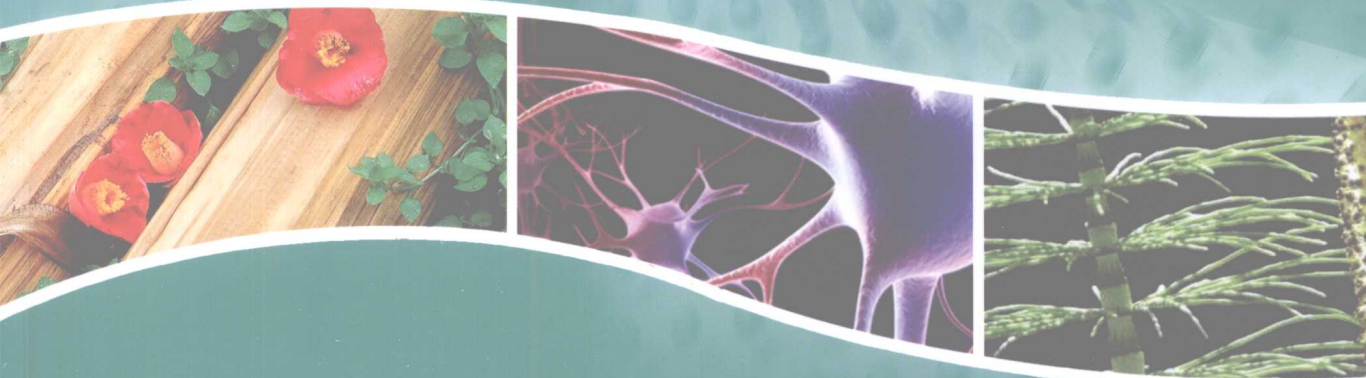




普通高等教育“十一五”规划教材

简明植物学教程



李景原 主编



科学出版社
www.sciencep.com

普通高等教育“十一五”规划教材

简明植物学教程

李景原 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本教材在保证系统的阐述植物学基础理论、基本知识和基本技能的前提下,力争做到简明扼要,尽可能避免与后续课程内容的重复。并配以较多的实物插图和图解,以利于学生对有关内容的理解,引导其抓住重点、掌握教材的主要内容。全书共分两篇。第一篇为种子植物形态解剖学;第二篇包括植物系统与分类学。本书在简要描述被子植物科的特征基础上,配以花程式、花图式和大量实物插图,以利于学生掌握植物常见科的特征和培养学习植物学的兴趣。

本书可供师范院校、综合性大学、高等农林院校等相关院校植物学专业和中医药类院校中药学专业师生作为教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

简明植物学教程/李景原主编. —北京:科学出版社, 2008

普通高等教育“十一五”规划教材

ISBN 978-7-03-021977-0

I. 简… II. 李… III. 植物学-教材 IV. Q94

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 068958 号

责任编辑:王国栋 周 辉 李晶晶/责任校对:陈玉凤

责任印制:张克忠/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008 年 8 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2008 年 8 月第一次印刷 印张:17 1/2

印数:1 4 000 字数:450 000

定价:30.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换《双青》)

前 言

植物学是高等学校生命科学、生物技术、农学、林学和中药学等专业重要基础课之一，是学习后续课程——植物生理学、生态学、遗传学、生物进化论、作物栽培学和中药学等课程的基础。随着科学发展，尤其是分子生物学和生物技术的发展，学生需要学习的新知识、新技术越来越多；导致基础课的教学时间越来越少，多数学校的植物学教学课时已由原来的一学年（72学时）改革为一学期（32~48学时），原有教材的内容往往讲授不完。因此，有必要编著一部能在32~48学时讲授完的简明、实用的教材。

本教材根据当前教学改革的精神，在保证系统的阐述植物学基础理论、基本知识和基本技能的前提下，力争做到简明扼要，尽可能避免与后续课程内容的冲突。书中配以较多的实物插图和图解，以利于学生对相关内容的理解，抓住重点和难点、掌握教材的主要内容。全书共分两篇。第一篇为种子植物形态解剖学。介绍种子植物的形态解剖结构，包括植物细胞、组织结构；种子植物营养器官（根、茎、叶）的形态结构和繁殖器官（花、果实和种子）的形态结构和发育过程。第二篇包括植物系统分类学。介绍原核藻类、真核藻类、黏菌、真菌、地衣、苔藓植物、蕨类植物、裸子植物和被子植物的特征和被子植物分类。自然界中的植物绚丽多彩，引人入胜；但根据有些植物学教材讲授植物分类部分时，由于过多单调的科属特征描述和植物形态描述，使教师讲之枯燥、学生学之乏味的情况，本书在简要描述被子植物科的特征基础上，配以花程式、花图式和大量实物插图，以利于学生掌握植物常见科的主要特征和培养学习植物分类的兴趣。本书可供师范院校、综合性大学、高等农林院校和中药学等有关专业师生作为教材或参考书。

本书在编写过程中曾得到河南师范大学、郑州大学、河南科技学院、周口师范学院、开封教育学院有关老师的热情支持，并提出许多宝贵意见。参考了大量参考文献和植物摄影照片，在此一并表示感谢。

由于编者的理论水平和教学经验的限制，书中难免会出现错误和不足之处，我们诚恳地欢迎有关专家指正，并希望读者在使用本书的过程中，提出批评和修改意见。

编 者

2008年4月

目 录

前言

绪论	1
一、植物学	1

二、植物在自然界中的作用及与人类生活的关系	2
三、学习植物学的目的和方法	3

第一篇 种子植物形态解剖学

第一章 植物细胞和组织	4	第三章 种子植物的繁殖器官	74
第一节 植物细胞的形态结构	4	第一节 花的形态学特征	74
一、细胞的发现及细胞学说的建立	4	一、花的概念	74
二、植物细胞的形状和大小	5	二、花的组成部分及其形态	74
三、植物细胞的基本结构	5	三、禾本科植物的花	80
四、真核细胞与原核细胞	16	四、花图式和花程式	82
第二节 植物的组织	16	五、花序的概念和类型	82
一、分生组织	16	第二节 雄蕊的发育和花粉粒的形成	84
二、成熟组织	17	一、花药的发育及构造	84
第二章 种子植物的营养器官	26	二、小孢子的形成	85
第一节 根的形态结构	26	三、花粉粒的发育与雄配子体的形成	86
一、根的类型和根系	26	四、花粉败育和雄性不育	87
二、根的构造	27	第三节 胚珠的发育和胚囊的形成	87
三、侧根的形成	34	一、胚珠的发育	87
四、根瘤与菌根	35	二、胚囊的发育	87
五、根的变态	37	第四节 开花、传粉与受精	90
第二节 茎的形态结构	39	一、开花	90
一、茎的形态	39	二、传粉	91
二、茎的结构	44	三、受精作用	92
三、茎的变态	55	第五节 种子	95
第三节 叶的形态结构	58	一、种子的形成	95
一、叶的形态	58	二、种子的结构	101
二、叶的解剖结构	65	第六节 果实	104
三、叶的生态类型	69	一、果实的形成	104
四、落叶	69		
五、叶的变态	72		

二、果实的形态结构和类型 ·····	105	生活史 ·····	115
三、果实和种子对传播的适应 ···	112	一、种子萌发 ·····	116
第七节 种子萌发和被子植物的		二、被子植物的生活史 ·····	118

第二篇 植物系统与分类学

引言 ·····	119	第二节 蕨类植物的代表植物 ···	150
第四章 藻类植物 ·····	122	一、蕨属 (<i>Pteridium</i>) ·····	150
第一节 藻类植物特征 ·····	122	二、其他蕨类植物 ·····	152
第二节 藻类的代表植物 ·····	122	第九章 裸子植物 ·····	154
一、蓝藻门 (<i>Cyanoophyta</i>) ·····	122	第一节 裸子植物的主要特征 ···	154
二、绿藻门 (<i>Chlorophyta</i>) ·····	125	一、裸子植物的主要特征 ·····	154
三、硅藻门 (<i>Bacillariophyta</i>) ···	128	二、裸子植物生活史 ·····	156
四、褐藻门 (<i>Phaeophyta</i>) ·····	130	第二节 裸子植物的主要代表	
五、红藻门 (<i>Rhodophyta</i>) ·····	132	植物 ·····	160
第五章 菌类植物 ·····	136	一、苏铁纲 (<i>Cycadopsida</i>) ·····	161
一、根霉属 (<i>Rhizopus</i>) ·····	136	二、银杏纲 (<i>Ginkgopsida</i>) ·····	163
二、青霉属 (<i>Penicillium</i>) ·····	137	三、松柏纲 (<i>Coniferopsida</i>) ···	164
三、蘑菇属 (<i>Agaricus</i>) ·····	137	四、红豆杉纲 (<i>Taxopsida</i>) ···	165
四、其他常见菌类 ·····	138	五、买麻藤纲 (<i>Gnetopsida</i>) ···	166
第六章 地衣 ·····	139	第十章 被子植物门 (<i>Angiospermae</i>)	
一、地衣的形态 ·····	140	·····	170
二、地衣的结构 ·····	140	第一节 被子植物的主要特征 ···	170
三、地衣的繁殖 ·····	141	第二节 被子植物花的起源、演化	
第七章 苔藓植物 ·····	142	趋向和分类原则 ·····	171
第一节 苔藓植物的主要特征 ···	142	一、被子植物花的起源 ·····	171
一、苔藓植物配子体的形态		二、被子植物花的起源、演化趋	
结构 ·····	142	向和分类原则 ·····	173
二、苔藓植物的生殖结构和		第三节 被子植物的分类 ·····	174
生殖 ·····	142	一、双子叶植物纲代表植物 ·····	174
三、苔藓植物的孢子体 ·····	144	二、单子叶植物纲代表植物 ·····	236
四、苔藓植物的生活史 ·····	144	第四节 被子植物的系统发育及	
第二节 苔藓植物的主要特征代		其分类系统 ·····	253
表植物 ·····	145	一、恩格勒系统 ·····	253
一、地钱属 (<i>Marchantia</i>) ·····	145	二、哈钦松系统 ·····	253
二、葫芦藓属 (<i>Funaria</i>) ·····	147	三、塔赫他间系统 ·····	254
第八章 蕨类植物 ·····	150	四、克郎奎斯特系统 ·····	254
第一节 蕨类植物的主要特征 ···	150	主要参考文献 ·····	269

绪 论

一、植物学

简单地说植物学就是研究植物生命活动规律的科学。植物学的发展是和生产实践分不开的。早期的人类，在采收野生植物中，逐步积累了有关植物的知识。早在 2000 多年前，我国的《诗经》、《尔雅》等书中，已对植物作了描述和归类。希腊人泰奥弗拉斯托斯（Theophrastus）在《植物的历史》一书中描述了 480 种植物。随着农业、牧业、医药知识的发展，积累的植物知识也越来越丰富，并写出了和植物有关的著作，如汉代的《神农本草经》、北魏的《齐民要术》、元代的《农书》、明代的《农政全书》和《本草纲目》、清代的《植物名实图考》等。18 世纪，瑞典植物分类学家林奈（Carol Linnaeus, 1707~1778），完成了他的《植物种志》一书，首次建立了双名命名法和植物的人为分类系统。随着人们积累的植物知识越来越多，逐渐发展起专门研究植物的科学——植物学。现在，植物学已形成许多分支学科。

1. 植物形态学（plant morphology）

研究个体发育和系统发育过程中植物体形态和结构变化规律的科学。其中，研究植物细胞结构和功能的科学，称为植物细胞学；研究植物组织和器官结构的科学，称为植物解剖学；研究植物胚胎结构、发生、发展、分化的科学，称为植物胚胎学。

2. 植物分类学（plant taxonomy）

研究植物类群的分类；鉴定植物、为植物命名、研究植物间的亲缘关系，从而建立植物进化系统的科学。

3. 植物生理学（plant physiology）

研究植物生长发育过程中生理活动规律的科学。基本内容包括植物的水分代谢、植物的矿质营养、植物的光合作用、植物的呼吸作用、植物体内有机物质的运输与分配、植物的生长物质、植物的成花生理、植物的成熟与衰老生理、植物的逆境生理等。

4. 植物生态学（plant ecology）

研究植物与环境间相互关系的科学。即研究环境对植物的影响和植物对环境的影响。

5. 分子植物学（molecular botany）

研究植物生长发育和生理代谢过程的分子基础，即蛋白质、基因的结构和功能及其在植物生长发育和生理代谢过程中的作用。

随着现代生物科学和生物技术的发展，又出现了互相渗透的综合研究，产生了新的植物学分支学科：代谢植物学、细胞及结构植物学、发育植物学、环境植物学、遗传植物学、系统及进化植物学、资源植物学等。学科间的互相交叉渗透是现代植物学发展的特点之一，围绕一个中心问题，采用多种技术，从多方面进行研究。如为了研究某种植物的分类地位，常常采用植物分类学、形态学、胚胎学、细胞生物学、植物化学、植物

生态学、分子植物学等多种研究技术。

二、植物在自然界中的作用及与人类生活的关系

在今天的地球上生存着约 40 万种植物，它们的结构不同、形态各异，适应着各种不同的生活条件。有高达 100 m 的巨大桉树，也有小到几微米的单细胞藻类。有的生活于陆地，有的生活在水中，还有些植物生活在生存条件极其恶劣的南极、北极和沙漠地区。植物是地球上生物圈中最主要的组成部分，在自然界中起着重要作用。

1. 植物的光合作用

绿色植物利用光能，把简单的无机物(二氧化碳和水)合成为糖类，并放出氧气，这一过程称为光合作用(photosynthesis)。光合作用是目前世界上最有效、规模最大的将日光能转化为化学能，并储藏能量的太阳能利用过程。光合作用的产物不仅解决了植物本身的营养和能量需要，同时，也维持了动物和人类营养和能量的需要。从某种意义上讲，没有光合作用也就没有生物界的形成和发展。所以，绿色植物是进行能量流动和物质循环的先行者，对维持整个生物界的生存起着重要作用。除去原子能、地热、水力、日光能以外，人类所用的能量绝大多数直接或间接来源于植物。首先，动物直接或间接食用植物而获得能量的。生活用木材取热，直接来自植物。其次，人类所用的化石能源(煤和石油)也直接或间接来源于古代植物。煤炭是古植物在高温高压下形成的；石油是古动物的尸体在高温高压下形成的，而古动物的大量繁殖和生长则需以植物作为食物。

光合作用进行过程中放出氧气，不断地补充大气中的氧，对改善生活环境有很大作用。因为氧是动、植物和人类呼吸，以及燃烧时所必需的气体。大气中的氧约占 20%，它之所以能保持平衡，这就是绿色植物光合作用所起的作用。

2. 矿化作用

从另一方面看，只有光合作用的积累还完不成物质循环，如果没有从有机物分解成无机物的作用，无机物逐渐减少，有机体就不能重新建成。有机物的分解，主要有两个途径。其一是通过动、植物呼吸作用来进行，其二是通过非绿色植物的参加，如细菌、真菌等对死亡有机体或排泄的有机物进行分解作用，也就是矿化作用。通过这种分解作用，可使复杂的有机物分解为简单的无机物，可以再为绿色植物利用。

光合作用和矿化作用推动自然界的物质循环。在光合作用的过程中，绿色植物以二氧化碳为原料，合成有机物。空气中二氧化碳以容量计，仅为 0.03%。据估计碳按重量计，大气中总含量约 6×10^{10} t。绿色植物每年要用 1.9×10^9 t 碳酸态的碳，如果只使用不补充，大约 30 年，大气中的二氧化碳就将被使用干净。但自从地球出现绿色植物后，二氧化碳逐步有所增加，短期内处于平衡状态。二氧化碳一直不断得到补充，除去地球上物质燃烧，火山爆发，动、植物的呼吸外，主要是依靠非绿色植物，如真菌、细菌等对动、植物尸体的分解所释放出的二氧化碳来补充，完成碳循环。

3. 植物在自然界水土保持中起重要作用

我国是世界上水土流失最严重的国家之一，每年土壤流失量约为 50 亿 t，造成河流淤塞 21 亿 m (图 A)。多年来，我国将植树造林和退耕还林还草作为水土保持的重要生物措施，植物能截留降水、减少地表径流及土壤渗透性，增强土壤抗冲性及抗蚀性，从而有效控制水土流失 (图 B)。



A. 植被破坏水土流失



B. 植被较好水土得到保持

4. 植物为动物生存提供了食物和栖息地

植物在地球表面形成森林、草原等植被，不仅为动物生存提供了食物，而且为动物生存提供了藏身之处，从而为动物生存提供了条件。

5. 植物与人类关系密切

植物已成为人类生活上主要的必需品，如粮食、蔬菜、水果等是由植物直接提供的；肉类、乳类等是植物间接提供的。人类从这些食物中取得了蛋白质、脂肪、淀粉、维生素等营养物质，同时也获得了能量。人类在长期发展过程中不断认识、利用和改造植物资源。包括大米、小麦等粮食作物；苹果、葡萄、柑橘、西瓜等鲜果品；白菜、番茄、黄瓜等蔬菜；此外还有经济作物、中药材等。所以植物与人类生活密切相关。

三、学习植物学的目的和方法

植物学作为基础学科，生命科学类各专业多在大学一年级或二年级开设。其目的在于，一方面通过学习植物学，使学生认识植物的结构和发育过程，认识植物的多样性和各类群植物的主要特征，掌握毕业后从事教学、科学研究和生产所需的植物学基础知识。另一方面，使学生掌握植物学基础知识，为学习后续课程，如植物生理学、遗传学、生态学、进化论、作物栽培学、中草药学、林学等奠定基础。

学习植物学一定要理论联系实际。首先，要联系生活实际，扩大感性认识，初步解决身边的实际问题。其次，要理论课与实验课结合，这样才能丰富、验证感性认识；再次，要联系生产实际，因为植物学自古便来自生产实际，反过来又指导生产实际；开始从简单问题钻研起，培养动手、思考和解决问题的能力。通过学习、阅读，结合实验逐步理解植物学的精髓，多分析、多发现问题，把植物学学活，再结合野外实习、野外调查、动手实验，逐步对所学知识有完整和透彻的理解。

第一篇 种子植物形态解剖学

第一章 植物细胞和组织

第一节 植物细胞的形态结构

一、细胞的发现及细胞学说的建立

1665 年英国人胡克 (Robert Hooke) (图 1-2) 用自制的简易显微镜 (图 1-1) 观察了软木的薄片, 发现其中有许多形状类似蜂窝的小室 (图 1-3)。他把所观察到的类似蜂窝的小室叫做 cell, 中文翻译成“细胞”。这是人类首次发现细胞。



图 1-1 早期使用的显微镜



图 1-2 胡克

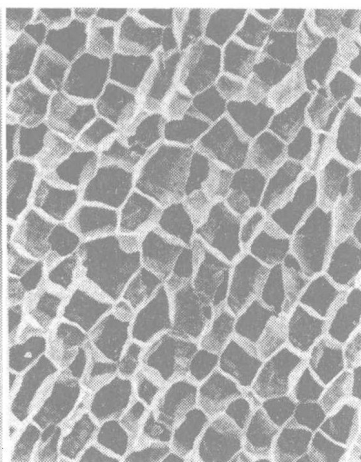


图 1-3 Robert Hooke 观察到的细胞



图 1-4 施来登 (M. J. Schleiden) (1804~1881) —— 细胞学说的建立者之一

其实胡克当年看到的只是栎树皮死细胞的细胞壁。后来荷兰学者列文虎克 (A. V. Leeuwen Hoek), 意大利学者马尔比基 (Malpighi) 等人先后用显微镜观察了不同的动物、植物材料, 逐渐了解到细胞内还有细胞核、细胞质等内容物, 丰富了人们对细胞结构的认识。

1838 年德国植物学家施来登 (M. J. Schleiden) (图 1-4) 指出细胞是构成植物体的基本单位。1839 年德国的动物学家施万 (M. J. Schwann) 指出动物也是由细胞组成的。施万和施来登共同建立了细胞学说, 即一切动物、

植物都是由细胞组成的，细胞是一切动植物的基本单位。

细胞学说的建立，说明了动物和植物的统一性，对现代生物学的发展有重要意义。恩格斯把细胞学说、能量转化和守恒定律、达尔文进化论并列为 19 世纪自然科学上的三大发现。此后，随着显微镜的改进，人们积累了许多细胞学方面的知识。到 20 世纪 50 年代以后，由于电子显微镜的发明和使用，人们发现了细胞内许多更微细的结构，从而细胞生物学的研究取得了一次飞跃性进步（图 1-5）。

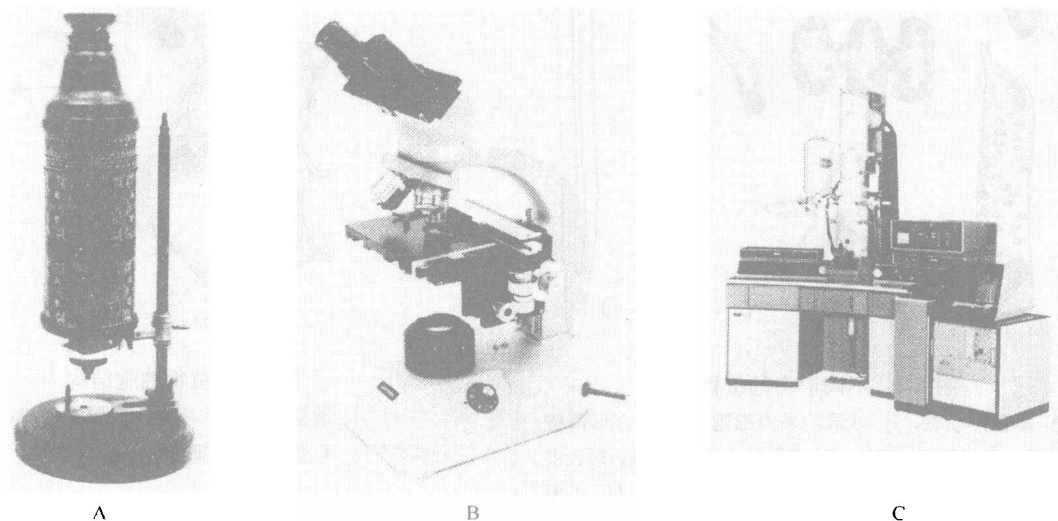


图 1-5 不同类型的显微镜

A. 早期使用的显微镜；B. 现在多数实验室使用的光学显微镜；C. 电子显微镜

二、植物细胞的形状和大小

细胞的形态结构总是与执行的生理机能和生活环境相适应的。在多细胞植物体内，由于细胞在植物体内所执行的生理机能不同，细胞的形状也多种多样。多数细胞为等直径多面体形；而与物质运输有关的细胞呈管状；起支持作用的细胞多呈长梭形，并聚集成束，加强支持作用；位于体表起保护作用的细胞多为形状不规则扁平状（图 1-6）。

一般来说，细胞体积很小，需借助显微镜才能观察到其形态结构。高等植物的细胞直径常在 0.01~0.2 mm，但也常因植物细胞所在植物体中位置不同、执行的生理机能不同，在细胞大小方面差异很大。比较大的细胞，如成熟西瓜的果肉细胞，直径可达 1 mm。苎麻茎的纤维细胞，可长达 200 mm 以上。

三、植物细胞的基本结构

植物细胞由细胞壁（cell wall）和原生质体（protoplast）两部分组成。细胞壁是包被在原生质体外的一层结实的壁层，绝大多数植物细胞都有细胞壁。原生质体由质膜、细胞器和细胞质基质组成，被细胞壁包裹着（图 1-7）。植物细胞中还常有一些储藏物质，称后含物。

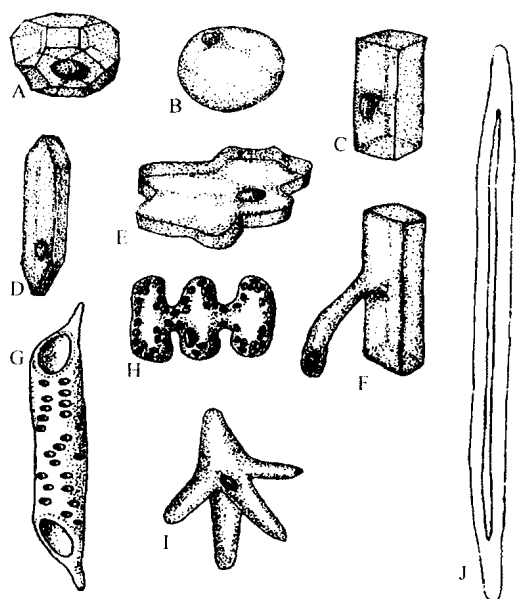


图 1-6 不同形态的植物细胞

A. 多面体细胞; B. 球形的果肉细胞; C. 长方形薄壁细胞; D. 纺锤状细胞; E. 扁平的表皮细胞; F. 根表皮细胞, 细胞壁外突形成根毛; G. 导管细胞; H. 小麦叶肉细胞; I. 星状细胞; J. 纤维细胞

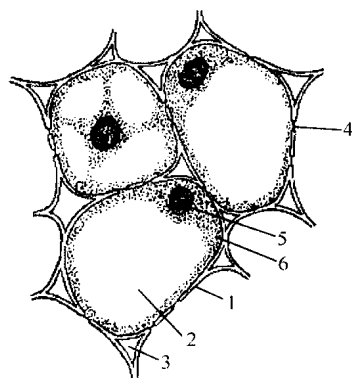


图 1-7 植物细胞结构

1. 细胞壁; 2. 大液泡; 3. 细胞间隙;
4. 纹孔; 5. 细胞核; 6. 细胞质

(一) 细胞壁

细胞壁是植物细胞最外的一层, 也是植物细胞区别于动物细胞的特征之一。细胞壁由原生质体分泌的物质所构成, 保护着原生质体, 并使细胞保持一定的形状。细胞壁对细胞起着机械支持和防止细胞因吸水而被胀破的作用。细胞壁还使植物体具有坚硬性质, 以适合于植物固着的生活方式。

1. 细胞壁的层次

细胞壁根据形成的时间和化学成分的不同, 分为胞间层 (intercellular layer)、初生壁 (primary wall) 和次生壁 (secondary wall) 三层 (图 1-8)。

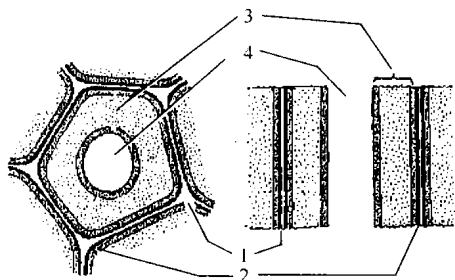


图 1-8 植物细胞壁结构图解

1. 胞间层 (中层); 2. 初生壁;
3. 次生壁; 4. 细胞腔

1) 胞间层

胞间层又叫中层 (middle layer), 是细胞壁的最外层, 位于相邻两细胞之间。它的化学成分主要是果胶质 (pectin)。果胶质是一种无定形胶质, 使多细胞植物的相邻细胞彼此粘连。果胶质可被酸、碱、果胶酶等溶解, 从而导致细胞的相互分离。许多果实, 如苹果、番茄等成熟时, 产生果胶酶, 将果肉细胞的胞间层溶解, 细胞彼此分离, 使果

实变软。

2) 初生壁

初生壁是细胞在停止生长之前,由原生质体分泌形成的细胞壁层,位于胞间层内侧。它的主要成分是纤维素、半纤维素和果胶质。初生壁一般较薄,约 $1\sim 3\ \mu\text{m}$,能随细胞生长而扩大。许多细胞在停止生长后,细胞壁不再加厚,初生壁便成为它们永久的细胞壁,例如,分生组织细胞和大多数薄壁组织细胞就只有初生壁和胞间层。

3) 次生壁

一些细胞在停止生长后,在初生壁内侧继续沉积纤维素、半纤维素等物质,形成次生壁。次生壁的成分主要是纤维素和少量的半纤维素。另外,在次生壁中还常常含有木质素(lignin),木质素具有较大的硬度,木质素的存在增加了细胞壁的硬度。因此,植物体内起支持作用的细胞,以及起输导作用的细胞,往往形成次生壁,以增加其机械强度。次生壁较厚,一般为 $5\sim 10\ \mu\text{m}$ 。

2. 胞间连丝与纹孔

细胞壁并不是均匀增厚的,在细胞壁上有一些区域的细胞壁较薄,形成凹陷,细胞壁上的这些凹陷称纹孔(pit)(图 1-9)。相邻细胞在同一点上往往也形成纹孔,所以纹孔通常是成对的,这种成对的纹孔称为纹孔对(pit pair)。纹孔由纹孔腔(pit cavity)和纹孔膜(pit membrane)两部分构成。纹孔的凹陷部分叫纹孔腔,纹孔对之间的一层薄膜称纹孔膜。纹孔膜是由中层和其两侧厚度比较薄的初生壁共同构成的,纹孔膜上有许多小孔。因此,纹孔并不是细胞壁上没有任何屏障的孔洞(图 1-10)。纹孔可根据细胞壁增厚的情况分为两种类型,即单纹孔(simple pit)和具缘纹孔(bordered pit)。单纹孔的纹孔腔从外到内的直径一般是相等的,为直筒形;具缘纹孔的细胞壁拱起覆盖在纹孔腔之上,中间有一开口,这种拱起的细胞壁称纹孔缘(pit border)。

纹孔膜上有许多小孔,这些小孔中间有原生质细丝通过,相邻细胞的原生质体通过这些原生质细丝相连,这些穿过细胞壁沟通相邻细胞的原生质细丝称胞间连丝(plasmodesmata)(图 1-11)。需要强调的是不仅在细胞壁的纹孔有胞间连丝通过,在细胞壁的其他部位也有少量的胞间连丝。不过纹孔内的胞间连丝比同面积细胞壁上的胞间连丝要多很多。胞间连丝是细胞间物质和信息传递的桥梁,使多细胞植物体成为一个有机的整体。

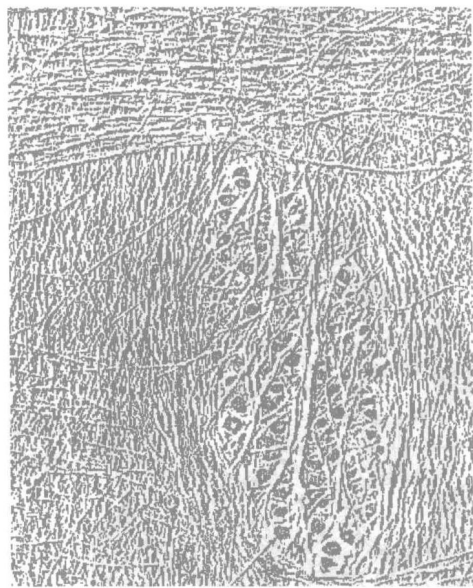


图 1-9 电子显微镜下植物细胞壁平面观
微纤丝纵横交错排列,细胞壁上的
椭圆形凹陷是纹孔

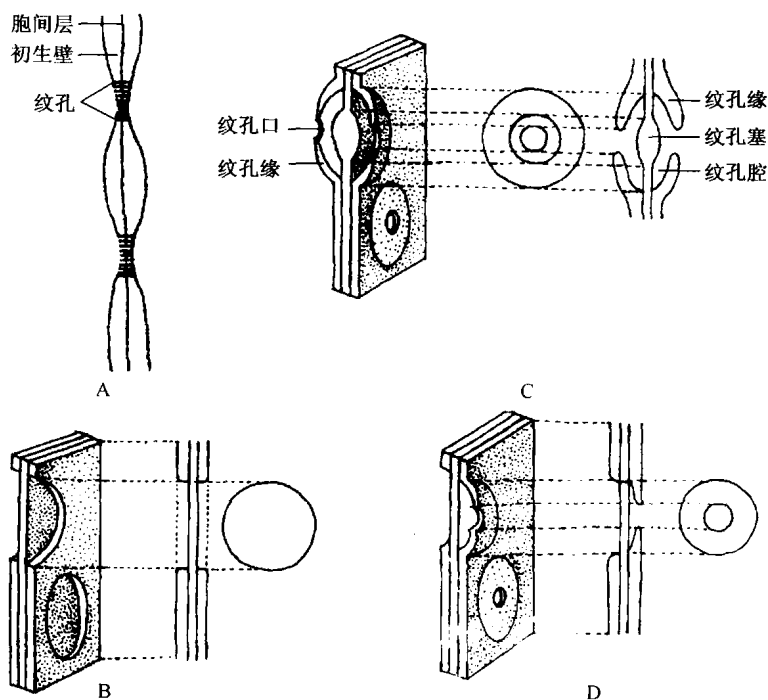


图 1-10 两种类型的纹孔

A. 单纹孔（具胞间连丝）；B. 单纹孔；C. 具缘纹孔；D. 半缘纹孔

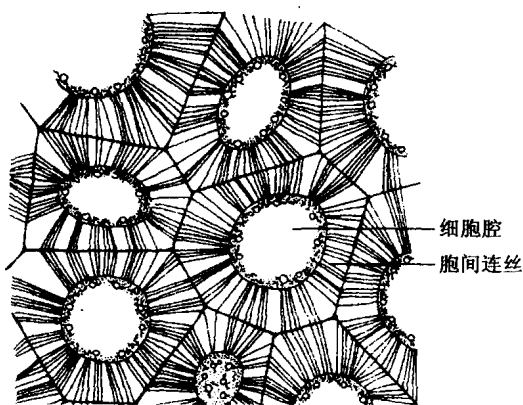


图 1-11 柿胚乳细胞（示胞间连丝）

（二）原生质体

细胞内有生命的物质叫原生质（protoplasm），一个细胞内的原生质叫做原生质体（protoplast），它是细胞进行各类代谢活动的主要场所，是细胞中最重要的部分。原生质体可分为质膜、细胞器、胞基质三部分。

1. 质膜

质膜即原生质膜（plasma membrane），是细胞原生质体最外面的一层膜，与细胞壁接触。

在电子显微镜下观察质膜的横切面，质膜显示出暗—亮—暗三条带，两侧的暗带为蛋白质，厚度约 2 nm，中间的亮带为脂双层分子，厚度约 3.5 nm，脂双层是质膜的骨架，由两层磷脂类分子组成。两层磷脂分子以非极性的疏水尾部相对，具有极性的头部朝向脂双层表面。脂双层两侧的蛋白质的分布具有不对称性，有的结合在脂双层分子的表面，有的嵌入脂双层，有的横跨脂双分子层。膜蛋白和膜脂双层均可在一定程度上侧向运动。以上关于膜结构的看法是 1972 年由 S. J. Singer 和 G. Nicolson 提出的膜的流动镶嵌模型学说（fluid mosaic model）（图 1-12）。关于膜的结构还有其他学说，但目前流动镶嵌模型得到了较广泛的承认。

真核细胞内部存在着由膜围绕构建的各种细胞器，细胞内的膜系统与质膜具有共同的结构特征。质膜位于原生质体的最外层，为细胞的生命活动提供相对稳定的内环境；质膜具有选择透性，可以有选择性地物质运输，能控制细胞和环境之间的物质交换；此外，质膜在细胞识别、细胞内外信息传递等过程中具有重要作用。

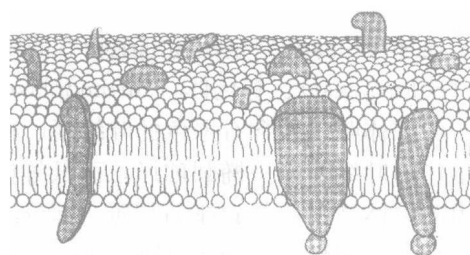


图 1-12 膜的流动镶嵌模型

2. 细胞质

质膜以内为细胞质 (cytoplasm)，细胞质由细胞器和细胞质基质组成，细胞器包埋在细胞质基质当中。

1) 细胞器

细胞器是 (organelle) 是细胞质中具有一定结构和功能的微结构，包括细胞核、质体、线粒体、内质网、高尔基体、溶酶体、微体、液泡、细胞骨架等。

A. 细胞核

细胞核 (nucleus) 是真核细胞内最大、最重要的细胞器，一般细胞内只有一个核。在年幼的植物细胞内，细胞核位于细胞的中央。在细胞成熟过程中，由于中央大液泡的形成，细胞核逐渐被挤向细胞壁。细胞核主要由核被膜、染色质、核仁、核基质组成 (图 1-13)。

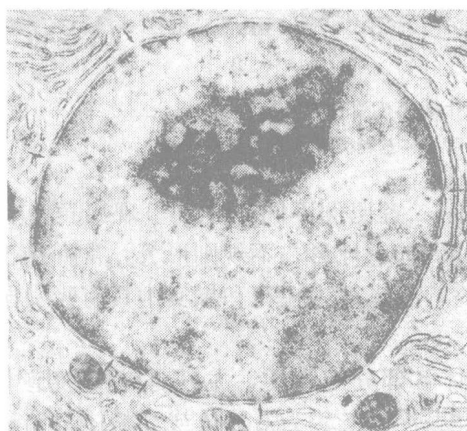


图 1-13 细胞核

核膜 (nuclear envelope) 位于细胞核的最外层，由内外两层平行但不连续的膜组成。核膜上的孔称核孔 (nuclear pore)，是内、外核膜在某些部位相互融合形成的环状开口。核孔是细胞核内外物质交换的通道。核孔在核膜上的数量、分布密度以及分布形式与细胞类型、细胞核功能状态有关。

染色质 (chromatin) 是细胞核内能被一些染料强烈着色的物质，是由 DNA、组蛋白、非组蛋白及少量的 RNA 组成的细丝状结构，是遗传物质的载体。

核仁 (nucleolus) 是细胞核内非常显著的结核，呈球状，无膜包被，1 个或多个，是 rRNA 合成、加工和核糖体亚单位的装配场所。

核基质 (nuclear matrix) 是细胞核内除染色质和核仁外的一个以蛋白质成分为主的网架结构体系，布满细胞核中。核基质是核的支架，因此，核基质又叫核骨架 (nuclear skeleton)，核基质与 DNA 复制、基因表达和染色体包装与构建有密切关系。

细胞核的功能非常重要，一般情况下一个除去核的细胞不久就会死亡。细胞核是细胞遗传信息的储存场所，基因的复制、转录和转录初产物的加工过程都在细胞核内进行，因而细胞核是细胞遗传与代谢的调控中心。

B. 质体

质体(plastid)是植物细胞特有的细胞器,根据所含色素的不同,可将其分为叶绿体(chloroplast)、有色体(chromoplast)和白色体(leucoplast)三种类型。

叶绿体含有绿色的叶绿素、橘红色的胡萝卜素和黄色的叶黄素三类色素。高等植物的叶绿体多呈椭圆球形,而低等植物藻类中,叶绿体有杯状、带状等形状。叶绿体由叶绿体被膜、类囊体和基质三部分组成。叶绿体被膜为双层膜,叶绿体内部充满基质,在基质间悬浮着复杂的膜系统。其中,有由膜构成的圆盘形的扁囊,称类囊体(thylakoid),一些类囊体叠置成垛,称为基粒(granum)。这些组成基粒的类囊体,称基粒类囊体(granum thylakoid)。而有些类囊体贯穿在两个或两个以上基粒之间,没有发生垛叠,这些类囊体称基质类囊体(图 1-14)。叶绿体的主要功能是进行光合作用,存在于植物的绿色细胞中,每个细胞可以有几个到几十个。

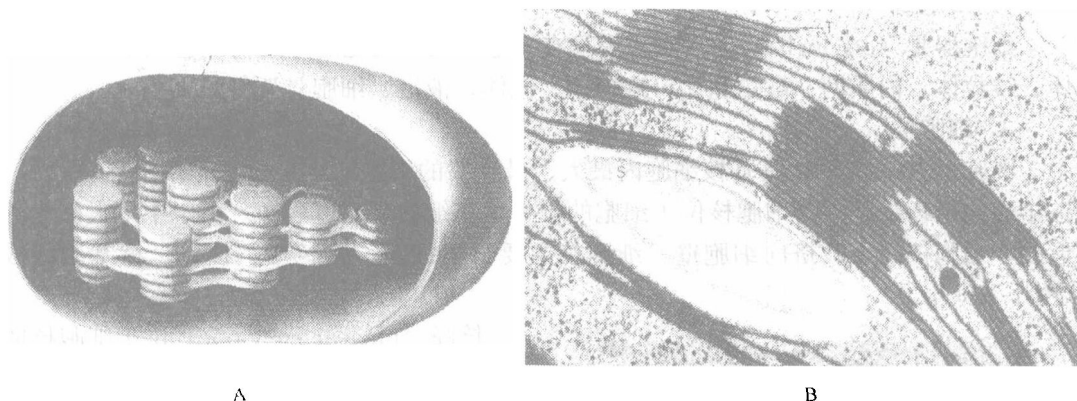


图 1-14 电子显微镜下叶绿体内部结构

A. 叶绿体结构模式图; B. 电子显微镜下叶绿体基粒类囊体和基质类囊体

有色体只含有胡萝卜素和叶黄素,因二者比例不同,分别呈现出黄色、橘黄、红色等一系列颜色。有色体形状有多种,如针形、球形、不规则形等,常存在于果实、花瓣等部位。有色体的生理功能还不很清楚,有人认为在花和果实中具有吸引昆虫和其他动物,帮助植物传粉和传播种子的作用。

白色体不含色素,普遍存在于植物体各部分细胞中,尤其是储藏细胞中较多。根据白色体储藏物质的不同可分为三类:储藏淀粉的称为造粉体或淀粉体,储藏蛋白质的称为蛋白体,储藏脂类的称为造油体。

在个体发育中,质体是由前质体分化而来的。前质体存在于顶端分生组织的细胞中,由双层膜包被,内部为均匀的基质,无类囊体。前质体的发育主要与光照条件有关,在光照条件下,由前质体内膜内折形成的小泡或小管连接成链状,继而与内膜断开,在基质中逐渐生长、融合与重排,形成扁平的小囊,即基质类囊体。有的部位扁平囊叠置成多层,组成了基粒,前质体即发育成了叶绿体。在黑暗条件下,内膜内折形成的小泡变成小管状,并相互连接构成三维晶格结构,前质体即发育成了白色体。有色体一般认为不是由前质体直接发育而来的,是由白色体或叶绿体转化而成的。白色体受到光照后,发育形成叶绿体,叶绿体失去叶绿素后,就转成了有色体。发育中番茄果实颜

色的变化，正好反映了这一过程。在果实发育初期，只含白色体，之后白色体转化成了叶绿体，最后，果实成熟时，叶绿体转化成了有色体，因此，番茄果色从白色变成绿色，最后成为红色。

C. 线粒体

线粒体 (mitochondria) 多呈线状和颗粒状，直径为 $0.5\sim 1\ \mu\text{m}$ ，长 $1.5\sim 3.0\ \mu\text{m}$ 。在光学显微镜下，经特殊染色才能看到。线粒体的形态、大小和数量，因细胞不同而变化，代谢活跃的细胞，线粒体大且数量多，如分泌细胞。

在电子显微镜下观察，线粒体由双层膜包裹着，即外膜和内膜，膜内充满基质，基质内有许多由内膜向内折叠形成的管状或褶皱状构造，叫做嵴 (cristae)。嵴的形成使内膜的表面积大大扩增。线粒体是细胞进行呼吸作用的场所，为细胞生命活动提供直接能量 (图 1-15)。

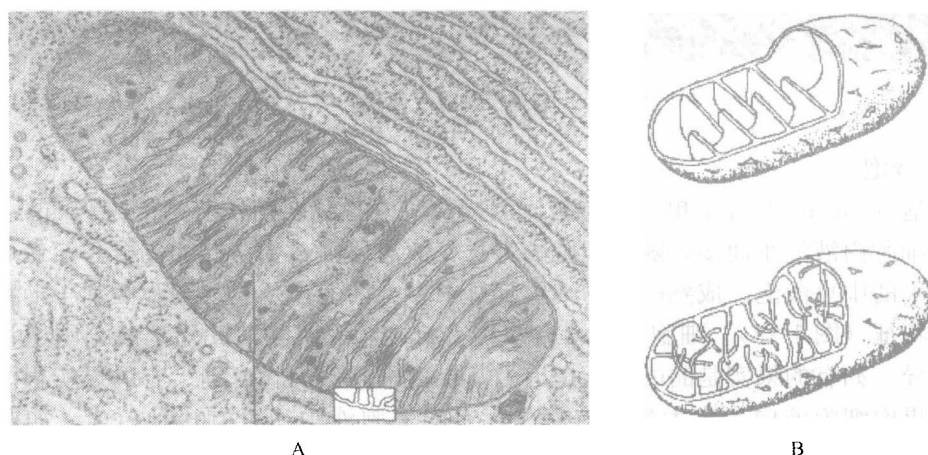


图 1-15 线粒体内部结构

A. 电子显微镜下线粒体内部结构；B. 线粒体内部结构示意图

D. 内质网

内质网 (endoplasmic reticulum, ER) 是由膜所围成的管状或囊状腔而构成的互相沟通的网状结构。内质网有光滑内质网 (smooth endoplasmic reticulum, sER) 和粗糙内质网 (rough endoplasmic reticulum, rER) 两种类型 (图 1-16)。

粗糙内质网多呈扁囊状，排列较为整齐，因其膜的外表面分布着大量的核糖体而得名。内质网与核糖体形成复合机能结构，其主要功能是合成并运输蛋白质。光滑内质网的表面没有核糖体结合，多为分支的管状，是脂质合成的场所。

E. 高尔基体

高尔基体 (Golgi body) 又叫高尔基器 (Golgi apparatus) 或高尔基复合体 (Golgi complex)，由叠在一起的扁平的囊和其周围大量的囊泡所组成，分泌活动旺盛的细胞，高尔基体丰富 (图 1-17)。

高尔基体的主要功能是加工与分泌从内质网运送来的蛋白质、脂质；另外高尔基体也参与植物细胞中多糖的合成和分泌。植物细胞分裂时，新的细胞膜和细胞壁的形成，都有高尔基体的参与。