

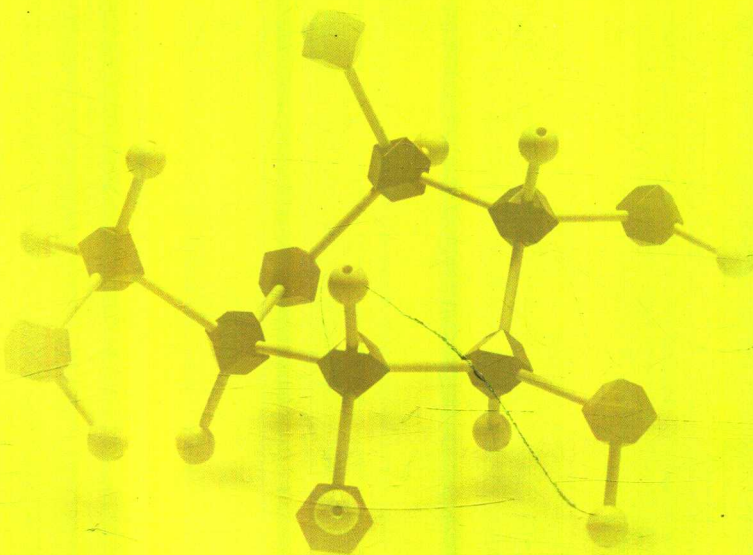


“十三五” 高职高专院校规划教材（食品类）

# 食品化学

（第二版）

陈福玉 叶永铭 王桂桢 主编



中国质检出版社  
中国标准出版社



“十三五”高职高专院校规划教材（食品类）

---

SHI PIN HUA XUE

---

# 食品化学

（第二版）

陈福玉 叶永铭 王桂楨 主编

中国质检出版社  
中国标准出版社

北京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

食品化学/陈福玉, 叶永铭, 王桂桢主编. —2 版. —北京:  
中国质检出版社, 2017. 5

ISBN 978-7-5026-4401-7

I. ①食… II. ①陈… ②叶… ③王… III. ①食品化学  
IV. ①TS201. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 018630 号

## 内 容 提 要

食品化学是食品类专业的核心专业基础课程。本书遵循高职高专教育的特点, 本着基础理论以“必需、够用”为原则, 注重食品化学基础知识在食品加工、分析检验、储藏过程中的技能应用。全书内容包括食品六大营养成分(水分、碳水化合物、蛋白质、脂类、维生素、矿物质)、食品风味成分、酶及食品添加剂等成分的化学组成、结构、性质及其在食品加工和贮藏中发生的化学变化, 以及这些变化对食品品质和安全性的影响及其控制措施。

本书可作为高职高专院校食品生物技术、食品加工技术、食品营养与检测等食品类专业的教材, 也可供从事食品生产、食品检验与研究的工程技术人员参考使用。

中国质检出版社 出版发行  
中国标准出版社

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号 (100029)

北京市西城区三里河北街 16 号 (100045)

网址: [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

总编室: (010) 68533533 发行中心: (010) 51780238

读者服务部: (010) 68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

\*

开本 787×1092 1/16 印张 18.75 字数 437 千字

2017 年 5 月第二版 2017 年 5 月第六次印刷

\*

定价: 38.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话: (010)68510107

# 序 言

---

民以食为天，食以安为先，人们对食品安全的关注度日益增强，食品行业已成为支撑国民经济的重要产业和社会的敏感领域。近年来，食品安全问题层出不穷，对整个社会的发展造成了一定的不利影响。为了保障食品安全，促进食品产业的有序发展，近期国家对食品安全的监管和整治力度不断加强。经过各相关主管部门的不懈努力，我国已基本形成并明确了卫生与农业部门实施食品卫生监测与食品原材料监管、检验检疫部门承担进出口食品监管、食品药品监管部门从事食品生产及流通环节监管的制度完善的食品安全监管体系。

在整个食品行业快速发展的同时，行业自身的结构性调整也在不断深化，这种调整使其对本行业的技术水平、知识结构和人才特点提出了更高的要求，而与此相关的职业教育正是在食品科学与工程各项理论的实际应用层面培养专业人才的重要渠道。因此，近年来教育部对食品类各专业的职业教育发展日益重视，并连年加大投入以提高教育质量，以期向社会提供更加适应经济发展的应用型技术人才。为此，教育部对高职高专院校食品类各专业的具体设置和教材目录也多次进行了相应的调整，使高职高专教育逐步从普通本科的教育模式中脱离出来，使其真正成为为国家培养生产一线的高级技术应用型人才的职业教育，“十三五”期间这种转化将加速推进并最终得以完善。为适应这一特点，编写高职高专院校食品类各专业所需的教材势在必行。

针对以上变化与调整，由中国质检出版社牵头组织了“十三五”高职高专院校规划教材的编写与出版工作，该套教材主要适用于高职高专院校的食品类各相关专业。由于该领域各专业的技术应用性强、知识结构更新快，因此，我们有针对性地组织了河南农业职业学院、江苏食品职业技术

学院、包头轻工职业技术学院、四川旅游学院、甘肃畜牧工程职业技术学院、江苏农林职业技术学院、无锡商业职业技术学院、江苏畜牧兽医职业技术学院、吉林农业科技学院、广东环境保护工程职业学院、清远职业技术学院、黑龙江民族职业学院以及上海农林职业技术学院等 40 多所相关高校、职业院校、科研院所以及企业中兼具丰富工程实践和教学经验的专家学者担当各教材的主编与主审，从而为我们成功推出该套框架好、内容新、适应面广的高质量教材提供了必要的保障，以此来满足食品类各专业普通高等教育和职业教育的不断发展和当前全社会对建立食品安全体系的迫切需要；这也对培养素质全面、适应性强、有创新能力的应用型技术人才，进一步提高食品类各专业高等教育和职业教育教材的编写水平起到了积极的推动作用。

针对应用型人才培养院校食品类各专业的实际教学需要，本系列教材的编写尤其注重了理论与实践的深度融合，不仅将食品科学与工程领域科技发展的新理论合理融入教材中，使读者通过对教材的学习，可以深入把握食品行业发展的全貌，而且也将食品行业的新知识、新技术、新工艺、新材料编入教材中，使读者掌握最先进的知识和技能，这对我国新世纪应用型人才的培养大有裨益。相信该套教材的成功推出，必将会推动我国食品类高等教育和职业教育教材体系建设的逐步完善和不断发展，从而对国家的新世纪人才培养战略起到积极的促进作用。

教材审定委员会

2017 年 3 月



# 前言

## PREFACE

俗话说：“民以食为天 食以安为先”，这句话深刻道出了食品对人类生存和发展的重要性，食品安全关乎每个人的健康和生命。能否保障食品安全，让人们吃得健康、吃得安全，对老百姓来说是“天大的事”。

食品科学是古老的学科之一，食品工业也是当今充满活力的朝阳产业，因此食品科学必定是未来最具生命力的科学之一。食品化学是食品类专业最重要的专业基础课，也是当今食品科学知识体系中最大的知识内容组成部分，它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、营养和安全性质以及它们在生产、加工、储藏和运销过程中发生的变化，以及这些变化对食品品质 and 安全性影响的一门基础应用学科。它的基本理论知识是打开食品类课程之门的钥匙。因此，每一位食品科技工作者都应熟练地掌握食品化学的有关知识。

根据高等职业教育的特点，本书的编写以“求精、求实、求易学”的原则，在第1版的基础上修正了书中存在的个别问题，去掉了一些过时内容，参考了国内外食品化学及相关学科的最新文献，精选教学内容，力求反映食品化学领域的最新教学成果。并且各章有针对性地增加了与教学内容相关的知识阅读及强化练习题，有利于学生课后学习掌握食品化学的知识内容。同时，在食品化学实验部分做了大量内容补充，使学生通过实验强化自己的实际动手技能，以增进对课堂教学内容的理解。建议本课程在修读完无机化学、有机化学、生物化学等课程之后开出。

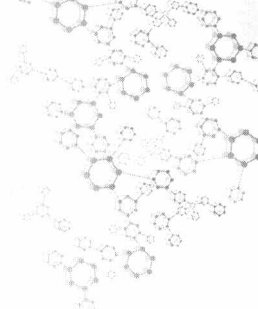
本书由多年从事食品化学教学一线的教师共同编写。其中，前言、第一章、第四章、第十一章由吉林农业科技学院陈福玉编写，第七章、第九章由吉林农业科技学院叶永铭编写，第三章由吉林工业职业技术学院聂英斌

编写，第五章由南阳农业职业学院王桂桢编写，第二章、第十章由吉林农业科技学院牛春艳编写，第六章由河南牧业经济学院付丽编写，第八章由华中农业大学食品科技学院 2015 级硕士研究生刘晶晶编写，第七章第七节由江南大学食品学院 2015 级硕士研究生张小可编写，第十一章第一节由吉林农业科技学院龙宇航编写。全书由陈福玉、叶永铭两位老师统稿。

在本书的编写过程中，曾得到许多同行的热心帮助和指导，在此深表谢意。此外，由于任务重、时间紧，加之编者的水平有限，书中内容难免存在不足之处，敬请读者批评指正，并将意见或建议反馈给我们以促进本教材的不断完善。

编者

2016 年 11 月



# 目 录

## CONTENTS

第一章 绪 论 .....	(1)
一、食品化学的基本概念 .....	(1)
二、食品化学发展简史 .....	(2)
三、食品化学研究的内容和领域 .....	(3)
四、食品化学的研究方法 .....	(5)
五、食品化学在食品工业中的作用 .....	(5)
六、食品化学的学习方法 .....	(7)
【归纳与总结】 .....	(7)
【相关知识阅读】 .....	(8)
【课后强化练习题】 .....	(9)
第二章 水 分 .....	(11)
第一节 概 述 .....	(11)
一、食品中水的作用 .....	(11)
二、各种食品原料的含水量 .....	(12)
第二节 食品中水与冰的结构和性质 .....	(12)
一、食品中水与冰的性质 .....	(12)
二、食品中水的结构 .....	(13)
三、食品中冰的结构 .....	(15)
第三节 食品中水存在的状态 .....	(17)
一、水与溶质的相互作用 .....	(17)
二、食品中水分存在的状态 .....	(19)
第四节 水分活度 .....	(21)
一、水分活度定义 .....	(21)
二、水分活度与食品含水量的关系 .....	(22)
三、水分活度与温度的关系 .....	(22)
四、等温吸附曲线 .....	(23)

第五节 水分活度与食品稳定性 .....	(24)
一、水分活度对微生物生长繁殖的影响 .....	(25)
二、水分活度对食品化学变化的影响 .....	(25)
第六节 冻藏与食品稳定性的关系 .....	(26)
一、食品的冷藏与冻藏 .....	(26)
二、冻藏对食品稳定性的影响 .....	(27)
三、食品的玻璃态与分子移动性 .....	(27)
第七节 食品中水分的转移与食品稳定性 .....	(28)
一、食品中水分的位转移 .....	(29)
二、食品中水分的相转移 .....	(29)
【归纳与总结】 .....	(31)
【相关知识阅读】 .....	(31)
【课后强化练习题】 .....	(32)
<b>第三章 碳水化合物</b> .....	(37)
第一节 概 述 .....	(37)
一、糖的概念 .....	(37)
二、糖的分类 .....	(37)
第二节 糖的理化性质及在食品加工中的应用 .....	(38)
一、单糖的结构 .....	(38)
二、糖的物理性质 .....	(39)
三、糖的化学性质 .....	(42)
四、食品中重要的低聚糖 .....	(48)
五、食品中功能性低聚糖 .....	(49)
第三节 多 糖 .....	(52)
一、概 述 .....	(52)
二、食品中重要的多糖 .....	(53)
【归纳与总结】 .....	(60)
【相关知识阅读】 .....	(60)
【课后强化练习题】 .....	(61)
<b>第四章 脂 质</b> .....	(64)
第一节 概 述 .....	(64)
一、脂质的定义及作用 .....	(64)
二、脂质的分类 .....	(65)

第二节 脂肪的结构和组成 .....	(65)
一、脂肪酸的结构和组成 .....	(65)
二、脂肪的结构和命名 .....	(67)
第三节 油脂的物理性质 .....	(68)
一、油脂的一般物理性质 .....	(68)
二、油脂的同质多晶现象 .....	(69)
三、油脂的熔融特性 .....	(71)
四、油脂的液晶态(介晶相) .....	(73)
五、油脂的乳化和乳化剂 .....	(73)
第四节 油脂在加工贮藏过程的化学变化 .....	(76)
一、油脂的水解 .....	(76)
二、油脂的氧化 .....	(77)
三、油脂在高温下的化学反应 .....	(84)
四、油脂的辐解 .....	(86)
第五节 油脂加工的化学 .....	(86)
一、油脂的精炼 .....	(86)
二、油脂氢化 .....	(88)
三、酯交换 .....	(88)
第六节 复合脂质及衍生脂质 .....	(89)
一、磷 脂 .....	(89)
二、胆固醇 .....	(90)
【归纳与总结】 .....	(90)
【相关知识阅读】 .....	(91)
【课后强化练习题】 .....	(91)
<b>第五章 蛋白质 .....</b>	<b>(94)</b>
第一节 概 述 .....	(94)
一、食品中蛋白质的定义 .....	(94)
二、蛋白质的化学组成 .....	(94)
第二节 氨基酸 .....	(95)
一、氨基酸的结构 .....	(95)
二、氨基酸的分类 .....	(95)
三、氨基酸的性质 .....	(97)
第三节 蛋白质的结构 .....	(99)
一、肽 .....	(99)

二、蛋白质的结构 .....	(99)
三、蛋白质的分类 .....	(101)
<b>第四节 蛋白质的理化性质</b> .....	(102)
一、蛋白质的两性解离 .....	(102)
二、蛋白质的胶体性质 .....	(103)
三、蛋白质的沉淀作用 .....	(104)
四、蛋白质的呈色反应 .....	(105)
五、蛋白质的水解 .....	(105)
<b>第五节 食品加工中蛋白质的变化</b> .....	(106)
一、蛋白质的变性 .....	(106)
二、蛋白质的功能性质 .....	(108)
三、食品加工对蛋白质营养价值的影响 .....	(112)
<b>【归纳与总结】</b> .....	(115)
<b>【相关知识阅读】</b> .....	(115)
<b>【课后强化练习题】</b> .....	(117)
<b>第六章 食品中的酶</b> .....	(120)
<b>第一节 概述</b> .....	(120)
一、酶的定义 .....	(120)
二、酶的分类 .....	(121)
三、酶的基本性质 .....	(122)
四、酶催化专一性的类型 .....	(124)
五、酶的组成与结构特点 .....	(124)
六、酶催化的机理 .....	(125)
七、酶原与酶原的激活 .....	(127)
八、酶活力的测定 .....	(127)
<b>第二节 影响食品中酶活力的因素</b> .....	(129)
一、底物浓度对酶活力的影响 .....	(129)
二、酶浓度对酶活力的影响 .....	(130)
三、水分活度对酶活力的影响 .....	(131)
四、pH 对酶活力的影响 .....	(131)
五、温度对酶活力的影响 .....	(132)
六、抑制剂对酶活力的影响 .....	(133)
七、激活剂对酶活力的影响 .....	(134)
<b>第三节 食品中的酶促褐变</b> .....	(134)
一、食品中的酶促褐变 .....	(134)

二、食品中酶促褐变的机理 .....	(135)
三、食品中酶促褐变的控制 .....	(135)
<b>第四节 食品中酶的固定化 .....</b>	<b>(136)</b>
一、酶的固定化的概念 .....	(136)
二、食用酶的固定化方法 .....	(137)
三、固定化酶在食品工业中的应用 .....	(138)
<b>第五节 食用酶对食品质量的影响 .....</b>	<b>(138)</b>
一、食用酶对食品色泽的影响 .....	(138)
二、食用酶对食品质构的影响 .....	(140)
三、食用酶对食品风味的影响 .....	(143)
<b>【归纳与总结】 .....</b>	<b>(144)</b>
<b>【相关知识阅读】 .....</b>	<b>(145)</b>
<b>【课后强化练习题】 .....</b>	<b>(145)</b>
<b>第七章 维生素与矿物质 .....</b>	<b>(147)</b>
<b>第一节 维生素概述 .....</b>	<b>(147)</b>
一、维生素的定义与特性 .....	(147)
二、维生素的主要作用 .....	(147)
三、维生素的命名 .....	(147)
四、维生素的分类 .....	(148)
<b>第二节 脂溶性维生素 .....</b>	<b>(148)</b>
一、维生素 A .....	(148)
二、维生素 D .....	(149)
三、维生素 E .....	(150)
四、维生素 K .....	(150)
<b>第三节 水溶性维生素 .....</b>	<b>(151)</b>
一、维生素 C .....	(151)
二、维生素 B <sub>1</sub> .....	(152)
三、维生素 B <sub>2</sub> .....	(152)
四、维生素 B <sub>6</sub> .....	(153)
五、维生素 B <sub>12</sub> .....	(154)
六、烟 酸 .....	(155)
七、叶 酸 .....	(155)
八、泛 酸 .....	(156)
九、生物素 .....	(156)

第四节	维生素在食品储藏加工中的损失	(157)
一、	环境因素的影响	(157)
二、	食品原料自身的影响	(157)
三、	食品加工前的预处理对维生素含量的影响	(158)
四、	食品加工和储藏过程中维生素含量的变化	(159)
第五节	矿物质	(160)
一、	矿物质概述	(160)
二、	食品中矿物质的分类	(160)
三、	矿物质的基本作用	(161)
第六节	食品中重要的矿物质	(161)
一、	常量元素	(161)
二、	微量元素	(163)
第七节	矿物质在食品加工中的损失和强化	(165)
一、	矿物质在食品加工中的损失	(165)
二、	食品中矿物质的强化	(166)
	【归纳与总结】	(167)
	【相关知识阅读】	(168)
	【课后强化练习题】	(169)
<b>第八章</b>	<b>色素</b>	(172)
第一节	概述	(172)
一、	色素定义	(172)
二、	色素分类	(172)
三、	色素与食品质量	(173)
第二节	食品中的天然色素	(173)
一、	四吡咯类色素	(173)
二、	多烯类色素	(178)
三、	多酚类色素	(181)
四、	酮类色素	(185)
第三节	食品中的合成色素	(185)
一、	常用人工合成色素	(186)
二、	食用人工合成色素的一般性质	(187)
三、	人工合成色素的使用注意事项	(188)
	【归纳与总结】	(189)
	【相关知识阅读】	(189)
	【课后强化练习题】	(190)

<b>第九章 食品风味化学</b>	(194)
<b>第一节 概 述</b>	(194)
一、食品风味的定义	(194)
二、食品风味的分类	(194)
三、食品中风味物质的特点	(195)
<b>第二节 风味物质的生理学基础</b>	(196)
一、味 觉	(196)
二、嗅 觉	(198)
<b>第三节 食品中的基本风味</b>	(200)
一、甜味与甜味物质	(200)
二、苦味与苦味物质	(203)
三、酸味与酸味物质	(204)
四、咸味与咸味物质	(205)
五、其他味	(206)
<b>第四节 各类食品中的风味化合物</b>	(208)
一、果蔬的香气成分	(208)
二、肉、乳及其制品的香气成分	(209)
三、焙烤食品的香气成分	(210)
四、发酵食品的香气成分	(210)
五、水产品的香气成分	(211)
<b>第五节 食品中香气形成的途径与调控</b>	(212)
一、香气的生成	(212)
二、香气的控制	(215)
三、香气的稳定	(216)
四、香气的增强	(216)
<b>【归纳与总结】</b>	(217)
<b>【相关知识阅读】</b>	(217)
<b>【课后强化练习题】</b>	(218)
<b>第十章 食品添加剂</b>	(221)
<b>第一节 概 述</b>	(221)
一、食品添加剂的定义	(221)
二、食品添加剂的分类	(221)
三、食品添加剂在食品工业上的应用	(222)
四、食品添加剂的安全性	(223)

五、食品添加剂的使用原则 .....	(223)
第二节 食品中常用的添加剂 .....	(224)
一、防腐剂(抗微生物剂) .....	(224)
二、抗氧化剂 .....	(228)
三、乳化剂 .....	(232)
四、增稠剂 .....	(236)
五、漂白剂 .....	(238)
【归纳与总结】 .....	(239)
【相关知识阅读】 .....	(240)
【课后强化练习题】 .....	(242)
第十一章 食品化学实验 .....	(245)
第一节 食品化学实验须知 .....	(245)
一、学生实验守则 .....	(245)
二、试剂使用规则 .....	(245)
三、实验操作基本要求 .....	(246)
四、溶液浓度的基本表示方法 .....	(246)
五、实验室安全规则 .....	(246)
六、实验意外事故的急救处理 .....	(248)
第二节 食品化学实验项目 .....	(249)
实验一 水分含量的测定 .....	(249)
实验二 食品水分活度的测定 .....	(250)
实验三 美拉德反应初始阶段的测定 .....	(252)
实验四 果胶的提取和果酱的制备 .....	(253)
实验五 油脂氧化酸败的定性检验与过氧化值、酸值测定 .....	(254)
实验六 氨基酸的纸色谱 .....	(257)
实验七 蛋白质的等电点测定 .....	(259)
实验八 蛋白质的功能性质实验 .....	(260)
实验九 不同食品加工处理对维生素 C 保存率的影响 .....	(263)
实验十 绿色果蔬叶绿素的分离及其含量测定 .....	(265)
附录 .....	(268)
附录一 化验室常用玻璃仪器的洗涤和干燥 .....	(268)
一、洁净剂及使用范围 .....	(268)
二、洗涤液的制备及使用注意事项 .....	(268)
三、洗涤玻璃仪器的步骤与要求 .....	(270)

四、玻璃仪器的干燥 .....	(270)
附录二 常用试剂的配制 .....	(271)
一、常用标准滴定溶液的配制和标定 .....	(271)
二、常用洗涤液的配制与使用方法 .....	(275)
三、常用指示剂的配制方法 .....	(275)
附录三 化学试剂纯度分类 .....	(277)
主要参考文献 .....	(278)

# 第一章 绪 论

## 【学习目的与要求】

通过本章的学习了解食品化学发展简史、食品化学研究内容及食品化学在食品工业技术发展中的作用；掌握食物、食品、营养素、食品化学概念；理解食品的化学组成。为后续章节的学习奠定基础。

## 一、食品化学的基本概念

### (一)食 品

#### 1. 食物与食品

“民以食为天 食以安为先”，食物是维持人类生存和健康的物质基础，是指含有营养素的可食性物料，是人类摄取各种营养素的载体。一般把经过加工的食物称为食品。营养素是指那些能维持人体正常生长发育和新陈代谢所必需的化学物质。目前已知的营养素中有 40~45 种人体必需的营养素，从化学性质上可大致分为六大类，即蛋白质、脂肪、碳水化合物、矿物质、维生素和水，目前也有人提出将膳食纤维列为第七大类营养素。

作为食品必需具备以下的基本要求：

(1)具备营养功能。任何一种食品中必须至少含有六大营养素蛋白质、糖类、脂类、矿物质、维生素、水分中的一种以上，满足人们营养代谢需求。每种食物含有营养素特点不同，到目前没有一种食物含有人体所需的全面营养素，因此摄食应多样化以获取均衡的营养保证人体健康。

(2)良好的感官特征。食品应具有符合人们嗜好的风味特征，满足人们的感官需要，使人身心愉悦。

(3)对人体安全无害。所有食品都必须对人体绝对安全无害，不得含有对人体有害的因子。

#### 2. 食品的化学组成

食品的化学组成成分可概括地表示为：天然成分，包括水分、碳水化合物、蛋白质、脂类、矿质元素、维生素、色素、激素、风味成分、有害成分；非天然成分，包括食品添加剂（天然食品添加剂、人工合成食品添加剂）、污染物（加工过程污染物、环境污染物），食品化学组成见图 1-1。

