



高等职业教育“十二五”规划教材

食品生物化学

SHIPIN SHENGWU
HUAXUE

— 张 峰 蔡云飞◎主编

中国轻工业出版社



高等职业教育“十二五”规划教材

食品生物化学

张 峰 蔡云飞 主编

图书在版编目 (CIP) 数据

食品生物化学/张峰, 蔡云飞主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2012. 1

高等职业教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5019-8519-7

I. ①食… II. ①张…②蔡… III. ①食品化学: 生物化学-高等职业教育-教材 IV. ①TS201.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 226205 号

责任编辑: 张 靓 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: 燕 杰 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: 北京京都六环印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2012 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 720 × 1000 1/16 印张: 22

字 数: 473 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-8519-7 定价: 39.00 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

101493J2X101ZBW

本系列教材编委会

(按姓氏笔画排列)

主 任 丁立孝

副主任 王宗湖 方 丽 冯 蕾 李公斌 李志香

委 员 王方坤 吕祝章 刘丹赤 衣建龙 孙清荣
李 扬 李京东 李慧东 宋传升 张 峰
张玉华 张玉清 张瑞菊 张家国 陈红霞
胡会萍 倪雪朋 黄 莉 黄贤刚 臧剑甬

顾 问 王树庆 亓俊忠 孙连富

《食品生物化学》编写人员

主 编 张 峰（齐鲁师范学院）
蔡云飞（齐鲁师范学院）

副 主 编 刘治刚（滨州职业学院）
于克学（山东省农业管理干部学院）
张庆娜（日照职业技术学院）

参编人员（按姓氏笔画排列）

刘 颖（烟台职业学院）
孙洪兆（齐鲁师范学院）
张才波（齐鲁师范学院）
杨艳芬（山东经贸职业学院）
郭美丽（烟台职业学院）
裴爱田（山东商业职业技术学院）
缪金伟（东营职业学院）

《前言》

食品生物化学是食品类相关专业的一门重要专业基础课程。随着化学分析手段、生物化学理论及技术的迅猛发展,食品生物化学也取得了长足进步,但目前国内出版的相关著作却寥寥无几,尤其是适用于高职、专科相关教育的教材极为匮乏。为改善这一状况,为高职及专科层次食品相关专业的学科建设尽绵薄之力,我们组建了优秀编写团队,综合大家多年来在食品相关专业的教学研究成果,借鉴同行专家的经验,通过积累、总结、整理资料,编写而成了本书。

本书以人与食物的关系为中心,以食品中的主要营养成分为切入点,详细介绍了水分与矿物质、维生素、糖类、脂类、蛋白质、酶、核酸等物质的组成、结构、性质及其在体内的代谢过程,并对这些成分在食品加工过程中的变化及其对食品品质的影响进行了阐述。本书适用于作为高职、高专食品类相关专业的教科书,也可作为专业科技工作者的参考书。

全书共分15章。本书纲目、绪论、第十章及大部分实验由齐鲁师范学院张峰、蔡云飞编写,第一章、第七章由烟台职业学院刘颖、郭美丽编写,第二章、第八章及该部分实验由东营职业学院缪金伟编写,第三章、第十三章由齐鲁师范学院张才波、孙洪兆编写,第五章由山东商业职业技术学院裴爱田编写,第六章由山东经贸职业学院杨艳芬编写,第九章、第十二章由滨州职业学院刘治刚编写,第四章、第十一章由山东省农业管理干部学院于克学编写,第十四章、第十五章由日照职业技术学院张庆娜编写。张峰、蔡云飞、刘治刚、于克学和张庆娜负责本书的校稿,由张峰、蔡云飞统稿。

在本书编写过程中,参考了众多资料,得到了兄弟院校同行、出版社的支持和鼓励,在此向参考资料作者、同行、出版社等所有关心、帮助本书编写的人士和单位表示由衷的感谢。

由于编者水平所限,书中难免有不当之处,希望读者批评指正。

编者

绪 论

一、食品生物化学的概念

一般而言,人类为维持正常生理功能而摄取的含有各类营养素的物质统称为食品。《中华人民共和国食品安全法》第九十九条对“食品”的定义为:指各种供人食用或者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,但是不包括以治疗为目的的物品。而 GB/T 15091—1994《食品工业基本术语》对食品的定义为:可供人类食用或饮用的物质,包括加工食品、半成品和未加工食品,不包括烟草或只作药品用的物质。从实际情况看,绝大多数食品都是由相应的原料加工而成的,因此从食品卫生立法和管理的角度,广义的食品概念还应涉及所有生产食品的原料,食品原料种植、养殖过程中接触的物质和环境,食品的添加物质,所有直接或间接接触食品的包装材料、设施以及影响食品原有品质的环境。

广义来讲,应用基础科学及工程知识来研究食品的物理、化学、生化性质及食品加工原理的学科就称为食品科学(Food Science)。而食品生物化学是食品科学中的一个重要分支,是研究食品成分的组成、结构、性质、功能及其在人体内的代谢规律,在贮藏、加工过程中化学变化规律的一门学科。它研究的不仅仅是食品本身,还要考察食品在加工、贮运、代谢过程中的变化规律。

二、食品生物化学的研究范畴

食品生物化学研究的主要内容包括:

(1) 食品的化学组成、结构、性质及生理功能。食品的化学组成是指食品中含有的能用化学方法分析的元素或物质,主要包括水分、矿物质、糖类、蛋白质、脂类、核酸、维生素等,此外还有激素、色素、食品添加剂及污染物等。本书则主要论述了食品中的六大营养成分——水、矿物质、糖类、蛋白质、脂

类、维生素，以及核酸的结构与功能。

(2) 食品在加工、贮运过程中上述成分的变化及其对食品营养价值的影响。

(3) 食品的动态生物化学过程。它是以代谢途径为中心，研究食品在人体内的变化规律及伴随其中的能量变化。

综上所述，食品生物化学与研究生物体的细胞组成、生命物质的结构和功能、生命过程中的代谢规律的普通生物化学有所不同，它是在普通生物化学的基础上，结合食品的组成、结构、特性及化学变化的一门交叉学科。

三、食品生物化学课程的知识框架与学习要点

(1) 食品中的主要营养素是相同的，即水分、矿物质、蛋白质、糖类、脂类、维生素。此外食品中还多含有核酸。其中蛋白质、糖类、核酸是生物体特有的生物大分子，具有复杂的结构层次，而这复杂的结构层次正是这些生物大分子具有纷繁复杂的性质、功能的基础。掌握生物大分子的结构特点，对于我们了解这些成分的结构与功能具有重要的意义，同时也为我们了解它们在食品加工、贮存中的变化提供了基本的切入点。

(2) 食品中的一些化学成分对人体具有不同的生理功能，而这些生理功能要通过这些成分在人体中的新陈代谢体现出来，因此，掌握新陈代谢的基本过程及其其中的基本规律，才能更好地了解食品中的各种成分是如何影响食品质量的。在物质代谢中，三羧酸循环是糖类、脂类、氨基酸、核酸代谢的枢纽，它不仅是生物大分子彻底氧化分解的必经之路，同时也为各种生物大分子的合成提供了碳骨架。因此，熟练掌握三羧酸循环的反应过程及各类物质的关联环节，可以极大地帮助初学者掌握、了解代谢的一般过程。在能量代谢中，各种生理活动均使用通用的能量“货币”分子——ATP，而 ATP 主要是通过两种方式形成的，即底物水平磷酸化和电子传递磷酸化，其中电子传递磷酸化是 ATP 合成的主要方式，掌握 ATP 的合成消耗就掌握了食品对于人体的能量价值。

(3) 食品在加工、贮运过程中发生的结构及化学变化是食品生物化学课程中所独有的内容。掌握这些变化，为我们进一步应用食品生物化学理论知识指导实际的食品在生产、加工、储藏过程中发生的生物化学变化奠定了理论基础。因此，应当着重关注这些变化，并注意理论联系实际，从而加深对所学理论知识的理解和应用，提高分析问题、解决问题的能力。



思考与练习

一、名词解释

食品 食品生物化学

二、简答题

食品生物化学的研究内容有哪些?

《 目 录

1 绪论

- 1 一、食品生物化学的概念
- 1 二、食品生物化学的研究范畴
- 2 三、食品生物化学课程的知识框架与学习要点

4 第一章 | 生物体的基本特征

4 第一节 生物体的组成

- 4 一、生物体的元素组成
- 5 二、生物体的分子组成

8 第二节 新陈代谢

- 8 一、新陈代谢的概念
- 11 二、物质代谢
- 12 三、能量代谢
- 14 四、高能键与高能化合物
- 16 五、ATP 的特殊作用

19 第二章 | 水分与矿物质

19 第一节 水的功用与代谢

- 19 一、水的功用
- 20 二、水分代谢

20 第二节 水分与食品

- 20 一、食品中水分存在方式

- 21 二、水分活度
- 23 三、水分与食品加工

23 第三节 矿物质概述

- 23 一、矿物质
- 24 二、重要的矿物质及功用

28 第四节 食品加工对于矿物质有效性的影响

- 28 一、食品中矿物质的存在
- 30 二、食品中矿物质的有效性
- 31 三、食品加工对食物中矿物质的有效性的影响

32 实验一 食品中水分活度的测定

34 实验二 食品中铁的测定

37 第三章 | 糖类

37 第一节 概述

- 37 一、糖类的元素组成和化学本质
- 38 二、糖类的命名与分类

38 第二节 单糖

- 38 一、单糖的结构
- 40 二、单糖的构型
- 42 三、单糖的理化性质与鉴定
- 45 四、重要的单糖及单糖的衍生物

46 第三节 寡糖及多糖代表物

- 46 一、寡糖的结构与性质
- 46 二、常见的寡糖
- 48 三、多糖的代表物

50 第四节 糖类的膳食利用

- 51 一、主食与淀粉
- 52 二、膳食纤维
- 53 三、食品甜味剂

55 实验三 糖的呈色反应和定性鉴定

59 实验四 蒽酮法测定植物材料中总糖及还原糖**63 第四章 | 脂类****63 第一节 概述**

- 63 一、脂类的分类
- 63 二、脂类的生物学作用

64 第二节 单纯脂

- 65 一、脂肪酸
- 66 二、甘油三酯
- 68 三、蜡

69 第三节 复合脂

- 69 一、磷脂
- 70 二、糖脂
- 71 三、衍生脂质

73 第四节 油脂与食品保藏、加工

- 73 一、酸败
- 74 二、油脂的热劣变
- 75 三、油脂在贮存过程中的变化
- 77 四、脂类氧化对食品营养价值的影响

77 实验五 粗脂肪的提取和测定**79 实验六 卵磷脂的提取和鉴定****80 实验七 脂肪碘价的测定****83 第五章 | 蛋白质****83 第一节 蛋白质的生物学意义****84 第二节 蛋白质的分子组成**

- 84 一、蛋白质的元素组成与相对分子质量
- 85 二、蛋白质的氨基酸组成
- 88 三、氨基酸的理化性质

91 第三节 肽

- 91 一、肽键与肽
- 91 二、生物活性肽

93 第四节 蛋白质的结构

- 93 一、蛋白质的一级结构
- 94 二、蛋白质的二级结构
- 98 三、蛋白质的三级结构
- 99 四、蛋白质的四级结构

99 第五节 蛋白质结构与功能的关系

- 100 一、一级结构与功能的关系
- 101 二、空间构象与功能的关系

102 第六节 蛋白质的变性、沉淀与分析方法

- 102 一、蛋白质的变性与沉淀
- 103 二、蛋白质的分离及相对分子质量的测定

104 第七节 蛋白质在食品加工中的性质及功能

- 104 一、蛋白质的水化性和持水性
- 106 二、蛋白质的膨润、乳化性、发泡性
- 109 三、蛋白质与风味物质结合

110 实验八 蛋白质与氨基酸的显色反应**114 实验九 蛋白质的沉淀及变性****116 实验十 纸层析法分离氨基酸****118 实验十一 蛋白质的定量测定——福林-酚法****121 实验十二 醋酸纤维薄膜电泳分离血清蛋白****124 实验十三 牛乳中酪蛋白的制备****126 第六章 | 核酸****126 第一节 概述**

- 126 一、核酸的发现
- 126 二、核酸的种类与分布

127 三、核酸的生物学功能

127 第二节 核酸的结构

127 一、核苷酸

130 二、核酸的共价结构

130 三、核酸的高级结构

135 第三节 核酸的理化性质

135 一、核酸的水解

136 二、核酸的酸碱性质

136 三、核酸的紫外吸收

137 四、核酸的变性、复性及杂交

138 第四节 核酸的分离提取与营养价值

138 一、核酸的分离提取

139 二、聚合酶链式反应 (PCR)

139 三、核酸的营养价值及其与健康的关系

140 实验十四 核酸的提取与鉴定

142 实验十五 猪脾脏 DNA 的制备 (浓盐法)

144 第七章 | 酶

144 第一节 概述

144 一、酶的化学本质及组成

145 二、酶催化作用的特点

147 三、酶的命名与分类

149 第二节 酶作用的机制

149 一、活性部位与必需基团

151 二、酶原的激活

152 三、酶的催化机理

153 第三节 酶促反应动力学

153 一、酶促反应速率及测定

154 二、酶浓度对酶促反应速率的影响

154 三、底物浓度对酶促反应速率的影响

- 156 四、温度对酶活力的影响
- 157 五、pH 对酶活力的影响
- 157 六、激活剂对酶促反应速率的影响
- 158 七、抑制剂对酶促反应速率的影响

160 第四节 酶在食品工业中的应用

- 160 一、酶在食品加工中的应用
- 163 二、酶在食品贮藏中的应用
- 163 三、酶工程

164 实验十六 酶的特性——底物专一性

167 实验十七 酶活力的影响因素

171 第八章 | 维生素

171 第一节 概述

- 171 一、维生素的概念
- 172 二、维生素的分类

172 第二节 脂溶性维生素

- 172 一、维生素 A
- 173 二、维生素 D
- 174 三、维生素 E
- 175 四、维生素 K

176 第三节 水溶性维生素

- 176 一、维生素 C
- 177 二、B 族维生素与辅酶

183 第四节 食品加工与贮藏过程中维生素的损失

- 183 一、食品加工过程中维生素的损失
- 187 二、食品贮藏过程中维生素的损失
- 187 三、中国居民膳食中各类维生素的推荐摄入量

189 实验十八 维生素 C 的性质实验

191 第九章 | 生物氧化

191 第一节 能量代谢与生物氧化概述

- 191 一、生物氧化的特点
- 192 二、生物氧化中 CO_2 的生成
- 192 三、生物氧化中水的生成
- 193 四、生物氧化的场所

193 第二节 线粒体氧化体系

- 193 一、呼吸链概念
- 193 二、呼吸链的组成
- 196 三、呼吸链中传递体的顺序

198 第三节 生物氧化中能量的转移和生成

- 198 一、ATP 的生成
- 199 二、胞液中 NADH 的氧化磷酸化
- 200 三、氧化磷酸化作用机制

202 第十章 | 糖代谢

202 第一节 糖的消化与吸收

- 202 一、糖的消化过程
- 202 二、糖的吸收

203 第二节 糖的分解代谢

- 203 一、糖酵解
- 212 二、糖的有氧氧化
- 218 三、戊糖磷酸途径

222 第三节 糖的合成代谢

- 222 一、糖原的合成代谢
- 224 二、淀粉及蔗糖的合成

225 第四节 糖异生作用

- 225 一、糖异生的过程
- 228 二、糖异生反应总览

230 实验十九 发酵过程中无机磷的利用**233 第十一章 | 脂类代谢****233 第一节 脂质的消化、吸收与转运**

- 233 一、脂质的消化
- 234 二、脂质的吸收
- 234 三、载脂蛋白与脂类的转运

235 第二节 甘油三酯的分解代谢

- 235 一、脂肪的动员
- 236 二、甘油的氧化
- 236 三、饱和脂肪酸的 β -氧化
- 241 四、脂肪酸的其它氧化代谢途径
- 242 五、酮体代谢

244 第三节 脂类的合成代谢

- 244 一、甘油的来源
- 244 二、脂肪酸的合成
- 248 三、三脂酰甘油（脂肪）的合成

249 第四节 磷脂代谢

- 249 一、甘油磷脂的降解
- 250 二、甘油磷脂的合成

252 实验二十 酮体的生成**254 第十二章 | 氨基酸代谢****254 第一节 蛋白质的营养作用**

- 254 一、蛋白质需要量
- 256 二、蛋白质的营养价值
- 257 三、蛋白质的肠中腐败作用

258 第二节 蛋白质的酶促降解

- 258 一、内源蛋白质的降解