

面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

基础生物化学

郭蔼光 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

内 容 简 介

本书是教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的研究成果,是面向 21 世纪课程教材。

本书主要介绍了生物体化学组成、物质及能量代谢、遗传信息的物质结构、传递和表达调控。全书共分为四部分:第一,生命大分子的结构和功能;第二,生物代谢能量的产生和储藏;第三,大分子前体的生物合成;第四,遗传信息的存储、传送和表达。

全书以大分子的结构和功能、基本代谢及其相互联系以及信息传递为重点,全面介绍了生物化学的基本内容和各代谢的框架关系,各部分都编入了近年来的新进展,以反映生物化学的飞速发展。本书内容框架清晰,结构完整,立论严谨,叙述流畅。

本书适合大专院校农学、生物等专业的本科生使用,也可供从事生物、遗传、医学、农学的教师及科技工作者以及对上述专业感兴趣的广大自学者参考。

图书在版编目(CIP)数据

基础生物化学/郭蔼光主编. —北京:高等教育出版社,
2001.

ISBN 7-04-008764-2

I. 基… II. 郭… III. 生物化学-高等学校-教材
IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 031188 号

基础生物化学

郭蔼光 主编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

电 话 010-64054588

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

邮政编码 100009

传 真 010-64014048

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京外文印刷厂

开 本 787×960 1/16

印 张 26.5

字 数 490 000

版 次 2001 年 7 月第 1 版

印 次 2001 年 8 月第 2 次印刷

定 价 22.30 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版 板 所 有 侵 权 必 究

本书编审人员

主 编	郭 蔼 光			
副主编	王 宪 泽			
参 编	(按姓氏笔划排列)			
	王宪泽	王晓云	刘香莉	狄 洌
	范三红	杨志敏	张慧茹	洪玉枝
	张方东	郭蔼光		
主 审	杨婉身	文树基		

前 言

生物化学是现代生物学的基础，它与许多学科交叉渗透，是生命科学发展的支柱。因此，奠定坚实的生物化学基础已成为多种学科科技工作者的共同需要。“基础生物化学”是高等院校生物类及农学类各专业的重要基础课程。近年来随着生物化学及现代分子生物学的飞速发展，人们对生命现象的认识已深入到分子水平。生物化学及分子生物学技术、方法已被应用到生物及非生物学科的许多领域。

本书是根据全国高等农林院校生物学及农学类各专业“基础生物化学教学大纲”(1993年)编写的。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，特别是有关分子生物学和基因工程的一些新的基本知识和主要研究技术、酶工程、抗体的基本知识及应用技术方面的内容。

本书初稿的参编人员编写分工为：王宪泽(1,12,13)；郭蔼光(绪论,2,3,5,附录)洪玉枝(6)张方东(9,11)杨志敏(4)狄洌(8)；王晓云(10)刘香莉、郭蔼光(7)张慧茹、郭蔼光(14)范三红(15)。郭蔼光负责全书初稿调整修改、增补和统稿。杨婉身、文树基二位教授对全书进行了审定，并对很多章节进行了修改。

本书编写过程中得到了华中农业大学李合生教授的关心和指导，南京农业大学徐朗莱等教授对4、8两章的编写提出了宝贵意见并进行了初稿审校。编者所在院校的领导和教研室其他同仁也给予了大力支持。

尽管我们希望本书能较好地反映当前“基础生物化学”的基本内容和学科进展，满足教学需要，但由于学科进展迅速，加之我们自身水平和经验有限，本书不足之处在所难免，竭诚希望广大教师和同学们提出宝贵意见。

编者

2000-12

目 录

绪论	(1)
----------	-----

第一部分 生命大分子

1 核酸的结构与功能	(9)
1.1 核酸的种类、分布和化学组成	(9)
1.1.1 核酸的生物学功能	(9)
1.1.2 核酸的种类和分布	(10)
1.1.3 核酸的化学组成	(11)
1.2 核酸的分子结构	(15)
1.2.1 DNA 的分子结构	(15)
1.2.2 RNA 的分子结构	(22)
1.3 核酸的理化性质及其应用	(25)
1.3.1 核酸的一般性质	(25)
1.3.2 核酸的紫外吸收性质	(26)
1.3.3 核酸的变性、复性和分子杂交	(26)
2 蛋白质化学	(29)
2.1 氨基酸	(30)
2.1.1 蛋白质氨基酸的结构及分类	(30)
2.1.2 氨基酸的理化性质	(32)
2.2 肽	(36)
2.2.1 肽和肽链的结构及命名	(36)
2.2.2 重要的天然寡肽	(37)
2.3 蛋白质的分子结构	(38)
2.3.1 蛋白质的一级结构	(38)
2.3.2 蛋白质的构象和维持构象的作用力	(39)
2.3.3 蛋白质的二级结构	(42)
2.3.4 蛋白质的三级结构	(46)
2.3.5 蛋白质的超二级结构和结构域	(49)
2.3.6 蛋白质的四级结构	(50)
2.4 蛋白质结构与功能的关系	(50)
2.4.1 一级结构与功能的关系	(50)

2.4.2 空间结构与功能的关系	(53)
2.5 蛋白质的重要性质	(55)
2.5.1 蛋白质的相对分子质量	(55)
2.5.2 蛋白质的两性解离及等电点	(57)
2.5.3 蛋白质的胶体性质	(59)
2.5.4 蛋白质的沉淀反应	(59)
2.5.5 蛋白质的变性与复性	(60)
2.5.6 蛋白质的紫外吸收与呈色反应	(61)
2.6 蛋白质的分类	(62)
2.6.1 简单蛋白质	(62)
2.6.2 结合蛋白质	(62)
2.7 蛋白质的分离提纯及应用	(64)
2.7.1 蛋白质分离纯化的一般原则	(64)
2.7.2 蛋白质的应用	(65)
3 酶	(66)
3.1 酶是生物催化剂	(66)
3.1.1 酶的概念	(66)
3.1.2 酶的专一性	(67)
3.1.3 酶的化学本质	(69)
3.2 酶的分类和命名	(71)
3.2.1 酶的分类	(71)
3.2.2 酶的命名	(72)
3.3 酶的作用机理	(73)
3.3.1 酶的催化作用与分子活化能	(73)
3.3.2 中间产物学说	(74)
3.3.3 酶的活性部位和必需基团	(75)
3.3.4 诱导契合学说	(76)
3.3.5 使酶具有高催化效率的因素	(77)
3.3.6 胰凝乳蛋白酶的催化机理	(78)
3.3.7 酶原激活	(80)
3.4 影响酶促反应速度的因素	(81)
3.4.1 酶反应速度的测量	(82)
3.4.2 酶浓度对酶作用的影响	(82)
3.4.3 底物浓度对酶作用的影响和米氏方程	(82)
3.4.4 pH 对酶作用的影响	(86)
3.4.5 温度对酶作用的影响	(87)
3.4.6 激活剂对酶作用的影响	(88)
3.4.7 抑制剂对酶作用的影响	(88)

3.5 酶活性调节	(92)
3.5.1 别构酶	(92)
3.5.2 同工酶	(95)
3.6 酶的活力测定及分离提纯	(96)
3.6.1 酶活力的测定	(96)
3.6.2 酶的分离提纯	(97)
3.7 酶工程简介	(98)
3.7.1 酶的应用	(98)
3.7.2 酶工程的概念及研究内容	(99)
3.8 维生素与辅酶	(99)
3.8.1 维生素 B ₁ 和羧化辅酶	(100)
3.8.2 维生素 B ₂ 和黄素辅酶	(100)
3.8.3 泛酸和辅酶 A	(102)
3.8.4 维生素 PP 和辅酶 I, 辅酶 II	(102)
3.8.5 维生素 B ₆ 和磷酸吡哆醛	(103)
3.8.6 生物素	(104)
3.8.7 叶酸和叶酸辅酶	(104)
3.8.8 维生素 B ₁₂	(105)
3.8.9 维生素 C(抗坏血酸)	(106)
3.8.10 硫辛酸	(107)
3.8.11 维生素 A	(107)
3.8.12 维生素 D	(108)
3.8.13 维生素 E	(108)
3.8.14 维生素 K	(109)
4 脂类与生物膜	(110)
4.1 生物体内的脂类	(110)
4.1.1 脂肪酸、脂肪和蜡	(111)
4.1.2 磷脂、鞘磷脂、鞘糖脂	(113)
4.1.3 胆固醇和萜类	(116)
4.2 生物膜的结构与功能	(118)
4.2.1 生物膜的化学组成	(118)
4.2.2 生物膜的结构——流动镶嵌模型	(120)
4.2.3 生物膜的功能	(121)

第二部分 生物代谢能量的产生和贮藏

5 糖类分解代谢	(131)
5.1 新陈代谢概述	(131)
5.1.1 新陈代谢概述	(131)

5.1.2	代谢的研究方法	(132)
5.2	生物体内的糖类	(133)
5.2.1	单糖	(133)
5.2.2	寡糖	(136)
5.2.3	多糖	(137)
5.3	双糖和多糖的酶促降解	(139)
5.3.1	蔗糖、麦芽糖、乳糖的酶促降解	(139)
5.3.2	淀粉(糖原)的酶促降解	(140)
5.3.3	细胞壁多糖的酶促降解	(141)
5.4	糖酵解	(143)
5.4.1	糖酵解的概念	(143)
5.4.2	糖酵解的化学历程	(143)
5.4.3	糖酵解的化学计量与生物学意义	(148)
5.4.4	糖酵解的其他底物	(148)
5.4.5	丙酮酸的去路	(149)
5.4.6	糖酵解的调控	(150)
5.5	三羧酸循环	(151)
5.5.1	丙酮酸氧化为乙酰 CoA	(151)
5.5.2	三羧酸循环	(153)
5.5.3	三羧酸循环的调控	(159)
5.5.4	三羧酸循环的生物学意义	(159)
5.6	磷酸戊糖途径	(160)
5.6.1	磷酸戊糖途径的生化历程	(160)
5.6.2	磷酸戊糖途径的化学计量与生物学意义	(163)
5.6.3	磷酸戊糖途径的调控	(164)
5.7	糖醛酸途径	(164)
6	生物氧化与氧化磷酸化	(166)
6.1	生物氧化概述	(166)
6.1.1	生物氧化概念	(166)
6.1.2	生物化学反应的自由能变化	(168)
6.1.3	高能磷酸化合物	(172)
6.2	电子传递链(呼吸链)	(175)
6.2.1	线粒体	(175)
6.2.2	电子传递链	(176)
6.2.3	电子传递抑制剂	(180)
6.3	氧化磷酸化	(182)
6.3.1	氧化磷酸化的概念及类型	(182)
6.3.2	氧化磷酸化与电子传递的偶联	(182)

6.3.3	氧化磷酸化的机理	(183)
6.3.4	氧化磷酸化的解偶联和抑制	(187)
6.3.5	线粒体穿梭系统	(188)
6.3.6	能荷	(189)
6.4	其他末端氧化酶系统	(190)
6.4.1	多酚氧化酶系统	(190)
6.4.2	抗坏血酸氧化酶系统	(191)
6.4.3	黄素蛋白氧化酶系统	(191)
6.4.4	超氧化物歧化酶和过氧化氢酶	(191)
6.4.5	植物抗氧氧化酶系统	(192)
7	糖的生物合成	(193)
7.1	光合作用	(193)
7.1.1	光合作用概述	(193)
7.1.2	光能的吸收、转变和同化力产生	(194)
7.1.3	光合的碳素途径(卡尔文循环)	(197)
7.1.4	C ₄ 途径	(199)
7.2	糖异生作用	(200)
7.2.1	糖异生途径	(201)
7.2.2	糖酵解和糖异生的互补调节	(202)
7.3	蔗糖和多糖的生物合成	(203)
7.3.1	糖核苷酸的作用	(203)
7.3.2	蔗糖的生物合成	(203)
7.3.3	淀粉(糖原)的合成	(204)
7.3.4	纤维素的生物合成	(206)
7.3.5	半纤维素的生物合成	(206)
7.3.6	果胶的生物合成	(206)
7.4	植物糖代谢的调节	(207)
7.4.1	植物光合细胞丙糖、蔗糖、淀粉的相互转化	(208)
7.4.2	果糖-2,6-二磷酸(F-2,6-BP)对糖酵解的调节	(208)
7.4.3	光合作用形成的能量和还原力的外运	(208)
7.4.4	植物光合细胞中糖酵解及蔗糖和淀粉合成的调节	(208)
8	脂类代谢	(210)
8.1	脂肪的分解代谢	(210)
8.1.1	脂肪的消化和吸收	(210)
8.1.2	甘油代谢	(211)
8.1.3	脂肪酸的氧化	(211)
8.1.4	酮体代谢	(218)
8.1.5	乙醛酸循环	(219)

8.2	脂肪的合成代谢	(223)
8.2.1	甘油的生物合成	(223)
8.2.2	脂肪酸的生物合成	(223)
8.2.3	三酰甘油的生物合成	(231)
8.2.4	脂肪代谢的调节	(231)
8.3	类脂的代谢	(232)
8.3.1	磷脂的降解与生物合成	(232)
8.3.2	糖脂的降解与生物合成	(236)
8.3.3	胆固醇的生物合成与转化	(238)
9	蛋白质的酶促降解和氨基酸代谢	(243)
9.1	蛋白质的酶促降解	(243)
9.1.1	蛋白水解酶	(244)
9.1.2	食物中蛋白质的消化吸收	(245)
9.1.3	细胞内蛋白质降解	(245)
9.2	氨基酸的分解与转化	(247)
9.2.1	脱氨基作用	(247)
9.2.2	脱羧基作用	(252)
9.2.3	氨基酸降解产物的去向	(253)
9.3	由氨基酸衍生的其他化合物	(256)
9.3.1	多胺	(257)
9.3.2	生氰糖苷	(258)
9.3.3	生物碱	(258)
9.3.4	由氨基酸衍生的植物激素和动物激素	(260)
9.3.5	由氨基酸衍生的辅酶	(261)
9.3.6	卟啉类色素的生成	(261)
9.3.7	木质素的生物合成	(262)
9.3.8	儿茶酚类和黑色素	(263)

第三部分 大分子前体的生物合成

10	氨基酸生物合成	(267)
10.1	氮素循环	(267)
10.2	生物固氮的生物化学	(268)
10.2.1	生物固氮的概念	(268)
10.2.2	固氮生物的类型	(269)
10.2.3	固氮酶复合物	(269)
10.2.4	生物固氮所需的条件	(270)
10.2.5	固氮过程的氢代谢	(270)
10.3	硝酸还原作用	(271)

10.3.1	硝酸还原酶	(271)
10.3.2	亚硝酸还原酶	(272)
10.4	氮的同化	(273)
10.4.1	谷氨酸合成	(273)
10.4.2	氨甲酰磷酸的合成	(275)
10.5	氨基酸的生物合成	(275)
10.5.1	氨基酸的合成与转氨基作用	(275)
10.5.2	各族氨基酸的合成	(276)
10.5.3	一碳基团代谢	(284)
10.5.4	SO_4^{2-} 还原	(286)
11	核酸的酶促降解和核苷酸代谢	(289)
11.1	核酸的酶促降解	(289)
11.1.1	核酸酶	(289)
11.1.2	脱氧核糖核酸酶	(291)
11.1.3	限制性内切酶	(291)
11.2	核苷酸分解代谢	(292)
11.2.1	核苷酸的降解	(292)
11.2.2	嘌呤的降解	(293)
11.2.3	嘧啶的降解	(294)
11.3	核苷酸的生物合成	(296)
11.3.1	核糖核苷酸的合成	(296)
11.3.2	脱氧核苷酸合成	(304)

第四部分 遗传信息的存储、传送和表达

12	核酸的生物合成	(309)
12.1	DNA 的生物合成	(310)
12.1.1	DNA 的复制	(310)
12.1.2	逆转录作用	(320)
12.1.3	DNA 的损伤、修复与突变	(322)
12.2	RNA 的生物合成	(326)
12.2.1	转录	(326)
12.2.2	RNA 的复制	(334)
12.3	核酸合成的抑制剂	(335)
12.3.1	核苷酸合成抑制剂	(335)
12.3.2	与 DNA 模板结合的抑制剂	(336)
12.3.3	作用于聚合酶的抑制剂	(336)
12.4	基因工程简介	(336)
12.4.1	基因工程的概念	(336)

12.4.2	基因工程的操作技术	(337)
12.4.3	基因工程的应用与前景	(340)
13	蛋白质的生物合成	(342)
13.1	蛋白质合成体系	(343)
13.1.1	mRNA与遗传密码	(343)
13.1.2	tRNA 的结构及功能	(346)
13.1.3	核糖体	(346)
13.1.4	翻译辅助因子	(349)
13.2	蛋白质的合成	(350)
13.2.1	氨基酸的活化	(350)
13.2.2	肽链合成的起始	(351)
13.2.3	肽链的延伸	(352)
13.2.4	肽链合成的终止与释放	(354)
13.2.5	真核细胞蛋白质生物合成	(354)
13.2.6	蛋白质的翻译后加工	(355)
13.2.7	抑制翻译的抗菌素	(356)
13.3	蛋白质定位	(356)
13.3.1	分泌蛋白	(357)
13.3.2	线粒体与叶绿体蛋白	(358)
14	代谢调节	(360)
14.1	代谢途径的相互联系	(360)
14.1.1	代谢网络	(360)
14.1.2	代谢途径间的相互关系	(360)
14.2	代谢调节	(363)
14.2.1	代谢调节的四级水平	(363)
14.2.2	细胞区域化调节	(364)
14.2.3	酶水平调节	(365)
14.2.4	激素对代谢的调节	(372)
14.2.5	神经系统对代谢的调节	(374)
14.3	基因表达调控	(375)
14.3.1	原核和真核生物基因组	(376)
14.3.2	原核生物的基因表达调控	(377)
14.3.3	真核生物的基因表达调控	(383)
15	抗体	(387)
15.1	免疫系统概述	(387)
15.1.1	免疫系统的功能	(387)
15.1.2	初级免疫反应和次级免疫反应	(388)
15.1.3	克隆选择学说	(388)

15.1.4	自身免疫耐受性	(389)
15.1.5	补体	(389)
15.2	抗体的结构	(390)
15.2.1	轻链和重链	(390)
15.2.2	可变区和不变区	(390)
15.2.3	抗体的结构域	(391)
15.2.4	Fab 和 Fc 片段	(391)
15.2.5	5 种类型的免疫球蛋白	(391)
15.3	多克隆和单克隆抗体	(393)
15.3.1	多克隆抗体	(393)
15.3.2	单克隆抗体	(393)
15.4	抗体的合成	(394)
15.4.1	体内重组	(394)
15.4.2	轻链基因的重组	(394)
15.4.3	重链基因的重组	(396)
15.4.4	类型转换	(396)
15.5	抗体的应用	(397)
15.5.1	免疫定位	(397)
15.5.2	酶联免疫	(397)
15.5.3	Western 印渍	(397)
参考文献		(400)
常用生物化学名词缩写		(402)

绪 论

一、生物化学的研究范围

生物化学(biochemistry)是研究生命有机体化学组成和化学变化的科学,即研究生命活动化学本质的学科。地球上的生物尽管十分复杂,但构成生物体的化学元素却基本相同,包括 C、H、O、N、P、S 和少数其他元素。生命现象也遵循和符合化学规律。因此,我们可以运用化学的原理和方法,来探索生命现象的本质。

生物化学研究的对象是生物体,包括病毒、微生物、动植物和人体。生物化学研究的主要内容大致包括以下几方面:

1. 生物体的化学组成

组成生物体的基本有机化合物,均由 C 元素和 H、O、N、P、S 等其它元素组成,其中最主要的是蛋白质、核酸、多糖和脂类。由于这些有机化合物相对分子质量很大,所以称为生物大分子(biological macromolecule)。除上述四大类物质外,生物体还含有可溶性糖、有机酸、维生素、激素、生物碱及无机离子等。这些物质在不同生物体中的种类和含量不同。生物体中最重要的生物大分子是核酸和蛋白质,本书第一、二章将介绍其结构与功能,其他物质将在以后各章介绍。

以蛋白质为主要成分的酶是反应的催化剂。生物膜系统在细胞分室、物质运输、能量转换及信息传递等方面起着极为重要的作用。

2. 生物体的物质代谢、能量转换和代谢调节

生命活动包括生物体与外界的物质交换(摄入营养和排出废物),能量交换,信息传递,生长发育,遗传变异,运动,生殖,应激性等。上述生命过程无一不与新陈代谢相关。因此,新陈代谢是生命活动的物质基础和推动力。

新陈代谢是通过大量的生物化学反应实现的,这些反应无不包含着能量转换。这些反应相互联系、协同制约、组成许多代谢途径和网络,在严密精巧的调控下有条不紊地进行。各类生物在不同的条件下经历了长期的进化,形成各具特色的新陈代谢和调控系统,但是许多最基本的代谢反应、反应机制、调节模式仍然相同或相似,从另一角度体现出生命共同的分子基础。这样,人们才有可能透过令人眼花缭乱的表象,探寻生命活动共同的分子机制。

代谢调控是近代生物化学研究的一个重要方面。生物体内繁多的物质代谢

反应几乎都是在细胞内由酶催化完成。活细胞内的数万个反应能在同一时间、互不干扰、互相配合、有条不紊地在各自不同的代谢途径中进行，而且在合成、分解速度和数量上，都恰到好处地合乎生物体的各种需要。生物体这种高度自动调控机制对于代谢的正常进行十分重要，是近代生物化学研究的热点课题。

3. 生物体的信息代谢

核酸是遗传信息的携带者，核酸的生物合成，包括 DNA 的复制和 RNA 的合成，以及蛋白质的合成构成了生物体内遗传信息传递的主要通路。这也是分子生物学的主要基础和研究核心。

二、生物化学的发简史

作为一门新兴的边缘学科,生物化学仅有 200 年的历史。从远古时代起,人类在长期的生产活动和社会实践中,累积了不少有关农牧业生产、食品加工和医药方面的知识。18 世纪 70 年代以后,伴随着近代化学和生理学的发展,生物化学开始逐步形成。例如,1770—1774 年,英国人 J. Priestly 发现了氧气,并指出动物消耗氧而植物产生氧;1770—1786 年,瑞典人 C. W. Scheele 分离出甘油、柠檬酸、苹果酸、乳酸、尿酸等;1779—1796 年,荷兰人 J. Ingenbousz 证明在光照条件下绿色植物吸收 CO_2 并放出 O_2 ;1780—1789 年,法国著名化学家 A. L. Lavoisier 证明动物呼吸需要氧气,并最先测定了人的耗氧量。进入 19 世纪后,化学、物理学、生物学都有了极大的进展,也推动了生物化学的进步。在这一时期,尤其是法国著名生理学家 C. Bernard (1812—1887)、法国著名微生物学家 L. Pasteur (1822—1895)、德国化学家 J. von Liebig (1803—1873) 等人开拓性的研究工作,为现代生物化学的发展奠定了基础。1877 年, Hoppe - Seyler 首先使用“Biochemistry”这个词,生物化学作为一门新兴学科宣告诞生。在这个阶段,生物化学的主要工作是从生物材料中分离和鉴定了各种氨基酸、羧酸、糖类,发现了核酸,开始进行酶学研究,基本上解决了酶的催化特性、作用条件和作用机理。

从 20 世纪初到 20 世纪 40 年代,伴随着分析鉴定技术的进步,尤其是放射性同位素示踪技术的应用,生物化学进入了动态生物化学发展时期,基本上阐明了酶的化学本质以及与能量代谢有关的物质代谢途径。例如,美国化学家 J. B. Sumner 于 1926 年首次得到脲酶结晶,其后另一位美国化学家 J. Northrop 相继制备出胃蛋白酶等的结晶,从而证明了酶的化学本质是蛋白质;德国生物化学家 O. H. Warburg、H. Widlond 和英国人 D. Keilin 等在 1912—1933 年对生物氧化进行了卓有成效的研究;德国生物化学家 G. Embden 和 O. Meyerhof 阐明了糖酵解反应途径;英国生物化学家 A. Krebs 证明了尿素循环和三羧酸循环;美国生物化学家 F. A. Lipmann 发现了 ATP 在能量传递循环中的中心作用;美国人 Calvin 和

Benson 证明了光合碳代谢途径；此外，维生素和激素的发现，血红素和叶绿素结构的阐明等等，极大地丰富了生物化学的知识，确立了生物化学作为生命科学重要基础的地位。

自从 1950 年以来，由于电镜技术、超速离心技术、各种色谱技术和电泳技术、X-射线晶体衍射技术等现代化技术和设备的发明和发展，加上许多优秀的物理学家、化学家、微生物学家和遗传学家参加到生物化学的研究领域中来，生物化学进入了突飞猛进大发展的新时期。集中体现在对蛋白质、酶和核酸等生物大分子的研究，从分离提纯和一般性质的测定，发展到确定其化学组成、序列、空间结构及其与生物学功能的联系，进而发展到人工合成、人工摹拟，并创立了基因工程。这个时期具代表性的重要成就包括：1953 年 J D Watson 和 F H C Crick 提出 DNA 双螺旋结构模型；1958 年 Crick 提出“中心法则”；为分子生物学奠定了基础；F Sanger 于 1953 年在蛋白质氨基酸序列分析和 1975 年在 DNA 序列测定方面的开拓性工作；F Jacob 和 J Monod 于 1961 年提出了操纵子学说；W Nirenberg 和 H Khorana 于 1966 年破译了遗传密码；1970 年后 W Arber、D Dathans 和 H O Smith 在限制性内切酶研究方面的贡献，以及 H M Temin 和 D Baltimore 对逆转录酶的工作；Berg 等成功地进行了 DNA 体外重组；Cohen 建立了分子无性系(分子克隆)；Boyer 等在大肠杆菌中成功地表达了人工合成的生长激素释放抑制因子基因。据不完全统计，在这一时期因在生物化学及相关领域的贡献而获得诺贝尔奖金的科学家，占了生理医学奖的一半和化学奖的三分之一以上。这些事实从一个侧面充分反映出生物化学在现代科学尤其是生命科学发展中的领先地位。

经过近 1 个世纪的发展，生物化学已经建立起完整的理论和应用体系以及实验技术体系，同时随着研究领域的不断扩大和研究工作的继续深入，根据不同的研究对象和应用范围形成了许多新的分支，如动物生化、植物生化、微生物生化、无机生化、工业生化、农业生化、食品生化、分析生化、生理生化、病理生化、临床生化等。当前，人们尤其关注与生物化学血脉相连的分子生物学和生物工程的发展。

三、生物化学与其他学科的关系

分子生物学被看成使生命科学以全新的面目进入 21 世纪的带头学科，它要从生物大分子和生物膜的结构、性质和功能的关系来阐明生命过程的一些基本问题，如生物进化，遗传变异，细胞增殖、分化、转化，个体发育，衰老等。这些问题都十分复杂，需要多种学科、多种技术的协同配合，生物化学是其基础和核心。由于遗传特征决定生命活动模式和进程，上述生物学基本问题的解决最终都与遗传相联系，因此研究生物体繁殖、遗传的生化机理就成了分子生物学的核心。

这种将生物化学与遗传学相结合的边缘科学也被称为分子遗传学或狭义的分子生物学,主要研究遗传物质(核酸)的复制、转录、表达、调控及其与其他生命活动的关系。

生物工程是在分子生物学基础上发展起来的新兴技术学科,包括基因工程、酶工程、蛋白质工程、细胞工程、发酵工程和生化工程,其中基因工程是整个生物工程的核心。人们希望像设计机器或建筑物一样,定向设计组建具有特定性状的新物种、新品系,结合发酵和生化工程的原理和技术,生产出新的生物产品。尽管尚处在起步阶段,生物工程已经生产出干扰素、生长素、肝炎疫苗等珍贵药物,展示出无可限量的应用前景,必将对人类的生产和生活产生巨大而深远的影响,是 21 世纪新兴产业的基础技术之一。2000 年 6 月 26 日,人类基因组序列工作框架图测绘完成,加上在此之前完成了大肠杆菌、酵母、果蝇、拟南芥等模式生物的基因组侧序,以及正在进行的水稻、家猪等的基因组侧序,人类迎来了生命科学发展的崭新阶段——后基因组时代。因此作为新世纪的科技工作者,学习生物化学的基础理论、基础知识和基本技能,了解生物化学和分子生物学和基因工程的基本原理,显然是十分必要的。

四、生物化学的应用和发展前景

如上所述,生物化学的产生和发展源于生产实践,它的迅速进步随即又有力地推动着生产实践的发展。生物化学在生产和生活中的作用主要体现在以下三个方面:

首先是生化知识的应用。随着对生命活动分子机制的逐步了解,人们对各种生理和病理过程的认识不断深化,并将这些知识用于医疗保健和工农业生产。在医学上,人们根据疾病的发展机理以及病原体与人体在代谢上和调控上的差异,设计或筛选出各种高效低毒的药物;按照生长发育的不同需要,配制合理的饮食。在工业生产尤其是发酵工业上,人们根据某种产物的代谢规律、特别是它的代谢调节规律,通过控制反应条件,或用遗传手段改造生物,突破其限制步骤的调控,大量生产所需要的生物产品。利用发酵法成功地生产出维生素 C 和许多氨基酸就是出色的例证。在农业上,对养殖动物和种植农作物代谢过程的深刻认识,成为制定合理的饲养和栽培措施的依据。人们还根据家禽、家畜和农作物与病虫害和杂草在代谢和调控上的差异,设计各种农药和除草剂。此外,农产品、畜产品、水产品的贮藏、保鲜、加工也广泛地利用有关的生化知识。

其次是生化技术的应用。生化分析已经成为现代工业生产和医学实践中常规的检测手段,特别是酶法分析,专一性强、精度高,有广阔的应用前景。在工业生产上,利用生化分析检验产品质量,监测生产过程,指导工艺流程的改造。在农业上,利用生化分析进行品种鉴定,促进良种选育。在医学上,生化分析用于