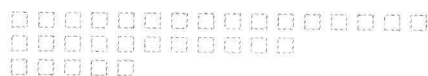
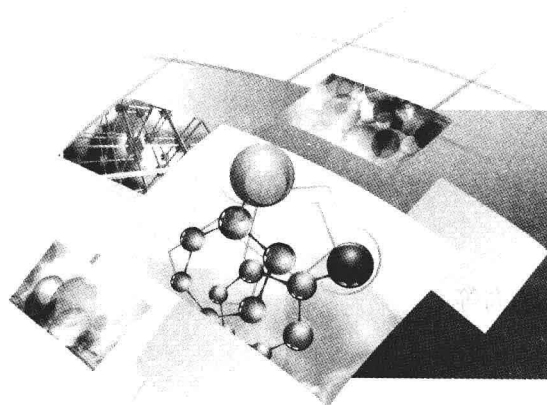
 郑州大学出版社



普通高等教育食品类专业“十二五”规划教材
高等学校食品类国家特色专业建设教材

食品化学

SHIPIN HUAXUE



刘邻渭 主编

郑州大学出版社

内容提要

本书共分14章,对食品中水分、碳水化合物、脂质、维生素和矿质元素、食品酶学及食品分散体系等基础理论重点介绍,对食品蛋白质和风味、变化动力学、毒害成分、食品保健功能成分等分别单设章节,就主要知识、研究进展和实际应用内容进行重新整理和优化,避免与相关教材内容重复,并适当补充了构性关系、重要变化、研究进展和实际应用方面的内容。本书可作为食品科学、食品技术、农业化学及营养学等学科学生的教材,也可作为食品与农业研究、食品工业、营养、食品控制和服务实验室等领域的专业人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

食品化学/刘邻渭主编. —郑州:郑州大学出版社,
2011.9

(普通高等教育食品类专业规划教材)

ISBN 978-7-5645-0426-7

I. ①食… II. ①刘… 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 (2011) 第 057370 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路40号

出版人:王 锋

全国新华书店经销

河南新华印务有限公司印制

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:25.75

字数:609 千字

版次:2011 年 9 月第 1 版

邮政编码:450052

发行部电话:0371-66966070

印次:2011 年 9 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-5645-0426-7

定价:41.00 元

本书如有印装质量问题,由本社负责调换



近年来,我国高等教育事业快速发展,取得了举世瞩目的成就,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还不能完全适应经济社会发展的需要,迫切需要进一步深化高等学校教育教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质创新性人才的需要。为此,国家实施了高等学校本科教学质量与教学改革工程,进一步确立了人才培养是高等学校的根本任务,质量是高等学校的生命线,教学工作是高等学校各项工作的中心的指导思想,把深化教育教学改革,全面提高高等教育教学质量放在了更加突出的位置。

专业建设、课程建设和教材建设是“质量工程”的重要组成部分,是提高高等教育教学质量的关键。“质量工程”实施以来,在专业建设、课程建设方面取得了明显的成果,而教材是这些成果的直接体现,同时也是深化教学内容和教学方法改革的重要推动力。为此,教育部要求加强新教材和立体化教材建设,提倡和鼓励学术水平高、教学经验丰富的教师,根据教学需要编写适应不同层次、不同类型院校,具有不同风格和特点的高质量教材。郑州大学出版社按照这样的要求和精神,在教育部食品科学与工程专业教学指导委员会的指导下,在全国范围内,对食品类专业的培养目标、规格标准、培养模式、课程体系、教学内容等,进行了广泛而深入的调研,在此基础上,组织全国二十余所学校召开了食品类专业教育教学研讨会、教材编写论证会,组织学术水平高、教学经验丰富的一线教师,吸收了近年来食品类专业教育教学经验和成果特别是各校特色专业建设成果,编写了本套系列教材。

教育教学改革是一个不断深化的过程,教材建设是一个不断推陈出新、反复锤炼的过程,希望这些教材的出版对食品类专业教育教学改革和提高教育教学质量起到积极的推动作用,也希望使用教材的师生多提意见和建议,以便及时修订、不断完善。

编写指导委员会

2010年11月



二十多年来,我国已有多本食品化学教材相继出版,并发挥着良好的作用。编写这本教材时,在传承精华、优化内容的基础上,进行了一定改进。如蛋白质和食品风味两章,除对主要知识进行重新整理和优化外,加强了构性关系、重要变化、研究进展和实际应用方面的内容;为避免与食品安全教材内容重复,毒害成分一章仅简明介绍了食品毒害成分的组成、结构、毒性、污染或产生途径以及减除技术原理;考虑到食品分散系的重要性,将它设为一章,加强了界面性质和胶粒之间相互作用的介绍;由于变化动力学是研究食品变化动态和机制的必备知识,也将它设为一章,介绍了食品变化速度和动力学方程等知识及其在食品货架期预测中的应用,考虑到食品货架变化包括物理、化学和生物方面,本章也简介了微生物生长模型方面的内容。

本教材由11所大学教师合编。西北农林科技大学刘邻渭编写前言、第5章、第14章以及第1章、第3章、第6章、第7章、第9章、第10章、第12章、第13章的部分章节。武汉工业学院王海滨编写第1章、第6章多数章节。山东轻工业学院邵秀芝编写第2章。河南工业大学郑学玲和王金水编写第3章多数章节。河南农业大学谢新华、西北农林科技大学郭静编写第4章。西北农林科技大学李巨秀编写第7章多数章节。山东轻工业学院王存芳编写第8章多数章节。河南科技大学任国艳、安阳工学院田萍编写第9章多数章节。河南科技学院李光磊编写第10章多数章节。郑州轻工学院刘延奇编写第11章。广东海洋大学秦小明和林华娟编写第12章多数章节。河南省产品质量监督检验院/国家粮油及肉制品质量监督检验中心陶健编写第13章部分章节。全书由刘邻渭统稿。

本教材编写受到了各参编院校及编者家人持久而坚定的支持,编写中参考和引用了国内外大量作者的论著及网上课件,在此,谨向他们表示诚挚敬意和衷心感谢。同时,对因无法彻查清楚之故,本教材未列出所有参考文献的来源和作者,我们表示深深歉意。

鉴于编者学识、实践经验和撰稿水平有限,本教材难免有某些错误和疏漏之处,敬请读者谅解和批评指正。

编 者

2010年12月16日



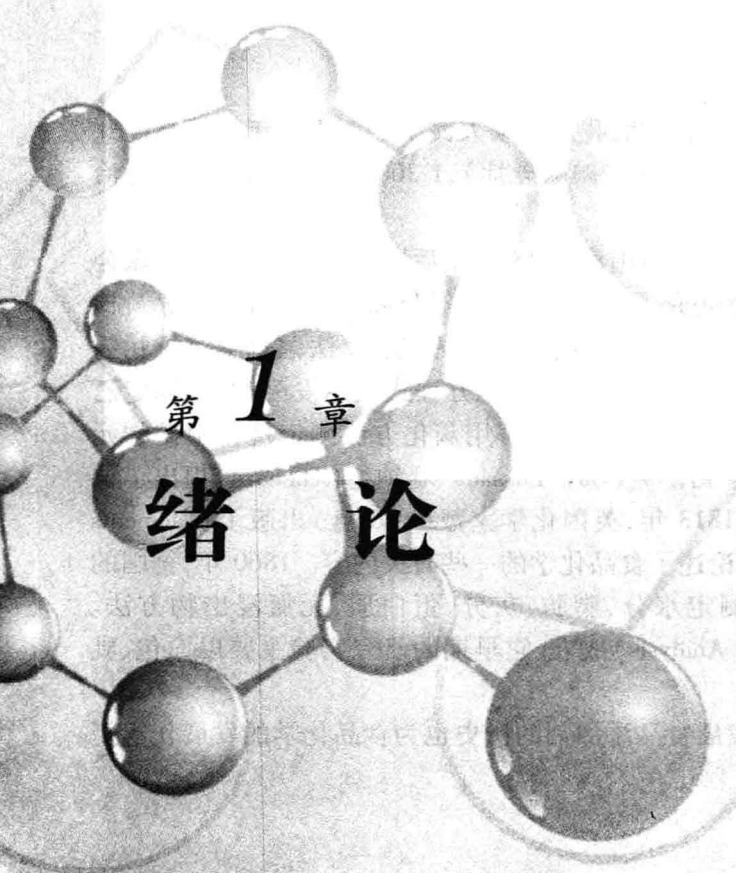
第1章	绪论	1
1.1	食品化学的定义和特色	2
1.2	食品化学的发展历史	2
1.3	食品化学的研究内容和方法	3
1.4	食品化学对食品技术发展的影响	7
1.5	目前我国食品化学研究的重要方向	8
1.6	食品化学的学习方法	8
第2章	水分	10
2.1	水和冰的结构	11
2.2	水和冰的物理性质	13
2.3	水在食品中的存在及转移	14
2.4	水分活度	18
2.5	水分吸附等温线	21
2.6	水分活度和食品稳定性的关系	24
2.7	食品玻璃化转变	26
第3章	碳水化合物	31
3.1	碳水化合物的分类	32
3.2	食品单糖的结构、性质和变化	32
3.3	食品低聚糖的结构、性质和变化	42
3.4	淀粉的结构、性质和变化	48
3.5	植物细胞壁多糖、结构、性质和变化	57
3.6	亲水性多糖胶的结构、性质和功能	63
3.7	膳食纤维及其性质	72
第4章	脂类	76
4.1	脂质的分类、命名、组成和结构	77
4.2	常见的食用油脂	82
4.3	油脂的物理化学特征值	87
4.4	油脂的物理性质	87

4.5	油脂的水解和酮型酸败	93
4.6	油脂的氧化和抗氧化剂	94
4.7	油脂的高温裂解和热氧化反应	102
4.8	油脂加工中的变化	105
第5章	蛋白质	109
5.1	蛋白质和氨基酸的分类	110
5.2	氨基酸的性质	114
5.3	蛋白质的结构	119
5.4	蛋白质的变性	126
5.5	蛋白质的功能性质及其改良技术原理	129
5.6	食品加工中蛋白质发生不利于食品营养和安全性的变化 ...	141
5.7	肌肉蛋白质的组成、结构、功能及其在食品加工中的变化 ...	145
5.8	牛奶蛋白的组成、结构、功能及其在食品加工中的变化	152
5.9	鸡蛋蛋白质的组成、功能性质及其在食品加工中的变化	155
5.10	大豆蛋白的组成和功能性质	156
5.11	小麦蛋白的组成和功能性质	157
第6章	酶	159
6.1	酶学基础	160
6.2	酶促褐变	166
6.3	酶对食品质量的影响	169
6.4	酶在食品加工中的应用	174
6.5	酶的固定化	179
6.6	酶法分析	181
第7章	维生素与矿物质	186
7.1	维生素的分类和营养属性	187
7.2	各种水溶性维生素的结构和性质	189
7.3	各种脂溶性维生素的结构和性质	198
7.4	食品中维生素损失的常见原因和几种维生素的降解反应 ...	201
7.5	食品中的矿物质元素的分类和生理功能概述	209
7.6	食品中矿物质元素生物利用性的影响因素	219
7.7	矿物质成分的功能性质	221
第8章	色素	223
8.1	色素的概念和食品色素的分类	224
8.2	食品天然色素的结构、性质和变化	225
8.3	控制食品天然色素不良变色和失色的技术原理	235
8.4	食品着色剂的分类、结构和性质	239

第9章	食品风味成分	241
9.1	风味的生理基础和影响因素	242
9.2	风味和风味物质的关系	245
9.3	食品主要呈味物的分类和性质	259
9.4	食品香气分类和香气物	266
9.5	植物源食品风味成分的形成途径	272
9.6	食品加工中风味物的产生和变化	275
9.7	食品中不良风味的产生反应	282
第10章	食品添加剂	285
10.1	食品添加剂的定义和分类	286
10.2	食品添加剂的安全性和使用卫生标准	286
10.3	常用食品添加剂的种类、结构和功能	287
10.4	食用香料和香精的分类和功能	294
10.5	食品加工助剂	295
第11章	保健成分及其功能	296
11.1	保健食品的定义和其功能分类	297
11.2	保健食品功能因子的类别、结构、性质和功能	298
11.3	食品保健功能的生理生化基础	310
11.4	保健功能因子在食品加工中的可能变化	316
11.5	保健功能因子的食用安全性问题	320
第12章	毒害成分	322
12.1	食品生产投入品残留和环境污染物	323
12.2	微生物污染产生的食品毒害成分	328
12.3	植物源食品中的有毒和有害成分	330
12.4	动物源食品中的有毒和有害成分	333
12.5	食品加工中产生的食品毒害成分	335
12.6	非法使用在食品中的有害化工品	337
12.7	减除或破坏食品中毒害成分的技术原理	339
第13章	食品分散系	342
13.1	分散系的分类、形成方法和一般特性	343
13.2	多相分散系的表面现象	349
13.3	胶粒间的相互作用及影响因素	354
13.4	典型分散系的类型、结构、稳定性和影响因素	359
第14章	反应动力学和食品货架寿命预测	371
14.1	货架期食品的变化和其影响因素	372
14.2	化学反应动力学	374

14.3	微生物生长模型	387
14.4	食品货架期预测	390
参考文献		396

食品化学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、品质、质量安全及其在加工、储藏和运输过程中变化的科学,是为改善食品品质、开发食品资源、革新食品加工和储运技术、加强食品质量控制、科学调整膳食结构、提高原料综合利用水平和发展食品分析技术奠定理论基础的学科。



第1章 绪论

1.1 食品化学的定义和特色

食品化学是食品科学一个重要方面,其核心任务是研究食品中发生的化学过程、变化机制和影响条件。它与生物化学有一定重叠,例如在蛋白质、碳水化合物和脂质的研究中彼此较为相同。但生物化学突出生物成分在遗传、生理、代谢和调控方面的功能和变化,而食品化学侧重食品中生物和非生物成分在营养、安全性、感官性质、加工特性和储藏稳定性方面的功能和变化。因此,食品化学对这三大成分,对食品水分、矿物质、维生素、色素、酶、添加剂、风味物质和有害物质的功能和变化的研究内容大部分不同于生物化学。

食品化学又是食品加工技术和质量控制技术发展的基础之一。它比其他化学更贴近食品工业实践,其包含的成分功能性质和变化知识、变化控制技术原理和分离与分析方法在整个食品科技界都得到了广泛的应用。因此,学好食品化学,就更容易投身到整个食品科技的理论和技术领域中去。

食品化学是从事食品科学研究和控制食品质量必备的知识体系。对食品专业而言,食品化学课程与食品工艺学、食品营养学、食品储运学、食品分析、食品质量控制等课程密切相关,但具体内容又各有侧重。食品化学课程普遍被认为是食品科学与工程专业核心专业基础课。通过该课程的学习,使学生了解食品中各主要成分的含量、分布、结构、性质、功能以及在食品加工和储藏中的变化,掌握食品加工、储藏和质量控制的基本原理,提高学生科学思维、分析问题、解决问题的能力和综合素质,并为后续学习打下坚实的基础。

1.2 食品化学的发展历史

食品科学的起源可以向上追溯至远古时期,我国劳动人民早在四千多年前就已经开始发酵制酒,1 600 年前人类开始利用海藻治病(碘缺乏症),1 300 年前开始利用猪肝治病(夜盲),1 200 年前开始发展制酱技术。

食品化学作为食品科学的一个分支,可以追溯到 18 世纪后期。例如,瑞典化学家舍雷(Scheele)于 1780 年分离出了乳酸并研究了其性质,1784 年分离出柠檬酸、苹果酸,检验了 12 种水果中的柠檬酸、苹果酸、酒石酸,成为定量研究的先驱。法国化学家拉瓦锡(Lavoisier, 1743—1794)确定了燃烧有机分析原理,用化学方程式表达发酵过程,测定乙酸的元素成分。1807 年,法国化学家尼科拉斯(Nicolas)用灰化方法测定植物中矿物元素,完成乙醇的化学分析。1811 年,盖-吕萨克(Gay-Lussac)、赛纳德(Thenard)提出了植物物质中的碳、氢、氮定量测定方法。1813 年,英国化学家戴维(Davy)出版了《Elements of Agricultural Chemistry》一书,在其中论述了食品化学的一些有关内容。1860 年,德国的 W. Hanneberg 和 F. Stohmann 发展了测定水分、脂肪、灰分、蛋白质、无氮浸出物方法。1874 年,分析师协会(Society of Public Analysts)成立,它早期的研究实验主要以面包、乳品和啤酒为材料。

此外,防止食品污染和掺假以及发展食品添加剂的历史也为食品化学的发展作出了

一定贡献。而19~20世纪食品工业的发展更加推动了食品化学的发展,不同食品行业的兴起逐渐使食品化学形成了许多分支,如粮食化学、油脂化学、乳品化学、糖业化学、水产品化学、添加剂化学及香料和调味品化学等。

在20世纪初,一些具有重要影响的杂志如《Journal of Food Science》、《Journal of Agricultural and Food Chemistry》和《Food Chemistry》等杂志的相继创刊,标志着食品化学作为一个学科的正式建立。其后,食品化学著作、教科书相继问世,其中Fennema的《Food Chemistry》和Belitz的《Food Chemistry》至今已经发行了多版,并在我国的食物科学教育界产生了较大的影响力。

20世纪后期至今,由于现代农业、现代食品工业、现代加工技术和食品质量安全分析控制技术的新发展,推动了现代食品化学的发展,特别是现代分析技术(例如色谱、质谱、色质联机等)的广泛应用,为研究食品微量成分和研究食品反应机制创造了新的条件,而功能食品研究的兴起,以及人工合成食品的设想,还给食品化学的研究和发展开拓了新的研究领域。

1.3 食品化学的研究内容和方法

根据被研究的物质分类,食品化学主要包括食品水分化学、食品碳水化合物化学、食品油脂化学、食品蛋白质化学、食品酶学、食品维生素化学、食品矿物质元素化学、食品色素化学、食品风味化学、食品添加剂化学、食品毒物化学和食品保健成分化学。

一般可将食品化学的研究内容大致划分为五个不同的方面:①确定食品的组成、营养价值、安全性及其影响食品品质的重要性质;②研究食品储藏加工中可能发生的各种化学、生物化学变化,并研究化学反应的机制、动力学和环境因素对变化的影响;③确定影响食品品质和其安全性的主要成分、功能性质、关键变化和影响变化的重要环境因素;④研究改进食品原料、食品配方、加工工艺、加工技术和设备、包装方法、储藏条件,以便更多保护食品有益成分,减少有害成分,减缓不良变化,提高产品的品质和附加值;⑤发展食品化学理论和研究方法,建立数据库和标准的分析检验方法。

1.3.1 食品成分化学

(1)食品水分 水是最普遍存在的组分,往往占植物、动物质量或食品质量的4%~95%,食品中的水分可能有多种存在形式,因此其性质和功能是很复杂的。由于水为多种生物化学和化学反应提供良好的物理环境,并且和多种食品成分形成复杂的结合,因此它对生命活动、食品的特性、质构、可口程度、消费者可接受性、品质管理水平和保藏期都有重要影响。

(2)食品碳水化合物 碳水化合物是人类食品中热量的主要来源,也是多数植物性食品中含量最大的非水物质,碳水化合物的种类和结构复杂多样,在食品加工中必须重视糖类的结构、加工特性和变化。近20年来,在多糖和低聚糖方面的研究非常活跃,例如,淀粉糊化和改性、功能性多糖的开发及其空间结构对功能的影响、功能性低聚糖的开发利用等。

(3)食品脂肪 食用脂肪具有重要的价值,它不仅提供热量和必需脂肪酸,而且能

4 食品化学

改善食品的口味。食用脂肪以两种形式存在:一种是从动物和植物中分离出来的奶油、猪油、豆油、花生油以及棕榈油等;另一种是存在于食品中的,如肉、乳、大豆、花生、菜子以及棉子中均含有脂肪。脂肪的变化经常发生在各种食品中,不但影响到自身的营养和功能,还会引起蛋白质和维生素等其他物质变化。脂类的某些变化还会产生有害物质。

(4)食品蛋白质 蛋白质是食品中最重要的成分之一,它是人类的必需营养素,并具有重要的生理功能和食品功能。蛋白质分子体积大、结构复杂,具有能产生多种反应和变化的复杂结构,所以在生物和食品中占有特殊的地位。蛋白质自身间以及和其他物质间的相互作用强烈地影响着食品的物性,蛋白质的许多变化或反应还可导致食品变质,甚至产生有害的化合物。

(5)食品酶 酶是由生物活细胞所产生的,具有高效、高度专一性和催化活性的特殊蛋白质。任何动植物和微生物来源的食物原料,均含有一定的内源酶。内源酶对食物的风味、质构、色泽、营养具有重要的影响,其作用有的是期望的,有的是不期望的。食品加工中有时还使用商品酶来完成某种有益的转变。

(6)食品维生素 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其稳定性的影响等。另外,许多维生素的前体和类似物也是现代研究的热点。

(7)食品矿物质 食品中的矿物质元素有数十种,它们无法在人体内合成,必须由膳食提供。许多微量元素有多种存在形式和生物功能,并且对食品其他成分的功能和食品的形状具有复杂的影响。某些元素有毒,即使是必需的微量元素,过多则有毒或致病,所以对于实际食品体系中矿物质元素的性质和变化仍是食品化学研究的重点。

(8)食品色素 食品色素是植物或动物细胞与组织内的天然有色物质,以及一部分人工合成的着色剂。全面了解食品色素和着色剂的种类、特性及重点掌握其在加工和储藏过程中的变化对于如何保持食品的感官吸引力是至关重要的。

(9)食品风味物质 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、维生素等分解或进一步反应所产生的需宜或非需宜的特征。新鲜水果和蔬菜的风味主要由生物合成途径产生,其间涉及糖代谢、脂质代谢和氮代谢等,产物如比较高级的醇、醛、酯和酮类等。与此同时,多酚类、萜烯类等天然次生物质的合成及其变化也为水果和蔬菜贡献着风味。粮食、肉类等原本风味较淡的食品原料在加工中会转变为风味十足的食品,这主要来自大分子降解产生的氨基酸、糖、脂肪酸等进一步反应形成的小分子化合物,但有时也包括一些天然小分子化合物如色素、维生素和其他次生物质的参与和变化。食品加工引起的大分子变性、水分含量变化等也可以引起食品质地发生变化。另外,各种调味品和香料在食品风味的改善中常常起着关键作用,掌握和善用其关键成分是将调味艺术发展为调味科学的关键。因此,研究风味物质的化学对控制食品的储藏加工条件,使之保持原料具有的优良风味、产生需宜的风味,防止非需宜风味的形成是十分必要的,对进一步发展风味添加剂也是十分必要的。

(10)食品添加剂 食品添加剂是指为了在食品的制造、加工、包装、储藏、运输或保



存中达到一个技术上(包括感官上)的目的有意识地加入食品中的一些物质。由于食品添加剂直接或间接地成为食品的一个组分,所以不但要研究它的功能,还必须研究它的安全性。世界上已经开发了一万多种食品添加剂,各国常用的也有数百种。添加剂在食品中的合理使用大大促进了食品工业的发展,但食品添加剂的滥用也带给食品相当多的安全隐患。解决好这一问题还面临着严峻考验。

(11)食品中的有害物质 可能因污染和原料天然含有的缘故,食品中或多或少都含有一定对人体有害的物质。例如,农兽药残留、重金属污染、真菌毒素、亚硝胺、激素及不良加工中产生的多种微量的有害物质。由于当许多食品中存在超标的有害物质时,依然没有明显的迹象可供消费者辨别,所以,预防、分析和减除食品中的有害物质是食品科学面临的重要任务之一,并涉及很宽的和较高深的化学及生物知识与技术。

(12)食品保健成分 现代营养学、医学和食品科学共同关注着保健功能食品的发展。不论是中国传统的食疗或药膳、现代的保健食品,还是日本的功能食品、欧美的健康食品,其本质都是指:对于许多形形色色的人群,如果只食用普通食品,其某些生理机能处于亚健康状态,而保健功能食品中含有较丰富的普通食品中含量相对不足的具有调节人体某种生理机能的成分(功能因子),长期补充食用这类食品,可以改善亚健康人群的健康状态,健康人群即使长期补充食用此类食品,也不应有副作用。保健功能食品的发展已经到了第三代,它要求明确功能因子的功能、安全性、含量、量效关系和保证其在食品加工储藏中保持稳定。因此,现代食品化学工作者将很大一部分精力投入到保健功能因子的研究和利用上。

1.3.2 食品在加工储藏中的变化及对食品质量的影响

食品从原料生产、储藏、运输、加工到产品销售等过程中,每个过程无不涉及一系列的变化。仅就化学变化而言,其涉及面已非常广泛。由于食品各成分之间的相互作用不仅涉及营养价值、功能性质、风味方面等的问题,还涉及食品的安全性问题,因而食品成分在加工、储藏中的变化成为食品化学的重点研究内容。在储藏加工过程中,发生的化学变化一般包括食品的非酶促褐变和酶促褐变,水分活度改变引起食品质量变化,脂类的水解、脂类自动氧化、脂类热降解和辐解,蛋白质变性、交联和水解,食品中多糖的合成和化学修饰反应、低聚糖和多糖的水解等,并从多种方面影响食品的质量。

(1)食品质地的变化 食品质地指可用机械的、触觉的、视觉的、听觉的方法感觉到的产品的流变学、结构、几何图形和表面特征。常见的食品质地变化包括:①持水容量降低,例如蛋白质变性、糖的水解使食品持水容量降低;②变硬、变软,例如蛋白质变性、果蔬损伤、加热等使食品的质地变硬、变软;③胶凝化,例如蛋白质、动物胶、植物胶、微生物胶可以发生胶凝作用,果冻、软糖的制作就利用了胶凝作用。

(2)风味的变化 常见的食品风味变化包括:①产生哈喇味,如脂类氧化、水解产生哈喇味;②产生蒸煮味或焦糖味,如糖水解、羰氨反应产生蒸煮味或焦糖味;③产生不良味或芳香美味,如细胞破裂释放酶、酸后发生的反应,美拉德(Maillard)褐变反应,一定条件下加热蛋白质等产生香味化合物。

(3)色泽的变化 常见的食品色泽变化包括:①变深变暗,例如脂类氧化、糖类和脂肪水解以及细胞破裂后发生反应而使产品颜色变暗;②脱色,例如果蔬损伤日晒或受热

以及细胞破裂释放酶、酸后发生反应而退色;③产生不良的色泽或诱人色彩,例如食品的酶促褐变和非酶褐变。

(4)营养价值的变化 常见的食品营养价值变化包括:①维生素损失或降解,例如果蔬损伤、受热以及释放酶、酸后发生反应而损失多种维生素;②矿物元素损失,例如果蔬损伤和漂烫时矿物质流失;③蛋白质损失或降解,例如蛋白质的变性、交联、水解反应、羰氨反应等;④脂类损失或降解,例如脂类的水解、氧化、热降解和羰氨反应等;⑤产生生物活性物质,例如蛋白质和多糖部分水解形成寡肽、低聚糖等。

(5)食品安全性变化 产生或钝化毒素。例如烧烤食品表面可能存在有机物不完全燃烧产生的致癌物质,胆固醇的氧化产物中包含可致癌和致突变成分,加热可以使胰蛋白酶抑制剂失活。

1.3.3 食品化学的研究方法

由于食品是多种组分构成的复杂体系,在加工储藏中可发生许多复杂的化学变化,因而给食品化学的研究工作带来许多困难。为克服这些困难,食品化学的研究方法中含有区别于一般化学研究方法的部分。食品化学研究方法的主要特色是把食品的化学组成、理化性质及变化的研究同食品的品质和安全性研究联系起来。因此,从试验设计开始,食品化学的研究就以揭示食品品质或安全性变化为目的。为了使分析、推导和综合有一个清晰的背景,食品化学研究通常采用一个简化的、模拟的食品体系来进行试验,得到结果和结论后,再在真实的食品体系中验证、充实和修正它们。由于这种研究方法有时很难全面揭示食品体系中的真实情况,因此,在建立模拟体系时应认真思考研究对象的实际情况,设计好模拟体系、选好研究工作的切入点和抓住主要目标,并且应认真考虑、检查和认识已进行的研究中存在的不足,通过多角度、多次的试验研究,不断提高研究水平和完善研究成果。

食品化学研究中常进行理化试验和感官试验。理化试验主要是对食品成分进行分离、分析和结构分析,并对食品成分的变化反应进行追踪以便分析其变化机制。因此分离和分析试验系统中的营养成分、有害成分、色素和风味物质等关键成分的存在形式、含量、变化后的生成物和它们的性质及其化学结构是常见的试验内容。除建立的试验体系各有特色外,所采用的方法是和其他化学研究相同的。感官试验是通过人的直观检评来分析试验系统的质构、风味和颜色的变化。这种试验有一套独特的方法。在食品化学研究中,感官试验和理化试验相结合往往能取得更好的结果,感官试验研究往往能更快和更容易发现食品变化,而理化试验研究则能更科学地鉴定食品物质并揭示反应机制。

食品化学试验研究在很多情况下需要模拟食品加工储藏过程,其试验内容和设备也必然应用到食品加工储藏方法和小型食品加工储藏设备。在我国食品科技界,很长一段时期忽视了食品化学研究的这一特点,以至于研究资源分配不合理,使食品化学的研究进展受到一定限制。现在许多人已认识到这一问题,并积极改变这一状况。

在食品科学领域利用现代分析技术进行研究已越来越广泛,然而食品的组成复杂,进行现代分析时的样品前处理和测定结果的解析正在向食品分析和化学提出严峻的挑战。然而,和任何其他化学领域的现代分析一样,食品化学的研究越深入,知识积累越丰

富,建立更适当的样品前处理方法和对测定结果进行更准确深入的解析就越容易。正因为这样,许多国家的食品科技界将食品分析纳入食品化学学科领域之中。在我国,虽然二者并未融合,但每个从事食品化学研究的科技人员也都在从事一定的改进食品分析方法的研究,而每个从事食品分析研究的科技人员也都在从事一定的食品化学研究。所以,分析方法实质也是食品化学研究方法的重要部分。

食品化学研究成果最终将转化为合理的原料配比、有效的反应物接触屏障的建立、适当的保护或催化措施的应用、最佳反应时间、温度、光照、氧含量、水分活度和 pH 值等的确定,更有效工程技术的实际应用和最佳食品加工、储藏方法的推广。

1.4 食品化学对食品技术发展的影响

作为一门应用化学的分支,食品化学对食品工业的推动作用还体现在对各食品行业技术进步的影响。食品化学对各食品行业技术进步的影响实例见表 1.1。

表 1.1 食品化学对各食品行业技术进步的影响

食品加工	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、酶法榨汁、过滤和澄清及化学防腐等
肉品加工储藏	宰后处理,保汁和嫩化,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、改善面包成色和质构、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 及中链脂肪酸三甘酯(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,水解纤维素和半纤维素,产生高果糖浆,改性淀粉,氢化植物油,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,野生、海洋和药食两用资源的开发利用等
食品检验	检验标准的制定、快速分析、生物传感器的研制等

1.5 目前我国食品化学研究的重要方向

中国的食品工业在改革开放中一直快速向前发展,并已走过了初级发展阶段。为了满足人民生活水平日益提高的需要,今后的食品工业必将会向更健康的方向发展。因此,当前我国正在把食品科研的重点转向高、深、新的理论和技术研究方向。同时,由于现代分析方法和食品技术的应用,以及现代生物学和应用化学理论及技术的进步,使得深入研究食品成分的结构和食品反应机制有了更新的理论指导和技术手段。另外,食品科技界也正在采用现代生物技术和化学工业技术发展食品科技,提高食品的质量和安全性,开发保健功能食品,甚至改进食品的成分、结构、营养性和其他品质。所有这些变化,已为食品化学的发展创造了极有利的机会。所以,近年来也逐渐形成了今后一段时间食品化学研究的基本格局,主要包括以下几个方向。

(1) 中国幅员辽阔,食品资源丰富而复杂,加工技术多样。因此,继续研究不同原料和不同食品的组成、性质和在食品储藏加工中的变化依然是今后食品化学的重要课题。

(2) 开发新食源,特别是新的食用蛋白质资源,发现并脱除新食源中有害成分,同时保护有益成分的特性是今后食品化学学科的另一重要任务。

(3) 现有的食品工业生产中还存在各种各样的问题,如变色变味、质地粗糙、货架期短、风味不自然等,这些问题有待食品化学家与工厂技术人员相结合从理论和实践上加以解决。

(4) 运用现代化科学与技术手段对保健功能性食品中有效成分的含量、结构、生理活性、保健作用、提取方法及食品应用加以深入研究,强化保健食品开发的科学性。

(5) 现代储藏保鲜技术中辅助性的化学处理剂(如被膜剂)的研究和应用仍将是食品化学家义不容辞的责任。

(6) 风味化学和工艺学的研究将逐渐深入,并因为有现代分析与工艺技术的运用而达到新的深度。

(7) 食品添加剂的开发、生产、应用和安全性的研究任务将加大。现代生物技术和化学改性技术将成为担此重任的有力手段。

(8) 快速和精确分析检验食品成分(特别是有害成分)的方法或技术研究规模将扩大。

(9) 食品深加工和资源综合利用虽然是整个食品科学与工程学科的重大任务,但重中之重的是高经济价值成分的确立、资源转化中的化学变化及转化产物的提取分离技术研究。

可以肯定,尽管目前我国食品化学学科基础还很薄弱,未来的前进道路也不平坦,但随着经济和社会的发展,食品化学的蓬勃发展之势必然到来。

1.6 食品化学的学习方法

在世界范围内,食品化学作为一门大学课程还不过 40 年,因此本门课程内容的系统性还有些欠缺。另外,由于食品化学的涉及面很广,对于完全无食品加工实践的学生来