

全国中等水产学校教材

普通生物学

四川省水产学校 主编

海水养殖和淡水养殖专业用

农业出版社

全国中等水产学校教材

普通生物学

四川省水产学校主编

海水养殖和淡水养殖专业用

农业出版社

主编 四川省水产学校 冷永智(第一、二、三、四、五、六、十、十一章)

协编 广东省水产学校 王文荫(第七、八章及第九章第一节至第十节和第十三节)、黄守政(第九章、第十一、十二节)

审稿 华南师范大学 潘炯华

西南师范大学 刘玉成 洪锡钧 何学福

江苏省连云港水产学校 杨善祥

黑龙江省水产学校 关秀芳

目 录

绪论	1
第一章 生命的物质基础	3
第一节 原生质的化学组成	3
第二节 原生质中的无机物	3
第三节 原生质中的有机物	4
第二章 生物体的基本结构	9
第一节 细胞	9
第二节 植物的组织和器官	26
第三节 动物的基本组织和器官系统概述	36
第三章 生物的新陈代谢	44
第一节 概述	44
第二节 光合作用	48
第三节 生物固氮作用	51
第四节 生物氧化	52
第五节 糖、脂类及蛋白质代谢的关系	55
第四章 繁殖和发育	57
第一节 生物的繁殖	57
第二节 生物的发育	65
第五章 生命活动的调节	71
第一节 植物的激素调节	71
第二节 动物的激素调节	72
第三节 高等动物的神经调节	76
第四节 神经调节与激素调节的关系	78
第六章 遗传和变异	81
第一节 遗传的物质基础	81
第二节 遗传的基本规律	94
第三节 性别决定与伴性遗传	109
第四节 数量性状的遗传	114
第五节 细胞质遗传	118
第六节 遗传的变异	121
第七章 生物分类的基本知识	127
第八章 植物的基本类群	130

第一节 藻类植物.....	130
第二节 菌类植物.....	136
第三节 地衣门.....	141
第四节 苔藓植物门.....	142
第五节 蕨类植物门.....	144
第六节 裸子植物门.....	147
第七节 被子植物门.....	148
第九章 动物的基本类群	153
第一节 原生动物门.....	153
第二节 海绵动物门.....	162
第三节 腔肠动物门.....	163
附：栉水母动物门.....	167
第四节 扁形动物门.....	168
附：纽形动物门.....	176
第五节 线形动物门.....	177
第六节 环节动物门.....	182
第七节 软体动物门.....	190
第八节 节肢动物门.....	205
第九节 拟软体动物门.....	220
第十节 棘皮动物门.....	221
附：毛颚动物门、须腕动物门和半索动物门.....	225
第十一节 脊索动物门.....	226
第十二节 脊椎动物身体结构概述.....	235
第十三节 动物机体结构的演变及动物界的进化.....	248
第十章 生命的起源和生物的进化	254
第一节 地球上生命的起源.....	254
第二节 生物进化的证据.....	256
第三节 生物进化的过程.....	260
第四节 达尔文的进化学说.....	264
第五节 现代达尔文主义与近代对物种形成的研究.....	273
第十一章 生物与环境	278

绪 论

自然界是由无生命和有生命两大类物质构成的。无生命物质又叫非生物，如声、光、电、水、岩石、土壤、各种矿物质、无机和有机物质等。有生命的物质又叫生物。生物的范围极广，除人类外，还包括微生物、植物和动物。现存的生物约有 200 多万种，它们形态不同、生活各异，有的简单、有的复杂，有低等的、也有高等的。

生物的种类虽然繁多、富于多样性，但都具下述特征。

1. 除病毒外，绝大多数生物以细胞作为结构和功能的基本单位。
2. 生命最基本的特征是新陈代谢。即生物与环境之间不断地进行物质和能量的交换并自我更新。
3. 在新陈代谢的基础上，表现出生长、发育、繁殖、对刺激的反应和遗传与变异。
4. 在遗传变异的基础上，发生了生物的进化。

生物学是研究生命现象与活动规律的科学。它要研究生命的本质，研究发生在生物体内的物理、化学过程，研究生物生存和发展规律，研究生物的形态、结构、生理、分类、生态及遗传、变异、进化等规律。由于研究的对象和角度的不同，生物学已被划分为许多不同的分科，如植物学、动物学、微生物学、人类学，分类学、解剖学、生理学、生态学，细胞学、组织学、胚胎学，遗传学，生物化学，生物物理学等。

生物学是一门既古老而又年轻的科学。在史前时期，当人类主要以狩猎为生时，人们寻觅食物的过程就差不多是在进行生物学实践，因为他们必须熟悉被猎动物的生活方式，食入动物的生活方式以及食用植物的来源。当人类由游牧生活转为农耕生活时，他们必须具有更多的动植物知识才能把动植物充分驯化，以便为自己提供一个现成的食物来源。在人类驯化这些动植物时，自己也受到了动植物的影响，因为他们自己也必须象动植物适应人类一样地适应动植物的生活方式。生物学正是从这些早期的实践活动中发展起来的。但是，由于生物学研究对象的复杂性，与其它自然科学相比，其发展是比较缓慢的，在很长一段时期内停留在描述科学的水平上。直到 19 世纪，在物理学、化学发展的基础上，由于施莱登和许旺创立了细胞学说，达尔文“物种起源”问世，生物化学的出现，孟德尔发现了遗传定律以及 20 世纪初摩尔根创立了基因学说等，生物科学才一跃进入近代科学的行列。

本世纪来，物理学和化学等自然科学的迅速发展，为生物学的实验技术创造了良好的条件，极大地推动了生物学的发展，一些重要理论的概括都是不久前才出现的。当前，生物学已有成为自然科学中一个领先科学的趋势。从微观世界的研究来看，用 X-射线衍射、电子显微镜和扫描电子显微镜证实了复杂的生物大分子整体的新秩序；由于 DNA 双螺旋结构的发现，创立了分子生物学。现在，已经能用遗传密码解释基因 DNA 的性质，读出

DNA分子携带的遗传信息以及蛋白质的合成过程等。此外，还在分子水平上逐渐弄清了生物控制和调节的主要问题，对血红蛋白立体构象、肌肉蛋白收缩机理、光合作用的光能转换及细胞膜物理性质的研究等，也取得了很好的成果。在宏观世界的研究方面，产生了生态系的概念，为环境保护、生物土壤资源的合理利用，提供了理论基础。

生物学是自然科学的六大基础学科之一，对人类的生存和发展，生物学知识是很重要的。

首先，人们的生活离不开生物，粮食、蔬菜、水果、肉、蛋、乳等，要取自植物和动物；棉、麻、丝、皮、毛等，也要取自植物和动物。为了丰富我们的衣食所需，必须提高这些物品的产量和质量，这就需要研究植物栽培、动物饲养、遗传育种等方面的理论和技术。

其次，人类生存环境的平衡离不开生物。我们知道，自然界的各种现象都不是孤立的，而是相互联系、相互制约的。就光合作用和呼吸作用来说，光合作用利用无机物(H_2O 、 CO_2)制造有机物，释放氧气；呼吸作用则消耗氧气，产生 CO_2 和 H_2O ，显示出这两种生理过程之间的关系，也显示出自养生物(绿色植物)与异养生物(主要是动物)之间的关系。再如，生物死后的尸体，经过微生物的分解，成为 CO_2 、 H_2O 和无机盐；这些物质又为绿色植物吸收利用，绿色植物制造的有机物又为动物摄取。正是由于自然界的植物、动物、微生物之间存在着密切的相互关系，才保证了自然界的 O_2 、 CO_2 、 H_2O 和无机盐等物质的循环，保证了生态平衡，为生物的生存创造了必要的条件。因此，对自然界各类生物相互关系的研究，能使我们更加深入地认识自然界，掌握它的规律，以利于对大自然的利用和改造。

还有，生物学知识对于我们建立正确的世界观也是很重要的。例如，生物的多样性是很明显的，而这种多样性又表现出与环境很相适合，即显示出惊人的适应性：生活在青草丛中的绿色蝗虫、生活在枯草丛中的灰黄蝗虫，它们的体色与环境颜色是一致的；枯叶蝶休止时很象一片干枯的叶子，竹节虫和桑尺蠖休止时则分别象竹枝和桑枝。生物的体型和体色与环境协调一致的实例很多。这样的事例往往使人困惑不解，产生迷信思想。但是，只要用达尔文的进化理论来解释，就会得出正确的结论，那就是：生物的体型、体色之所以与环境相似，是因为长期的自然选择，使生物能够与环境相协调而生存下来的结果，绝没有任何超物质的因素在那里起作用。

生物学是水产养殖专业的一门很重要的基础课。学习、了解、熟悉生物学的基本知识和基本理论，掌握生物学实验的基本技能，对进一步学习专业基础课和专业课，是十分必要的。

第一章 生命的物质基础

地球上的生物，不管是动物、植物、微生物还是人类，其本质都是物质的，都是由物质构成的。生物学家用原生质这个术语，来作为构成生物体物质的总称。

原生质不是一种单一的物质，而是复杂而有组织的异质体，这种异质体只有作为一个整体时才具有生命的特征。原生质与“生命的物质基础”意义相近，但又不等同。前者有强调生命物质整体性的意思，后者更强调生命物质组成的多样性。

第一节 原生质的化学组成

一、组成原生质的化学元素 组成原生质的化学元素有60多种，其中含量较多、对生命活动起着重要作用的化学元素有10余种，如碳、氢、氧、氮、磷、硫、钙、钾、钠、镁、氯、铁等，它们是原生质中的主要元素。这些主要元素中的氧、碳、氢、氮、磷、硫六种元素含量最大，约占原生质总量的95%以上。此外，还有多种含量极少、却是生命活动所必需的元素，如铜、钴、锌、锰、碘、溴、氟、硅、锂、锶等10余种，它们是原生质中的微量元素。

原生质中的几十种化学元素在非生物世界中均有存在，这说明了生物界与非生物界在物质组成上的同一性，生命物质中没有特殊的元素。

二、原生质中化学元素的存在形式 组成原生质的化学元素主要以化合物(无机化合物和有机化合物)的形式而存在。无机化合物主要是水和无机盐，有机化合物包括糖类、脂类、蛋白质、核酸等。

氢、氧两种元素主要以水的形式存在，其余的则与碳元素存在于有机物中。氮元素主要存在于蛋白质和核酸中。磷以磷酸盐的形式存在，少部分存在于核酸、磷脂和糖的磷酸酯中。硫的大部分存在于蛋白质中。

第二节 原生质中的无机物

一、水 水是生物体的主要组成成分。原生质所含的无机物中，按重量来说，水占第一位，平均含量为65—90%。在不同的机体或同一机体的不同器官中，水的含量差别很大。如人体各部分的含水量为：骨骼22%、肌肉76%、脑70—84%、心脏79%、肝脏70%、皮肤72%、血液83%。水的含量也随年龄不同而不同，如人类四个月的胎儿含水量为91%，成人则为65%。有的海产动物，如水母，其含水量达96—99%。

原生质中的水有两种存在形式，即游离水和结合水。游离水可以自由流动，是较好的溶剂和运输介质。结合水的含量较少，约占原生质含水总量的4.5%，它与蛋白质分子紧密结合，参与原生质结构的形成，不能单独流动。随着代谢活动的进行，结合水和游离水能相互转变。

水的生理作用与水的理化特性有密切的关系。作为一种良好的溶剂，生物体内的许多物质都能溶于水中。因为水分子是极性很强的极性分子，能使溶解于其中的许多物质解离成离子，这样也就有利于体内化学反应的进行。不仅如此，水还直接参加水解、氧化还原反应。由于水溶液的流动性大，水还参与营养物质的运输与吸收、代谢废物的运输与排出。水的比热大，与其它液体相比，水能吸收较多的热能而本身温度升高不多，因此对维持生物体温度的稳定起了很大的作用。此外，水分还起润滑作用。最后，对植物来说，水分能保持植物的固有姿态。由于植物的液泡里含有大量水分，维持细胞的紧张使植物枝叶挺立，便于接受阳光和进行气体交换，这样才能保证很好的生长发育。

二、无机盐 原生质中含有多种无机盐，其含量约占原生质干重的2—5%。除C、H、O、N、S以外，其它元素则多半以离子形式存在于生活物质中，如 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{++} 、 Mg^{++} 、 $\text{PO}_4^{=}$ 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 $\text{SO}_4^{=}$ 含量较多，而 Fe^{++} 、 Fe^{+++} 、 Cu^{++} 、 Mn^{++} 、 Zn^{++} 、 Mo^{++} 、 Co^{++} 、 I^- 、 F^- 等含量甚微。

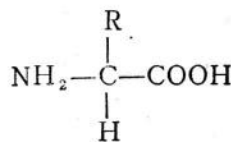
无机盐具有多种生理功能，除与细胞内外渗透压的调节有关、可以形成生物体内一些缓冲系统外，许多金属离子还参与体内酶的作用，是酶的辅基中很重要的一类。如 Mg^{++} 是许多酶(胆碱酯酶、ATP酶、己糖激酶等)的激活剂， Cl^- 是唾液淀粉酶的激活剂。此外，磷酸钙和碳酸钙是动物及人体骨骼的主要成分。

第三节 原生质中的有机物

一、蛋白质 蛋白质是生命活动的主要物质基础。在原生质中，它的含量相当丰富，可占有机物总量的80%。蛋白质的种类很多，每种都含有C、H、O、N四种元素；S也是蛋白质中常常含有的元素。此外，有些蛋白质还含有P、Fe、I、Mg等元素。

蛋白质是一类很复杂的大分子聚合物，分子量从几万一直到几百万以上。如乳球蛋白的分子式为 $\text{C}_{1864}\text{H}_{3012}\text{O}_{576}\text{N}_{468}\text{S}_{21}$ ，分子量为41820；甲壳动物的血蓝蛋白的分子量超过600万。

蛋白质水解的最终产物是氨基酸。氨基酸是组成各种蛋白质分子的基本结构单位。目前已经知道的生物体内的氨基酸有20余种，其结构通式可表示为：



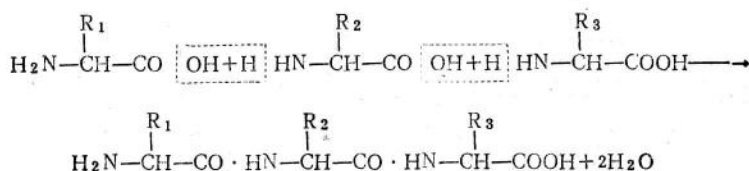
从这个通式可以知道，氨基酸是含氨基的有机酸，即每个氨基酸分子至少含有一个氨

基($-\text{NH}_2$)和一个羧基($-\text{COOH}$)。其结构上的共同特点是：都有一个氨基结合在羧基相邻的碳原子上。

不同氨基酸的R基(又叫侧链基团)是不相同的。甘氨酸的R基只是一个氢原子，丙氨酸的R基是一个甲基($-\text{CH}_3$)，还有一些氨基酸的R基则含有某种官能团，如羟基($-\text{OH}$)、巯基($-\text{SH}$)、氨基、羧基等。

由于氨基是碱性的，羧基是酸性的，因此氨基酸是一种具有酸碱两性的化合物。这种特性可以使得成百上千的氨基酸按一定的次序首尾相连形成长链——多肽链。这是蛋白质的一级结构。

多肽链的形成是通过氨基酸分子之间的脱水缩合反应来实现的。化学上把由两个氨基酸分子组成的化合物叫做二肽，三个氨基酸组成的叫做三肽，三个以上氨基酸组成的叫做多肽。蛋白质就是多肽化合物。下面以三个氨基酸分子的脱水缩合为例来说明肽链的形成过程：



一个蛋白质分子可以含有一条或几条多肽链，每条多肽链都含有很多氨基酸。例如，牛胰岛素是一种分子量较小的蛋白质，它有多条多肽链，一条含21个氨基酸，另一条含30个氨基酸，共计有51个氨基酸。又如，人的血红蛋白是由四条多肽链结合而成的蛋白质，有两条各含141个氨基酸，另两条各含146个氨基酸，共计574个氨基酸。

多肽是蛋白质分子结构的基础，但是蛋白质的结构远比多肽复杂得多。这是因为多肽链一般都不是全部以松散的线形分子的状态存在于生物体内，而是部分卷曲盘旋成螺旋状或折叠成片层状或呈其它形式的折叠与卷曲，这些结构是相当稳定的，称为蛋白质的二级结构。蛋白质的结构变化并不到此为止，部分线状的、部分螺旋的、部分片层的分子往往还要进一步卷曲折叠，成为一种看来很不规则、而实际上有一定规律的三维结构，即所谓的三级结构。某些蛋白质还具有四级结构。所谓四级结构是指由几条多肽链形成的蛋白质中，各条多肽链在空间的位置。

由此可见，蛋白质的分子结构是极为复杂的，种类也是极其多样的。仅以一级结构来说，由于所含氨基酸的种类、数目、排列顺序的不同，一个由100个氨基酸分子组成的肽链就可以有 20^{100} 种，而地球上的原子总数也不过才 10^{56} 个。如果再考虑到分子的空间构象不同，则蛋白质的种类就更多。

正是由于蛋白质分子结构的千差万别，它才能表现出各种各样的功能，成为生命活动的主要体现者。如有的蛋白质是酶，能起催化作用，促进生物体内的新陈代谢；有的蛋白质是激素，在生物体内起各种调节作用；有的蛋白质是生物体的结构基础，它可以完成支持、运动、收缩保护等功能。

同时，也正是由于蛋白质的复杂多样，才使生物界的面貌丰富多彩。地球上现存的200多万种生物，种与种之间、同一种类各个体之间、同一个体不同组织器官之间，其蛋白质的结构和功能都不相同。可以这样说，生物的多样性，是由蛋白质的多样性所决定的。

蛋白质有两大类，即单纯蛋白和结合蛋白。单纯蛋白仅由氨基酸构成，如清蛋白。结合蛋白则由单纯蛋白与另一种物质结合而成，如与核酸结合的称为核蛋白，与糖结合的称糖蛋白，与含铁的卟啉化合物(血色素)相结合的称血红蛋白等。

酶是生物体内具有催化能力的蛋白质。生物体内的各种生物化学反应几乎都是在酶的催化作用下进行的。酶的催化效力很高，它可在一般条件下，使许多复杂的化学反应顺利而迅速地进行，因而酶是一种高效生物催化剂。酶具有高度的专一性，即一种酶只能催化一种或一类物质的化学反应，如麦芽糖酶只能催化麦芽糖水解为葡萄糖。酶对周围环境敏感，不耐高热，在酸、碱、重金属盐、紫外线等影响下，会不同程度地变性，降低以至丧失活力。

属于结合蛋白的酶，其分子中除了蛋白质部分(酶蛋白)外，还有一些对热稳定、非蛋白的小分子物质。这些小分子物质，如果与酶蛋白结合得比较松散，可用透析法除去，通常称之为辅酶，如辅酶I(NAD)、辅酶II(NADP)等；如果与酶蛋白结合较紧密，用透析法不易除去，须经过一定的化学处理，才能与蛋白分开，通常称之为辅基，如金属离子 Mg^{++} 、 Zn^{++} 、 Cu^{++} 、 Co^{++} 等。辅酶与辅基是结合酶表现其催化作用的必要条件，缺少它们，酶的作用就会消失。

二、核酸 核酸是存在于一切活细胞中的另一类重要的生物高分子化合物。它在细胞遗传和代谢方面起着极其重要的作用，也是生命的主要物质基础之一。

组成核酸的主要元素有C、H、O、N、P等，其分子量很大，大约是几十万至几百万。核苷酸是组成核酸的基本结构单位。一个核苷酸是由一分子含氮的碱基、一分子五碳糖和一分子磷酸所组成的。每个核酸分子是由几百个到几千个核苷酸互相连接而成的长链。

核酸可以分为两大类：一类叫脱氧核糖核酸(简称DNA)，主要存在于细胞核内，此外，在细胞质的线粒体和叶绿体中也含有。另一类叫核糖核酸(简称RNA)，主要存在于细胞质中。DNA是贮存、复制和传递遗传信息的主要物质基础。RNA在蛋白质的生物合成过程中起着重要的作用。

三、糖类 糖类是由C、H、O三种元素组成的化合物，它的通式可用 $C_n(H_2O)_m$ 来表示。糖类广泛存在于植物、动物和微生物体内，尤以植物体的含量最多，约占其干重的80%；微生物体的含量次之，约占干重的10—30%；动物和人体组织含糖较少，一般不超过其干重的2%。

根据是否是聚合物以及聚合的程度，糖类可分为单糖、低聚糖和多糖三大类。

单糖不是聚合物，是不能水解的糖类。根据分子含碳的数目，单糖可分为丙糖、丁糖、戊糖、己糖等。在生物体内，重要的单糖有甘油醛、二羟丙酮、核糖、脱氧核糖、葡萄糖、果糖、半乳糖等。

低聚糖是由2—10个单糖分子脱水缩合而成。在生物化学中比较重要的低聚糖是蔗糖、乳糖和麦芽糖。蔗糖是由一分子葡萄糖和一分子果糖缩去一分子水而成；乳糖是由一分子葡萄糖和一分子半乳糖缩去一分子水而成；麦芽糖则是由两分子葡萄糖结合而成。

多糖是由多个单糖或其衍生物的分子脱水缩合而成。由葡萄糖缩合的多糖有淀粉、纤维素、糖元；由不同单糖或其衍生物缩合而成的多糖有硫酸软骨素、肝素、透明质酸、细菌多糖等。

糖类有极重要的生理功能，如核糖和脱氧核糖是组成核酸的必要物质；葡萄糖是植物光合作用的产物，也是细胞内供给能量的主要物质；纤维素是植物细胞壁的主要成分；淀粉是植物细胞的贮藏养料，糖元则是动物细胞的贮藏物质，壳多糖是昆虫外壳的主要成分；粘多糖具有润滑保护功能。此外，糖类还可为生物体合成其它化合物(如氨基酸、核苷酸、脂肪酸等)提供碳原子和碳链骨架，而且还是细胞通讯识别作用的基础。

四、脂类 脂类是一类界限不够分明的化合物，它们在化学成分和化学结构上有很大的差别。脂类的共同特性是：不溶于水，只溶于有机溶剂。

脂类物质种类很多，一般分为简单油脂、复合脂类和固醇类三类。

简单油脂是由脂肪酸与醇构成的酯，如牛油、猪油、花生油、虫蜡、蜂蜡等。

复合脂类是由脂肪酸与醇生成的酯和非酯性物质的结合物，如含磷酸及氮碱类的磷脂(卵磷脂、脑磷脂、神经磷脂等)、含有糖分子的糖酯(脑苷酯、羟脑苷酯等)。

固醇类是含环戊烷多氢菲的高分子量醇，如胆固醇、麦角固醇等。

脂类在生物体有广泛的分布。简单油脂的主要生理功能是贮能和供能，其次是作为生物体的保护物质。例如，动物的皮下和脏器表面的脂肪层具有支持、润滑、缓和机械冲击和减少热能散失等作用；植物种子和果实的蜡质可防止水分的蒸发。磷脂和固醇是细胞的必要结构成分，它们与蛋白质等一起组成生物膜，在维持细胞的正常生理和代谢活动中起着重要的作用。此外，脂类还是许多生物活性物质(如多种维生素)的良好溶剂，它们的吸收和运转往往与脂类的吸收和运转联系在一起；还有一些脂类，其本身就是具有维生素、激素等生物功能的脂溶性生物分子。

五、维生素和激素 维生素是生活物质活动所必需的微量有机物。它既不是能源物质也不是细胞结构的基础物质。已知的维生素约有20余种，大致可分为脂溶性维生素和水溶性维生素两类，前者包括维生素A、D、E、K等；后者有B族维生素和维生素C。现在已经证明，许多维生素是某些辅酶的组成部分，缺乏它时，酶的功能受到影响，代谢过程出现紊乱。由于绿色植物自身能合成维生素，因而不需要外源性供应。大部分动物和人体都不能合成维生素，而必须由外界食物供应。当食物中缺乏维生素或不能及时地从食物中吸收维生素时，就会出现维生素缺乏症。

激素是生物体自身合成的在代谢活动中发挥专一刺激作用的有机物。在动物，激素是由内分泌腺产生的，它不经导管而直接分泌进入血液与淋巴液，从而作用于机体。激素分泌不足或过多都能影响正常的生理机能和物质代谢。

维生素和激素都是在化学结构上很不相同的化合物。

复习思考题

1. 什么是原生质？
2. 构成原生质的主要化学元素有哪些？
3. 构成原生质的化合物有哪些？各有哪些主要生理功能？
4. 组成蛋白质分子的基本单位是什么？为什么说蛋白质是结构极为复杂的高分子化合物？
5. 组成核酸分子的基本单位是什么？这个基本单位又是由哪些成分组成的？
6. 酶的化学本质是什么？酶的活动有哪些主要特点？

第二章 生物体的基本结构

生物体的基本结构层次(或梯级),可以用细胞、组织、器官及系统的概念来表达。细胞是一切生物体(病毒和类病毒除外)结构和功能的基本单位,它是由蛋白质、核酸、糖类、脂类和其它物质的分子,按照一定规律结合起来的物质体系。对于单细胞生物,一个细胞就是一个生物体。对于多细胞生物,则由许多形态构造和机能相似的细胞及细胞间质联合起来形成组织,由不同的组织联合起来形成器官,由不同的器官联合起来形成系统。最后,由不同的器官或系统按一定规律“组装”成生物体。

第一节 细 胞

一、概述

(一)细胞的发现和细胞学说 17世纪以前,人们还不知道细胞的存在。细胞的发现是在显微镜发明以后。1665年,英国物理学家虎克用他自己制造的显微镜观察软木切片时,发现其中有很多象蜂窝状的空洞,就称之为细胞。实际上,虎克所看到的仅是植物细胞死亡后残留下来的细胞壁和空腔。但是,他的发现使人们对生物体结构的观察跨入了一个新的领域,打开了生物微观世界的大门。

19世纪,德国植物学家施莱登和动物学家许旺,各自对植物细胞和动物细胞进行了深入细致的研究,并分别于1838年和1839年发表了他们的研究成果,提出了细胞学说。他们认为,所有的生物体,从简单的单细胞生物到复杂的高等动、植物都是由细胞构成的。他们明确地指出了细胞是生物体的结构和功能单位。

细胞学说的建立,在当时具有极其重要的意义。它不仅有力地批判了“神创论”,而且有助于说明生物界的物种是由低级逐渐进化到高级的。这是当时的科学家对生物界的统一性及其进化观所提出的最有力的唯物主义证据之一。对此,恩格斯曾给予很高的评价,他把细胞学说、能量守恒和转化规律及生物进化论,称为19世纪自然科学的三大发现。

(二)细胞的大小和形状 构成生物体的细胞,其大小和形状很不相同。动、植物中都有肉眼可见的大型细胞,如一根棉花纤维只有一个细胞构成,其长度约为1—5cm;神经细胞的长度可达1m左右;鸵鸟卵的卵黄直径可达7—8cm。但一般地说,绝大多数细胞都很小,要在光学显微镜下才能看清楚,如细菌的细胞直径只有0.5—2.0 μm ,1 $\mu\text{m}=10^{-3}\text{mm}$;枝原体的细胞最小,直径仅1000 $\text{\AA}$ (1 $\text{\AA}=10^{-4}\mu\text{m}$),要在电子显微镜下才能看到它的内部构造(图1)。应该指出,动植物的大小不取决于细胞的大小,而主要取决于细胞的数量。据估计,一个婴儿大约由 2×10^{12} 个细胞组成。

细胞的形状千差万别，有球形、椭圆形、立方形、柱形、扁平形、梭形、星形、多边

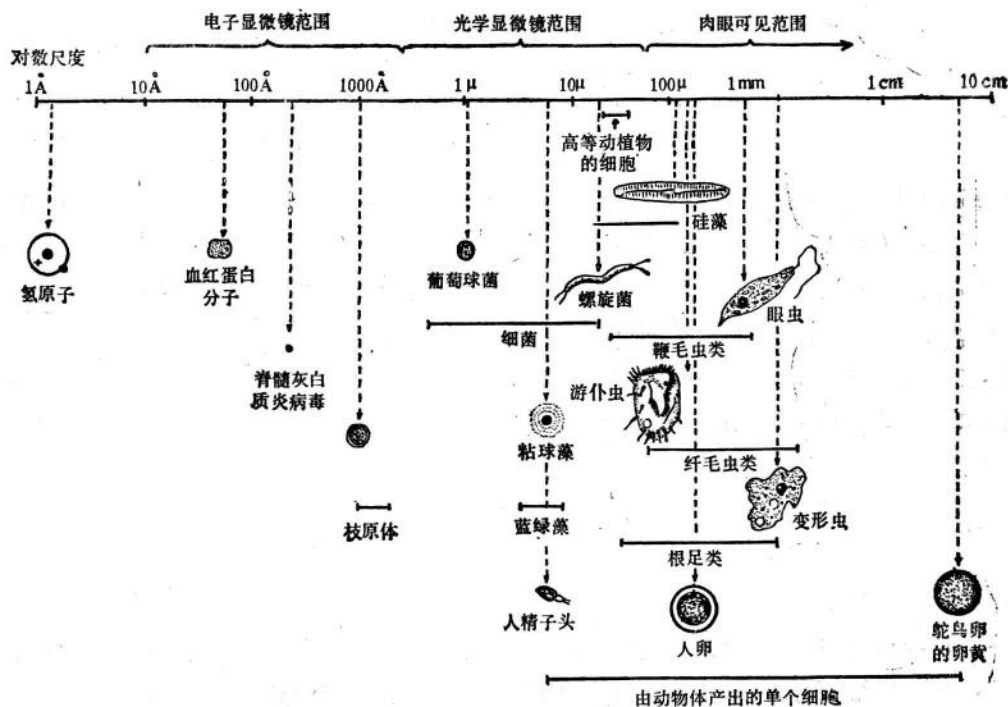


图1 微生物、植物和动物的细胞大小比较

(本图采用对数尺度指示大小。为了便于比较，在标尺左端还绘出了氢原子、血红蛋白分子和病毒)

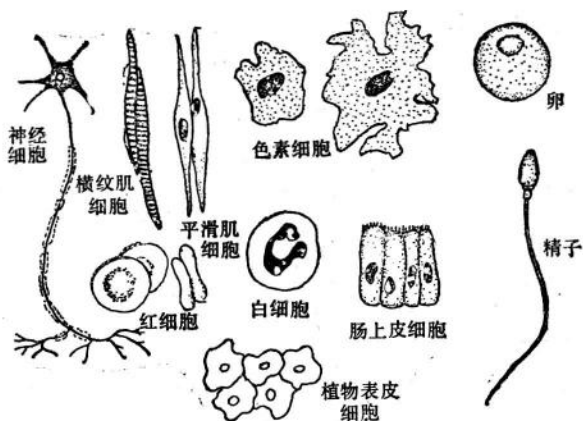


图2 各种细胞的形状

形、螺旋形等等(图2)。细胞的形是状跟机能有关的，如肌细胞是长形丝状的，适于伸缩；神经细胞是树枝状的，适于传导；血细胞是圆形的，适于在血管里流动；色素细胞是星射状的，适于颜色的变化；植物的导管细胞是长管状的，适于输导；变形虫和白细胞可以改变形状，适于吞噬。

(三)原核细胞和真核细胞 细胞有两大类，一类叫原核细胞，另一类叫真核细胞。原核细胞是进化上比较

低等，结构比较简单的细胞，核物质(DNA)均匀地分布于细胞内部(枝原体、蓝藻)或集中于一个较为明显的核区(细菌)。真核细胞的构造比原核细胞复杂得多，它有明显的细胞核，核物质被核膜包围，细胞质呈现高度的分化。除枝原体、蓝藻和细菌，所有单细胞和多细胞生物，都是由真核细胞构成的。

(四)细胞的膜系统及单位膜的分子结构 早期, 在应用光学显微镜研究细胞时, 人们就观察到了绝大多数细胞可分为两个主要部分——位于内部的细胞核和核外的细胞质, 至于细胞的外周膜(狭义的细胞膜), 则是通过间接的研究方法获知的。由于光学显微镜的有效放大倍数比电子显微镜小得多, 因而对细胞构造的了解是极其粗略的。

以后, 由于化学、物理和电子显微镜观察等新技术在细胞研究方面的应用, 人们对细胞的超微结构和化学组成的了解, 才取得了突破性的进展(表1)。

表1 光镜资料和电镜资料总结的真核细胞内部结构

光学显微镜下真核细胞的结构	电子显微镜下真核细胞的结构
细胞壁(植物特有) 细胞膜(质膜, 实际上看不见) 细胞质 - 基质 - 线粒体 - 高尔基体 - 质体 - 叶绿体 - 白色体 - 杂色体 植物特有 - 液泡 细胞核 - 核膜 - 核液 - 核仁 - 染色质(染色体)	膜性结构 - 细胞膜(质膜) - 内质网 - 高尔基体 - 线粒体 - 质体 - 叶绿体 - 白色体 - 杂色体 植物特有 - 液泡 - 核膜 - 其它 非膜性结构 - 细胞壁(植物特有) - 细胞骨架 - 核糖体 - 中心体 - 染色质 - 核质 - 细胞质基质 - 核仁 - 其它

现在已经认识到, 细胞主要是由膜系统组成的多相超分子动态体系。许多基本生命过程和重要生命现象都是在膜上进行的, 或是与膜有密切的关系。这些过程包括: 能量转换、物质运转、信息识别和传递、细胞发育和分化、神经兴奋的传导、激素作用、肿瘤发生等。在真核细胞中, 膜结构约占细胞干重的70—80%。膜系构造不仅构成了细胞的外周膜(质膜), 而且还组成了内膜系统(广义的细胞膜的概念), 如内质网、高尔基复合体、线粒体、核膜等; 此外, 膜系结构还能把细胞外环境和核区域连通起来, 而且一些膜系结构彼此之间也是相互通连或有联系的。在细菌等原核细胞中, 细胞壁内也有一层质膜, 某些细菌的质膜还可以向内延伸成内陷结构(称为中体或质膜体), 以完成真核细胞器的部分功能; 此外, 枝原体也有一层膜包围着细胞质。甚至在非细胞结构的生物, 病毒颗粒的外周也有一层膜。它们统称为生物膜。

化学分析表明, 所有生物膜几乎都由蛋白质(包括酶)和脂类(主要是磷脂)两大类物质组成。此外还含有糖(糖蛋白和糖脂)以及微量核酸等, 水分一般含15—20%左右。用电子显微镜观察, 各种生物膜都有大致相似的形态, 即厚度70—100Å左右的三片层结构。实

验表明，这个结构是由连续的磷脂双分子层(生物膜的骨架)和内外两层蛋白质构成的。现在，一般都把这种三层结构型式作为一个单位，叫做单位膜(图3)。细胞的各种膜性结构，尽管其组分和功能有所不同，但都是在单位膜的基础上形成的。许多新的实验证明，生物膜的蛋白质并非都分布在膜的内外两边，而是有的程度不同地插入磷脂双分子层之间，称为内部蛋白；另一些则附在磷脂双分子层的两面，称为外部蛋白(图4)。内部蛋白质可在流动的脂分子层中转动或移动，外部蛋白质和磷脂分子却很难作翻转运动、翻到膜的另一边去。膜的这种特性，对于实现活跃的膜功能是极为重要的。

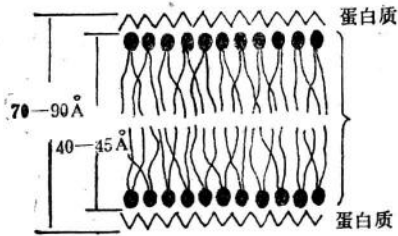


图3 单位膜模型

连续的磷脂双分子层构成生物膜的主体，磷脂的脂肪碳氢链(黑线部分)面向膜中心，脂的极性端面向膜外侧两边水相。

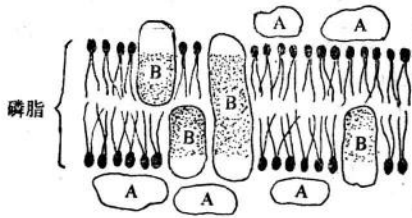


图4 生物膜的膜蛋白

A. 外部蛋白质 B. 内部蛋白质

膜性结构在保证细胞机能活动方面有非常重要的作用。如果细胞内各种酶分子自由混合在一起，则代谢作用必定受到阻碍，严重时将导致细胞死亡。细胞之所以能够正常生活，基本条件之一就是各种各样的酶不能相互混杂，这就靠膜性结构将其分隔开来。细胞的膜性细胞器，其功能之一就是将某些功能相近的酶系分隔于一定的区域，使之不会与其它酶分子混杂，并更有效地发挥作用。这就是细胞内膜系的区域化作用。

二、真核细胞的结构和功能 在光学显微镜下，所有的真核细胞都具有质膜(细胞

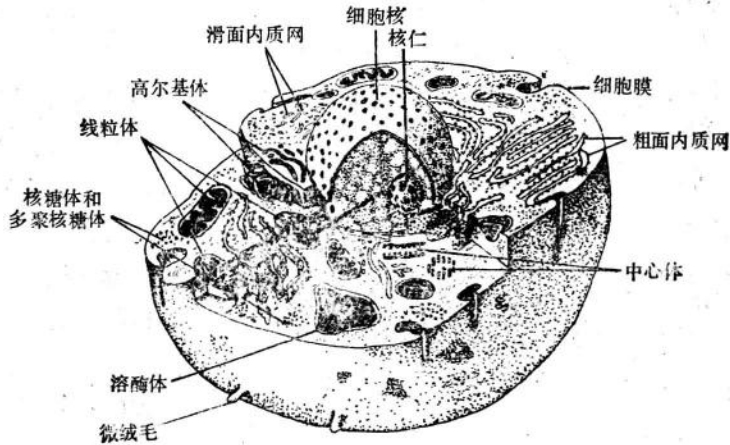


图5 动物细胞超微结构模式图