

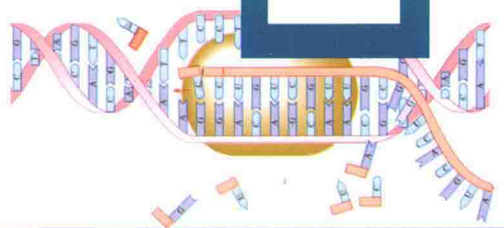


普通高等教育农业部“十二五”规划教材

食品生物化学

第二版

谢达平 主编



 中国农业出版社

普通高等教育农业部“十二五”规划教材

食品生物化学

第 二 版

谢达平 主编

中国农业出版社

A decorative background image in the bottom left corner. It features a molecular model with several white spheres connected by thin lines, and a globe showing the Earth's continents. The image is rendered in a light, semi-transparent style.

图书在版编目 (CIP) 数据

食品生物化学 / 谢达平主编. —2 版. —北京:
中国农业出版社, 2013. 10
普通高等教育农业部“十二五”规划教材
ISBN 978-7-109-18375-9

I. ①食… II. ①谢… III. ①食品化学-生物化学-
高等学校-教材 IV. ①TS201.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 225488 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)

策划编辑 王芳芳

文字编辑 李国忠

北京中新伟业印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

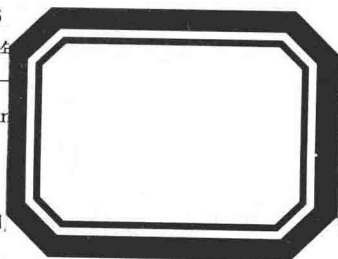
2004 年 6

2014 年

开本: 787mm

(凡本版图书出现印

部调换)



内容简介

本教材为普通高等教育农业部“十二五”规划教材。为满足今后几年内食品科学教学的需要，紧紧把握国内外学科发展的动向，使教材具备先进性、实用性的特点，对第一版的内容吐故纳新，力求补充近年来学科的最新成果，能体现学科发展的趋势。本书总体分为4篇，第1篇介绍生物体中的主要物质类型与功能，以糖类、脂类、蛋白质、核酸和酶为主。第2篇主要介绍物质在生物体内的代谢过程，以中间代谢为主。第3篇主要介绍一些专题内容，如动物宰后和植物果实采摘后贮藏和加工时物质的变化规律，同时介绍了食品与免疫相关的研究成果。第4篇介绍了食品科学研究中，现代常用的一些物质分离和检测的新技术。

本教材主要为高等院校食品科学与工程、食品质量与安全等专业的教学而编写，但也可作为从事食品科学工作的科技人员、研究生的科研和从事食品生产的技术人员的参考用书。

第二版编写人员

主 编 谢达平

副主编 赵国华 于国萍 戴小阳

编写人员 (按姓名笔画排序)

于国萍 (东北农业大学)

王文君 (江西农业大学)

王玉昆 (河北工程大学)

王建辉 (长沙理工大学)

乌日娜 (沈阳农业大学)

赵国华 (西南大学)

耿丽晶 (辽宁医学院)

贾丽艳 (山西农业大学)

谢达平 (湖南农业大学)

戴小阳 (湖南农业大学)

檀建新 (河北农业大学)

魏新元 (西北农林科技大学)

主 审 曾晓雄 (南京农业大学)

谭周进 (湖南中医药大学)

曹 庸 (华南农业大学)

第一版编写人员

主 编 谢达平

副主编 赵国华 陈晓平 林亲录

编写人员 (按姓名笔画排序)

于国萍 (东北农业大学)

邓林伟 (湖南农业大学)

白卫东 (仲恺农业技术学院)

陈晓平 (吉林农业大学)

林亲录 (湖南农业大学)

赵国华 (西南农业大学)

常 弘 (山西农业大学)

谢达平 (湖南农业大学)

谭敬军 (湖南农业大学)

主 审 刘冠民

第二版前言

本教材第一版出版至今已经9年了,这9年间,食品科学的研究在诸多方面取得了很多的成果,有了很大的发展,第一版教材的有些内容就显得陈旧过时了。为保持教材的先进性和实用性,必须对第一版的内容吐故纳新,新内容的选择主要是依据当前国内外食品学科研究的热点所涉及的相关内容,有重要意义的新成果和新概念是选择的重点。同时对本学科发展方向有影响的内容亦补充在专题篇。如食品与免疫就是一个重要的起步较晚的研究方向,有重要的应用价值和广阔的发展前景,亦是国内外研究的热点。食物除了有补充人体或动物的营养功能外,还有一个与药物相同的保健抗病功能,当人们对食物在人体内的作用,如对物质代谢网络、细胞因子网络以及相关的信息网络所发挥的功能认识清楚后,就能科学指导人们进行食品生产和合理食用。这也是有些医科院校也设置食品科学与工程专业并招收本科学生的原因,反映了食品科学的一个重要发展方向。

本书第二版中,内容较第一版更新较大,补充的新内容较多,为减少篇幅,去除了在实际中应用很少且与其他课程没有联系的内容。面对浩如烟海的文献资料,编写中注重基础理论、基本概念的加强,适当反映学科发展的重大成果,尽可能地联系生产实际。同时避免与其他课程内容的重复,取材少而精且又要保证本课程的系统性。通过本课程学习,使学生打下扎实的理论基础,能够满足于今后的科研、生产和继续学习的知识需要。

第二版分为4篇16章。第1篇物质篇,讲述糖类、脂类、蛋白质、核酸和酶的组成、结构和功能。第2篇代谢篇,讲述糖类、脂类、蛋白质和核酸的合成与降解代谢、能量代谢、基因信息的传递、各代谢物质的相互转化及代谢的调节与控制。第3篇专题篇,讲述植物果实采摘后和动物宰后贮藏和加工过程中食品原料的生物化学

变化、风味物质的形成和转化等内容，同时对食品与免疫的关系做了初步介绍。第4篇技术篇，主要介绍与食品物质成分的纯化和检测相关的生物化学技术，重点讲述其基本原理、应用现状与前景。由于波谱分析技术在食品成分分析中的应用越来越普遍，对红外光谱、紫外光谱、核磁共振和质谱也做了初步介绍。

在第二版的编写中，一些未参加第一版编写的院校教师参加了本次的编写工作，不仅促进了各院校之间的交流，也给第二版教材的编写带来了新的活力，能够将不同院校的特长和经验融入教材内容之中，促进教材质量的提高。第1章和第3章由赵国华编写，第2章和第8章由戴小阳编写，第4章由王建辉编写，第5章、第11章和绪论由谢达平编写，第6章由王玉昆编写，第7章和第12章由于国萍编写，第9章由耿丽晶编写，第10章由魏新元编写，第13章由王文君编写，第14章由檀建新编写，第15章由乌日娜编写，第16章由贾丽艳编写。谢达平对全书进行统稿，精简、调整和补充了部分内容。最后由曾晓雄、谭周进和曹庸3位教授进行了审阅。因此本教材是第一版和第二版编写人员共同努力的成果，凝聚了他们长期科研和教学实践中的经验和见解。

本教材还可作为相近专业的科技人员和研究生的参考书。由于学科发展迅速，编者水平有限，书中难免存在错误或不妥之处，诚望读者和同行专家不吝指正，以利随时修正，防止谬误流传。

编者

2013年3月于长沙

第一版前言

本书是为食品科学与工程专业本科学生编写的教科书。本书内容力求反映学科发展的趋势，以培养适应 21 世纪科技发展、具有创新意识、基础扎实、知识面广、综合素质高的人才。考虑到食品加工生物化学、食品添加剂化学中的许多内容已编入食品化学教材，为避免与食品化学课程某些内容重复，我们重在加强食品生物化学的基础理论、基本概念和技能的内容教学，并尽可能结合食品生产实际。

本书共分为 4 篇 15 章。第 1 篇为物质篇，重点讲述生物体内糖类、脂类、蛋白质、核酸和酶的组成、结构和功能。第 2 篇为代谢篇，讲述生物大分子糖类、脂类、蛋白质和核酸的生物合成与降解代谢、能量代谢、基因信息传递及各物质代谢的相互关系与调节控制。第 3 篇为专题篇，讲述植物原料采摘后和动物屠宰后至食品加工前贮藏期间食品原料的生物化学变化以及风味物质的形成和转化。第 4 篇为技术篇，主要介绍与食品物质成分的纯化和检测相关的现代生物化学技术，重点讲述其基本原理和在食品科学上的应用现状与前景。

考虑到教学学时的因素，第 3 篇和第 4 篇编入的内容有所压缩，但随着转基因作物和转基因食品被人们广泛接受，这方面的内容可在以后补充。为使教材便于教与学，编写时力求简明、概念明确、突出重点，每章后面附有复习题，以帮助学生课后复习，掌握要点。

该教材由长期担任食品生物化学课程教学的主讲教师编写，谢达平教授任主编。第 1 章和第 2 章由谭敬军编写，第 3 章和第 6 章由陈晓平编写，第 4 章由常弘编写，第 5 章、第 11 章和绪论由谢达平编写，第 7 章由于国萍编写，第 8 章由林亲录编写，第 12 章由常弘和林亲录合编，第 9 章由白卫东编写，第 10 章由邓林伟编

写，第 13 章、第 14 章和第 15 章由赵国华编写。刘冠民教授对本教材进行了审阅。

本教材还可供相关专业的科技人员和研究生参考。由于编者水平有限，书中难免存在缺陷或错误之处，诚望读者和同行专家不吝指正。

编 者

2004 年 4 月于长沙

目 录

第二版前言
第一版前言

绪论 1

第 1 篇 物 质 篇

第 1 章 糖类物质 5

1.1 单糖 5

1.1.1 单糖的分子结构 5

1.1.2 单糖的物理性质和化学性质 10

1.1.3 重要的单糖 14

1.1.4 单糖的重要衍生物 15

1.2 寡糖 15

1.2.1 双糖 16

1.2.2 三糖 18

1.2.3 环糊精 18

1.3 多糖 18

1.3.1 均多糖 18

1.3.2 杂多糖 21

1.3.3 糖复合物 24

复习题 25

第 2 章 脂类物质 27

2.1 单纯脂 28

2.1.1 脂酰甘油酯 28

2.1.2 蜡 33

2.2 复合脂 34

2.2.1 磷脂 34

2.2.2 糖脂 36

2.2.3 脂蛋白 38

2.3 非皂化脂 39

2.3.1 菇类	39
2.3.2 类固醇类	40
2.3.3 前列腺素	42
复习题	43
第3章 蛋白质	44
3.1 蛋白质的化学组成与分类	44
3.1.1 蛋白质的化学组成	44
3.1.2 蛋白质的分类	44
3.2 氨基酸	46
3.2.1 氨基酸的结构	46
3.2.2 蛋白质氨基酸的分类	46
3.2.3 氨基酸的理化性质	48
3.3 肽	52
3.3.1 肽的结构与命名	52
3.3.2 重要的肽	53
3.4 蛋白质的分子结构	53
3.4.1 蛋白质的一级结构	54
3.4.2 蛋白质的空间结构	54
3.4.3 蛋白质结构与功能的关系	60
3.5 蛋白质的理化性质	61
3.5.1 蛋白质的分子质量	61
3.5.2 蛋白质的两性解离及等电点	61
3.5.3 蛋白质的胶体性质	62
3.5.4 蛋白质的沉淀作用	63
3.5.5 蛋白质的渗透压与透析	63
3.5.6 蛋白质的颜色反应	64
3.6 蛋白质的分离纯化	64
3.6.1 蛋白质分离纯化的一般原则	64
3.6.2 蛋白质分离纯化的方法	65
复习题	65
第4章 核酸	67
4.1 核苷酸	67
4.1.1 核苷酸的组成	67
4.1.2 核苷酸的理化性质	70
4.1.3 核苷酸的衍生物	71
4.2 脱氧核糖核酸 (DNA)	72
4.2.1 DNA 的碱基组成及一级结构	72

4.2.2 DNA 的空间结构	73
4.2.3 DNA 的生物学功能	77
4.3 核糖核酸 (RNA)	77
4.3.1 RNA 的结构	77
4.3.2 RNA 的类型	79
4.4 核酸的理化性质	81
4.4.1 核酸的溶解性质	81
4.4.2 核酸的两性解离	81
4.4.3 核酸的酸水解和碱水解	82
4.4.4 核酸的分子大小	82
4.4.5 核酸的黏度	82
4.4.6 核酸的紫外吸收	82
4.4.7 核酸的沉降特性	83
4.4.8 核酸的变性、复性与杂交	83
4.5 核酸的研究方法	84
4.5.1 核酸制备的一般程序	84
4.5.2 核酸分离纯化的一般步骤	84
4.5.3 核酸的分离纯化	85
4.5.4 核酸的凝胶电泳	85
4.5.5 DNA 的序列测定	86
复习题	88
第 5 章 酶	89
5.1 酶的一般概念	89
5.1.1 酶的定义和催化特点	89
5.1.2 酶的化学本质及组成	90
5.1.3 酶的命名与分类	91
5.1.4 酶催化反应的专一性	92
5.2 酶的催化作用机理	94
5.2.1 酶的活性中心	94
5.2.2 诱导契合学说	94
5.2.3 中间产物学说	95
5.2.4 酶催化高效率作用的机理	96
5.2.5 酶原激活	97
5.3 酶反应动力学	97
5.3.1 酶反应速度与活力单位	98
5.3.2 底物浓度对酶促反应速度的影响	98
5.3.3 pH 对酶促反应速度的影响	100
5.3.4 温度对酶促反应速度的影响	101

5.3.5 酶浓度对酶促反应速度的影响	101
5.3.6 激活剂对酶促反应速度的影响	101
5.3.7 抑制剂对酶促反应速度的影响	102
5.4 别构酶与同工酶	104
5.4.1 别构酶	104
5.4.2 同工酶	104
5.5 维生素构成的辅因子	105
5.5.1 维生素 PP 与 NAD^+ 、 NADP^+	105
5.5.2 维生素 B_1 与焦磷酸硫胺素	105
5.5.3 维生素 B_2 与 FMN、FAD	106
5.5.4 维生素 B_6 与磷酸吡哆醛	106
5.5.5 泛酸与辅酶 A	107
5.5.6 生物素	108
5.5.7 叶酸及其辅酶形式	108
5.5.8 维生素 B_{12} 与辅酶 B_{12}	108
5.5.9 硫辛酸	109
5.5.10 维生素 C	110
5.6 食品加工中的常用酶	110
5.6.1 食品工程中的常用酶	110
5.6.2 酶的改造与模拟	113
复习题	114

第 2 篇 代 谢 篇

第 6 章 生物氧化	117
6.1 生物氧化概述	117
6.1.1 生物氧化的定义和特点	117
6.1.2 生物氧化的方式与 CO_2 的生成	118
6.1.3 生物氧化的酶类	119
6.2 呼吸链	120
6.2.1 呼吸链的组成	120
6.2.2 线粒体内两条重要的呼吸链	122
6.3 生物氧化中能量的转变	123
6.3.1 高能磷酸化合物	123
6.3.2 磷酸肌酸和磷酸精氨酸的贮能作用	123
6.3.3 ATP 的生成	123
6.3.4 ATP 循环	126
6.3.5 线粒体外 NADH 的氧化	127

6.4 超氧负离子的生成	128
复习题	129
第7章 糖类代谢	130
7.1 糖类的消化吸收	130
7.1.1 糖类的消化	130
7.1.2 糖类的吸收	131
7.1.3 糖的转运——血糖的来源与去路	131
7.2 糖的无氧分解	132
7.2.1 糖酵解的反应过程	132
7.2.2 丙酮酸的去路	135
7.2.3 糖酵解的能量核算及生理意义	136
7.2.4 其他单糖的酵解	136
7.2.5 糖酵解的调节	137
7.3 糖的有氧氧化	138
7.3.1 糖有氧氧化的反应过程	139
7.3.2 糖有氧氧化产生的 ATP	142
7.3.3 糖有氧氧化的调节	144
7.4 磷酸戊糖途径	146
7.4.1 磷酸戊糖途径的反应过程	146
7.4.2 磷酸戊糖途径的意义	149
7.5 糖醛酸途径	149
7.6 糖异生作用	149
7.6.1 糖异生途径	150
7.6.2 糖异生的调节	151
7.7 糖原的分解与合成	153
7.7.1 糖原的分解代谢	153
7.7.2 糖原的合成代谢	154
7.7.3 糖原的代谢调控	155
7.8 其他糖类的合成	156
7.8.1 淀粉的合成	156
7.8.2 蔗糖的合成	157
7.8.3 乳糖的合成	158
7.9 糖代谢各途径之间的关系	158
复习题	160
第8章 脂类代谢	161
8.1 脂类的消化吸收与运输	161
8.1.1 脂类的消化	161

8.1.2	脂类的吸收	162
8.1.3	脂类的转运	162
8.2	脂肪的分解代谢	163
8.2.1	甘油的转化	163
8.2.2	脂肪酸的分解	164
8.2.3	酮体的代谢	170
8.2.4	乙醛酸循环	171
8.3	脂肪的合成代谢	173
8.3.1	3-磷酸甘油的生物合成	173
8.3.2	脂肪酸的生物合成	173
8.3.3	三脂酰甘油的生物合成	179
8.4	磷脂的代谢	180
8.4.1	磷脂的降解	180
8.4.2	磷脂酰胆碱(卵磷脂)的生物合成	181
8.5	胆固醇的转化	182
8.5.1	胆固醇转化为胆汁酸及其衍生物	183
8.5.2	胆固醇转化为类固醇激素	183
8.5.3	胆固醇转化为脱氢胆固醇	183
	复习题	184
第9章	氨基酸和核苷酸代谢	185
9.1	蛋白质的消化酶解和泛素系统降解	185
9.1.1	蛋白酶的分类	185
9.1.2	体内蛋白质的重要功能	185
9.1.3	氮平衡	186
9.1.4	蛋白质的消化酶解过程	187
9.1.5	泛素系统降解	188
9.2	氨基酸的分解代谢	190
9.2.1	氨基酸的脱氨基作用	191
9.2.2	氨基酸的脱羧基作用	194
9.2.3	氨的代谢	196
9.2.4	α 酮酸的代谢	199
9.2.5	CO_2 的代谢	200
9.2.6	个别氨基酸的代谢	200
9.3	氨基酸的合成代谢	203
9.3.1	谷氨酸族氨基酸的合成	203
9.3.2	天冬氨酸族氨基酸的合成	205
9.3.3	丙酮酸族氨基酸的合成	206
9.3.4	丝氨酸族氨基酸的合成	206

9.3.5 组氨酸及芳香族氨基酸的合成	206
9.4 核苷酸的代谢	207
9.4.1 核酸的降解	207
9.4.2 核苷酸的降解	208
9.4.3 嘌呤碱的分解	208
9.4.4 嘧啶碱的分解	210
9.5 核苷酸的生物合成	210
9.5.1 嘌呤核苷酸的合成	211
9.5.2 嘧啶核苷酸的合成	213
9.5.3 脱氧核糖核苷酸的合成	214
9.5.4 核苷二磷酸和核苷三磷酸的合成	215
复习题	215
第 10 章 核酸及蛋白质的生物合成	216
10.1 DNA 的生物合成	216
10.1.1 DNA 的半保留复制	216
10.1.2 DNA 复制的起点和方式	217
10.1.3 DNA 复制有关的酶和蛋白质	218
10.1.4 DNA 生物合成的过程	220
10.1.5 真核生物 DNA 的复制	222
10.1.6 DNA 复制的忠实性	223
10.1.7 DNA 的突变及修复	223
10.1.8 逆转录作用	225
10.2 RNA 的生物合成	226
10.2.1 原核生物中的基因转录	226
10.2.2 真核生物中的基因转录	228
10.3 蛋白质的生物合成	229
10.3.1 遗传密码	229
10.3.2 蛋白质合成体系及其组成	231
10.3.3 氨基酸的活化	233
10.3.4 原核生物多肽链的合成	234
10.3.5 真核生物多肽链的合成	237
10.3.6 翻译后的加工	238
复习题	239
第 11 章 物质代谢途径的相互关系与调控	240
11.1 物质代谢的相互关系	240
11.1.1 糖类代谢与脂类代谢的相互关系	240
11.1.2 糖类代谢与蛋白质代谢的相互联系	240