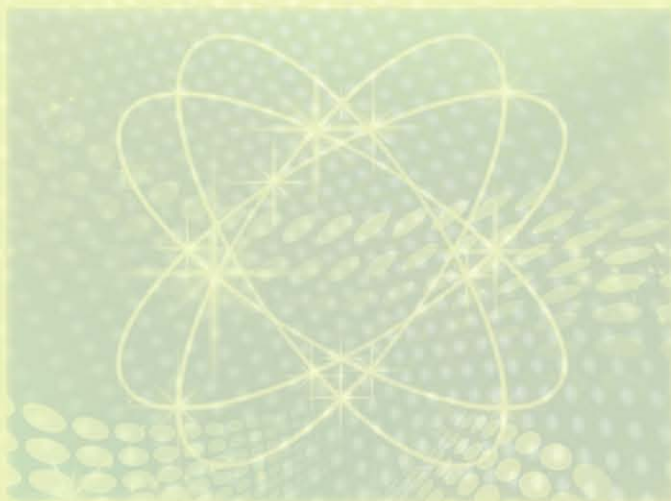


生物化学基础

孟林 主编



湖北科学技术出版社

中等卫生职业教育规划教材
供中等卫生职业教育各专业用

生物化学基础

主 编 孟 林

副主编 李长瑜 马 平

编 者 (按姓氏笔画排序)

马 平 随州职业技术学院

李长瑜 仙桃职业学院

孟 林 十堰市医药卫生学校

沈红元 湖北职业技术学院

杨秀兰 荆州职业技术学院

周金成 仙桃职业学院

黄 敏 武汉大学医学院职业技术学院

湖北科学技术出版社

《中等卫生职业教育规划教材》 组织编写委员会

主任委员	周森林	
委 员	胡国平	柯于浪
	倪洪波	孟 林
	董 莺	雷良蓉
	龚家柄	郭 华
	饶凤英	施向东
学术秘书	刘文俊	
策 划	冯友仁	

前 言

为适应我国卫生职业教育改革和发展的需要,体现“以服务为宗旨,以就业为导向”的职业教育办学方针,湖北省医学职业技术教育研究室组织编写了中等卫生职业教育《生物化学基础》规划教材。本教材以培养技能型、服务型的高素质劳动者为目标,以全国中等卫生职业教育教学计划和教学大纲为依据,坚持“三基”(基本理论、基本知识、基本技能)、“五性”(科学性、先进性、实用性、适用性、规范性)原则,内容以“必须、够用”为度,力求体现卫生职业特点,符合中职学生认知水平和心理特点,满足卫生职业岗位对专业人才知识、能力和素质的需要。

全书按 56 学时编写,共分十三章。主要内容包括蛋白质的结构与功能、酶、维生素、生物氧化、糖代谢、脂类代谢、蛋白质分解代谢、核酸和核苷酸代谢、遗传信息的传递与表达、肝生物化学、水和无机盐代谢、酸碱平衡。在教学内容的选择上,删减了过深过细的理论和化学反应机制,对物质代谢过程力求简洁明了,注重联系临床实际。每章都附加了学习目标和复习思考题,便于帮助学生掌握各章的要点。

本教材的编写得到了湖北省医学职业技术教育研究室的指导,得到了十堰市医药卫生学校、武汉大学医学院职业技术学院、湖北职业技术学院、随州职业技术学院、荆州职业技术学院、仙桃职业学院的大力支持,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,编写时间仓促,书中难免存在不足之处,恳切希望广大师生给予批评指正。

孟 林

2010 年 6 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 生物化学研究的内容	1
一、物质组成	1
二、生物分子的结构与功能	1
三、物质代谢及其调节	1
四、基因信息的传递及调控	2
第二节 生物化学发展概况	2
一、我国对生物化学的贡献	2
二、近代生物化学的发展	2
第三节 生物化学与医学	3
第二章 蛋白质的结构与功能	4
第一节 蛋白质的分子组成	4
一、蛋白质的元素组成	4
二、蛋白质的基本组成单位——氨基酸	4
第二节 蛋白质的结构与功能	7
一、蛋白质的基本结构	7
二、蛋白质的空间结构	8
三、蛋白质分子结构与功能的关系	12
第三节 蛋白质的理化性质和分类	12
一、蛋白质的理化性质	12
二、蛋白质的分类	15
第三章 酶	16
第一节 概述	16
一、酶的概念	16
二、酶催化作用的特点	16
三、酶的分子组成	17
第二节 酶的结构与功能	17
一、酶的活性中心与必需基团	17
二、酶原及酶原的激活	17
三、同工酶	19

第三节 影响酶促反应速度的因素	19
一、酶浓度的影响	19
二、底物浓度的影响	19
三、温度的影响	20
四、pH 的影响	20
五、激活剂的影响	21
六、抑制剂的影响	21
第四节 酶与医学的关系	22
一、酶与疾病的发生	22
二、酶与疾病的诊断	23
三、酶与疾病的治疗	23
第四章 维生素	24
第一节 概述	24
一、维生素的定义	24
二、维生素的命名与分类	24
三、维生素的缺乏与中毒	24
第二节 脂溶性维生素	25
一、维生素 A	25
二、维生素 D	26
三、维生素 K	27
四、维生素 E	27
第三节 水溶性维生素	27
一、维生素 B ₁	27
二、维生素 B ₂	28
三、维生素 PP	29
四、维生素 B ₆	29
五、生物素	30
六、泛酸	30
七、叶酸	30
八、维生素 B ₁₂	31
九、维生素 C	32
第五章 生物氧化	34
第一节 线粒体氧化体系	34
一、呼吸链的组成	34
二、呼吸链中氢和电子的传递	36
第二节 ATP 的生成与能量利用和转移	37
一、高能化合物	37
二、ATP 生成的方式	37

三、影响氧化磷酸化的因素	38
四、ATP 的利用和能量的转移	39
第三节 二氧化碳的生成	40
第六章 糖代谢	41
第一节 糖的分解代谢	41
一、糖酵解	41
二、糖的有氧氧化	45
三、磷酸戊糖途径	48
第二节 糖原的合成与分解代谢	49
一、糖原合成	49
二、糖原分解	50
第三节 糖异生作用	51
一、糖异生途径	51
二、糖异生的生理意义	52
第四节 血糖	52
一、血糖的来源和去向	52
二、血糖浓度的调节	52
三、高血糖和低血糖	54
第七章 脂类代谢	55
第一节 概述	55
一、脂类的分布与含量	55
二、脂类的生理功能	55
第二节 甘油三酯的中间代谢	56
一、甘油三酯的分解代谢	56
二、甘油三酯的合成代谢	60
第三节 类脂代谢	61
一、磷脂代谢	61
二、胆固醇代谢	62
第四节 血脂	65
一、血脂的组成与含量	65
二、血浆脂蛋白	65
三、高脂血症和动脉粥样硬化	67
第八章 蛋白质分解代谢	68
第一节 蛋白质的营养作用	68
一、蛋白质的生理功能	68
二、蛋白质的需要量	68
三、蛋白质的营养价值	69
第二节 氨基酸的一般代谢	69

一、氨基酸的代谢情况	69
二、氨基酸的脱氨基作用	70
三、氨的代谢	73
四、 α -酮酸的代谢	75
第三节 个别氨基酸的代谢	76
一、氨基酸的脱羧基作用	76
二、一碳单位的代谢	77
三、含硫氨基酸的代谢	79
四、芳香族氨基酸的代谢	81
第九章 核酸与核苷酸代谢	83
第一节 核酸的化学组成	83
一、核酸的元素组成	83
二、核酸的分子组成	83
第二节 DNA 的结构与功能	87
一、DNA 的一级结构	87
二、DNA 的二级结构	87
三、DNA 的三级结构	88
第三节 RNA 的结构与功能	89
一、RNA 的一级结构	89
二、RNA 的二级结构	89
三、RNA 的三级结构	90
第四节 核苷酸代谢	91
一、核苷酸合成代谢	91
二、核苷酸分解代谢	95
第十章 遗传信息的传递与表达	98
第一节 DNA 的生物合成	98
一、DNA 的复制	98
二、逆转录合成	101
第二节 RNA 的生物合成	101
第三节 蛋白质的生物合成	103
一、RNA 在蛋白质合成中的作用	103
二、蛋白质生物合成过程	105
第四节 基因工程在医学中的应用	107
第十一章 肝生物化学	109
第一节 肝在物质代谢中的作用	109
一、肝在糖代谢中的作用	109
二、肝在脂类代谢中的作用	109
三、肝在蛋白质代谢中的作用	110

四、肝在维生素代谢中的作用·····	110
五、肝在激素代谢中的作用·····	110
第二节 胆汁酸代谢·····	110
一、胆汁·····	110
二、胆汁酸代谢与功能·····	111
第三节 肝的生物转化作用·····	112
一、生物转化的概念·····	112
二、生物转化反应类型·····	112
第四节 胆色素代谢·····	114
一、胆色素的分解代谢·····	114
二、血清胆红素及黄疸·····	116
第五节 常用肝功能试验及临床意义·····	117
一、血浆蛋白的检测·····	117
二、血清酶类检测·····	117
三、胆色素的检测·····	118
第十二章 水和无机盐代谢 ·····	119
第一节 体液·····	119
一、体液的含量和分布·····	119
二、体液中的电解质组成·····	119
三、体液的交换·····	120
第二节 水代谢·····	121
一、水的生理功能·····	121
二、水的来源和去路·····	121
第三节 无机盐代谢·····	122
一、无机盐的功能·····	122
二、钠、氯的代谢·····	123
三、钾的代谢·····	123
四、钙、磷的代谢·····	124
五、微量元素的代谢·····	125
第四节 水和无机盐代谢紊乱·····	126
一、水代谢紊乱·····	126
二、钾代谢紊乱·····	127
第十三章 酸碱平衡 ·····	129
第一节 体内酸性和碱性物质的来源·····	129
一、体内酸性物质的来源·····	129
二、体内碱性物质的来源·····	129
第二节 酸碱平衡的调节·····	130
一、血液的缓冲功能·····	130

二、肺在调节酸碱平衡中的作用·····	132
三、肾在调节酸碱平衡中的作用·····	132
第三节 酸碱平衡失常·····	134
一、酸碱平衡失常的基本类型·····	134
二、判断酸碱平衡的生物化学指标·····	135
生物化学基础实验指导·····	137
实验一 蛋白质的两性游离和等电点的测定·····	137
实验二 酶的专一性及影响酶促反应的因素·····	139
实验三 分光光度计的使用·····	141
实验四 血糖测定（血清葡萄糖氧化酶法）·····	143
实验五 血清谷-丙转氨酶（ALT）活性测定 ·····	145
参考文献·····	148

第一章 绪 论

✧ 课时目标

1. 掌握生物化学研究的内容。
2. 了解生物化学发展概况、生物化学与医学关系。

生物化学是研究生物体的化学组成和生命过程中化学变化规律的科学。它主要采用化学以及物理学和免疫学等原理和方法，从分子水平探讨生命现象的本质，故又称生命的化学。通常将生物大分子的结构、功能及其代谢调控的研究，称为分子生物学。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。生物化学已成为生命科学领域的前沿学科。

第一节 生物化学研究的内容

生物化学的研究对象是生物，依据研究对象的不同，可分为微生物生化、植物生化、动物生化和人体生化（医学生化）。人体生物化学研究的内容可概括如下。

一、物质组成

组成人体的物质可分为有机物和无机物两类。蛋白质、核酸、多糖及复合脂类等有机物被称为生物大分子；小分子有机物如有机酸、有机胺、维生素、单糖、氨基酸、核苷酸等；无机物是水和无机盐。人体含水 55%~67%、蛋白质 15%~18%、无机盐 3%~4%、核酸 2%、糖类 1%~2%等。

二、生物分子的结构与功能

人体是由生物分子按照一定的布局和严格的规律组合而成。对生物分子的研究，重点是对生物大分子的研究，除了确定其一级结构（基本组成单位的种类、排列顺序和方式）外，更重要的是研究其空间结构及其与功能的关系。结构是功能的基础，而功能是结构的体现。

三、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排除废物。据估计，一个人在 60 年中，通过物质代谢与外界交换约 60 000kg 水、10 000kg 糖类、1 600kg 蛋白质和 1 000kg 脂类。

生物体内物质代谢与能量代谢通过自身调节处于动态平衡中，从而使生物体保持健康状态，体内物质代谢的紊乱则可引起疾病。

四、基因信息的传递及调控

基因信息传递涉及到遗传、变异、生长、分化等诸多生命过程，也与遗传病、恶性肿瘤、心血管病等多种疾病的发病机制有关。因此，基因信息的研究在生命科学中的作用越显重要。遗传的主要物质基础是 DNA，基因是 DNA 分子的功能片段。随着基因工程技术的发展，许多基因工程的产品将应用于人类疾病的诊断与治疗。基因分子生物学除进一步研究 DNA 的结构与功能外，更重要的是研究 DNA 复制、RNA 转录、蛋白质生物合成等基因信息传递过程的机制及基因表达时调控的规律。DNA 重组、转基因、基因剔除、新基因克隆、人类基因组计划及功能基因组计划等的发展，将大大推动这一领域的研究进程。

第二节 生物化学发展概况

生物化学这个名词是 1903 年德国学者纽伯（Neuberg）首次应用，它的发展和其他自然科学一样，是随生产、生活实践和科学实践而发展的。

一、我国对生物化学的贡献

远古时代，我国劳动人民就在酶、营养及医学等方面有许多发明创造，获得很多关于生物化学的知识和经验。例如，在公元前 21 世纪已能用曲（内含酶）酿酒，公元前 12 世纪已能制酱、制饴，这些都是近代发酵工业的前驱。公元前 2 世纪就能制豆腐，为人类从豆类中提取并凝固蛋白质的开端。公元 7 世纪，孙思邈用富含维生素 A 的猪肝治疗雀目（维生素 A 缺乏所致的夜盲症）等。

近代，我国生物化学家吴宪等在血液化学分析方面创立了血滤液的制备和血糖测定法，在蛋白质研究中提出了蛋白质变性学说。1965 年我国首先人工合成了有生物活性的蛋白质——牛胰岛素。1981 年，成功合成了酵母丙氨酸 tRNA。近年来，我国在基因工程、蛋白质工程、人类基因组计划以及新基因的克隆与功能研究等方面均取得了重要成果，正朝着国际先进水平迈进。

二、近代生物化学的发展

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。

识，其中聚合酶链反应技术（PCR 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。

第三节 生物化学与医学

生物化学与医学的发展密切相关，相互促进。生物化学的理论与技术已渗透到基础医学与临床医学的各个领域，推动了医学的快速发展。例如，生理学、微生物免疫学、遗传学、药理学、病理学等基础医学的研究均深入到分子水平，并应用生物化学的理论与技术解决各学科的问题，由此产生了分子免疫学、分子遗传学、分子药理学和分子病理学等新的交叉学科。

生物化学在疾病发病机制的阐明、诊断、治疗、预防等有着广泛的运用。体液中各种无机盐、有机化合物和酶类等的检测，已成为疾病诊断的常规指标。基因探针、PCR 技术和重组蛋白试剂等应用于临床诊断，提高了诊断的灵敏性。随着生物化学和分子生物学的发展，人们对肿瘤、心血管疾病、遗传性疾病、免疫性疾病等重大疾病的发病机制有了更深入的认识，并出现了新的诊治方法。

目前，我们已能利用基因工程生产有药用价值的胰岛素、蛋白质、生长素、干扰素、乙肝疫苗等生物制品。

生物化学是一门重要的医学基础课程，学好生物化学的基本理论、基本知识和基本技能，可为深入学习其他医学基础课程、医学临床课程打下坚实的基础。

复习思考题

1. 名词解释：生物化学、生物大分子、新陈代谢。
2. 生物化学研究的内容有哪些？
3. 医学生为什么要学好生物化学？

（孟 林）

第二章 蛋白质的结构与功能

✧ 课时目标

1. 掌握蛋白质的元素组成及其特点、氨基酸的结构特点；掌握蛋白质基本结构、蛋白质空间结构的概念以及稳定蛋白质各级结构的次级键。
2. 熟悉蛋白质理化性质。
3. 了解蛋白质结构与功能的关系、蛋白质的分类。

蛋白质广泛存在于生物界，从最简单的生物到人类，都以蛋白质为重要的组成物质。自然界中蛋白质的种类繁多，约有 100 亿种，如大肠杆菌含有约 3 000 多种不同的蛋白质，人体约有 10 万种以上不同的蛋白质。正是由于蛋白质多种多样，自然界才有多种多样的生物，并各表现出千差万别的生物学功能。蛋白质是各种组织的基本组成成分，维持组织的更新、生长和修复，还参与体内多种重要的生理活动。例如，催化功能（酶）、调节功能（蛋白、多肽类激素）、收缩和运动功能（肌动蛋白、肌球蛋白）、运输和储存功能（白蛋白、血红蛋白）、保护和免疫功能（凝血酶原、免疫球蛋白），以及生长、发育、繁殖和遗传等。可见，蛋白质是生命的物质基础，没有蛋白质就没有生命活动。

第一节 蛋白质的分子组成

一、蛋白质的元素组成

所有蛋白质都含有碳（50%~55%）、氢（6%~7%）、氧（19%~24%）、氮（13%~19%）；大多数蛋白质还含有硫（0%~4%）；有的蛋白质还含有少量磷、硒或金属元素铁、铜、锰、锌、钴、钼等；个别蛋白质还含有碘。各种蛋白质的含氮量颇为相近且相当恒定，平均为 16% 左右。即每克氮相当于 6.25g 蛋白质。动植物组织中的含氮物质主要是蛋白质，其他含氮物质极少。因此，在测定生物样品的蛋白质含量时，只要测出它的含氮量，就可以通过下列公式计算出样品中的蛋白质含量。

$$100\text{g 样品中蛋白质的含量 (g\%)} = \text{每克样品的含氮克数} \times 6.25 \times 100$$

二、蛋白质的基本组成单位——氨基酸

蛋白质受酸、碱或蛋白酶作用后可彻底水解为各种氨基酸，所以蛋白质的基本组成单位为氨基酸。

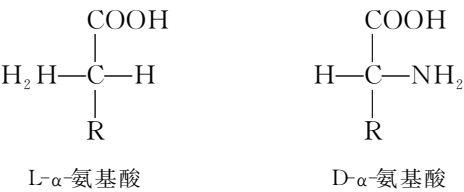
（一）氨基酸的结构特点

组成蛋白质的氨基酸仅有 20 种，其结构有共同的特点。

1. 蛋白质水解所得到的氨基酸都是 α-氨基酸（脯氨酸为 α-亚氨酸），氨基都连接在 α-碳原子上，它可以用下面的结构式表示，R 为氨基酸的侧链基团。



2. 不同氨基酸在于 R 不同，除了 R 为 H 的甘氨酸外，其他氨基酸的 α-碳原子都是手性碳原子，故它们具有旋光异构现象，存在 D-型和 L-型两种异构体。组成天然蛋白质的氨基酸均为 L-型。

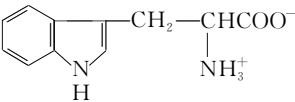
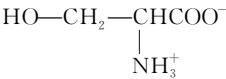
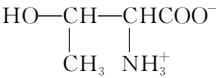
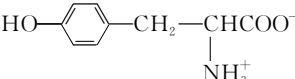
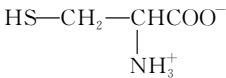
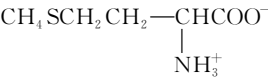
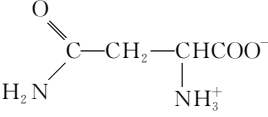
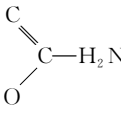
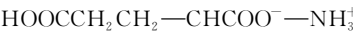
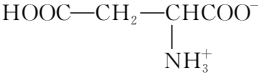
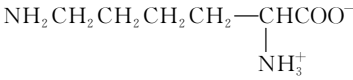
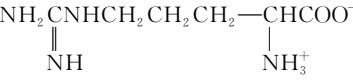
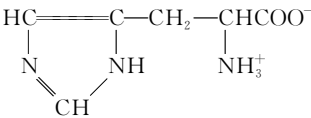


(二) 氨基酸的分类

根据氨基酸 α-碳原子上 R 侧链的结构和性质可将 20 种氨基酸分为四类（表 2-1）：①非极性疏水性氨基酸；②极性中性氨基酸；③酸性氨基酸；④碱性氨基酸。

表 2-1 组成蛋白质的氨基酸

氨基酸的名称	简写符号	结构式	等电点
1. 非极性疏水性氨基酸			
甘氨酸	甘, Gly, G	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{CHCOO}^- \\ \\ \text{HN}_3^+ \end{array}$	5. 97
丙氨酸	丙, Ala, A	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CHCOO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	6. 00
缬氨酸	缬, Val, V	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CHCOO}^- \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_3^+ \end{array}$	5. 96
亮氨酸	亮, Leu, L	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CHCOO}^- \\ \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \text{NH}_3^+ \end{array}$	5. 98
异亮氨酸	异, Ile, I	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CHCOO}^- \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_3^+ \end{array}$	6. 02
苯丙氨酸	苯, Phe, F	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CHCOO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	5. 48
脯氨酸	脯, Pro, P	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_2 \quad \text{CHCOO}^- \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{CH}_2 \quad \text{NH}_2^+ \end{array}$	6. 30

续表			
氨基酸的名称	简写符号	结构式	等电点
2. 极性中性氨基酸			
色氨酸	色, Trp, W		5.89
丝氨酸	丝, Ser, S		5.68
苏氨酸	苏, Thr, T		5.60
酪氨酸	酪, Tyr, Y		5.66
半胱氨酸	半, Cys, C		5.07
蛋氨酸	蛋, Met, M		5.74
天冬酰胺	天-NH ₂ , Asn, N		5.41
谷氨酰胺	谷-NH ₂ , Gln, Q		5.65
3. 酸性氨基酸			
谷氨酸	谷, Glu, E		3.22
天冬氨酸	天, Asp, D		2.97
4. 碱性氨基酸			
赖氨酸	赖, Lys, K		9.74
精氨酸	精, Arg, R		10.76
组氨酸	组, His, H		7.59

除上述 20 种氨基酸外，有些氨基酸是在蛋白质合成后，由相应的编码氨基酸经加工、修饰而成，如胱氨酸、羟脯氨酸、羟赖氨酸等。

第二节 蛋白质的结构与功能

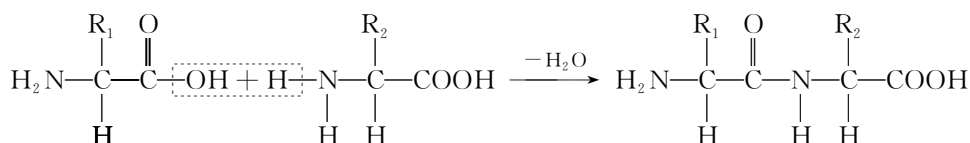
蛋白质分子是由许多氨基酸通过肽键相连形成的生物大分子。每种蛋白质都有其特定的结构和功能。蛋白质分子结构分为一级、二级、三级、四级结构。一级结构为蛋白质的基本结构，二级、三级和四级结构统称为高级结构或空间构象。

一、蛋白质的基本结构

(一) 肽键和肽

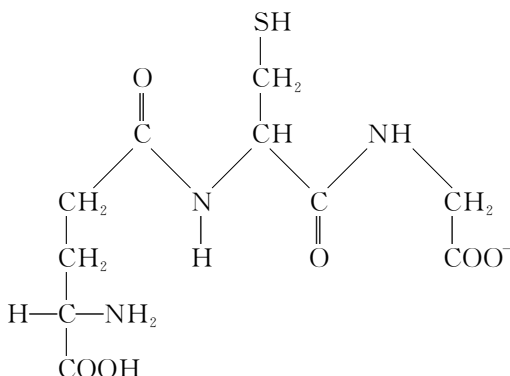
1. 肽键 一个氨基酸的 α -羧基和另一个氨基酸的 α -氨基脱水缩合形成的酰胺键称为肽键 ($-\text{CONH}-$)。

2. 肽 氨基酸通过肽键连接而成的化合物称为肽。由两个氨基酸形成的肽叫二肽，三个氨基酸形成的肽叫三肽，依此类推。一般十肽以下的称为寡肽，十肽以上者称为多肽，多肽的化学结构为链状，也称为多肽链。肽链中氨基酸分子因脱水缩合而基团不全，称为氨基酸残基。



多肽链有两端，含自由 α -氨基的一端称氨基末端或 N-端；有自由 α -羧基的一端称为羧基末端或 C-端。在书写某肽链时，规定 N-端在左，C-端在右。如某一肽段：

(N 端) $\text{H}_2\text{N}-$ 甘—异—缬—谷—半—半……亮—谷—天—酪— COOH (C 端)



每条多肽链中氨基酸残基的顺序编号都从 N-端开始。肽的命名也是从 N-端开始指向 C-端的，如从 N-端到 C-端依次由谷氨酸、半胱氨酸和甘氨酸缩合成的三肽称为谷氨酰半胱酰甘氨酸，或简称谷胱甘肽 (GSH, SH 表示分子中的自由巯基)。

3. 生物活性肽 在体内，存在一些具有重要功能的小分子肽，称为生物活性肽。如谷胱甘肽、脑啡肽、抗利尿激素和催产素、促肾上腺皮质激素等。