全国中等卫生学校教材

生物学

（供医士、卫生医士、妇幼医士、口腔医士、护士、助产士、检验士、卫生检验士、临床检验士等专业用）

汪　慧　主编

冀耀如　主审

河北人民出版社

全国中等卫生学校教材

生　物　学

（供医士、卫生医士、妇幼医士、口腔医士、护士、助产士、检验士、卫生检验士、临床检验士等专业用）

汪　慧　主编
李春生　编写
尹维钧
冀耀如　主审

河北人民出版社

全国中等卫生学校教材

生　物　学

（供医士、卫生医士、妇幼医士、口腔医士、护士、助产士、检验士、卫生检验士、临床检验士等专业用）

汪　慧　主编

李春生
尹维钧　编写

冀耀如　主审

河北人民出版社出版
（石家庄市北马路45号）

河北新华印刷一厂印刷

新华书店发行所发行

787×1092毫米　开本1/16　9.5印张　1插页　216千字

1985年5月第1版　1985年5月第1版第1次印刷

印数：00,001—155,000

统一书号：7086·1191　定价：1.50元

编 写 说 明

卫生部于1982年颁发了全国中等卫生学校各专业教学计划，并于1983年11月在重庆召开了全国中等卫生学校教材编审会，会议就中等卫生学校教材的编写及出版工作进行了讨论。会后成立了《生物学》教材编写组。

编写组向全国100所中等卫生（护士）学校生物学教研组发出征求编写意见的信，随之即着手制订教学大纲，并将教学大纲初稿寄给全国100所中等卫生(护士)学校征求意见。前后共收到80多封回信，信中提出了许多宝贵意见和建议。在编写过程中，我们认真地考虑并采纳了这些意见。

《生物学》教材初稿完成后，根据卫生部的指示，在主编单位河北省卫生厅的主持下，于1984年6月初召开了《生物学》教学大纲和教材座谈会，邀请了北京、天津、上海、江苏、浙江、河北的中等卫生（护士）学校生物学教师及负责主审的河北师范大学生物系冀耀如先生参加。与会同志根据1982年卫生部颁发的全国中等卫生学校各专业教学计划和各地教师提出的意见，讨论了教学大纲，并根据教学大纲的要求，逐章讨论了教材初稿。与此同时编写组还将教材初稿寄给了内蒙古、辽宁、安徽、贵州、甘肃等省的生物学教师，征求意见。在此基础上，我们对初稿又进行了一次认真的修改。

本教材适用于中等卫生（护士）学校医士、卫生医士、妇幼医士、口腔医士、护士、助产士、检验士、卫生检验士、临床检验士等专业。在与中学课程衔接的基础上，考虑到教材内容的系统性、针对性。既加强了基本理论和基本知识的讲述，也反映了现代生物学的发展。

本教材包括绪论、生命的物质基础、细胞、生物的繁殖和动物的个体发育、遗传、生物界的进化、生物与环境等共七章。每章后都有复习题。书后附有实验指导及教学大纲。本教材的绪论、遗传、实验指导等章由唐山市卫生学校汪慧同志编写；生命的物质基础、生物界的进化、生物与环境等章由抚顺市卫生学校李春生同志编写；细胞、生物的繁殖及动物的个体发育等章由蚌埠市卫生学校尹维钧同志编写。

使用本教材时，教师可根据本专业的特点，适当调整讲授内容。

在编写过程中，得到全国许多卫生（护士）学校生物学教师的热情支持和鼓励，并始终得到河北省卫生厅、唐山市卫生学校领导和同志们的支持与提供的方便。在此一并致谢。

由于我们缺乏经验，水平有限，加上编写时间紧迫，教材中一定会有不少缺点和错误，请使用本教材的教师和同学及其他读者提出宝贵意见，以便再版时做进一步的修改。

汪 慧

一九八四年八月三十一日于唐山

目　　录

第一章　绪论……（1）
　一、生物学及其分科……（1）
　二、生物学发展简史……（2）
　三、医学生要学好生物学……（4）
第二章　生命的物质基础……（5）
　第一节　蛋白质……（6）
　第二节　酶……（8）
　第三节　核酸……（9）
第三章　细胞……（13）
　第一节　细胞的一般形态和结构……（13）
　第二节　细胞膜……（16）
　第三节　细胞质……（21）
　第四节　细胞核……（30）
　第五节　细胞的增殖周期……（31）
　第六节　细胞的整体性……（33）
第四章　生物的繁殖和动物的个体发育……（36）
　第一节　生物繁殖的概念及类型……（36）
　第二节　动物的个体发育……（37）
第五章　遗传……（44）
　第一节　染色体……（44）
　第二节　减数分裂与配子发生……（48）
　第三节　遗传的基本规律……（51）
　第四节　基因的本质和作用……（69）
　第五节　突变……（77）
　第六节　遗传工程……（86）
第六章　生物界的进化……（90）
　第一节　进化的证据……（91）
　第二节　进化的理论简介……（97）
　第三节　物种的形成……（102）
第七章　生物与环境……（105）
　第一节　个体与环境……（105）
　第二节　种群与环境……（108）
　第三节　群落与环境……（109）

实验指导……（121）

＊实验一　显微镜的结构和使用……(121)
＊实验二　动植物细胞的结构……(123)
＊实验三　细胞分裂和生物繁殖……(124)
＊实验四　蛙的个体发育……(124)
实验五　动物解剖……(126)
实验六　减数分裂……(129)
实验七　果蝇唾腺染色体的观察……(130)
实验八　人体X染色质的观察……(131)
＊实验九　人类染色体……(132)
注：＊为必做实验

生物学教学大纲……(137)

第一章 绪 论

一、生物学及其分科

生物学是研究生命的本质、它们的发生和发展规律、生物之间以及生物与环境之间相互关系的科学。其目的在于认识生命运动的规律，并运用这些规律能动地改造自然界。

自然界中有生命的物体称为生物。生物和非生物的根本区别就在于生物能表现出以下各种生命现象。

首先生物通过新陈代谢才得以生存，新陈代谢包括两个相反相成、相互依存、对立统一的过程——同化作用和异化作用。这一过程包含着物质代谢和能量代谢两方面的内容。生物与环境之间不断地进行物质和能量交换。生物把从环境中摄取的养料转换成自身的组成物质，并储存能量，这一过程称为同化作用；反之，生物将自身组成的物质分解和释放能量并将代谢产物排出体外，这一过程称为异化作用。新陈代谢失调会产生疾病，新陈代谢一旦停止生命也就随之告终。

生物是不能离开它所需要的环境条件而生存的。对非生命物体来说，它们也和周围环境发生物质的交换，并引起自身的变化，但变化的结果导致自身的毁灭。岩石经过风化就不再是岩石；铁氧化后就变成锈。由此可见，周围环境是生物赖以存在的基本条件，而对非生物体却成了对它自身的破坏因素。

应激性。生物具有对环境变化的刺激发生相应反应的特性，外在环境及自身内在环境的各种因素都可以构成刺激，引起生物体的反应。

生长与发育。当同化作用超过异化作用时，生物体体积增大，称为生长。发育是指生物体在生命周期中，结构和功能从简单到复杂的变化过程。

繁殖。生物产生与自身相似的新个体称为繁殖。在新陈代谢的基础上，当生物生长到一定大小和一定程度的时候就形成繁殖能力，由于繁殖的结果，使物种得以延续。

遗传与变异。遗传是指亲代的性状又在下一代表现的现象，也就是将遗传物质从上一代传给下一代。遗传维持了种群的各种生物性状的稳定。变异是指有共同起源的个体间的性状差异，包括亲代子代之间和子代个体之间的差异。

进化和系统发生。生物通常是以群体形式生活于一定的环境之中，并与环境发生一定的联系，生物群体通过这种联系的变化、发展，称为进化。现存的生物类型都是从古代存在的少数生物类型进化而来，它们各自经历的这个过程，称为系统发生。

上述的各种生命现象，是各种生物所共有的特征。但其中最重要的是生物具有新陈代谢和繁殖的特征。这是生物与非生物最基本的区别。

十九世纪以前，生物学的研究方法主要局限于描述，进入二十世纪，逐渐变为一门实验性很强的科学。生物学的分科繁多，根据研究对象来分有动物学、植物学、微生物学、人类学等；根据研究的方法和内容来分有分类学、形态学、解剖学、胚胎学、组织学、细胞学、生理学、遗传学、生态学、生物地理学、古生物学、进化论、仿生学、优生学等。

近二、三十年以来，生物科学的发展非常迅速，深入到分子水平，建立了分子生物学、分子遗传学、分子胚胎学等新的学科。由于生物学与数学、物理学、化学的结合，生物化学、生物物理学、量子生物学等也迅速发展起来。

二、生物学发展简史

在远古时代，人类从自然环境中寻找可食的植物和动物，随着人类的进化，开始种植作物和驯养动物，人类在和疾病斗争过程中，积累了药用动植物治病的经验，生产和医疗的实践，使人类逐步丰富了关于动物、植物的形态、习性和用途的知识。

史前人在分食动物以及人死后用香料处理尸体的时候，就已经知道动物和人的脑、肝、心、肺、胃、肠、肾等器官的位置和形态。

中华民族是勤劳、勇敢、智慧的民族。我们的祖先创造了光辉灿烂的文化，在很长的历史时期内，我国的科学水平在世界上一直是领先的。我国是研究植物最早的国家，距今约2500年左右的古代诗歌集《诗经》里记载的植物就有200多种。早在公元前二世纪（秦末汉初）就有了从理论上总结古代医疗实践的著作《黄帝内经》。公元前一世纪就有了总结农业生产实践的《氾胜之书》。从殷墟发掘出来的器皿和甲骨文中可以看出，早在公元前一千多年已经能够利用微生物酿酒了。牛痘在我国的应用要比西方早800多年。



李时珍(1518—1593)

我国杰出的植物学家和伟大的药物学家李时珍(1518—1593)经过二十七年的努力，总结了历代植物学和药物学方面的知识和经验，对药物加以鉴别，考证，纠正了前人的错误，编写了《本草纲目》一书。全书收藏药物1893种，其中有374种是李时珍新增的。此巨著总结了十六世纪以前我国丰富的药物应用经验。对后世药物学的发展，做出了杰出的贡献。书中结合生态特性对植物的分类法，比林耐进行的分类工作约早200年。这一经典著作在国内外科学界得到很高的评价。

我国漫长的封建社会，束缚了科学的发展。到了十八世纪之后，不断受到外国的侵略，使我国的科学水平落后下来，尤其是鸦片战争之后，沦为半封建半殖民地的旧中国，科学更无法发展。1949年新中国成立之后，生物科学的研究和教育事业的面貌有了根本的变化，群众性的农牧业生产实践，促进了生物科学的发展，培育出大量优良品种。我国生物学家在实验胚胎学、古生物学、动植物分类和区系研究等方面的各项成就，受到国际上的重视，在一些领域处于世界领先地位。1956年我国首先人工合成胰岛素，1982年又首先合成酵母丙氨酸运载核糖核酸。群众性的医疗和防病工作的开展，使许多严重危害人民健康的疾病得到控制，在血吸虫病的防治方面取得举世瞩目的成绩。有组织有计划地开展计划生育工作的结果，人口增长率得到了控制。这些成就得到世界各国的公认和好评。

在西方国家生物学的发展也是很曲折的。公元二世纪后半叶，在罗马行医的希腊医生盖伦（Galen）提出有关机体功能的理论，对解剖学的发展做出了一定的贡献。这些理

论虽然有许多错误，但在其后的1500年里，一直居于统治地位。在欧洲，从四世纪到十五世纪这一千多年间，由于封建制度和教会思想的统治，自然科学的发展受到阻碍，生物学的发展也停顿下来，唯心论、物种不变论占着统治地位。

十五、十六世纪，欧洲资本主义发生和发展初期，资产阶级为了发展生产，探求新技术，自然科学得到较快的发展。比利时医生维萨里（Vesalius, 1514—1564）对人体结构进行了精细地研究，并纠正了盖伦的错误。英国医生哈维（Harver, 1578—1657）证实了动物血液循环。其后英国人胡克（Robert. Hook, 1635—1703）于1665年用他自制的显微镜，观察了软木的结构，发现了许多蜂窝状小室，他称之为细胞（Cell）。实际上，他在软木组织中所看到的只是死细胞的细胞壁。生产和自然科学的发展，对生物分类学提出了更高的要求，瑞典生物学家林耐（C. Linne′, 1707—1778）建立了一整套植物分类方法——二名法和分类阶梯。

十九世纪细胞学得到了重大的发展。德国人施莱登（Schleiden, 1804—1881）和施旺（Schwann, 1810—1882）在1839年创立了细胞学说。德国生物学家弗来明（Walter. Flemming, 1843—1905）在1879年用染色的方法观察了细胞有丝分裂过程。比利时的胚胎学家贝内当（Beneden）在1885年发现减数分裂。人体染色体数目直到1956年才确切认清是46条。十九世纪生物学另一重大进展是达尔文（Darwin. C, 1809—1882）进化学说的确立，它动摇了唯心论和物种不变论，把生物科学提到一个新的发展阶段，成为生物学史上一个转折点。

杂交育种做为培育新品种的手段，在农作物和花卉育种中早已广泛应用，人们并借此努力探索生物的遗传规律。遗传学的奠基人是奥地利人孟德尔（Mendel, 1822—1884），他的理论被后人称为孟德尔定律，成为现代遗传学的基础。美国的遗传学家摩尔根（Thomas Hunt Morgan, 1866—1945）创立了基因理论，发展了染色体遗传学说。由于他对遗传学发展的卓越贡献，1933年获诺贝尔奖金。

在四十年代，许多科学家的工作已经证明DNA是遗传物质基础。1953年在英国剑桥工作的美国生物化学家沃森（Jams Watson）和英国物理学家克里克（Francis Crick）合作研究了DNA的结构，设计出DNA双螺旋结构模型。由于这一划时代的发现有力的推动了分子遗传学和基因工程的进展，他们于1962年共同获得诺贝尔奖。

到了近代，生命现象的研究深入到分子水平，从静止的观察描述发展到动态的代谢分析。遗传物质DNA结构的阐明、遗传密码及其通用性的发现、中心法则的确立，揭示了生物代谢、生长、发育、遗传、进化的内在联系，标志着生物学跨入一个新的发展时期。

分子生物学已成为现代生物科学的一个重要分支。人工合成大分子物质已成为可能，并促进了遗传工程的发展。1978年7月，人类第一个试管婴儿在英国诞生，随后试管动物相继问世。器官移植和人工器官的临床使用，为某些疾病的治疗和延长人类的寿命提供了新的手段。

生物学在不断地深入微观世界，对生命现象进行精细分析的同时，还在宏观的水平上进行综合研究，以阐明生物体内各种过程之间、个体之间、群体之间及生物与外界环境之间的相互关系及调节机制，这对提高农、林、牧、水产等方面的生产及科学管理、生物防治、自然保护、环境治理、人口控制、遗传性疾病的防治等都将产生巨大影响。

宇航技术的发展，使人类已能冲破地心引力的束缚飞向宇宙，探索地球以外星体的生命物质，寻求生命起源的痕迹；还可以在失重的条件下对生物生长、发育、生理、生化、遗传等方面进行研究。生物学除了继续做为农业、医学、环境科学等领域的理论基础外，还向数学、物理学、化学、工程技术、哲学和社会科学等领域渗透，促使许多综合性边缘学科的形成，日益显示出生物科学做为一门领先学科的趋势。国内外许多著名科学家都认为，未来的二十一世纪将是生物科学的世纪。

三、医学生要学好生物学

生物学的内容非常丰富。一个医学生要在有限的时间内掌握生物学各方面的知识是要下很大功夫的。在医学院校，生物学是医学教育的一门基础课，从培养医学生的目标出发，掌握生物学的某些基本理论、基本知识、基本技能，才能为今后基础医学和临床医学的学习打下基础。

生物学是现代医学教育不可缺少的组成部分。医学基础课中，如人体解剖学，胚胎学、组织学、生理学、生物化学、微生物学等学科都是研究生命现象的，从这些学科的发展史来看，都起源于生物学和生物学有许多内在的联系，同时生物学又是这些学科的基础。细胞学是生物学的重要分支，在学习胚胎学、组织学、微生物学、生理学、病理学等课程时，都需要有细胞学知识。生物学中经常涉及的蛋白质、核酸等物质，又是生物化学课的重要内容。在未来的学习和工作中，经常要使用显微镜，显微镜的正确使用是生物学必须掌握的基本技能之一。临床医学各学科中，在基础理论和临床实践范围内，还有许多问题与生物学有密切联系。生物学的发展推动着医学的进步，生物电的研究成果应用到医学上，产生了利用心电图、肌电图、脑电图检查这些器官功能的检测技术；医疗上广泛使用的各种抗菌素，对保障人类健康做出巨大贡献，但这些抗菌素的发现是科学家们利用生物学方法研究出来的；分子生物学的发展为现代医学遗传学奠定了基础，使许多遗传性疾病和先天畸型的发病机理得以阐明；遗传工程的兴起，为遗传性疾病的防治展现了美好的前景。

遗传性疾病的危害，越来越引起重视，遗传性疾病、先天畸型、肿瘤等正在成为医学研究的中心课题。做为一名医务工作者，今后如果不懂得遗传学理论就很难胜任工作。

生物的结构和功能是复杂的，生物生活于变化的环境中，并不断的发展，所以，学习生物学要树立整体观点、进化的观点、同时要辨证地分析生物自身、生物之间、生物与环境之间的关系。

复习题

1. 生物学的定义是什么？说明生物学研究的内容。
2. 生命现象有哪些基本特征？
3. 近代生物学的发展有哪些特点？
4. 医学生为什么要学好生物学？

第二章　生命的物质基础

地球上的生物和非生物都是物质的，一切现象都是物质运动的表现形式，无论是有生命的物质还是无生命的物质，都是由元素或化合物组成的。生命是物质运动的高级形式。

各种生物都是由生命物质、即原生质所组成的。原生质是指细胞的全部生命物质，包括细胞膜、细胞质、细胞核三部分，其主要成分为核酸和蛋白质。究竟有多少元素对于生命是不可缺少的呢？分析原生质的化学组成，一般认为大约有20多种元素是生命所必需的。其中主要有碳、氢、氧、氮、磷、硫、氯、钙、钠、钾、镁、铁等元素，其中碳、氢、氧、氮在生物体中含量最多，约占95%左右。此外，还有少数微量元素如铜、锌、碘、氟、钴、锶、钡等。组成原生质的这些元素在无机界中都能找到，说明生物与非生物有共同性，生命的物质基础是非生命物质。

地球上的生命形态虽然是多种多样的，但它们的化学元素组成大致相同。表2-1所列是人体和大肠杆菌的元素组成，从表中可以看到它们在元素组成上基本相同，这个事实可以作为生命统一性的一个根据。

表2-1　人体及大肠杆菌的元素组成

元　素	人　体		大肠杆菌	
	总组成%	干　重%	总组成%	干　重%
氧	65	18	69	20
碳	18	54	15	50
氢	10	8	11	10
氮	8	9	8	10
磷	1.0	3.0	1.2	4.0
硫	0.25	0.75	0.3	1.0
其他	2.75	7.25	0.5	5.0

组成原生质的各种元素在细胞内都是以化合物的形式存在，包括无机物和有机物两大类。　无机物中包括水和无机盐。　生命产生在水中，水是生命存在的必要条件。水是组成细胞的重要成分之一，占细胞重量的60～90%。生物体内一系列代谢过程都必需有水参加，水是良好的溶剂，有运输物质和调节体温的作用。　无机盐类是细胞和细胞间质的组成成分，细胞中无机盐的含量大约为干重的2—5%，含量较多的无机阳离子有Na^+、K^+、Ca^{++}、Mg^{++}、Fe^{++}或Fe^{+++}等，阴离子有Cl^-、$SO_4^{=}$、$PO_4^{\equiv}$、HCO_3^-等。这些离子有的直接和蛋白质结合，组成具有特殊性质的蛋白质（如血红蛋白、磷蛋白等），有的游离

于水中。无机盐与维持体液的渗透压和酸碱度等有密切关系。体内各种离子的比例是保持一定的，否则就影响正常代谢的进行。

有机化合物包括蛋白质、酶、核酸、糖类、脂类、维生素等。蛋白质是生物形态结构和生命活动的物质基础。酶能催化生物体内一系列的化学反应。核酸是生物遗传和变异的物质基础。糖类主要由C、H、O三种元素组成，糖类是细胞的组成成分、主要的能源物质，糖与蛋白质结合成糖蛋白与脂类结合成糖脂，都是细胞膜的组成成分。脂类包括脂肪和类脂，脂肪可提供能量，填充在组织和器官间有保护作用，并能保持体温。类脂是构成细胞膜的重要成分，类脂中的胆固醇是性激素、肾上腺皮质激素等生物合成的前体物质。维生素是具有生物活性的一类低分子有机物，是生物生长和代谢所必需的微量有机物。大多数维生素不能在体内合成，要从食物中摄取，如摄入量不足或出现吸收障碍，可导致代谢紊乱，影响生物正常的生命活动，以致引起某些疾病。以上这些化合物按照特定的结合方式，形成了一个极其复杂而又协调一致的生命物质体系，即生物体或有机体。

第一节 蛋 白 质

一、蛋白质的组成

各种蛋白质水解后，都产生氨基酸，所以，氨基酸是组成蛋白质的基本单位。组成氨基酸的元素主要有碳、氢、氧、氮，一部分氨基酸还含有硫。在氨基酸的分子上既有碱性的氨基（$-NH_2$），又有酸性的羧基（$-COOH$），因此氨基酸根据其氨基和羧基数量的不同，可分为中性、酸性和碱性氨基酸三大类别。

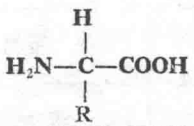


图 2-1 氨基酸分子结构通式

组成蛋白质的氨基酸有20种，它们都有相似的结构特点，即氨基总是结合在与羧基相连的α—碳原子上，故称为α—氨基酸。其结构式见图2-1

R代表氨基酸的侧链部分，各种氨基酸的差异都表现在R这部分的组成上。

二、蛋白质的分子结构

组成蛋白质的氨基酸分子通过肽键依次缩合成多肽链，由两个氨基酸分子缩合而成的化合物称为二肽，是两个氨基酸分子之间的一个氨基与另一个的羧基失水缩合而成，连接两个氨基酸的键即称为肽键，其结构如图2-2。由三个氨基酸缩合成的化合物称为三肽，依次类推为四肽、五肽，以至多肽。

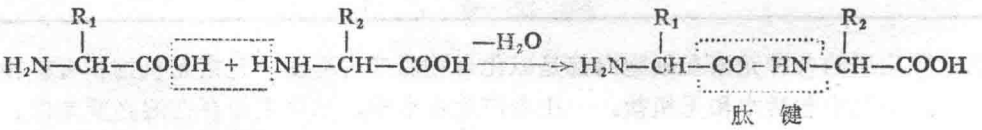


图 2-2 肽键的结构

构成蛋白质的多肽链，有的较短，只含有10个左右的氨基酸；有的较长，所含的氨基酸有数千个以至数万个。多肽链构成蛋白质的骨架，称为主链，从主链上还伸出一些化学基团称为侧链（R）。蛋白质分子结构一般都含有一条或数条主链和许多侧链。不同

的蛋白质所含侧链的数目不同，可以从几个到几万个。因侧链的数目和结构不同，使蛋白质表现出特异性的区别，从而构成种类繁多、结构各异的蛋白质，蛋白质的这种特性，正是生命现象复杂性的物质基础。

一条多肽链就可以构成完整的、有活性的蛋白质分子，也可以只是某种蛋白质分子结构的亚单位。某些结构复杂的蛋白质分子就是由数条肽链（即数个亚单位）按照特定的方式结合在一起，组成有活性的蛋白质分子。蛋白质分子具有复杂的空间结构，多肽链中各个氨基酸的种类和排列顺序就是蛋白质分子的一级结构。蛋白质的空间结构既是稳定的，又是可变的，这种特性与蛋白质复杂的生理功能有关。

三、蛋白质的理化特性和作用

蛋白质是构成人体、动物、植物、微生物等细胞的主要成分，是生物体形态结构和生理机能的物质基础。

蛋白质是胶体状态的物质，它在水中溶解时，其分子表面有许多亲水基团，如$-NH_2$、$-OH$、$-COOH$、$-SH$等，它们能吸引水分子，因此每个蛋白质分子表面均包着一层水化膜，蛋白质各颗粒之间由于水化膜的存在而彼此分隔开来，并分散在溶液中形成胶体溶液。又因蛋白质是两性电解质，在等电点以外的任何pH值，蛋白质颗粒都带有相同电荷而相互排斥。因此，水化膜及电荷的排斥作用使蛋白质不易沉淀，成为稳定的胶体溶液。

组成细胞的蛋白质，有些是处于凝胶状态，有些是处于溶胶状态。如细胞膜结构中的蛋白质是处于凝胶状态，细胞质基质和核液基本上是处于溶胶状态。溶胶和凝胶相互转化的易变性是胶体的主要特性。这是生命活动中不可缺少的特性，例如血液的凝固、细胞的变形运动与细胞分裂过程都与蛋白质胶体的易变性有关。生命物质一旦失去溶胶凝胶相互转化的可能性，生命也随之停止。

蛋白质在生物界的分布很不一致，植物组织含蛋白质较少，在植物新鲜组织中一般只占重量的0.5～3%，在植物种子中较多，约占15%。动物组织含蛋白质较多，在动物新鲜组织中约占重量的20%左右，人体蛋白质含量占组织干重的45%，其中肌肉与内脏的含量较多，骨骼、牙齿及脂肪组织含量较少。

蛋白质在生命有机体中有极其重要的作用。首先，蛋白质是构成细胞和原生质的主要成分。不同的生物或不同的细胞其形态结构不同，主要是因为其所含的蛋白质空间结构和组成上不同造成的，因此，蛋白质是生物体形态结构的物质基础。

其次，蛋白质对生物体的一切生命活动起着重要的调节作用，机体新陈代谢的各种化学反应都是在酶的催化下进行的，缺少某一种酶，那么由它所催化的化学反应就不能进行，生物体就受到损害。目前已发现的全部酶和许多激素都是特殊的蛋白质。维生素也必须先与酶蛋白结合才能在代谢中发挥作用。因此，蛋白质又是生物体一切生命活动的物质基础。

此外，蛋白质有运输物质的作用，它能在细胞内或者通过细胞膜传递小分子或离子。蛋白质作为抗体，还对生物体起保护作用。

蛋白质依据其物理性质可分为单纯蛋白质和结合蛋白质。单纯蛋白质水解时只产生氨基酸，如组蛋白、球蛋白等。结合蛋白质是由单纯蛋白质与非蛋白物质结合而成，有些结合蛋白质在生物体内有重要的生理作用，如糖蛋白，是蛋白质和糖类组成的一种复

合物，是细胞的组成成分，也存在于体液及分泌液中。脂蛋白是蛋白质和脂类组成的结合蛋白质，哺乳动物的细胞膜中含脂蛋白，血浆脂蛋白和血红蛋白都是脂蛋白。核蛋白是蛋白质与核酸结合而成的结合蛋白质，它构成细胞核的主要成分，存在于染色体、线粒体和质体中，细胞质基质中也有核蛋白物质存在。

第二节　酶

组成生物体的各种物质，都处于复杂的运动、变化之中。生物从体外摄取的营养物质，必须先经水解后才能吸收，吸收的养料又必需经分解、氧化和合成等作用才能供给能量，构成组织、器官等。这样生物才能进行生长、发育、繁殖和运动等生命活动。这一系列的复杂代谢过程，都是在酶的参与下进行的。这些化学反应如果在体外进行，则多数需要剧烈的物理或化学的条件和较长的时间才能完成。可是在生物体内，在温和的条件下就能迅速地进行各种化学反应。这是因为生物体内存在着催化这些反应的生物催化剂——酶。

酶在体内的活性受一定的理化因素影响，温度在一定范围内升高时，酶的活性加强，但温度过高时，酶的活性反而减弱。因为过高的温度，改变了酶的化学结构，使之丧失了生物活性。这说明生命活动与环境条件之间的密切联系。

动植物及微生物的一切代谢作用都有赖于酶的催化作用，受酶的控制和调节。已知人体约有两千种酶。

疾病能使酶发生质或量的变化，从而影响生物体内代谢的正常进行；相反，酶有了质或量的改变也引起疾病。药物作用就在于纠正酶的质与量的异常变化，使体内的代谢得以恢复正常状态。所以，如果生物体离开了酶，代谢作用就不能正常进行，生命也就停止。

目前，大约有一百多种酶已提纯成结晶，它们的成分都是蛋白质。

酶有以下几点主要特性：

一、专一性

酶与无机催化剂不同，酶的催化作用有高度的专一性，就是说酶对底物有严格的选择性，某一种酶往往只对某一种或某一类物质起催化作用，例如淀粉酶只对淀粉有催化分解作用，对于其他任何化合物都没有反应。

二、高度的催化效能

酶的催化效率比一般化学催化剂高 10^7—10^{13} 倍，例如一个过氧化氢酶分子在 0°C 时，每分钟能使五百万个分子的 H_2O_2 分解成 H_2O 和 O_2，比 Fe^{+++} 催化 H_2O_2 分解的效率大 10^9 倍。在生物体内，酶的种类很多，每种酶的含量却很少，因酶有强大的催化能力，从而保证了机体一系列代谢过程的正常进行。

三、不稳定性

酶的催化作用很容易受理化因素影响而改变，如温度、酸碱度（pH）、金属离子及其他物质都是改变酶的结构的因素，所以酶发挥作用要求一定的条件，在适宜的条件下，酶的催化活性较强；在不适宜的条件下，酶的活性较弱，甚至完全丧失其催化活性。

第三节 核 酸

一、核酸的组成

核酸是生物大分子物质，是由数十个乃至数百万个单核苷酸聚合而成的复杂化合物。每个单核苷酸是由三种比较简单的化合物所组成，即磷酸、戊糖（五碳糖）、和含氮碱基（简称碱基）。其中，戊糖有两种，即核糖和脱氧核糖。碱基有嘌呤和嘧啶两大类：嘌呤中主要有腺嘌呤（符号为A）和鸟嘌呤（符号为G）等；嘧啶中主要有胞嘧啶（符号为C）、尿嘧啶（符号为U）和胸腺嘧啶（符号为T）等。嘌呤和嘧啶为含氮的杂环化合物，故常称为含氮碱基。

戊糖和碱基形成的化合物称为核苷，核苷和磷酸形成的化合物就是核苷酸，即核酸分子的基本单位。许多单核苷酸相接而聚合成一条多核苷酸链，这就是核酸分子的基本结构。

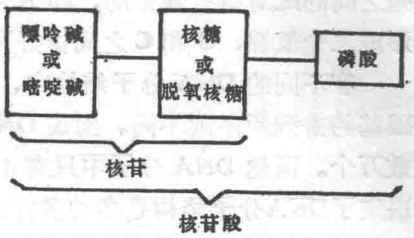


图 2-3 核苷和核苷酸的组成

二、核酸的种类和分布

生物体内的核酸分为两类：即核糖核酸(RNA)和脱氧核糖核酸（DNA）。两类核酸的主要区别在于：RNA 分子中的戊糖是核糖，而 DNA 分子中的戊糖是脱氧核糖；RNA 分子中的碱基是腺嘌呤（A）、鸟嘌呤（G）、胞嘧啶（C）和尿嘧啶（U），而 DNA 分子中的碱基是腺嘌呤（A）、鸟嘌呤（G）、胞嘧啶（C）和胸腺嘧啶（T）。在结构上两种核酸也有区别，RNA 一般多为单链，而 DNA 为双链。

根据组成 RNA 和 DNA 的碱基和戊糖的不同，可以给核苷酸命名：例如，腺嘌呤、核糖和磷酸所组成的核苷酸称为腺嘌呤核苷酸；由胸腺嘧啶、脱氧核糖和磷酸所组成的核苷酸称为胸腺嘧啶脱氧核苷酸。依此类推，组成 RNA 和 DNA 的各种核苷酸种类和名称见表 2-2。

表 2-2 组成 RNA 和 DNA 的核苷酸种类和名称

类 别	核苷酸的组成	核苷酸的种类和名称
RNA	磷酸 核糖 碱基：A，G，C，U	腺嘌呤核苷酸（符号为 AMP） 鸟嘌呤核苷酸（符号为 GMP） 胞嘧啶核苷酸（符号为 CMP） 尿嘧啶核苷酸（符号为 UMP）
DNA	磷酸 脱氧核糖 碱基：A，G，C，T	腺嘌呤脱氧核苷酸（符号为dAMP） 鸟嘌呤脱氧核苷酸（符号为dGMP） 胞嘧啶脱氧核苷酸（符号为 dCMP） 胸腺嘧啶脱氧核苷酸（符号为dTMP）

核酸在细胞中的分布，因生物种类而不同。病毒（包括噬菌体）中的核酸位于病毒的核心部位。原核生物中的核酸位于染色体中。真核生物的核酸如DNA主要位于细胞核内，细胞质中也有少量核酸。

三、DNA的结构与功能

DNA分子是由两条平行而方向相反的多核苷酸长链，围绕着一个中心轴成螺旋状排列的结构，其脱氧核糖和磷酸排列在每条链的外侧，碱基朝向内侧。二条链上的核苷酸都是互相对应的，由各自伸向内侧的碱基之间形成的氢键相连接，由于结构的特点，碱基之间的配对是有规律的，即A=T、T=A、G≡C、C≡G等。A和T之间恰好可以形成二个氢键，G和C之间恰好可以形成三个氢键，见图2-4。

在不同的DNA分子结构中，磷酸和脱氧核糖这一基本骨架是相同的，与之相连的碱基的排列顺序则不同。组成DNA分子的碱基对数目是很多的，可以是几千，甚至是数万个。虽然DNA分子中只有4种碱基，也可以组成极多的不同碱基排列顺序，因而决定了DNA分子结构是多种多样的。DNA是遗传的物质基础，在这些复杂而又多样的DNA分子内储存着生物的遗传信息，这就决定了自然界生物的多样性。

(一) DNA的自我复制

DNA的自我复制，是以自身分子作为模板来合成新的DNA，如图2-5，其主要步骤如下：DNA的两条多核苷酸链，在DNA解旋酶的作用下，逐渐解旋为两条单股的多核苷酸链，在DNA聚合酶的作用下，用游离于细胞质中的核苷酸，以碱基互补原则连接上相对应的脱氧核苷酸，然后在连结酶的作用下，构成一条多核苷酸链。这样，由原来一个DNA分子复制成为二个与亲代DNA分子完全一样的DNA分子。在每一个子代DNA分子中，都含有一条亲代DNA链和一条新合成的DNA链，所以称为半保留

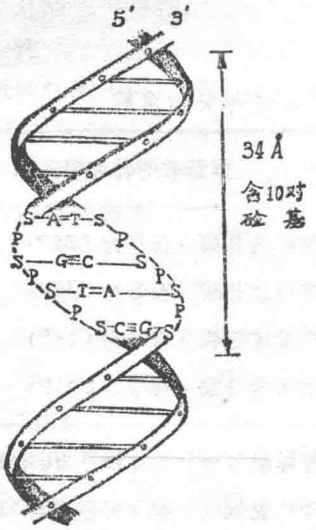


图2-4 DNA分子双螺旋结构图解

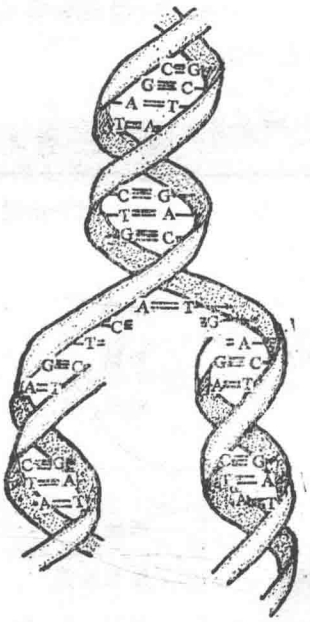


图2-5 DNA分子复制示意图

复制。由于子代 DNA 分子是亲代 DNA 分子的“复制品”，所以子代 DNA 和亲代 DNA 有完全相同的遗传信息。

（二）DNA 互补合成 RNA

以 DNA 为模板合成 RNA 是在细胞核内进行的，DNA 分子在解旋酶作用下局部解旋，解旋处的 DNA 双链成平行状态，以其中一条多核苷酸链为模板，在 RNA 聚合酶作用下，以碱基互补原则进行碱基配对合成 RNA，即 A＝U、T＝A、G≡C、C≡G。因此，合成后的 RNA 其碱基排列顺序与 DNA 的碱基排列顺序是相对应的。RNA 合成后，经过细胞核的核孔到细胞质中。

四、RNA 的结构与功能

各种 RNA 分子，基本上是由多核苷酸单链所构成。其中有个别种类的 RNA，在多核苷酸链的局部自相交联构成有折曲的双螺旋区，即假双链结构。

生物体内的 RNA 主要有下列三种，见表 2-3。

（一）信使 RNA

信使 RNA（mRNA）分子为一条多核苷酸单链，其分子大小不一，分子量在 150000—2000000 之间。其数量占细胞内 RNA 总量的 5—10%，mRNA 在核内的互补

表 2-3　三种 RNA分子的结构特征和功能作用

种类 / 项目	mRNA	tRNA	rRNA
细胞中含量	5—10%	5—10%	80—90%
分子量	$(1—5)\times10^5—2\times10^6$ 大小悬殊	$(2.4—3)\times10^4$ 约有70—80单核苷酸	$(0.6—12)\times10^6$
结构特征	基本上呈线形，部分节段可能绕成环形	呈三叶草形，柄部和基部可成双螺旋形，柄部末端有CCA三个碱基，其相对的端呈环形，有三个碱基形成反密码子	线形，某些节段可能成为双螺旋结构
存在场所	细胞质的可溶部分	细胞质中或核蛋白体上	细胞质中，常出现数个核蛋白体由mRNA 结合成多聚核蛋白体
功能作用	转录 DNA 中的遗传信息，并带到核蛋白体上，作为蛋白质合成的指令	运输活性的氨基酸到核蛋白体上的 mRNA 的特定部位。每种氨基酸均由一种或一类特异的 tRNA 转运	为核蛋白体（蛋白质合成的场所）的组成成分；还可能是核蛋白体中自身蛋白质合成的模板