

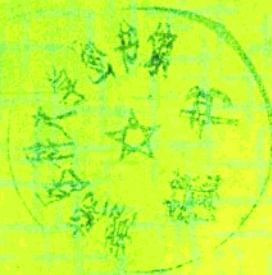
• 中等卫生学校教材 •

生 物 学

（供护士专业用）

钟明昆 主编

郭亦寿 主审



山东科学技术出版社

编写说明

随着卫生事业的发展和医学教育改革的深入,需要培养大批具有一定理论知识和实际操作技能的实用型中级护理人才。全国中等卫校护士专业统编教材历经数年,已不能完全适应新的培养目标要求。为此,我厅和山东科学技术出版社共同组织编写了这套供护士专业使用的教材。

这套教材共计16门,可供招收初中毕业生、学制三年的卫校护士专业学生,以及各类有关学校的干部职工中专班和职业中专班的护士专业学生使用,也可作为护士专业自学考试参考书和护理人员培训班教材。

在教材编写过程中,始终贯彻了改革的精神,以1982年卫生部颁布的教学计划为依据,以原统编教材为基础,进行了大胆的改革和探索。教材内容充分体现护士专业的特点,针对性较强,注意理论联系实际,既保持了基本理论的系统性和科学性,又重视了护士实际操作技能的训练。各门教材均附有教学大纲和实验指导,供教学实践时参考使用。各临床课教材尽量把临床学科和护理两部分内容有机地结合起来,使之融为一体。其内容的取舍、详略及描述方法,都从护士工作的实际需要出发,经过认真讨论后加以确定,结构较为合理。

这套教材的编写出版是多方共同努力的结果,各位主编都是从中等卫校教学第一线上遴选产生的,各编写组由具有丰富教学经验和一定写作水平的教师组成,并聘请高等医学院校相同学科的教授担任主审。许多中等卫校热情相助,为这套教材的编写出版做出了积极贡献。在此一并表示诚挚的谢意。

这套新教材的编写尚属探索性的尝试,由于经验不足,水平有限,不妥之处在所难免,恳请批评指正。

山东省卫生厅

1989年1月

前 言

本教材是根据中央卫生部颁发的中等卫生学校教学计划和护士专业培养目标，在山东省卫生厅的直接领导与组织下，进行编写的。

全书共分8章，主要讲述了细胞、生物的新陈代谢、生物的生殖和个体发育、遗传和变异、高等动物的行为、生物界的进化、生物与环境等有关生物学方面的基础理论与基本知识。书末附有实验指导与教学大纲。内容丰富，资料新颖，知识系统，语言通俗，不仅是中等卫生学校护士专业的一部较好培训教材，而且还可供广大临床护士的业务自学与工作中参考。

本教材在编写过程中，得到各作者所在单位的大力支持与积极帮助；山东省及国内部分中等卫生学校生物学教师给予了热情的关心与鼓励；书稿完成后，山东师范大学冯静仪教授，山东农业大学德州分部王容玉，文登卫生学校刘瑞云高级讲师，滨州卫生学校陈秀坤讲师出席了定稿会，参加了讨论，提出了许多中肯的修改意见与建议。在此一并致谢。

由于水平所限，书中可能存有错误或不妥之处，恳切希望广大读者批评指正。

编 者

1989年5月

目 录

第一章 绪 论	(1)
第二章 细 胞	(4)
第一节 细胞的化学组成	(4)
组成细胞的化学元素	(4)
组成细胞的无机化合物	(4)
组成细胞的有机化合物	(5)
第二节 细胞的结构和功能	(11)
概述	(11)
真核细胞的结构和功能	(13)
细胞增殖周期	(29)
多细胞生物的细胞间分化与统一	(31)
第三章 生物的新陈代谢	(32)
第一节 生物新陈代谢的概念	(32)
第二节 新陈代谢的基本类型	(34)
第四章 生物的生殖和个体发育	(37)
第一节 生物的生殖	(37)
生殖的概念和方式	(37)
生殖细胞的基本结构和发生过程	(38)
第二节 高等动物的个体发育	(43)
胚胎期	(43)
胚后发育	(46)
环境因素对个体发育的影响	(47)
第五章 遗传和变异	(48)
第一节 遗传的基本规律	(48)
分离定律	(48)
自由组合定律	(50)
连锁和互换定律	(54)
第二节 单基因遗传病的传递方式	(56)
常染色体显性遗传病的传递方式	(57)
常染色体隐性遗传病的传递方式	(61)
X连锁隐性遗传病的传递方式	(63)
X连锁显性遗传病的传递方式	(65)
第三节 遗传的基本单位	(67)
基因的本质	(67)

基因对性状的控制	(68)
基因的调控	(71)
第四节 基因突变和遗传性代谢病	(71)
第五节 人类染色体	(76)
第六节 染色体畸变和染色体病	(78)
染色体畸变	(78)
染色体病	(82)
第七节 多基因遗传	(84)
第八节 优生	(88)
优生学和优生法	(88)
优生措施	(91)
优生的未来	(94)
第六章 高等动物的行为	(96)
第一节 高等动物的行为类型	(96)
第二节 影响人类行为的因素	(98)
第七章 生物界的进化	(103)
第一节 自然选择学说	(103)
第二节 近代对自然选择的研究	(106)
第三节 物种的形成	(108)
第八章 生物与环境	(109)
第一节 概述	(109)
第二节 生态系统	(112)
生态系统的基本结构	(112)
生态系统的物质循环和能量转移	(113)
生态平衡	(115)
第三节 自然保护	(116)
自然资源的破坏和保护	(116)
环境污染和保护	(118)
人口增长与控制	(121)
实验指导	(124)
实验一 显微镜的结构和使用	(124)
实验二 动植物的细胞结构	(126)
实验三 细胞分裂和生物的生殖	(127)
实验四 蛙类染色体观察	(128)
实验五 减数分裂	(129)
实验六 果蝇幼虫唾腺染色体观察	(131)
实验七 摇蚊唾腺染色体观察	(134)
实验八 蛙的个体发育	(134)

实 验 九 不完全显性遗传	(136)
实 验 十 人体X染色质观察	(137)
实验十一 人类染色体	(137)
《生物学》教学大纲	(143)

第一章 绪 论

大自然界可以分为生物界和非生物界。微生物、植物、动物等都属于生物界。生物生活必需的阳光、空气、水、矿物等都属于非生物界。非生物界是生物界的物质基础和生活条件，生物界不能离开非生物界而生存。因此，生物与非生物有共同的物质基础，即有相同的基本元素，但又有本质的不同，即物质运动的形式不同，生物是有生命的，它表现出各种生命现象。

一、生物学的概念

生物学是研究生命的本质以及生物的生活和发展规律、生物和环境关系的科学。简单地讲，生物学是研究生命的科学。其目的在于认识生命的运动规律，并以此来为人类服务。

生命由物质、能量、信息三个基本要素所组成。生命的任何既非物质又非能量的要素，都可归结为信息。生命活动过程传输和处理的对象，叫生物信息。例如，细胞中DNA分子的碱基排列顺序蕴藏着遗传信息，这排列顺序就是信息。语言可以影响人的生理和心理活动，生理和心理活动又可通过语言来表达，语言就是信息，这些信息又叫生物信息。信息活动也有物质和能量的运动，因此三种要素不是截然分开的。

生命的最基本物质是核酸；生命活动的基本单位是细胞；生命基本特征是新陈代谢、自我更新、自我复制和产生变异。具有生命的物体称为生物，生物都有以下特征：

(一)生物体具有统一的结构和功能单位，除为数不多的非细胞生物外，生物体都由细胞组成。细胞是生物体结构和功能的基本单位。原生质是构成细胞的生命物质，由原生质形成的细胞膜、细胞质和细胞核不停地进行各种生命活动。

(二)生物有新陈代谢、自我更新作用 生物的新陈代谢是在信息控制下，不断地进行物质、能量、信息的交流和转化，生物从中得到自我更新。除病毒、类病毒，一般生物在新陈代谢停止后，生命也就停止。

(三)生物在新陈代谢基础上，产生各种生命现象。

1.应激性和行为 生物对刺激发生一定的反应，称为应激性。动物通过运动对体内外部环境发生适应性的反应，称为行为。行为是应激性的高级形式。例如，动物取食行为不决定于食物刺激而是饥饿。

2.生长和发育 生物在生命过程中体积的增大称为生长；在生长的同时，生物体发生形态结构和生理的有序变化过程，称为发育。例如，个体成熟、衰老、死亡等。

3.生殖和遗传变异 生物生长发育到一定程度时，产生与自身相似的新个体过程称为生殖。生物通过一定方式，把本身的特征传给后代的现象，称为遗传；亲代后代之间和后代各个体之间的差异，称为变异。生殖使物种不因个体死亡而绝灭；遗传变异使物

种保持相对的稳定而又能进化发展。

(四)生物有适应和利用环境的能力 生物常以群体形式生活在一定环境中,生物群体与环境间相互影响所发生的自身变化和发展,称为进化。在进化过程中,生物形成了适应性,即生物与其生存的环境间,形成了协调的关系。生物只有适应和利用环境才能生存,生物的生存与活动又改变了环境。

现在的生物是从古代少数原始生物进化而来,它们各自所经历的进化过程称为系统发育。人类是生物进化的产物,但人类社会的发展与生物进化有本质的不同。

二、生物学的发展

生物学是在人类从事生产和医药实践过程中,逐渐发展起来的。早在二、三千年前,我国和希腊已经有了不少关于生物学知识的记载。但是,直到19世纪以前,生物学基本还是一门以描述为主的自然科学,随着1839年细胞学说的创立,1859年进化论的提出,1865年遗传定律的问世,1885年减数分裂的发现,生物学才逐步深入到生命本质的研究。

本世纪50年代,DNA双螺旋结构的发现,分子生物学的兴起,使生物学在工农业生产、卫生保健等各方面都发挥了重要作用,并取得了巨大的成果。人们预言,一场意义深远的大变革,将随着生物学的发展而到来。

目前,生物学正向宏观、微观以及与其他学科相结合等三个方面发展。

(一)宏观 遗传流行病学是从群体遗传学衍生出来的新学科。环境生物学是生物学的新分支,它研究的目的是保障人类健康,更合理地开发和利用生物资源。联合国教科文组织正在进行一项全球性科研项目,即“人与生物圈”,它是以环境生物学为基础,其研究成果将成为环境生物学的新内容。宇宙生物学是正在孕育着的一个生物学新分支。

(二)微观 遗传工程学是在分子生物学基础上发展起来的一门新兴学科。1965年我国首先人工合成胰岛素,1982年又首先人工合成酵母丙氨酸转移核糖核酸,在其大分子上有7种9个“稀有核苷酸”,引起了国际重视,该项成果已获得我国第3次国家自然科学奖一等奖,目前,我国能通过基因工程制造干扰素。

量子生物学是以分子层次研究的进展为基础,从电子层次来理解生命现象的科学。它使生命的本质有可能得到阐明。例如:人的肝、肾和心脏都呈红色,结缔组织呈白色,这除了含血量有差异外,主要是前者电子活动非常活跃,故呈红色;后者电子活动处于较为静止状态,故呈白色。又如,花呈现红色的本质,是细胞色素分子中易动 π 电子被可见光激发的结果。

(三)生物学与其他学科相互渗透 马克思认为,一门科学只有当它成功的应用了数学时,才算达到了真正的完善地步。生物数学是一门新兴的边缘学科,1974年联合国教科文组织第一次把生物数学列入生命科学类中。它的研究范围极广,包括生物统计学、生态系统分析等。

近10余年来,国际上兴起了生物医学工程学。这是综合运用技术科学的相应理论和方法,深入研究人体结构和功能,来解决医学有关问题的科学。目前,我国把电子计

算机程序用于中医诊断，已获得初步成功。

古老而又新兴的生物学，对人类的物质生活和精神文明带来巨大的影响。生物学正日出东山，未来的21世纪，将是生物学科的世纪。

三、生物学的分科

生物学研究的范围非常广泛，随着科学的发展，技术的进步，各学科互相渗透影响，人们把生物学又分为许多分科，进行深入研究。

从生物结构水平来划分，可分为解剖学、组织学、细胞学等。

从生物类群来划分，可分为人类学、动物学、寄生虫学、植物学、微生物学等。

从生物学与其他学科结合来划分，可分为生物化学、生物物理学、生物数学、生物医学工程学等。

还有其他的一些划分。

医学院校的生物学，是在保持生物学本身特点和系统性的基础上，选择与医学密切相关的内容加以研究和应用，所以也可称为医学生物学。

四、学习生物学的目的

生物学的特点和重要地位使它成为当今医学教育中的基础理论课。学习生物学的意义和目的主要表现在以下几方面：

（一）生物学是在保持本学科特点和系统性的基础上，针对学生水平和医学教育现状，提供与医学有关的生物学知识和理论，帮助学生正确理解生命的本质及其活动规律。

（二）医学史证明了生物学是医学的基础理论，并推动了医学的发展和提高。例如，巴斯德发现微生物不能自然发生，引起了外科手术的巨大革新；梅奇尼可夫发现了细胞内消化，为现代细胞免疫学提供了理论基础，孟德尔遗传规律是当今医学遗传学的基本规律。可以这样说，医学教育的大多数学科都以生物学为基础，学好生物学是掌握现代医学的必要条件。

（三）人类面临的三大问题：人口增长、资源破坏和环境污染，说到底是一个生物学问题。通过本学科的学习，能为开发、保护和控制自然提供初步的理论依据。

（四）认识生物界共同发展规律，有助于克服医学中片面静止看问题的弊病，树立整体的发展的辩证唯物主义观点。

重视生物学的教育和研究，不仅是为了赶上世界科学发展水平，也是我国四化建设的需要。

（山东省淄博卫生学校 钟明昆）

第二章 细 胞

细胞是生物体的基本结构和功能单位。生物的一切重要生命活动，如生长、发育、生殖、遗传和变异等，都是以细胞为单位来实现的。

英国人罗伯特·虎克是第一个发现细胞的人，1665年，他用自己制造的极简单的显微镜，观察软木薄片时，发现软木薄片是由一个个蜂窝状的小室构成，他把这些小室称为细胞。不过当时他所看到的只是细胞外部轮廓，即细胞壁。

1838年和1839年，德国植物学家施莱登和动物学家施旺，通过自己的研究和总结前人有关细胞的各种见解，提出细胞学说。细胞学说指出，细胞是植物和动物结构和功能的基本单位。细胞学说的建立，说明生物界在宏观上的多样性，有着微观上的统一性，为辩证唯物主义提供了自然科学的根据。因此，恩格斯把细胞学说誉为19世纪自然科学的三大发现之一。

随着显微镜构造不断改进，研究方法和技术的发展，细胞学的研究取得了很大进展。电子显微镜的发明和超薄切片技术及物理学、化学方法在生物科学研究领域的应用，人们对细胞的研究，从显微结构水平提高到超微结构水平。目前，人们把细胞各个层次的结构和功能有机地联系起来，用动态观点研究生命的本质和生命活动的规律性。

第一节 细胞的化学组成

组成细胞的化学元素

通过细胞化学成分的分析，证明在30种天然元素中，只有16种是所有生物细胞都具有的，其中碳、氢、氧、氮、钙、磷、硫等元素在生物体中含量最多，约占91%，是组成细胞的主要元素。它们是组成生物体所有组织的基本元素。

钾、钠、氯、铁、镁、锰、铜、碘、锌、钡、钼、氟、硅、钒、铬和钴等，在细胞含量不到百分之一的，称为微量元素。微量元素在细胞中含量虽然很少，但在生物体的生命活动中，有着特殊的生物学功能，如锌是许多酶催化作用所必需的，缺碘会使人患地方性甲状腺肥大症，硒有抗癌、保护心脏、预防克山病、治疗大骨节病等功能。

组成细胞的各种元素，在无机界都能找到，地球上不存在特殊的生命元素，说明生物界和非生物界在元素组成上具有统一性。但细胞的生命物质并不是由这些元素简单地堆积而成，而是以化合物的形式，按照特定方式组成各种复杂有序的大分子物质。

组成细胞的无机化合物

组成生命物质的主要无机化合物是水和无机盐。

一、水

水是生物体内含量最多的物质，占细胞重量的60~90%。水是地球上生命发生和发展的必需条件，也是细胞生命活动的内环境。因为水能溶解很多物质，并有很强的活性，所以细胞的生物化学反应都必须在水环境中进行。水还有助于生物体内的物质运输。由于水的比热高，成为细胞内热的缓冲剂，当外界环境温度波动时，细胞内温度可保持相对的稳定。水最重要的生物学意义在于，细胞的许多生命活动都是由水和各种大分子物质相互作用的结果，没有水就没有生命。

二、无机盐类

无机盐是细胞和细胞间质的组成成分，约占细胞干重的2~5%。除碳、氢、氧、氮以外，多数以离子的形式存在于细胞质基质、核基质和其他细胞器的基质中，在细胞中常见的阳离子有 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} ；阴离子有 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 PO_4^{3-} 、 HCO_3^- 等。

细胞和细胞间质中的无机盐类含量和比例是一定的，它维持着生物内环境渗透压和酸碱度的相对平衡，使各种生物化学反应顺利进行。有些离子是其他大分子物质的重要组成成分，如铁与卟啉结合形成血红素，镁与卟啉结合形成叶绿素，碘与氨基酸结合形成甲状腺素等。无机盐有许多特殊的生理功能，如幼年动植物缺少磷、钾、钙等盐类，就会影响正常的发育；成年动植物缺少无机盐也不能很好地正常生长。因此，生物体内一定量的无机盐类是正常生命活动不可缺少的。

组成细胞的有机化合物

主要有糖类、脂类、蛋白质、酶、维生素和核酸等。

一、糖类

糖由碳、氢、氧三种元素组成。根据糖类的水解情况可以分为单糖、低聚糖和多糖。

(一) 单糖 单糖是不能再水解的糖。按照糖分子中所含碳原子的数目，可分为三碳糖、四碳糖、五碳糖和六碳糖等。常见的五碳糖有核糖和脱氧核糖，是核酸的组成成分。常见的六碳糖有葡萄糖、果糖和半乳糖，在人体血液中的葡萄糖又叫血糖，葡萄糖是生物体内的主要能源物质。1摩尔葡萄糖彻底氧化能产生 2.87×10^6 焦耳(686千卡)能量。

(二) 低聚糖 低聚糖是由两个以上单糖分子聚合而成。常见的有蔗糖、乳糖和麦芽糖等。低聚糖是细胞内贮存的营养物质。

(三) 多糖 多糖是由很多(几百乃至几千)单糖分子通过脱水缩合而成的大分子化合物。生物体内常见的多糖有：植物体的纤维素和淀粉，动物肌肉中的肌糖原，肝脏中的肝糖原等。

多糖可以水解为双糖，双糖再水解成单糖。

糖和蛋白质结合生成糖蛋白和粘蛋白，糖和脂类结合形成糖脂，这些复合物具有重要的生理功能。如形成抗体、激素和酶类等。糖蛋白和糖脂是神经组织和生物膜的重要

组成成分。

二、脂类

脂类是由碳、氢、氧三元素组成，有的脂类还含有氮和磷。

(一) 脂肪 常见的脂肪有植物油，如豆油、花生油和菜籽油等；常见的动物脂肪有猪油、牛油、羊油脂、奶油和鱼肝油等。脂肪的主要功能是贮存能量，1克脂肪彻底氧化可产生39.34千焦耳(9.4千卡)能量。动物体内的脂肪分布在各组织中，如皮下组织、网膜等地方比较多。

(二) 类脂 类脂是一类复合脂肪，由脂肪酸、甘油和含氮有机碱类组成，如卵磷脂、脑磷脂和神经磷脂等。它的结构式图解如下：

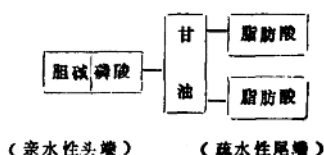


图2-1 卵磷脂分子结构示意图

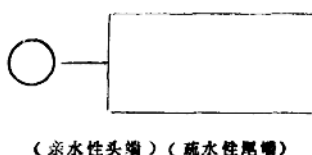


图2-2 磷脂分子模拟简图

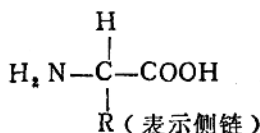
从上图可以看出，一个磷脂分子有胆碱和磷酸构成的亲水端和脂肪酸链构成的疏水端。类脂是生物膜的重要组成成分。脂类物质和其他物质相结合，组成细胞间的识别物质和细胞免疫的成分。

(三) 甾体(又称固醇类) 是性激素和肾上腺皮质激素的前身物质，对维持生物体和细胞的正常代谢起着重要作用。如肾上腺皮质激素能够控制糖类和无机盐的代谢和增强人体的防御功能。

三、蛋白质

蛋白质是一类大分子物质，分子量为 $5 \times (10^3 \sim 10^6)$ ，占细胞干重量的50%以上。蛋白质是细胞结构和功能的物质基础。

(一) 蛋白质的化学组成 各种蛋白质分子水解，均产生氨基酸，所以氨基酸是蛋白质的结构单位。氨基酸是由碳、氢、氧、氮等元素组成，有的氨基酸中还含有硫、磷等。在自然界中组成蛋白质的氨基酸有20种，它们的结构通式如下：



从氨基酸的通式中看出，一个氨基酸分子中含有碱性的氨基($-\text{NH}_2$)和酸性的羧基($-\text{COOH}$)，所以氨基酸是两性物质。根据氨基酸分子中R基的不同，可以把氨基酸区分为不同的种类。

(二) 蛋白质的分子结构 一个氨基酸分子的 α -羧基和下一个氨基酸分子的 α -氨基，脱去一分子水后形成的一个化学键叫肽键($-\text{CO}-\text{HN}-$)，这个化合物叫做肽。如果由两个氨基酸分子脱水缩合而成的化合物叫二肽。

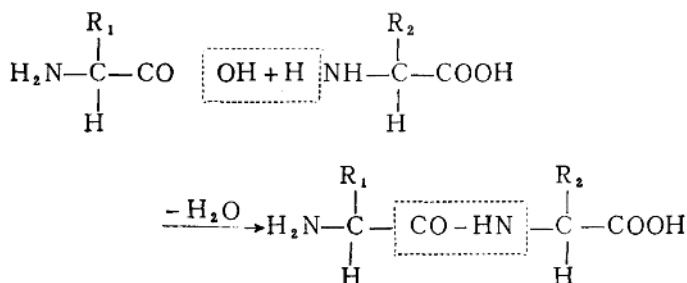


图2-3 肽键的形成和肽的结构

以此类推，由3个氨基酸分子组成的肽叫三肽，由许多个氨基酸分子组成的肽就叫多肽。多肽是链状结构，所以叫多肽链。多肽链是蛋白质分子的一级结构。

蛋白质的分子结构是极其复杂的，一般可分为一级、二级、三级和四级结构。一级结构是指蛋白质分子的多肽链中氨基酸的种类、数目和排列的顺序。假如一个含有100个由20种氨基酸组成的多肽链，就有 20^{100} 的排列组合，由此可以形成多种多样性的蛋白质分子。多肽链还可以通过化学键，螺旋和折叠形成各种空间结构的蛋白质。蛋白质种类的多样性是生物种类多样性的主要原因。

(三) 蛋白质的理化特性和功能 蛋白质是胶体物质，由许多胶体微粒悬浮在介质中组成。胶体微粒带有相同电荷，外面包有水膜。这些特点保证了胶体的稳定性。胶体微粒很小，总的表面积很大，吸附能力很强，这就保证了细胞内代谢过程中各种化学反应的顺利进行。

蛋白质有一定粘性，有时粘性大，流动性小，呈凝胶状态；有时粘性小而流动性较大，呈溶胶状态。在一定条件下，凝胶和溶胶可以相互转化。这种溶胶和凝胶相互转化的易变性，与许多生命活动密切相关。原生质环流、细胞分裂和细胞的变形运动等，都与蛋白质的这种特性有密切关系。

蛋白质是生物体生理功能的物质基础。如人和动物肌细胞中的肌动蛋白，具有收缩运动的功能；红细胞中的血红蛋白，能输送氧气；酶和蛋白质类的激素，是调节生物体内新陈代谢的极为重要物质。又如载体蛋白，有运输物质的功能，抗体对生物体起着保护作用等。所以，蛋白质是生命的重要组成成分。

四、酶和维生素

(一) 酶 酶是由活细胞产生的具有催化功能的一类特殊蛋白质（最新研究认为某些RNA也有酶的功能）。

酶的催化作用具有严格的专一性。一般情况下，一种酶作用于一种物质，催化一定的化学反应，生成一定的产物，如麦芽糖酶催化麦芽糖水解成葡萄糖。

酶具有强大的催化作用。如过氧化物酶的催化效率比一般的无机催化剂高1000万倍。

一般的酶在化学反应前后本身不变。酶的催化作用容易受理化因素的影响，如温度、

酸碱度、金属离子等，都能使酶的结构发生变化，从而使酶的功能也发生变化。在适宜条件下，酶的活性较强；在不适宜的条件下，酶的活性降低，甚至完全丧失催化功能。

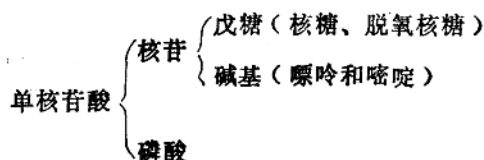
生物体内的生物化学反应，都要有一定的酶参与才能进行。因此，酶是生物体新陈代谢和生命活动过程中不可缺少的物质，如人体内缺少某种酶，就会导致某种代谢性的遗传病。

(二) 维生素 维生素是维持生物体正常生命活动不可缺少的一类小分子有机化合物。维生素和酶的作用直接有关，有些水溶性维生素是酶的组成部分，与酶一起参与生物体的新陈代谢，从而调节机体的功能。维生素主要由植物合成。如新鲜水果、蔬菜和植物种子，都含许多种维生素。动物和人所需要的维生素直接或间接来源于植物。如果人类的食物中长期缺少某种维生素，就会引起维生素缺乏症。例如缺乏维生素A时，就会出现干皮病、夜盲症等；缺乏维生素D时，儿童易患佝偻病。

五、核酸

核酸主要分布在细胞核中，为呈酸性的一类大分子物质。所有生物的细胞内都有核酸。它是一切生物遗传和变异的物质基础，它与生物的生长、发育和生殖都有密切关系，并对细胞内蛋白质合成有着极其重要的作用。

(一) 核酸的组成 核酸由碳、氢、氧、氮和磷等元素组成。核酸的基本单位是单核苷酸，核苷酸是由核苷和磷酸组成。核苷包含戊糖（如核糖和脱氧核糖）和含氮的有机碱。有机碱有：嘌呤碱和嘧啶碱，嘌呤碱包括腺嘌呤（简写为A）和鸟嘌呤（简写为G）两种。嘧啶碱有胞嘧啶（简写为C）、胸腺嘧啶（简写为T）和尿嘧啶（简写为U）等3种。组成某一种核酸的碱基只有4种。一个单核苷酸的组成如下：



由许多单核苷酸互相聚合而成的多核苷酸叫核酸。核酸呈链状结构，叫多核苷酸链。所以单核苷酸是核酸的基本单位，多核苷酸链是核酸分子的基本结构。

(二) 核酸的种类 根据核酸分子的戊糖不同，可以把核酸分为两大类：一类叫核糖核酸（缩写为RNA），主要存在于细胞质中；另一类叫脱氧核糖核酸（缩写为DNA），主要存在于细胞核中。两种核酸组成成分的比较见表2-1。

表2-1 RNA和DNA组成成分比较表

	碱 基	戊糖 (五碳糖)	磷 酸
RNA	胞嘧啶(C) 尿嘧啶(U) 腺嘌呤(A) 鸟嘌呤(G)	核 糖	磷 酸
DNA	腺嘌呤(A) 鸟嘌呤(G) 胞嘧啶(C) 胸腺嘧啶(T)	脱氧核糖	磷 酸

(三) DNA的结构和功能 DNA分子是由两条多核苷酸链围绕同一轴心, 互相反向平行盘旋而成“麻花状”的双螺旋结构(图2-4)。脱氧核糖和磷酸排列在每条多核

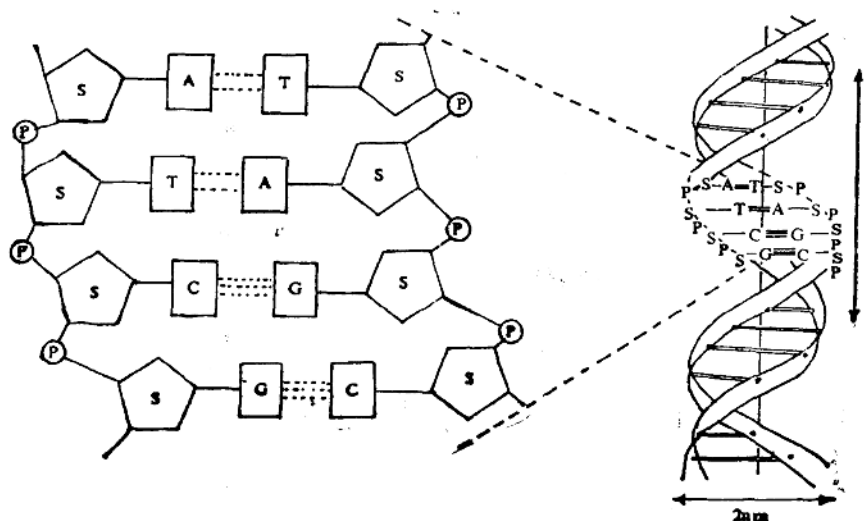
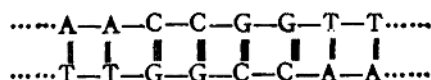


图2-4 DNA分子模型

苷酸链的外侧, 碱基在内侧。两条长链上的核苷酸是互相对应的, 相对核苷酸中的碱基以氢键连结。碱基配对有一定规律, 一条长链上的A一定和另一条长链上的T配对(A—T), G一定和C配对(G=C), 这就是碱基互补原则。当知道一条多核苷酸链上碱基的种类、数量和排列顺序时, 就可以知道相对应一条多核苷酸链上的碱基数量、种类和排列顺序。上述情况表示如下:



从上面的图中看出, 组成DNA分子的碱基只有4种, 其配对方式只有两种, 即A—T, C=G配对。但是, 在DNA分子中, 碱基排列的顺序可以千变万化, 这样就构成了DNA分子的多样性。例如一个由100个碱基组成的多核苷酸, 它可能有 4^{100} 种排列顺序的DNA分子, 这个数字是极大的。不同结构的DNA分子, 具有不同的特性。遗传信息就是贮存在DNA分子中。

DNA分子是遗传的物质基础, 它具有自我复制的能力。所谓DNA自我复制, 就是一个DNA分子以自身的多核苷酸链为样板, 复制出两个和样板完全一样的DNA分子。DNA自我复制时, 首先双螺旋结构的DNA在解旋酶作用下, 逐段解开逐段复制。解开的多核苷酸链(也可叫母链), 各自为样板, 在DNA聚合酶的催化下, 按照碱基互补的规律, 每条母链上的每一个碱基可与周围环境中游离的脱氧核苷酸来互补配对, 合

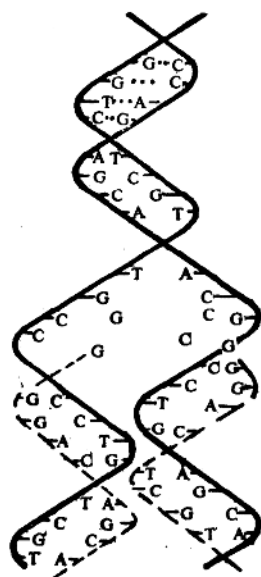
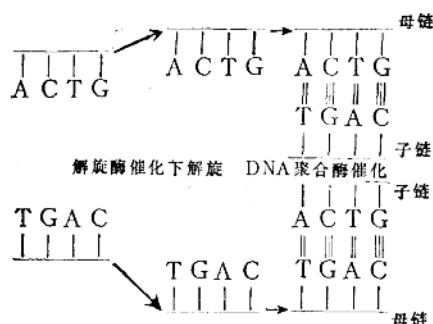


图2-5 DNA分子 半保留复制

成两条子链，每条子链与对应的母链结合并相互盘旋成一个新的DNA分子，结果一个DNA分子通过自我复制，合成两个新的DNA分子。在新合成的DNA分子中，一条是原先的模板链，另一条是新合成的单核苷酸链，DNA分子的这种合成方式又叫半保留复制（图2-5）。因为子代DNA是以亲代DNA分子为模板合成的，所以获得与亲代DNA分子完全相同的遗传信息，从而保证了遗传性状的稳定性。上述过程表示如下：



DNA分子的结构不是永恒不变的，在环境因素的影响下，有时会引起DNA分子上某一点结构发生变化，生物就会发生变异，所以核酸又是生物变异的物质基础。

（四）RNA的结构和功能 RNA分子是一条多核苷酸单链结构。有的RNA分子，在多核苷酸单链上的局部区段自相交联、盘旋曲折成双螺旋区。它的碱基互补规律是A=U配对，C≡G配对，从而使折叠部位构成所谓“发夹”样的结构。酵母中运载丙氨酸的tRNA的构形为三叶草形（图2-6）。细胞中的主要RNA有3种，即mRNA（信使核糖核酸）、tRNA（转运核糖核酸）和rRNA（核糖体核糖核酸）。3种RNA的主要区别如表2-2。

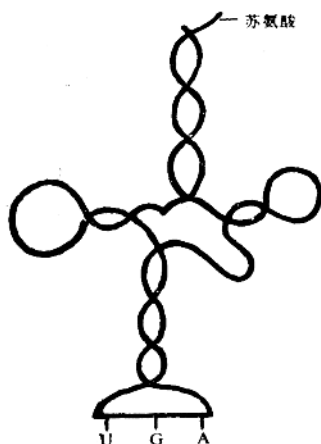


图2-6 tRNA的空间构型

表2-2

三种RNA主要性质的比较表

种类	tRNA	rRNA	mRNA
含量	占细胞RNA总量10~15%	占细胞RNA总量75~80%	占细胞RNA总量5%
存在部位	细胞质中呈游离状态,与氨基酸结合	在游离多聚核糖体和固着核糖体上	在细胞质中,每分子mRNA常以与几个或几十个核糖体结合的形式存在
主要功能	将细胞质基质中的氨基酸运送到核糖体中,供蛋白质合成	是核糖体的重要组成成分	传递遗传信息,在蛋白质生物合成中起着储存和传递遗传信息的作用

六、三磷酸腺苷(ATP)

ATP是高能化合物。ATP的分子式可以简写成A—P~P~P,简式中的“~”代表高能磷酸键,能量就是贮存在这些高能磷酸键中。

一分子腺嘌呤和一分子核糖结合成腺苷,一分子腺苷和一分子磷酸结合,称一磷酸腺苷(AMP);一分子腺苷和二个磷酸分子结合,称二磷酸腺苷(ADP)一分子腺苷和三分子磷酸结合,称三磷酸腺苷。

上述各种无机和有机化合物,虽然各有其功能,但是当它们单独存在时,都不能完成整个生命过程,只有当这些物质有序地组装成一个整体,才能完成各种复杂的生命过程,表现出各种生命现象。

有生命的物质,叫原生质。原生质是以蛋白质和核酸为主要成分的多分子体系,并能进行新陈代谢和自我更新。就细胞来说,一个细胞就是一小团原生质。

第二节 细胞的结构和功能

概 述

一、细胞的大小和形状

一般细胞都很微小,要用显微镜才能看到。细胞的计量单位用微米(μm)、纳米(nm)和埃($\text{\AA}$)来表示。它们之间的换算关系是

$$1\text{米}=10^2\text{厘米}=10^4\text{微米}=10^6\text{纳米}=10^8\text{埃}。$$

目前已知最小的细胞是支原体,其直径为0.1~0.2微米。支原体又称类菌质体,最早是从牛体中分离出来,后来在许多生物中发现。支原体是介于病毒与细菌之间的单细胞生物(图2-7)。细胞也有大到人眼可见的,如鸟类的蛋和植物纤维。鸟类蛋中的卵黄部分才是细胞,蛋白是胚胎发育的养料。

人体细胞的直径为10~100微米。

细胞的形状多种多样(图2-8),有球形、扁平形、多角形、柱形、纺锤形和星形等。