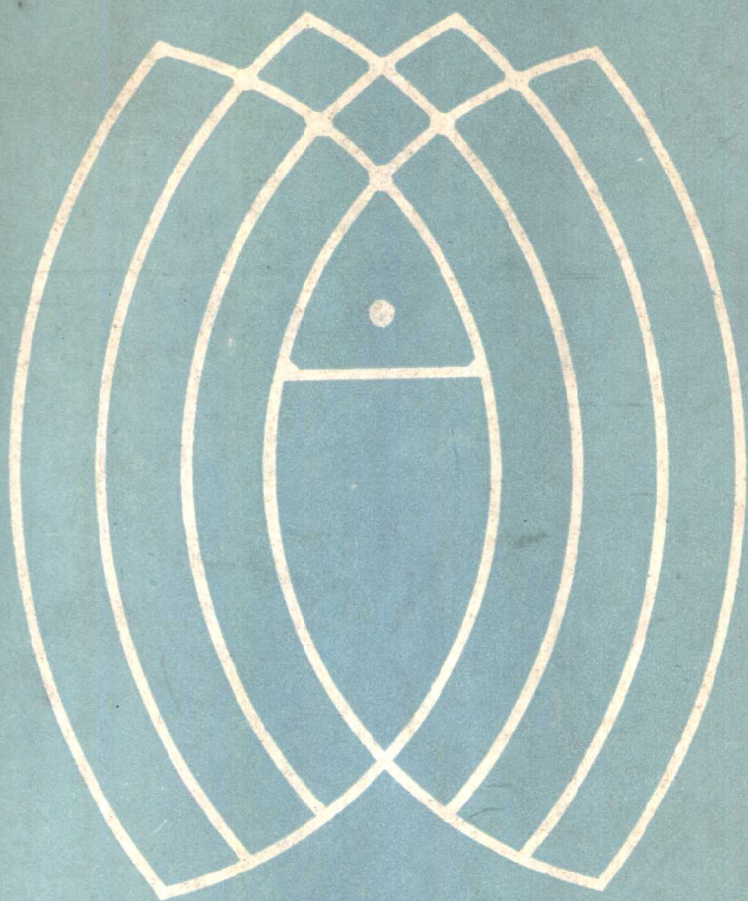


全国统编农民职业技术教育教材



实用淡水养鱼技术

江苏省水产局主编

农业出版社

全国统编农民职业技术教育教材

实用淡水养鱼技术

江苏省水产局 主编

农业出版社

编写 (按章节顺序)

郑守银	韩茂森	沈宗武	陈金桂
许甲庠	陈乃德	王菊女	吴全坤
王菊荣	朱洁民	杨德华	陈德富
肖元祥	李受圭	王重光	银丕振
徐新章	钱新城	甘开菊	毕南开
余新	李文杰	许贵基	温罗云

审稿

许甲庠	陈乃德	严生良	臧维玲	关玉英
虞顺成	王道尊	刘昌璜	殷名称	李思发
黄琪琰	何筱洁			

全国统编农民职业技术教育教材

实用淡水养鱼技术

江苏省水产局 主编

★ ★ ★
责任编辑 陈力行

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米16开本 24.5印张 555千字

1985年9月第1版 1985年9月北京第1次印刷

印数 1—41,500册

统一书号 16144·3034 定价 3.80元

前 言

我国农业正在由自给半自给经济向着较大规模的商品生产转化，由传统农业向着现代农业转化，广大农民从自己的切身经验中，越来越认识到掌握科学技术和经营管理知识的重要，一个学科学、用科学的热潮正在广大农村兴起，我国农民教育开始进入了一个新的发展阶段。为适应广大农民和农业职工，特别是农村干部、农民技术员和亿万在乡知识青年的迫切需要，加强农村智力开发，进一步推动农民职业技术教育和培训的发展，农牧渔业部和教育部共同组织全国有关力量编写了农民职业技术教育教材。

这套教材针对农民职业技术教育对象面广量大、文化程度不齐、学习内容广泛、办学形式多样，以及农业地区性强等特点，采取全国与地方相结合，上下配套的方式编写。对通用性强的专业基础课和部分专业技术课教材组织全国统编，由农业出版社出版；地区性强的专业技术课教材组织省（片）编写出版。第一批全国统编教材共五十三本，其内容包括种植业、畜牧业、水产业和农业机械四部分，除水产教材外，其余均分初级和中级本两类。培养目标是分别达到初级和中级农村职业学校毕业的水平。

初级本大致按五百学时编写，适用于具有初中和部分基础较好的高小文化程度的青壮年农民学习；中级本大致按一千学时编写，适用于具有初、高中文化水平的青壮年农民学习。这两类教材可作为各级各类农民、农业职工技术学校及专业培训班的教材。其中农机教材的初、中级本，主要适用于县办农业机械化学校（班）培训拖拉机手和农民农机技术员使用。水产教材主要适用于渔民和渔业职工进行技术教育和培训。以上教材还可供农业中学、各类农村职业学校和普通中学增设农业技术课，以及自学者选用。由于各地情况不同，使用这些教材时，可因地制宜根据需要作适当增删。

为了使教材适合农民的需要，便于讲授和学习，在编写上把实用性放在第一位，强调理论联系实际、说理清楚、深入浅出、通俗易懂。并在每章后编有复习思考题，书后附有必要的实验、实习指导。

这是第一次由全国统一组织为农民编写的职业技术教材。由于缺乏经验，使用中有何问题，请提出批评、建议。以便日后修订，使之更加完善。

中华人民共和国农牧渔业部

中华人民共和国教育部

一九八三年八月

3921/50

目 录

第一章 生物学基础知识.....	1
第一节 生物学的基本概念	1
第二节 生物体的基本结构	2
第三节 生命的基本特征	9
第四节 生长、发育与生殖	11
第五节 生物的基本类群	14
附录 I 显微镜的结构和使用	21
第二章 淡水生物基础知识	23
第一节 常见淡水浮游生物的形态特征及主要类别	23
第二节 常见底栖动物的形态特征及主要类别	33
第三节 常见水生植物的形态特征及主要类别	36
第四节 淡水生物之间的相互关系	40
附录 II 淡水生物的调查方法	42
第三章 鱼类的基本知识	46
第一节 鱼类的外部形态和构造	46
第二节 鱼类的主要内部器官及其功能	50
第三节 鱼类与生活环境	62
第四节 主要养殖鱼类的生物学特性	66
第四章 养鱼的水质.....	72
第一节 各种天然水源的一般性质	72
第二节 天然水体的物理性与水生生物的关系	76
第三节 天然水体的化学性质与水生生物的关系	79
第四节 pH值与养鱼的关系.....	86
第五节 水质污染	87
第五章 鱼池的建造.....	92
第一节 鱼池条件	92
第二节 鱼池的改造	94
第三节 养鱼场和连片鱼池的建设	95
第六章 饲料与肥料	103
第一节 饲料的营养成分.....	103
第二节 饲料.....	107
第三节 肥料.....	117
第七章 养殖鱼类的人工繁殖	123
第一节 亲鱼的培育.....	123

第二节	催产前的准备工作	128
第三节	催产	132
第四节	鱼卵孵化	138
第五节	鲤、鲫和团头鲂的人工繁殖	140
第六节	鲢鱼人工繁殖	143
第八章	苗种培育	146
第一节	苗种食性的转变及培育分段	146
第二节	鱼苗培育	148
第三节	一龄鱼种的培育	156
第四节	二龄鱼种的培育	166
第五节	苗种的运输	172
第六节	越冬	175
第九章	池塘食用鱼养殖	187
第一节	鱼种放养	187
第二节	放养类型	191
第三节	轮捕轮放	197
第四节	多级轮养	199
第五节	饲养管理	200
第六节	干塘捕鱼	207
第七节	总结	208
第十章	水库、湖泊养鱼	210
第一节	水库养鱼	210
第二节	湖泊养鱼	244
第三节	河道养鱼	261
第四节	冰下捕鱼	262
第十一章	其它养殖方式	269
第一节	网箱养鱼	269
第二节	稻田养鱼	275
第三节	流水养鱼	281
第十二章	其它鱼类养法	287
第一节	罗非鱼养殖	287
第二节	鳗鱼养殖	292
第三节	虹鳟养殖	297
第四节	鲟、梭鱼养殖	303
第五节	胡子鲶养殖	307
第六节	黄鲮的养殖	310
第七节	泥鳅养殖	312
附录Ⅲ	鳖的养殖	315
附录Ⅳ	养蚌育珠	320
第十三章	鱼病防治	331
第一节	鱼类发病的原因	331
第二节	鱼病的诊断	331

第三节	鱼病的预防.....	333
第四节	微生物引起的鱼病.....	338
第五节	寄生虫病.....	346
第六节	鱼类敌害和其它.....	367
第七节	池塘测量和用药量的计算.....	374

第一章 生物学基础知识

第一节 生物学的基本概念

一、生物学的定义和生命的特征

生物学是研究生命、生命现象本质和探讨生物发生、发展规律的一门科学。生命是蛋白质的存在方式，这种存在方式的本质是蛋白质体的化学组成部分的不断自我更新。

什么叫生物呢？生物就是自然界中具有生命的物体，包括植物、动物、微生物三大类，它们均具有新陈代谢最基本的生命现象。在新陈代谢的基础上生物还具有生长、发育、繁殖、衰老、死亡、遗传和变异等特征。生物体都是由原生质组成，除病毒之外，均具有细胞构造。这些都是生物所具有的生命特性。无生命的物质又叫非生物，例如空气、水、矿石、电、光、土等非生物是不具备细胞结构的。有否细胞结构是生物和非生物的主要区别之一。但生物与非生物又有统一的一面，就是它们都是由相同的化学元素组成，原生质是从非生命物质长期发展而来，生物与非生物始终处于转化过程中。

二、生物学科研究的内容和分科

从上述生物学的定义可以看出，生物学就是要研究生物与生物、生物和非生物之间的关系；研究生物体的物质组成、形态结构及其发生、发展的规律。

随着科学的不断发展，人们对生命认识的不断深入，生物科学的分科也愈分愈细，生物学根据研究对象的不同又分为：动物学、植物学、微生物学、鱼类学、淡水生物学等等。从生命现象来分，又可分为：形态学、生理学、分类学、生态学和遗传学等。随着研究的深入，还可分为许多分支学科。总之，由于生物种类的繁多，结构的复杂，任何学科均可成为研究的对象，并把它们应用到医药、农林牧业、水产养殖等各行业。例如，鱼类学、淡水生物学、鱼类养殖学等都是学习水产养殖的主要生物学专业基础知识和专业知识的生物学分科。

近几十年来，由于生物学和其它学科密切结合，产生了生物化学、生物物理学、仿生学等学科。目前，生物学已发展到电子阶段，利用微型电脑研究生命现象，而逐渐出现了一些新的学科，如：分子生物学、量子生物学等。这些对生命现象研究的新动向，将会使人类更好地认识自然、改造自然，为人类谋幸福。

三、学习生物学的目的和任务

人类生活在地球上离不开生物界的，人类在生活中所需要的主要食物来自动、植物。因此，可以说没有生物界的存在，人类就无法生存。

生物与水产的关系是极为密切的。水中鱼、虾、贝、藻等均属生物，而且它们也各有自己的不同生物学特性和规律。因此，我们只有在掌握生物学的基本理论知识的情况下，才能

对其进一步进行研究、控制和利用。

生物学基础知识是淡水养殖专业的一门重要的基础课，要学好淡水鱼类养殖学，必须学好生物学方面的知识，牢固掌握与淡水养鱼有关的一些生物学知识。

第二节 生物体的基本结构

地球上千差万别的生物，除了最原始的病毒之外，都具有细胞结构。而一切的细胞又都是由原生质组成，它是生命的物质基础，也是构成生物体的物质基础。细胞由于原生质结构的不同，执行不同功能，它是生物体中的最小的生命基本元素。因此，要研究细胞，首先要研究原生质。

一、生命的物质基础——原生质

在自然界中，所有的不同形态和不同大小的生物都是由细胞组成，而细胞均由原生质构成。原生质是由许多化学元素或化合物组成的。

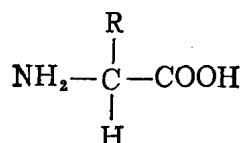
(一) 组成原生质的化学元素 组成原生质的化学元素主要有碳、氢、氧、氮。它们约占原生质总量的 95—98% 左右。磷、硫、氯、钠、钾、钙、镁、铁占原生质总量的 2—5% 左右。此外，还有碘、铜、锰、钴、锌等微量元素，它们的含量占原生质总量是极少的。

(二) 组成原生质的化合物 组成原生质的化合物可分为有机化合物和无机化合物两大类：有机化合物包括蛋白质、糖类、脂肪、核酸、无机盐、水等；无机化合物包括水和无机盐等。

1. 有机化合物

(1) 蛋白质：蛋白质是原生质的主要成分，约占原生质有机成分的 80%。组成蛋白质的元素主要有碳、氢、氧、氮四种元素，有些蛋白质还含有硫、磷、铁、碘、镁等元素。

蛋白质的基本成分是氨基酸，它是由氨基酸组成的高分子化合物。由于所含的氨基酸的数量、性质和结合方式不同，蛋白质分很多种。蛋白质的分子量可以从几万到几百万，甚至更多。蛋白质中常见的氨基酸约有 21 种。氨基酸的结构特点是分子里都含有酸性羧基 ($-\text{COOH}$) 和碱性的氨基 ($-\text{NH}_2$)，是一种含氨基的有机酸，因此取名叫氨基酸。其一般结构式为：



从氨基酸的结构可以看出：氨基酸是一种既有酸性的羧基又有碱性的氨基的两性化合物。在组成蛋白质时，是由一个氨基酸分子和另一个氨基酸分子的羟基缩合，失去一个分子的水所形成的化合物叫肽。由两个氨基酸分子组成的叫二肽，三个氨基酸组成的叫三肽，依此类推，三个以上的叫多肽。正因为氨基酸具有这种特性，所以它能使很多氨基酸相结合形成多肽化合物的蛋白质。在自然界中，虽然氨基酸只有约二十种，但由于蛋白质中所含的氨基酸的种类、数目、排列顺序及空间结构不同，生物界就存在种类较多的蛋白质。由于蛋白质结构的复杂性，表现了生物功能的多样化。

蛋白质是生物体的主要成分，也是细胞结构的重要物质基础，生物体在新陈代谢过程中，各种化学变化都是在酶的催化作用下进行的，酶本身就是一种蛋白质，所以说，没有蛋白质，就没有生命。

(2) 糖类：糖类是由碳、氢、氧三种元素组成的有机化合物，它又叫碳水化合物。糖可分为：单糖、双糖和多糖。

①单糖：不能再水解的最简单的糖类。例如，葡萄糖、核糖（存在于细胞的核酸中）等。

②双糖：是由两个糖分子失去一个分子水缩合而成的。例如，动物体内的乳糖、蔗糖和植物体内的麦芽糖等。

③多糖：是由几个糖分子脱水缩合而成的。生物体内较重要的多糖有，贮藏在植物体内的淀粉、构成植物细胞壁的纤维素、贮存在动物的肝脏和肌肉细胞内的糖元。

(3) 脂类：主要由碳、氢、氧三种元素构成的有机化合物，不溶于水，而溶于有机溶剂乙醚、氯仿等。脂类可分为脂肪和类脂。

①脂肪：在生物体内以结合脂肪和贮存脂肪的形式存在。结合脂肪是原生质的组成成分，而贮存脂肪是生命活动所需要能量的重要来源。如：1克脂肪在体内完全氧化能释放9.4千卡热。

②类脂：是含磷或含硫的脂类，如磷脂（细胞结构的组成成分），细胞内主要磷脂有卵磷脂和脑磷脂。

(4) 核酸：是原生质的主要组成物质，由碳、氢、氧、氮、磷等元素组成。核酸分两大类：一类叫核糖核酸（RNA），主要存在于细胞质内。另一类叫脱氧核糖核酸（DNA），主要存在于细胞核内。这两种核酸的基本单位是单核苷酸，许多单核苷酸连接而形成多核苷酸。核酸就是由几百、几千个单核苷酸连接而形成的高分子化合物。其分子量比蛋白质还要大得多。

核酸是生命的最基本的物质之一，是一切生物的遗传物质，对生物的遗传、变异有决定性作用。此外，在生物的代谢中也起重要的作用。

2. 无机化合物

(1) 水：水是组成原生质的重要成分之一，通常占原生质的65—90%，不同生物体或同一生物体的不同器官中，原生质的水含量差异很大。存在于生物体内的水，大部分是游离水，是生物新陈代谢过程中所有生物化学反应的溶剂。少量的水为结合水，如水和蛋白质结合。

(2) 无机盐：原生质中所含的无机盐也是生命活动所必需的物质，如钠盐、钾盐等。无机盐一般以离子形式存在于原生质中，钠离子（ Na^+ ）和钾离子（ K^+ ）能调节细胞内外的渗透压。很多的无机盐还参与体内酶的作用，能保持生物体正常的生理活动。

二、生物体的基本结构——细胞

原生质是构成生物体的物质基础，而组成原生质的成分如蛋白质、糖类、脂肪等都不能单独地完成生命活动，它们要以一定方式组织起来，成为具有一定形态结构的细胞，才能表现出生命现象。所以蛋白质是生物体最基本的物质基础，而细胞是生物体最基本的结构单位。

(一) 细胞的形态和大小 细胞的形态是多种多样的, 细胞的形态与它所处的位置, 以及所担负的功能的不同有密切的关系。如接受刺激、传导兴奋的神经细胞是树枝状的、具收缩功能的细胞(肌肉细胞)呈长纤维状或梭形。所以细胞形态有球形、树枝状、星状、多角形等等(图 1—1)。

细胞不仅形态各有不同, 它们的大小也不一样, 绝大多数细胞是很微小, 必须在显微镜下才能看到。但在动、植物细胞中, 也有用肉眼可见的较大细胞, 象鱼类、鸟类的卵细胞。棉花纤维也是一个细胞, 其长度可达 40 毫米。由于多数细胞都很小, 在测定细胞的大小时, 其长度单位用微米(μm)和埃($\text{\AA}$)表示($1\mu = 1\text{ 微米} = 1/100\text{ 毫米}$, $1\text{ 埃} = 1/10000\text{ 微米}$)。

单细胞的生物是由一个细胞构成; 多细胞生物是由许多细胞构成。生物体的增长, 主要是细胞数目的增多。

(二) 细胞的结构和功能 我们在显微镜下观察一个细胞的构造, 可以看到细胞是由以下几个部分构成的。

1. 细胞膜 又叫质膜, 是包在细胞表面的极薄而富有弹性的薄膜。是一种具有选择渗透性的膜。细胞通过细胞膜和外界环境之间进行物质交换, 因此, 细胞膜具有保护和调节物质进出细胞的重要作用。

植物的细胞在细胞膜外面还有一层厚的外壁, 是由纤维素组成的, 叫细胞壁。有保护和支撑作用, 细胞壁上有许多小孔, 细胞的原生质通过这些小孔可与相邻细胞原生质连接, 通过这些小孔进行细胞间物质交换, 细胞壁上的多孔结构叫胞间联丝。

2. 细胞质 充满在细胞里的无色透明胶状物质, 是细胞生命活动的重要组成部分。在植物细胞和低等动物的细胞质中可以清楚看到一个或几个较大的液泡, 液泡里充满细胞液。细胞液是各种无机物和有机物的水溶液。它能使细胞保持膨胀, 对细胞进行正常生理作用有很大作用。在细胞质中, 还有些具有一定形态结构, 并执行细胞生命活动的特殊结构, 这些特殊结构称为细胞器。主要细胞器有线粒体、中心体、高尔基体等。

①线粒体: 分散在细胞质中的粒状、线状或棒状小体。主要化学成分是蛋白质、脂肪和酶等。是细胞内物质进行新陈代谢的重要场所, 它还含有许多呼吸酶, 也是细胞进行呼吸的细胞器。

②中心体: 位于细胞核附近, 是很小的圆形颗粒, 常见于动物和低等植物细胞内, 当细胞分裂时, 中心体特别明显。

③高尔基体: 动物细胞的高尔基体通常位于细胞核附近; 植物细胞中的高尔基体任意分

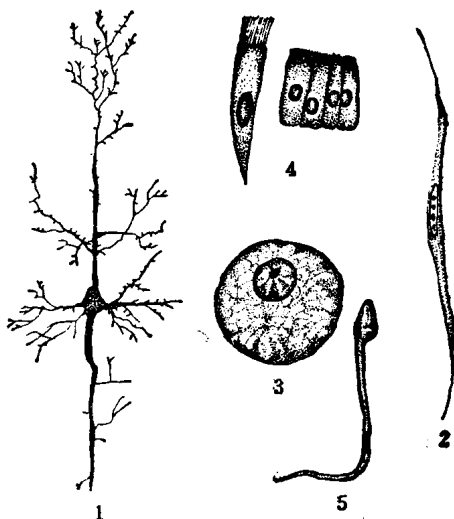


图 1—1 各种形状的细胞

1. 神经细胞 2. 肌肉细胞 3. 卵细胞 4. 上皮细胞
5. 精细胞

散在细胞质中。高尔基体是由平行和表面光滑的双层膜，以及许多较小的囊泡构成。高尔基体具有贮存物质和分泌物质的功能。

④质体：是植物细胞所特有的细胞器。一般呈圆形、盘状或卵圆形，内含色素。里面含有绿色的色素——叶绿素。叶绿素是光合作用和暂时合成淀粉的场所。

此外，在细胞质里，还含有一些储藏的物质，叫内含物，一般内含物含有淀粉、蛋白质、脂肪等。它们是细胞新陈代谢活动的产物，是供给生物生长、发育所需的物质。

3. 细胞核 位于细胞质中，是细胞的重要组成部分。通常为球形或椭圆形。核的外层是核膜，有许多孔。细胞核中充满核液，在核液内还有能被碱性染料染色的物质叫染色质。细胞分裂时，染色质变成粒状或杆状的小体，叫染色体。在细胞核的核液内还有一个或几个球形的颗粒，叫核仁。细胞核内的染色体在遗传上起重大作用（图1—2）。

（三）细胞的分裂 多细胞生物的生长，是由于细胞生长和发展到一定阶段，细胞数目增多，细胞体积增大的结果。细胞体积增大和数目的增多是通过细胞分裂来完成。细胞分裂的方式主要有：无丝分裂，有丝分裂两类。

1. 无丝分裂 也叫直接分裂，是一种比较简单的分裂方式。看不到染色体的形成和变化的各过程。当细胞开始分裂时，首先是细胞核变长，分为两部分，随之整个细胞也在逐渐伸长，细胞质也分为两部分，最后分裂为两个细胞。

无丝分裂主要见于低等动、植物。

2. 有丝分裂 又叫间接分裂，多数细胞的增殖都是行有丝分裂的。细胞进行有丝分裂时，细胞质和细胞核都发生复杂的变化。整个分裂过程大致分为四个时期：前期、中期、后期和末期。

（1）前期：细胞核里的染色质先形成线状染色体，每根染色体复制成两条染色单体，两条染色单体紧密并列在一起，仅在染色体的某一点上相接，这连接点叫着丝点。这时，核仁和核膜消失。动物和某些低等动物的细胞，细胞分裂开始时，中心体分裂成两个，并分别向细胞的两极移动，在中心体的周围出现了很多放射状的细线，叫星体。在两个星体之间还出现原生质所形成的纺锤体。大多数植物没有中心体和无星体，但有纺锤体。

（2）中期：核膜消失后，染色体集中在细胞的中部，而且有规则地排列在一平面（也叫赤道板）上。这时着丝点分裂，每一染色体的两条染色单体分开。

（3）后期：由于纺锤丝的收缩，每个染色体的两个染色单体分别向两极移动，在两极分别形成两组相等的染色体。

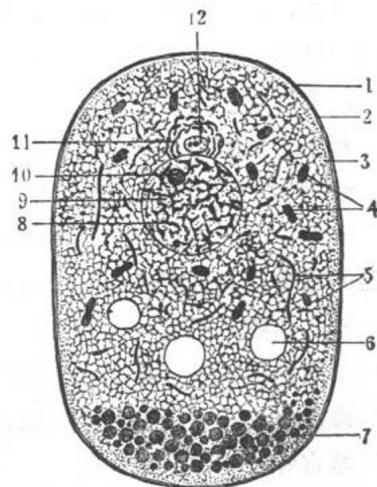


图1—2 细胞的模式结构

1. 细胞壁 2. 细胞膜 3. 细胞质 4. 质体
5. 线粒体 6. 液泡 7. 内含物 8. 染色体
9. 细胞核 10. 核仁 11. 高尔基体 12. 中心体

(4) 末期：分别在两极的两组染色体各在一极聚集，并且变细变长，最后核仁和核膜重新出现，形成了两个细胞核，纺锤体逐渐消失。动物细胞在分裂时，细胞质于细胞中部由外向内凹陷，最后分裂成两个子细胞。植物细胞一般在细胞中央形成一个细胞板，由内向外扩展，逐渐形成了细胞壁，最后形成两个子细胞。有丝分裂结果，每个母细胞产生两个子细胞。每个子细胞染色体数目和原来母细胞染色体数目相同。例如，鲤鱼体细胞有 100 条染色体，经过有丝分裂后的每个新产生的细胞还是有 100 条染色体。

一个完全的有丝分裂，所经过的时间，在不同的外界因素的变化是不相同的。我们了解细胞的增殖及其需要的时间与鱼类的养殖有密切关系。

三、组织和器官

单细胞生物是一个独立的生活细胞，整个细胞是一个生物体，它具有各种生理机能，一切生命活动都在一个细胞中进行，因此不存在组织和器官的结构。只有多细胞生物体才有组织和器官等结构。

多细胞生物体由形态、构造和功能相同的细胞群和非细胞形态的间质，按一定规律组合起来，这个细胞群就叫组织。由几种不同的类型的组织，按一定顺序联合起来，形成具有一定的形态特征和一定生理功能的结构，就叫器官。

由于动物和植物在代谢类型上差别很大，因此在组织上也完全不同，下面分别加以介绍。

(一) 植物的组织和器官

1. 植物的组织 植物的组织以高等植物的组织最完善，因此现以高等植物为例，说明植物的组织有以下几类。

(1) 分生组织：又叫生长组织。是植物体一切组织的来源。其主要特点是由许多较小的细胞组成的，这种细胞的细胞壁薄，细胞质浓厚，细胞核大，液泡小或没有；细胞排列紧密，细胞之间没有空隙。其机能是分裂产生新细胞，使植物体生长并形成各种器官。一般分布在根尖生长点、茎顶端生长点、双子叶植物根和茎的形成层。

(2) 薄壁组织：又叫基本组织或营养组织。薄壁组织的细胞特点是细胞较大，细胞壁薄，细胞中有大液泡，细胞之间空隙发达。分布于植物体各部分，其机能主要与植物的营养有关。例如，分布在肥大的根、茎、果实、种子里的这种组织其细胞内含有淀粉、蛋白质、脂肪等物质，有贮藏有机营养物质的机能叫做贮藏组织。此外分布在叶和幼茎中的薄壁组织，其细胞中含有大量叶绿素能进行光合作用称为同化组织。

(3) 保护组织：保护组织一般位于植物体各器官的表面，具有保护植物的内部组织，防止内部组织因受外界高温、风、雨、病菌、害虫的侵害，减少水分的过度蒸腾的作用。例如，表皮、木栓等都是保护组织。

(4) 输导组织：是运输各种营养物质的组织。输导组织有两种，一种是运输由根吸收来的水和无机盐的导管和管胞，一种是运输由叶制成的各种有机养料的筛管。筛管是分布在韧皮部，是活的管状细胞。导管是由分布在木质部的许多上下相通的管状死细胞构成的。

(5) 机械组织：机械组织的细胞有坚厚的细胞壁，使植物体具有坚韧性，加强植物体的支持作用。例如，分布在木质部里的木纤维；韧皮部的韧皮纤维；梨果肉中的石细胞等。

(6) 分泌组织：是植物体中薄壁细胞特化具有分泌机能的细胞，分泌物质是植物体新陈代谢的产物。分泌物有树脂、花蜜、挥发油等。

2. 维管束 维管束是由木质部、韧皮部组成的束状构造。木质部包括导管（或管胞）、木质纤维和木质薄壁细胞；韧皮部包括筛管、伴胞、韧皮纤维和韧皮薄壁细胞。因此维管束是一种结构复杂的复合组织，包含有输导组织、机械组织和薄壁组织。维管束在植物体内有输导和支持作用。具有维管束的植物称为维管束植物。例如，蕨类植物、裸子植物和被子植物都是维管束植物。

3. 植物的器官 植物由以上几种组织构成了植物的器官。高等植物的器官有根、茎、叶、花、果实和种子。其中根、茎、叶跟植物的营养有关，为植物的营养器官。花、果实、种子等器官具有繁殖作用，总称为植物的繁殖器官。一株完整的植物体，是由根、茎、叶、花、果实和种子六部分组成。植物通过各种器官进行生命活动，各器官是密切联系而不可分割的，是一个统一的整体。

(二) 动物的组织、器官和器官系统

1. 动物的组织 多细胞动物的组织，通常在细胞之间具有非细胞结构的物质——细胞间质。因此，动物的组织是由形态、功能、来源相似的细胞群和细胞间质构成的。高等动物的组织根据形态、功能不同，分为上皮组织、结缔组织、肌肉组织和神经组织四大类。

(1) 上皮组织：分布在动物体的身体表面，体内各腔、管、囊的内表面。其特点是由一层或多层上皮细胞紧密排列而成，细胞间质少，细胞的形状多种多样：有扁平的、柱状的、立方形的。上皮组织具有保护、吸收、分泌和感觉功能。按细胞的排列层次分为单层上皮和复层上皮。有些上皮组织有分泌特殊液体的机能，叫腺上皮。虾、蟹、河蚌、昆虫的上皮细胞能分泌几丁质或石灰质，形成体表坚硬的外壳。

(2) 结缔组织：结缔组织种类多，分布在动物体各器官里和各个器官之间。主要生理机能具有营养、保护和支撑动物体的作用。如骨、软骨、血液、淋巴、脂肪等都是结缔组织。结缔组织特点是细胞较少，细胞间质发达。根据结缔组织的构造和机能不同，分为以下几种。

① 血液和淋巴：血液包括血浆和血细胞、血小板。血细胞又分为红细胞和白细胞两种。红细胞含有血红蛋白，对氧气的运输有很大作用。白细胞比红细胞大，没有一定形状，有吞噬和消化微生物的能力。血小板有止血作用。血液把营养物质和氧气带给全身细胞，同时把细胞所排出的废物——二氧化碳、尿素、水带出来。

淋巴和血液相似，是由淋巴液和淋巴细胞组成的。淋巴系统是血液循环的辅助系统。

② 一般结缔组织：包括疏松结缔组织、致密结缔组织、网状结缔组织和脂肪组织。

疏松结缔组织：这种组织普遍存在于动物各组织和各器官之间。其特点是细胞间质疏松，纤维互相交织，纤维之间有细胞。在动物体内起连接、支撑和营养的作用。

致密结缔组织：细胞间质更发达，细胞少而纤维互相交织成网状排列或平行排列。是分布在骨骼与肌肉之间的腱和韧带。

网状结缔组织：网状纤维很细，分枝很多，交织成网，分布在骨髓、肝、脾、淋巴等器官，起保护作用。

脂肪组织：细胞内贮藏大量脂肪，是机体能量的贮存组织，同时有保护作用。

③**骨组织：**骨组织有保护和支撑作用。骨组织分为软骨和硬骨两类。软骨组织由软骨细胞、纤维和基质构成。根据基质中纤维的性质分为透明软骨、纤维软骨和弹性软骨。软骨细胞埋在基质的陷窝内。硬骨组织是一种坚硬的结缔组织，也是由细胞、纤维和基质构成的。纤维为骨纤维，基质含有大量钙盐，所以骨组织非常坚硬是全身的有力支柱。骨细胞为多突起细胞，位于基质的骨陷窝内，由基质、纤维和骨细胞构成骨板。由于骨板的排列不同，硬骨组织又分为密质骨和松质骨（图1—8）。

（3）**肌肉组织：**肌肉组织是由肌细胞组成的。肌细胞细长，呈纤维状，因此又称为肌纤维。肌细胞的细胞质中充满很多极细纤维叫做肌原纤维。肌细胞具有收缩能力，机体的一切动作都是通过肌肉组织收缩和松弛来实现。根据构造和机能上的特点，肌肉组织可分为平滑肌、横纹肌、心肌三种。

①**平滑肌：**细胞长梭形，细胞膜薄，不明显，细胞中央有一个细胞核。细胞质中有许多肌原纤维，肌原纤维没有横纹。分布在脊椎动物内脏器官，如肠壁、胃壁、血管壁的肌肉。平滑肌是不受意志支配，又叫不随意肌。

②**横纹肌：**由圆柱形肌纤维组成，每个肌纤维里有多数细胞核，肌原纤维有许多明暗相间的部分顺着肌纤维排列，因此显出横纹来，故名横纹肌。横纹肌多附着在骨骼上，又叫骨骼肌，它能受意志的支配，又叫随意肌。动物的四肢动作都靠横纹肌的收缩来实现。

③**心肌：**构成动物心脏的肌肉。心肌的肌纤维是短圆柱形，各肌纤维之间有分支互连接起来，形成网状，核1—2个位于中央，肌原纤维具不明显横纹。心肌运动持久，具有自主地节律性的收缩。

（4）**神经组织：**神经组织主要由神经细胞和神经胶质细胞构成的。

①**神经细胞：**又叫神经元。分布于脑、脊髓的灰质和神经节中。每个神经元是由细胞体和突起构成的。细胞体有一个细胞核。

神经元的突起分为两类：树突和轴突。树突短而多分支，能接受冲动，并将冲动传到细胞体。轴突细而长，它的末梢都有分枝，称为神经末梢，分布在各部分。轴突将冲动传出细胞体。树突和轴突又可叫做神经纤维。神经纤维聚集成束，即成神经。神经纤维包含有轴索、髓鞘、神经膜等结构。神经细胞能感受刺激，产生兴奋，传导兴奋。

②**神经胶质细胞：**在神经细胞周围，神经胶质细胞亦有许多突起，但无树突和轴突之分，无传导兴奋作用，只起支持、保护和营养的作用。

2. 动物的器官和器官系统 动物和植物一样，由不同的组织构成器官。例如：胃、肠、心脏等均作为器官。每个器官都具有一定的组织结构和生理机能。也就是不同器官有次序地结合起来，共同完成一定的生理机能，就构成了一个器官系统。例如，人体从食物的消化吸收，一直到粪便的排出。这个过程要经过口、口腔、咽、食管、胃、小肠、大肠、肛门和各种消化腺如唾液腺、肝、胰等不同器官共同完成对食物的消化吸收，这些器官总称为消化系统。高等动物的器官按生理机能可分为：皮肤、肌肉、骨骼、消化、呼吸、循环、泌尿、生殖、神经、感觉、内分泌等系统。这些系统在动物体内互相联系，互相结合，在神经系统的支配

下进行活动，使动物体成为一个统一的整体。

(1) 皮肤系统：被覆在动物体的表面，具有保护、感觉、排泄、呼吸、调节体温等作用。皮肤由真皮和表皮构成。此外还包括，皮肤衍生物如毛、爪、角、蹄、鳞、汗腺、皮脂腺、乳腺等。

(2) 骨骼系统：分软骨和硬骨两种。软骨少，分布于耳、鼻、气管等处。硬骨为骨骼的主要组成部分。骨骼可分为中轴骨和附肢骨两大类。中轴骨包括头骨、脊柱、胸骨和肋骨；附肢骨包括肩带、腰带、四肢骨。骨骼有支撑身体、保护内部器官的作用。

(3) 肌肉系统：肌肉分为脏肌和体肌。脏肌分布在一般内脏器官，体肌分布在躯干、四肢、头部等部位。肌肉依靠骨骼在神经支配下产生运动。骨骼和肌肉合称为运动系统。

(4) 消化系统：由消化管和消化腺两部分组成，消化管包括口腔、咽、食道、胃、小肠、大肠和肛门。消化腺有唾液、胃腺、肠腺、肝脏和胰脏。消化系统有摄取、消化、吸收和排出残渣的作用。

(5) 呼吸系统：高等动物的呼吸系统由鼻、咽、喉、气管、支气管和肺组成。鱼类以鳃呼吸。呼吸系统有吸收环境中氧气和排出二氧化碳的作用。

(6) 循环系统：由血液循环和淋巴循环组成。血液循环系统包括心脏、血管（动脉、静脉和微血管）和血液；淋巴系统包括淋巴管、淋巴液及脾脏等，淋巴系统是血液循环的辅助系统。

血液在血管里不断循环流动，运输氧气和养料供给细胞，运走排出的二氧化碳和废物，维持细胞正常的生理活动。通过循环将内分泌腺分泌的激素输送到全身，调节机体生理机能。

(7) 泌尿系统：泌尿系统包括肾脏、输尿管、膀胱和尿道等器官。有泌尿和调节动物体内水分、酸碱度和盐类平衡的作用。

(8) 生殖系统：由性腺和附性器官组成。

雄性性腺为精巢，附性器官包括附睾、输精管、精囊、前列腺、阴茎等。

雌性性腺为卵巢，附性器官有输卵管、子宫、阴道等。

生殖系统主要有产生生殖细胞（精子和卵）和分泌激素，促进性发育的机能。

(9) 神经系统：由中枢神经和周围神经组成。中枢神经包括脑和脊髓，是神经系统最主要的部分；周围神经包括脑神经、脊神经和植物性神经（或称内脏神经）。神经系统主要机能是使动物体内各器官系统在神经系统的统一调节下，互相配合成为一个统一体。并能使动物更好适应环境。

(10) 内分泌系统：动物体内内分泌腺有脑垂体、甲状腺、甲状旁腺、肾上腺、胰腺与性腺等。其分泌物叫激素。激素对动物的代谢、生长、发育和生理等过程起重要调节作用。

第三节 生命的基本特征

一、新陈代谢

新陈代谢是所有生物的生命的基本特征。任何生物总是经常不断地从外界摄取生活必需

的物质，并使这些物质变成物体本身的物质，把体内产生的废物排出体外。这种新物质代替旧物质的过程叫做新陈代谢。新陈代谢包括同化作用和异化作用两个过程。

(一) 同化作用 又称合成作用。就是生物体在新陈代谢过程中，从食物中摄取养料，使其转化为本身的物质，并储存能量。这个过程叫同化作用。

(二) 异化作用 又称分解作用。就是生物体在新陈代谢过程中，把自身组成的物质发生分解，同时释放能量，再将分解后的废物排出体外。这个过程叫做异化作用。

生物在进行物质代谢的同时，还伴随着能量代谢，或称能量转化。具体说，就是在同化过程中，同时把能量以化学能的形式储存于合成的物质里；在异化过程中，又把贮存的化学能释放出来，转变为热能等形式，供生物进行各种生命活动用。

同化作用和异化作用在生物体内同时进行，二者相反相成，构成了对立统一的新陈代谢过程。生物在新陈代谢的基础上，完成各种生命活动。

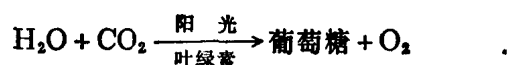
二、新陈代谢的基本类型

生物在长期进化过程中，形成了不同的代谢类型。

(一) 同化作用的基本类型

1. 自养型的同化作用 自养型生物直接从外界的环境中摄入无机物质，把它转变为复杂的有机物并同化成为自身的物质。根据同化作用时能量来源的不同，自养型的同化作用又分为光合作用和化能合成作用。

(1) 光合作用：是绿色植物所特别具有的营养方式。绿色植物体依靠体内叶绿素，吸收太阳能的光能，把二氧化碳和水合成有机物，这一过程叫光合作用。光合作用过程很复杂。总过程可概括如下：



(2) 化能合成作用：各种自养细菌，用此方式制造养料，化能合成所需能量来源不是太阳的光能，而是利用某些物质化学变化过程中所产生的能量，把无机物合成为有机物，这种有机物的合成，叫做化能合成。例如硝化细菌，在酶的参与下，能够将氨氧化为亚硝酸和硝酸，利用其氧化过程中所放出的能量，把二氧化碳和水合成有机物。

2. 异养型的同化作用 所有的动物、大部分的细菌都是异养型生物。异养型生物同化作用的特点是只能利用外界环境中的现成有机物——糖、蛋白质及脂肪，在酶的作用下，把这些复杂的有机物改造成为自身的原生质。例如，多糖分解为单糖，脂肪分解为脂肪酸和甘油，蛋白质分解为氨基酸等，然后经过吸收，在细胞内再转化为自身的物质。

(二) 异化作用的基本类型 根据生物在异化作用过程中，是否需要游离氧，可将生物分为两种类型：

1. 需氧型生物 需氧型生物在异化过程中，必须从大气里或水中吸取游离的氧进入体内，在酶的作用下，分解体内有机物（糖、脂肪、蛋白质等）取得能量以维持生命活动，并排出二氧化碳。这种吸入氧气、排出二氧化碳的过程叫做需氧呼吸。如糖的氧化以下式表示：