绪　论——动物药物概述

动物药物是以动物体、动物组织、器官或动物的代谢产物为原料，从中提取某些有效成分，制备成具有治疗疾病效果的药物。

世界上现有的动物大约 150余万种，目前已知有药用价值的动物仅千种，因此，可供开发利用的动物药物资源潜力非常巨大。

我国在动物药的应用方面有着悠久的历史。远在战国时期的《山海经》中已有了关于麝、鹿、犀、熊的某些脏器用于治疗疾病的记载；《神农本草经》收载的 365 味药中，动物药有 65 种；明代李时珍《本草纲目》收载的 1892 种药物中，动物药有 461 种；清代《本草纲目拾遗》又补收动物药 160 种，并详细记载了入药的动物种类、部位、分泌物以及用以治疗的病症。

早期的人们只知道某些动物药物能够治疗一些疾病，如用羊的喉头治疗甲状腺肿大，羊的肝脏治疗雀盲，但不清楚其中哪些成分在起作用。直到近百年来，随着医学、生物化学、生理学、免疫学等学科的发展，逐渐对动物药的有效成分与本质有所了解和认识，开始对动物药中有效成分进行分离纯化，研究它们的药用作用。使动物药物的开发和应用研究进入了一个新的时期。近几十年，动物药物的提取和制备技术迅速发展。人们不仅仅从动物的组织、脏器及代谢产物中获取了多种治疗药物，而且应用动物组织培养、细胞培养技术生产某些难以在自然界大量获得的稀有和珍贵的动物药。70 年代后，随着生物工程 DNA 重组技术的发展和应用，有些药物可以用转基因动物作为生物反应器来大量

需要全本请访问 www.ertongbook.com

生产，如将人的生长素基因、胰岛素基因、干扰素基因等分离出来，通过 DNA 重组技术整合在大肠杆菌、酵母菌或其他细菌中，进行基因表达，通过细菌培养或发酵的方法获取大量的转基因药物。目前世界上已有多种转基因生物药物问世，为人类展示出广阔的发展前景。

另一方面，我国地大物博。有着丰富的动物资源。人工饲养的蜜蜂、蝎子、斑蝥、毒蛇、水蛭等，可以从中提取蜂毒、蝎毒、斑蝥素、蛇毒、水蛭素等；家畜屠宰的脏器、废弃物、血液可提取各种生化药物。尤其是占地球总面积十分之七的海洋，蕴藏着大量的生物，柳珊瑚中含前列腺素大约 1.5%是人体或陆生动物体内含量的几百倍或几千倍。从河豚中提取的河豚毒素是一种阻滞神经传导的物质，可以作为局部止痛的良药，它的止痛效果是古柯碱的 16 万倍。海洋生软体动物大约有 8 万种，从中提取出的多糖、多肽、毒素等物质可以作为抗肿瘤、抗病毒、降血脂、降血压的药物。大量的节肢动物、虾、蟹等甲壳是制取甲壳素的丰富资源。海洋鱼类、棘皮类爬行类、哺乳类动物体内含有各种各样的生物活性物质，有待于研究和开发。利用现代化的分离纯化手段向大自然要药，向海洋要药已成为世界医药研究和开发的热点。这一点也是基因工程制药所不能代替的。因此，从动物中制取动物药物也同样具有十分广阔的发展前景。

第一章——动物药物有效成分的生化基础

动物药物的化学组成十分复杂。不同生物含有不同种类的活性物质，有些成分为一般高等动物普遍共有，如核酸、蛋白质、酶类、糖、脂质等；另一些则仅存在于某些动物体内或其身体的某些特殊器官内，如鹿茸中的雌性激素、麝香中的主要成分麝香酮等。

第一节　蛋白质

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。生命物质的运动形式：新陈代谢以及动物的运动、防御和自我修复等项生理功能都是通过蛋白质来完成的。近代分子生物学研究还表明，蛋白质在遗传信息的控制、细胞的通透性，以及高等动物的记忆、识别机构等方面都起着重要的作用。

一、蛋白质的元素组成

蛋白质的元素组成为：

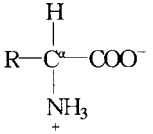
碳	50%～55%
氢	7%
氧	23%
氮	16%

硫	0～3%
其他	微量

二、氨基酸

蛋白质是一类含氮的生物大分子，分子量大，结构复杂，但如用酸、碱或蛋白酶处理，使其彻底水解，最后可以得到各种氨基酸。现已证明氨基酸是蛋白质的基本组成单位。

（一）氨基酸的结构和分类　氨基酸是指含有氨基的羧酸。从各种生物体中发现的氨基酸已有 180 多种，但是参与蛋白质组成的常见氨基酸只有 20 种，称为基本氨基酸。这些氨基酸在结构上的共同点是羧酸分子中 α-碳原子上的一个氢原子被氨基取代，因而称为 α-氨基酸（除脯氨酸外）。结构通式如下：



各种 α-氨基酸的区别就在于侧链 R 基的不同，因而，组成蛋白质的 20 种常见氨基酸可以按 R 基的化学结构，将它们分为四大类。

1. 脂肪族氨基酸（一氨基一羧基氨基酸）甘氨酸、丙氨酸、缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、甲硫氨酸、半胱氨酸、丝氨酸、苏氨酸；（一氨基二羧基氨基酸及其酰胺）：谷氨酸、谷氨酰胺、天冬氨酸、天冬酰胺；（二氨基一羧基氨基酸）：赖氨酸、精氨酸。

2. 芳香族氨基酸　苯丙氨酸、酪氨酸。

3. 杂环氨基酸　组氨酸、色氨酸。

4. 杂环亚氨基酸　脯氨酸。

按 R 基的极性性质，20 种常见氨基酸可以分成以下四组：(1) 非极性 R 基氨基酸；(2) 不带电荷的极性 R基氨基酸；(3)

带正电荷的 R基氨基酸；(4）带负电荷的 R基氨基酸（表 1-1)。

表 1-1 氨基酸按其 R基的极性分类（在 pH7)

非极性 R基：	不带电荷的极性 R基：
丙氨酸	甘氨酸
缬氨酸	丝氨酸
亮氨酸	苏氨酸
异亮氨酸	半胱氨酸
脯氨酸	酪氨酸
苯丙氨酸	天冬酰胺
色氨酸	谷氨酰胺
甲硫氨酸	
带正电荷的R 基：	带负电荷的 R 基：
赖氨酸	天冬氨酸
精氨酸	谷氨酸
组氨酸	

(二)氨基酸的重要理化性质

1. 物理性质　α-氨基酸为无色晶体，熔点一般在 200℃ 以上。不同氨基酸其味不同，有的无味、有的味甜、有的味苦。谷氨酸的钠盐有鲜味，是味精的主要成分。

2. 两性解离和等电点　氨基酸在水溶液中或在晶体状态时，以两性离子形式存在，即同一个氨基酸分子上带有正负两种电荷，在水溶液中它既起酸的作用，也起碱的作用：

作为酸　$R-\underset{\underset{NH_3^+}{|}}{\overset{\overset{H}{|}}{C}}-COO^- \rightleftharpoons R-\underset{\underset{NH_2}{|}}{\overset{\overset{H}{|}}{C}}-COO^- + H^+$

作为碱　$R-\underset{\underset{NH_3^+}{|}}{\overset{\overset{H}{|}}{C}}-COO^- + H^+ \rightleftharpoons R-\underset{\underset{NH_3^+}{|}}{\overset{\overset{H}{|}}{C}}-COOH$

也就是说，两性离子氨基酸溶解于水时，其携带的正负离子都能解离，但解离度与溶液的 pH有关，向氨基酸溶液中加酸时，其两性离子的 $-COO^-$ 负离子接受质子，自身成为正离子，

需要全本请访问 www.ertongbook.com

在电场中向阴极移动。加入碱时，其两性离子的 $-NH_3$ 正离子解离放出质子，其自身成为负离子，在电场中向阳极移动。当调节氨基酸溶液的 pH，使氨基酸分子上的 $-NH_3$ 基和 $-COO^-$ 基的解离度完全相等时，即氨基酸所带净电荷为零，在电场中既不向阴极移动也不向阳极移动，此时溶液的 pH 称为该氨基酸的等电点，常用 pI 表示。

由于静电作用，在等电点时，氨基酸的溶解度最小，容易沉淀。利用这一性质可以分离制备某些氨基酸。

3.化学性质　氨基酸分子的 α-氨基、α-羧基能起化学反应，有的侧链 R 基因也能参加化学反应。

（1）与茚三酮的反应　α-氨基酸与茚三酮一起在溶液中加热可发生反应生成蓝紫色产物。这一反应为一切 α-氨基酸所共有，反应十分灵敏，几微克氨基酸就能显色。根据反应所生成的蓝紫色深浅，在 570 纳米比色测知氨基酸含量。

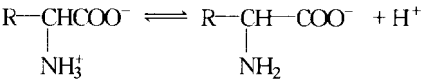
此反应对脯氨酸和羟脯氨酸则可得到黄色产物，光吸收波长在 440 纳米。

（2）与亚硝酸的反应　在室温下亚硝酸与含游离 α-氨基的氨基酸起反应，定量地放出氮气，氨基酸被氧化成羟酸。含亚氨基的脯氨酸则不能与亚硝酸反应。

$$R-\underset{\underset{NH_2}{|}}{CH}-COOH + HNO_2 \longrightarrow R-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-COOH + N_2\uparrow + H_2O$$

反应中所放出的 N_2，一半来自氨基酸分子上的氨基酸，一半来自亚硝酸的氮，故在一定条件下从测定氮气的体积来算出氨基的含量，这是定量测定氨基酸的方法之一。生产上常用此法来测定蛋白质的水解程度。例如：医用水解蛋白注射液，其氨基氮占总蛋白氮 50％以上，说明蛋白质中有一半以上的肽键已断裂。如果蛋白水解液中氨基氮与总蛋白氮值已接近或两者已达到最大比值，说明肽键已全部断裂，蛋白质已完全水解为氨基酸。

（3）与甲醛的反应　氨基酸在溶液中有如下解离平衡：

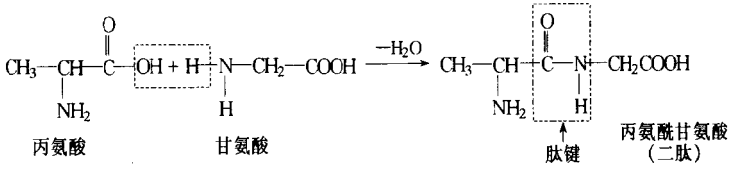


由于氨基酸分子在溶液中主要是两性离子，故不能用酸、碱滴定其含量。但氨基酸的氨基可与甲醛反应生成羟甲基和二羟甲基氨基酸，使上述平衡向右移动，促使氨基酸分子上的N^+H_3基解离释放出 H^+，从而使溶液酸性增加，就可以酚酞作指示剂用 NaOH 来滴定。从滴定所用的 NaOH量，可以计算出样品中氨基氮的含量，也就可以算出氨基酸的含量。

此法虽不够精确，但简便快速，不仅用于快速测定氨基酸含量，也常用于测蛋白质的水解程度。

三、肽与肽链

一个氨基酸的 α-羧基和另一个氨基酸的 α-氨基脱水缩合而成的化合物叫肽，氨基酸之间脱水后形成的键叫肽键。由两个氨基酸缩合形成的叫二肽，多个氨基酸缩合则形成多肽。多肽为链状结构，所以多肽也叫多肽链。蛋白质就是由几十个到几百个甚至上千个氨基酸分子借肽键相互连接起的多肽链。肽键是氨基酸在蛋白质分子中的主要连接方式。



有些肽在生物体内有特殊功能称之为活性肽。近年来对活性肽的研究发现，活性肽对生物的生长发育、细胞分化、大脑活动、肿瘤病变、免疫防御、生殖控制、抗衰老、生物节律以及分子进化都有密切关系。

四、蛋白质的结构与功能

根据长期研究蛋白质的结构，已确认蛋白质的结构有不同的层次，人们为了认识的方便通常将其分为一级结构、二级结构、三级结构和四级结构。

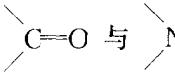
（一）蛋白质的一级结构　蛋白质分子中氨基酸的排列顺序就是蛋白质的一级结构。

大多数蛋白质分子并不是简单的一条肽链，有的还有分枝或成环状，也可以是由一条以上肽链组成。肽链中除肽键外还有二硫键，它是由肽链中相应部位上两个半胱氨酸残基脱氢连接而成的，是连接肽链内或肽链间的主要桥键。二硫键在蛋白质分子中起着稳定肽链空间结构的作用，往往与生物活力有关，当二硫键破坏后，蛋白质或多肽的生物活力就消失。

（二）蛋白质的二级结构　蛋白质的二级结构主要是指蛋白质多肽链本身的折叠和盘绕方式。天然蛋白质一般均含有 α-螺旋、β-折叠、β-转角的结构。

1. α-螺旋结构　螺旋形式是 3.6 个氨基酸残基为一周，沿中心轴每个残基上升 0.15 纳米。螺旋上升时，每个残基沿轴旋转 100℃.

α-螺旋体中氨基酸残基侧链伸向外侧，相邻的螺圈之间形成链内氢键，氢键的取向几乎与中心轴平行。 α-螺旋是多肽链最稳定的构象。

2. β-折叠结构　当 α-角蛋白用热水或稀碱等方法处理，或用外力拉直，氢键被破坏从而形成 β-折叠的空间结构，α-角蛋白就转变为 β-角蛋白。在这种结构中，α-螺旋被拉长伸展，肽链按层排列，它依靠相邻的肽链上的  形成的氢键以维持其结构的稳定性。

（三）蛋白质的三级结构　蛋白质的三级结构是分子链在空

间的排列，也就是指蛋白质分子的全形。蛋白质分子在二级结构的基础上进一步卷曲折叠，构成一个很不规则的具有特定构象的蛋白质分子。假如蛋白质分子很密集，多肽链被折叠成致密的球形构象，就叫球形蛋白质，而另一些蛋白质具有较强的刚性，形成长细线状，则叫纤维状蛋白质。维持蛋白质三级结构的作用力主要是氢键、范德华力、离子键和二硫键。

(四)蛋白质的四级结构　由两条或两条以上的具有三级结构的多肽链聚合而成特定构象的蛋白质分子叫蛋白质的四级结构，其中每一条多肽链称为亚基，亚基单独存在无生物活力，只有聚合成四级结构才具有完整的生物活性。由二个亚基组成的称为二（聚）体蛋白质，由四个亚基组成的称四（聚）体蛋白质。例如血红蛋白分子是由两条 α-链和两条 β-链组成，是一个含有两种不同亚基的四聚体。虫荧光素酶分子含三个亚基。

五、蛋白质的性质

蛋白质由氨基酸组成，因此蛋白质的性质有些与氨基酸相似，但也有其特殊的性质，主要有：

（一）蛋白质的分子量　蛋白质的分子量很大，一般在 1 万到 100 万道尔顿之间或更大一些。

测定蛋白质分子量除了根据蛋白质的化学成分来检测外，主要还是利用蛋白质的物理化学性质来测定。

表 1-2　一些蛋白质的分子量、亚基数及亚基分子量

蛋白质名称	分子量（道尔顿）	亚　基	
		亚基数	分子量（道尔顿）
胰岛素	5734	1	5734
细胞色素 C	12398	1	12398
RNA 酶	13683	1	13683
溶菌酶	14300	1	14300

（续）

蛋白质名称	分子量（道尔顿）	亚　基	
		亚基数	分子量（道尔顿）
α-淀粉酶	97600	2	48800
血红蛋白（人）	64500	4	16000
RNA 聚合酶	880000	2	440000

（二）蛋白质的酸碱性质　蛋白质分子由氨基酸组成，在蛋白质分子中保留着游离的 α-氨基和 α-羧基以及侧链上的各种功能团。因此蛋白质的化学和物理化学性质有些是与氨基酸相同的，例如，侧链上功能团的化学反应，分子的两性电解质等。

蛋白质如同氨基酸那样，是两性电解质。既能和酸作用，也能和碱作用。蛋白质分子中可解离的基团除肽链末端的 α-氨基和 α-羧基外，主要的还是肽链氨基酸残基上的侧链基团如 β-羧基、γ-羧基、咪唑基、酚基、巯基等，在一定的 pH 条件下，这些基团能解离为带电集团从而使蛋白质带电。在酸性环境中各碱性基团与质子结合，使蛋白质带正电荷，在碱性环境中酸性基团解离出质子，与环境中的 OH^- 结合成水，使蛋白质带负电荷。对某一种蛋白质来说，在某一 pH，它所带的正电荷与负电荷恰好相等，也就是净电荷为零，这一 pH 称为蛋白质的等电点。在等电点，电场中的蛋白质分子既不向阳极移动，也不向阴极移动。

表 1-3　几种蛋白质的等电点

蛋白质名称	等电点	蛋白质名称	等电点
鱼精蛋白	12.00～12.40	胰岛素（牛）	5.30～5.35
胸腺组蛋白	10.8	明胶	4.7～5.0
溶菌素	11.0～11.2	血清清蛋白（人）	4.64
细胞色素 C	9.8～10.3	鸡蛋清蛋白	4.55～4.90
血红蛋白	7.07	胰蛋白酶（牛）	5.0～8.0
血清 γ_1-球蛋白（人）	5.8～6.6	胃蛋白酶	1.0～2.5

各种蛋白质具有特定的等电点，这是和它所含氨基酸的种类

和数量有关的。如蛋白质分子中含碱性氨基酸较多，其等电点偏碱。例如从雄性鱼类成熟精子中提取的鱼精蛋白含精氨酸特多，其等电点为 12.0～12.4 。如蛋白质分子中含酸性氨基酸较多，则其等电点偏酸。例如胃蛋白酶含酸性氨基酸残基为 37 个，而碱性氨基酸残基仅含 6 个，其等电点为 1 左右。含酸性和碱性氨基酸残基数目相近的蛋白质，其等电点大多为中性偏酸，约 5.0 左右。

蛋白质在等电点时，以两性离子的形式存在，其总净电荷为零，这样的蛋白质颗粒在溶液中因为没有相同电荷而互相排斥的影响，所以最不稳定，溶解度最小，极易借静电引力迅速结合成较大的聚集体，因而沉淀析出。这一性质常在蛋白质的分离、提纯时应用。同时在等电点时蛋白质的黏度、渗透压、膨胀性以及导电能力均为最小。

各种蛋白质的等电点不同，分子量大小、颗粒大小也各不同，在一个指定的 pH 溶液中，各种蛋白质所带电荷不同，在电场中移动的方向和速度各不相同。根据这一原理，就可以从蛋白质混合液中将各种蛋白质分离开来。

（三）蛋白质的胶体性质　蛋白质是高分子化合物，由于分子量大，它在水溶液中所形成的颗粒（直径在 1～100 纳米之间）具有胶体溶液的特征，如布朗运动、电泳现象、不能透过半透膜以及具有吸附能力等。利用蛋白质不能透过半透膜的性质，可用羊皮纸、火棉胶、玻璃纸等来分离纯化蛋白质，这个方法称透析法。这是实验室或工业生产上提纯蛋白质常用的方法。

蛋白质颗粒大，在溶液中具有较大的表面，表面还分布着各种基团，有的为极性基团，有的为非极性基团，因此对许多物质都有吸附能力，一般极性基团易与水溶性物质结合，非极性基团易与脂溶性物质结合。

蛋白质的水溶液是一种比较稳定的亲水胶体，因为蛋白质颗粒表面带有很多极性基团，和水有高度亲和性，当蛋白质与水相遇时，就很容易被蛋白质吸住．在蛋白质颗粒外面形成一层水

需要全本请访问 www.ertongbook.com

膜。水膜的存在使蛋白质颗粒相互隔开，颗粒之间不会碰撞而聚成更大颗粒。因此蛋白质在水溶液中比较稳定而不易沉淀。

（四）蛋白质的沉淀反应　蛋白质由于带有电荷和水膜，因此在水溶液中形成稳定的胶体。如果在蛋白质溶液中加入适当的试剂，破坏了蛋白质的水膜或中和了蛋白质的电荷，则蛋白质胶体溶液就不稳定而出现沉淀现象。

在蛋白质溶液中加入高浓度盐类如硫酸铵、硫酸钠、氯化钠，有机溶剂如酒精、丙酮等，重金属盐如氯化高汞、硝酸银、醋酸铅等，某些酸类如苦味酸、单宁酸、三氯乙酸等都能使蛋白质化合成不溶解的蛋白质盐而沉淀。

（五）蛋白质的变性与复性　天然蛋白质在受到一些物理因素，或接触到某些化学物质，会导致蛋白质性质发生变化，失去其生物活性，同时还伴随一些物化常数的变化，如发生凝固、溶解度的降低、光吸收系数增大、黏性改变等，但是蛋白质的一级结构并没有被破坏。这种现象叫变性作用，变性后的蛋白质叫变性蛋白质。

能使蛋白质变性的因素很多，化学因素有强酸、强碱、尿素、胍、去污剂、重金属盐、三氯醋酸、磷钨酸、苦味酸、浓乙醇等。物理因素有加热（70～100℃）、剧烈振荡或搅拌、紫外线及 X 射线照射、超声波等。但不同蛋白质对各种因素的敏感程度是不同的。

蛋白质变性后首先就是失去其生物活性，如酶失去催化能力、血红蛋白失去运输氧的功能、胰岛素失去调节血糖的生理功能等等。变性蛋白质还表现在生化性质的改变，即肽链松散，易被蛋白水解酶消化。

蛋白质的变性作用，主要是由蛋白质分子内部的结构发生改变引起的。天然蛋白质分子内部通过氢键等次级键使整个分子具有紧密结构。变性后，氢键等次级键被破坏，蛋白质分子就从原来有秩序的卷曲紧密结构变为无秩序的松散伸展状结构。也就是

二、三级以上的高级结构发生改变或破坏，但一级结构没有破坏。所以变性后的蛋白质在结构上虽有改变，但组成成分和分子量不变。变性后的蛋白质溶解度降低也是由于其高级结构受到破坏使分子表面结构发生改变，亲水基团相对减少，原来藏在分子内部的疏水基团大量暴露在分子表面，使蛋白质颗粒不能与水相溶而失去水膜，很容易引起分子间相互碰撞发生聚集沉淀，或随着二、三级结构的破坏，发生解离或聚合现象。

我们平时一般将食物烧熟后食用，实际上就是使蛋白质在加热过程中得到变性，从而更有利于体内蛋白酶的水解作用，有利于食物的消化。

以前人们一般认为蛋白质的变性是不可逆的，但是越来越多的实验证明，蛋白质的变性作用，如不过于剧烈，在一定条件下蛋白质可以恢复其生物活性，这个过程叫蛋白质的复性。如酸变性后的血红蛋白溶液，如果用碱进行非常缓慢的中和，可以使50％的血红蛋白恢复活性。再如胃蛋白酶加热至 80～90℃时，失去溶解性，也无消化蛋白质的能力，如将温度再降低到 37℃，则它又可恢复溶解性与消化蛋白质的能力。某些蛋白质在尿素、盐酸胍等变性剂中变性后用透析法除去变性剂，几乎可以百分之百地恢复其活性。

但随着变性时间的增加，条件加剧，变性程度也随之加深，以至于不会再复性。

（六）蛋白质的颜色反应　在蛋白质的分析工作中，常利用蛋白质分子中某些氨基酸或某些特殊结构与某些试剂产生颜色反应，作为测定的根据。重要的颜色反应有：双缩脲反应、米伦氏反应、乙醛酸反应、酚试剂反应以及坂口反应等。

第二节　核酸

核酸最早是在 1869 年由瑞士科学家米歇尔发现的，他从包

裹伤口绷带上的脓细胞中分离出细胞核，再从细胞核中提取得到一种可溶于稀碱而不溶于稀酸的含磷酸性物质。1872 年他又从其他来源，如鲑鱼精子中得到类似物质。以后他的学生奥特曼等相继从酵母细胞和动物组织，如胸腺中也得到类似的物质，并进一步纯化，制得了核酸。

对于核酸的生物功能的研究，与蛋白质相比较，进展很慢。从发现核酸这一物质起，一直经过 70 多年，才相继有了一些比较直接的实验，使人们对核酸的生物功能逐步有所认识。

一、核酸的生物功能

目前已经知道核酸的生物功能主要是遗传信息的贮存和传递，核酸所携带的遗传信息是以密码的形式贮存在核酸自身结构即核苷酸排列顺序中，规定了各种特异性的蛋白质和酶；通过 DNA 自身的半保留复制把遗传信息一代一代传递下去；核酸通过控制和指导蛋白质合成而表现出各种遗传性状，即生物体内各种蛋白质是在核酸所携带的遗传信息指导下合成的，核酸是蛋白质合成的模板，核酸上有什么遗传信息，就决定合成什么样的蛋白质，有什么样的蛋白质就导致生物体表现出什么样的遗传性状。

二、核酸的化学组成

与蛋白质一样，核酸也是分子量很大的生物高分子物质，它的基本单位是核苷酸。核酸是由上百甚至几千万个核苷酸聚合成的长链，这种长链又称为多聚核苷酸。根据核酸的生物功能和化学结构可将它分为二大类：即脱氧核糖核酸（DNA）和核糖核酸（RNA）。

（一）核酸的水解产物核酸完全水解产生嘌呤和嘧啶等碱性物质、戊糖和磷酸的混合物。核酸部分水解则产生核苷和核苷酸。每个核苷分子含一分子碱基和一分子戊糖，一分子核苷酸部分水解后除产生核苷外，还有一分子磷酸（图 1-1）。

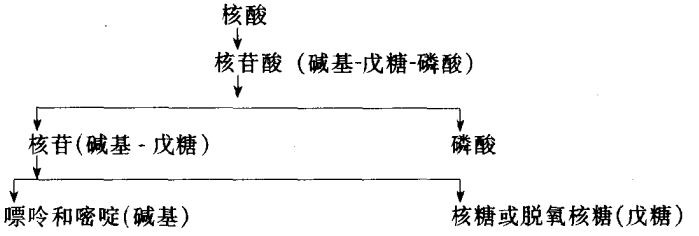
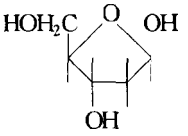
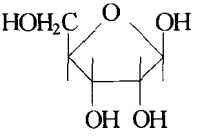


图 1-1　核酸连续水解的降解产物

（二）核糖和脱氧核糖　RNA 和 DNA 两类核酸是因所含的戊糖不同而分类的。RNA 含 D-核糖，DNA 含 D-2-脱氧核糖。



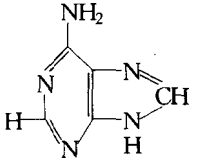
β-D-2-脱氧核糖



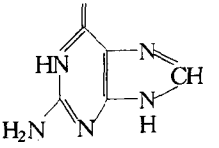
β-D-核糖

（三）嘌呤碱和嘧啶碱　两类核酸所含的主要碱基都是四种。

1. **嘌呤碱**　DNA 和 RNA 所含的嘌呤碱完全相同，只有两种，即腺嘌呤和鸟嘌呤。

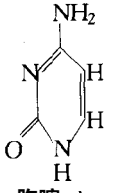


腺嘌呤

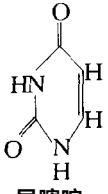


鸟嘌呤

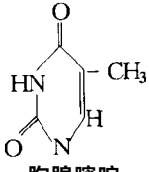
2. **嘧啶碱**　DNA 和 RNA 所含的嘧啶碱有所不同，RNA 主要含胞嘧啶和尿嘧啶，大多数 DNA 也含胞嘧啶，但不含尿嘧啶，而以胸腺嘧啶取代。



胞嘧啶



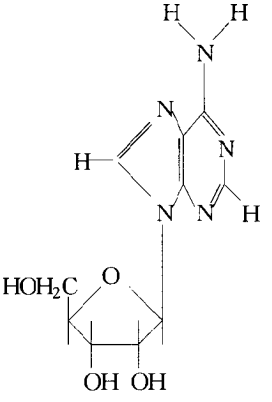
尿嘧啶



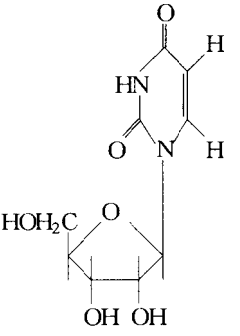
胸腺嘧啶

在一些核酸中还存在少量其他修饰碱基。由于这些修饰碱基通常含量很少，所以也叫做微量碱基或稀有碱基。

（四）核苷与核苷酸　核苷是核糖或脱氧核糖与嘌呤碱或嘧啶碱生成的糖苷。

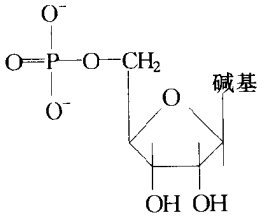


腺嘌呤核苷

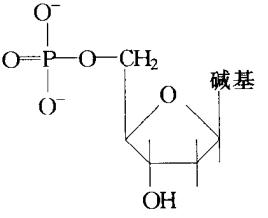


尿嘧啶核苷

核苷酸是核苷与磷酸生成的磷酸酯。核苷酸的核糖有 3 个自由的羟基，可以与磷酸酯化分别生成 2′-、3′-和 5′-核苷酸。脱氧核苷酸的糖上只有 2 个自由羟基，只能生成 3′-和 5′-脱氧核苷酸。



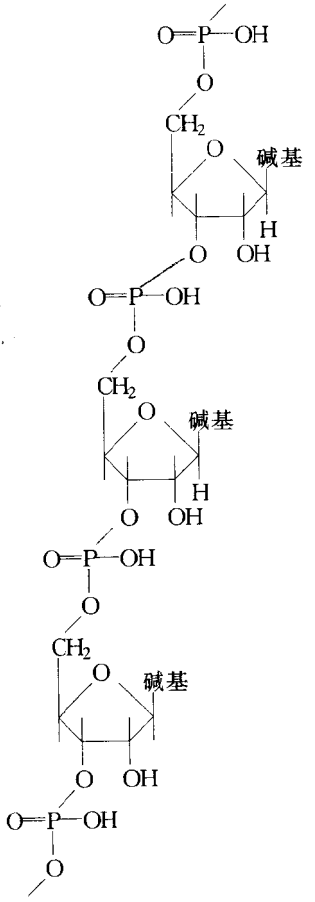
核苷-5′-磷酸



脱氧核苷-5′-磷酸

三、核酸的结构

核酸是许多核苷酸以它们糖基间的 3′，5′位磷酸二酯键相互连接的大分子化合物。



RNA 分子的部分结构

多数核酸是很大的分子，要写出一个完整的结构式将是相当累赘的，因此，通常用缩写式代表，即以碱基的第一个字母代表

需要全本请访问 www.ertongbook.com