



生物科学专业 **6+x** 简明教程系列

BOTANY

植 物 学

赵建成 李 敏 梁建萍◎主编



科学出版社

生物科学专业“6+X”简明教程系列

植 物 学

赵建成 李 敏 梁建萍 主编

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书系统介绍了种子植物形态解剖、植物界系统和被子植物分类等内容。全书共7章,分别为植物细胞、植物组织、种子植物的营养器官、种子植物的繁殖器官、植物分类学概述、植物界的各大类群和被子植物分类。每章后附有小结、思考题,书后附有参考文献和重要网站。

本书可用作高等师范院校、高等农林院校及综合性大学的植物学教材,也可供其他教学科研人员及中学生物学教师参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

植物学/赵建成,李敏,梁建萍主编. —北京:科学出版社,2013
生物科学专业“6+X”简明教程系列
ISBN 978-7-03-036310-7

I. ①植… II. ①赵… ②李… ③梁… III. ①植物学-教材 IV. ①Q94

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 001345 号

责任编辑:王国栋 刘 丹 贺窖青 / 责任校对:包志虹
责任印制:阎 磊 / 封面设计:迷底书装

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>

新科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013年2月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2013年2月第一次印刷 印张:20 1/2

字数:519 000

定价:46.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《植物学》编委会名单

主 编 赵建成 李 敏 梁建萍

副主编 李 琳

编 委 (按姓氏汉语拼音排序)

董建新 韩留福 胡变芳 黄士良

冀瑞萍 李 琳 李 敏 梁红柱

梁建萍 刘亚令 牛玉璐 王建书

王晓蕊 赵 昕 赵建成

前 言

植物学作为高等院校生命科学、农林及相关专业的必修基础课程之一，主要包括种子植物形态解剖、植物界系统和被子植物分类三部分内容。植物学是在大学低年级开设的重要课程之一，其目的在于使学生尽早学习植物学的基础知识、基本概念，掌握植物学研究的基本技术和方法，一方面为学生学好后续相关课程（如植物生理学、植物遗传学、植物生态学、植物资源学、农林牧各专业课程，以及保护生物学、生物进化论、生物技术等）打下坚实的基础，另一方面也为植物学科相关课程（如植物解剖学、植物分类学、藻类学、苔藓植物学、蕨类植物学等，以及树木学、种子科学、生态学、草坪学、园艺花卉学、中草药栽培等）的深入学习和研究奠定基础，或作为这些方向学习和研究的前期课程。人们常说“基础不牢，地动山摇”，可见植物学教学所处的重要地位。此外，从植物学的应用领域来看，植物学与人类的生活、国民经济的发展密切相关，人类的衣、食、住、行以及药物、工业原料等很大部分都来源于资源植物。今天，世界上的粮食、资源、能源、环境、生态和人口等问题无一不与植物学研究的内容有关。目前，我国把生态文明建设放在突出地位，融入经济建设、政治建设、文化建设、社会建设的各方面和全过程，在努力建设美丽中国的历史进程中，掌握扎实的植物学知识必将大有用武之地。

作为生命科学传统课程之一的植物学，各种版本各具特色的教材已有很多。但随着科学的快速发展，研究内容和领域不断扩展，植物学课程内容也在不断更新，而多数高校植物学课时又在不断缩减，在课时偏紧的情况下优化教学内容，使学生打好基础，提高教学质量，亟需一本适应学科发展及适应当前教学改革要求的新教材，这是科学出版社组织编写简明版植物学教材的目的所在。本书的编写组由长期从事植物学教学的骨干教师组成，编写人员根据多年的教学和科研实践，结合本科生的培养目标，本着“精炼内容、突出重点、加强基础知识和实践、开阔视野”的原则，尽量做到符合多数高等院校对植物学课程目标任务的教学需求。

本书的突出特点有以下几点。①内容精炼，删繁就简。根据目前植物学课时所限的实际情况，力求把植物学的基础理论、基本知识与方法介绍给读者，同时提供较丰富的参考文献及网站，以供教师高效讲授植物学知识，学有余力的学生参考、扩展或深入解读。为此，删去了以往教材内容过多、过细，但因课时所限教师又不去讲解的繁琐内容。②突出重点。内容精炼之后，在有限的课时内，使教师有充足的时间讲解植物学的重点内容，有利于学生掌握重点和消化其中的难点。③紧密联系实际和科研、生产实践。书中内容紧密联系实际，举例介绍的植物多为常见、广布或习见栽培种类，使学生在学习中消除神秘感和陌生感，对老师讲解的植物产生共鸣和亲切感，提高学生的学习兴趣，引发学生主动亲近、关注、观察身边的植物，进而使学生投入较高的热情学习植物学方法和理论，树立探索植物界奥秘、掌握植物学知识，为国家、为人类服务的信念。④开阔视野，尽量反映植物学的新进展。植物学科研领域日新月异，本书选择性地介绍了2011年在澳大利亚墨尔本举行的第18届国际植物学大会（XVIII International Botanical Congress）关于《国际植物命名法规》（*International Code of Botanical Nomenclature*）的主要变化，简要介绍了中国植物学家张宏达教授的种

子植物系统、吴征镒院士的被子植物八纲分类系统等内容，以便扩展学生学习的思路，起到抛砖引玉的作用。

本书由赵建成、李敏、梁建萍任主编，李琳任副主编。第一章“植物细胞”由赵昕编写；第二章“植物组织”由刘亚令编写；第三章“种子植物的营养器官”由梁建萍编写；第四章“种子植物的繁殖器官”由韩留福、刘亚令编写；第五章“植物分类学概述”由赵建成、李敏编写；第六章“植物界的各大类群”中的“藻类植物”由胡变芳编写，“菌类”由赵昕编写，“地衣门”由韩留福编写，“苔藓植物门”由赵建成、李敏编写，“蕨类植物门”由王晓蕊编写，“裸子植物门、被子植物门”由黄士良编写；第七章“被子植物分类”由赵建成、李敏、李琳、梁红柱、牛玉璐、董建新（荨麻目至蓼目）、刘亚令（菊亚纲）、王建书（禾本科等）和冀瑞萍（百合科、兰科）编写。全书由赵建成、李敏、梁建萍和李琳负责统稿，最后由赵建成定稿。

河北师范大学植物学专业的研究生赵胜辉、肖明轩、陈霜、赵旭、刘凯良、康英、田明霞、丁明慧、芦净、李颖、高文学、石露露、周鹏鹏、闫小敏等参与插图绘制和校对等工作，张娅娅、王婵娟、刘文霞参加部分校对。我们在全书的编写过程中参考了国内外大量的文献资料，吸收和采纳了一些新近的研究成果。其中，除了编者自绘的植物图版外，也参考和仿绘了一些优秀教科书、植物志的图（见“主要参考文献”），在此谨向原图作者深表敬意和感谢！本书的编写得到河北师范大学教学改革课题的资助，河北师范大学教务处给予支持和鼓励，科学出版社王国栋、席慧编辑始终关注本书的编写和出版，刘丹编辑对全稿进行了认真的审阅和校改，并提出诸多有益的修改建议。本书编者对上述单位和个人的帮助及所付出的辛勤劳动，在此一并表示诚挚的谢意！

作为教材，本书尽管在科学性、系统性、前瞻性等方面做出了很大努力，力求完美，但限于水平和时间，加之编者人数较多，书中难免存在不足和疏漏之处，我们真诚欢迎使用本书的师生和读者给予批评指正。

编 者

2012年11月

目 录

第一章 植物细胞	1	九、根瘤和菌根	46
第一节 植物细胞的结构与功能	1	第二节 茎	48
一、细胞是构成植物体的基本单位	1	一、茎的生理功能和经济价值	48
二、植物细胞的形状和大小	1	二、茎的形态	49
三、植物细胞的结构	2	三、茎的发育	52
四、植物细胞的后含物	10	四、茎的初生结构	53
五、真核细胞和原核细胞	11	五、茎的次生生长和次生结构	56
第二节 植物细胞的繁殖	12	六、茎的变态	61
一、细胞分裂方式	12	第三节 叶	63
二、细胞分裂的方向	16	一、叶的生理功能和经济价值	63
第三节 植物细胞的生长和分化	16	二、叶的形态	63
一、植物细胞的生长	16	三、叶的发育	68
二、植物细胞的分化	17	四、叶的结构	69
小结	17	五、叶的生态类型	72
思考题	18	六、落叶与离层	73
第二章 植物组织	19	七、叶的变态	74
第一节 植物组织的概念和类型	19	第四节 营养器官间的相互联系	75
一、植物组织的概念	19	一、营养器官之间维管组织的联系	75
二、植物组织的类型	19	二、营养器官在植物生长中的相关性	77
第二节 植物组织系统	32	小结	77
小结	32	思考题	79
思考题	33	第四章 种子植物的繁殖器官	81
第三章 种子植物的营养器官	35	第一节 繁殖的概念和类型	81
第一节 根	35	一、繁殖的概念	81
一、根的生理功能和经济价值	35	二、繁殖的类型	81
二、根和根系的类型	36	第二节 花	82
三、根的发育	37	一、花的概念和花的组成	82
四、根尖的构造	38	二、禾本科植物的花	87
五、根的初生结构	40	三、花程式和花图式	88
六、侧根的形成	42	四、花序	89
七、根的次生结构	42	第三节 雄蕊的发育和结构	91
八、根的变态	44	一、花药的发育	91
		二、小孢子的形成	92

三、花粉粒的发育和形态结构	93	六、褐藻门	145
第四节 雌蕊的发育和结构	94	七、藻类植物的演化	147
一、胚珠的发育	95	八、藻类植物的资源利用	149
二、胚囊的发育和结构	96	第二节 菌类	150
第五节 开花、传粉与受精	98	一、细菌门	151
一、开花	98	二、黏菌门	152
二、传粉	98	三、真菌门	153
三、受精	99	第三节 地衣门	168
第六节 种子	102	一、地衣的基本特征	168
一、种子的结构	102	二、地衣的形态和构造	168
二、种子的形成	104	三、地衣的繁殖	170
三、种子的萌发和幼苗的形成	109	四、地衣的分类及代表类群	171
第七节 果实	111	五、地衣在自然界中的作用及资源利用	171
一、果实的形成和类型	111	第四节 苔藓植物门	173
二、果实和种子对传播的适应	116	一、苔藓植物的一般特征	173
小结	118	二、苔藓植物的分类	175
思考题	119	三、苔藓植物的起源与演化	180
第五章 植物分类学概述	120	四、苔藓植物在自然界中的作用及其资源利用	180
第一节 植物分类的历史	120	第五节 蕨类植物门	182
一、人为分类系统时期	120	一、维管植物	182
二、进化论前的自然系统时期	121	二、蕨类植物的基本特征	183
三、系统发育系统时期	121	三、蕨类植物的分类及代表类群	186
第二节 植物分类等级及命名	122	四、蕨类植物的起源和演化	198
一、植物分类等级	122	五、蕨类植物在自然界中的作用及资源利用	199
二、植物的物种命名	123	第六节 裸子植物门	200
第三节 植物的鉴定与描述	125	一、裸子植物的特征	201
一、植物检索表	125	二、裸子植物的生活史	202
二、植物分类学文献	126	三、裸子植物的分类和代表植物	204
小结	128	四、裸子植物的发生和演化	210
思考题	128	五、裸子植物的资源利用价值	210
第六章 植物界的各大类群	129	第七节 被子植物门	212
第一节 藻类植物	129	一、被子植物的一般特征	212
一、藻类植物概述	129	二、被子植物的生活史	213
二、蓝藻门	130	三、被子植物分类的原则	214
三、硅藻门	133	小结	215
四、绿藻门	136		
五、红藻门	142		

思考题	217	三、鸭跖草亚纲	287
第七章 被子植物分类	219	四、姜亚纲	297
第一节 双子叶植物纲 (木兰纲)	219	五、百合亚纲	298
.....	219	第三节 被子植物的起源与系统发育	307
一、木兰亚纲	219		307
二、金缕梅亚纲	224	一、被子植物的祖先	307
三、石竹亚纲	231	二、被子植物的发生时间	308
四、五桠果亚纲	237	三、被子植物的发生地点	308
五、蔷薇亚纲	247	四、被子植物的主要分类系统	308
六、菊亚纲	268	小结	311
第二节 单子叶植物纲 (百合纲)	280	思考题	311
.....	280	主要参考文献	313
一、泽泻亚纲	280		
二、槟榔亚纲	281		

第一章 植物细胞

第一节 植物细胞的结构与功能

一、细胞是构成植物体的基本单位

细胞是植物体结构和功能的基本单位，一切植物体均由细胞组成。单细胞植物体仅由一个细胞组成，一切生命活动都由这一个细胞来完成。多细胞植物体由许多形态和功能不同的细胞组成；各个细胞有着一定的分工，各自行使特定的功能；同时，细胞之间又密切联系，相互依存，彼此协作，共同完成各种生命活动。

1665年，英国学者胡克（R. Hooke）用自制的显微镜观察了软木片，并用“细胞”（cell）称呼他所看到的蜂巢状封闭小室，而实际上他所看到的只是纤维质的细胞壁。1838~1839年，德国植物学家施莱登（M. J. Schleiden）和动物学家施旺（T. Schwann）根据他们两人以及前人的研究成果，共同提出：一切动植物体都由细胞组成；细胞是一切动植物的基本单位。这就是著名的细胞学说（cell theory）。

20世纪40年代以来，电子显微镜的研制成功，突破了光学显微镜分辨率的局限性，揭示了细胞新的微观世界——超微结构。同时，细胞匀浆、超速离心、同位素示踪等生化技术在细胞学研究上的运用，使人们对细胞的结构及其与功能间的关系以及细胞的发育有了更深入的理解。随后，利用组织培养技术把植物离体细胞培养成完整的植株，进一步说明细胞是一个独立的个体，具有遗传上的全能性。

二、植物细胞的形状和大小

1. 植物细胞的形状

植物细胞的形状多种多样，有球状体、多面体、纺锤形和柱状体等（图1-1）。

单细胞藻类植物和细菌等游离生活的细胞常呈球形；多细胞植物体内，由于细胞相互挤压而呈不规则的多面体形；输送水分和养料的导管分子和筛管分子细胞呈长柱形，并连接成相通的“管道”，利于物质的运输；起支持作用的纤维细胞呈长纺锤形；幼根表面吸收水分的表皮细胞，向土壤伸出细管状突起（根毛），以扩大吸收表面积。细胞形状的多样性，体现了细胞形态与

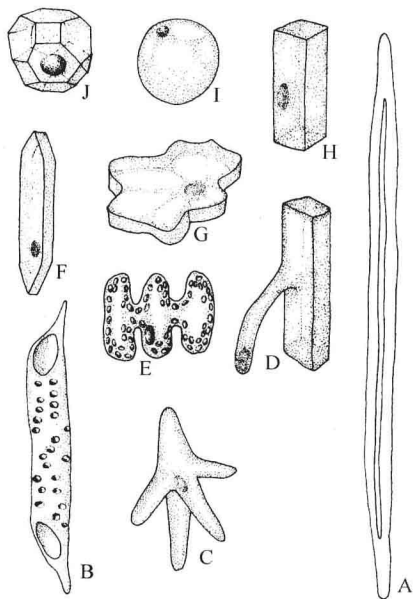


图 1-1 种子植物各种形状的细胞

- A. 细长的纤维；B. 管状的导管分子；C. 星状细胞；
D. 根毛细胞；E. 波状的小麦叶肉细胞；F. 纺锤形细胞；
G. 扁平的表皮细胞；H. 长方形的木薄壁细胞；
I. 球形的果肉细胞；J. 十四面体的细胞

功能的相互适应。

2. 植物细胞的大小

一般来说,植物细胞的体积很小。种子植物细胞的直径一般为 $10\sim 100\ \mu\text{m}$,需借助显微镜才能观察到。少数植物的细胞较大,如番茄 (*Solanum lycopersicum* L.) 和西瓜 [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansfeld] 的成熟果肉细胞,直径可达 $1\ \text{mm}$,肉眼可以分辨;苧麻 [*Boehmeria nivea* (Linn.) Gaudich.] 茎中的纤维细胞,最长可达 $550\ \text{mm}$,但这些细胞的横向直径仍很小。

细胞体积小的原因是小物体的相对表面积较大。细胞与外界的物质交换是通过表面进行的,如果细胞很大,相对表面积则小,细胞内外的物质运输、信息传递等生命活动就难以完成。

三、植物细胞的结构

植物细胞由细胞壁 (cell wall) 和原生质体 (protoplast) 两部分组成。原生质体包括质膜 (plasma membrane)、细胞质 (cytoplasm)、细胞核 (nucleus) 等结构,是细胞进行代谢活动的场所。组成原生质体的物质称为原生质 (protoplasm),由水、无机盐等无机物以及糖类、蛋白质、脂质、核酸、维生素等有机物组成。

光学显微镜下,可以很容易的观察到植物细胞的细胞壁、细胞质、细胞核等结构,用一定的方法制备样品,也可以观察到高尔基体 (Golgi apparatus)、线粒体 (mitochondrion) 等细胞器,这些可在光学显微镜下观察到的结构称为显微结构 (microscopic structure);而有的结构必须借助电子显微镜才能看到,这种在电子显微镜下才能观察到的细胞内的精细结构称为亚显微结构 (submicroscopic structure) 或超微结构 (ultrastructure) (图 1-2)。

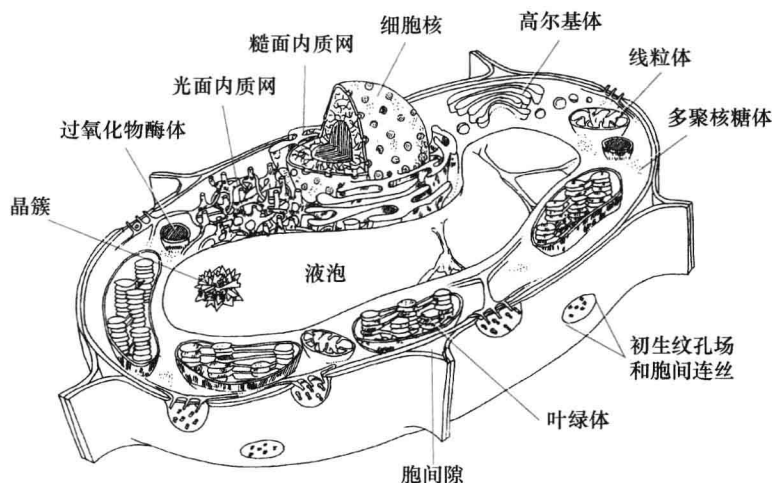


图 1-2 植物细胞结构图解

(一) 细胞壁

细胞壁是包围在植物细胞原生质体外面的具有一定硬度和弹性的结构,它使细胞保持一定的形态,并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、液泡和质体的存在是植物细胞与动物细胞的三大区别特征。

1. 细胞壁的化学成分

细胞壁最主要的化学成分是纤维素 (cellulose),与纤维素结合存在于细胞壁中的其他

化合物还有果胶质 (pectin) 和半纤维素 (hemicellulose) 等。由于这些化合物都是亲水性的, 因此, 细胞壁中一般含有较多的水分, 溶于水中的物质都能随水透过细胞壁。

电子显微镜下观察, 细胞壁就是由纤维素分子束聚合成的微纤丝 (microfibril) 构成的网状结构, 其他的细胞壁物质 (果胶质、半纤维素、木质、栓质等) 填充于微纤丝“网”的空隙中。微纤丝再聚集成较粗的纤丝称为大纤丝 (macrofibril), 这种大纤丝可以在光学显微镜下看到。成熟细胞中, 不同细胞壁层的微纤丝排列方向不同, 这大大增强了细胞壁的坚固性。

2. 细胞壁的层次

根据形成时间和化学成分的不同, 细胞壁可分为 3 层: 胞间层 (intercellular layer)、初生壁 (primary wall) 和次生壁 (secondary wall) (图 1-3)。

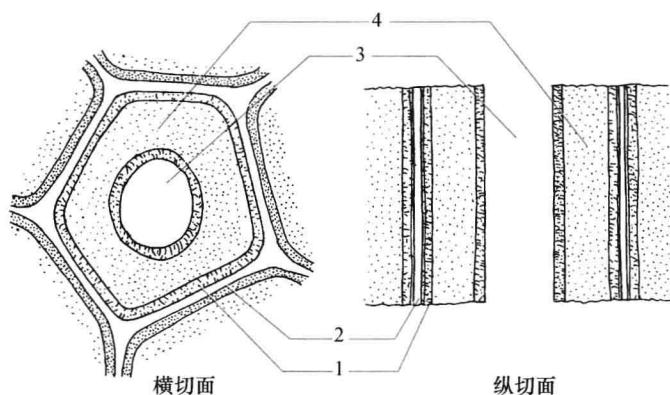


图 1-3 细胞壁结构图

1. 初生壁; 2. 胞间层; 3. 细胞腔; 4. 3 层的次生壁

(1) 胞间层

胞间层又称为中层, 存在于细胞壁的最外面, 是相邻细胞共有的一层薄膜, 使相邻细胞彼此粘连。胞间层在细胞分裂产生新细胞时形成, 主要成分是果胶质。果胶质极易被果胶酶等分解, 因此, 果实成熟时, 产生的果胶酶使果肉细胞离散, 果实变软。某些真菌能分泌果胶酶溶解胞间层, 侵入植物体。

3 个或 3 个以上细胞接触处的胞间层常劈裂为二, 从而使相邻的细胞局部互相分离。在分离处形成的空隙, 称为细胞间隙 (intercellular space)。在植物体内, 细胞间隙是互相沟通的, 它形成了一个贯穿整个植物体的细胞间隙系统 (intercellular space system), 最后与气孔 (或皮孔) 相连。这个系统保证了每一个生活的细胞得以进行生活所必需的气体交换。

(2) 初生壁

初生壁是在细胞生长过程中形成的壁层, 存在于胞间层内侧, 一般较薄, 厚度为 $1\sim 3\ \mu\text{m}$, 主要成分是纤维素、果胶质和半纤维素。初生壁质地柔软, 有较大的延展性, 能随细胞的生长而扩大。分裂活动旺盛的细胞、进行光合作用的细胞和分泌细胞都仅有初生壁。

(3) 次生壁

次生壁是细胞停止生长后, 在初生壁内侧继续不均匀加厚形成的壁层。次生壁较厚, 一般为 $5\sim 10\ \mu\text{m}$ 。主要成分是纤维素, 含有少量的半纤维素, 并常含有木质素。所以, 次生壁比初生壁坚韧, 能增强机械支持作用, 但其延展性差。光学显微镜下, 有些细胞的次生壁可以显出折光率不同的 3 层: 外层、中层和内层。

因此，一个典型的厚壁细胞（如纤维或石细胞）的细胞壁可看到 5 层结构：胞间层、初生壁和 3 层次生壁。

3. 纹孔和胞间连丝

细胞的初生壁上有一些明显的凹陷区域，称为初生纹孔场（primary pit field）。初生纹孔场上有一些小孔，一些原生质细丝从此穿过，并与相邻细胞的原生质体相连。这种穿过细胞壁、沟通相邻细胞的原生质细丝称为胞间连丝（plasmodesma）。

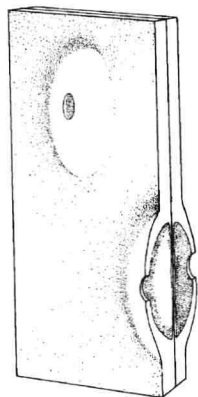


图 1-4 具缘纹孔模式图

次生壁形成时，在次生壁上有一些中断部分，这些部分是初生壁完全不被次生壁覆盖的区域，称为纹孔（pit）。纹孔如在初生纹孔场上形成，一个初生纹孔场可有几个纹孔。相邻两个细胞之间的纹孔常成对存在，称为纹孔对（pit pair）。纹孔对之间的质膜、初生壁、胞间层构成了纹孔膜（pit membrane）。由次生壁围成的腔，称为纹孔腔（pit cavity）。根据纹孔腔的式样，纹孔分为单纹孔（simple pit）和具缘纹孔（bordered pit）（图 1-4）两种类型。

细胞壁上的初生纹孔场、纹孔和胞间连丝有利于细胞与环境之间以及细胞与细胞之间的物质交换，尤其是胞间连丝，把所有生活细胞的原生质体连接成为一个整体，使多细胞的植物体成为结构和生理活动的统一体。

4. 细胞壁的生长

细胞壁随着细胞的生长而生长，其生长方式有两种：面积生长和厚度生长。

（1）面积生长

面积生长是细胞生长初期细胞壁的主要生长方式，这一时期形成的细胞壁都是初生壁。

细胞壁进行面积生长时，原生质体不断分泌新的微纤丝层附贴在被扩撑的较早形成的微纤丝层的里面，使细胞壁的面积与厚度同时增加。由于细胞壁面积向各个方向扩撑的程度不同，结果就形成了各种不同形状的细胞。

（2）厚度生长

厚度生长是细胞生长后期细胞壁的生长方式，这一时期形成的细胞壁都是次生壁。但是，并非各类细胞都形成次生壁，如分生组织细胞和一般的薄壁细胞都没有次生壁。

细胞壁进行厚度生长时，原生质体不断分泌新的微纤丝层附贴在已停止面积扩张的壁层的里面，使细胞壁的厚度有所增加，但是面积并没有扩大。同时，原生质体常产生一些复杂的物质填充到细胞壁里，使其化学成分和物理性质发生很大的变化。最常见的填充物质是木质、角质、栓质和矿质等。

1) 木质化。细胞壁木质化（lignification）是从胞间层开始，逐步向内进行。经过木质化的细胞壁，其胞间层、初生壁、次生壁内都填充了木质素（lignin），细胞壁的弹性减小，硬度增加。细胞壁木质化后，不能透过水分，但水分仍然可以通过纹孔和胞间连丝进入细胞。因此，经过木质化的细胞未必是死细胞。导管、管胞、纤维细胞等是细胞壁木质化的典型例子。

2) 角质化。角质化（cutinization）通常发生在表皮细胞的外向壁上。细胞壁角质化时，表皮细胞外壁的外层填充了角质（cutin），形成角质化层（cuticular layer），但外壁的内层并没有填充角质，仍然由纤维素构成。角质不仅填充了细胞外壁的外层，而且聚积在细胞外壁的外面，形成一种无色透明的角质层（cuticle）。细胞壁角质化后，不透水、不透气，降

低了水分的蒸腾作用。同时,角质层的存在,可以抵抗微生物的侵袭,增强表皮的保护功能。

3) 栓质化。细胞壁栓质化(suberization)时,在初生壁的里面沉积了一层相当厚的栓质层;有的在栓质层的里面还沉积了一层纤维素壁层,而且纤维素壁层还经过了木质化;也有先在初生壁内填充了栓质,再在初生壁的里面沉积次生栓质层的。经过栓质化的细胞不能透过水分和空气,从而增强了细胞的保护作用。但是,栓质化的细胞通常很快就死亡了。栓质化的细胞一般没有纹孔;或有纹孔,但纹孔只发生在栓质层以内的纤维素壁层上,并未穿过栓质层。由于胞间连丝的存在,有些经过栓质化的细胞仍可以是活的,如根的内皮层细胞。

4) 矿质化。细胞壁内渗入二氧化硅或碳酸钙所引起的变化过程为矿质化(mineralization)。例如,禾本科植物茎和叶的表皮细胞的壁内常含有二氧化硅。细胞壁矿质化后,会变得粗糙坚硬,从而增强茎、叶的机械强度,提高其抗倒伏和抗病虫害的能力。

植物细胞壁在人类的经济生活中占有重要地位。棉、麻、木材和软木塞等都是由加厚的或经过化学变化的细胞壁构成的。细胞壁的主要构成成分——纤维素,是工业上的重要原料,可用于制造人造丝、纸张等。另外,纤维素还是食草动物的主要食物来源。

(二) 原生质体

1. 质膜

质膜又称细胞膜(cell membrane),是包围在原生质体表面的一层薄膜。质膜很薄,通常紧贴细胞壁,因此,在光学显微镜下较难识别。当外界溶液浓度高于细胞液浓度时,细胞内水分向细胞外渗出,使原生质体失水而收缩,质膜与细胞壁发生分离,这种现象称为质壁分离(plasmolysis)。此时就能观察到质膜是一层光滑的薄膜。

电子显微镜下可见质膜呈明显的“暗-明-暗”三条带的结构:两侧两条暗带,主要成分是蛋白质;中间夹一条明带,主要成分是脂类。三条带的总厚度约为 7.5 nm。一般把这三层结构构成的一层生物膜称为单位膜(unit membrane)。单位膜是一切生物膜所具有的共同特性,包括质膜和包围在细胞核及各种细胞器外面的内膜系统。

20 世纪 70 年代,膜结构的流动镶嵌模型(liquid-globular protein fluid mosaic model)(图 1-5)被提出。这一模型能较好地解释膜的各种成分是如何组合装配并完成其功能的。

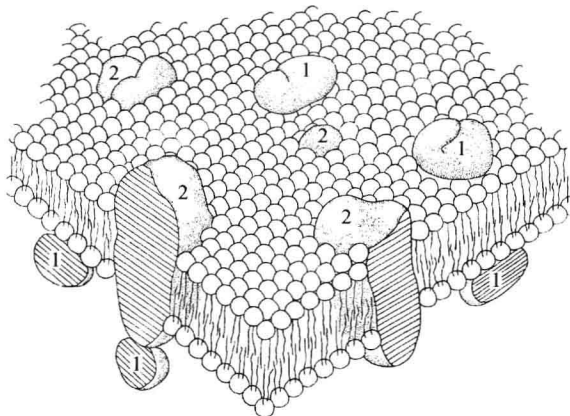


图 1-5 膜结构的流动镶嵌模型

1. 外在蛋白质; 2. 内在蛋白质

在磷脂双分子层中镶嵌着许多球状蛋白，它们有的结合在膜的内、外表面，有的横向贯穿于整个磷脂双分子层中，并且这种结构不是一成不变的，构成膜的磷脂和蛋白质均具有流动性，可以在同一平面上自由移动，使膜的结构处于不断变化的状态。膜中的蛋白质大多是特异酶类，在一定条件下具有“识别”、“捕捉”和“释放”某些物质的能力；膜蛋白通过对物质的透过起主动的控制作用，从而可以使质膜表现出对不同物质具有不同的透过能力，即“选择透性”，控制细胞与外界环境的物质交换。这种特性使细胞能从周围环境中不断取得所需要的水分、无机盐和其他物质，阻止有害物质进入；同时，也把代谢废物排到细胞外，但又不使内部有用的成分流失，从而保证了细胞具有一个适宜而又相对稳定的内环境。这也是进行正常生命活动所必需的前提条件。此外，质膜还有许多其他重要的生理功能，如主动运输、接收和传递外界的信号、参与细胞间的相互识别等。

2. 细胞质

细胞质是质膜以内、细胞核以外的原生质。在光学显微镜下，细胞质呈透明、黏稠状并且能流动，这种胶状物质称为细胞质基质（matrix）。在细胞质基质中主要含有酶类和细胞质骨架结构，参与中间代谢反应，并与细胞形态的维持和物质的运输有关。此外，在细胞质中分布着各种有生命的细胞器（organelle），它们被膜包围且具有一定的形态结构，行使各自特定的功能。

（1）质体

质体（plastid）是植物细胞特有的细胞器，与碳水化合物的合成与贮藏有关。根据所含色素的不同，可将质体分为三种类型：叶绿体（chloroplast）、有色体（chromoplast）和白色体（leucoplast）。

1) 叶绿体。进行光合作用的质体，通常存在于植物的叶肉细胞中。叶绿体的形状、数目和大小随不同植物和不同细胞而异。种子植物细胞的叶绿体通常呈椭圆形，数目较多。叶绿体在细胞中的分布与光照有关：光照强时，叶绿体常分布在细胞外周；黑暗时，叶绿体常流向细胞内部。

叶绿体含有叶绿素（chlorophyll）、叶黄素（xanthophyll）和胡萝卜素（carotin）。其中，叶绿素是主要的光合色素，它能吸收和利用光能，直接参与光合作用。其他两类色素不能直接参与光合作用，只能将吸收的光能传递给叶绿素，起辅助光合作用的功能。植物叶片的颜色与这三种光合色素的比例有关。一般情况下，叶绿素含量最多，叶片呈绿色；但当营养不良、气温降低或叶片衰老时，叶绿素含量降低，叶片便出现黄色或橙黄色。

叶绿体为双层膜包被，里面充满无色的基质。基质中有扁平的囊，称为类囊体（thylakoid），也称为片层（lamella）或光合膜（photosynthetic membrane）。类囊体垛叠在一起形成柱状的基粒（granum），与埋藏于基质中的基粒间膜（fret）相连（图 1-6）。叶绿体色素和光合作用所需的各种酶类位于基粒的膜上或基质中，相互配合完成光合作用。

2) 有色体。仅含有类胡萝卜素的质体。成熟果实的红、黄等艳丽的颜色以及秋天叶色变黄的主要原因就是细胞中含有有色体。有色体能积累淀粉和脂质，在果实和花中具有吸引昆虫和其他动物传粉及传播种子的作用。

3) 白色体。不含色素，普遍存在于植物的贮藏细胞中。根据其贮藏物质的不同可分为三类：造粉体（amyloplast），能贮藏淀粉；蛋白质体（proteinoplast），能贮藏蛋白质；油质体（elaioplast），能贮藏脂质。

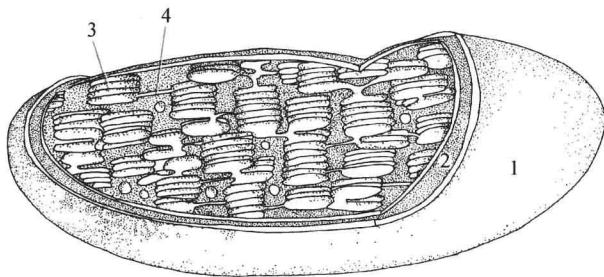


图 1-6 叶绿体的显微结构

1. 外膜; 2. 内膜; 3. 基粒; 4. 基粒间膜

质体由前质体 (proplastid) 发育而来。前质体是一种无色体, 能分裂, 存在于根、茎的顶端分生组织以及胚细胞中, 为双层膜包裹的小泡。前质体的内膜向内折叠形成膜片层系统。在光下, 这些片层系统逐渐发育成叶绿体基粒, 并合成叶绿素, 进而发育为叶绿体; 而在黑暗条件下, 内膜形成管状的膜结构, 不能合成叶绿素, 成为黄化的质体 (白色体)。这是黑暗中生长的植物出现黄化的原因。如果将黄化的植株转入光下, 白色体又可发育成正常的叶绿体。

(2) 线粒体

线粒体 (mitochondrion) 很小, 呈球状、棒状或短杆状, 一般直径为 $0.5 \sim 1.0 \mu\text{m}$, 长为 $1 \sim 2 \mu\text{m}$ 。在电子显微镜下, 线粒体由两层膜包裹, 其内部为基质 (图 1-7)。内膜向中心腔内折入, 形成突起, 称为嵴 (cristae)。嵴的存在扩大了内膜与基质接触的表面积。内膜上分布着许多带柄的小球, 称为腺苷三磷酸合成酶复合体 (ATP synthase complex)。同时, 内膜和基质中还含有多种酶, 参与细胞的呼吸作用。线粒体呼吸释放的能量透过膜转运到细胞的其他部分, 提供各种代谢活动对能量的需要。因此, 线粒体是细胞呼吸及能量代谢的中心。

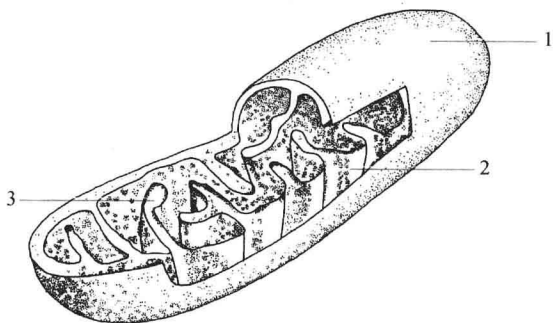


图 1-7 线粒体的显微结构

1. 外膜; 2. 内膜; 3. 嵴

细胞中线粒体的数目以及线粒体中嵴的多少与细胞的生理状态有关。当代谢旺盛、能量消耗多时, 细胞就具有较多的线粒体, 内部有较密的嵴; 反之, 代谢较弱的细胞, 线粒体较少, 内部嵴也较疏。

(3) 内质网

细胞质内由封闭的膜系统及其周围的腔形成互相沟通的网状结构, 称内质网 (endoplasmic reticulum, ER)。内质网膜可与外核膜相通, 细胞核膜间隙 (即核周间隙) 通向内质网腔。

内质网分为光面和糙面两种类型: 光面内质网 (smooth endoplasmic reticulum, sER) 的膜上没有核糖体颗粒, 糙面内质网 (rough endoplasmic reticulum, rER) 的膜上附有核糖体颗粒 (图 1-8)。

由于糙面内质网与核糖体紧密结合, 而核糖体是细胞内合成蛋白质的场所, 所以糙面内

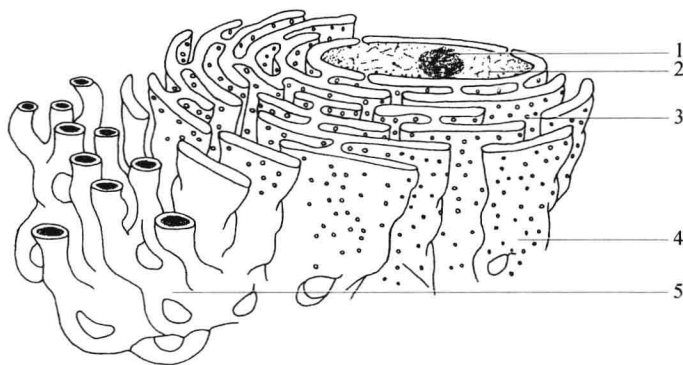


图 1-8 内质网的显微结构

1. 核仁; 2. 细胞核; 3. 核糖体; 4. 糙面内质网; 5. 光面内质网

质网的功能是合成、运输蛋白质; 光面内质网主要合成和运输脂质及多糖。

(4) 高尔基体

高尔基体 (Golgi apparatus) 是由一系列扁平的囊和小泡组成, 几乎所有的动物、植物细胞中都具有这种细胞器 (图 1-9)。

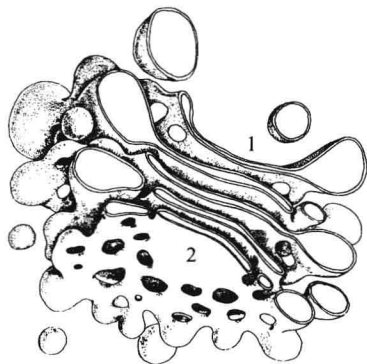


图 1-9 高尔基体显微结构

1. 输出面; 2. 输入面

在植物细胞中, 高尔基体的功能是合成纤维素、半纤维素等多糖类物质, 同时将多糖或糖蛋白以高尔基小泡的形式运输到细胞的某些部位, 形成细胞壁物质或分泌到细胞外面去。故高尔基体具有分泌作用, 并参与细胞壁的形成。

(5) 核糖体

核糖体 (ribosome) 是直径为 $17 \sim 23 \text{ nm}$ 的小颗粒, 由大小两个亚基组成, 主要成分是约 60% 的核糖核酸 (ribonucleic acid, RNA) 和 40% 的蛋白质。核糖体在细胞质中可游离存在, 也可附着在糙面内质网上。此外, 在细胞核、叶绿体、线粒体中也有分布。

核糖体是细胞中蛋白质的合成中心。在蛋白质合成旺盛的细胞中, 多个核糖体结合在一个 mRNA 分子上形成念珠状的复合体, 称多聚核糖体 (polysome 或 polyribosome), 可提高蛋白质的合成效率。

(6) 溶酶体

溶酶体 (lysosome) 是单层膜包裹的小泡, 一般直径为 $0.25 \sim 0.3 \mu\text{m}$ 。溶酶体含有多种水解酶, 如酸性磷酸酶、蛋白酶、核酸酶等, 可催化多糖、蛋白质、脂质以及 DNA、RNA 等的降解; 消化细胞中的贮藏物质; 分解细胞中受到损伤或失去功能的部分结构; 参与导管、纤维等细胞原生质体的分解。此外, 糊粉粒 (aleurone grain)、液泡 (vacuole) 中也含有水解酶, 具有溶酶体的作用。因此, 有人认为植物细胞中的溶酶体应是指发生水解作用的所有细胞器, 而不是一个特殊的结构。

(7) 微体

微体 (microbody) 是单层膜包裹的球状小体, 直径约为 $0.5 \mu\text{m}$ 。微体有两种类型: 一种是过氧化物酶体 (peroxisome), 存在于高等植物叶肉细胞内, 与叶绿体、线粒体共同参