



普通高等教育“十三五”规划教材
省级精品课程配套教材

食品科学与工程专业主干课程



食品化学

主编 黄泽元 迟玉杰

FOOD
CHEMISTRY



中国轻工业出版社

全国百佳图书出版单位

普通高等教育“十三五”规划教材
省级精品课程配套教材

食品化学

黄泽元 迟玉杰 主编



 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食品化学/黄泽元, 迟玉杰主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2017. 3

普通高等教育“十三五”规划教材

省级精品课程配套教材

ISBN 978-7-5184-1246-4

I. ①食… II. ①黄… ②迟… 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 (2017) 第 002857 号

责任编辑: 张磊 苏杨

文字编辑: 方朋飞

策划编辑: 马妍

责任终审: 张乃东

封面设计: 锋尚设计

版式设计: 锋尚设计

责任校对: 晋洁

责任监印: 张可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印刷: 北京君升印刷有限公司

经销: 各地新华书店

版次: 2017 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16 印张: 23

字数: 530 千字

书号: ISBN 978-7-5184-1246-4 定价: 48.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

121020J1X101ZBW

本书编委会

主 编 黄泽元（武汉生物工程学院）

迟玉杰（东北农业大学）

副 主 编 王海滨（武汉轻工大学）

张华江（东北农业大学）

王月慧（武汉轻工大学）

参编人员（以姓氏笔画排序）

车丽娟（吉林工商学院）

何静仁（武汉轻工大学）

张一凡（沈阳师范大学）

陈海华（青岛农业大学）

姚 理（武汉轻工大学）

段春红（武汉生物工程学院）

食品化学是从化学角度和分子水平研究食品的化学组成、结构、理化性质、营养和安全性质，以及食品在加工、贮藏和运销过程中发生的变化及其对食品品质（色、香、味、质构、营养）和食品安全性影响的科学。食品化学是食品科学与工程专业、食品质量与安全专业及相关专业的一门重要的专业基础课程。其教材体现的教学任务是：① 以食品主要成分为主线，阐明食品的组成、各成分的理化性质、结构和功能以及食品各成分在加工及贮藏中可能发生各种化学变化；② 食品是一个复杂的体系，食品化学需要介绍主要成分相互间的作用；③ 食品的营养性、安全性和享受性是食品的基本属性，食品化学教材需要介绍食品主要成分与食品属性的关系；④ 食品化学教材应适时将基础理论与最新成果和生活实际相联系，引导学生理论联系实际，培养学生应用基础理论解决实际问题的思维习惯和创新能力。本课程的教学旨在拓宽学生的专业基础知识面，为今后学习专业课打好坚实的基础，同时引导和培养学生的学习兴趣及创新能力。本教材根据教育部食品科学与工程专业教学指导分委员会专业培养目标的要求制定的食品化学教学大纲而编写。教材删除了一般食品化学教材中与基础课和专业基础课重复的内容，增加了与专业课衔接的内容，体现了近年来国内外最新的食品化学研究成果，结合作者多年的食品化学教学实践经验，介绍了食品化学的原理及应用技术，以提高人才培养质量。本教材配套在线教学资源及课件，方便广大师生学习使用。

本书由黄泽元、迟玉杰任主编，王海滨、张华江、王月慧任副主编。武汉生物工程学院食品工程系顾问，原武汉轻工大学黄泽元编写第一章；东北农业大学张华江编写第二章、第十一章；武汉轻工大学王月慧编写第三章；武汉轻工大学姚理编写第四章；东北农业大学迟玉杰编写第五章；武汉轻工大学王海滨编写第六章；吉林工商学院车丽娟编写第七章；武汉生物工程学院段春红编写第八章；武汉轻工大学何静仁编写第九章；沈阳师范大学张一凡编写第十章；青岛农业大学陈海华编写第十二章。武汉轻工大学食品科学与工程学院研究生陈雪勤协助为本书进行了文字整理及图片整理工作。

本书可供食品科学与工程专业、粮食工程专业、食品质量与安全专业学生使用，也可供食品科学研究、食品企业有关技术人员参考。

由于编者水平有限，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

第一章	绪论	1
	第一节 食品化学的定义及课程特点	1
	第二节 食品化学的发展历史	2
	第三节 食品化学的研究内容	3
	第四节 食品化学对食品工业的推动作用	6
	第五节 食品化学的研究方法	7
	第六节 食品化学的研究发展趋势及学习方法	9
第二章	水	11
	第一节 食品中的水分含量及其功能	11
	第二节 食品中的水分状态及其与溶质间的相互作用	13
	第三节 水分活度	16
	第四节 水对食品的影响	22
	第五节 分子流动性与食品稳定性	29
第三章	碳水化合物	35
	第一节 食品中的碳水化合物	35
	第二节 单糖、低聚糖的物理性质	38
	第三节 单糖、低聚糖的化学性质	42
	第四节 功能性低聚糖	50
	第五节 淀粉	53
	第六节 非淀粉多糖	67
第四章	脂类	79
	第一节 概述	79
	第二节 油脂的组成、结构和分类	80
	第三节 油脂的物理性质	90
	第四节 油脂的化学性质	99
	第五节 油脂品质的鉴评	123

第六节	油脂制品及其加工	125
第七节	类脂	130
第五章	氨基酸、肽和蛋白质	135
第一节	氨基酸、肽和蛋白质的理化性质	135
第二节	蛋白质的功能性质	148
第三节	食品中的蛋白质	156
第四节	生物活性肽	161
第五节	食品加工中蛋白质的变化	166
第六章	酶	172
第一节	概述	172
第二节	谷物类食物中的主要酶类及其特性	180
第三节	酶促褐变	185
第四节	酶对食品质量的影响	188
第五节	酶在食品加工中的应用	193
第六节	酶的固定化	200
第七章	维生素	204
第一节	概述	204
第二节	脂溶性维生素	206
第三节	水溶性维生素	215
第四节	维生素在食品加工与贮藏过程中的变化	229
第五节	维生素的增补与强化	234
第八章	矿物质	239
第一节	概述	239
第二节	食品中的矿物质	241
第三节	矿物质的生物有效性	244
第四节	矿物质在食品加工及贮藏中的变化	246
第五节	酸性食品与碱性食品	247
第六节	矿物质的营养强化	249
第九章	食品色素	251
第一节	食品色素的发色原理及分类	251
第二节	食品中的天然色素	252

第三节	人工合成食品着色剂	263
第十章	食品风味	266
第一节	概述	266
第二节	食品的味道	269
第三节	食品的滋味和呈味物质	274
第四节	嗅觉	289
第五节	食品的香气及其香气成分	293
第六节	食品中香气物质形成的途径	296
第七节	食品加工与香气控制	303
第十一章	食品中的有害成分	307
第一节	概述	307
第二节	食品中的各类有害物质	309
第三节	食品中有害物质的安全评价方法	323
第十二章	食品添加剂	327
第一节	概述	327
第二节	食品添加剂的分类及组成	329
第三节	食品添加剂的性质及应用	330
第四节	食品添加剂与食品安全性	351
参考文献	356

[学习指导]

熟悉和掌握食品化学的概念、食品的化学组成、食品化学的主要内容；了解食品化学研究的对象，食品化学在食品科学中的作用，食品化学的研究方法，食品化学有哪些“生长点”。

第一节 食品化学的定义及课程特点

食品化学是从化学角度和分子水平研究食品的化学组成、结构、理化性质、营养和安全性质以及食品在加工、贮藏和运销过程中发生的变化及其对食品品质（色、香、味、质构、营养）和食品安全性影响的科学。它是为改善食品品质、开发食品新资源、革新食品加工工艺和贮运技术、改进食品包装、加强食品质量控制、科学调整膳食结构、提高食品原料加工和综合利用水平奠定理论基础的学科。

食品化学研究的对象主要是生物物质，即植物、动物产品、（非）生命机体或组织。食品的化学组成包括天然成分和非天然成分。其中天然成分包括无机成分和有机成分。无机成分包括水和矿物质。有机成分包括碳水化合物、脂肪、蛋白质、维生素、膳食纤维、酶、有机酸、色素、风味物质、激素、有害物质等。非天然成分包括食品添加剂（包括天然来源的和人工合成的）和污染物质（加工产生的、环境污染的有害物质）。

食品化学是食品科学的一个重要方面，是食品科学的支柱学科之一。食品化学是食品类专业的核心课程之一，是食品科学与工程专业、食品质量与安全专业等食品类专业的专业基础课。其与基础化学、生物化学、食品营养学、食品贮运学、食品分析学、食品安全学、食品工艺学等课程密切相关。食品化学是一门交叉性非常明显的学科。食品加工的每一个工艺步骤的设计，都要建立在对加工原料化学组成的了解，以及对加工条件下可能发生的反应的预测基础之上；

评价食品营养,也应对食物成分及其稳定性有充分的了解;食品分析中对食品成分的分离、处理则要掌握更多的食品化学知识。

通过食品化学课程的教学,使学生了解食品的主要营养成分及其在食品中的含量、分布、结构、性质和生理功能,在食品加工和贮藏中的变化;掌握主要成分在食品加工中的功能特性;了解食品中酶的种类、含量、分布、结构及性质;掌握酶对食品品质的影响,以及在食品加工和贮藏中控制和利用酶改进食品品质的途径;掌握食品加工和贮藏的原理;注重学生在食品加工和贮藏中分析问题、解决问题的能力 and 综合素质的培养;特别要求学生掌握具有专业特色的教学内容,为后续学习专业课打好坚实的基础。

食品化学与生物化学从章节编排的形式来看,有相同的章节名,但教学内容各有不同的侧重点。如在“蛋白质”一章中,两门课程介绍的内容是不一样的。生物化学着重研究蛋白质在与生命活动相适应的环境条件下的各种生理生化反应及对生物生命活动的影响。食品化学则侧重于研究蛋白质在食品加工与贮藏过程中的理化反应,如蛋白质在加热、冷冻、浓缩、脱水、辐照等处理时可能发生的物理和化学变化,以及这些变化对食品品质的影响。当然,食品化学对某些生理生化反应也有描述,但只是局限在植物的采后生理和动物的宰后生理,其研究范围是衰败或死亡的生物体内的生理现象,因为这些现象与食品品质密切相关。

食品化学是连接基础理论与专业技术的桥梁。食品化学对专业技术课程的作用,如同进入大门的钥匙一般,掌握了食品化学的原理,就很容易深入到各个技术领域中去。食品化学是应用化学,是专业基础课。专业基础课的特点是:从教学内容上讲,它比基础课更接近实践,但比专业课,更注重基本原理的介绍。正因为如此,专业基础课不像基础课那样具有理论体系的严密性、教学内容的逻辑性以及深入浅出、环环相扣的特性,显得理论性、系统性不强,知识比较零乱,难以系统掌握;而它又不如专业课那样具有实践性、直观性和吸引力。所以专业基础课的教学工作有较大难度,但其又是本专业学生通向专业前沿必不可少的桥梁,须下大力气教好、学好。

第二节 食品化学的发展历史

食品化学是20世纪初随着化学、生物化学的发展和食品工业的兴起而形成的一门独立学科。

食品化学的起源可以上溯至远古时期,因为早期人类的食物生产也涉及食品化学的一些内容,例如我国的发酵制酒技术有4000多年的历史,海藻(碘)治病有1600多年的历史,猪肝治病(夜盲)有1300多年的历史,制酱技术有1200多年的历史。

食品化学成为一门独立学科始于20世纪初,但可以追溯到18世纪。

瑞典化学家舍雷(Carl Wilhelm Scheele)1780年分离出乳酸并研究了其性质。1784年分离出柠檬酸、苹果酸,检验了20余种水果中的柠檬酸、苹果酸、酒石酸等有机酸,成为定量研究的先驱。法国化学家拉瓦锡(Antoine Laurent Lavoisier)首先测定了乙酸的元素成分,确定了燃烧有机分析原理,率先提出了用化学方程式表达发酵过程。1807年法国化学家尼古拉斯(Nico-

las) 用干法灰化方法测定了植物中矿物元素的含量, 首先完成了乙醇的精确元素组成分析。盖-吕萨克 (Joseph Louis Gay-Lussac) 和赛纳德 (Louis-Jacques Thenard) 1811 年提出了干燥植物中的碳、氢、氧、氮定量测定方法。

英国化学家戴维 (Humphrey Davy) 在 1807—1808 年分离出元素钾、钠、钙、镁、钡、铝, 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有关内容。法国化学家谢福瑞 (Michel Eugene Chevreul) 在其对动物脂肪成分上所做的经典研究中发现并命名了硬脂酸和油酸。

李比希 (Justus von Liebig) 于 1842 年将食品分类为含氮化合物、不含氮化合物, 1847 年出版《食品化学研究》刊物。德国的汉尼伯格 (W. Hanneberg) 和斯托曼 (F. Stohman) 于 1860 年发展了测定水分、脂肪、灰分、蛋白质、无氮浸出物的方法。杜马 (Jean Baptiste Dumas) 于 1871 年提出了仅由蛋白质、碳水化合物和脂肪组成的膳食不足以维持人类生命活动的论断。

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, 大部分食品的组成已被化学家、生物学家和营养医学家的研究探明, 这些物质包括维生素、矿物质、脂肪酸和一些氨基酸。食品工业的发展推动了食品化学的发展。食品工业的不同行业纷纷创建自身的化学基础, 如粮食化学、油脂化学、果蔬化学、乳品化学、糖业化学、水产品化学、肉禽蛋化学、添加剂化学、风味化学等的创建和发展, 为系统地建立食品化学学科奠定了坚实的基础。同时在 20 世纪 30~60 年代, 一些具有重要世界影响的杂志如 *Journal of Food Science*、*Journal of Agricultural and Food Chemistry* 和 *Food Chemistry* 等相继创刊, 标志着食品化学作为一个学科正式建立。食品化学著作、教科书相继问世, 基本反映了食品化学发展水平, 其中美国学者菲尼马 (Owen R. Fennema) 的 *Food Chemistry* 和德国学者贝利兹 (H. D. Belitz) 的 *Food Chemistry* 已经发行了多版, 作为经典教材被世界各国的高校广泛使用或作为教学参考书。

20 世纪的后期, 由于现代食品工业加工技术的新发展, 例如膜技术、超临界萃取技术、微胶囊技术、超微粉碎技术、微波技术和静高压灭菌技术、电磁波技术等, 在食品工业中开始应用并得到深入研究, 不仅对食品质量、品质、安全性等方面提出了新要求, 而且对食品化学领域的一些相关研究也提出了新问题。现代分析技术 (例如色谱、质谱、色质联机等) 的广泛应用则进一步为现代食品化学的研究和发展创造了新的条件, 这些技术可以帮助我们确定食品组分在加工、贮藏过程中发生的化学变化及研究其反应机制和动力学, 寻找新的加工、贮藏技术和方法。功能食品、动植物化学成分研究的兴起, 天然食品成分的功能性质开发, 为食品化学的研究和发展开拓了新的研究领域。

第三节 食品化学的研究内容

食品化学研究内容可归纳为两个方面: 食品成分化学和食品在加工贮藏中的变化及加工对食品品质的影响。食品成分化学研究包括食品化学组成、结构、理化性质、营养和安全性质研

究,食品原料、食品配方改进研究,以及食品化学理论和方法研究。食品在加工贮藏中的变化及对食品品质的影响研究,包括研究食品贮藏加工中可能发生各种化学、生物化学变化,研究化学反应的动力学和环境因素对变化的影响,研究改进加工工艺、加工技术和设备、包装方法、贮藏条件,以便更好保护食品有益成分,减少有害成分,减缓不良变化,提高产品的品质和安全性。

一、食品成分化学

(1) 食品中的水 水是最普遍存在的组分,占植物、动物质量或食品质量的4%~95%。由于水为必需的生物化学反应提供一个物理环境,因此它对所有已知的生命形式是绝对重要的。水作为代谢所需的成分决定着市场上食品的特性、质构、可口程度、消费者可接受性、品质管理水平和保藏期,因而它是许多食品法定标准中的重要指标。

(2) 食品中的碳水化合物 碳水化合物是人类食品中热量的主要来源,在食品加工中必须重视碳水化合物的结构和加工特性。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) 食品中的脂肪 食用脂肪具有重要的营养价值,它不仅提供热量和必需脂肪酸,而且能改善食品的口味。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、菜籽以及棉籽中均含有脂肪。

(4) 食品中的蛋白质 蛋白质是食品中的重要营养成分,具有重要的生理功能和食用价值。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。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,使其营养价值降低。

(5) 食品中的酶 酶是由生物活细胞所产生的,具有高效的催化活性和高度特异性(专一性)的蛋白质。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,其作用有的是人们期望的,有的是人们不期望的。

(6) 食品中的维生素 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,食品贮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) 食品中的矿物质 食品中的矿物质元素有数十种,它们无法在人体内合成,不能缺少,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,过量也会产生毒性或致病,所以对于实际食品体系中矿物质元素的研究仍是食品化学研究的重点。

(8) 食品中的色素 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。全面了解食品色素的种类、特性及重点掌握其在加工和贮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) 食品中的风味物质 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,产物有比较高级的醇、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,此风味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科学发展为调味艺术的关键。因此,研究风味物质的化学对控制食品的贮藏加工条件,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、贮藏、运输或保存中达到一个技术上(包括感官上)的目的而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。要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。例如农药、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。由于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,并涉及很广泛的和较高深的化学及生物知识与技术。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。

(12) 食品中的保健成分 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,日本的功能食品,还是欧美的健康食品,其本质都是指:对于形形色色的人群,如果只食用普通食品,其某些生理功能处于亚健康状态,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功能的成分(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贮藏中的稳定性。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。

二、食品在加工贮藏中的变化及加工对食品质量的影响

食品从原料生产、贮藏、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,还涉及食品的安全性问题,因而食品成分在加工、贮藏中的变化成为食品化学的重点研究内容。

1. 食品成分的化学变化

在贮藏加工过程中发生的化学变化,主要有氧化反应、水解反应、热降解反应、交联反应

等。例如,食品的非酶促褐变和酶促褐变;脂类的水解、自动氧化、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,并从多方面影响食品的品质和安全性。

2. 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性质、结构、几何图形和表面特征。常见的食品质地变化包括以下几方面。

(1) 持水容量降低 如蛋白质变性、糖的水解使食品持水容量降低。

(2) 变硬、变软 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 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。

3. 食品风味的变化

(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。

4. 食品色泽的变化

(1) 变深变暗 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。脱色,如果蔬损伤、日晒或受热以及细胞破裂释放酶、酸后发生反应而褪色。

(2) 产生不良的色泽或诱人色彩 如食品的酶促褐变和非酶促褐变。

5. 食品营养价值的变化

(1) 维生素损失或降解 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) 矿物质元素损失 如果蔬损伤和漂烫时矿物质流失。

(3) 蛋白质损失或降解 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 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 如蛋白质和多糖部分水解形成寡肽、低聚糖等。

6. 食品安全性的变化

产生或钝化毒素,如烧烤食品表面可能有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。

第四节 食品化学对食品工业的推动作用

食品化学对食品工业的推动作用主要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,过滤和澄清及化学防腐等
肉品加工贮藏	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干酪,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,调温,油脂改性,DHA、EPA及中链脂肪酸三甘酯(MCT)的开发利用,食用乳化剂的生产,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

第五节 食品化学的研究方法

食品化学的研究方法与一般化学研究方法的共同点是通过试验和理论从分子水平分析、探讨和研究物质的变化。食品化学的研究方法与一般化学研究方法的的不同之处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。由于食品是多种组分构成的复杂体系,在食品的配制、加工和贮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了一定的困难。为克服这些困难,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,再于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。

食品化学试验研究在很多情况下需要模拟食品加工、贮藏过程,其试验内容和设备也必然要应用到食品加工、贮藏方法和试验型食品加工、贮藏上。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,对食品化学的研究越深入和知识积累越丰富,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,分析方法本身实质上也是食品化学研究方法的重要部分。

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互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地发现食品变化,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。

对食品安全性进行评定,这是由于安全性与营养、风味品质一样,也是食品的重要属性。供人类消费的食品不应含有或尽量减少微生物毒素(如黄曲霉毒素 B_1)、亚硝胺、苯并[a]芘、激素、农药、有害金属元素等有害物质。而食品在生产、加工、贮藏中,一些成分发生的化学反应、物理变化或微生物污染,有可能对食品的品质、安全性产生各种不良的影响,例如蛋白质、脂肪和碳水化合物三大营养成分在食品的贮藏、加工过程中就有可能发生一些不需要的反应。目前公众对食品安全性问题如此敏感,食品安全性问题将是农业、食品工业所面临的最重要问题之一。

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等的确定,从而得出最佳的食物加工、贮藏方法,进而实现食品的科学合理生产,为人们提供安全、营养的食品。

第六节 食品化学的研究发展趋势及学习方法

一、食品化学研究发展趋势

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更快和更健康地发展。食品工业的发展从客观上更加依赖科技进步,把食品科研重点转向高、深、新的理论和技术方向,这将为食品化学的发展创造极有利的机会。同时,由于新的现代分析手段、分析方法和食品技术的应用,以及生物学理论和应用化学理论的进展,使得人们对食品成分的微观结构和反应机制有了更进一步的了解。采用生物技术和现代化工业技术改变食品的成分、结构与营养性,从分子水平上对功能食品中的功能因子所具有的生理活性及保健作用进行深入研究等将使得今后食品化学的理论和应用产生新的突破和飞跃。因此,食品化学学科今后的研究方向主要体现在下列几个方面。

(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、性质和在食品贮藏加工中的变化依然是今后食品化学的主要课题。

(2) 开发新的食品资源,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营养与功能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功能性食品中功能因子的组成、含量、结构、生理活性、保健作用、提取、分离、纯化方法及应用加以深入研究。

(5) 现代贮藏保鲜技术中辅助性的化学处理剂或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) 利用现代分析手段和高新技术深入研究食品的风味化学和加工工艺学。

(7) 新的食品添加剂的开发、生产和应用研究任务将加大。生物技术和化学改性技术将成为食品化学家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。

二、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几十年,因此本门课程内容的系统性还有些欠缺。另一方面,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说,如果不注意学习方法,则难以收到好的学习效果。所以,建议同学们在学习该课程时注意以下