

普通高中课程标准实验教科书

生物学

分子与细胞

必修一

主编 张新时

上海科技教育出版社

编写人员名单

本册主编 张可柱

编 著 者 (以姓氏笔画为序)

上官士栋 王传文 李子恩 杨晓梅

张可炜 陈善蕊 密守军

致同学们

“万壑树参天，千山响杜鹃”，“水深鱼极乐，林茂鸟知归”。我们生活的地球正如诗人所描绘的那样，是一个生存着各种动植物和微生物、呈现出盎然生机的生命世界。生物学是研究生命现象和生命活动规律的科学，其研究对象是地球上形形色色的生物。

生物学发端于古代人在采集食物、捕获猎物、培植作物、驯化动物以及防治疾病等活动中所积累的动植物知识和医药知识。但是，在19世纪之前，人们对生物的研究和认识只局限于生物的形态特征、器官结构、种类区别和一般习性的感性层次，生物学知识对人类生产和生活的作用和影响是有限的。19世纪，由于显微镜等科学研究工具的应用和改进，科学家观察到细胞，认识到细胞是组成一切动植物的基本单位，深入研究生物的微观结构、特点及其生理、生殖和发育原理，并在此基础上总结出了生物的遗传和进化规律。进入20世纪以后，由于物理、化学等自然科学的发展，科学家可以利用物理、化学的实验方法和研究技术探究生命现象的机理，从而得以分析蛋白质、核酸等与生命本质有密切关系的生物大分子的结构，终于在50年代证实了DNA是生命的遗传物质，并揭示了DNA的双螺旋结构，使生物科学的研究正式进入分子水平阶段。分子生物学的诞生与发展，使生物学无论在微观研究还是在宏观研究方面都取得了空前的成就，使生物学和技术与人类生活的关系变得日益密切。

科学家曾经预言，在科学技术领域，生物学将是21世纪的领先学科，会对人类社会产生巨大作用和影响。如今，科学家的预言开始得到证实：克隆动物的诞生、DNA在身份鉴定中的运用、人类基因组计划的实施、转基因食品的出现等成为报刊、电视等社会媒体关注的热点和焦点，克隆、DNA、基因图谱、生物工程等词汇也已经成为人们耳熟能详的日常用语。这一切都表明，生物学和技术发展迅速、成果显著，并且已经渗透到了人们的日常生活中，正在不断改变人们的生活方式，提高着人们的生活质量，进而影响到人们的思想观念和思维方式。

科学家之所以认为21世纪是生物学领先的世纪，是因为人类当今及今后所面临的许多生存难题，要依靠生物学和技术来解决。

——随着人口的持续增长，全世界的粮食短缺、能源危机日益加重。科学家运用分子生物学技术可以将促进生物生长的基因转入某些动植物体内，从而缩短养殖动植物的生长周期，提高作物的产量；还可以将抗病毒基因转入烟草、将抗虫基因转入棉花，从而使它们不再受病毒感染和害虫危害，以保证应有的产量和质量。此外，科学家还可以通过培育能生产石油替代物质的植物来解决能源危机。

——由病毒及先天基因缺陷所导致的疾病，至今仍是威胁人类健康的大敌。乙肝、艾滋病、“非典”和禽流感等疾病都是由病毒引起的；血友病、白化病及某些先天性心脏病

等，则都与人类自身的基因有关。科学家目前正致力于各种抗病毒疫苗的开发研究，以提高人们的防病抗病能力，同时运用将病毒基因植入细菌或引入某种哺乳动物的方法，大量生产已经开发出的防病疫苗，使世界上更多的人获得对乙肝病毒等致病病毒的免疫能力。“人类基因组计划”是我国科学家参与的一项国际间协作的重大科研课题，其目的在于弄清人类全部基因的结构和功能，这无疑有助于在基因水平上诊断和治疗人类的疾病，可以对某些疾病达到“防患于未然”的效果。

——工业废物的排放和人口的膨胀，使人类的生存环境恶化，破坏了大自然的和谐。工业废物造成环境污染，人类居住区及生活需求扩大导致森林面积缩小、动植物种类和数量减少，使全球生态系统遭到破坏，从而影响了人们的生活质量，甚至威胁到人类的生存。科学家运用生态系统能量流动和物质循环的基本原理，致力于谋求人类与大自然和谐相处的工农业绿色生态生产模式，以保证社会和经济的可持续发展，已经取得了显著成效。

.....

总之，生物科学和技术对人类当今及今后生活作用和影响是巨大的、多方面的。可以说，人们的生活及各行各业，在21世纪都与之有着密切的关系。

科学家预言的逐步实现，也给同学们提出了一个要求：作为在21世纪成长、成才的公民，应当具有较高的生物科学素养。因而，学好生物学课程是同学们在高中阶段的重要任务。

生物科学是一门以实验为基础的自然科学，其基本概念、原理和规律是在对大量生物实验研究的基础上总结和概括出来的，具有严密的逻辑性。因此，同学们在学习基础知识时，要以观察、实验等探究活动为基础，注重各知识点之间的逻辑联系，融会贯通地理解和掌握基本概念和原理。同学们不但要学好生物学的基础知识，还要注重培养自己的科学探究能力。在探究过程中，要勤于动脑筋，不要轻易放过对既有结论的疑问和思考，注重发现和研究问题。在研究问题时，要严格按照科学探究的程序，大胆假设、科学求证，仔细观察、如实记录、认真分析，最后谨慎地得出结论。这样，不仅可以培养你们科学探究的动手能力，同时还可以养成敢于质疑、勇于创新的科学思维能力。

“问渠哪得清如许，为有源头活水来。”希望同学们认真观察、思考所接触的各种生物和生命现象，以及生物科学和技术给人们生活所带来的各种变化，勇于探究，大胆创新，学好生物学。祝愿同学们在学习生物科学的基本理论和有关技术之后，无论是在提高自身生活质量方面还是在取得事业成就方面，能够与时俱进，成为21世纪的高素质的公民。

目 录

第一单元 有机体中的细胞

第一章 细胞概述	2
第一节 人类对细胞的认识	3
第二节 细胞的形态和功能	7
课外阅读 列文虎克——他看到了一个奇妙的世界	9
第二章 细胞的构成	11
第一节 细胞的化学组成	12
第二节 细胞的基本结构	16
第三节 真核细胞与原核细胞	20
课外阅读 细胞骨架	23

第二单元 细胞的自我保障

第一章 细胞中的蛋白质	26
第一节 蛋白质的结构与功能	27
第二节 蛋白质的合成与运输	32
课外阅读 疯牛病与朊病毒	35
第二章 细胞中的核酸	36
第一节 核酸的结构和功能	37
第二节 核酸与细胞核	39
课外阅读 为什么大多数生物的遗传物质是DNA分子	42

目 录

第三单元 细胞的新陈代谢

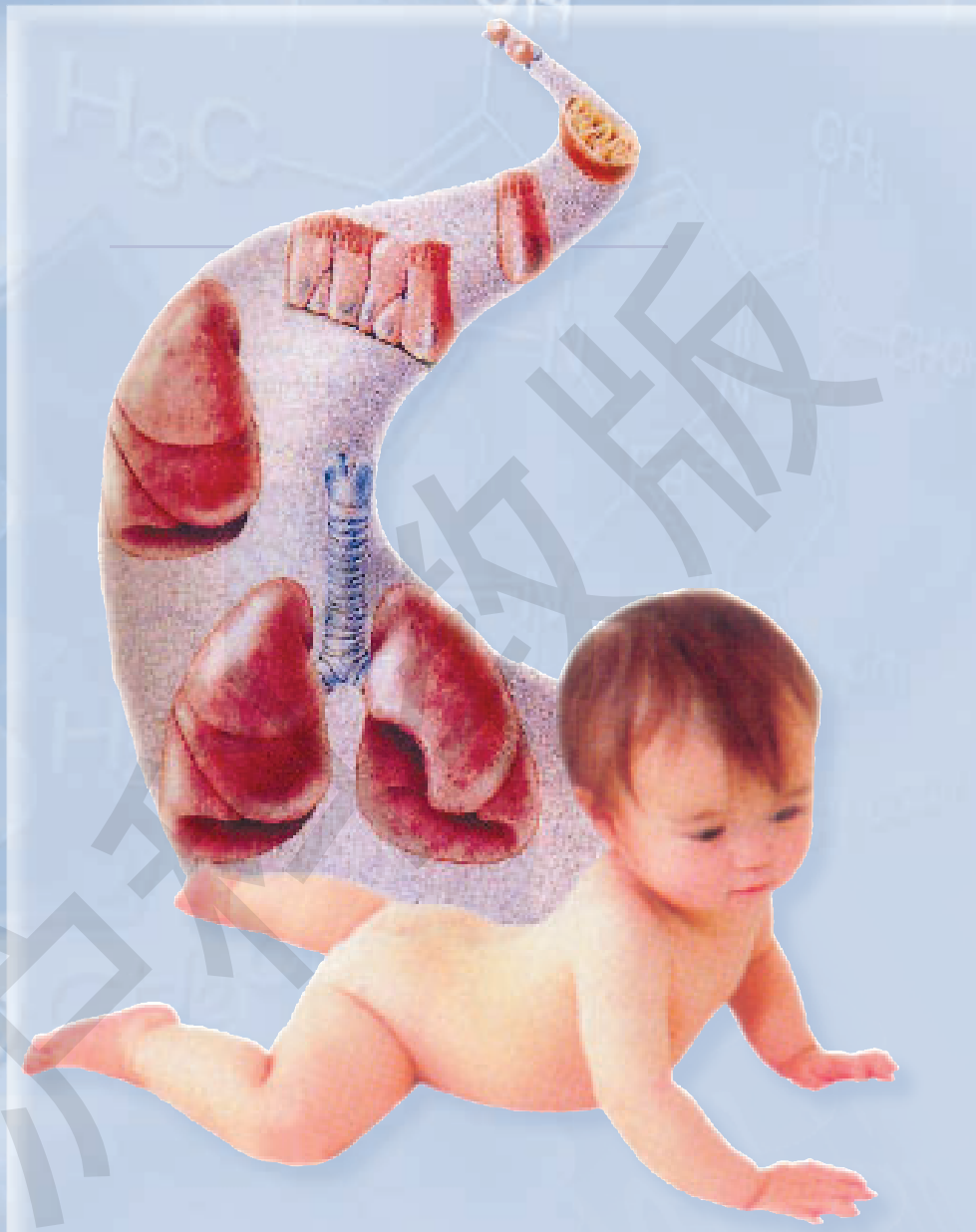
第一章 细胞的物质交换	44
第一节 细胞膜的结构与功能	45
第二节 细胞膜的物质运输功能	48
课外阅读 载体蛋白和通道蛋白	52
第二章 细胞能量的来源与转变	53
第一节 细胞中的能源物质	54
第二节 酶在代谢中的作用	58
第三节 光能的捕获和利用	61
第四节 从化学能到生物能	68
课外阅读 “红肌”与“白肌”	72

第四单元 细胞的生命周期

第一章 细胞的增殖与分化	74
第一节 细胞的增殖	75
第二节 细胞的分化	81
第三节 癌症的发生与防治	84
课外阅读 食物、营养与癌症的预防	86
第二章 细胞的衰老与凋亡	88
第一节 细胞衰老	89
第二节 细胞凋亡	93
课外阅读 小“线虫”与诺贝尔奖	96

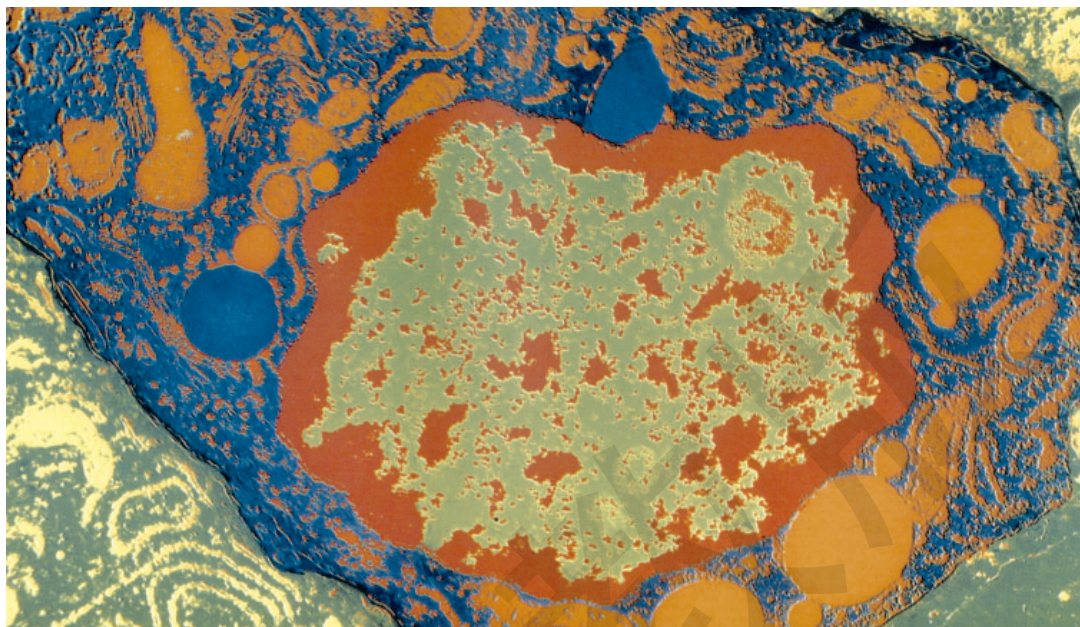
中英文对照表	98
--------------	----

第一单元 有机体中的细胞



生命是物质独特的存在方式。多种多样的生命有机体，其基本结构单位和化学组成却是惊人的一致，这些基本结构单位有序地组合成生物有机体。对这些基本原理的理解，是开启生命奥秘大门的第一把钥匙。

第一章 细胞概述



课题研究

20 世纪后叶，分子生物学取得了一系列突破性成就，生命科学在自然科学中的地位随之发生了革命性的变化，不仅成为自然科学的带头学科，而且日益与自然科学和社会科学中的诸多学科交叉融合，正逐渐成为一门“中心学科”。在这些成就背后，科学家通过不断地观察、分析、推理、总结，使人们对生命世界的认识逐步深入。请搜集一些你想了解的材料，并利用所能得到的观察工具，深入微观世界，对生命现象进行探索。

▲ 研究计划

1. 设想生物材料与非生物材料结构的异同，设计实验进行验证。
2. 选择你所感兴趣的不同研究材料（生物材料、非生物材料）开展观察活动。
3. 运用合适的观察工具，观察材料的细微结构，可以使用放大镜、显微镜。
4. 分析生物体与非生物体在结构上的差异。

▲ 总结交流

将你观察的结果用适当的方式展示出来，并与同学交流你在观察过程中的体会和得到的启示。

第一节 人类对细胞的认识

大自然是人类生活的家园，但它不仅属于人类。在这个家园里还生活着许许多多与人类生存息息相关的动物、植物和微生物（图1-1-1）。尽管它们或动或静、或大或小，形态特征和生活方式各不相同，但是它们都和人类一样具有生命，并且绝大多数都是由细胞(cell)构成的。



图1-1-1

蜂鸟与纸巢蜂争抢鹤望兰的花蜜

1 细胞的发现和细胞学说的创立

在17世纪之前，人们推测有机体是由某种基本成分构成的，并不知道这种基本成分是什么，因为人们无法观察到有机体的细微结构。但是，历史上的几个重要事件改变了这一切。

细胞的发现

[资料1] 1604年，荷兰人詹森（Z.Jansen）把两块凸透镜安装在一个适当长度的长管两端，制成了世界上第一台显微镜（microscope）。这台显微镜能将物体放大10~30倍，可以观察一些小昆虫的整体形态，又被称为“跳蚤镜”。

[资料2] 半个多世纪后，英国物理学家罗伯特·胡克（R.Hooke, 1635—1703）制造的显微镜，放大倍数达到了40~140倍（图1-1-2）。1665年，他在一次观察木栓结构时，发现木栓薄片是由一个个形状像蜂巢式的小空洞组成的，于是，他把观察到的小空洞命名为“cell”——细胞，并把观察结果发表在《显微图谱》一书中（图1-1-3）。



图1-1-2

罗伯特·胡克制造的显微镜（左）

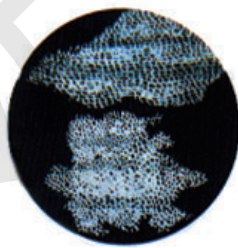


图1-1-3

罗伯特·胡克观察到的木栓薄片（右）

显微镜，观察到了池塘水中的原生生物、牙垢中的细菌、鲑鱼的红细胞以及人和哺乳动物的精子。

分析讨论

1. 詹森发明的显微镜并没有观察到细胞，你认为他的贡献是什么？



2. 罗伯特·胡克观察到的“小空洞”是真正的细胞吗？为什么？
3. 列文虎克的观察有什么意义？

罗伯特·胡克和列文虎克的发现开创了细胞研究的新领域。但由于当时使用的显微镜分辨率不高、放大倍数和清晰度不够，人们无法清楚地观察细胞的内部结构，只是陆续地观察了一些不同类型的细胞。在发现细胞后的一个半世纪里，人们对细胞的研究零散而缺乏系统性，没有很大进展。

相关链接

如何在显微镜下观察细胞

大部分动、植物体是不透明的，不能直接在显微镜下观察，要经过特殊的处理，减少观察材料的厚度，使光线透过才能在显微镜下观察。通常应用两种处理方法：一种是切片法，即用刀片将标本切成薄片；另一种是将生物体组织分离成为单个细胞或薄片，或者将整个生物体进行整体封藏。应用切片法制片，生物体组织间的各种构造，仍能保持着正常的相互关系，对于某一部分的细胞和组织能观察得很清楚，不过因为切得很薄，有时一个细胞会被分到两个切片上；非切片法则能保持每个细胞的完整，但彼此间的联系（整体封藏除外）就不一定看得很清楚了。

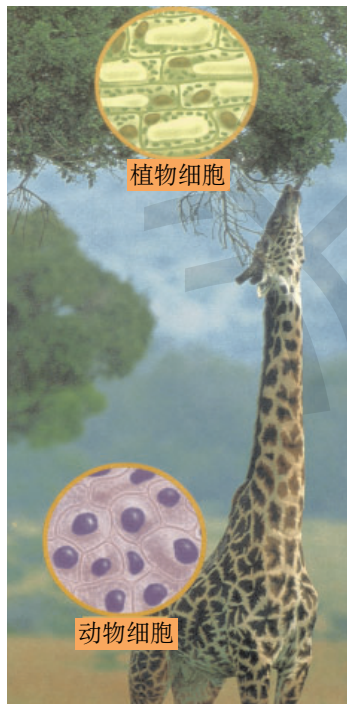


图1-1-6

细胞学说认为，所有生物包括这头长颈鹿和它所吃的树叶，都是由细胞构成的

直到19世纪30年代，显微镜制作技术有了明显的改进，分辨率提高到 $1\mu\text{m}$ 以内。同时由于切片机制作成功，细胞的内部结构渐渐被了解。在细胞理论逐渐丰富的情况下，1838年，德国植物学家施莱登(M. Schleidon, 1804–1881, 图1-1-4)在总结前人和自己工作的基础上提出，所有的植物体都是由细胞构成的。一年以后，德国动物学家施旺(T. Schwann, 1810–1882, 图1-1-5)提出动物体也是由细胞构成的，并正式提出了细胞学说(cell theory)，肯定了一切动物和植物都是由细胞组成的。施莱登和施旺共同创立了细胞学说(图1-1-6)。细胞学说的主要内容有三点：所有的动物和植物都是由细胞构成的；细胞是生物体结构和功能的基本单位；细胞只能由细胞分裂而来。

尽管生物界是丰富多彩、千变万化的，但是细胞学说使它们在细胞这个结构基础上统一起来。这一学说连同能量守恒和转



图1-1-4
施莱登



图1-1-5
施旺

化定律、自然选择学说一起被称为19世纪自然科学的三大发现。

2 细胞和有机体

整个自然界的生物可以分成五界（表1-1-1）。原核生物界（Kingdom Monera）、原生生物界(Kingdom Protista)的绝大多数生物和真菌界(Kingdom Fungi)的一部分生物以单细胞的形式存在，而植物界(Kingdom Plantae)、动物界(Kingdom Animalia)的所有生物及大型真菌则是由多细胞构成的，如成年人体内大约有 10^{14} 个细胞，这些细胞组成了不同的组织和器官，共同构成了人体。另外，病毒（virus）属于特殊的一类生物，没有细胞结构，有人建议再单独建立一个病毒界。

表1-1-1 生物的分界及代表种类

五界分类系统	类别	代表生物
原核生物界		细菌，蓝藻等
原生生物界		原生动物，单细胞藻类和黏菌
真菌界		酵母菌，霉菌和蘑菇等
植物界		藓类，蕨类，各种树木花卉
动物界		腔肠动物，环节动物，昆虫类，鸟类，哺乳类

病毒不具备细胞结构

病毒在结构上比原核生物和真核生物都要简单，它们仅由核酸和蛋白质外壳构成。病毒专营细胞内寄生生活，它们缺少进行自主代谢的完整机制，单独存在时不能繁殖，也没有生命活动。

作为一类非细胞形态的微生物，病毒主要有以下基本特征：

(1)个体微小，可通过除菌滤器，大多数病毒必须用电镜才能观察到。

(2)仅具有一种类型的核酸，DNA或RNA。

(3)具有受体连结蛋白，与敏感细胞表面的病毒受体连结，进而感染细胞。

(4)在活细胞内复制增殖。

细胞是有机体（除病毒外）结构和功能的基本单位，生物的生殖、发育和遗传等生命现象都是以细胞为基础的。

巩固提高

1. 显微镜技术的发明和进步对人类认识细胞有什么意义？
2. 简述细胞学说的主要内容。
3. 从人类对细胞的发现和研究的科学进程中你得到什么启示？

第二节 细胞的形态和功能

在本章课题研究中，我们已经将蔬菜、水果和牛肉等材料做成切片，放在显微镜下观察，我们会发现这些组织都是由细胞构成的。但不同生物及同一生物体中不同部位的细胞形态大小却是千差万别的。

1 细胞的形状和大小

观察多种多样的细胞

[实验1] 在载玻片上滴一滴池塘水并加少许棉纤维，然后盖上盖玻片，先后用显微镜的低倍镜和高倍镜观察，画出你所看到的图像。

[实验2] 用显微镜观察人体的上皮组织、结缔组织、肌肉组织、神经组织切片、血涂片、蛙卵永久装片等，画出你所看到的图像。

[实验3] 用显微镜观察某种植物的分生组织、保护组织、营养组织、输导组织切片，画出你所观察到的图像。

分析讨论

1. 在一滴池塘水中观察到的生物有什么特点？
2. 比较你所观察到的各种类型生物细胞的形态和大小，能得出什么结论？

单细胞生物一般是单个细胞独立生活，它们往往有自己特有的形状。草履虫形如鞋底，衣藻呈卵形且带有长鞭毛。在多细胞有机体中，常见的细胞形状有圆形、椭圆形、方形、扁形、梭形、多角形等，也有的呈不规则形状（图1-1-7，图1-1-8）。

有机体的各种细胞的大小差别很大，鸵鸟卵细胞直径可达5 cm，而支原体只有

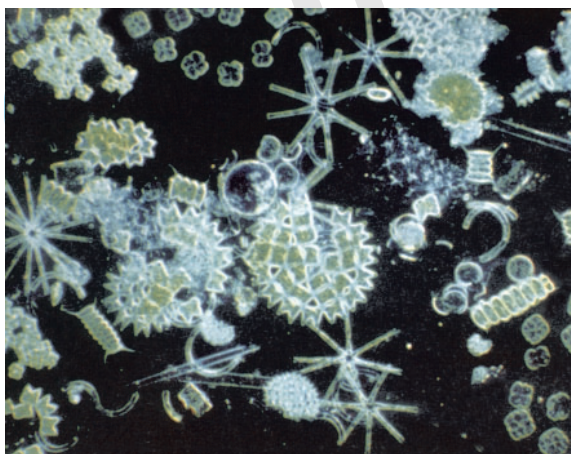


图1-1-7

一滴水中的生物

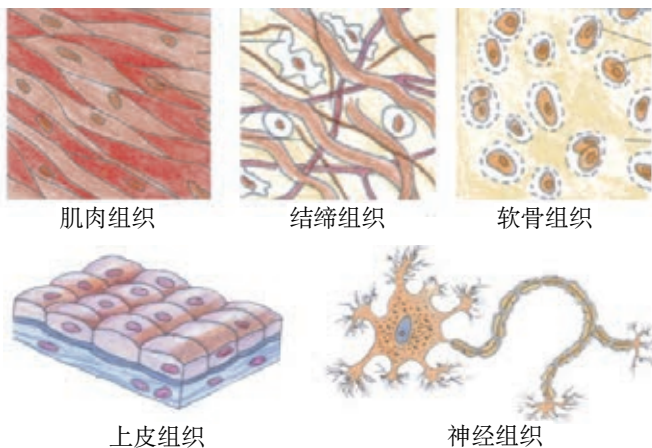


图1-1-8

人体的几种组织细胞

0.1~0.3 μm 。一般说来，动植物细胞的体积要大于微生物细胞，高等动物的卵细胞大于体细胞。大多数动植物细胞的直径在20~30 μm 之间，但卵细胞是一类特殊的细胞，它含有许多供胚胎发育利用的营养物质——卵黄，从而使细胞体积增大了许多倍。

2 细胞的形态与功能的统一

有机体中，细胞的形态往往与功能有密切的关系。如动物体内具有收缩功能的肌肉细胞呈长条形或长梭形；红细胞则为圆盘状，有利于 O_2 和 CO_2 气体的交换；人脑内有一种典型的神经细胞，细胞体本身的直径一般不超过10 μm ，但它伸出去的突起长却可达1 m以上，大大提高了冲动传递的效率。



图1-1-9
保卫细胞围成的气孔

高等植物细胞的形状也因其所承担的功能不同而有很大的差别。植物茎部起支持作用的木纤维细胞呈梭形；而叶表皮的保卫细胞则呈半月形，2个细胞围成一个气孔，以利于呼吸和蒸腾（图1-1-9）等生命活动。

可见，形态与功能的统一是有机体细胞的一个重要特征，分化程度较高的细胞尤为明显。

3 细胞的观察工具——显微镜

人类肉眼可见的物体直径都在100 μm 上，而动植物有机体的细胞直径都不足100 μm 。如果要看清细胞的结构，就必须借助显微镜。实验室中常用的观察工具为普通光学显微镜，主要由聚光器、物镜和目镜组成。普通光学显微镜通常使用可见光作为光源，由于自然光波长的限制，其分辨率最高只能达0.2 μm ，放大倍数最高为1 000倍左右，可以进行细胞的显微结构观察。如果要观察细胞更细微的结构，还需使用电子显微镜（electron microscope），电子显微镜简称电镜，可以把细胞放大几万至几百万倍（图1-1-10）。在电镜下，我们可以看到细胞的亚显微结构，这极大地推进了细胞研究的进程（图1-1-11）。



图1-1-10
扫描电子显微镜



图1-1-11
蛙胚电镜照片

扫描隧道显微镜

1982年，国际商业机器公司苏黎世实验室的宾尼格(G. Binnig, 1947—)和罗尔(H. Rohrer, 1933—)及其同事们共同研制成功了世界上第一台新型的表面分析仪器——扫描隧道显微镜。它的出现，使人类第一次能够实时观察单个原子物质表面的排列状态，被国际公认为20世纪80年代世界十大科技成就之一。为此，1986年，宾尼格和罗尔与发明电子显微镜的鲁斯卡(E. Ruska, 1906—1988)共同获得诺贝尔物理学奖。

相关链接

随着研究技术和研究手段的不断改进，人们对细胞的形态结构观察得越来越清楚，对细胞功能的研究越来越深入，逐步进入到亚显微结构和分子领域。

巩固提高

1. 举例说明细胞形态如何与功能相适应。
2. 比较单细胞生物和多细胞生物的细胞有什么不同。

电子显微镜已成为细胞研究的一个重要工具。有条件的学校可到研究所或大学去参观电子显微镜，并根据老师的讲解或通过个人查阅资料，解决下列问题：

1. 了解电子显微镜的主要构造。
2. 根据原理和用途把电子显微镜分几类？
3. 电子显微镜为何能将物体放大到上万倍？

— 课外实践 —



回顾总结

细胞通常是用肉眼观察不到的，显微镜在细胞的发现过程中起了重要作用。细胞的发现距今已有300多年的历史，它使人类认识到自然界几乎所有的生物都是由细胞构成的，细胞是有机体最基本的结构和功能单位。有机体中细胞的形态大小是不同的，细胞的形态和功能相统一。



课外阅读

列文虎克——他看到了一个奇妙的世界

1632年，列文虎克出生于荷兰的德夫尔特城。16岁时，列文虎克离开了学校，到荷兰首都阿姆斯特丹一家杂货铺当学徒，并学会了怎样磨制玻璃镜片。后来他做了市政府的看门工人，并终生从事这一职业。

列文虎克有着很强的好奇心。他磨出光洁透亮的镜片，制作了一架在当时最为精巧的

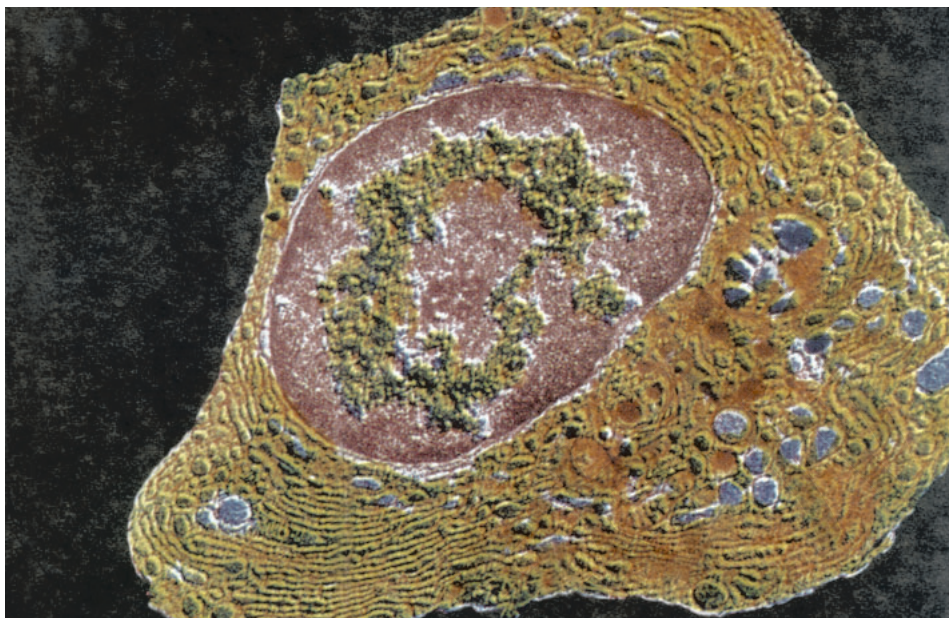
“魔镜”，并观察了许多东西。1669年，他开始给英国皇家学会写报告，宣布他看到了“大量难以相信的极小的活泼的物体”，他将这些东西称为“微动物”。这是历史上值得记载的一页。

读着列文虎克的这些来信，皇家学会的许多绅士们都不敢相信。直到英国物理和天文学家罗伯特·胡克依照列文虎克的说明，做了一台显微镜，亲自观察了他信中所说的新发现，列文虎克的成果才得到了肯定，他本人也被吸收为皇家学会会员。

列文虎克的发现轰动了全世界。人们从各地拥向荷兰的德尔夫特城，要求亲眼看看这个肉眼看不见的奇妙天地。俄国沙皇彼得大帝和英国女王对这位看门老头的“魔镜”也发生了兴趣，亲自登门拜访，请求瞧一下镜中的秘密。

列文虎克把观察的内容写成了一部划时代的著作《自然界的秘密》，分7卷出版。在他的一生中，用手工磨制的镜片达419枚，制成了247台简易显微镜和172个小型放大镜。1723年2月27日，91岁高龄的列文虎克离开了人世。他在给皇家学会的最后一封信中说：“一个人要有所成就，必须呕心沥血，孜孜不倦。”

第二章 细胞的构成



课题研究

细胞既有原核细胞又有真核细胞，其中真核细胞构成了绝大多数的生物。真核细胞是一类结构复杂、功能多样的细胞，其基本结构和组成是一致的。但不同细胞细胞质中的各种细胞器因执行不同的功能，而表现出差异。为了了解和掌握真核细胞的结构和功能，请利用身边的材料尝试建立真核细胞模型。

▲研究计划

1. 确定要建立模型的细胞类型。
2. 查阅资料，分析该细胞的形态结构。
3. 确定细胞壁的有无以及细胞的形状。
4. 确定细胞核的大小以及与细胞质的比例。
5. 确定细胞器的种类、数量、分布和相对大小。

▲总结交流

根据自己（或小组）在建立真核细胞模型过程中查阅的资料以及自己的体会，讨论对细胞的结构和功能以及各个细胞器的结构和功能的认识，并对全班同学建立的模型进行比较分析，最后归纳和总结真核细胞的结构和功能。

第一节 细胞的化学组成

秋风乍起，树上红了黄了的叶子落到地上，它们逐渐分解融入了泥土。生物细胞的物质可以转化成非生命的泥土，泥土和空气中的一些元素和化合物被吸收后又能转化成细胞的组成成分。

1 构成细胞的化学元素

科学家对各种细胞的化学元素进行分析，发现构成细胞的化学元素主要有20多种。



构成生物体的化学元素

[资料1] 人体和玉米细胞(干重)中元素的含量比较(图1-2-1)。

[资料2] 组成生物体的化学元素在元素周期表中的分布规律(图1-2-2)。

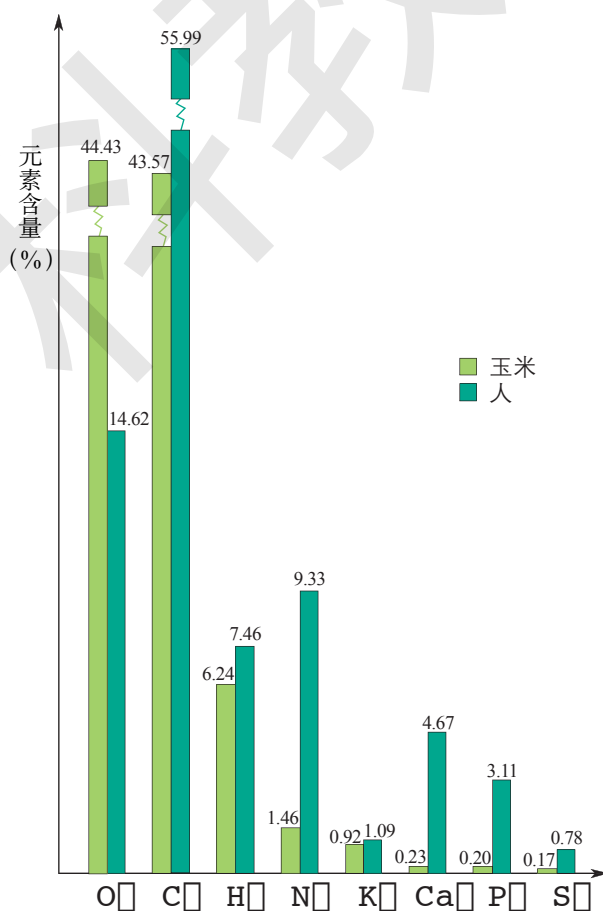


图1-2-1

人体和玉米细胞中元素的含量

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra																

图1-2-2

组成生物体的元素在周期表中的分布

分析讨论

1. 比较玉米和人体细胞的组成元素，含量较多的元素有哪些？
2. 组成细胞的大量元素的原子序数均在20以内，这对构建生命物质有何意义？
3. 分析组成细胞的元素与构成自然界的元素有何区别。这说明了什么现象？

有些元素在生物细胞中的平均含量在万分之一以上，称为大量元素（macroelement），如C、H、O、N、P、S、K、Ca、Mg等；有些元素在细胞中的含量不足万分之一，称为微量元素（microelement），如Mn、Zn、Cu、B、Mo、Ni等。尽管这些元素在细胞中的含量不同，但是它们在生命活动中都起着重要作用。构成细胞的这些元素都是无机自然界中常见的元素，说明了生物界和非生物界具有统一性。

2 构成细胞的化合物

细胞中的化学元素除少数以游离状态存在外，绝大多数是以化合物的形式存在的。

检测生物组织中的还原性糖、脂肪和蛋白质

目的要求

尝试用化学试剂检测生物组织中的还原性糖、脂肪和蛋白质。

实验原理

葡萄糖等还原性糖可与班氏试剂发生特定的颜色反应；植物油等脂肪可与苏丹Ⅲ染液发生特定的颜色反应；蛋白质能与双缩脲试剂发生特定的颜色反应。



材料器具

质量浓度为0.01 g/mL的葡萄糖溶液、食用植物油、蛋白质悬液、黄豆汁、马铃薯匀浆、苹果匀浆、鲜肝提取液、花生种子、蛋清；班氏试剂、苏丹Ⅲ染液、双缩脲试剂 (A液:0.1g/mL NaOH; B液:0.01g /mL CuSO₄)、体积分数为50%的酒精溶液、蒸馏水；试管、双面刀片、显微镜、吸管、酒精灯、烧杯、三角架、滴管、石棉网、载玻片、盖玻片、吸水纸、量筒、试管架、试管夹、纱布、火柴、毛笔等。

活动程序

1. 葡萄糖的鉴定：分别向甲、乙试管中加入葡萄糖和水各2 mL，班氏试剂4~5滴，沸水加热1~2 min (图1-2-3)，观察试管中溶液颜色的变化。

2. 脂肪的鉴定：分别向两试管加入食用油和清水2 mL，然后各滴加苏丹Ⅲ染液4~5滴，染色2~3 min (图1-2-4)，观察颜色变化。

3. 蛋白质的鉴定：分别向两试管加入蛋白质悬液和清水2 mL，然后再分别加双缩脲试剂A 2 mL，摇匀，最后再加入双缩脲试剂B 3~4滴，摇匀 (图1-2-5)，观察颜色变化。



图1-2-3
葡萄糖的鉴定

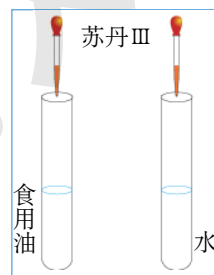


图1-2-4
脂肪的鉴定

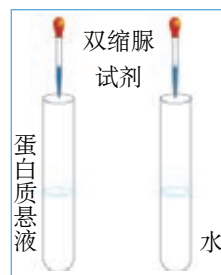


图1-2-5
蛋白质的鉴定

4. 观察并记录各种试剂与相关物质反应产生的实验现象。

5. 每小组选择一种生物组织进行鉴定，并根据反应结果推测是否含有还原性糖、脂肪、蛋白质。

化合物	化学试剂	实验现象
葡萄糖溶液	班氏试剂	
食用油	苏丹Ⅲ染液	
蛋白质悬液	双缩脲试剂	

分析讨论

1. 你所选用的材料是什么？选用的试剂和实验方法是什么？
2. 哪些实验结果与你的预测不同？
3. 根据你的检测，哪种材料含蛋白质最丰富？

细胞中的化合物有机地结合在一起，构成了细胞内生命活动的物质基础（图1-2-6）。组成细胞的化合物除了水和无机盐外，糖类、脂质、蛋白质与核酸都是由C、H、O原子通过共价键连接成的碳架作为分子的基本骨架，它们被称为有机物。这些碳架(carbon skeleton)有线形、分支、环状等多种形式，加上连接在碳架上的官能团的不同，便组成了形形色色的有机物。自然界的无机物都不具有碳架，只有生物体内的有机物才具有碳架结构。

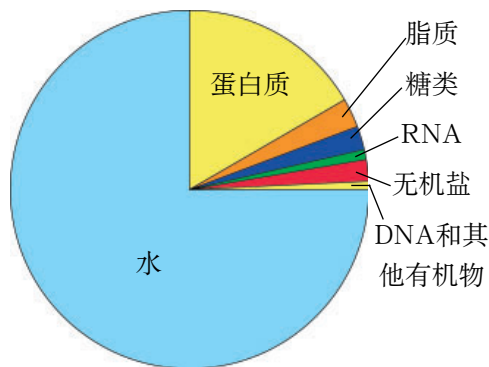


图1-2-6

细胞中的化合物及其含量

官能团

官能团是生物分子中化学性质比较活泼，容易发生化学反应的原子和基团。含有相同官能团的分子，具有相似的性质。有机小分子按照官能团进行分类命名，官能团限定了有机分子的主要性质。例如醇的官能团是羟基($-\text{OH}$)，醛的官能团是醛基($-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$)，酮的官能团是羰基($-\text{C}(=\text{O})-$)，有机酸的官能团是羧基($-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$)等。

相关链接

各种生物的细胞都是由无机环境中的普通化学元素组成，没有一种是生物所特有的。这些元素组成的有机化合物都有碳架结构，这是生物界特殊性的表现。这些大分子分开后，是没有生命的，但当它们有机地组合在一起，发生相互作用时就会表现出生命现象。

巩固提高

- 说明细胞中碳、氧元素含量高的原因。
- 回答下列问题：
 - (1)在构成生物体的几十种元素中，含量较多和最基本的元素各是什么？
 - (2)构成生物体的元素与自然界的元素在含量上有何关系？这种含量上的区别说明了什么？
 - (3)当人体缺乏锌、硒等微量元素时，免疫力会下降。这一事实说明了生物体内化学元素有何作用？
- 根据“生物组织中还原性糖、脂肪、蛋白质的鉴定”实验回答问题：
 - (1)鉴定生物组织中某种有机物的存在时，你是如何断定有机物种类的？
 - (2)叙述鉴定成熟果肉内存在还原性糖的过程与结果。
 - (3)请写出鉴定花生种子中存在脂肪的方法和结果。
 - (4)鉴定黄豆组织中存在蛋白质时，先向试管内注入2 mL黄豆组织样液；然后向试管滴加2 mL双缩脲试剂A，摇匀；再向试管内加入3~4滴双缩脲试剂B，摇匀。为什么只能加入3~4滴双缩脲试剂B而不能过量？

第二节 细胞的基本结构

走进一个现代化工厂，你会发现里面有许多车间，如毛坯车间、加工车间、包装车间……还有为这些车间提供材料运输、能源供应和指挥调度的机构，这些部门按一定的工艺流程协调配合，共同完成生产任务。细胞虽然微小，但构成细胞的各种结构就像工厂的各个车间一样既分工明确，又协调配合，共同完成细胞的生命活动。

1 细胞的结构组成

19世纪对于细胞的描述仅局限于其外有细胞膜 (cell membrane) 包被，内部有细胞核 (nucleus)，细胞核周围是细胞质 (cytoplasm)，除此之外人们知之甚少。随着细胞染色和显微技术的发展，科学家们发现了细胞中更多的微细结构。



探究活动

观察细胞的基本结构

目的要求

了解细胞的基本结构。

实验原理

1. 黑藻或藓类的叶片较薄而且透明，可以直接在显微镜下观察叶绿体 (chloroplast)。
2. 细胞中的线粒体 (mitochondrion) 可以被詹纳斯绿B染液染成蓝绿色。

材料器具

新鲜的黑藻 (或藓类)、新鲜的鸡肝；质量浓度为2mg/dL詹纳斯绿B染液、林格氏液；显微镜、载玻片、盖玻片、培养皿、滴管等。

活动程序

[实验1] 取黑藻 (或藓类) 一片幼嫩的小叶放在载玻片上的水滴中，盖上盖玻片。先用低倍镜找到叶片细胞，观察细胞的细胞壁 (cell wall)、细胞质和液泡 (vacuole) 等，然后换用高倍镜观察叶绿体的形态和分布 (图1-2-7)。

[实验2] 观察鸡肝细胞中的线粒体：

(1) 取新鲜鸡肝一小块，放在小培养皿中，用林格氏液洗净。

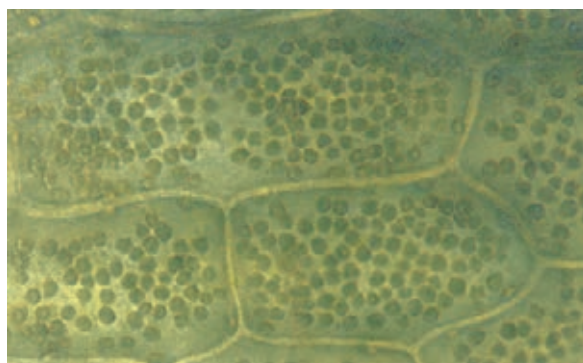


图1-2-7

显微镜下的黑藻叶片

(2)在小培养皿中滴加几滴詹纳斯绿B染液,再将肝组织移入染液,染色20 min (注意:肝组织一半浸入染液,一半暴露于染液外)。

(3)吸去染液,再用林格氏液浸没肝组织,用眼科剪将肝组织着色部分剪碎,使单个细胞游离出来。

(4)用滴管吸取分离出的细胞悬液,滴一滴在载玻片上,盖上盖玻片。先用低倍镜观察细胞的各部分结构,再换用高倍镜观察线粒体的形态和分布。

分析讨论

- 1.动物细胞和植物细胞的主要区别是什么?
- 2.描述叶绿体和线粒体的形态和分布。
- 3.概述细胞的基本结构。

活的动物细胞及除去细胞壁的植物细胞统称原生质体,构成原生质体的活细胞内的全部生命物质称为原生质(protoplasm),它又分化为细胞膜、细胞质和细胞核。原生质体的中央是细胞核,细胞膜以内,细胞核以外的原生质称为细胞质。植物细胞在原生质体的外面还有细胞壁。细胞质不是均匀的,它包含了许多结构,其中在光镜和电镜下能显示出的,具有一定形态特点并执行特定功能的结构称为细胞器(organelle)。这些细胞器悬浮在透明的胶状的细胞质基质中(图1-2-8)。

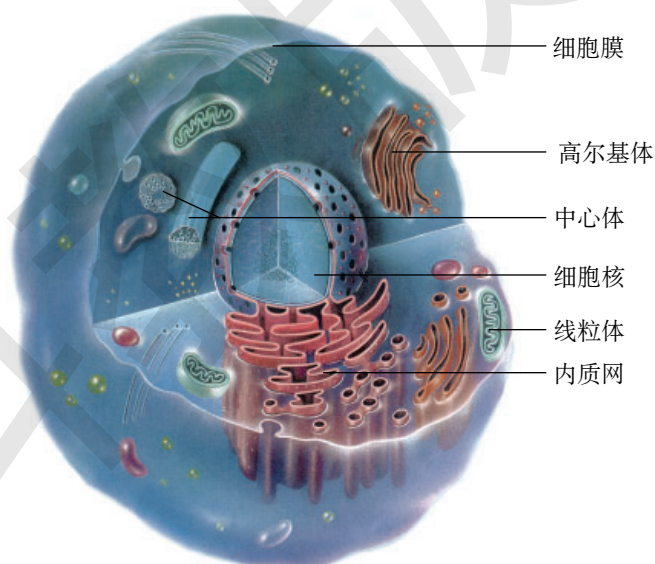


图1-2-8
动物细胞的亚显微结构

2 细胞器的结构和功能

生物体细胞的不同功能是由特定的细胞器来完成的。细胞中主要的细胞器包括了线粒体、叶绿体、内质网(endoplasmic reticulum)、核糖体(ribosome)、高尔基体(Golgi body)、溶酶体(lysosome)、中心体(centrosome)、液泡等(图1-2-9)。

细胞的各种结构有的具有双层膜结构,有的具有单层膜结构,有的不具有膜结构。细胞的各种膜结构如细胞膜、核膜及膜性细胞器组成了在结构和功能上有一定联系的整体,即细胞膜系统。细胞膜系统增加了细胞内酶的附着面积,有利于细胞内代谢的顺利进行,同时,可使细胞内生化反应区域化、秩序化。所以,细胞的各种结构既相互联系又相对独立,分工合作,共同维持着细胞的正常生命活动。

▲线粒体由双层膜围成，是细胞进行有氧呼吸的主要场所，细胞生命活动所需能量的95%来自线粒体，是细胞的“动力车间”。线粒体普遍存在于动物细胞和植物细胞中。

▲高尔基体由成摞的单层膜围成的扁平囊和小泡组成。植物细胞的高尔基体与细胞壁的形成有关，动植物细胞的高尔基体与细胞分泌物的形成有关。

▲溶酶体是动植物细胞都具有的单层膜围成的细胞器，内含多种酸性水解酶，执行细胞内消化作用，是细胞内的“酶仓库”。

▲中心体存在于动物细胞和低等植物细胞中，每个中心体由两个互相垂直排列的中心粒组成，与细胞分裂过程中纺锤体的形成有关。

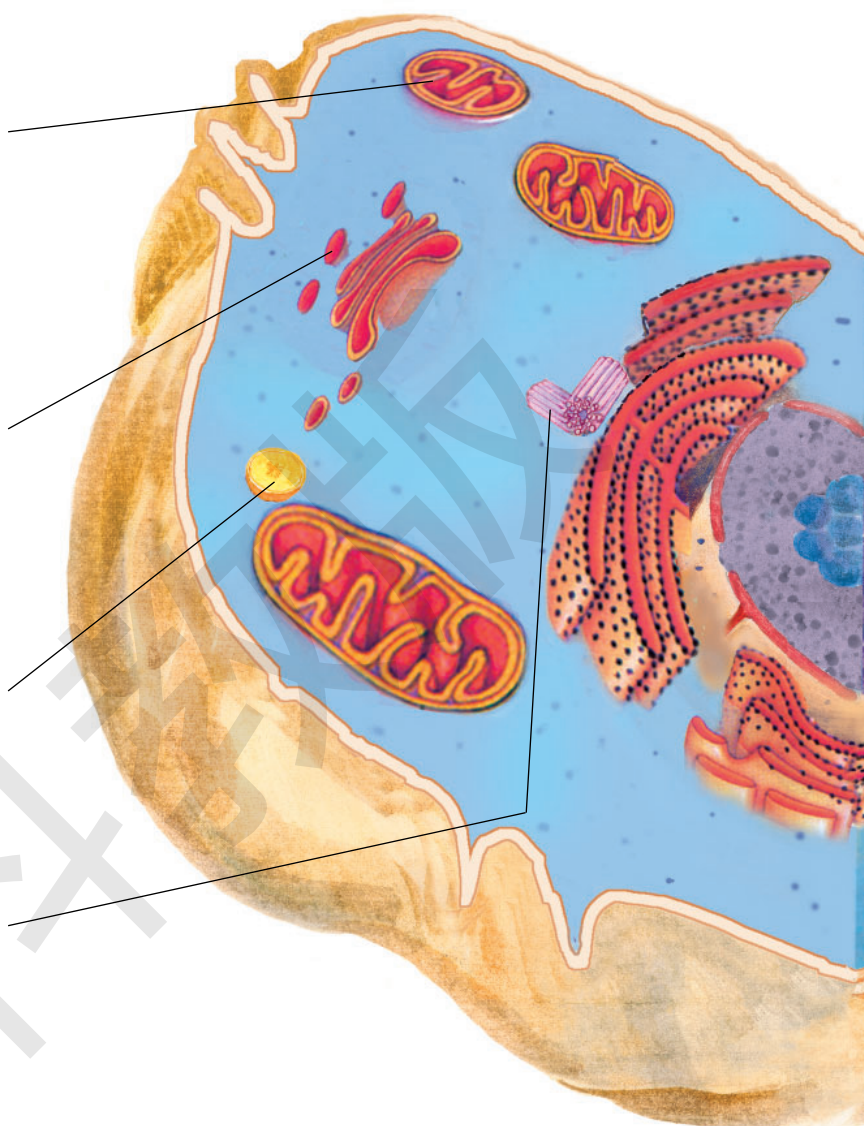
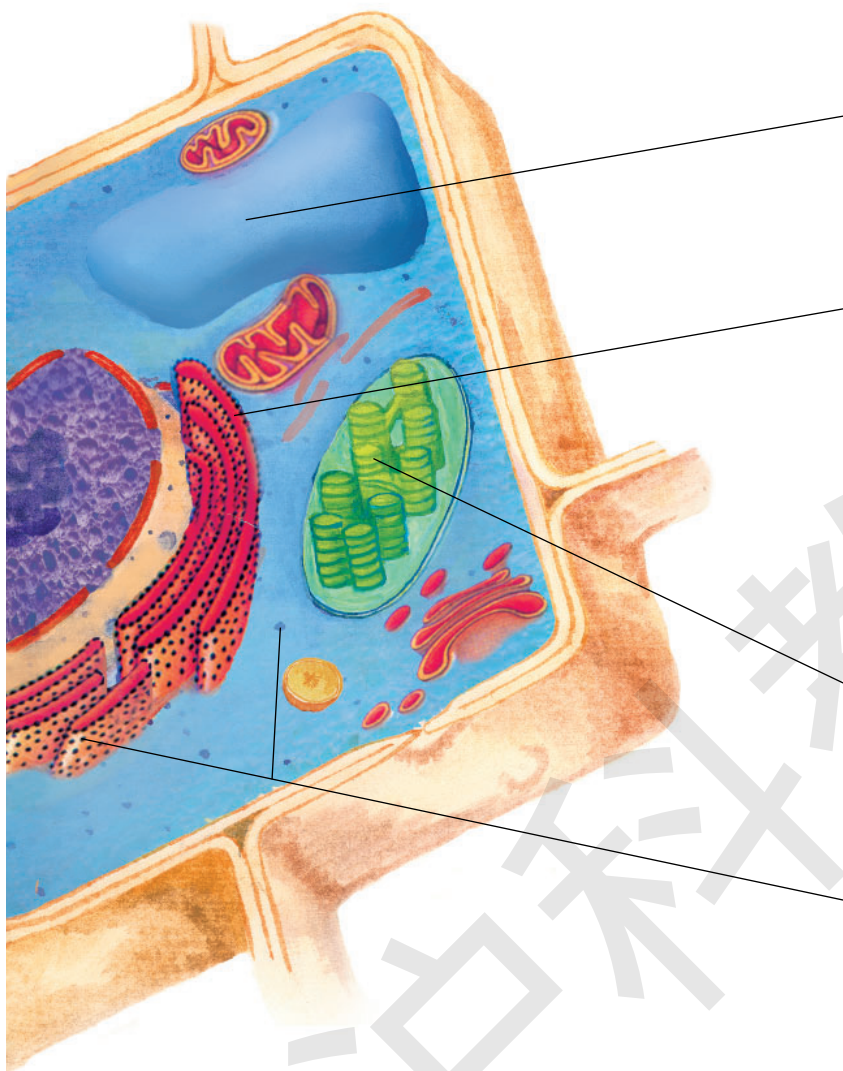


图1-2-9
细胞器的结构和功能

巩固提高

1. 蝌蚪在发育成青蛙的过程中，身体后面的尾部逐渐“消失”，这与哪种细胞器的功能有直接关系？
2. 图1-2-10是动植物细胞亚显微结构模式图，根据图回答问题：
 - (1) 指出动植物细胞亚显微结构名称以及区别它们的依据。



▲液泡是由单层膜围成的囊泡，囊泡内有细胞液。细胞液中溶解着一些有机小分子和无机的物质，使其具有一定的浓度。它与细胞的吸水有关。

▲内质网是由单层膜围成的网状管道系统，在细胞质中的分布十分广泛，增大了细胞内的膜面积，为各种化学反应的进行提供了有利条件。内质网与蛋白质、脂质和糖类的合成有关，也是蛋白质等物质的运输通道。

▲叶绿体是植物细胞中光合作用的场所，由双层膜围成，能将光能转化成化学能，是细胞内的“能量转化车间”。

▲核糖体是椭圆形的粒状小体，有些附着在内质网及核膜的外表面，有些游离在细胞质中，是合成蛋白质的场所。

(2)指出与动植物细胞能量转换直接相关的细胞器。

(3)细胞中具有双层膜结构的细胞器、具有单层膜结构的细胞器和非膜性的细胞器分别是哪些？

3. 细胞中的相关细胞器可组成“生产流水线”共同完成某项生命活动，试举例说明它们的分工和合作关系。

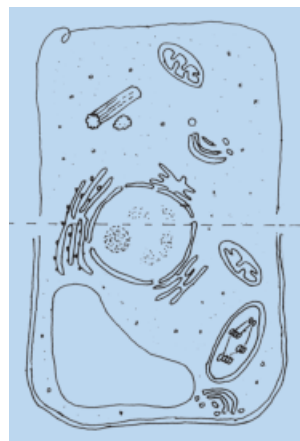


图1-2-10

动植物细胞亚显微结构模式图

第三节 真核细胞与原核细胞

手工作坊与现代化大工厂相比,厂房和设备都比较简陋。结构多样的细胞,就如同规模不等的“分子工厂”,有的精细复杂,有的相对简单。但是,某些产品既可以在现代化大工厂中制造出来,也可以在手工作坊里生产出来。科学家根据细胞的基本结构和复杂程度将细胞分为两大类,一类是原核细胞(prokaryotic cell),另一类是真核细胞(eukaryotic cell)。

1 认识原核细胞和真核细胞

按照林奈(K. V. Linne, 1707—1778)的生物分类方法,把一切生物划分为动物和植物。植物细胞的主要特征是具有细胞壁和叶绿体。细菌和真菌因具有细胞壁,曾被列入植物界,但它们却不具有叶绿体;而眼虫却只含有叶绿体,不具有细胞壁。更有甚者,支原体既无叶绿体也无细胞壁。再按照传统分类法对这些生物进行分类便遇到了困难。



探究活动

观察大肠杆菌和酵母菌

目的要求

通过观察大肠杆菌了解原核细胞的结构特征;通过对酵母菌的观察认识真核细胞的结构特点。

实验原理

大肠杆菌和酵母菌是自然界中常见的两类单细胞生物,分别属于原核生物和真核生物。草酸铵结晶紫染液是碱性染料,能将核酸染色。

材料器具

大肠杆菌、酵母菌菌种;草酸铵结晶紫染液、碘液、无菌水;显微镜、载玻片、酒精灯、盖玻片、吸水纸、接种环。

活动程序

[实验1] 大肠杆菌涂片制作及观察(图1-2-11)

(1)涂片:取洁净的载玻片一张,在中央滴一小滴无菌水,用在酒精灯上灼烧过的接种环从菌面上挑取少量菌体与水混合。再用接种环将菌体涂成均匀薄层(直径约1 cm)。

(2)干燥:涂布后,待其自然干燥。

(3)固定:将已干燥的涂片标本向上,在微火上通过3~4次,进行固定。

(4)染色:在涂菌处滴加草酸铵结晶紫1~2滴,染色1 min。

(5)冲洗:斜置载玻片,弃去染液。用水轻轻冲去染液,至流

水变清。

(6)吸干：用吸水纸轻轻吸去载玻片上的水分，干燥。

(7)镜检：将染色的标本，置于显微镜下，先用低倍镜找到目的物，再用高倍镜进行观察。

[实验2] 酵母菌临时装片的制作及观察（图1-2-11）

(1)制片：在载玻片中央滴一滴酵母菌培养液，盖上盖玻片。

(2)染色：在盖玻片一侧滴一滴碘液，在另一侧用吸水纸吸引。

(3)观察：将染色的标本，置于显微镜下，先用低倍镜找到目的物，再用高倍镜进行观察。

(4)绘图：画出观察到的大肠杆菌、酵母菌图像。

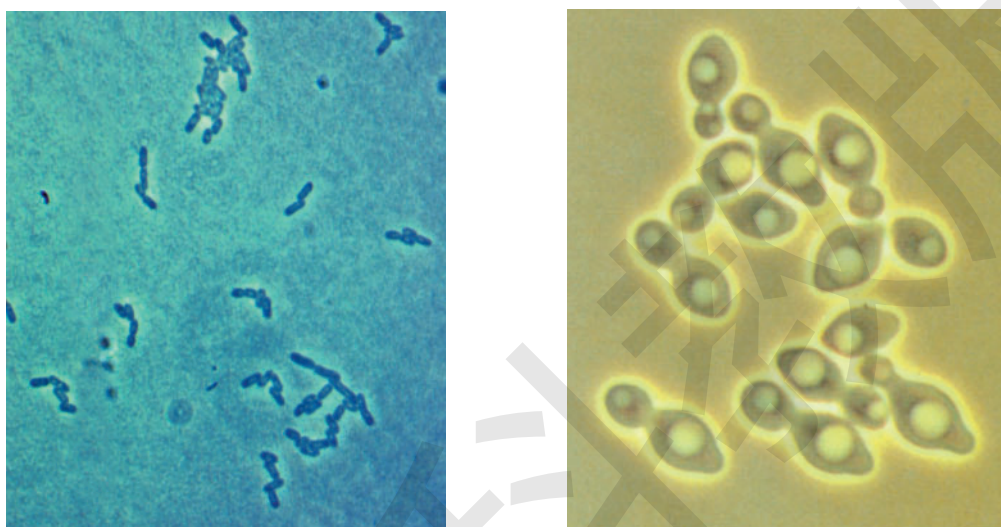


图1-2-11

光学显微镜下的大肠杆菌（左）和酵母菌（右）

分析讨论

大肠杆菌和酵母菌在形态结构上有什么不同？

20世纪60年代，人们发现某些细胞中不含由膜包被的细胞核，结构也相对简单，而将这类细胞称为原核细胞。由原核细胞组成的生物称为原核生物，包括细菌、蓝藻以及支原体等一些生物（图1-2-12）。大部分生物细胞含有由膜包被的细胞核，结构也比原核细胞复杂得多，这类细胞被称为真核细胞，由真核细胞组成的生物是真核生物。真核生物是一个大家族，它包括了自然界中各种类型的植物、真菌、动物以及人类等。

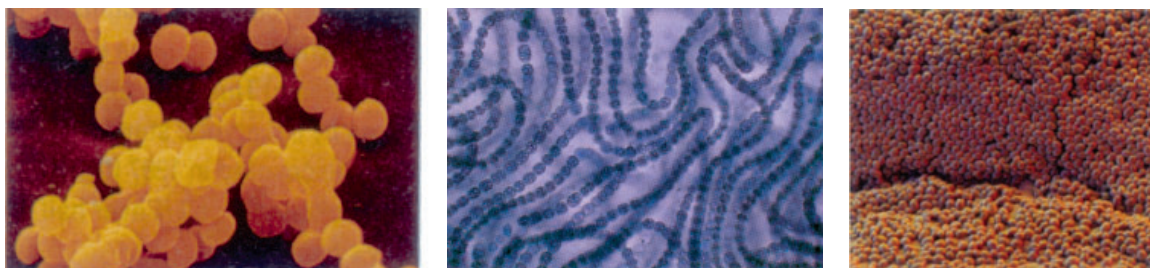


图1-2-12

细菌（左）蓝藻（中）支原体（右）

2 原核细胞和真核细胞的主要特征

原核细胞的进化地位比较原始，大约30多亿年前就在地球上出现了。它们体积一般较小，直径在 $0.2 \sim 10 \mu\text{m}$ 。原核细胞最主要的特征是没有由膜包围的细胞核，即没有核膜将它的遗传物质与细胞质分隔开。原核生物的遗传信息量小，遗传物质相对集中的区域称为拟核（nucleoid）。除此以外，原核细胞内没有分化出以膜为基础的具有特定结构和功能的细胞器。

相关链接

原核生物与人类的关系

原核生物的形体微小，结构简单，繁殖迅速，分布广泛。原核生物与人类和动、植物的生存有着极其重要的关系。像大肠杆菌、根瘤菌和乳酸菌等绝大多数对人类是有益的，有的甚至是必要的。同时，原核生物中也有一些病原微生物，如霍乱杆菌、炭疽杆菌、支原体、衣原体、立克次氏体等，对人类是有害的。

真核细胞在15亿年前才出现在地球上，被认为是由原核细胞进化而来的。真核细胞结构复杂，具有典型的细胞结构和完整的细胞核，遗传物质由核膜包被，还具有明显的核仁等结构。细胞质又以膜系统为基础分隔为结构更精细，功能更专一的细胞器。这些膜性细胞器将真核细胞的细胞质分隔成特定的区域，更有利于细胞新陈代谢的顺利进行。

细胞内的遗传物质有无核膜包被是真核细胞和原核细胞最重要的区别（图1-2-13）。

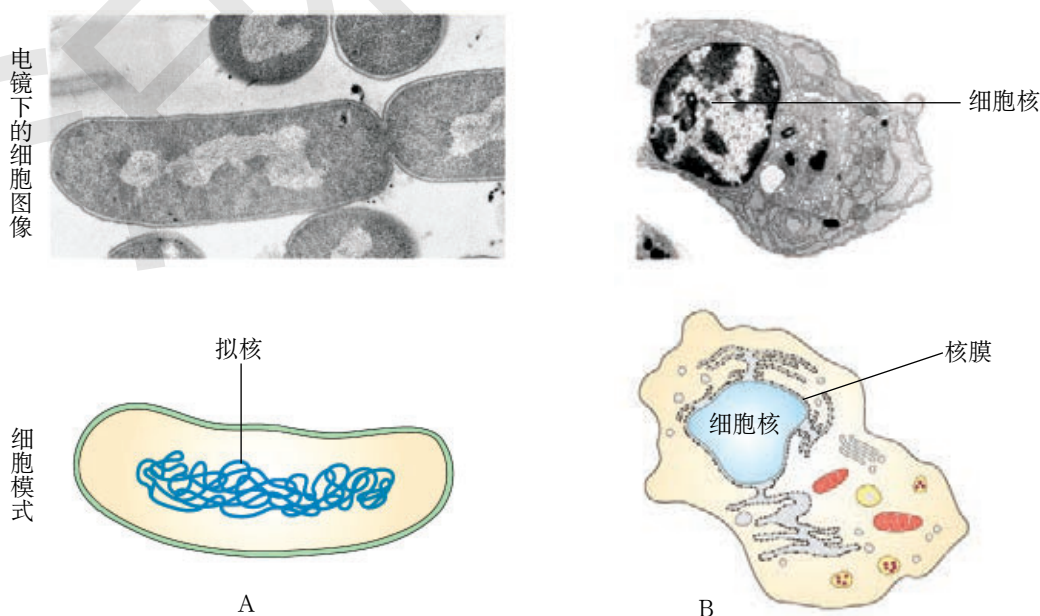


图1-2-13
原核细胞A与真核细胞B

真核细胞的出现是生物进化史上的一个里程碑,极大地推动了生物界由低级向高级的发展。真核生物出现后,迅速向不同的方向进化,动物和植物是其进化中形成的两大生物类群。



原核细胞与真核细胞的主要区别:

细胞类型	大 小	细胞核	细胞质
原核细胞			
真核细胞			

巩固提高

1. 真核生物是否比原核生物更能适应环境?
2. 根据所学知识绘制一个真核细胞模式图。



回顾总结

细胞是由许多化学物质组成的,这些化学物质包括有机物和无机物。有机物主要包括糖类、脂质、蛋白质和核酸,无机物包括水和无机盐。细胞是一个由细胞膜、细胞质、细胞核构成的结构实体,各种结构具有不同的形态,并且执行着特定的功能,共同维持着细胞的生命活动。根据细胞核的结构特征,通常将细胞分为两类:原核细胞和真核细胞,二者最主要的区别是原核细胞没有由膜包围的细胞核。

细胞骨架



课外阅读

20世纪60年代后期,人们才发现细胞骨架。主要因为早期电镜制样采用低温($0\sim 4^{\circ}\text{C}$)固定,而细胞骨架会在低温下解聚。直到采用戊二醛常温固定,人们才逐渐认识到细胞骨架的客观存在。细胞骨架是指真核细胞中的蛋白纤维网络结构。

细胞骨架不仅在维持细胞形态、承受外力、保持细胞内部结构的有序性方面起重要作用,而且还参与许多重要的生命活动,如:在细胞分裂中细胞骨架牵引染色体分离;在细胞物质运输中,各类小泡和细胞器可沿着细胞骨架定向转运。在肌肉细胞中,细胞骨架和它的结合蛋白组成动力系统;白细胞的迁移、精子的游动、神经细胞轴突和树突的伸展等方面都与细胞骨架有关。另外,在植物细胞中细胞骨架引导细胞壁的合成。

细胞骨架由微丝、微管和中间纤维(图1-2-14)构成。微丝确定细胞表面特征,使细胞能够运动和收缩。微管确定膜性细胞器的位置和作为膜泡运输的轨道。中间纤维使细胞具有张力和抗剪切力。

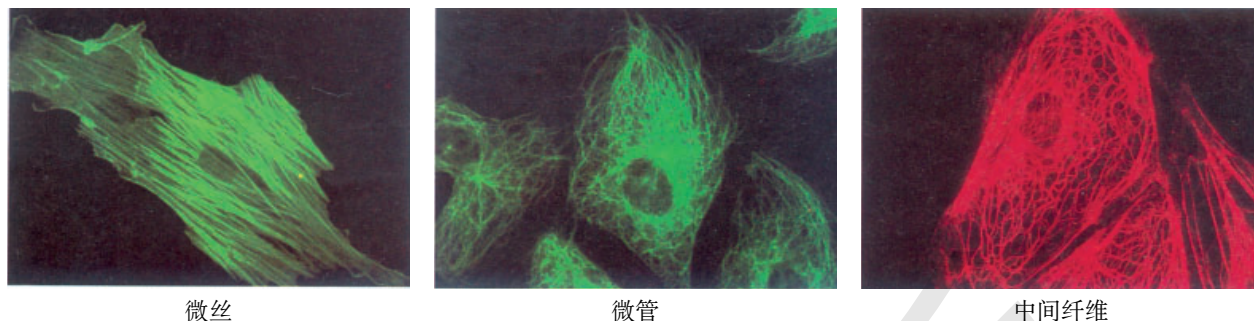
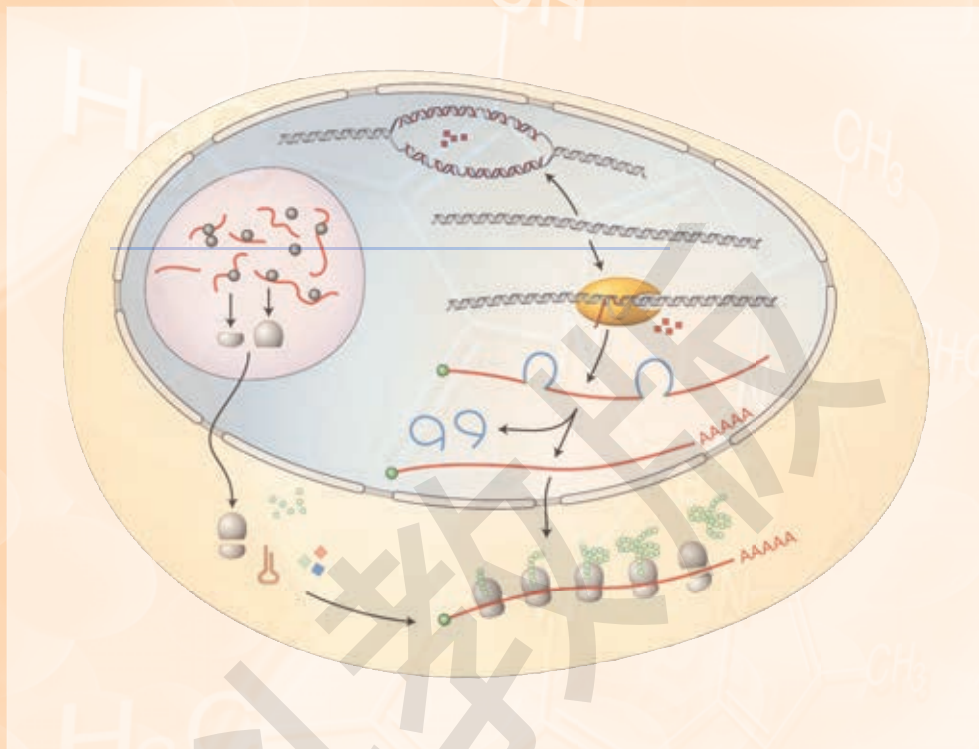


图1-2-14
细胞骨架

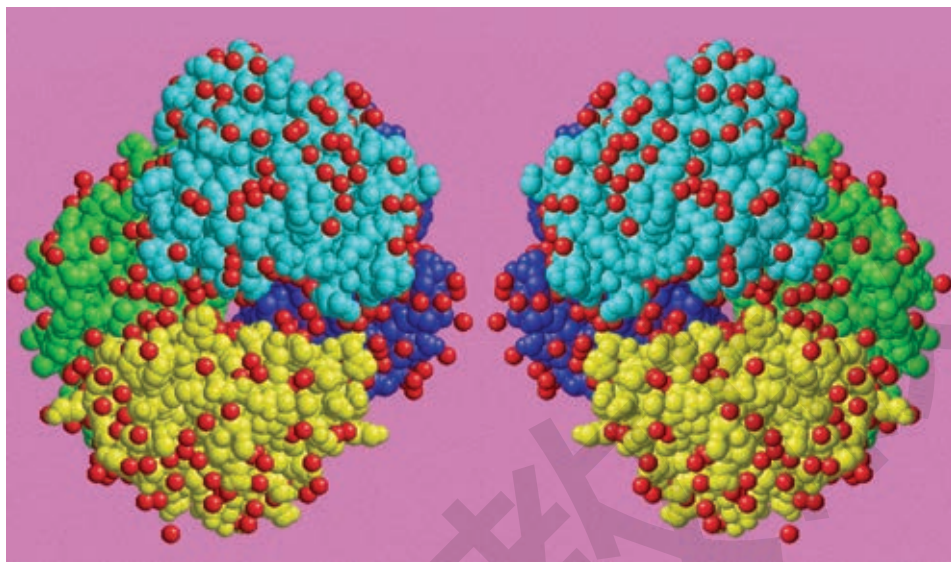
微丝、微管和中间纤维位于细胞质中,又称细胞质骨架。广义的细胞骨架还包括由核骨架、核纤层和细胞外基质形成的贯穿于细胞核、细胞质和细胞外的一体化网络结构。

第二单元 细胞的自我保障



细胞自身就像一个复杂的社会，各种功能的实现与其完美的结构密切相关。蛋白质与核酸是细胞内最为重要的两类物质，它们的存在方式与代谢过程，对于保障细胞结构与功能的完整性起着关键作用。

第一章 细胞中的蛋白质



课题研究

记录自己一周的食谱，统计每日蛋白质的摄入量，并向营养专家咨询或从互联网上查阅有关资料，了解自己的饮食结构，评估每日蛋白质的摄入量是否合理，并根据自身生长发育和健康状况来分析饮食结构与生长发育和健康的联系。

▲研究计划

1. 上网查询蛋白质营养与健康的关系。
2. 查询食物的营养成分表，确定食物的营养成分。
3. 查询健康人一天必需的蛋白质摄入量。

▲总结交流

1. 根据研究的结论向全班报告自己的研究成果，并进行交流，制定科学的食谱，改进自己的饮食结构。
2. 讨论偏食对健康的不利影响。

第一节 蛋白质的结构与功能

营养学家建议：成年人每天至少需要摄取相当于一个鸡蛋或一杯牛奶的蛋白质，因为成年人每天需要补充一定量的蛋白质来保障正常的生命活动。青少年处于身体发育的旺盛时期，每天补充的蛋白质量要更多一些。蛋白质占细胞干重的50%以上，是细胞的重要组成部分，参与细胞内各种各样的生命活动。蛋白质功能的多样性与其结构的多样性密切相关。

1 蛋白质的基本单位

某科研单位，培育出了作为饲料的玉米（品种1），其叶片蛋白质的含量比普通玉米叶片的蛋白质含量高出许多。表2-1-1是对其蛋白质水解产物进行分析的结果。

表2-1-1 玉米叶片蛋白质中氨基酸的种类与含量（mg/g 干重）

氨基酸名称	品种1	品种2	品种3	品种4
天冬氨酸	17.05	13.67	14.94	13.64
苏氨酸	8.46	6.59	7.73	6.68
丝氨酸	8.88	7.54	7.99	7.11
谷氨酸	20.16	15.83	17.52	16.24
甘氨酸	9.72	9.30	8.27	7.53
丙氨酸	15.70	13.87	14.16	12.88
半胱氨酸	0.80		0.97	1.43
缬氨酸	10.34	9.93	9.73	8.78
甲硫氨酸	3.62	4.27	4.43	2.94
异亮氨酸	7.79	6.91	7.67	6.75
亮氨酸	18.90	15.54	17.62	15.62
酪氨酸	6.97	6.68	6.92	5.64
苯丙氨酸	9.09	8.75	8.64	8.39
赖氨酸	10.82	9.08	9.52	9.69
组氨酸	4.98	4.83	4.16	3.88
精氨酸	9.65	6.87	7.33	7.22
脯氨酸	13.94	10.08	12.43	12.39

从上表的结果可以看出玉米叶片蛋白质的水解产物是氨基酸（amino acid）。研究表明组成动植物蛋白质的氨基酸约20种，不同蛋白质所包含的氨基酸的种类和数量不一样。氨基酸是蛋白质的基本组成单位。



氨基酸的共同点

图2-1-1是4种常见的氨基酸的分子结构模型和结构简式：

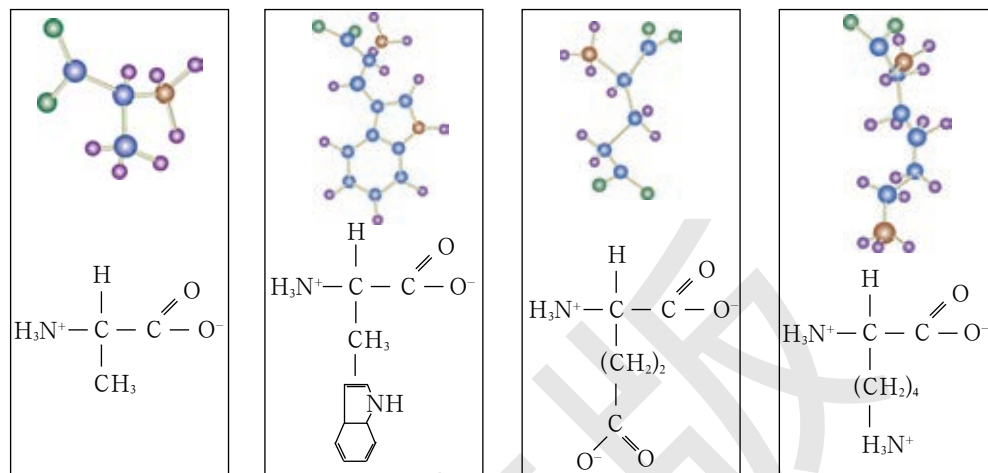


图2-1-1

4种氨基酸的分子结构

分析讨论

1. 比较4种氨基酸是否都有羧基 ($-\text{COOH}$) 和氨基 ($-\text{NH}_2$)。它决定了氨基酸具有哪些化学性质？说说氨基酸名称的由来。
2. 比较4种氨基酸的羧基和氨基连接位置有何规律。
3. 如果将各氨基酸的不同部分作为R基 ($-\text{R}$)，请圈出各分子的R基部分。
4. 尝试归纳氨基酸的结构通式。

相关链接

α 氨基酸和 β 氨基酸

根据氨基连接的碳位不同，可对氨基酸做出相应的命名。当氨基酸中氨基连接在 α 碳原子上时，称为 α 氨基酸，氨基连接在 β 碳原子上时叫 β 氨基酸，依此类推（图2-1-2）。研究表明，构成天然蛋白质的氨基酸均为 α 氨基酸。

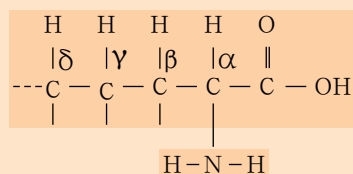


图2-1-2

氨基酸的碳位示意图

比较发现，构成天然蛋白质的所有氨基酸都具有共同的结构通式（图2-1-3），每种氨基酸分子都至少含有一个氨基 ($-\text{NH}_2$)、一个羧基 ($-\text{COOH}$)，并且都有一个氨基和一个羧基连结在同一个碳原子上。

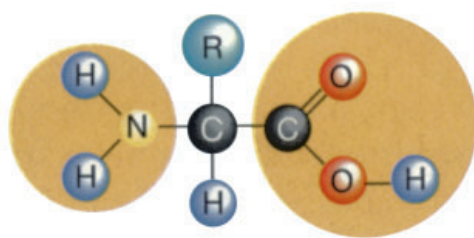


图2-1-3
氨基酸结构通式

2 蛋白质的结构

一个氨基酸的羧基与另一个氨基酸的氨基脱掉一个水分子形成化合物的反应称为缩合（图2-1-4）。缩合形成的化学键称为肽键（peptide bond），形成的化合物称为肽（peptide）。由两个氨基酸缩合成的肽称为二肽，由多个氨基酸缩合成的肽则称为多肽。组成多肽的氨基酸单元称为氨基酸残基。

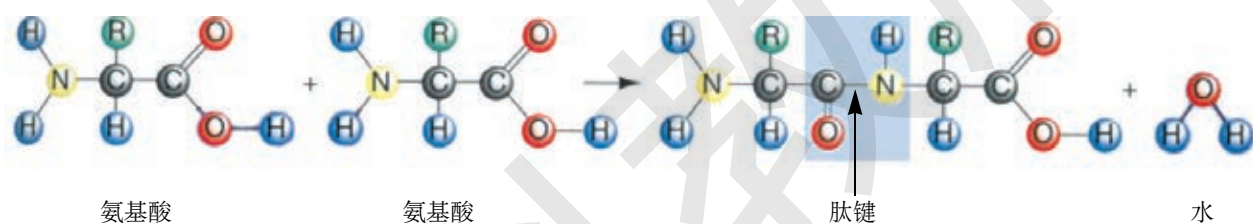


图2-1-4
氨基酸缩合反应示意图

蛋白质由一条或几条多肽链经盘曲折叠而形成，是具有一定空间结构的有机高分子化合物（图2-1-5）。生命现象的多姿多彩就是由蛋白质的多样性来体现的。

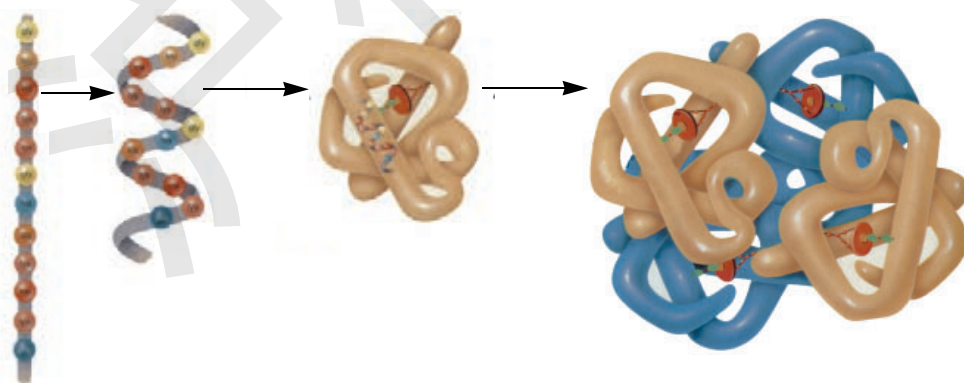


图2-1-5
蛋白质的分子结构

模拟蛋白质分子结构的多样性

活动程序

1. 准备10~20种颜色的穿孔塑料珠（每种50粒）、几根细铁丝。



2. 分组，随意穿几条串珠。
3. 各组将用细铁丝穿成的串珠，按照自己的设想挽成不同造型。
4. 将各组的作品进行比较。

分析讨论

通过本次活动，感悟蛋白质结构多样性的原因。

由于组成蛋白质分子的氨基酸种类不同，数目成百上千，排列次序变化多端，肽链的空间结构也千差万别，更有一些蛋白质是由若干条肽链组成，造成了蛋白质分子的结构极其多样。

3 蛋白质的功能

蛋白质结构的多样性决定了蛋白质功能的多样性。每一种生物都有一套特有的蛋白质，因而表现出不同的性状。蛋白质的功能表现在以下几个方面。

催化功能：绝大多数的酶是蛋白质，催化生物体内的化学反应，如胃蛋白酶能催化蛋白质的消化。

调节功能：一些激素也是蛋白质，在生命活动中起到重要的调节作用，如胰岛素能调节血糖的浓度。

结构功能：蛋白质是细胞内的重要结构物质，在细胞间质中也普遍存在，如高等动物体内的胶原蛋白、弹性蛋白和角质蛋白。

运输功能：许多蛋白质具有运送物质的功能。血红蛋白能运输氧和部分二氧化碳；细胞膜上的载体可以运输离子和某些小分子。

运动功能：骨骼肌的肌动蛋白和肌球蛋白的相互作用，直接参与了肌肉收缩与舒张过程。

免疫功能：抗体是蛋白质，在免疫过程中发挥重要作用。

信息传递功能：蛋白质参与生物体的各种信息传递过程。如激素与受体的识别等。

巩固提高

1. 用氨基酸自动分析仪测定几种多肽的氨基酸数目，结果如下：

名 称	氨基酸数目
①催产素	9
②牛加压素	9
③血管舒缓素	9
④平滑肌舒张素	10
⑤猪促黑色素细胞激素	31
⑥人促黑色素细胞激素	35

请回答以下问题：

- (1) 虽然①—③的氨基酸数目相同，但功能各异，试简述原因。
 - (2) ③与④、⑤与⑥虽然功能相似，但它们却各具有专一性，试述主要原因。
2. 2-1-6图是某化合物的结构图解，请根据图回答问题：

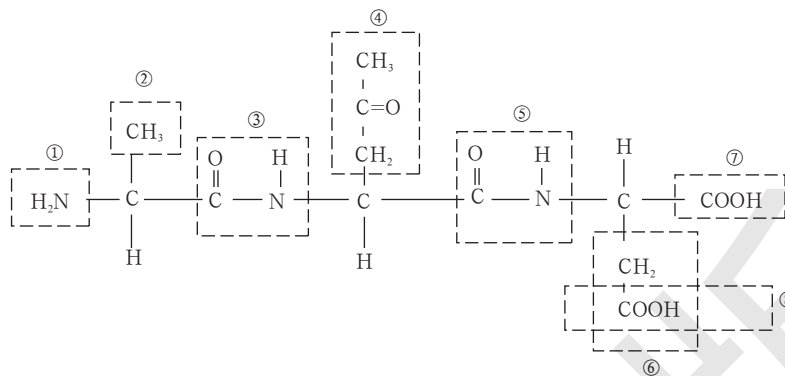


图2-1-6
某化合物的分子结构图

- (1) 图中有_____个氨基，编号是_____。
- (2) 图中有_____个羧基，编号是_____。
- (3) 该化合物有_____种氨基酸残基，决定氨基酸种类的编号是_____。
- (4) 该化合物有_____个氨基酸残基，共有肽键_____个。
- (5) 该化合物的分子式可以写成_____。

第二节 蛋白质的合成与运输

食品店里摆放的各色蛋糕和面包，尽管造型各异、口味不一，但它们都是以面粉为主料添加不同的辅料加工而成，再加上不同的包装便成了赏心悦目的食品。细胞中也有着类似的过程，通过一系列合成、加工和运输，最终由氨基酸形成了有机体中结构和功能多样的蛋白质。

1 蛋白质的合成

核糖体是蛋白质的合成场所，无论真核细胞还是原核细胞，甚至线粒体和叶绿体中，都有核糖体存在。核糖体的直径约为25 nm，由核糖核酸（RNA）和蛋白质共同组成。原核细胞和真核细胞的核糖体结构基本相同，都由大亚基和小亚基组成（图2-1-7）。

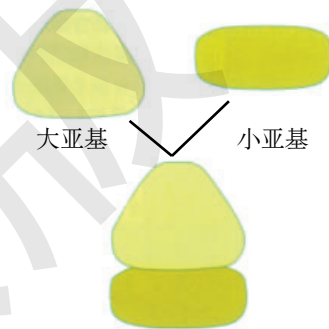


图2-1-7
核糖体的组成

不进行蛋白质合成时，核糖体的大、小亚基是单独存在的；在蛋白质合成过程中，大、小亚基结合在一起，共同完成蛋白质的合成。

蛋白质合成是将许多氨基酸缩合成多肽链并进行加工的复杂过程，是由多种细胞结构协同完成的。



探究活动

豚鼠胰腺蛋白的分泌

科学家在研究蛋白质的合成和分泌过程时，利用同位素示踪法做过这样的实验：

1. 在豚鼠的胰脏腺泡细胞中注射 ^3H 标记的亮氨酸。

2. 3 min后，放射性 ^3H 大量出现在附着有核糖体的内质网中。

3. 17 min后，放射性 ^3H 又出现在高尔基体中。

4. 117 min后，在靠近细胞膜内侧的运输蛋白质的小泡中，以及释放到细胞外的分泌物中检测到放射性 ^3H （图2-1-8）。

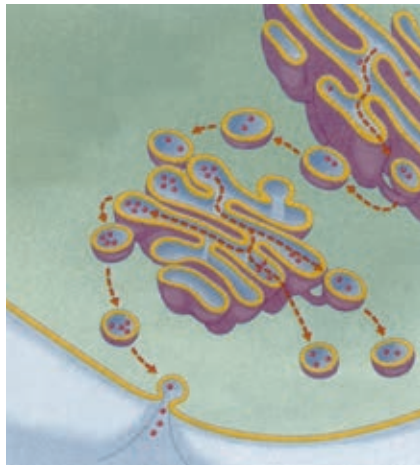


图2-1-8
蛋白质的分泌

分析讨论

1. 分泌蛋白的合成和分泌依次经过哪些结构?
2. 内质网和高尔基体在这个过程中有什么作用?

核糖体将不同的氨基酸按照特定的顺序连接成肽链，这并不是真正意义上的蛋白质，只能作为蛋白质的初级形式，要成为成熟而有功能的蛋白质，还必须经过必要的加工。

内质网、高尔基体和细胞质基质都能对新生肽链进行加工。蛋白质的加工主要是指为新生肽链添加上糖链、甲基或者羟基并对其剪切和折叠等，这些加工对维持和调节蛋白质的活性，进而成为有功能的蛋白质有着重要意义。如细胞膜蛋白上添加的糖链(图2-1-9)能协助细胞膜完成许多功能，包括细胞识别和决定血型抗原等；另外，无活性的胰岛素原也是经内质网和高尔基体加工后，才由A和B两条肽链结合而成为有活性的胰岛素(图2-1-10)。

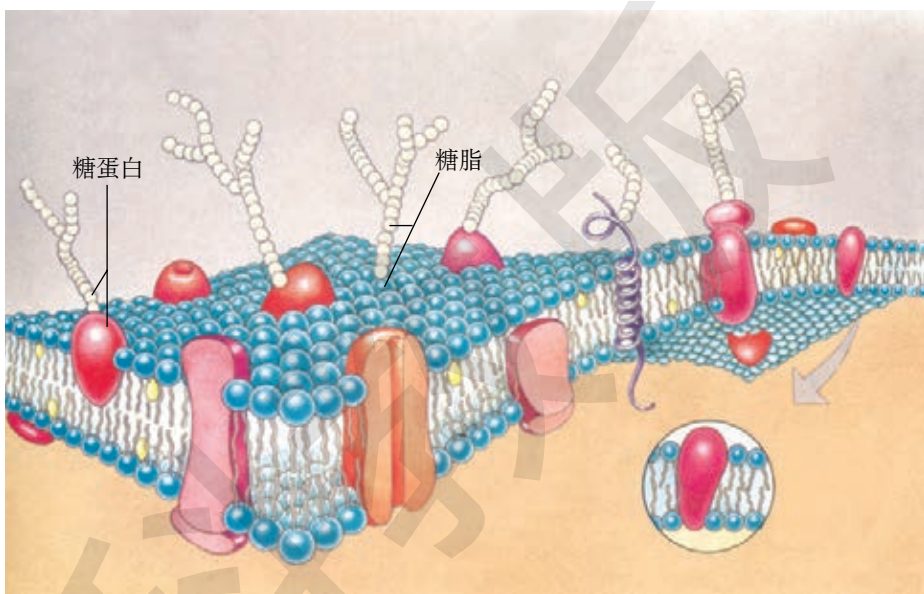


图2-1-9
蛋白质的加工

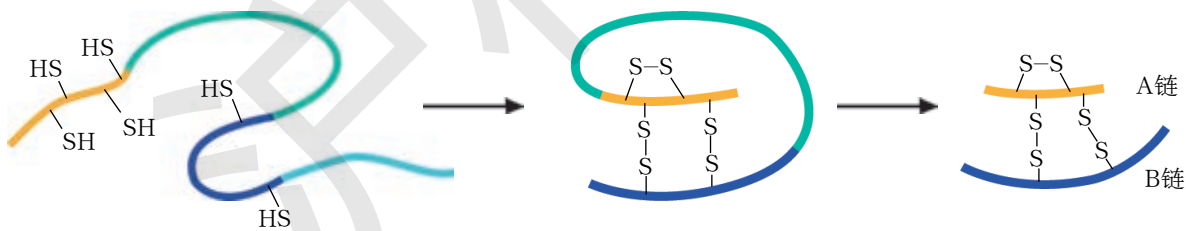


图2-1-10
胰岛素的加工

2 蛋白质的分选和运输

蛋白质合成后，一般在其氨基酸序列中含有分选信号，决定它们的去向和最终定位。此外，核糖体在细胞中的存在部位不同，有的结合在内质网上，有的存在于细胞质基质中，这也影响了蛋白质的去向。

通过连续的内膜系统运送蛋白质到达其最终目的地的过程称为蛋白质的运输。蛋白质只有被准确地运输到相应的部位才能执行特定的功能。

内质网上的核糖体合成的蛋白质通过一定的机制进入到内质网腔中，经过初步的修

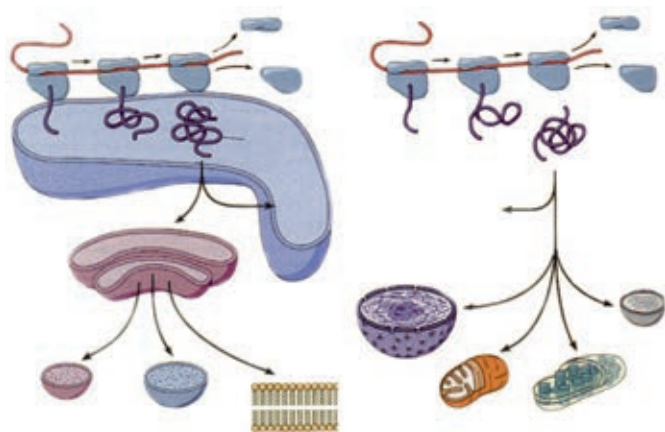


图2-1-11
蛋白质的分选运输

饰加工后被运送到高尔基体，再经高尔基体进一步加工修饰成为成熟的蛋白质，最后由高尔基体通过特定的分选机制将不同的蛋白质分开，各自以膜泡的形式运送到相应的部位（图2-1-11），如细胞膜蛋白和分泌到细胞外的分泌蛋白。游离的核糖体合成的蛋白质则主要通过各自的分选信号被运送到不同的细胞器，如线粒体蛋白和叶绿体蛋白。

相关链接

真核细胞的内膜系统

细胞通过细胞膜不断地与外界进行物质交换，一方面把细胞所需的物质吸收进入细胞内，另一方面把细胞“制造”的一些物质分泌到细胞外，以发挥其功能。细胞内这些物质的合成、加工、分选、运输、分泌是由真核细胞所特有的“内膜系统”来完成的。

内膜系统是相对细胞膜而言的，但并不是指细胞内所有的膜结构。它是指在功能上连续统一的细胞内膜结构，其中包括核膜、内质网、高尔基体、溶酶体、微体以及一些小泡等，各种内膜之间可通过出芽和融合的方式进行交流。线粒体、叶绿体虽然具有膜结构，但不参加这种方式的交流，因此不包括在内膜系统中。

蛋白质是一类重要的生物大分子，它是生命活动的主要承担者。蛋白质在生物体中无处不在。只要有生命的地方就存在蛋白质，它是生物体中含量最丰富、功能最重要的大分子。

巩固提高

1. 用文字和箭头简要图解蛋白质的合成、加工和运输过程。
2. 蛋白质在分泌前先进行加工，有何意义？
3. 图1-2-12为结晶牛胰岛素分子结构模式图，其中，A链中含有21个氨基酸，B链中含有30个氨基酸，两条肽链通过两个二硫键相连接，A链上形成一个二硫键（两个-SH形成-S-S-）。请回答：
 - (1) 写出氨基酸的结构通式。
 - (2) 简述这个多肽在胰岛B细胞的各细胞器上被合成加工和分泌的过程。
 - (3) 计算胰岛素分子与51个氨基酸的分子质量相比减少了多少。

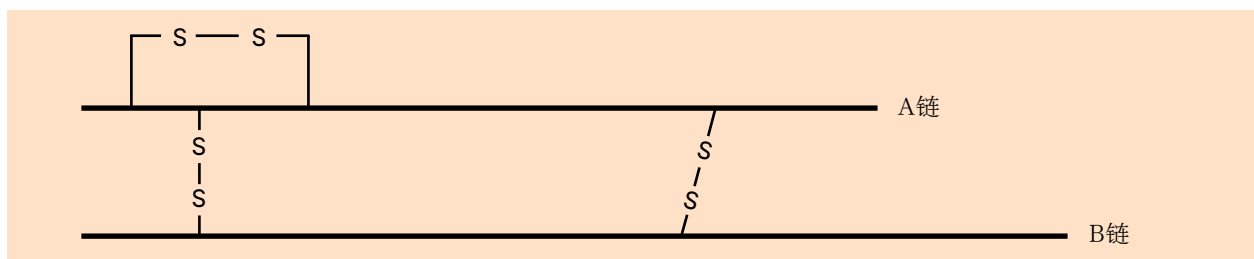


图1-2-12

胰岛素分子结构模式图



酶、抗体、多肽激素、转运蛋白等都是蛋白质。蛋白质是由常见的20种氨基酸组成的。蛋白质的功能多样性是由其结构的多样性决定的。蛋白质合成的场所是核糖体，蛋白质合成以后需要经过加工、分选和运输，才能变为具有生物功能的蛋白质。

疯牛病与朊病毒



课外阅读

疯牛病 (BSE)，是牛的一种致命性神经系统疾病，是由非常规致病因子——朊粒 (亦称朊病毒) 引起的一种亚急性海绵状脑病，这类病还包括绵羊的瘙痒病、人的克雅氏综合症等。现已证明这些疾病都是通过食物而传播的。其中疯牛病是由于健康牛食入含有致病性朊粒的人工蛋白质饲料所致，这种人工蛋白质饲料含有病牛、病羊的脑和脊髓等脏器成分。人的克雅氏综合症等则是由于人吃了患疯牛病的牛肉及其制品而传染发病的 (图2-1-13)。

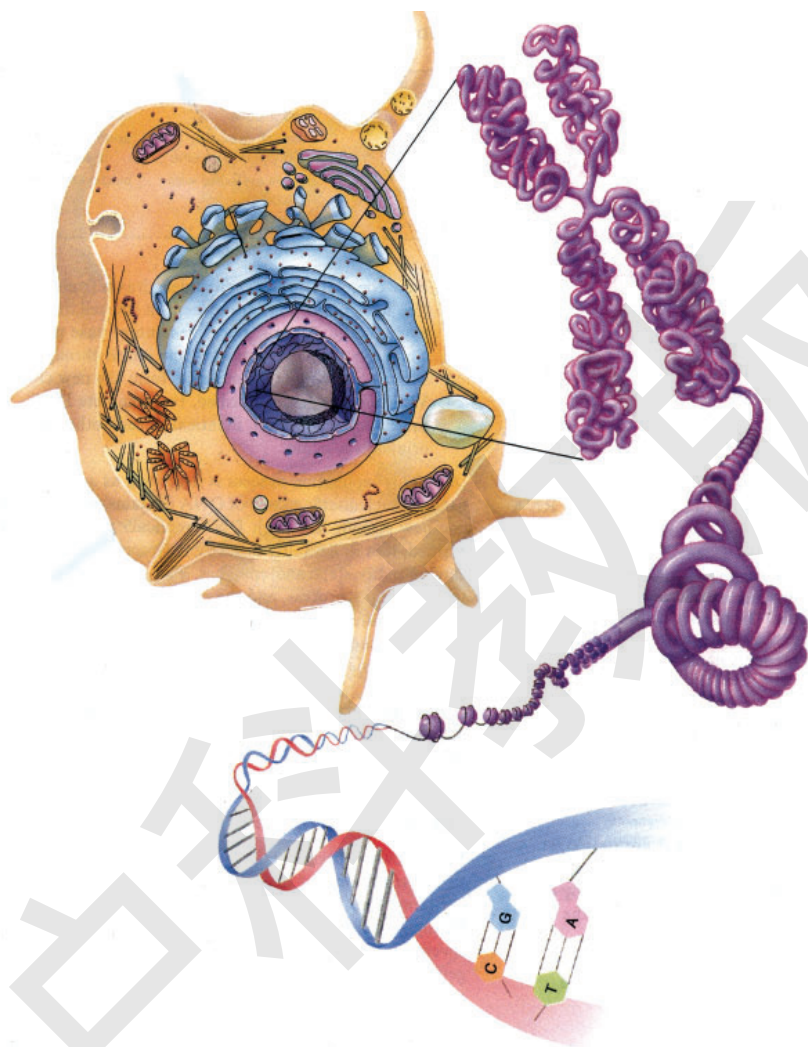
疯牛病的朊粒是传染性蛋白质颗粒，主要成分是一种蛋白酶抗性蛋白，具有对蛋白酶有抵抗力、易溶于去污剂、有致病力和不诱发抗体等特性，给患病动物及人类的诊断和防治带来很大麻烦，对人类和动物的健康和生命带来严重的威胁。该朊粒耐高温， $160\sim 170\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的高温 (植物油的沸点) 不足以灭活病原体，患疯牛病的牛脑组织匀浆，经 $134\sim 138\text{ }^{\circ}\text{C}$ 高温维持1 h后，经动物实验仍有感染力。



图2-1-13

某些国家畜牧业因疯牛病损失惨重

第二章 细胞中的核酸



课题研究

核酸是细胞中的另一类重要物质，是分子生物学和遗传学研究的前沿和热点，收集有关核酸研究的方法。

▲研究计划

1. 了解有关研究核酸结构和功能的历史。
2. 利用图书资料和网络查找有关核酸的提取、染色与鉴定的方法。
3. 搜集利用核酸技术进行血亲鉴定和刑事侦破方面的案例。

▲总结交流

1. 总结核酸提取、染色和分析时应注意的事项。
2. 将研究核酸的技术手段按一定的方式归类，讨论生物技术的发展与其他相关技术的关系。

第一节 核酸的结构和功能

最初，在细胞生命活动的舞台上，形形色色的蛋白质就像风情各异的演员，的确吸引了科学家较多的关注，而细胞生命活动的幕后导演——核酸，却没有被足够地重视。它们是细胞中含量极少却又极其重要的高分子化合物，因呈酸性且最初在细胞核中发现而被命名（图2-2-1）。

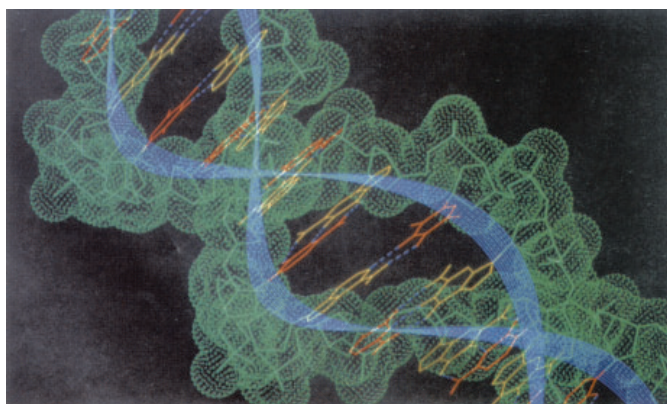


图2-2-1

计算机模拟的DNA结构模型

DNA和RNA在细胞中的分布

目的要求

通过特异染色，观察DNA和RNA在细胞中的分布。

实验原理

甲基绿、派洛宁为两种碱性染料。甲基绿分子有两个正电荷，易与双链DNA结合，使DNA显示绿色，派洛宁分子有一个正电荷，易与RNA结合使RNA显示红色。

材料器具

蟾蜍血涂片；甲基绿—派洛宁染液、体积分数为70%和95%的酒精溶液；载玻片、培养皿、显微镜。

活动程序

1. 将蟾蜍血涂片干燥后放入体积分数为70%的酒精溶液固定10 min。
2. 滴甲基绿—派洛宁染液于血膜上，染色15 min。
3. 用蒸馏水冲洗血涂片1~2 s，以去除多余染料。
4. 将血涂片浸入体积分数为95%的酒精溶液后，立即取出，重复几次，持续10~20 s，进一步脱水固定。
5. 晾干后用显微镜观察（图2-2-2）。

分析讨论

1. 核酸有几类？分布规律如何？
2. 核酸的分布与其功能有什么关系？

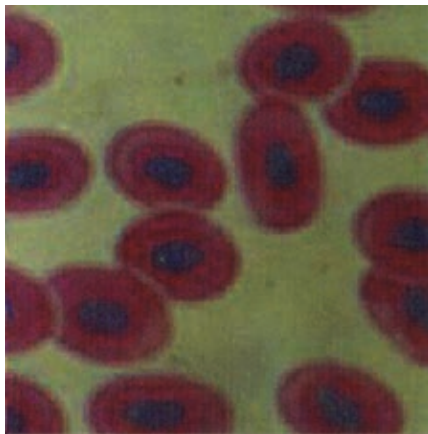


图2-2-2

染色的蟾蜍血涂片



核酸能被特异染料染成两种颜色，并且分布在细胞的不同区域，说明核酸有两类，一类是脱氧核糖核酸（deoxyribonucleic acid），简称DNA，主要集中在细胞核中；另一类是核糖核酸（ribonucleic acid），简称RNA，主要集中在细胞质中。

相关链接

线粒体与叶绿体中的核酸

线粒体与叶绿体都是细胞内进行能量转换的场所，两者在结构上很相似：①均由两层膜包被而成，且内外膜的性质、结构有显著的差异；②均为半自主性细胞器，具有自身的DNA和蛋白质体系。因此绿色植物的细胞内存在3个遗传系统。

线粒体和叶绿体一样，只能合成自身需要的部分蛋白质，其余的是在细胞质游离的核糖体上合成的，必须运送到线粒体和叶绿体，才能发挥功能。

把核酸用核酸酶逐步水解，得到的初级水解产物叫核苷酸（nucleotide），最终水解产物有3类小分子有机物，分别是五碳糖、磷酸和含氮碱基。研究表明，核苷酸是核酸的基本组成单位，根据五碳糖的不同，可将其分为脱氧核糖核苷酸和核糖核苷酸（图2-2-3）。

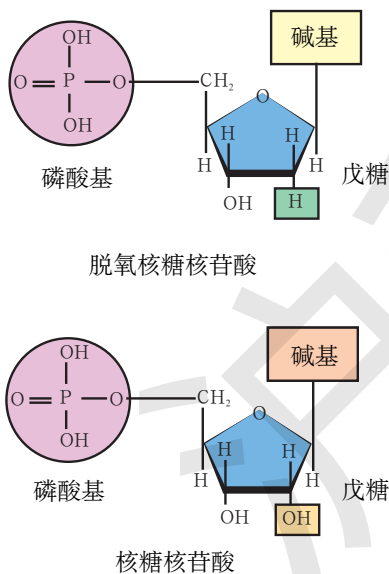


图2-2-3
核苷酸结构模式图

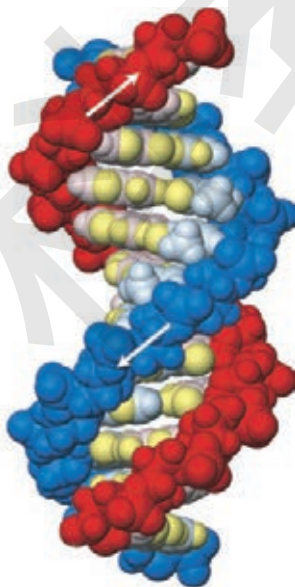


图2-2-4
DNA结构

由成百上千个脱氧核糖核苷酸相互连接而成的长链组成的高分子化合物就是脱氧核糖核酸，即DNA（图2-2-4）；同样，由成百上千个核糖核苷酸相互连接而成的长链组成的高分子化合物就是核糖核酸，即RNA。

由成百上千个脱氧核糖核苷酸相互连接而成的长链组成的高分子化合物就是脱氧核糖核酸，即DNA（图2-2-4）；同样，由成百上千个核糖核苷酸相互连接而成的长链组成的高分子化合物就是核糖核酸，即RNA。

DNA或RNA是除朊病毒之外的所有生物的遗传物质，对生物的遗传、变异和蛋白质的生物合成有着极其重要的作用。

巩固提高

1. 简述核酸的结构。
2. 举例说明核酸的功能。

第二节 核酸与细胞核

对一个大型工厂来说，要有一个指挥中心，控制着原料的供应、产品的生产、市场营销等各个环节，以保证整个企业的高效运转；同样，结构复杂、功能多样的细胞之所以能够保证各项生命活动有条不紊地进行，是因为细胞内拥有一个“控制中心”——细胞核。

1 细胞核的功能

细胞核在细胞生长和分化中的作用

基于下列实验进行分析：

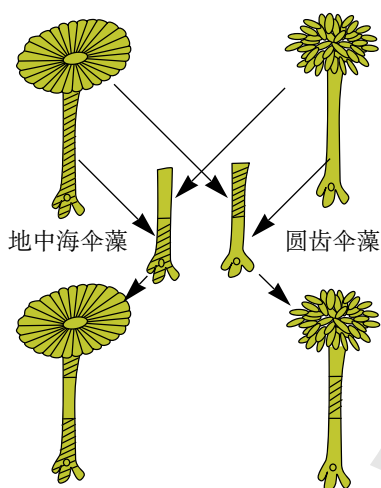


图2-2-5

地中海伞藻与圆齿伞藻的嫁接实验

[实验1] 伞藻是一种大型单细胞海生绿藻，长约6~9 cm，细胞核在基部的假根内，伞帽形状因物种不同而异，地中海伞藻的伞帽为全缘，圆齿伞藻的伞帽为裂缘。把两种伞藻的伞帽切掉，各切下一段伞柄，相互交换嫁接，结果长出伞帽的形状与原假根所属物种的伞帽完全一致（图2-2-5）。

[实验2] 用一根玻璃针将变形虫切成两半，有核的一半能继续生活，无核的一半死亡。如果将一个变形虫的核去除，无核的部分能短期生存，但不能繁殖后代；单独的细胞核不能生存。如果在去核3 d后，给无核的部分再植入一个细胞核，这个变形虫能够正常生活（图2-2-6）。

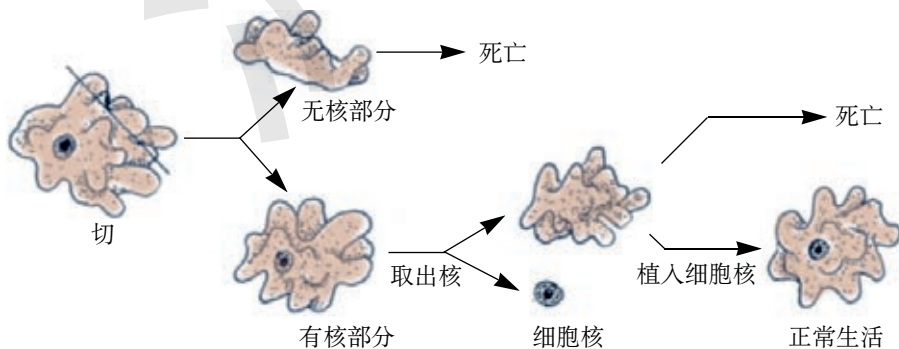


图2-2-6

变形虫切割培养

分析讨论

1. 伞藻嫁接后新生伞帽的形状说明了对伞帽形状起决定作用的是细胞的哪一部分？



2. 依据以上两个材料分析细胞核在细胞生命活动中的作用。

大量的科学实验表明：细胞核是遗传物质储存和复制的场所，是细胞遗传特性和代谢活动的控制中心，在细胞的生命活动中起着决定性的作用。

2 细胞核的结构

除高等植物韧皮部成熟的筛管和哺乳动物成熟的红细胞等极少数种类的细胞外，所有真核细胞都含有细胞核。一般一个细胞只有一个细胞核，但有些特殊的细胞可同时含有多个细胞核。细胞核的大小因物种不同而不同。高等动物的细胞核直径一般在 $10\sim 15\text{ }\mu\text{m}$ 左右；高等植物的细胞核直径约为 $5\sim 20\text{ }\mu\text{m}$ ；低等植物的细胞核较小，直径只有 $1\sim 4\text{ }\mu\text{m}$ 。细胞核的主要结构包括核膜(nuclear membrane)、核液、染色质(chromatin)和核仁(nucleolus)(图2-2-7)。

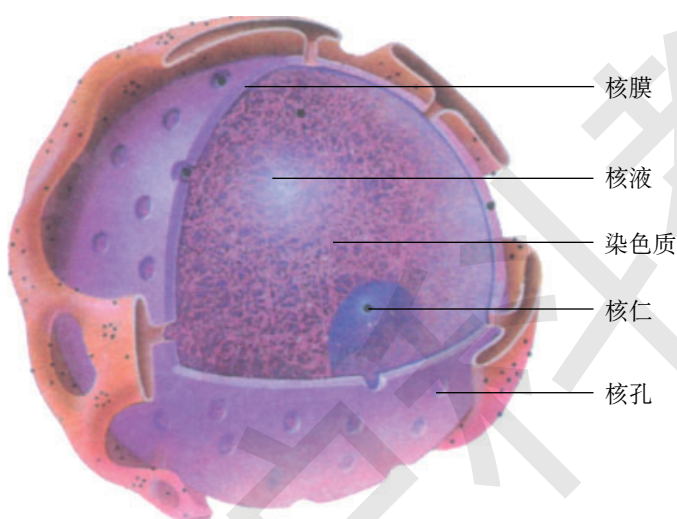


图2-2-7
细胞核的结构

核膜位于细胞核的最外层，它由内外两层膜组成。核膜将细胞质与核内物质分开，形成两大结构与功能区域：DNA、RNA的合成在核内进行；蛋白质合成则在细胞质中完成，这样就避免了彼此干扰，使细胞的生命活动秩序井然；同时核膜还能保护细胞核内的DNA分子免受机械损伤。

核膜并不是完全连续的，在许多部位，核膜内外两层互相连接，形成了穿过核膜的小孔，称为核孔(nuclear pore)。RNA和蛋白质等大分子物质都是通过核孔进出细胞核的。

相关链接

核仁的结构和功能

在电镜下发现核仁无膜包围，其结构主要包括三部分，由内向外依次为核仁染色质、原纤维区和颗粒区。用RNA酶和蛋白酶处理核仁，颗粒区和原纤维区显著减小，说明核仁的组成成分主要是核糖核酸和蛋白质类物质。

核仁的主要功能是组装核糖体亚单位，核仁的原纤维区是由核仁染色质转录形成的核糖体RNA，而颗粒区是由核糖体RNA和

蛋白质进一步组装成的核糖体亚单位前体。核糖体亚单位前体进一步加工成为核糖体亚单位后，经由核孔被运到细胞质，实施蛋白质的合成功能。

由于在细胞间期有DNA转录活动，所以我们可以看见核仁。一旦细胞进入分裂期，转录活动停止，也就无法进行核糖体亚单位的组装，所以在分裂期看不见核仁。

蛋白质合成功能强大的细胞，其核仁体积相对较大。

染色质最早是由德国生物学家瓦尔德尔(H. W. G. Waldeyer)提出来的，主要是指细胞核内容易被碱性染料染成深色的物质。真核细胞中染色质是由DNA与蛋白质组成的。

在分裂间期的细胞核中，染色质呈细长的丝状，并且交织成网；当细胞进入分裂期时，染色质高度螺旋化，缩短变粗，成为棒状或杆状的染色体(chromosome, 图2-2-8)。染色质和染色体是细胞中同一物质在不同时期的两种形态。

不同物种的细胞中具有特定数目和类型的染色体，人类体细胞中含有46条染色体，玉米体细胞中有20条染色体，果蝇体细胞中有8条染色体。

核仁是间期细胞核中存在的一个或多个球形致密小体。在细胞分裂过程中，核仁周期性地消失和重建。核仁的大小、形状和数目随生物的种类、细胞类型和细胞代谢状态而变化，蛋白质合成旺盛的细胞如分泌细胞和卵母细胞的核仁较大。

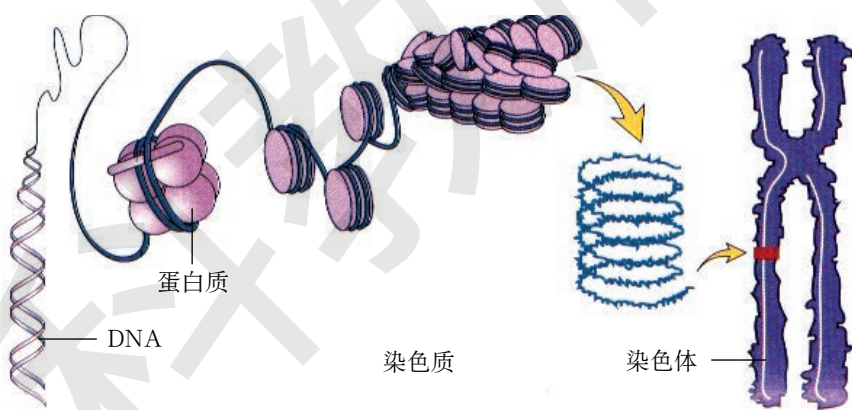


图2-2-8

染色体、染色质与DNA和蛋白质的关系

巩固提高

1. 染色体与染色质是怎样相互转化的？

2. 识图作答：

(1) 判断图2-2-9是真核细胞还是原核细胞？依据是什么？

(2) 比较该细胞中两种核酸的分布。

(3) 指出细胞中与遗传变异和蛋白质的生物合成有重要关系的结构。

3. 美国坦普尔大学华裔科学家牛满江教授与童第周教授合作，他们选择鲫鱼和金鱼这两种相近的鱼来做实验。金鱼是分叉型尾，鲫鱼是单尾型尾。他们从鲫鱼的精子中提取DNA，将它注入金鱼受



图2-2-9

细胞亚显微结构模式图

精卵中，经孵化长成的幼鱼中有25.9%长出鲫鱼的单尾。接着，他们又从鲫鱼成熟的卵细胞中提取RNA，注入金鱼受精卵中，结果长成的幼鱼有33%有鲫鱼那样的单尾。根据上述材料，你能得出什么结论？



回顾总结

核酸是遗传信息的贮存者。核酸的基本组成单位是核苷酸。按照基本组成单位的不同可分为DNA和RNA。其中DNA是主要的遗传物质，主要存在于细胞核中的染色体上，细胞核是细胞遗传、代谢的控制中心，是细胞中最重要的部分。



课外阅读

为什么大多数生物的遗传物质是DNA分子

核酸包括两类：DNA和RNA，但在进化过程中DNA被选择为绝大多数生物的遗传物质，这是为什么呢？

从原理上说，RNA可以完成蛋白质和DNA的所有功能，例如，RNA可为核糖体和其他一些亚显微结构提供细胞骨架，核酶（也是RNA）也具有酶的活性。另外，RNA也能以自身多核苷酸链为模板进行自我复制，满足遗传信息传递的基本要求。事实上，大量的病毒将单链或双链RNA作为它们的遗传物质。

在自然选择的过程中，选定DNA作为行使保护、传递基因信息功能的物质，首先因为RNA的五碳糖的2位碳上含有—OH，在碱性环境中很容易发生水解反应，很不稳定。另外，单链RNA的碱基是游离在外部环境中的，容易受到环境因素的影响；DNA双链的碱基是按照互补配对的原则通过氢键相连的，比RNA结构和化学性质稳定，更适合作为遗传信息长期储存。

另外，核酸中碱基的种类也是DNA作为大多数生物遗传物质的原因。DNA分子中有4种碱基，其中腺嘌呤、鸟嘌呤、胞嘧啶是和RNA共用的。DNA分子中特有的碱基是胸腺嘧啶，RNA中特有的碱基是尿嘧啶。尿嘧啶与胸腺嘧啶具有相似的空间结构，都能与腺嘌呤配对，但双链的DNA为什么不含尿嘧啶呢？原来，胞嘧啶容易与亚硝酸盐反应，也容易自发地脱氨基而转变为尿嘧啶。如果尿嘧啶是DNA的一个固有的正常碱基，细胞就无法辨别DNA中的尿嘧啶是自身原有的还是胞嘧啶突变来的。神奇的自然选择过程选择保留了含胸腺嘧啶而不含尿嘧啶的DNA作为大多数生物的遗传物质。DNA分子中一旦出现尿嘧啶，则肯定是胞嘧啶脱去氨基转变来的，能被“系统”相关的酶迅速识别并切除，从而保证DNA携带的遗传信息相对稳定。

以RNA作为遗传物质的病毒如艾滋病病毒之所以不容易研制开发出相应的疫苗，就因为为这些病毒的RNA极不稳定，变异太快。