

## 细胞的化学组成

- 组成生物体的化学元素在无机自然界中都可以找到，没有一种是生物界特有的
- 生物的起源于无机自然界，组成生物体的基本元素在生物界与非生物界反复循环流动，说明生物界与非生物界具有统一性
- 组成生物体的化学元素在生物体和无机自然界中含量差异很大
- 无机自然界中各种化学元素不能表现出生命现象，只有在生物体内有机结合才能表现生命现象，说明生物界与非生物界也具有差异性
- 生物体的生命活动都具有共同的物质基础，包括水、糖类、蛋白质、脂类、核酸等
- 组成生物体的化学元素种类大致相同，在不同生物体内，各化学元素的含量差异很大
- 生命活动所必需的化学元素，分为两大类：微量元素和大量元素

微量元素	Mn、B、Zn、Fe、Cu、Ni、Mo 等
大量元素	C、H、O、N、P、S、K、Ca、Mg

- 碳 (C) 为最基本元素，因为 C 能通过化学键链接成链或环，从而形成生物大分子

基本元素	C、H、O、N
主要元素	C、H、O、N、S、P

- 占细胞鲜重比例最大的为 O，占细胞干重比例最大的为 C

## 水

- 水是细胞主要成分，一般上生物体中水的含量为 60%-95%
- 同一生物体中不同发育阶段水的含量不同：幼儿时期 > 成年时期 > 老年时期，一般代谢旺盛则含水量较多
- 水是细胞内含量最多的化合物
- 水的功能

作为代谢用物	化学反应都需要水，如光合作用、水解反应等
作为溶剂	水是运输和化学反应良好的媒介，大部份无机物质和有机物质都能溶在水中
作为进行化学反应的场所	水的比热大，能使化学反应中的温度幅度变化不大，稳定地进行反应
作为运输媒介	水能溶解化学物质，利于物质在生物体内运输，如木质部、韧皮部、血液、淋巴液和体液，运输至全身

保持作用和保持形状	水能维持某些生物身体形状，如水母 水能使草本植物的细胞保持硬胀状态，使植物挺直向上
其他用途	帮助身体产生分泌物、蒸散作用、散热、进行有性繁殖，完成受精作用

## 无机盐 (Inorganic Salt)

- 在细胞中大多以离子的形式存在，约占细胞总量的 1.5%，在细胞生理活动具有重要的功能
- 生理功能

细胞内复杂化合物的重要组成部分	$Fe^{2+}$ 是合成血红蛋白的原料 $PO_4^{3-}$ 是合成核苷酸、磷脂的原料 $Mg^{2+}$ 是合成叶绿素的原料 碳酸钙是动物和人体骨、牙齿的重要成分
维持细胞的正常功能	维持细胞的正常功能 如血液中 $Ca^{2+}$ 过低时，肌肉抽搐，升高时会导致肌肉无力
维持细胞的形态和功能	给脱水病人注射的为 0.9%的生理盐水，否则红细胞在浓盐水中会失水过多而皱缩，失去运输氧气的的能力
维持细胞渗透压及酸碱平衡	大量出汗排除过多 NaCl，导致渗透压偏离平衡，正常人血浆中 $NaHCO_3$ 与 $H_2CO_3$ 以缓冲对的形式维持酸碱平衡， $NaHCO_3$ 偏低导致酸中毒； $H_2CO_3$ 偏低导致碱中毒
其他	神经信息传导、细胞分裂、血液凝固

## 生物大分子

### I. 糖类(saccharide)

- 由 C、H、O 三种元素组成，其中 H 和 O 的比例为 2 : 1
- 是生物界中含量较多的一种有机化合物，是细胞主要的能源物质
- 糖类的种类

单糖 (Monosaccharide)	不能水解的糖 分子式 $(CH_2O)_n$ , $n = 3 - 7$
双糖 (Disaccharide)	能水解成二分子单糖 是两个相同或不同的单糖分子结合，缩合脱去一分子的水而成

多糖 (Polysaccharide)	能水解成多个单糖 由很多单糖分子脱水缩合而成的分支或不分支的长链分子
------------------------	---------------------------------------

• 糖类的分类

类别	种类	分布	水解产物
单糖	葡萄糖（六碳糖）(glucose)	动植物细胞中 如水果、血液中	不水解
	果糖(六碳糖)(fructose)	植物细胞中如 水果、蜂蜜中	
	半乳糖(galactose)	由消化后的乳糖形成	
	核糖（五碳糖）(ribose)	动植物细胞中 核苷酸的组成成分	
	脱氧核糖(五碳糖)(deoxyribose)	动植物细胞中	
双糖	蔗糖(sucrose)	植物细胞中 甜菜、甘蔗含量最多	葡萄糖+果糖
	麦芽糖(maltose)	植物细胞中 自然界不游离存在，是淀粉水解的产物	葡萄糖
	乳糖(lactose)	动物细胞中 存在哺乳动物的乳汁中	葡萄糖+半乳糖
多糖	淀粉(starch)	植物细胞中 绿色植物光合作用的产物	葡萄糖
	糖元(glycogen)	动物细胞中 存在动物的肝脏和肌肉中	
	纤维素(cellulose)	植物细胞中	

		植物细胞壁和茎叶组织的组成成分	
--	--	-----------------	--

● 单糖的种类

种类	例子	重要性
三碳糖 (triose)	甘油醛 (glyceraldehyde)	光合作用及糖酵解过程中间产物
五碳糖 (pentose)	核糖及脱氧核糖 (deoxyribose)	组成核酸的主要成分
六碳糖 (hexose)	葡萄糖 (glucose)	生理活动的主要能量来源

● 双糖和多糖的缩合反应 (condensation reaction)

- 产生的双糖可经过酸、热或酶的作用下，分解成单糖
- 分解过程都需要水的参与，称为水解反应 (hydrolysis reaction)

双糖	缩合反应/水解反应
麦芽糖	葡萄糖+葡萄糖 $\leftrightarrow$ 麦芽糖+水
蔗糖	葡萄糖+果糖 $\leftrightarrow$ 蔗糖+水
乳糖	葡萄糖+半乳糖 $\leftrightarrow$ 乳糖+水

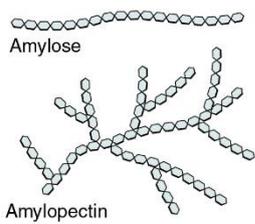
● 还原糖与非还原糖

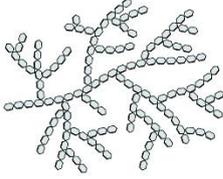
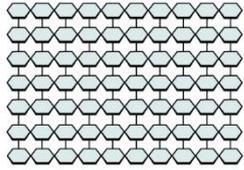
还原糖 (reducing sugar)	在化学上是还原剂	单糖：葡萄糖、果糖、半乳糖 双糖：麦芽糖、乳糖
非还原糖 (non-reducing sugar)	不是还原剂	蔗糖、多糖、核糖、脱氧核糖

● 测试还原糖

- 本氏试验会使蓝色本氏试剂 (Benedict's test) 变成橙红色沉淀 ( $\text{Cu}_2\text{O}$ )
- 斐林试剂反应产生砖红色沉淀

● 多糖不溶于水、无味、不结晶，不是还原糖

淀粉: 植物细胞贮存糖类 	i. 直链淀粉 (Amylose) 豆类高达 90% 的淀粉属于直链淀粉 ii. 支链淀粉 (Amylopectin) 分子量比直链淀粉大，如糯米淀粉 一般植物淀粉都有直连和支链两种
糖元 (Glycogen)	属于动物淀粉 贮存在肝脏和肌肉 分支比支链淀粉多

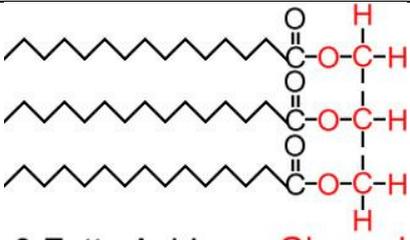
	
<p>纤维素 (Cellulose)</p> 	<p>植物细胞壁主要成分 类似直链淀粉，但连接方式不同</p>

- 糖类的功能
  - 维持生物体生命活动的主要能源
    - 葡萄糖是细胞的主要能源物质；淀粉是植物细胞储能物质；糖元是人类和动物的储能物质
  - 生物体重要的结构物质
    - 纤维素是植物细胞壁的主要成分，核糖与脱氧核糖是构成核酸的成分
  - 糖类和蛋白质或脂类等物质结合形成复杂的化合物，参与与细胞的识别细胞间物质运输和免疫功能的调节等活动
    - 细胞表面受体为功能性糖蛋白

## II. 脂类

- 主要由 C、H、O 组成，有的还有 N、P
- 脂类包括脂肪、类脂和固醇类
- 能溶于乙醚(ether)和苯(benzene)的有机溶剂里，但不溶于水

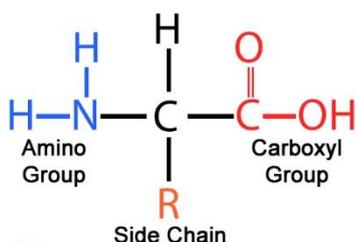
种类	组成元素	功能
脂肪 也称三甘油酯 (triglyceride) 饱和脂肪酸(saturated fat)(温室内呈固体)；不 饱和脂肪酸(unsaturated fat)(温室内呈液体)	C、H、O 由三个脂肪酸分子和一个甘油分子缩合而成	细胞内良好的储能物质 减少能量损失 保温作用 减少内脏器官之间摩擦，具缓冲作用

 <p>3 Fatty Acids + Glycerol</p>		
类脂(lipid)	磷脂 (phospholipid)	构成生物膜的重要组成部分
	糖脂	
固醇类 (steroid)	胆固醇 (cholesterol)	动物细胞膜的重要成分，在人体内参与血液中脂质的运输
	维生素 D	促进人和动物肠道对钙、磷的吸收
	性激素	促进生殖器官的发育和两性生殖细胞的形成，激发并维持第二性征

- 脂肪的检验
  - 苏丹 III 染液，反应产生橘黄色脂肪颗粒

### III. 蛋白质

- 主要由 C、H、O、N 四种元素组成，大多数还含有 S
- 蛋白质是细胞中含量最多的有机化合物
  - 占细胞鲜重含量最多的化合物是水
  - 占细胞干重含量最多的化合物是蛋白质
- 基本组成单位：氨基酸，组成蛋白质的氨基酸约有 20 种



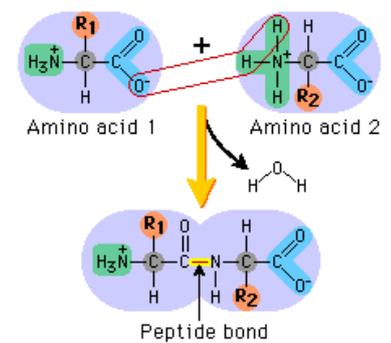
- 氨基 (Amino group, -NH<sub>2</sub>)
- 羧基 (Carboxyl group, -COOH)
- R 基 (不同 R 基决定氨基酸的种类)

- 氨基酸具有两性 (amphoteric) 的特征，因为它具有酸性的羧基和碱性的氨基，能中和酸碱，维持细胞内的酸碱度。
- 氨基酸可分为必需氨基酸和非必需氨基酸

必需氨基酸 (essential amino acid)	不能在人体细胞内合成，必需从外界环境中直接摄取
------------------------------	-------------------------

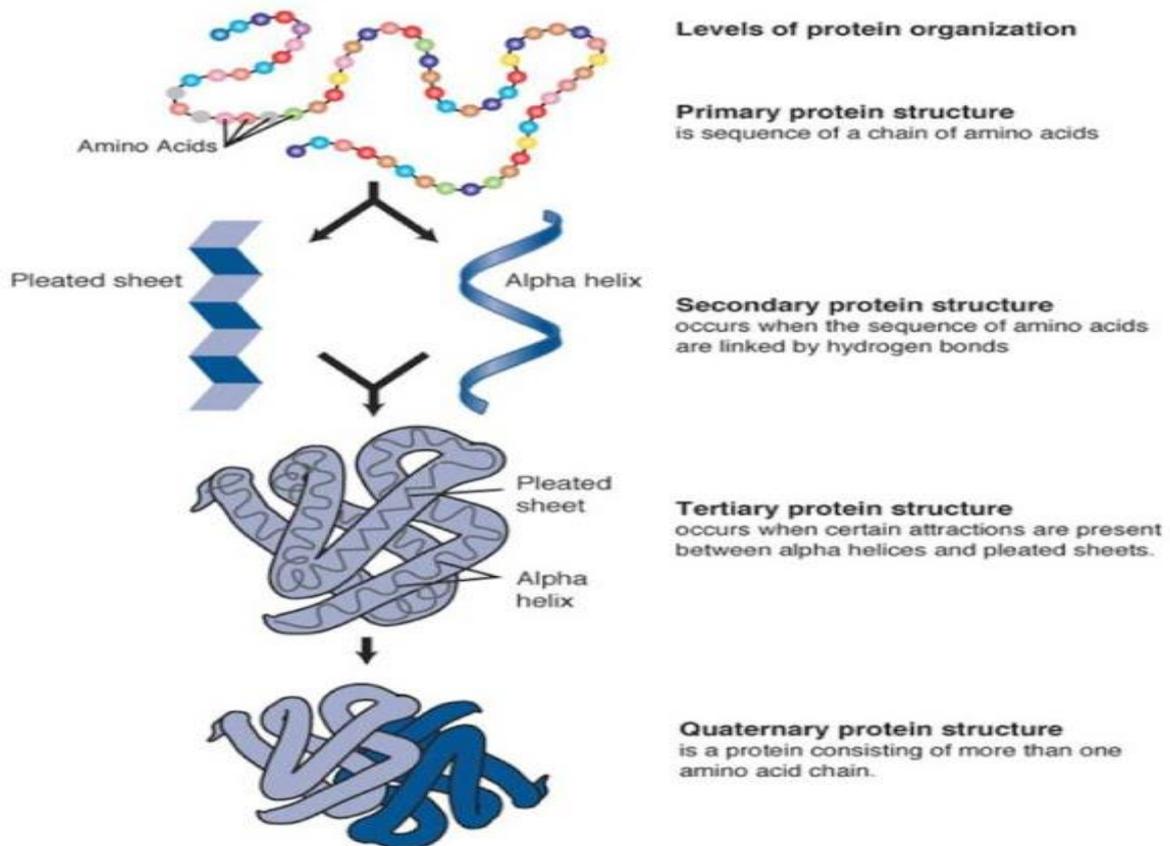
非必需氨基酸(non-essential amino acid)	人体能自己合成或从食物中获得
一级蛋白质 (first class protein)	含高成分必需氨基酸的蛋白质如乳酪、瘦肉、鱼、蛋黄、牛奶、虾等
次级蛋白质(second class protein)	缺乏某些人体所需的必需蛋白质如植物蛋白

- 蛋白质的构成-脱水缩合
  - 一分子氨基酸的羧基 (-COOH) 与另一分子氨基酸的氨基 (-NH<sub>2</sub>) 脱去一分子水链接起来的结合方式
  - 反应产物为肽(peptide), 几个氨基酸缩合, 产物称为几肽, 三个或三个以上的氨基酸缩合产物称为多肽(polypeptide)



- 多肽通常呈链状结构, 称肽链(peptide chain)
- 蛋白质的形成: 一条或几条多肽链通过一定的化学键 (如氢键、二硫键-S-S-等) 互相结合在一起, 盘曲折叠形成有一定空间结合的蛋白质分子

一级结构(primary structure)	由不同的氨基酸以一定的数目和排列顺序缩合而成
二级结构(secondary structure)	多肽链进一步扭转成螺旋状 由肽链上的氨基中的氢原子与另一肽键上羧基中的氧原子以静电互相吸引 例子: 毛发
三级结构(tertiary structure)	二级结构的多肽链, 再进一步弯曲或盘绕成球状 例子: 酶、激素
四级结构(quaternary structure)	由数个蛋白次单位所组成 例子: 血红蛋白



• 多肽的多样性

- 遗传物质的多样性决定蛋白质的多样性

氨基酸种类不同	构成的肽链不同
氨基酸的数目不同	构成的肽链不同
氨基酸排列顺序不同	构成的肽链不同
肽链数目与空间结构不同	构成的蛋白质不同

- 蛋白质结构的多样性导致蛋白质功能的多样性，蛋白质功能的多样性，导致生物种类的多样性

简单蛋白质(simple protein)	结合蛋白质 (conjugated protein)
不含其他物质 例如：纤维状蛋白(fibrous protein)、胶原纤维(collagen fibre)、肌蛋白(myosin)、凝血纤维(fibrin)、角质素(keratin)、球状蛋白(globular protein)如酶、激素等	混合着某些非蛋白质 例如：核酸蛋白质(核酸+蛋白质)(nucleoprotein)、脂蛋白质(脂肪+蛋白质)(lipoprotein)、糖元蛋白质(多糖类+蛋白质) (glycoprotein)

• 蛋白质的功能

- 构成生物体结构的基本物质
  - 蛋白质是生物膜、核糖体、染色体、细胞骨架组成成分、人体与动物的肌肉组成
- 催化作用

- 酶参与生物体内各种反应
- 运输作用
  - 血红蛋白运输氧气
- 信息传递作用、调节作用
  - 激素能传递信息，调节生命活动
- 免疫作用
  - 消灭外来抗原的抗体
- 运动作用
  - 肌动蛋白、肌球蛋白构成收缩系统
- 作为能源物质
  - 在糖类和脂肪消耗后，机体会分解蛋白质
- 蛋白质的检验
  - 与双缩脲反应产生紫色络合物

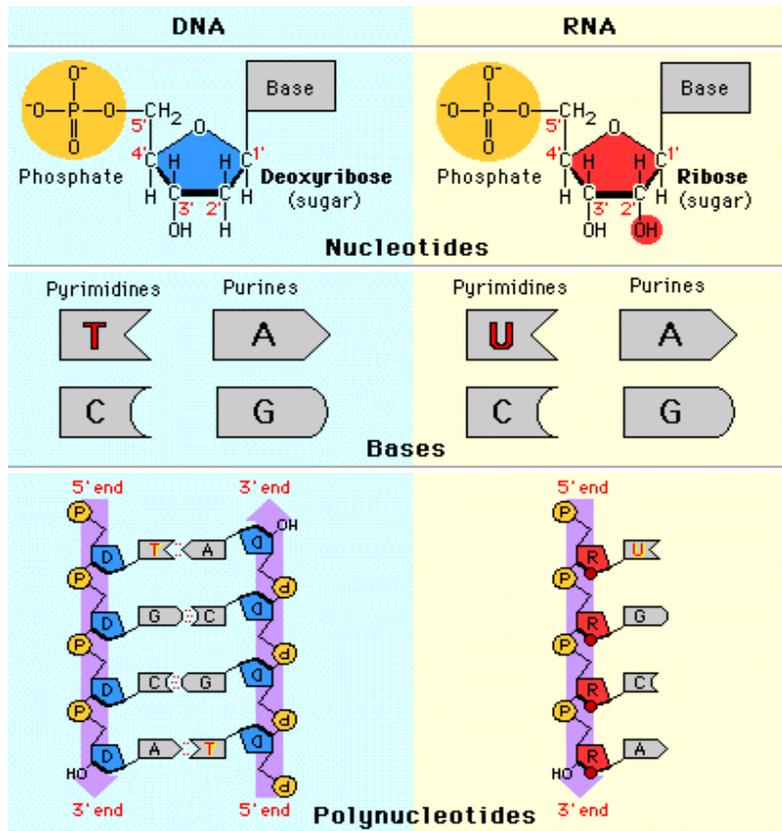
#### IV.核酸 (nucleic acid)

- 是生物的遗传物质，对生物体遗传变异和蛋白质的合成极有重要的作用
- 由 C、H、O、N、P 五种元素组成，分为 DNA 和 RMA，携带遗传信息
- 基本组成单位：核苷酸(nucleotide)（一分子核苷酸含一分子磷酸、一分子五碳糖和一分子含氮碱基）
  - 含氮碱基可分为五种

腺嘌呤	Adenine, A
鸟嘌呤	Guanine, G
胞嘧啶	Cytosine ,C
胸腺嘧啶	Thymine, T
尿嘧啶	Uracil, U

- 核酸可分为脱氧核糖核酸(deoxyribonucleic acid, DNA) 和核糖核酸(ribonucleic acid, RNA)

DNA	RNA
双螺旋结构 A-T, G-C 间碱基互补配对 (氢键)	长为单键结构
主要存在于细胞核 (线状), 线粒体与叶绿体中 (环状)	主要存在于细胞质、核糖体及线粒体, 叶绿体中
检验: 加入甲基绿呈现绿色	检验: 加入派洛宁呈现红色



- 核酸功能

- 生物的遗传物质
- 参与信息传递与表达
- 产生可遗传变异

SJUEC.COM