

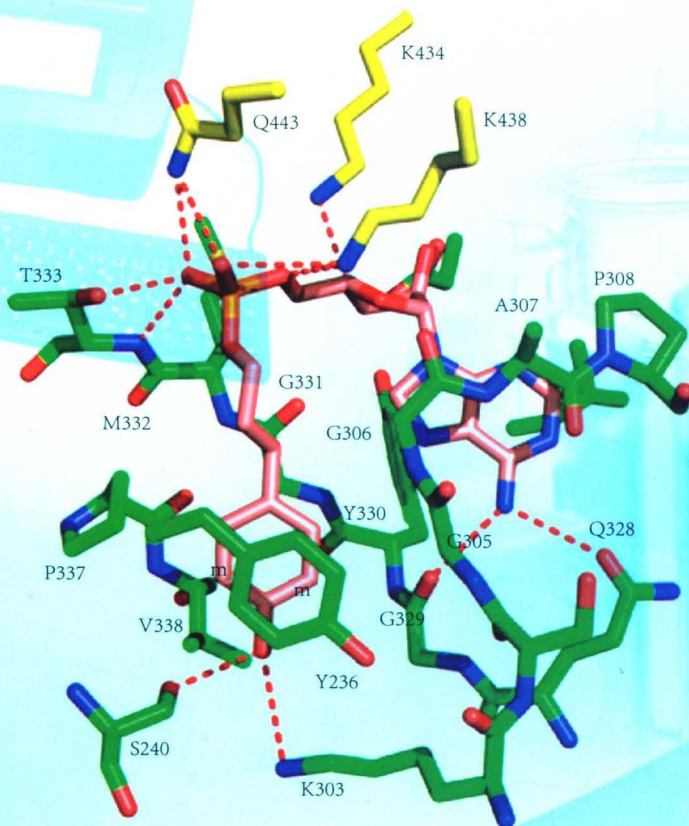


普通高等教育“十二五”规划教材
全国高等农林院校规划教材

基础生物化学

FUNDAMENTALS OF BIOCHEMISTRY

杨海灵 蒋湘宁 ■ 主编



中国林业出版社

普通高等教育“十二五”规划教材
全国高等农林院校规划教材

基础生物化学

杨海灵 蒋湘宁 主编

中国林业出版社

内容简介

本书为普通高等教育“十二五”规划教材。教材编写过程中,在注重基础知识的同时注意引入近年来生物化学的新进展,特别是有关组学的一些新的基本知识及主要研究技术。全书共分12章,包括:绪论,氨基酸、多肽和蛋白质,酶,核酸,糖代谢,生物能量转化,脂类及其代谢,氨基酸和核苷酸代谢,核酸的生物合成,蛋白质的生物合成,物质代谢的联系及其调控,组学基础。为加强和拓展专业学习,每章还有知识窗与思考题,可方便学生学习。

本书可作为高等农林院校生物、农学、林学、园艺、草业科学等专业本科教材,也可供相关教师和科研人员使用参考。

图书在版编目(CIP)数据

基础生物化学 / 杨海灵, 蒋湘宁主编. —北京: 中国林业出版社, 2014. 11

普通高等教育“十二五”规划教材 全国高等农林院校规划教材

ISBN 978-7-5038-7810-7

I. ①基… II. ①杨… ②蒋… III. ①生物化学—高等学校—教材 IV. ①Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 000738 号

中国林业出版社·教育出版分社

责任编辑: 肖基洪

电 话: (010)83143555

传 真: (010)83143516

出版发行 中国林业出版社(100009 北京市西城区德内大街刘海胡同7号)

E-mail: jiaocaipublic@163.com 电话: (010)83143500

http: //lycb. forestry. gov. cn

经 销 新华书店

印 刷 北京市昌平百善印刷厂

版 次 2015 年 1 月第 1 版

印 次 2015 年 1 月第 1 次印刷

开 本 850mm × 1168mm 1/16

印 张 30

字 数 711 千字

定 价 59.00 元

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有 侵权必究

《基础生物化学》编写人员

主 编：杨海灵 蒋湘宁

副 主 编：(以姓氏笔画为序)

王 平 王宏伟 何开跃 汪晓峰

张汝民 郑炳松 赵 赣

编写人员：(以姓氏笔画为序)

王 平(中南林业科技大学)

王宏伟(东北林业大学)

孙吉康(中南林业科技大学)

杨海灵(北京林业大学)

李晓岩(东北林业大学)

何开跃(南京林业大学)

汪晓峰(北京林业大学)

张汝民(浙江农林大学)

陈玉珍(北京林业大学)

郑炳松(浙江农林大学)

赵 赣(华南农业大学)

蒋湘宁(北京林业大学)

前言

生物化学课程在生物学院的教学中历久而弥新，任重而道远。在各学校专业调整，要求学生知识结构发生变化的前提下，对教材的编写和修改，需要不断充实新内容与新观念。生物化学的理论和技術已广泛渗透到生命科学各领域，工业、农业、医药、食品、能源、环境科学等越来越多的研究领域都以生物化学理论为依据，以其实验技术为手段。基础生物化学是高等农林院校的生物科学、林学、农学、草业科学等各专业普遍开设的重要专业基础课程。打好坚实的生物化学基础，是学生对相关专业知识的学习和研究工作的共同需要。

本教材在利于教学和学生自学的前提下，将相关内容重新做了编排。对基础理论知识，坚持“适度、够用、实用”的原则，舍弃一些繁杂的推导和深奥的原理，力求“简单、易懂、可用”。氨基酸与核苷酸的代谢从“生物大分子蛋白质与核酸的合成与分解”章节中剥离出来单独构成第8章，使得基础知识有循序渐进、重点突出的效果。鉴于农林院校的生物化学课程在教学计划中是与细胞生物学、分子生物学分不开的，所以遗传信息传递表达及调控方面的内容做了缩减，单以第8~10章简述了核酸与蛋白质的分解与合成代谢。教材的编写过程中，在加强基础知识的同时注意引入近年来生物化学的新进展。人类基因组计划(HGP)正式启动于1990年，与此同时，小家鼠、果蝇、线虫、拟南芥、水稻、啤酒酵母，以及多种真菌、细菌的基因组研究相继开展。生物信息学迅速发展，将基因的结构、蛋白质功能以及物种的进化在基因信息的基础上统一起来。这一学科的发展，对基因组和后基因组学研究及对人类健康和农业发展将产生深远的影响。本教材第12章组学基础即基因组学、转录组学、蛋白质组学、代谢组学以及降解组学等后基因组学的基本知识及主要研究技术简介等方面的内容。在体例设计上，采用每章设有多个知识窗增加基础理论知识的趣味性、科学性与应用性。每章后有“本章小结”和“习题”，便于学生复习、消化课堂知识和及时检查学习效果。在编写过程中，我们尽量实现教材内容的科学性、准确性、系统性和实用性。本教材可作为高等农业院校农业、生物科学各专业生物化学课程的教材或参考书，也可供其他院校有关专业或农业专科学校的师生参考。

本教材由12章组成。第1章为绪论,使学生掌握生物化学学科的简明发展史、基本内容及其在农林和国民经济中的作用。第2~4章分别详述了蛋白质和生物催化剂——酶以及核酸等生物大分子的结构和功能。第5~7章阐述了体内糖、脂类等生物能量大分子物质分解代谢过程中能量产生的方式和过程。第8~10章简述了核酸与蛋白质的分解与合成代谢。第11章描述了物质代谢的联系与调控。本教材加强基础、突出重点,较系统而深入地介绍了生物化学学科领域的基本理论、基本知识和基本技能。全书内容较完整和系统,各章节衔接协调、消除了与其他学科的重复内容或脱节现象。教材的文字和图表简明扼要、通俗易懂、条理清楚、重点突出,便于教和学。因为篇幅所限,有些内容没有编入本教材,如光合作用、脂类化学、生物膜的结构与功能、转基因植物、生物质能源等。

本教材由北京林业大学、东北林业大学、南京林业大学、中南林业科技大学、华南农业大学、浙江农林大学等多所高校从事该领域研究的教师在多年的教学科研基础上整理而成的,由杨海灵、蒋湘宁担任主编。参与编写的教师有:杨海灵、蒋湘宁(第1、12章),王平、孙吉康(第2、3章),王宏伟(第4章),张汝民(第5章),何开跃(第6章),赵赣(第7章),汪晓峰(第8章),李晓岩(第9章),郑炳松(第10章),陈玉珍(第11章)。参与校对的人员有:刘海静、钱婷婷、任琳玲、王鑫、赵丽、王炜、赵伟,他们在图稿校对和书稿审核中付出了大量心血,谨致谢意。承蒙中国林业出版社的大力支持和关注,使这部教材得以较快速度编纂和付梓,在此,谨向他们表示诚挚的谢意。

本教材由12位编者集体拟定编写大纲、分头执笔,主编审阅修改而成。自组织编写至脱稿付印,时间仓促,加上基础生物化学涉及的内容广泛,限于编者水平,书中疏漏和不妥之处,敬请同行专家和使用本教材的读者指正,以便再版时能臻于完善。

编 者

2014年4月

目 录

前 言

第1章 绪 论	(1)
1.1 生物化学研究的基本内容	(1)
1.2 生物化学的发展简史	(2)
1.3 细胞及生物分子	(5)
1.4 生物化学在农林及国民经济中的作用	(7)
1.5 生物化学与其他学科的辩证关系	(8)
本章小结	(9)
习 题	(10)
参考文献	(10)
第2章 氨基酸、多肽和蛋白质	(11)
2.1 蛋白质的分类	(11)
2.1.1 根据分子组成分类	(11)
2.1.2 根据功能分类	(13)
2.1.3 根据分子形状分类	(14)
2.2 氨基酸	(15)
2.2.1 氨基酸的结构	(15)
2.2.2 氨基酸的分类	(16)
2.2.3 氨基酸的基本性质	(20)
2.3 多肽和蛋白质	(26)
2.3.1 肽的概念和理化性质	(26)
2.3.2 蛋白质的初级结构	(33)
2.3.3 蛋白质的空间结构	(36)
2.3.4 蛋白质的结构与功能的关系	(47)
2.4 蛋白质的理化性质	(51)
2.4.1 蛋白质的相对分子质量	(52)
2.4.2 蛋白质的两性电离和等电点	(54)

2.4.3	蛋白质的胶体性质	(55)
2.4.4	蛋白质的紫外吸收特征	(55)
2.4.5	蛋白质的变性、复性与沉淀	(56)
2.5	蛋白质的分离与纯化	(57)
2.5.1	蛋白质的抽提原理及方法	(57)
2.5.2	蛋白质分离纯化的方法	(59)
2.5.3	蛋白质的定量方法	(66)
	本章小结	(67)
	习 题	(68)
	参考文献	(69)
第3章	酶	(70)
3.1	酶的基本概念和作用特点	(70)
3.1.1	酶的概念	(70)
3.1.2	酶的作用特点	(71)
3.2	酶的国际分类和命名	(73)
3.2.1	酶的命名	(73)
3.2.2	酶的分类	(74)
3.3	酶的作用机制	(78)
3.3.1	酶的活性中心	(78)
3.3.2	酶的高效性机制	(80)
3.3.3	酶的专一性	(87)
3.4	影响酶促反应速率的主要因素	(89)
3.4.1	温度的影响	(89)
3.4.2	pH 值的影响	(90)
3.4.3	米氏方程及底物浓度影响	(91)
3.4.4	激活剂	(93)
3.4.5	抑制剂	(94)
3.5	别构酶和共价修饰酶	(97)
3.5.1	别构酶	(97)
3.5.2	共价修饰酶	(100)
3.6	同工酶	(101)
3.7	维生素与辅酶	(103)
3.7.1	水溶性维生素	(104)
3.7.2	辅酶	(105)
3.8	酶的分离与纯化	(107)
3.8.1	酶制剂的制备过程	(107)
3.8.2	酶的提取与分离	(108)

3.8.3 酶的纯化与精制	(109)
3.8.4 酶活力的测定	(111)
本章小结	(113)
习 题	(114)
参考文献	(114)
第4章 核 酸	(115)
4.1 核酸的种类和组成单位	(116)
4.1.1 核酸的种类	(116)
4.1.2 核酸的组成单位	(118)
4.2 核酸的分子结构	(126)
4.2.1 DNA 的分子结构	(126)
4.2.2 RNA 的分子结构	(142)
4.2.3 其他功能小分子 RNA 的作用	(145)
4.3 核酸的理化性质	(147)
4.3.1 核酸的一般性质	(147)
4.3.2 核酸的紫外吸收特征	(149)
4.3.3 核酸的变性及复性	(150)
4.3.4 核酸的分离纯化	(155)
本章小结	(160)
习 题	(161)
参考文献	(161)
第5章 糖代谢	(163)
5.1 糖的种类与功能	(163)
5.1.1 糖的命名和分类	(163)
5.1.2 糖的分布与功能	(169)
5.2 糖的分解	(169)
5.2.1 糖酵解	(170)
5.2.2 三羧酸循环	(176)
5.2.3 磷酸戊糖途径	(185)
5.3 糖的生物合成	(189)
5.3.1 糖异生	(189)
5.3.2 糖的生物合成	(193)
5.4 光合作用与糖合成	(196)
5.4.1 光合作用概述	(196)
5.4.2 光合作用的光反应	(196)
5.4.3 光合作用的暗反应	(198)

本章小结	(201)
习 题	(202)
参考文献	(202)
第 6 章 生物能量转化	(203)
6.1 生物能量学和热力学	(203)
6.1.1 热力学的基本概念	(203)
6.1.2 生物能量学	(206)
6.2 高能化合物和 ATP	(207)
6.2.1 生物体内的高能化合物	(207)
6.2.2 ATP 的结构与作用	(209)
6.3 生物氧化-还原反应	(214)
6.3.1 生物氧化的特点	(214)
6.3.2 生物氧化-还原反应	(215)
6.3.3 氧化还原电势	(215)
6.4 电子传递链与氧化磷酸化	(217)
6.4.1 线粒体中的电子传递反应	(217)
6.4.2 电子传递	(221)
6.4.3 电子传递的抑制剂与抗氰呼吸	(227)
6.4.4 氧化磷酸化	(228)
6.5 光合作用的能量转化与光合磷酸化	(236)
6.5.1 光合作用的能量吸收和转化	(236)
6.5.2 光驱动的电子传递	(239)
6.5.3 光合磷酸化	(242)
本章小结	(244)
习 题	(245)
参考文献	(246)
第 7 章 脂类及其代谢	(247)
7.1 脂质的种类与功能	(247)
7.1.1 脂质的分类	(247)
7.1.2 脂类种类	(248)
7.2 脂肪的分解代谢	(254)
7.2.1 脂肪的酶促水解	(254)
7.2.2 甘油的降解与转化	(256)
7.2.3 脂肪酸的分解代谢	(256)
7.3 脂肪的生物合成	(267)
7.3.1 甘油的合成	(267)

7.3.2 脂肪酸的生物合成	(268)
7.4 磷脂的代谢	(279)
7.4.1 甘油磷脂的代谢	(279)
7.4.2 鞘磷脂和鞘糖脂的代谢	(281)
7.5 胆固醇的生物合成与转化	(281)
7.5.1 胆固醇的生物合成	(281)
7.5.2 胆固醇的转化	(282)
7.6 植物体内的乙醛酸循环	(283)
7.6.1 乙醛酸循环的反应历程	(283)
7.6.2 乙醛酸循环的生物学意义	(283)
7.7 生物膜的结构与功能	(285)
7.7.1 生物膜的化学组成	(285)
7.7.2 生物膜的结构——流动镶嵌模型	(289)
7.7.3 生物膜的功能	(292)
本章小结	(298)
习 题	(299)
参考文献	(299)
第8章 氨基酸和核苷酸代谢	(300)
8.1 氨基酸的分解和转化	(300)
8.1.1 脱氨基作用	(300)
8.1.2 脱羧基作用	(305)
8.1.3 氨基酸分解产物的去向	(305)
8.2 氨同化和氨基酸的生物合成	(309)
8.2.1 氨的来源	(309)
8.2.2 氨同化	(309)
8.3 核苷酸的分解代谢	(315)
8.3.1 核苷酸和核苷的分解	(315)
8.3.2 嘌呤的分解	(315)
8.3.3 嘧啶的分解	(317)
8.4 核苷酸的合成代谢	(318)
8.4.1 核糖核苷酸的合成	(318)
8.4.2 嘌呤核苷酸的生物合成	(318)
8.4.3 嘧啶核苷酸的生物合成	(321)
8.4.4 脱氧核糖核苷酸的合成	(323)
8.4.5 核苷酸磷酸化成核苷三磷酸	(325)
8.4.6 核苷酸合成的抑制剂	(325)
8.4.7 氨基酸类似物	(326)

8.4.8 叶酸类似物	(326)
本章小结	(327)
习 题	(328)
参考文献	(328)
第9章 核酸的生物合成	(329)
9.1 中心法则	(329)
9.1.1 中心法则的提出	(329)
9.1.2 中心法则的主要内容	(329)
9.1.3 中心法则的意义	(330)
9.2 DNA 的生物合成	(330)
9.2.1 原核生物 DNA 的复制	(330)
9.2.2 原核与真核生物 DNA 复制的差异	(340)
9.2.3 逆转录	(341)
9.2.4 DNA 的损伤与修复	(344)
9.2.5 DNA 一级结构分析与 PCR 技术	(349)
9.3 RNA 的生物合成	(352)
9.3.1 RNA 的转录与加工	(352)
9.3.2 RNA 的复制	(364)
9.3.3 RNA 的转录调控	(364)
本章小结	(369)
习 题	(370)
参考文献	(370)
第10章 蛋白质的生物合成	(371)
10.1 遗传密码	(371)
10.1.1 遗传密码的破译	(371)
10.1.2 遗传密码的特点	(373)
10.2 多肽链的合成体系	(375)
10.2.1 RNA 在蛋白质生物合成中的作用	(376)
10.2.2 参与蛋白质生物合成的酶类及蛋白因子	(377)
10.3 原核生物多肽链生物合成的过程	(378)
10.3.1 肽链合成的起始	(378)
10.3.2 肽链的延长	(379)
10.3.3 肽链合成的终止	(381)
10.3.4 多核糖体	(382)
10.4 原核与真核生物多肽链合成的差异	(384)
10.4.1 蛋白因子的差异	(384)

10.4.2 氨基酸活化的差异	(385)
10.4.3 肽链合成起始的差异	(386)
10.4.4 肽链合成延伸的差异	(388)
10.4.5 肽链合成终止的差异	(388)
10.4.6 翻译后加工的差异	(389)
10.5 肽链合成后的折叠、修饰加工	(389)
10.5.1 新生肽链的折叠	(390)
10.5.2 多肽链一级结构的加工修饰	(390)
10.5.3 多肽链高级结构的加工修饰	(392)
10.6 蛋白质的定向运送	(392)
10.6.1 信号肽介导的跨膜转运	(393)
10.6.2 细胞器蛋白的翻译后跨膜转运	(394)
本章小结	(396)
习 题	(397)
参考文献	(397)
第 11 章 物质代谢的联系及其调控	(398)
11.1 物质代谢的相互联系	(398)
11.1.1 糖代谢与脂代谢的关系	(399)
11.1.2 糖代谢与蛋白质代谢的关系	(400)
11.1.3 脂类代谢与蛋白质代谢的关系	(400)
11.1.4 核苷酸代谢与糖类、脂肪及蛋白质代谢的相互关系	(401)
11.2 代谢调节	(402)
11.2.1 生物在三个水平上进行代谢调节	(402)
11.2.2 酶水平的调节	(403)
11.2.3 细胞水平的代谢水平	(410)
11.2.4 激素对代谢的调节	(411)
11.2.5 神经系统对代谢的调节	(412)
11.3 基因表达的调控	(412)
11.3.1 原核生物基因表达的调节	(413)
11.3.2 真核生物基因表达的调节	(418)
本章小结	(423)
习 题	(423)
参考文献	(424)
第 12 章 组学基础	(425)
12.1 基因组学	(426)
12.1.1 结构基因组学	(427)

12.1.2	比较基因组学	(431)
12.1.3	功能基因组学	(432)
12.2	转录组学	(435)
12.2.1	转录组研究的技术支持	(435)
12.2.2	完整的转录目录与基因的发现	(437)
12.2.3	转录多样性	(438)
12.2.4	动态转录剖析	(439)
12.2.5	转录调控网络	(439)
12.2.6	展望	(441)
12.3	蛋白质组学	(442)
12.3.1	蛋白质组学的研究内容	(442)
12.3.2	蛋白质组学的研究技术	(443)
12.3.3	蛋白质组学的研究进展	(446)
12.3.4	蛋白质组学的研究展望	(447)
12.4	代谢组学	(447)
12.4.1	代谢组学研究的技术支持	(448)
12.4.2	靶向代谢组学	(449)
12.4.3	非靶向代谢组学	(450)
12.4.4	代谢组学展望	(455)
12.5	蛋白降解组学	(455)
12.5.1	降解组学和降解的概念	(456)
12.5.2	降解组学的研究方法	(458)
12.5.3	蛋白降解组学的发展与应用	(461)
	本章小结	(462)
	习 题	(463)
	参考文献	(464)
附录	后基因组时代高通量数据的生物信息学分析数据库	(465)

第1章 绪 论

生物化学(biochemistry)或生物的化学(biological chemistry)即生命的化学,是一门研究生物体的化学组成、体内发生的反应和过程的学科。当代生物化学的研究除采用化学的原理和方法外,还运用物理学的技术方法以揭示组成生物体的物质,特别是生物大分子(biomacromolecules)的结构规律。生物化学与细胞生物学、分子遗传学等学科密切联系,共同研究和阐明生长、分化、遗传、变异、衰老和死亡等基本生命活动的规律。

1.1 生物化学研究的基本内容

生物化学是研究生命的化学,即研究生物体内化学分子与化学反应,从分子水平探讨生命现象本质的科学。生物化学研究的内容可概括如下:

(1) 生物体的物质组成

生物体是由无机物、小分子有机物和生物大分子等组成。无机物包括水和无机盐;小分子有机物包括多种有机酸、有机胺、维生素、单糖、氨基酸、核苷酸等;生物大分子包括蛋白质、核酸、多糖及脂复合物等。例如,人体含水 55%~67%、蛋白质 15%~18%、无机盐 3%~4%、核酸 2%、糖类 1%~2% 等。对生物体的物质组成和结构的研究,称为叙述生物化学。

(2) 物质代谢及其调节

生命活动的基本特征是新陈代谢。生物体与周围环境之间进行物质交换和能量交换以实现自我更新的过程,称为新陈代谢。它包括物质代谢和能量代谢,物质代谢包括合成代谢与分解代谢;能量代谢是指伴随物质代谢中能量的释放、转移和利用。在新陈代谢中,机体通过物质的合成代谢维持其生长、发育、更新和修复,通过分解代谢产生能量和清除废物。要维持体内错综复杂的代谢途径有序地进行,需要有严格的调节机制,否则代谢的紊乱会影响正常的生命活动,从而导致疾病。因此,研究物质代谢、能量代谢及代谢调节规律是医学院校生物化学课程的主要内容,也称为动态生物化学。

(3) 遗传信息的传递与表达

生物体不同于非生物体的特征之一,即生物体具有繁殖能力和遗传特性。生物体在繁衍后代的同时,能将其性状从亲代传给子代,且代代相传,保持其性状的稳定,这就是生物体遗传信息传递和表达的过程。核酸是遗传的物质基础,分为 DNA 和 RNA 两大类。DNA 是储存遗传信息的物质,通过复制(replication),即 DNA 的合成,可形成结构完全相同的两个拷贝,将亲代的遗传信息真实地传给子代。DNA 分子中的遗传信息又如何表达的呢?现知基因表达的第一步是将遗传信息转录(transcription)成 RNA,即 RNA 的合成,后者作为蛋白

质合成的模板,并决定蛋白质的一级结构,即将遗传信息翻译(translation)成能执行各种各样生理功能的蛋白质。对上述过程涉及生物的生长、分化、遗传、变异、衰老及死亡等生命过程,体内存在着一整套严密的调控机制,包括一些生物大分子的相互作用,如蛋白质与蛋白质、蛋白质与核酸、核酸与核酸间的作用。本书将对上述过程作较全面的介绍,为进一步学习分子生物学打好基础。

当前生物化学研究的重点为生物大分子的结构与功能,特别是蛋白质和核酸,二者是生命的基础物质,对生命活动起着关键性的作用。天然氨基酸虽然只有 20 种,但可构成数量繁多的蛋白质,由于不同的蛋白质具有特殊的一级结构(氨基酸残基的线性序列)和空间结构,因而具有不同的生理功能,从而能体现瑰丽多彩的生命现象,现在已从单一蛋白质的研究深入至细胞或组织中所含有全部蛋白质,即蛋白质组(proteome)的研究。将研究蛋白质组的学科称为蛋白质组学(proteomics)。蛋白质的一级结构是由核酸决定的,人类基因组(genome)即人的全部遗传信息,是由 23 对染色体组成的,约含 2.9×10^9 个碱基对,测定基因组中全部 DNA 的序列,将为揭开生命的奥秘迈开一步。将研究基因组的结构与功能的学科称为基因组学(genomics),经过包括我国在内的许多科学家十多年的努力,2003 年已完成人类基因组计划(human genome project)中全部 DNA 序列的测定,接着面临更艰巨的任务,就是要研究目前所知 3 万~4 万个基因的功能及其与生命活动的关系。这就是后基因组计划(post-genome project)。

生物大分子需要进一步组装成更大的复合体,然后装配成亚细胞结构、细胞、组织、器官、系统,最后成为能体现生命活动的机体,这些都是尚待研究和阐明的問題。

1.2 生物化学的发展简史

在远古时代,我国劳动人民就已开始在生产、医疗和营养方面的实践中应用了生物化学知识,如用粮食、大豆等原料酿酒、制酱、制醋等;又如,在医药方面用海藻(含碘)治疗“瘰病”(即甲状腺肿),用富含维生素 B 的草药治“脚气病”,用维生素 A 含量丰富的猪肝治疗“夜盲症”,等等。

近代生物化学的发展有以下三个阶段:①叙述生物化学阶段,从 18 世纪中叶至 20 世纪初,是生物化学发展的初期,这个时期以研究生物体的化学组成为主。在此期间,对脂类、糖类和氨基酸性质进行了系统的研究,发现了核酸和酶等。②动态生物化学阶段,从 20 世纪初至 20 世纪中叶,发现了必需氨基酸、必需脂肪酸、维生素和激素等,基本确定了物质代谢途径,确定了 DNA 是遗传的物质基础。③功能生物化学阶段。从 20 世纪后半叶以来,生物化学进入了新的阶段即分子生物学时代。20 世纪 50 年代提出了 DNA 双螺旋结构模型,阐明了核酸的结构与功能的关系;60 年代初步确定了遗传信息传递的中心法则,找到了破解生命之谜的钥匙;70 年代建立了重组 DNA 的技术,使人们主动改造生物体成为可能;80 年代发现了核酶,深化了对酶的认识,其中聚合酶链反应技术的发明和应用,极大地推进了分子生物学技术的发展。20 世纪末开始实施的人类基因组计划,其研究成果使人们对生命本质有了更深的认识,为基因诊断、基因治疗及基因工程药物的研发开创了良好的基础,极大地推动了现代医学的发展。

人类对生物大分子的研究经历了近两个世纪的漫长历史(图 1-1)。由于生物大分子的结构复杂,又易受温度、酸、碱的影响而变性,给研究工作带来很大的困难。在 20 世纪末之前,主要研究工作是生物大分子物质的提取、性质、化学组成和初步的结构分析等。19 世纪 30 年代以来,当细胞学说建立的时候,有人已经研究蛋白质了。蛋白质命名始于 1836 年,当时著名的瑞典化学家柏尔采留斯(J. Berzelius)和正在研究鸡蛋蛋白类化合物的荷兰化学家穆尔德(G. J. Mulder)就提出用“蛋白质”命名这类化合物,并且把它列为生命系统中最重要的物质。到 20 世纪初,组成蛋白质的 20 种氨基酸已被发现了 12 种,1940 年陆续发现

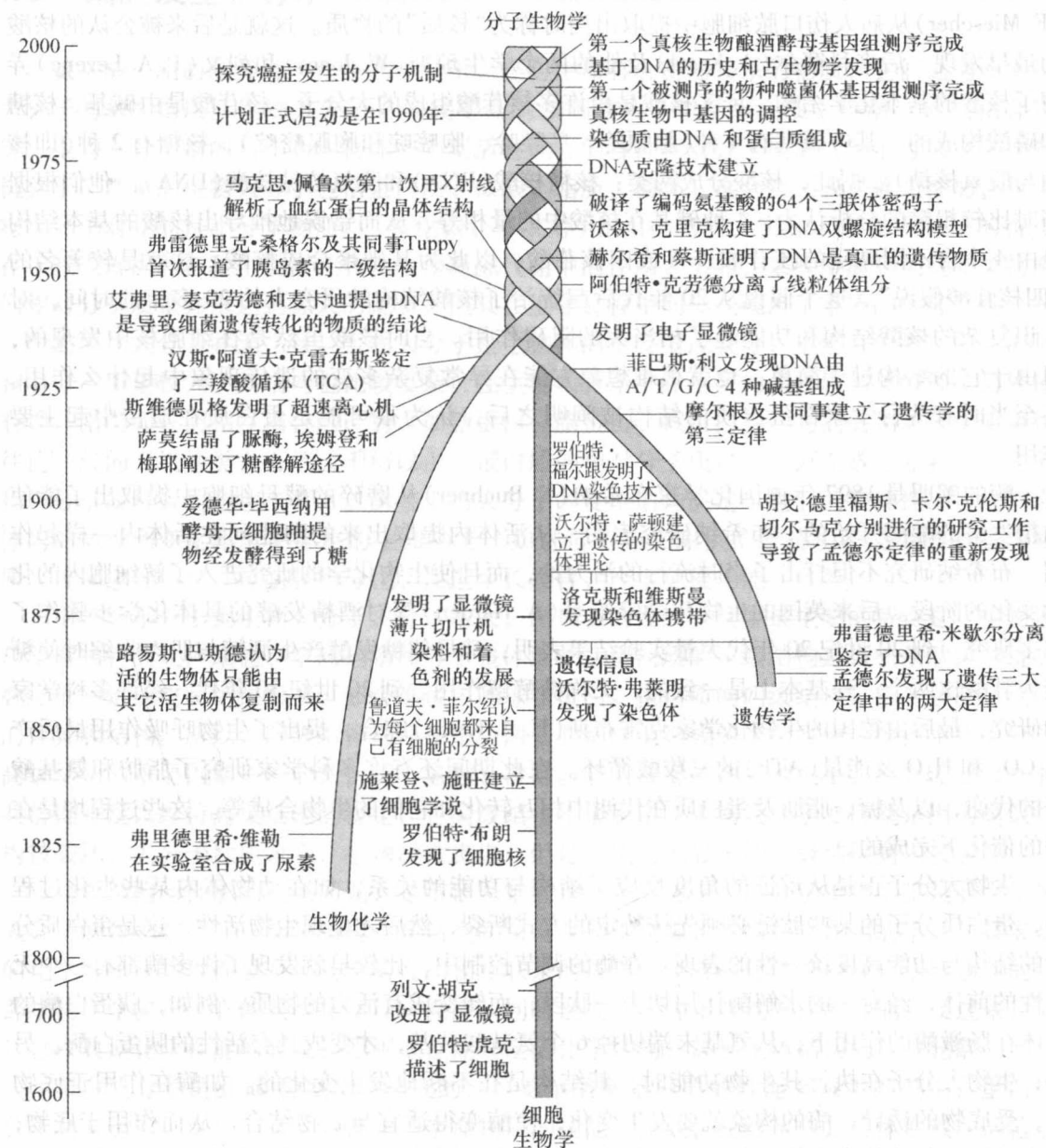


图 1-1 生物化学、细胞生物化学与分子生物学的历史