

全国中医药行业高等中医药院校成人教育规划教材（专科）

# 生物化学

供药学、中药学、药物制剂、生物制药、中药资源与开发、药物分析等专业使用

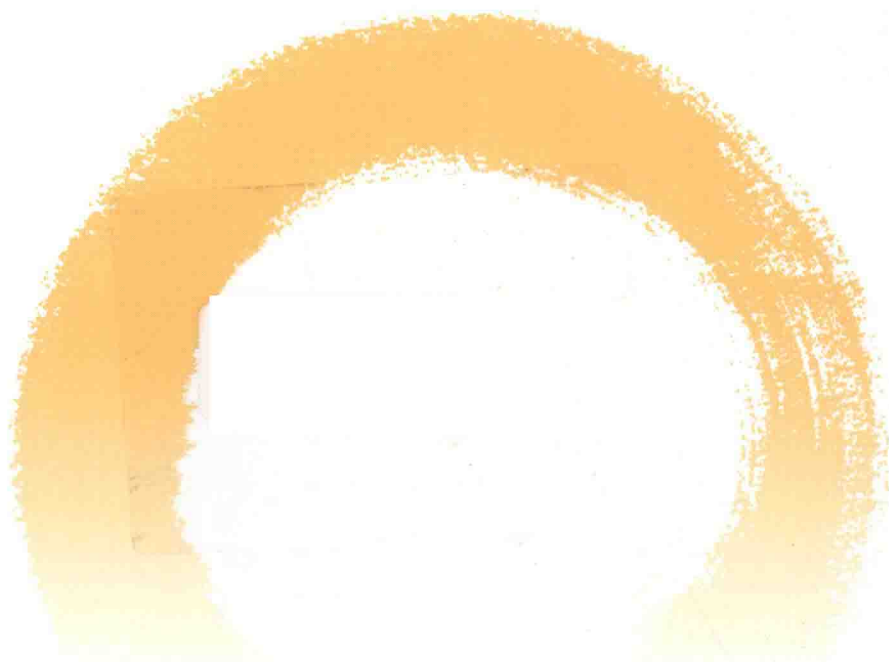
国家中医药管理局人事教育司 / 指导

全国中医药成人教育学会、湖南科学技术出版社 / 组织编写

主编单位：黑龙江中医药大学

主编：于英君（黑龙江中医药大学）

主审：孙 力（黑龙江中医药大学）



全国中医药行业高等中医药院校成人教育规划教材 (专科)

# 生物化学

供药学、中药学、药物制剂、生物制药、中药资源与开发、药物分析等专业使用

国家中医药管理局人事教育司/指导

全国中医药成人教育学会、湖南科学技术出版社/组织编写

主编单位: 黑龙江中医药大学

主 编: 于英君 (黑龙江中医药大学)

副 主 编: 魏敏惠 (陕西中医学院)

杨 云 (云南中医学院)

郭丽新 (黑龙江中医药大学)

张春蕾 (黑龙江中医药大学佳木斯学院)

编 者:

于英君 (黑龙江中医药大学)

王 蕾 (北京中医药大学)

孙 聪 (长春中医药大学)

任 颖 (长春中医药大学)

李丽帆 (广西中医学院)

刘群良 (湖南中医学院)

杨 云 (云南中医学院)

张春蕾 (黑龙江中医药大学佳木斯学院)

郑晓珂 (河南中医学院)

柳 春 (辽宁中医药大学)

郭丽新 (黑龙江中医药大学)

焦志刚 (河南中医学院)

魏敏惠 (陕西中医学院)

主 审: 孙 力 (黑龙江中医药大学)

## 图书在版编目 (C I P) 数据

生物化学 / 于英君主编. — 长沙 : 湖南科学技术出版社, 2012. 2

全国中医药行业高等中医药院校成人教育规划教材. 专科  
ISBN 978-7-5357-7105-6

I. ①生… II. ①于… III. ①生物化学—成人高等教育—教材 IV. ①Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 017576 号

全国中医药行业高等中医药院校成人教育规划教材 (专科)

### 生物化学

指 导: 国家中医药管理局人事教育司

组织编写: 全国中医药成人教育学会、湖南科学技术出版社

主编单位: 黑龙江中医药大学

主 编: 于英君

主 审: 孙 力

策划编辑: 石 洪 邹海心

文字编辑: 唐艳辉

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

邮购联系: 本社直销科 0731-84375808

印 刷: 长沙瑞和印务有限公司

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 长沙市井湾路 4 号

邮 编: 410004

出版日期: 2012 年 2 月第 1 版第 1 次

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 13.25

字 数: 330000

书 号: ISBN 978-7-5357-7105-6

定 价: 26.00 元

(版权所有·翻印必究)

# 全国中医药行业高等中医药院校成人教育规划教材 ( 专科 )

## 编写领导小组名单

---

主 任： 洪 净 郑炳生 黄一九

副 主 任： 周 杰 徐英敏 王子寿 黄政德 石 洪

小组成员： ( 按姓氏笔画为序 )

马承严 王仁安 王济平 王彦辉 王慧生

卞 瑶 江 滨 许克祥 刘桂玲 张茂昌

张 志 李献平 李瑞洲 何文斌 何清平

陈革新 陈 莘 邹本贵 周国辉 金卫东

贺新怀 赵冀生 洪 雁 祝 捷 郝达富

贾 勇 聂亚飞 秦祖杰 常富林 曹世奎

黄水清 梁 华 鄂蕴娟 蒋冠斌 韩建民

韩爱丽 游卫平 魏希启 魏东明 戴其舟

办公室主任： 邹海心

## 出版说明

《全国中医药行业高等中医药院校成人教育规划教材》（专科、专升本）是在国家中医药管理局人事教育司精心指导下，首次组织全国 20 多家高等中医药院校及全国高职高专学校编写的中药学等专业成人教育规划教材。本套教材的编写，旨在培养适应社会主义现代化建设和中医药事业发展需要的，德、智、体、美全面发展，具备中药学基础理论、基本知识、基本技能以及相关的中医学、药学等方面的知识和能力，掌握一定的人文社会科学、自然科学和中国传统文化知识，能从事中药生产、科研、教学、管理等方面工作，具有良好的职业道德和职业素质，富有创新意识的中药专门人才。

《全国中医药行业高等中医药院校成人教育规划教材》（专科、专升本）根据“政府指导，学会主办，学校联办，出版社协办”的精神编写出版，即国家中医药管理局人事教育司宏观指导；全国中医药成人教育学会、湖南科学技术出版社具体组织；全国高等中医药院校广泛参与，既是教材编写的主体，又是教材的使用单位；湖南科学技术出版社负责教材的出版，并协助政府、学会、院校提供编辑出版方面的服务和经费支持。这种四位一体的运作机制，旨在有机结合各方面的优质资源，有效调动各方面的积极性，有力保证教材的科学性、权威性、公认性和教学适应性。

2008 年 1 月在湖南长沙召开《全国中医药行业高等中医药院校成人教育规划教材》（专科、专升本）编写出版工作会议；2009 年 3 月 26 日在北京召开本教材的编写领导小组组长会议；同年 8 月，在长沙召开全体主编会议。几次会议明确了本套教材的编写遵循以下原则：

1. 少而精的原则：中医药行业成人高等教育的形式为业余学习，均以自学为主，面授为辅。学员多为在职从业人员。因此，教材编写必须掌握理论够用为度，重在实用，便于自学，贯彻少而精的原则。要突出重点，讲清难点，切忌照搬全日制普通高校教材。各门课程教材字数篇幅限制在每面授课时 3000 字以下（含教学大纲，教学大纲作为附录编入教材）。

2. 循序渐进的原则：中医药行业成人高等教育分专科和本科两个层次，本科教育的适用对象为专升本学员，专科、本科分别编写教学大纲和教材。因此，同一课程的专科、本科教材内容，做到由浅入深，由易到难，逐步深化，紧密衔接，避免了知识点不必要的重复或疏漏，体现循序渐进的原则。各位主编负

责同一课程的专科、专升本两个层次教材内容相互衔接,各课程之间的大纲教学内容相互协调。

3. 因材施教的原则:中医药行业成人教育的对象主要在基层,其学习、工作、文化基础条件相对较差。教材编写应正视现实,适应教学需求,避免内容过难、过繁、过宽。另外,本套教材中的中医类课程如《中医学基础》、西医类课程如《解剖生理学》、《药理学》等,编写时注意适应中药专业的需求,体现中医思维,同时兼顾学历教育和执业资格、职称考试的需求。

中医药行业成人教育是中医药人才队伍建设的一个重要组成部分,尽管我们在全国高等中医成人教育教材上有着相当不错的成绩,积累了许多的经验,但是,中药成人教育教材是在国家中医药管理局人事教育司的指导下首次尝试,前进的道路仍十分漫长,还有许多课题需要我们去探索,还有很多困难有待我们去克服,教材编写是教育事业的一项基础工作,直接关系到教学质量的提高。编好教材不仅需要作者们呕心沥血,更需要教师们的关心和支持,诸如课程设置是否合理、教学内容详略是否恰当、大纲安排是否切合实际等,都有待于广大师生提出批评和建议,以便今后修订再版时更臻完善。

最后,我们要感谢参编院校的领导和各位主编、编者,他们为教材的编写做出了无私的贡献和积极的努力;感谢使用教材的院校领导和师生,他们一直关心教材的编写情况,并提出了很多的宝贵建议。由于时间紧,任务重,在编写和编辑的过程中难免存在着各种各样的问题,敬请各位读者谅解!

湖南科学技术出版社

2011年10月

# 前 言

生物化学是研究生物体的物质组成、物质结构与功能、物质代谢变化与规律及生物遗传的物质基础与化学规律等的一门生命科学领域的基础学科。生物化学的基本理论是各个不同有关生命科学专业的重要基础课程，其中只是在基本理论内容的基础上略有不同的侧重而已。如在医药学则侧重于人体的正常与疾病及药物治疗化学变化规律。

本教材作为全国中医药行业高等中医药院校成人教育规划教材，是在国家中医药管理局人事教育司指导下，由全国中医药成人教育教材编委会、湖南科学技术出版社组织全国部分中医药院校的生物化学专家为中药成人教育模式编写而成。中药成人高等教育的形式为业余，均以自学为主，面授为辅，因此教材编写时掌握理论够用为度，重在实用，便于自学，贯彻少而精的原则，突出重点，讲清难点，不同于全日制普通高校教材。本课程作为成人专科中药专业基础课程，主要注重生物化学基本理论及部分相关实验的学习。通过学习要掌握其中主要理论内容和基本概念，熟悉并理解其理论与实际应用的重要意义及其与其他相关学科的关系，建立较完整生物化学知识结构，为学习好其他相关课程奠定重要理论知识。

本教材包括蛋白质化学、核酸（核酸化学与核酸生物合成）、酶、三大物质（糖、脂和蛋白质）代谢与代谢调节、及肝胆生化等主要内容。考虑到中药成人高等教育的特点和本教材的应用对象主要在基层，其学习、工作、生活条件相对较差等客观情况。教材编写是正视现实，适应教学要求，避免内容过难、过繁、过宽并体现循序渐进的原则。

在本教材编写的过程中得到全国中医药成人教育教材编委会和湖南科技出版社的指导同时也得到参编人员单位的领导及有关部门的支持在此一并表示感谢。

由于我们的学术和编写水平有限，在书中难免存在有缺点和不当之处，恳请同行专家及读者批评指正。

编委会

2011年10月

# 目 录

|                             |      |
|-----------------------------|------|
| 第一章 绪论 .....                | (1)  |
| 第一节 生物化学发展简史 .....          | (1)  |
| 第二节 生物化学的主要内容 .....         | (2)  |
| 一、生物体的物质组成及生物分子的结构与功能 ..... | (2)  |
| 二、物质代谢及其调节 .....            | (3)  |
| 三、基因表达及其调控 .....            | (3)  |
| 第三节 生物化学与医药学的关系 .....       | (3)  |
| 第四节 学习生物化学的目的与意义 .....      | (4)  |
| 第二章 蛋白质化学 .....             | (5)  |
| 第一节 蛋白质的分子组成 .....          | (5)  |
| 一、蛋白质的元素组成 .....            | (5)  |
| 二、蛋白质的组成单位——氨基酸 .....       | (5)  |
| 三、肽 .....                   | (9)  |
| 第二节 蛋白质的分子结构 .....          | (10) |
| 一、蛋白质的一级结构 .....            | (11) |
| 二、蛋白质的空间构象 .....            | (11) |
| 三、蛋白质的分类 .....              | (14) |
| 第三节 蛋白质结构与功能的关系 .....       | (14) |
| 一、蛋白质分子一级结构与功能的关系 .....     | (14) |
| 二、蛋白质空间构象与功能的关系 .....       | (15) |
| 第四节 蛋白质的理化性质 .....          | (15) |
| 一、蛋白质的两性电离及等电点 .....        | (15) |
| 二、蛋白质的紫外吸收 .....            | (16) |
| 三、蛋白质的呈色反应 .....            | (16) |
| 四、蛋白质的大分子特性 .....           | (16) |
| 自学指导 .....                  | (18) |
| 第三章 酶 .....                 | (21) |
| 第一节 酶的结构与功能 .....           | (21) |
| 一、酶的分子组成 .....              | (21) |
| 二、酶的活性中心 .....              | (22) |
| 三、同工酶 .....                 | (23) |
| 四、酶原及酶原的激活 .....            | (24) |
| 第二节 酶促反应特点 .....            | (24) |

|                             |      |
|-----------------------------|------|
| 一、酶促反应的特点 .....             | (24) |
| 二、中间复合物学说 .....             | (25) |
| 第三节 酶促反应动力学 .....           | (26) |
| 一、酶浓度对酶促反应速度的影响 .....       | (26) |
| 二、底物浓度对酶促反应速度的影响 .....      | (26) |
| 三、温度对酶促反应速度的影响 .....        | (27) |
| 四、pH 对酶促反应速度的影响 .....       | (28) |
| 五、抑制剂对酶促反应速度的影响 .....       | (28) |
| 六、激活剂对酶促反应速度的影响 .....       | (32) |
| 第四节 酶的命名与分类 .....           | (32) |
| 一、酶的命名 .....                | (32) |
| 二、酶的分类 .....                | (33) |
| 第五节 酶在医药学中的应用 .....         | (34) |
| 一、酶与疾病的发生 .....             | (34) |
| 二、酶与疾病的诊断 .....             | (34) |
| 三、酶与疾病的治疗 .....             | (35) |
| 四、酶在药物制造方面的应用 .....         | (35) |
| 自学指导 .....                  | (36) |
| 第四章 维生素 .....               | (38) |
| 第一节 一般性问题 .....             | (38) |
| 一、维生素的概念与特点 .....           | (38) |
| 二、维生素缺乏症及原因 .....           | (38) |
| 三、维生素的命名与分类 .....           | (39) |
| 第二节 水溶性维生素 .....            | (39) |
| 一、维生素 B <sub>1</sub> .....  | (39) |
| 二、维生素 B <sub>2</sub> .....  | (40) |
| 三、维生素 PP .....              | (40) |
| 四、维生素 B <sub>6</sub> .....  | (41) |
| 五、泛酸 .....                  | (41) |
| 六、生物素 .....                 | (42) |
| 七、叶酸 .....                  | (42) |
| 八、维生素 B <sub>12</sub> ..... | (43) |
| 九、维生素 C .....               | (43) |
| 十、硫辛酸 .....                 | (44) |
| 第三节 脂溶性维生素 .....            | (44) |
| 一、维生素 A .....               | (44) |
| 二、维生素 D .....               | (45) |
| 三、维生素 E .....               | (45) |
| 四、维生素 K .....               | (46) |
| 自学指导 .....                  | (48) |

|                                        |      |
|----------------------------------------|------|
| 第五章 生物氧化 .....                         | (49) |
| 第一节 概述 .....                           | (49) |
| 一、生物氧化的特点 .....                        | (49) |
| 二、CO <sub>2</sub> 的生成方式 .....          | (50) |
| 第二节 呼吸链 .....                          | (50) |
| 一、呼吸链的组成及其功能 .....                     | (51) |
| 二、呼吸链各成分在线粒体内膜上的定位 .....               | (53) |
| 三、呼吸链各组分的排列顺序 .....                    | (54) |
| 第三节 生物氧化与能量代谢 .....                    | (54) |
| 一、底物水平磷酸化 .....                        | (55) |
| 二、氧化磷酸化 .....                          | (55) |
| 三、ATP 循环 .....                         | (56) |
| 第四节 细胞液中 NADH+H <sup>+</sup> 的氧化 ..... | (57) |
| 第五节 线粒体外的氧化体系 .....                    | (58) |
| 一、微粒体氧化体系 .....                        | (58) |
| 二、过氧化物酶体的氧化体系 .....                    | (58) |
| 自学指导 .....                             | (59) |
| 第六章 糖代谢 .....                          | (61) |
| 第一节 血糖及其调节 .....                       | (61) |
| 一、血糖 .....                             | (61) |
| 二、血糖的来源和去路 .....                       | (61) |
| 三、激素对血糖浓度的调节 .....                     | (62) |
| 第二节 糖的分解代谢 .....                       | (63) |
| 一、糖的无氧氧化 .....                         | (63) |
| 二、糖的有氧氧化 .....                         | (66) |
| 三、磷酸戊糖途径 .....                         | (70) |
| 第三节 糖原合成、分解及糖异生作用 .....                | (72) |
| 一、糖原合成与分解 .....                        | (72) |
| 二、糖异生作用 .....                          | (74) |
| 第四节 糖代谢紊乱 .....                        | (76) |
| 一、低血糖 .....                            | (76) |
| 二、高血糖 .....                            | (76) |
| 三、糖尿病 .....                            | (76) |
| 四、糖耐量试验 .....                          | (77) |
| 自学指导 .....                             | (78) |
| 第七章 脂类代谢 .....                         | (80) |
| 第一节 血浆脂蛋白的代谢 .....                     | (80) |
| 一、血脂 .....                             | (80) |
| 二、血浆脂蛋白 .....                          | (81) |
| 第二节 脂肪的代谢 .....                        | (83) |

|                    |       |
|--------------------|-------|
| 一、脂肪的分解代谢          | (83)  |
| 二、脂肪的合成代谢          | (87)  |
| 第三节 类脂的代谢          | (89)  |
| 一、甘油磷脂的代谢          | (90)  |
| 二、胆固醇代谢            | (91)  |
| 第四节 脂类代谢紊乱         | (93)  |
| 一、高脂血症             | (93)  |
| 二、动脉粥样硬化           | (94)  |
| 自学指导               | (94)  |
| 第八章 蛋白质的分解代谢       | (96)  |
| 第一节 蛋白质的营养作用       | (96)  |
| 一、蛋白质的生理功能         | (96)  |
| 二、氮平衡              | (96)  |
| 三、蛋白质的生理需要量        | (97)  |
| 四、蛋白质的营养价值         | (97)  |
| 第二节 蛋白质的消化、吸收与腐败   | (98)  |
| 一、蛋白质的消化和吸收        | (98)  |
| 二、蛋白质的腐败作用         | (99)  |
| 第三节 氨基酸的一般代谢       | (99)  |
| 一、氨基酸代谢概况          | (99)  |
| 二、氨基酸的脱氨基作用        | (99)  |
| 三、 $\alpha$ -酮酸的代谢 | (101) |
| 四、氨的代谢             | (102) |
| 五、氨基酸的脱羧基作用        | (104) |
| 第四节 氨基酸的特殊代谢       | (105) |
| 一、一碳单位代谢           | (105) |
| 二、含硫氨基酸代谢          | (106) |
| 三、芳香族氨基酸的代谢        | (107) |
| 自学指导               | (108) |
| 第九章 核苷酸代谢          | (110) |
| 第一节 核苷酸的分解代谢       | (110) |
| 一、嘌呤核苷酸的分解代谢       | (110) |
| 二、嘧啶核苷酸的分解代谢       | (111) |
| 第二节 核苷酸合成代谢        | (112) |
| 一、嘌呤核苷酸的合成         | (112) |
| 二、嘧啶核苷酸的合成         | (114) |
| 三、脱氧核苷酸的合成         | (116) |
| 第三节 核苷酸的抗代谢物       | (117) |
| 一、嘌呤核苷酸合成的抗代谢物     | (117) |
| 二、嘧啶核苷酸的抗代谢物       | (118) |

|                      |       |
|----------------------|-------|
| 自学指导                 | (118) |
| 第十章 核酸               | (120) |
| 第一节 核酸化学             | (120) |
| 一、核酸的分子组成            | (120) |
| 二、核酸的结构与功能           | (123) |
| 三、核酸的理化性质            | (127) |
| 第二节 DNA 的生物合成        | (129) |
| 一、DNA 的复制            | (129) |
| 二、逆转录                | (136) |
| 三、DNA 损伤(突变)与修复      | (136) |
| 第三节 RNA 的生物合成(转录)    | (139) |
| 一、转录的模板和酶            | (139) |
| 二、转录过程               | (142) |
| 三、真核生物的转录后修饰         | (146) |
| 自学指导                 | (149) |
| 第十一章 蛋白质的生物合成        | (151) |
| 第一节 参与蛋白质生物合成的主要物质   | (151) |
| 一、mRNA               | (151) |
| 二、tRNA               | (154) |
| 三、核糖体                | (154) |
| 第二节 蛋白质的生物合成过程       | (155) |
| 第三节 蛋白质合成后的加工与修饰     | (159) |
| 第四节 蛋白质生物合成的抑制       | (160) |
| 自学指导                 | (161) |
| 第十二章 代谢调节            | (163) |
| 第一节 物质代谢的相互联系        | (163) |
| 一、糖与脂类代谢的相互联系        | (164) |
| 二、糖与蛋白质代谢的相互联系       | (165) |
| 三、脂类与蛋白质代谢的相互联系      | (165) |
| 四、核酸与糖、脂类、蛋白质代谢的相互联系 | (165) |
| 第二节 细胞水平的调节          | (165) |
| 一、关键酶的亚细胞分布          | (165) |
| 二、酶结构调节              | (167) |
| 三、酶量的调节              | (168) |
| 第三节 激素对物质代谢的调节       | (169) |
| 一、细胞膜受体激素的调节         | (169) |
| 二、细胞内受体激素的调节         | (172) |
| 第四节 整体调节             | (173) |
| 一、饥饿                 | (173) |
| 二、应激                 | (173) |

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| 自学指导·····                 | (174) |
| <b>第十三章 肝脏的生物化学</b> ····· | (175) |
| 第一节 肝脏在物质代谢中的作用·····      | (175) |
| 一、肝脏在糖代谢中的作用·····         | (175) |
| 二、肝脏在脂类代谢中的作用·····        | (176) |
| 三、肝脏在蛋白质代谢中的作用·····       | (176) |
| 四、肝脏在维生素代谢中的作用·····       | (177) |
| 五、肝脏在激素代谢中的作用·····        | (177) |
| 第二节 胆汁与胆汁酸代谢·····         | (178) |
| 一、胆汁·····                 | (178) |
| 二、胆汁酸的代谢·····             | (178) |
| 第三节 胆色素代谢与黄疸·····         | (180) |
| 一、胆色素的正常代谢·····           | (180) |
| 二、胆红素代谢紊乱与黄疸·····         | (183) |
| 第四节 药物在体内代谢转化·····        | (185) |
| 一、概述·····                 | (185) |
| 二、药物代谢转化的反应类型·····        | (185) |
| 三、药物代谢转化的特点·····          | (187) |
| 四、影响药物代谢转化的因素·····        | (187) |
| 自学指导·····                 | (188) |
| <b>《生物化学》教学大纲</b> ·····   | (191) |

## 第一章 绪 论

### 【目的要求】

1. 掌握生物化学的主要内容。
2. 熟悉生物化学与医药学的关系。
3. 了解生物化学发展简史。

### 【自学时数】

2 学时。

生物化学(biochemistry)是一门应用化学的原理和方法,在分子水平上研究生物体的化学组成,探讨生命活动过程中化学变化规律和生命本质的科学。简而言之,生物化学是研究生命科学的科学。

### 第一节 生物化学发展简史

生物化学是一门既古老又年轻的科学。我国古代劳动人民很早就将生物化学的知识应用于生产、烹调及医疗。但生物化学的研究始于 18 世纪,作为一门独立的学科是建立于 20 世纪初。1903 年 Neuberg 首先提出了生物化学这一名词。

生物化学的发展过程大致分为 3 个阶段:第一阶段是对生物体组成的了解阶段,开始主要是对生命物质的组成成分、性质以及含量的研究。例如,谢利(Karl Scheele)研究了生物体(植物及动物)各种组织的化学组成,奠定了生物化学基础工作。因为这方面的研究属于静止的,故这一阶段被称为“叙述生物化学”或“静态生物化学”。在了解生物体的物质组成之后,人们自然就深入到弄清维持生命活动的化学反应。第二阶段就是研究这些物质在体内的代谢变化,以及酶、维生素、激素等在代谢中的作用。由于代谢过程处于动态平衡之中,生物化学发展到这个阶段,就称为“动态生物化学”。随着研究的深入,人们对生命现象和本质有了深入地认识,并懂得了体内物质代谢主要在细胞内进行。不同类别的细胞构成了不同的组织和器官,并具有不同的生理功能。第三阶段就是研究生物分子、亚细胞、细胞、组织和器官的结构与功能的关系,从一个完整的生物机体的角度来研究其体内的化学及其化学变化称为“功能生物化学”。生物化学发展的 3 个阶段是合乎发展规律的,如果没有对生物体物质组成的了解,物质代谢的研究就无从着手。如果没有物质代谢的知识,功能生物化学也就难以发展。

20 世纪下半叶以来,生物化学发展的显著特征是分子生物学的崛起。1953 年 J. D. Watson 和 F. H. Crick 提出了 DNA 双螺旋结构模型,是生物化学发展进入分子生物学时代的重要标志。此后,对 DNA 的复制机制、RNA 的转录及蛋白质合成过程进行了深入地研究,提出了遗传信息传递的中心法则。20 世纪 70 年代初,随着限制性核酸内切酶的发现和 DNA 分子杂交技术的建立,基因工程学得到发展。1972 年 P. Berg 首次将不同的 DNA 片段连接起来,并将这个重组的 DNA 分子有效地插入到细菌细胞中进行繁殖,于是产生了重组的 DNA 克隆。1976 年 Y. W. Kan 等应用 DNA 实验技术就胎儿羊水细胞 DNA 做出了  $\alpha$ -地中海贫血出生前诊断。1977 年人类第一个基因被克隆,美国成功地用基因工程方法生产出人生长激素抑制素。1986 年 K. Mullis 等建立了 PCR 技术,使人们可以在体外进行极简便和快速的 DNA 扩增。T. Cech 发现了核酶,表明 RNA 除具有原先人们认识的功能外,还具有催化功能。这一发现打破了“酶必定是蛋白质”的传统概念,并提出“在蛋白质尚未出现前存在有一个 RNA 世界”,为生命的起源提出新的理论。1990 年基因治疗正式进入了临床实验阶段。2001 年基本完成了人类基因组计划。在此基础上,后基因组计划将进一步深入研究各种基因的功能与调节。分子生物学的研究对生命科学的发展起着巨大的推动作用,受到国际科学界的高度重视。近 20 年来,几乎每年的诺贝尔医学和生理学奖以及一些诺贝尔化学奖都授予了从事生物化学和分子生物学的科学家,就足以说明生物化学与分子生物学在生命科学中的重要地位和作用。

我国对生物化学的发展做出了重大贡献。早在欧洲之前,我国劳动人民在生产和生活中就已有运用生物化学知识和技术的先例。《论语》中记载“不得其酱不食”,这表明在周朝,民间已广为食用酱。制酱造饴须将谷物发酵,其实它已是食品工业生化的发端。从 20 世纪 20 年代开始,我国生物化学工作者在蛋白质化学、免疫化学、营养学等方面开展了许多工作。生物化学家吴宪在血液分析方面,创立了血滤液的制备及血糖的测定方法;在蛋白质的研究中,提出了蛋白质变性的学说。新中国成立后,我国生物化学有了迅速的发展,在一些领域取得了令人瞩目的成就。如 1965 年我国首先人工合成了有生物活性的蛋白质——结晶牛胰岛素。1972 年用 X 射线衍射法精确测定了猪胰岛素分子的空间结构,分辨率达 0.18 nm。1979 年又成功地合成了酵母丙氨酸转运核糖核酸。1990 年我国研制了第 1 例转基因家畜。我国已列为人类基因组计划国际大协作的成员国。自 1986 年开始实施“863”计划和 1997 年的“973”计划以来,我国在生物技术领域取得了举世瞩目的成就,为生物化学的发展做出了积极的贡献。

## 第二节 生物化学的主要内容

### 一、生物体的物质组成及生物分子的结构与功能

生物体是由许多物质按严格的规律构建起来的。人体内含水量为 55%~67%,蛋白质 15%~18%,脂类 10%~15%,糖类 1%~2%,无机盐 3%~4%,此外还有核酸等。除水、无机盐和核酸外,主要是蛋白质、脂类和糖类三种有机物质。看起来似乎比较简单,但是,若从分子水平上看,是非常复杂的。除水外,每一类物质又包括很多化合物,如人体蛋

白质就有 10 万种以上。各种蛋白质的组成和结构不同,因而也就具有不同的生物学功能。

当代生物化学研究的重点是生物大分子,即分子生物学研究的内容。因此,从广义的角度来看,分子生物学是生物化学的重要组成部分。生物大分子主要指蛋白质、核酸,其重要特征之一是具有信息功能,故也称之为生物信息分子。它们都是由某些基本结构单位(包括氨基酸和核苷酸)按一定顺序和方式连接所形成的多聚体,分子量一般大于  $10^4$ ,这些小而简单的基本单位可以看做生物分子的构件,故也称作构件分子。

构件分子的种类不多,在一切生物体内都是一样的。但由于每个生物大分子中构件分子的数量、种类、排列顺序和方式的不同,而有不同的一级结构和空间结构,从而有着不同的生物学功能。功能与结构是密切相关的。结构是功能的基础,而功能则是结构的体现。生物大分子的功能还通过分子之间的相互识别和相互作用而实现。因此,分子结构、分子识别和分子的相互作用是执行生物信息分子功能的基本要素。这一领域的研究是当今生物化学的热点之一。

## 二、物质代谢及其调节

生物体内各种物质都按一定规律进行物质代谢,通过物质代谢为生命活动提供所需的能量;同时,各种组织化学成分得到不断的代谢更新。这是生命现象的基本特征。物质代谢是机体与环境不断进行的物质交换。体内代谢途径既要适应环境的变化,还要维持内环境的相对稳定,这就需要各种代谢之间的互相协调。这样复杂的体系是通过多种调节因素(包括神经、激素和酶等)来完成的。物质代谢一旦发生紊乱,则可发生疾病。现在,对生物体内的主要物质代谢途径虽已基本清楚,但仍有许多问题有待探讨。物质代谢有序性调节的分子机制也尚需进一步阐明。细胞信息传递参与多种物质代谢及与其相关的生长、繁殖、分化等生命进程的调节。细胞信息传递的机制及网络也是近代生物化学研究的重要课题。

## 三、基因表达及其调控

基因表达是指按照某特定结构基因所携带的遗传信息经转录、翻译等一系列不同阶段,合成具有一定氨基酸序列的蛋白质分子,而发挥特定生物学功能的过程。基因表达调控可在多阶段、多水平上进行,是一个十分复杂而协调有序的过程。这一过程与细胞的正常生长、发育和分化以及机体生理功能的完成密切相关。对基因表达调控的研究,将进一步阐明生命观,解释细胞行为和疾病的发生机制,从而在分子水平上为人类疾病的诊断、治疗和预防提供科学依据和实用技术。因此,基因表达及其调控,特别是真核生物基因表达时调控的规律是目前分子生物学最重要、最活跃的领域之一。生物技术的发展及人类基因组计划和后基因组计划的实施将大大推动这一领域的研究进程。

# 第三节 生物化学与医药学的关系

药学生物化学或医学生物化学都是生物化学的一个重要分支,它既是生物化学,也是医学和药学的重要组成部分。生物化学的理论和技術已渗透到医药卫生的各个領域。无论是基础医药学各学科还是临床医药学各学科的研究中都涉及物质分子变化问题,并应用生物化学

的理论与技术解决各学科的问题,从而产生了“分子药理学”、“分子遗传学”、“分子免疫学”、“分子病理学”、“分子肿瘤学”等一批新的交叉学科或分支学科,有的已有专著,并已初步形成体系。

生物化学与医学药学的发展密切相关,相互促进,由于生物化学和分子生物学的发展,人们不仅对许多疾病的本质以及对疾病治疗手段有了更加深刻的认识,在医学上出现了新的诊断和治疗方法,特别是基因诊断和基因治疗。在生物制药中,基因工程药物及基因药物的设计与生产等均离不开生物化学知识。

#### 第四节 学习生物化学的目的与意义

生物化学是一切与生命相关科学的重要基础学科。我们医药院校学生继形态学及生理学等学习之后,在分子水平认识人体生命的化学变化规律,学习并掌握好生物化学理论、原理及相关技术方法。对于疾病发生发展机制的分析,疾病的预防以及新的诊断、治疗技术与方法的建立是非常重要的。同时学习好生物化学知识也为今后学习后续相关课程提供了保障。

我国劳动人民早就应用生物化学知识于医疗实践中,为生物化学的产生和发展做出了积极的贡献。现在,生物化学知识应用于中医药学也大大促进了中医药学的发展。特别是中医药要做到面向世界、面向现代化、面向未来,中医药学必须要与现代科学,特别是现代医药学相结合。其中生物化学与分子生物学起着十分重要的作用。