



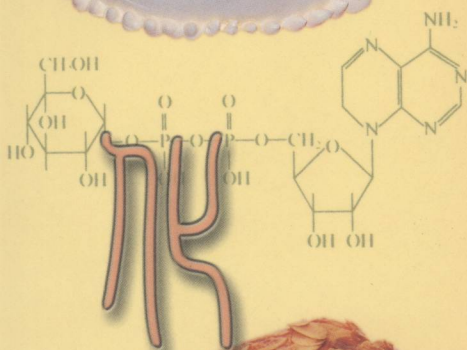
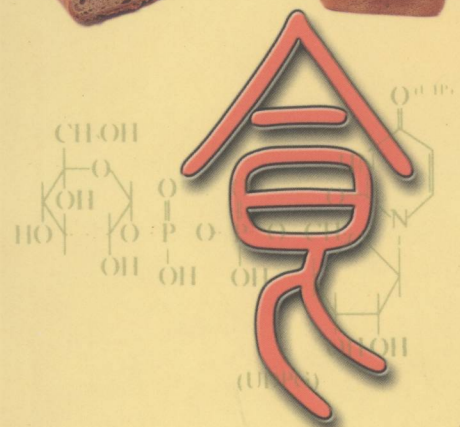
 21 世纪

农业部高职高专规划教材

食品化学

夏红 主编

食品科学与工程类专业用



中国农业出版社

21SHIJINONGYEBU GAOZHIGAOZHIGUANGUIHUAJIAOCAI

21 世纪农业部高职高专规划教材

食品化学

期 1 夏 红 主编

列最后之日期本主

科学与工程类专业用

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食品化学/夏红主编. —北京: 中国农业出版社,
2002.5

21 世纪农业部高职高专规划教材

ISBN 7-109-07595-8

I. 食... II. 夏... III. 食品-化学-高等学校:
技术学校-教材 IV. TS201.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 008937 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 沈镇昭

责任编辑 曾丹霞

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2002 年 5 月第 1 版 2002 年 5 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 12.5

字数: 271 千字

定价: 16.50 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书为 21 世纪农业部高职高专规划教材。

全书包括绪论、食品营养成分的基本组成及加工特性、酶与食品加工、食品的色香味成分、食品添加剂、食品原料的化学组成及其在贮藏加工中的变化、食品中的有害成分等六章，并附设相关实验。

本书编写以应用为原则，在较系统介绍水、矿物质、糖类、脂肪、蛋白质、维生素、酶、色素、呈香物质、呈味物质的基本化学内容的同时，更注重介绍它们在食品加工中表现出的特性及作用；同时，对不同食品原料的组成特点、贮藏与加工特性以及食品添加剂作了概要介绍，引领学生进入食品科学的领域。

本书主要适用对象为职业技术学院食品加工及相关专业的学生，也可供中专学生及相关人员参考使用。

出版说明

CHUBANSHUOMING

高

职高专教育是我国高等教育的重要组成部分，近年来高职高专教育有很大的发展，为社会主义现代化建设事业培养了大批急需的各类专门人才。当前，高职高专教育成为社会关注的热点，面临大好的发展机遇。同时，经济、科技和社会发展也对高职高专人才培养提出了许多新的、更高的要求。但是，通过对部分高等农业职业技术学院、中等农业学校高职班教学和教材使用等情况的了解，目前农业高职高专教育教材短缺，已严重影响了当前教学的开展和教育工作。针对上述情况，并根据《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》的精神，中国农业出版社受农业部委托，在广泛调查研究的基础上，组织有关专家制定了 21 世纪农业部高职高专规划教材编写出版规划。根据各校有关专业的设置，按专业陆续分批出版。

教材的编写是按照教育部高职高专教材建设要求，紧紧围绕培养高等技术应用性专门人才，即培养适应生产、建设、管理、服务第一线需要的，德、智、体、美全面发展的高等技术应用性专门人才。教材定位是：基础课程体现以应用为目的，以必需、够用为度，以讲清概念、强化应用为重点；专业课加强针对性和实用性。相信这些教材





的出版将对培养高等技术应用性专门人才，提高劳动者素质，对建设社会主义精神文明，促进社会进步和经济发展起到重要的作用。

21 世纪农业部高职高专规划教材突出基础理论知识的应用和实践能力的培养，具有针对性和实用性。适用于全国农林各高等职业技术学院、农林大学成教学院、高等农林专科学院、农林中专学校的高职班师生和相关层次的培训及自学。

在规划教材出版之际，对参与教材策划、主编、参编及审定工作的专家、老师以及支持教材编写的各高等职业技术学院、农业中专学校一并表示感谢！

中国农业出版社

2002 年 2 月

编写说明

高

职业教育是我国新世纪教育发展的特点之一，发展高职教育，实用、适用的教材是基础。由于我国的高职教育才刚起步，适用的教材为数不多，为此中国农业出版社受农业部委托，组织了本教材的编写工作。

本教材的编写基于全国各地相关院校的建议和意见，聘请了富有教学经验的教师，讨论确定了编写提纲，并完成了相应的编写工作。

从学科领域来看，食品化学是一门理论性、应用性较强的发展性学科，为食品的贮藏加工、开发与革新、食品质量控制等奠定理论基础，给出相应的指导。

本书定位于高职高专教材，以无机化学、有机化学、生物化学等为基础，适用于食品科学与工程、农产品贮藏与加工等专业。为了适用于职业教育，本教材在内容编排上既考虑学科特点，也考虑教学对象，选取内容有所侧重，旨在引领学生进入食品科学领域，了解食品的组成、变化及性质，强调加工特性，突出应用为主的特点，兼具为后继课程奠基及指导的作用。本着为高职教育服务的思想，教材设有实验部分，供教师在教学中选用。

本教材的基本教学时数约为 68 学时，根据教学内容，教师可在教学过程中灵活掌握。



全书共六章，并附实验。其中绪论、第1章的第一、二、三、四节由夏红编写，第1章的第五节、第2章、第6章由张映编写，第3章由方北曙编写，第1章的第六节、第4章、第5章由刘靖编写，实验部分由苏宏编写。由夏红任主编，苏宏、张映任副主编，全书由夏红统稿，江南大学（原无锡轻工大学）朱明主审。

本书编写过程中得到了苏州农业职业技术学院、烟台大学海洋学院、山西农业大学动物科技学院、湖南生物与机电工程职业技术学院、江苏畜牧兽医职业技术学院及其他有关单位、领导和同行的大力支持，中国农业出版社也为此付出了诸多努力，在此，全体编者谨向他们表示诚挚的谢意！本书在编写过程中参阅、借鉴的有关书籍资料列于书后，全体编者对这些书籍资料的作者也表示深深的谢意。同时诚恳地希望有关专家、同行及读者对本书提出宝贵的意见和建议，以期进一步修改和完善。

编 者

2001年10月

出版说明 编写说明

绪 论 1

一、食品化学的性质和内容	1
二、食品的基本成分	2
三、食品在贮藏加工中的主要变化	3
四、食品化学的作用	4
► 复习思考题	6

第 1 章 食品营养成分的基本组成及加工特性 7

第一节 水分	7
一、水的基本性质	8
二、食品中水分的性质	9
三、水分活度	10
四、水分活度与食品的稳定性	12
五、食品加工中水分的变化	13
第二节 矿物质	15
一、食品中的矿物质及其特点	17
二、食品加工对矿物质的影响	19
第三节 糖类	21
一、单、双糖的加工特性	22
二、淀粉的加工特性	26
三、其他多糖的加工特性	31



第四节 油脂	33
一、食用油脂的物理性质	35
二、食用油脂的工艺特性	35
三、油脂的水解	36
四、油脂的氧化酸败	37
五、油脂在高温下的变化	39
六、油脂加工中的变化	40
七、天然食用油脂	41
八、食用油脂制品	42
第五节 蛋白质	43
一、蛋白质的结构及其中的主要作用力	44
二、蛋白质的变性	45
三、食品蛋白质的功能性质	47
四、食品蛋白质在加工中的变化	52
第六节 维生素	58
一、食品中重要的维生素	58
二、贮藏和加工过程对食品中维生素的 影响	62
三、维生素在食品加工中的应用	63
▶ 复习思考题	65

第2章 酶与食品加工

第一节 食品加工中酶的作用	68
一、内源酶的作用	68
二、外源酶的作用	69
第二节 食品加工中重要的酶	70
一、淀粉酶	70
二、蛋白酶	71
三、果胶酶	73
四、多酚氧化酶	74
五、其他酶类	75
第三节 酶的固定化	78
一、固定化酶的制备方法	78
二、固定化酶的性质	79
三、固定化酶在食品工业中的应用	79
▶ 复习思考题	80



第3章 食品的色香味 81

第一节 食品中的天然色素	81
一、吡咯色素	82
二、多烯色素	84
三、酚类色素	86
四、醌酮类色素	89
第二节 食品的褐变现象	90
一、酶促褐变	91
二、非酶褐变	93
第三节 食品中的呈香物质	95
一、植物性食品的香气成分	96
二、动物性食品的香气成分	97
三、发酵食品的香气成分	99
四、加热食品产生的香气	100
五、食品加工与香气成分的控制与增强	100
第四节 食品的味感及呈味物质	101
一、味感及其影响因素	101
二、酸味物质	102
三、甜味物质	103
四、苦味物质	105
五、咸味物质	107
六、其他味感物质	107
▶ 复习思考题	109

第4章 食品添加剂 110

第一节 概述	110
一、食品添加剂的定义和分类	110
二、食品添加剂应符合的要求	111
三、食品添加剂的使用标准	111
第二节 防腐剂	112
第三节 抗氧化剂	114
一、常用的油溶性抗氧化剂	114
二、常用的水溶性抗氧化剂	115
第四节 着色剂	116
一、天然着色剂	116

二、人工着色剂	119
第五节 调味剂	121
一、常见甜味剂	121
二、常见鲜味剂	122
第六节 其他重要的添加剂	123
一、常用的乳化剂	123
二、常用的增稠剂	123
三、膨松剂	124
► 复习思考题	125

第5章 食品原料的化学组成及贮藏加工特点

第一节 植物性食品原料	126
一、谷类	126
二、薯类	130
三、豆类	132
四、蔬菜 and 水果	134
五、食用菌和藻类	137
第二节 动物性食品原料	139
一、肉类	139
二、鱼、贝类	141
三、蛋类	143
四、乳类	144
► 复习思考题	146

第6章 食品中的有害成分

第一节 食品原料中的天然有害成分	148
一、植物性食品原料中的有害成分	148
二、动物性食品原料中的有害成分	151
第二节 微生物污染及其他污染产生的毒素	152
一、霉菌毒素	152
二、细菌毒素	153
三、化学毒素	154
第三节 食品加工过程中产生的有害成分	156
一、亚硝胺类化合物	156
二、多环芳烃类化合物	157
三、杂环胺类化合物	157



四、食品添加剂引起的毒害	157
► 复习思考题	158

实 验

实验一 食品水分活度的测定	159
实验二 淀粉粒的观察	161
实验三 油脂发烟点的测定	162
实验四 油脂氧化酸败的定性检验及酸值的测定	163
实验五 从牛乳中分离酪蛋白	165
实验六 维生素 A 的定性实验	166
实验七 维生素 B ₁ 、B ₂ 的定性实验	167
实验八 酶促反应的影响因素	169
实验九 褐变现象的观察	171
实验十 果胶的提取	173
实验十一 色素的分离 (层析法)	175
实验十二 色素拼色	176
实验十三 味觉试验	178
参考文献	182

绪 论

一、食品化学的性质和内容

民以食为天，人类为了维持正常的生命活动必须从外界摄入含有营养素的物料，这些经口摄入的物料，统称为食物。绝大多数食物是经过加工以后才食用的，经过加工以后的食物称为食品，但食物与食品的概念很多情况下是相通的，人们常泛指一切食物为食品。我国的食品卫生法对食品作了如下的定义：食品是指各种供人食用或饮用的成品和原料以及按照传统既是食品又是药品的物品，但不包括以治疗为目的的物品。

作为食品，首先必须是安全卫生的；同时，人类摄入食品，最基本的作用仍然是维持生命、供给生命活动所需要的能量和营养素，因此食品必须含有一定的营养成分；食品最终是为人类所消费的，食品的色、香、味、形及质感直接作用于人的感觉器官并能被人所接受也是食品必须具备的基本条件之一。

食品是人类赖以生存和发展的物质基础。从远古到现代，食品的作用已经从最初单一的果腹发展成营养保健、美食享受以及交流载体等多个方面。工程学的渗入，使食品加工逐渐形成了自身的单元操作，从而开始确立有别于传统作坊式的食品加工体系——食品工业。食品化学就是在 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，它与人类生活和食品的生产实践密切相关。

18—19 世纪，食品的化学本质成为化学家研究的一个方面。当时，食品组成的研究使人们认识到糖类、蛋白质和脂肪是人体必需的三大营养物质，这为食品化学的发展奠定了基础。这期间，著名的瑞典化学家舍勒（Karl Wilhelm Scheele, 1742—1786）从食物原料中分离出多种有机酸，他所首创的乳酸、草酸等有机酸的分离

方法至今仍在应用,他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。法国化学家拉瓦锡(Antoine Laurent Lavoisier, 1743—1794),推翻“燃素说”的同时证明动物的呼吸属于空气中氧参与的氧化作用,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。后来,法国化学家尼科拉斯(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。法国化学家盖·吕萨克(Gay. Lussac)和赛纳德(Thenarde)提出了植物原料中碳、氢、氧、氮4种元素的定量分析方法。后来,食品掺假事件在欧洲时有发生,这对食品检验和食品安全性提出了迫切要求,也促进了这方面的发展。直到1920年,世界各国相继颁布了有关禁止食品掺假的法规,建立了相应的检验机构和检验方法。20世纪50年代,食品工业的快速发展,对食品感官质量、品质、贮藏性能等方面要求的提高,促使食品添加剂在食品工业中得以普遍应用;农业生产中农药的广泛使用,给食物带来不同程度的污染,食品安全性问题也成了食品化学和其他相关学科关注的内容。

科学技术发展到今天,现代分析检测技术的出现,结构化学理论的发展,使食品化学在理论和应用研究方面都有了显著的进展。它所包含的食品中各组分的性质、结构和功能,食品中化学变化的历程和反应机理,食品贮藏加工新技术、新产品的开发,食品资源的利用等内容,为食品科学技术和食品工业的发展创造了有利的条件。

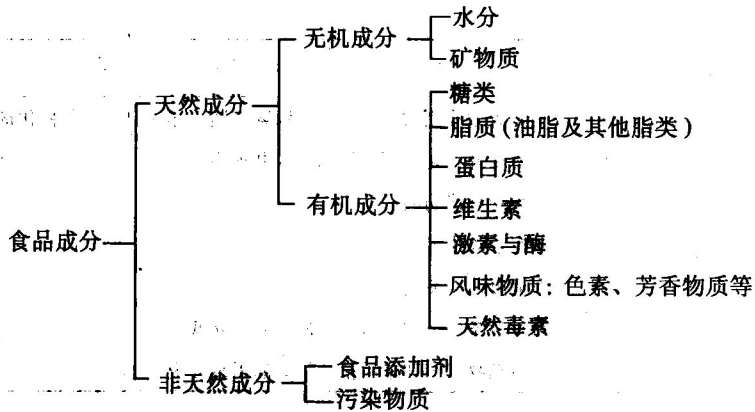
从食品化学这门学科的形成与发展,我们不难看出,食品化学是用化学的理论和方法研究食品本质而形成的一门学科。它通过对食品营养价值、安全性和风味特征的研究,阐明食品的组成、结构、性质和功能,以及食品成分在贮藏加工中发生的变化,从而构成了这门学科的主要内容。

食品化学起源于食品生产实践,又应用于食品生产过程,为改善食品品质、开发食品资源、革新食品工艺与技术、控制食品质量奠定理论基础,成为食品科学中的一大支柱学科。食品化学综合应用并发展了化学、生物化学、工程学等多门学科的内容,涉及面广、内涵丰富,形成了自身不断发展的学科体系。但其基本内容仍然是食品的基本组成及其在食品加工中的变化,所以本书将从基本内容出发,引领读者开始接触食品科学,为进一步领略它的浩瀚和广阔提供可能。

二、食品的基本成分

食品是一个多组分的复杂体系,它主要来源于自然生物,所以它的组成包含了天然成分,但它又经历了生产、加工、贮藏的过程,也会不可避免地引入一些非天然的成分,它们也构成对人体代谢的影响。所以食品成分分为天然成分和非天然成分两大类。食品的天然成分从化学角度可分为无机成分和有机成分。无机成分包括水和矿物质;有机成分包括糖类、油脂、蛋白质、维生素以及激素、酶、色素、芳香物质、某些天然有毒物质等。非天然成分主要来自食品添加剂、加工中带入的污染物和来自环境的污染物。

食品成分中,水分、矿物质、糖类、油脂、蛋白质和维生素是维持人体正常生理机能的六大基本营养成分。其中糖类、油脂、蛋白质在体内氧化供给生命活动所需的能量;在食品加工中它们也具有各自的加工特性,为食品的多样化提供了物质基础。



三、食品在贮藏加工中的主要变化

食品在贮藏加工中，以食品成分为基础，发生许多化学反应。单纯从化学角度观察，食品中发生的氧化、水解、分解、聚合反应是比较重要的，它们可以发生在油脂、维生素、蛋白质等成分的变化中，对食品的营养、外观等品质影响很大；由微生物和酶引发的化学反应很可能造成食品变质以及褐变的形成。

食品加工手段对食品中发生的化学反应也是相当重要的。热处理会导致许多食品成分发生变性、分解、聚合等化学反应，阻碍微生物的活动，这一过程可能有助于食品风味的形成，同时也对食品的营养成分和色泽带来诸多不利的方面；脱水操作会引起食品水分活度的改变，对食品的贮藏有积极的意义；光照与辐照常会引起食品品质的变化；酸、碱、盐等化学物质的处理也会引起蛋白质、油脂等成分的水解变化及色泽的改变。

食品品质的变化可体现在食品质地、风味、颜色、营养价值、安全性等多方面。

发生在食品中的变化都存在有利和不利的两个侧面，了解反应过程，明确反应条件，弄清反应之间的联系，就有可能在一定程度上控制反应的进行，应用于食品生产。食品中重要的反应类别、条件及造成的品质变化可用表 0-1、表 0-2、表 0-3、表 0-4 作一概括。

表 0-1 食品在加工或贮藏中可发生的变化

属性	变 化
质地	失去溶解性、失去持水力、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、出现诱人颜色
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 0-2 改变食品品质的一些化学反应和生物化学反应

反应类型	实 例
非酶褐变	焙烤食品表皮成色
酶促褐变	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



(续)

反应类型	实 例
金属反应	与花青素作用改变颜色、叶绿素脱镁、作为自动氧化催化剂
脂类异构化	顺一反异构化、不共轭脂变成共轭脂
脂类环化	产生单环脂肪酸
脂类聚合	深锅油炸中油起沫
蛋白质变性	卵清凝固、酶失活
蛋白质交换	在碱性条件下加工蛋白质使营养性降低
糖酶解	宰后动物组织和采后植物组织的无氧呼吸

表 0-3 食品贮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、营养价值、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	细胞壁和细胞膜的完整性被破坏、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
脂类的顺一反异构化	在深锅油炸中热聚合	油炸过度时起泡沫, 降低油脂的营养价值

表 0-4 决定食品在贮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、水分活度等等
环境因素	温度, 处理时间, 大气成分, 经受的化学、物理和生物处理, 见光, 污染, 极端的物理环境

四、食品化学的作用

食品化学的形成来自于现代食品工业发展的需要, 由于其理论体系的形成与发展依赖于其他学科, 因此也形成了食品化学多源性、综合性和应用性的特点。食品化学理论的发展促进了食品保鲜、贮藏、加工技术的进步, 对食品工业产生了极大的影响。

纵观食品工业的发展, 如果说化工生产单元操作的引入树立了食品工业的基石, 那么食品化学学科的形成标志着食品工业发展的又一里程碑, 食品化学理论的应用使食品工业发生了质的飞跃。人类的需求始终是发展的动力, 科学文化的发展促进了经济的发展, 经