



21 世纪农业部高职高专规划教材

# 食品化学 第二版

■ 夏 红 主编



 中国农业出版社

21 世纪农业部高职高专规划教材

# 食 品 化 学

第 二 版

夏 红 主 编

中 国 农 业 出 版 社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

食品化学 / 夏红主编. —2 版. —北京: 中国农业出版社,  
2008. 6

21 世纪农业部高职高专规划教材

ISBN 978-7-109-12099-0

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 (2008) 第 064393 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 100125)

责任编辑 郭元建 王芳芳

北京通州皇家印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

2002 年 5 月第 1 版

2008 年 7 月第 2 版

2008 年 7 月第 2 版北京第 1 次印刷

开本: 720mm×960mm 1/16 印张: 16

字数: 278 千字

定价: 23.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

## 第二版编写人员

主 编 夏 红

副主编 赵东风 贾艳丽

编 者 (按姓氏笔画排序)

刘 靖 (江苏畜牧兽医职业技术学院)

陈福玉 (吉林农业科技学院)

赵东风 (潍坊职业学院)

贾艳丽 (河南农业职业学院)

夏 红 (苏州农业职业技术学院)

主 审 朱 明 (江南大学)

贾 君 (江苏农林职业技术学院)

## 第二版前言

本教材第一版于2002年出版以来,作为全国农业类高职院校食品类专业使用的教材,得到了大家的认可,并被评为2005年度江苏省高校精品教材。进入21世纪以来,我国的高等职业教育发展迅速,已成为高等教育的一个重要方面。各级政府主管部门、相关出版社及各院校都非常注重高职高专教学的进一步改革及教材建设。正是在这种形势下,中国农业出版社组织了本教材第二版的编写工作。

本教材为高职高专食品类专业(如食品加工技术、食品营养与检测、农产品贮藏运输等专业)的教材。根据全国农业类高职院校相关专业的课程设置情况,本教材第二版在第一版的基础上更注重知识的延伸,避免了食品化学与无机化学、有机化学、生物化学等课程内容的重复,侧重介绍食品成分在加工过程中的性质和变化,突出知识的应用性。

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6章,并附实验。由夏红任主编,赵东风、贾艳丽任副主编。其中绪论、第一章由夏红编写,第二章由刘靖编写,第三、五章由陈福玉编写,第四、六章由赵东风编写,实验部分由贾艳丽编写。全书由夏红统稿,朱明、贾君主审。

本教材编写过程中得到了苏州农业职业技术学院、潍坊职业学

试读结束,需要全本PDF请购买 [www.ertongbook.com](http://www.ertongbook.com) 1

院、河南农业职业学院、江苏畜牧兽医职业技术学院、吉林农业科技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！本教材在编写过程中参阅、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。同时恳请专家、同行及读者对本教材提出宝贵的意见和建议。

编 者

2008年2月

# 第一版前言

高职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、

第四节由夏红编写,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

# 郑 重 声 明

中国农业出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 65005894, 64194974, 64194971

传 真：(010) 65005926

E - mail: wlxyaya@sohu.com

通信地址：北京市朝阳区农展馆北路 2 号中国农业出版社教材出版中心

邮 编：100125

购书请拨打电话：(010) 64194972, 64195117, 64195127

## 数码防伪说明：

本图书采用出版物数码防伪系统，用户购书后刮开封底防伪密码涂层，将 16 位防伪密码发送短信至 106695881280，免费查询所购图书真伪，同时您将有机会参加鼓励使用正版图书的抽奖活动，赢取各类奖项，详情请查询中国扫黄打非网 (<http://www.shdf.gov.cn>)。

短信反盗版举报：编辑短信“JB, 图书名称, 出版社, 购买地点”发送至 10669588128

短信防伪客服电话：(010) 58582300/58582301

# 目 录

## 第二版前言

## 第一版前言

|                      |    |
|----------------------|----|
| 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            | 5  |
| 复习思考题                | 6  |
| 第一章 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               | 11 |
| 四、水分活度与食品的稳定性        | 12 |
| 五、食品加工中水分的变化         | 14 |
| 第二节 矿物质              | 17 |
| 一、食品中的矿物质及其特点        | 20 |
| 二、食品加工对矿物质的影响        | 23 |
| 第三节 糖类               | 25 |
| 一、单、双糖的加工特性          | 26 |
| 二、淀粉的加工特性            | 32 |
| 三、其他多糖的加工特性          | 38 |
| 第四节 油脂               | 41 |
| 一、食用油脂的物理性质          | 43 |
| 二、食用油脂的工艺特性          | 43 |

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 三、油脂的水解 .....             | 44 |
| 四、油脂的氧化酸败 .....           | 45 |
| 五、热加工过程中油脂的变化 .....       | 47 |
| 六、油脂加工中的变化 .....          | 49 |
| 七、油脂的乳化 .....             | 50 |
| 八、天然食用油脂 .....            | 51 |
| 九、食用油脂制品 .....            | 52 |
| 第五节 蛋白质 .....             | 54 |
| 一、蛋白质的结构 .....            | 54 |
| 二、蛋白质的变性 .....            | 56 |
| 三、食物中的蛋白质 .....           | 59 |
| 四、食品蛋白质的功能性质 .....        | 61 |
| 五、食品蛋白质在贮藏加工中的变化 .....    | 68 |
| 第六节 维生素 .....             | 70 |
| 一、食品中重要的维生素 .....         | 71 |
| 二、贮藏和加工过程对食品中维生素的影响 ..... | 76 |
| 三、维生素在食品加工中的应用 .....      | 78 |
| 复习思考题 .....               | 78 |
| 第二章 酶与食品加工 .....          | 80 |
| 第一节 酶的活力及其测定方法 .....      | 80 |
| 一、酶的活力和活力单位 .....         | 80 |
| 二、酶活力的测定方法 .....          | 81 |
| 第二节 食品加工中酶的作用 .....       | 82 |
| 一、内源酶的作用 .....            | 82 |
| 二、外源酶的作用 .....            | 87 |
| 第三节 食品加工中重要的酶 .....       | 87 |
| 一、水解酶类 .....              | 88 |
| 二、氧化还原酶类 .....            | 92 |
| 三、异构酶 .....               | 96 |
| 第四节 固定化酶 .....            | 97 |
| 一、固定化酶的概念 .....           | 97 |
| 二、固定化酶的制备方法 .....         | 97 |
| 三、固定化酶的性质变化 .....         | 99 |

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| 四、固定化酶在食品生产中的应用 .....    | 100        |
| 复习思考题 .....              | 101        |
| <b>第三章 食品的色香味 .....</b>  | <b>102</b> |
| 第一节 食品中的天然色素 .....       | 102        |
| 一、吡咯色素 .....             | 103        |
| 二、多烯色素 .....             | 106        |
| 三、酚类色素 .....             | 109        |
| 四、醌酮类色素 .....            | 112        |
| 第二节 食品的褐变现象 .....        | 115        |
| 一、酶促褐变 .....             | 115        |
| 二、非酶褐变 .....             | 118        |
| 第三节 食品风味物质 .....         | 121        |
| 一、食品风味概述 .....           | 121        |
| 二、不同食品的香气特征及呈香物质 .....   | 124        |
| 三、呈味物质 .....             | 131        |
| 复习思考题 .....              | 139        |
| <b>第四章 食品添加剂简介 .....</b> | <b>140</b> |
| 第一节 概述 .....             | 140        |
| 一、食品添加剂的定义和分类 .....      | 140        |
| 二、食品添加剂应符合的要求 .....      | 141        |
| 三、食品添加剂的使用标准 .....       | 141        |
| 第二节 防腐剂 .....            | 142        |
| 第三节 抗氧化剂 .....           | 144        |
| 一、常用的油溶性抗氧化剂 .....       | 145        |
| 二、常用的水溶性抗氧化剂 .....       | 146        |
| 第四节 着色剂 .....            | 148        |
| 一、天然着色剂 .....            | 148        |
| 二、人工着色剂 .....            | 151        |
| 第五节 调味剂 .....            | 154        |
| 一、常见甜味剂 .....            | 154        |
| 二、常见鲜味剂 .....            | 155        |
| 第六节 其他重要的添加剂 .....       | 156        |

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 一、常用的乳化剂 .....                    | 156 |
| 二、常用的增稠剂 .....                    | 156 |
| 三、膨松剂 .....                       | 157 |
| 复习思考题 .....                       | 159 |
| <b>第五章 食品原料的化学组成及贮藏加工特点</b> ..... | 160 |
| 第一节 植物性食品原料 .....                 | 160 |
| 一、谷类 .....                        | 160 |
| 二、薯类 .....                        | 165 |
| 三、豆类 .....                        | 167 |
| 四、蔬菜 and 水果 .....                 | 170 |
| 五、食用菌和藻类 .....                    | 174 |
| 第二节 动物性食品原料 .....                 | 176 |
| 一、肉类 .....                        | 176 |
| 二、鱼、贝类 .....                      | 179 |
| 三、蛋类 .....                        | 181 |
| 四、乳类 .....                        | 183 |
| 复习思考题 .....                       | 185 |
| <b>第六章 食品中的有害成分</b> .....         | 187 |
| 第一节 食品原料中的天然有害成分 .....            | 187 |
| 一、植物性食品原料中的有害成分 .....             | 187 |
| 二、动物性食品原料中的有害成分 .....             | 191 |
| 第二节 微生物污染及其他污染产生的毒素 .....         | 192 |
| 一、霉菌毒素 .....                      | 192 |
| 二、细菌毒素 .....                      | 193 |
| 三、化学毒素 .....                      | 194 |
| 第三节 食品加工过程中产生的有害成分 .....          | 197 |
| 一、亚硝胺类化合物 .....                   | 198 |
| 二、多环芳烃类化合物 .....                  | 199 |
| 三、杂环胺类化合物 .....                   | 200 |
| 四、食品添加剂引起的毒害 .....                | 200 |
| 复习思考题 .....                       | 201 |

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 实验 .....                             | 203 |
| 实验一 食品水分活度 ( $A_w$ ) 的测定 .....       | 203 |
| 实验二 淀粉粒的观察 .....                     | 207 |
| 实验三 油脂发烟点的测定 .....                   | 209 |
| 实验四 油脂氧化酸败的定性检验及酸值的测定 .....          | 210 |
| 实验五 从牛乳中分离酪蛋白 .....                  | 213 |
| 实验六 维生素 A 的定性实验及定量测定 .....           | 215 |
| 实验七 维生素 $B_1$ 、维生素 $B_2$ 的定性实验 ..... | 217 |
| 实验八 酶的活性实验 .....                     | 220 |
| 实验九 褐变现象的观察 .....                    | 223 |
| 实验十 果胶的提取 .....                      | 226 |
| 实验十一 淀粉的提取和性质实验 .....                | 228 |
| 实验十二 色素的分离 (层析法) .....               | 230 |
| 实验十三 色素拼色 .....                      | 232 |
| 实验十四 味觉试验 .....                      | 235 |
| 主要参考文献 .....                         | 239 |

# 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研究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。

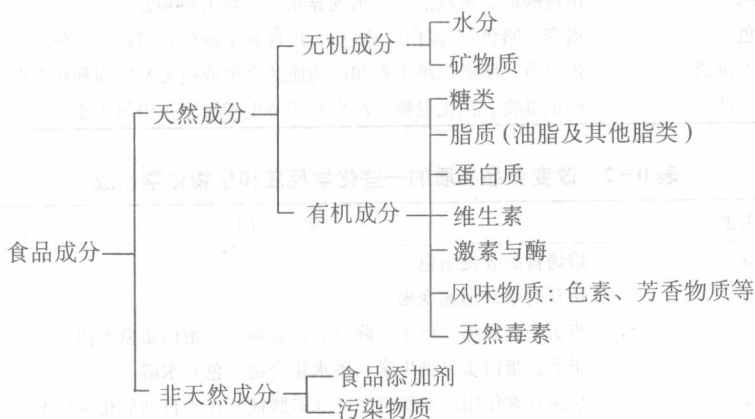
食品化学起源于食品生产实践, 又应用于食品生产过程, 为改善食品品质、开发食品资源、革新食品工艺与技术、控制食品质量奠定理论基础, 成为食品科学中的一大支柱学科。食品化学综合应用并发展了化学、生物化学、工程学等多门学科的内容, 涉及面广、内涵丰富, 形成了自身不断发展的学科体系。但其基本内容仍然是食品的基本组成及其在食品加工中的变化, 所以本书将从基本内容出发, 引领读者开始接触食品科学, 为进一步领略它的浩瀚和广阔提供可能。

## 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两个方面，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、