



教育部高职高专规划教材

生物化学

► 赵玉娥 主编 荣瑞芬 副主编



化学工业出版社

教材出版中心

教育部高职高专规划教材

生 物 化 学

赵玉娥 主编
荣瑞芬 副主编



化学工业出版社
教材出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

生物化学/赵玉娥主编. —北京:化学工业出版社,
2005.5

教育部高职高专规划教材

ISBN 7-5025-6581-7

I. 生… II. 赵… III. 生物化学-高等学校:技术
学院-教材 IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 052897 号

教育部高职高专规划教材

生物化学

赵玉娥 主编

宋瑞芬 副主编

责任编辑:于卉

文字编辑:熊欣瑜

责任校对:于志岩

封面设计:于丹

化学工业出版社
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)

发行电话:(010) 64982530

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

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市海波装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 13¼ 字数 331 千字

2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6581-7/G·1707

定 价: 23.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前 言

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分。近年来高职高专教育有很大发展，为社会主义现代化事业培养了大批急需的各类专门人才，使得高职高专教育当前成为社会关注的热点，并面临大好的发展机遇。经济、科技和社会的发展对高职高专人才培养也提出了许多新的和更高的要求，迫切需要与之相适应的、面向 21 世纪的、适合高职高专学生使用的教材和教学参考书。为此，我们在化学工业出版社的组织下编写了这本教材。本书可以作为高等职业教育生物技术类专业两年制和三年制专科、五年制高职教材，亦可作为成人教育的教材以及普通高等院校生物技术类专业学生、生物技术工作人员、生产人员的参考书。

本书的编写按照教育部高职高专教材建设的要求，紧密围绕培养高等技术应用性专门人才这一宗旨。教材的定位是：以应用为目的，以必需、够用为度，以加强概念、强化应用为重点，加强针对性和实用性。在内容选择和编排顺序上即强调适合生物工程、制药工程、生物医学工程、食品工程、精细化工以及一些相关轻工业专业使用，也注意适合于一些“不相关”专业的学生选修或自学参考。本书按照生物化学的体系和规律，力求做到简明扼要、由浅入深、循序渐进。部分章节还增加了实例分析以激发学生对生物化学的学习兴趣，同时也有助于教师进行启发式教学。

生物化学内容十分广泛，新的理论与研究与日俱增，因此，不可能在有限的篇幅里得以全面介绍。为此，本书除注意精选内容外，并力求做到概念清晰、准确，语言文字简练、易懂，图文并茂、形象、直观等。

本书由赵玉娥（北京联合大学生物化学工程学院）编写第 1 章、第 2 章、第 6 章；程艳玲（北京联合大学生物化学工程学院）编写第 3 章、第 4 章、第 10 章；荣瑞芬（北京联合大学师范学院）编写第 5 章、第 7 章、第 8 章、第 11 章；李艳华（沈阳工业大学）编写第 9 章。本书承蒙中国人民解放军军需大学颜立成教授主审，他对本书提出了宝贵意见，并指出了不足之处。对此作者表示衷心感谢。

高职高专教育正处于蓬勃发展阶段，本教材在高职高专教育特色方面作了尝试，但教学内容和体系改革是一个长期的、复杂的、需要反复探索和实践的系统工程，限于编者的水平，错误和疏漏之处在所难免，衷心希望专家和使用本书的师生予以匡正，对此谨致以最真诚的谢意。

编 者

2005 年 2 月

目 录

1 绪论	1
1.1 生物化学的概念和研究内容	1
1.1.1 生物化学的概念	1
1.1.2 生物化学的研究内容	1
1.2 生物化学发展简史	1
1.3 生物化学与其他生命科学的关系	2
1.4 生物化学与现代工、农、医的关系	3
1.5 21世纪生物化学的发展趋势	3
2 蛋白质化学	5
2.1 蛋白质的生物学意义	5
2.2 蛋白质的化学组成	6
2.2.1 蛋白质的元素组成	6
2.2.2 蛋白质的氨基酸组成	6
2.3 肽	12
2.3.1 肽的概念	12
2.3.2 生物活性肽	13
2.4 蛋白质的分子结构	14
2.4.1 蛋白质分子的一级结构	14
2.4.2 蛋白质分子的空间结构	15
2.4.3 蛋白质结构和功能的关系	19
2.5 蛋白质的性质	20
2.5.1 蛋白质的相对分子质量	20
2.5.2 蛋白质的两性解离和等电点	21
2.5.3 蛋白质的胶体性质	21
2.5.4 蛋白质的沉淀作用	22
2.5.5 蛋白质的变性作用	23
2.5.6 蛋白质的颜色反应	24
2.6 蛋白质及氨基酸的分离纯化与测定	25
2.6.1 蛋白质的提取	25
2.6.2 蛋白质的分离纯化	25
2.6.3 蛋白质的分析检测	27
2.6.4 蛋白质的分类	28
习题	28
3 酶	30
3.1 概述	30

3.1.1 酶的概念	30
3.1.2 酶的命名和分类	30
3.2 酶的化学本质	34
3.2.1 酶的化学本质	34
3.2.2 酶的组成	35
3.3 酶的特性	35
3.3.1 酶作为生物催化剂的特性	35
3.3.2 酶的作用具有高度的专一性	36
3.3.3 酶活性在体内的可调控性	36
3.3.4 酶的不稳定性	36
3.4 酶的结构和功能	36
3.4.1 酶的活性部位	37
3.4.2 酶的别构(变构)部位	37
3.4.3 酶原的激活	39
3.4.4 同工酶	40
3.4.5 共价调节酶	40
3.4.6 诱导酶	40
3.4.7 核糖酶	41
3.4.8 酶与抗体——抗体酶	41
3.5 酶的催化机制	41
3.5.1 酶的催化作用、过渡态、分子活化能	41
3.5.2 中间产物学说	42
3.5.3 诱导契合学说	42
3.5.4 使酶具有高催化效率的因素	42
3.6 酶促反应动力学	44
3.6.1 酶浓度的影响	44
3.6.2 底物浓度的影响	45
3.6.3 pH值的影响	46
3.6.4 温度的影响	47
3.6.5 激活剂的影响	47
3.6.6 抑制剂的影响	48
3.7 酶的分离提纯及活力测定	51
3.7.1 分离提纯	51
3.7.2 活力的测定	52
3.8 酶的应用	53
3.8.1 酶在食品工业上的应用	53
3.8.2 酶在轻工业产品制造方面的应用	54
3.8.3 酶在医药工业中的应用	54
习题	54
4 维生素与辅酶	55

4.1 水溶性维生素	55
4.1.1 维生素 B ₁ 和 TPP	55
4.1.2 维生素 B ₂ 和 FAD、FMN	56
4.1.3 泛酸和辅酶 A	57
4.1.4 烟酸、烟酰胺和 NAD、NADP	58
4.1.5 生物素	59
4.1.6 叶酸和叶酸辅酶	60
4.1.7 维生素 B ₆ 和磷酸吡哆醛、磷酸吡哆胺	60
4.1.8 维生素 B ₁₂ 和 B ₁₂ 辅酶类	61
4.1.9 维生素 C	62
4.1.10 硫辛酸	62
4.2 脂溶性维生素	63
4.2.1 维生素 A	63
4.2.2 维生素 D	64
4.2.3 维生素 K	65
4.2.4 维生素 E	65
习题	66
5 生物代谢总论与生物氧化	67
5.1 生物代谢总论	67
5.1.1 生物代谢的概念	67
5.1.2 生物代谢的特点及其研究方法	67
5.1.3 生物体内能量代谢的基本规律	68
5.2 生物氧化	71
5.2.1 生物氧化的概念、意义及特点	71
5.2.2 生物氧化中二氧化碳的生成	71
5.2.3 生物氧化中水的生成	72
5.2.4 生物氧化中能量的产生(线粒体氧化体系)	72
5.2.5 非线粒体氧化体系	78
5.3 生物能的利用	80
5.3.1 能量贮存	80
5.3.2 能量利用	80
习题	81
6 糖类的化学和代谢	82
6.1 糖类的化学	82
6.1.1 糖类的概念与分类	82
6.1.2 单糖的结构	83
6.1.3 单糖的化学性质	85
6.1.4 寡糖	87
6.1.5 多糖的结构和性质	88
6.1.6 结合糖	91

6.1.7 糖类化合物的生理功能	91
6.2 糖代谢	91
6.2.1 糖的分解代谢	91
6.2.2 糖的代谢合成	102
6.2.3 糖代谢在工业上的应用	107
习题	108
7 脂类的化学和代谢	109
7.1 脂类的化学	109
7.1.1 脂类的概念和分类	109
7.1.2 脂类的生理功能	109
7.1.3 脂肪的结构和性质	110
7.1.4 类脂和固醇	111
7.1.5 生物膜	113
7.2 脂类代谢	115
7.2.1 脂肪的代谢	115
7.2.2 磷脂代谢	121
7.2.3 固醇代谢	122
7.3 脂类代谢在工业上的应用	124
7.3.1 脂肪酶的应用	124
7.3.2 脂肪酸发酵	124
习题	125
8 核酸化学	126
8.1 概述	126
8.1.1 染色体、DNA、基因	126
8.1.2 核酸的化学组成	126
8.2 核酸的结构	129
8.2.1 核酸的一级结构	129
8.2.2 核酸的高级结构	129
8.3 核酸的性质及研究技术	135
8.3.1 核酸的溶解性	135
8.3.2 核酸的解离	135
8.3.3 核酸的紫外吸收	136
8.3.4 核酸的变性与复性	136
8.3.5 核酸的含量与纯度测定	137
8.3.6 核酸分子的杂交技术	138
8.3.7 核酸序列测定及其应用	139
8.4 核酸的降解和核苷酸代谢	140
8.4.1 核酸的酶促降解	140
8.4.2 核苷酸的合成代谢	142
8.5 DNA 的生物合成	146

8.5.1	DNA 的复制方式	147
8.5.2	有关 DNA 复制的酶	148
8.5.3	DNA 的损伤与修复	150
8.5.4	DNA 畸变与遗传病	151
8.5.5	DNA 重组与 DNA 克隆	151
8.6	RNA 的生物合成	152
8.6.1	RNA 聚合酶	152
8.6.2	基因转录的过程	152
8.6.3	基因转录的方式	153
8.6.4	转录产物的加工修饰	154
8.6.5	RNA 的复制	155
	习题	155
9	蛋白质的代谢	156
9.1	蛋白质的营养	156
9.1.1	蛋白质的营养作用	156
9.1.2	蛋白质的营养价值	157
9.1.3	蛋白质的消化与吸收	157
9.2	氨基酸的分解代谢	158
9.2.1	氨基酸的脱氨基作用	158
9.2.2	氨基酸的脱羧基作用	161
9.2.3	氨基酸分解产物的代谢	162
9.3	氨基酸的合成代谢	165
9.3.1	氨基酸合成途径的类型	165
9.3.2	氨基酸与某些重要生物活性物质	166
9.4	蛋白质的生物合成	170
9.4.1	遗传密码	170
9.4.2	核糖体	173
9.4.3	蛋白质合成的分子机制	173
	习题	177
10	代谢的调节控制	179
10.1	概述	179
10.1.1	代谢调节的意义	179
10.1.2	三种不同水平的调节方式	179
10.2	物质代谢的相互关系	180
10.2.1	糖代谢与脂肪代谢的关系	180
10.2.2	糖代谢与蛋白质代谢的相互关系	181
10.2.3	脂肪代谢与蛋白质代谢的相互关系	181
10.2.4	核酸代谢与糖、脂肪、蛋白质代谢的相互联系	182
10.3	代谢的调节	182
10.3.1	细胞水平的调节	183

10.3.2 激素水平的调节.....	190
10.3.3 神经系统对代谢的调节.....	193
习题.....	194
11 基因工程和蛋白质工程.....	195
11.1 生物工程概述.....	195
11.1.1 生物工程的概念及研究内容.....	195
11.1.2 生物工程在现代工业、农业、医药领域中的应用.....	196
11.2 基因工程.....	198
11.2.1 目的基因的获取.....	199
11.2.2 基因载体.....	201
11.2.3 DNA 重组的步骤	202
11.3 蛋白质工程.....	203
11.3.1 蛋白质工程的概念.....	203
11.3.2 蛋白质工程的一般技术及其应用.....	204
习题.....	206
参考文献.....	207

1 绪 论

1.1 生物化学的概念和研究内容

1.1.1 生物化学的概念

生物化学是以生物体为对象,研究生命化学本质的科学。它应用物理、化学、生物学的理论和方法去研究生物体内各种物质的化学及其化学变化规律,通过对这些规律的了解,以期认识和阐明生命现象的本质,并将这些知识应用于工、农、医等实践领域,为人类的物质文明和精神文明建设服务。

生物化学可分为不同的学科。若以不同的生物为对象,生物化学可分为动物生化、植物生化、微生物生化、昆虫生化等;若以生物体的不同组织或过程为研究对象,则可分为肌肉生化、神经生化、免疫生化、生物力能学等;因研究的物质不同,又可分为蛋白质化学、核酸化学、酶学等分支;研究各种天然物质的化学称为生物有机化学;研究各种无机物的生物功能的学科则称为生物无机化学或无机生物化学。

20 世纪 60 年代以来,生物化学与其他学科又融合产生了一些边缘学科,如生化药理学、古生物化学、化学生态学等;或按应用领域不同,有医学生化、农业生化、工业生化、营养生化等。

1.1.2 生物化学的研究内容

生物化学的研究内容可分为三个部分:静态生物化学、动态生物化学以及机能生物化学。

静态生物化学研究蛋白质、核酸、糖类和脂类等生命物质的化学组成、分子结构和理化性质,以及它们在生物机体内的分布和所起的作用。

动态生物化学研究生命物质在生物机体中的新陈代谢及其规律,包括物质代谢、能量代谢及机体与周围环境进行物质和能量交换的规律。

机能生物化学研究生命物质的结构、功能和生命现象之间的关系,包括各种生命物质在生命活动中所起的作用及其结构变化对生命活动的影响。

1.2 生物化学发展简史

生物化学这一名词的出现大约在 19 世纪末 20 世纪初,但它的起源可追溯得更远,其早期的历史是生理学和化学的早期历史的一部分。例如 18 世纪 80 年代,拉瓦锡证明呼吸与燃烧一样是氧化作用,几乎同时科学家又发现光合作用本质上是动物呼吸的逆过程。又如 1828 年沃勒首次在实验室中合成了一种有机物——尿素,打破了有机物只能靠生物产生的

观点,给“生机论”以重大打击。

1860年巴斯德证明发酵是由微生物引起的,但他认为必须有活的酵母才能引起发酵。1897年毕希纳兄弟发现酵母的无细胞抽提液可进行发酵,证明没有活细胞也可进行发酵这样复杂的生命活动,终于推翻了“生机论”。

生物化学的发展大体可分为三个阶段。

第一阶段从19世纪末到20世纪30年代,主要是静态的描述性阶段,对生物体各种组成成分进行分离、纯化、结构测定、合成及理化性质的研究。其中菲舍尔测定了多糖和氨基酸的结构,确定了糖的构型,并指出蛋白质是肽键连接的。1926年萨姆纳制得了脲酶结晶,并证明它是蛋白质。

此后四、五年间诺思罗普等连续结晶了几种水解蛋白质的酶,指出它们都无例外地是蛋白质,确立了酶是蛋白质这一概念。通过食物的分析和营养的研究发现了一系列维生素,并阐明了它们的结构。

与此同时,人们又认识到另一类数量少而作用重大的物质——激素。它和维生素不同,不依赖外界供给,而由动物自身产生并在自身中发挥作用。肾上腺素、胰岛素及肾上腺皮质所含的甾体激素都是在这阶段发现的。此外,中国生物化学家吴宪在1931年提出了蛋白质变性的概念。

第二阶段约在20世纪30~50年代,主要特点是研究生物体内物质的变化,即代谢途径,所以称动态生化阶段。其间的突出成就是确定了糖酵解、三羧酸循环以及脂肪分解等重要的分解代谢途径。对呼吸、光合作用以及腺苷三磷酸(ATP)在能量转换中的关键作用有了较深入的认识。

当然,这种阶段的划分是相对的。对生物合成途径的认识要晚得多,在20世纪50~60年代才阐明了氨基酸、嘌呤、嘧啶及脂肪酸等的生物合成途径。

第三阶段是从20世纪50年代开始,主要特点是研究生物大分子的结构与功能。生物化学在这一阶段的发展,以及物理学、技术科学、微生物学、遗传学、细胞学等其他学科的渗透,产生了分子生物学,并成为生物化学的主体。

1.3 生物化学与其他生命科学的关系

从生物学的发展历史看,人们对生物体(生命现象)的认识,是从宏观到微观,从形态结构到生理功能。首先是观察生物体的形态,继而解剖观察其组织结构,从器官、组织到细胞不同层次的观察和研究,曾产生了一系列生物学的分支,如分类学、解剖学、组织学、细胞学等。20世纪40年代开始,从对细胞的研究深入到对组成细胞物质的分子结构进行研究。虽然生物化学的起源可以追溯到一个多世纪以前,但生物化学的真正蓬勃发展,却始于20世纪40年代末50年代初,由于当时对构成生物体的基础物质——蛋白质和核酸的分子结构得到初步探明,从而促进了生物化学的迅猛发展。生物化学的成就,又带动和促进了生命科学向分子水平发展,生物学的各分支学科,又衍化出若干分子水平的新学科,如分子分类学、分子遗传学、分子免疫学、分子生物学、分子病理学、分子细胞生物学,终于又独立产生一门崭新的生命科学——分子生物学,从而使人们对生命的本质和生物进化的认识向前大大迈进一步。

生物化学既是现代生物学科的基础,又是其发展前沿。说它是基础,是由于生物科学发

展到分子水平,必须借助于生物化学的理论和方法来探讨各种生命现象,包括生长、繁殖、遗传、变异、生理、病理、生命起源和进化等,因此它是各学科的共同语言;说它是前沿,是因为各生物学科的进一步发展要取得更大的进展和突破,在很大程度上有赖于生物化学研究的进展和所取得的成就。事实上,没有生物化学上生物大分子(核酸和蛋白质)结构与功能的阐明,没有遗传密码和信息传递途径的发现,就没有今天的分子生物学和分子遗传学。没有生物化学对限制性核酸内切酶的发现及纯化,也就没有今天的生物工程。由此可见,生物化学与各生物学科的关系是非常密切的,在生物学科中占有重要的地位。

主要以生物化学、生物物理学、微生物学和遗传学为基础发展起来的分子生物学,其主要任务是从分子水平来研究生命现象和生命规律。因此广义而言,生物化学主要研究内容的蛋白质和核酸等生物大分子的结构和功能,也纳入了分子生物学的研究范畴,有时就很难将生物化学与分子生物学分开,二者关系非常密切。正因为如此,国际生物化学协会(The International Union Biochemistry)现已改名为国际生物化学与分子生物学协会(The International Union of Biochemistry and Molecular Biology),中国生物化学学会也已更名为中国生物化学与分子生物学会。

不过,目前人们还是习惯采用狭义的概念,将分子生物学的范畴偏重于核酸(或基因)的分子生物学,主要研究基因或核酸的复制、转录、表达和调节控制等过程。可见,生物化学与分子生物学有着各自的侧重点。

1.4 生物化学与现代工、农、医的关系

生物化学是在医学、农业、某些工业和国防部门的生产实践的推动下成长起来的,反过来,它又促进了这些部门生产实践的发展。生物化学在发酵、食品、纺织、制药、皮革等行业都显示了强大的威力。例如皮革的鞣制、脱毛,蚕丝的脱胶,棉布的浆纱都用酶法代替了老工艺。近代发酵工业、生物制品及制药工业包括抗生素、有机溶剂、有机酸、氨基酸、酶制剂、激素、血液制品及疫苗等均创造了相当巨大的经济价值,特别是固定化酶和固定化细胞技术的应用更促进了酶工业和发酵工业的发展。

1.5 21 世纪生物化学的发展趋势

生物化学现在的研究前沿包含以下几个方面的内容:

(1) 蛋白质三维结构与功能关系的研究 重点在于完整、精确、动态地测定蛋白质在溶液和晶体状态下的三维结构,并分析与其功能的关系。

(2) 蛋白质折叠的研究 主要包括生物体内新生肽链的折叠和体外变性蛋白的重折叠,以及以氨基酸序列知识为基础的蛋白质构象预测。

(3) 多肽工程和蛋白质工程 主要包括通过有控制的基因修饰和基因合成,对现有的蛋白质和多肽加以定向改造,同时设计并最终生产比自然界已有的性能更加优良、更加符合人类需要的蛋白质和多肽。

(4) 核酸结构与功能的研究 包括 tRNA 结构和功能、核糖体的结构与功能、DNA 复制、RNA 翻译、酶活性 RNA 的结构和功能、snRNA 的结构与功能的研究。

(5) 蛋白质功能的研究 包括酶促作用,受体识别,分子间专一性结合的机理,信息通

过受体本身或通过分子间的作用而传递的机理。20 世纪 80 年代以来, 酶学中具有突破性进展的是酶活性 RNA 和抗体酶的发现。酶结构与功能的研究中有效的方法是蛋白质工程和一些物理技术已经可以描绘出酶蛋白的立体构象。固定化酶和生物传感器的研究已经产生了巨大的效益。酶学研究包括三个部分: 基础酶学, 即酶的结构与功能、动力学、酶分子设计等; 应用酶学, 即疾病的诊断、治疗、物质测定及酶在工农业中的应用; 酶工程, 即固相载体、固定化技术、酶传感器等。

(6) 基因工程的研究 包括基础研究(如基因信息的表达、传递、调控等的机理研究, 工程化宿主, 翻译后加工, 肽链折叠等)和关键技术(如基因体外操作和基因转移技术、体后处理、肽链再折叠、高密度培养技术等)研究。

(7) 生物分子的合成和组装 包括膜脂与膜蛋白的相互作用, 膜蛋白的相互作用, 物质跨膜传送, 跨膜信息传递和脂质体功能等研究。

2 蛋白质化学

蛋白质是由许多 α -氨基酸按照一定的序列通过肽键连接而成的,具有稳定的构象,是功能最多的生物大分子。蛋白质是构成组织和细胞的重要组成成分,它占人体干重的45%。体内约有10万多种蛋白质。

2.1 蛋白质的生物学意义

蛋白质几乎在所有的生物过程中起着关键作用,从最简单的病毒、细菌等微生物到各种动植物,直至高等动物和人类,一切生命过程和种族的繁衍活动都与蛋白质的合成、分解和变化密切相关。蛋白质不仅决定物种的形状和新陈代谢的类型,而且在构成生命的呼吸、心跳、消化、排泄、营养运输、神经传导以及遗传信息控制等生命现象中,最终都是通过蛋白质来表达和实现的,因此,没有蛋白质就没有生命。

各种蛋白质均有其特定的结构和功能。在物质代谢、肌肉收缩、机体防御、细胞信息传递、个体生长发育、组织修复等方面,蛋白质发挥着其他任何物质均不可代替的作用,因此蛋白质是生命活动的物质基础。蛋白质的功能概括如下:

(1) 结构功能 蛋白质是一切生物体的细胞和组织的主要组成成分,也是生物体形态结构的物质基础;还具有保护、支持功能。

(2) 调节功能 生物体的一切生物化学反应能有条不紊地进行,是由于有调节蛋白在起作用。调节蛋白如激素、受体、毒蛋白等。

(3) 催化功能 生物体的各种组成的自我更新是生命活动的本质,而构成新陈代谢的所有化学反应,几乎都是在—类特殊的生命高分子——酶催化下进行的,目前已发现的酶绝大多数都是蛋白质。

(4) 运输功能 生命活动中所需要的许多小分子和离子是由蛋白质来输送和传递的,如 O_2 和 CO_2 在血液中的运输由红细胞中的血红蛋白来完成;铁离子由运铁蛋白在血液中运输,并在肝形成铁蛋白复合物而贮存。

(5) 贮藏功能 乳液中的酪蛋白、蛋类中的卵清蛋白、植物种子中的醇溶蛋白等,它们都有贮藏氨基酸的作用,以备机体的胚胎和幼体生长发育的需要。

(6) 运动功能 生物体的运动也由蛋白质来完成。肌肉收缩和舒张是由肌动蛋白和肌球蛋白的相对运动来实现的。有肌肉收缩才有躯体运动、呼吸、消化及血液循环。

(7) 免疫功能 生物机体产生的用以防御致病微生物和病毒的抗体,就是一种高度专一的免疫蛋白,它能识别外源性生命物质,并与之结合,起到防御作用,免受伤害。

(8) 生物膜功能 生物膜的基本成分是蛋白质和脂类,它和生物体内物质的运转有密切关系,也是能量转换的重要场所。生物膜的通透性、信号传递、遗传控制、生理识别、动物记忆、思维等多方面的功能都是由蛋白质参加完成的。

(9) 生长、繁殖、遗传和变异作用 生物的生长、繁殖、遗传和变异等都与核蛋白有关,而核蛋白是由核酸和蛋白质组成的结合蛋白。再者,遗传信息多以蛋白质的形式表达出来。组蛋白和结合蛋白等参与细胞生长与分化的调节。

2.2 蛋白质的化学组成

2.2.1 蛋白质的元素组成

蛋白质的组成因来源不同而有所差别,但从各种生物组织中提取的蛋白质都含有碳元素(50%~55%)、氢元素(6.0%~7.0%)、氧元素(11%~24%)和氮元素(15%~17%);大多数蛋白质还含有硫元素(0~4%);有些蛋白质含有磷元素;少数蛋白质还含有微量金属元素(如铁、铜、锌、锰等);个别蛋白质还含有碘元素。

各种蛋白质的含氮量十分接近且恒定,平均为16%,即100g蛋白质中含有16g氮,而每克氮相当于6.25g(即100/16)蛋白质。由于测定生物样品中含氮量比直接测定其中蛋白质质量容易得多,因此,只要测出样品中的含氮量,按下式就可以计算出生物样品中蛋白质的大致含量:

$$\text{每克样品中蛋白质的含量} = \text{每克样品中含氮量} \times 6.25$$

测定蛋白质分子中的含氮量一般采用微量凯氏定氮法。

2.2.2 蛋白质的氨基酸组成

氨基酸是蛋白质水解的最终产物,也是组成各种蛋白质的基本结构单位。在生命现象中起重要作用的蛋白质都是由氨基酸通过肽键(酰胺键)连接而成。蛋白质分子中氨基酸的种类、数量、排列顺序和理化性质的不同,可以形成种类繁多、结构复杂、生物功能各异的蛋白质。

2.2.2.1 氨基酸的结构

氨基酸是羧酸分子中 α -碳原子上的一个氢原子被氨基取代而生成的化合物。

天然蛋白质经酸、碱或酶彻底水解后的最终产物为氨基酸,所以氨基酸是蛋白质的基本结构单位。

自然界中存在的氨基酸约有300多种,但存在于生物体内合成蛋白质的氨基酸只有20种,新近发现的硒代半胱氨酸,被列为第21种氨基酸。不过,目前仅在几种蛋白质中发现含有这种氨基酸。

氨基酸的结构可用下式表示:



式中,R为氨基酸的侧链基团,方框内的基团为各种氨基酸的共同结构。

各种氨基酸的结构各不相同,但都具有以下特点:

- ① 除脯氨酸外,组成蛋白质的氨基酸都为 α -氨基酸。脯氨酸为 α -亚氨基酸。
- ② 除R基团为H的甘氨酸外,其他各种氨基酸分子中的 α -碳原子均为手性碳原子,故