

植物学

(上册)

★ 丘荣熙 祁碧霞



植 物 学

(上 册)

丘荣熙 祁碧霞

高等教育出版社

(京) 112 号

植 物 学

(上 册)

丘荣熙 祁碧霞

*

高等教育出版社出版

新华书店总店北京科技发行所发行

上海新华印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张14 字数320 000

1992 年10月 第1 版 1992 年10月第1 次印刷

印数 0,001—8,360

ISBN 7-04-004033-6/Q·201

定价 4.25 元

前 言

本书是根据国家教委 1986 年 10 月在成都召开的全国卫星电视教育中学师资培训教材工作会议的精神,为全国在职生物教师的进修和全国卫星电视教育而编写的。

全书分上、下两册,上册为种子植物形态解剖部分,下册为系统、分类部分。上册共分五章,包括植物细胞、植物组织、种子与幼苗、种子植物的营养器官、种子植物的繁殖与繁殖器官。编写时,密切注意突出成人教育和卫星电视教育学员自学的特点,力求做到起点适中,要求恰当,文字精练,通俗易懂,叙述层次分明,名词概念避免繁琐,精选插图,根据内容需要,穿插以列表形式进行综合归纳,每章前面有简短导言,章后有小结,并附有富于启发性的复习思考题,有助于学员掌握重点,利于学习。书后附有实验指导。

本书由华东师范大学胡人亮教授、江苏教育学院刘运兰副教授主审,提出了很多宝贵意见,借此,我们致以最诚挚的谢意。在编写过程中,还得到上海教育学院金存礼、洪如林、福建教育学院高居金、广东教育学院陈克信、湖北孝感教育学院朱荣祖、湖南长沙教育学院周益群等老师的帮助和指导,提出宝贵意见,我们表示衷心的感谢。

本书在编写过程中,自始至终得到高等教育出版社和中国电视师范学院有关同志的关心和热情指导,同时得到上海教育学院和广东教育学院领导的大力支持,在此一并致谢。

本书编写过程中,力图贯彻少而精、理论联系实际的原则和反映国内、外在植物学方面的新成就,但由于时间短促和编者水平所限,教材难免有错漏和不当之处,希望各院校老师和学员在使用过程中,提出宝贵意见,以便修订。

编 者

1992 年 3 月

上册目录

绪论	1	第二节 种子的萌发和幼苗	56
一、植物学的学习范围	1	一、种子的萌发	56
二、植物的多样性	1	二、种子萌发为幼苗的过程	58
三、植物学发展简史及今后的发展方向	2	三、幼苗的类型	58
四、学习植物学的方法	3	四、植物生长的特点	61
复习与思考	4	小结	61
第一章 植物的细胞	5	复习与思考	61
第一节 细胞的发现及其意义	5	第四章 植物的营养器官	63
第二节 植物细胞的形状和大小	6	第一节 根	63
第三节 组成细胞生命活动的物质基础——		一、根的形态和根系在土壤中的分布	63
原生质	7	二、根的结构	65
第四节 植物细胞的基本结构	9	三、根瘤和菌根	75
一、原生质体	9	四、根的生理功能	78
二、细胞壁	21	第二节 茎	78
第五节 原核细胞与真核细胞	25	一、茎的形态	78
第六节 植物细胞的分裂	26	二、茎尖的结构和发育	85
一、有丝分裂	26	三、茎的结构	87
二、减数分裂	29	四、茎的生理功能	100
三、无丝分裂	32	第三节 叶	100
小结	32	一、叶的形态	100
复习与思考	33	二、叶的结构	110
第二章 植物的组织	34	三、不同生态类型叶的结构特点	118
第一节 植物组织的形成	34	四、叶的生活期和落叶	120
第二节 植物组织的类型	34	五、叶的生理功能	121
一、分生组织	34	第四节 营养器官的变态	121
二、成熟组织	36	一、根的变态	121
三、维管束	50	二、茎的变态	124
小结	51	三、叶的变态	127
复习与思考	51	第五节 营养器官间的相互关系	129
第三章 种子和幼苗	52	一、营养器官内部构造上的相互关系	129
第一节 种子的结构和类型	52	二、在植物生长中营养器官的相关性	130
一、种子的基本结构	52	小结	131
二、种子的类型	54	复习与思考	133
		第五章 植物的繁殖与繁殖器官	135

第一节 种子植物的营养繁殖	135	一、种子的形成	171
一、自然营养繁殖	135	二、果实的形成、类型和传播	178
二、人工营养繁殖	136	第七节 被子植物生活史	186
三、植物组织培养在繁殖中的意义	139	小结	186
第二节 花	139	复习与思考	188
一、花的概念	139	植物学实验指导	190
二、花的组成及其形态结构	140	实验一 显微镜的构造及其使用方法	190
三、禾本科植物的花	147	实验二 植物细胞的基本结构	194
四、花公式和花图解	148	实验三 植物细胞的后含物和植物细胞的 有丝分裂	198
五、花序	150	实验四 植物的组织	201
第三节 花药的发育和花粉粒的形成	154	实验五 种子的形态结构和幼苗的形成	203
一、花药的发育和小孢子母细胞的形成	154	实验六 根尖分区与根的解剖结构	204
二、小孢子的形成	155	实验七 芽和茎的解剖结构	206
三、花粉粒的发育和雄配子体的形成	156	实验八 叶的解剖结构	209
四、花粉败育和雄性不育	159	实验九 营养器官的变态	210
第四节 胚珠的发育和胚囊的形成	160	实验十 花的形态	212
一、胚珠的发育	160	实验十一 花药和子房的结构	213
二、胚囊的形成	161	实验十二 种子的发育和果实的结构与 类型	215
三、成熟胚囊的结构	163	[附] 植物形态解剖实验常用仪器和用品	217
第五节 开花、传粉与受精	165	主要参考书	218
一、开花	165		
二、传粉	165		
三、受精	167		
第六节 种子和果实	171		

绪 论

在绪论中将着重讲述植物学的学习范围、植物的多样性、植物学发展简史和今后发展方向以及学习植物学的方法。

一、植物学的学习范围

植物学(Botany)是生物科学中的一个重要组成部分,其学习和研究的范围包括植物的外部形态、内部结构、生长发育、生殖生理、生态、进化、分类和分布以及植物群落和植物的资源利用等。学习和研究的目的,在于认识植物生命活动的规律,从而达到控制植物和改造植物,使之更好地为人类所利用,造福于人类。

植物是自然界中生物的一大类。随着科学的不断发展,对生物界的了解越来越广,认识越来越深,因此,人们对生物各大类究竟应如何划分,产生了不同的看法。最早是瑞典博物学家林奈(Carolus Linnaeus, 1707—1778)于18世纪,把生物分为植物界和动物界,称之为两界系统。它建立得最早,沿用最广和最久。以后出现了三界系统,即植物界、动物界和原生生物界。后来又有人提出四界系统,即植物界、动物界、原生生物界(或真菌界)和原核生物界。其后,又提出五界系统,即植物界、动物界、原生生物界、真菌界和原核生物界。70年代,我国学者又把类病毒(viroids)和病毒(virus)另立一个非胞生物界而成为六界系统。考虑到本书作为一门基础课教材,结合中学的教学实际,将植物界分为藻类植物、菌类植物、地衣植物、苔藓植物、蕨类植物、和种子植物六大类群进行讲述。

二、植物的多样性

地球上已知的植物种类约有40万种左右。它们的大小、形态、结构、寿命和生活习性、营养方式、生态环境等是多种多样的,共同组成了五彩缤纷的植物世界。介于细菌与病毒之间、无细胞壁的单细胞生物——支原体,直径只有0.1微米,而有些植物,如澳大利亚的桉树,我国新近发现的望天树,生长在美国的巨杉,它们可高达100多米。还有生长在东太平洋海岸的巨藻,也可长达100多米以上。从结构方面看,最简单的植物只有一个细胞(如小球藻、衣藻),多细胞植物中有结构较简单的丝状体、叶状体,也有结构十分复杂,具有根、茎、叶分化的高等植物。植物的寿命长短不一,草本植物有一年生、二年生或多年生的,而木本植物则全为多年生。多年生的草本或木本植物,其个体寿命超过2年以上,其中不少可生活几百年或千年以上。然而,有些生长在沙漠里的植物,生命周期却很短,只有几个星期,它们属于短命植物。各种植物对环境的适应也不相同,大多数种子植物都生长在陆地上,有些生活在水中。旱生植物能适应在土壤中长期缺水情况下生长,而阴生植物却能适应生长在荫蔽的环境里。大多数植物内含有

叶绿素,称绿色植物,能进行光合作用产生糖类,因而是自养型的。另一类植物,如细菌、真菌,体内不含叶绿素,称为非绿色植物。其中有的必需寄生在活的有机体上,称为寄生植物;有的则从死亡或腐败的生物体上获得养料,称为腐生植物,它们也称异养植物。

总之,植物在适应外界环境,长期的演化过程中形成了形形色色种类繁多的植物界。

三、植物学发展简史及今后的发展方向

人类在开始从事生产活动以后,就和植物界发生了密切的联系,在长期的生产实践及与自然灾害和疾病作斗争的过程中,不断地认识和利用植物,逐步积累了许多有关植物学的知识。远在 2000 多年前,我国的《诗经》、《尔雅》等书中,就已对植物作过描述和归类。随着农业生产和医药的发展,通过农业、牧业、医药、园艺等方面知识的积累,各个历史朝代都写出了许多有价值的著作。东汉时期(公元 25—220 年)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》等著作,表明我国在经典植物学方面作出了显著的成就,在世界上居于领先地位。在旧中国,由于受到各种限制,植物学的研究只停留在形态描述阶段,未能得到发展。解放后,植物学的研究才得到真正的发展,逐步建立了植物科学各分支学科种类齐全的体系,成立了中国科学院植物研究所、各部委及各地方的各级科研机构,在高等学校成立了各种有关专业,建立了若干重要实验室,已有一支从事植物科学的专业队伍,形成了大学本科、硕士及博士研究生的人才培养体系。在摸清我国植物学基本资料方面,完成了或正在完成若干重要的志、谱及专著。在若干研究方面,如巴西橡胶树北移种植,栽培植物的研究,紫菜生活史的研究,资源调查,某些植物的组织培养,杂优水稻,自交不亲和的研究等达到了国际先进水平,在解决经济领域内的重大问题方面,也作出了重要贡献。

在国外,古希腊的亚里士多德(Aristotle,公元前 384—322 年)开始了植物学的研究,他的学生提奥弗拉斯托斯(Theophrastus,公元前 370—285 年)更广泛收集有关植物方面的知识,在他的《植物的历史》中描述了 480 种植物,后世称他为“植物学鼻祖”。18 世纪,林奈发表的《植物种志》,首创了“双名命名法”,把过去长期以来存在的植物名称的紊乱状况,归于统一,至今在分类学上仍起很大的作用。达尔文(Darwin, 1809—1882)于 1859 年发表了《物种起源》一书,不仅使植物的自然分类系统的研究有了正确的指导思想,并在哲学和思想领域中成为反对唯心主义的锐利武器。他的进化论是近代生物学的基础,大大地推动了 19 世纪自然科学的向前发展。所以,恩格斯将达尔文的进化论,评价为 19 世纪自然科学三大发现之一。

18 世纪以来,随着生产迅速发展的需要和实验设备及手段的不断改进,植物学也得到了很快的发展,逐渐产生了一些既相互联系,又相对独立的分支学科,现简介如下:

植物形态学(plant morphology)是研究植物个体、组织或器官的外部形态、内部结构及其发育规律的科学。近年来,随着各学科的相互渗透以及新的实验技术的应用,使植物形态学学科范围扩展到实验形态、实验解剖和实验胚胎等各分科,同时,由研究植物的外部形态和微观结构,深入到亚微观结构的水平。研究细胞结构和功能的科学,称为植物细胞学(plant cyto-

logy);研究植物组织和器官结构的科学,称为植物解剖学(plant anatomy);研究植物胚胎的结构、发生、分化的科学,称为植物胚胎学(plant embryology)。

植物分类学(plant taxonomy)是研究植物类群的分类、鉴定和亲缘关系,从而建立植物的演化系统,阐明其演化规律的科学。根据研究植物类群的不同,又可分为藻类学、菌类学、苔藓植物学、蕨类植物学、种子植物分类学等。

植物生理学(plant physiology)是研究植物生命活动中的物质代谢、能量转化、形态建成的规律性的科学。

植物生态学(plant ecology)和地植物学(geobotany)是研究植物与环境条件间相互关系的科学。其中研究植物个体与环境间相互关系的科学,称为植物生态学;研究植物群体与环境间相互关系的科学,称为地植物学。

国际植物科学近20年来发展的特点,表现在:(1)分子生物学的突飞猛进,带动了整个植物科学的迅速发展;(2)学科间相互渗透和交叉是植物科学进步的源泉,跨国界、跨学科综合性研究受到重视;(3)植物科学在更大程度上依赖社会生产力的发展,与应用基础理论和技术有关的植物科学领域有明显的进展。但总的来说,植物科学在一个较长的时期内缺少重大理论的突破。

当今植物学总的发展趋势,首先是生物技术正向各个领域渗透。遗传工程的迅速发展,为研究植物分类、系统演化、器官分化、植物代谢、基因表达以及植物对环境的适应等方面提供了新的技术和方法。生物技术方面的一些手段和成果已被植物学各分支学科所接受,促使这些分支学科向前跨进了一大步。其次,应用基础方面的研究也在发展。例如,像植物生理这样一个理论性较强的学科,也开展了一些诸如盐生植物和大气污染的关系,宿主和寄生菌相互作用等研究。以电子计算机为手段的数学模拟方面的研究和系统分析方面的研究也在不断地增多。

植物科学正处于大发展的前夕,我国植物科学应该利用这一转机时刻,为使我国植物科学能够较快地进入世界前沿领域,结合我国植物学各分支学科的植物分子生物学,应成为我国植物科学发展战略中的主要发展方向。

四、学习植物学的方法

植物学是高等师范专科生物专业的主要基础课程之一,也是学习后续课程植物生理学、微生物学、遗传学、生态学及生物进化论等的重要基础。因此,必须学好植物学。

学习植物学,首先必须树立辩证唯物主义观点,也就是事物的相互联系、运动发展、对立统一的观点。植物与植物之间,植物与其它生物之间,植物与其周围环境之间,以及植物体内各部分之间都存在着相互联系、相互协调、相互制约的关系。例如,植物的根从土壤中吸收水分和无机盐,经过茎输送到叶子,在那里进行光合作用,制造有机物,它们又通过茎输送到植物体各部分,供生长发育利用。根深才会叶茂,植物打顶可以促使侧枝的发生。这些现象,都表明了植物体内各部分之间的相互联系而又相互制约的关系。植物有机体时刻处在运动、变化、发展之中。一颗种子,给予必要的外界条件时,就会萌发成一株幼苗,继续生长发育,开花结果,

经历着由小到大,从量变到质变的发展变化过程。整个植物界也在不断地变化发展,一些物种衰亡了,一些新种又不断产生。植物的生长发育、生存和发展是对立统一的结果。植物周围环境的不断变化,与植物固有的遗传特性之间,往往存在矛盾,在长期的进化中,植物逐渐形成了新的生活习性,从而达到统一,使植物种族得以存活和发展。仙人掌类植物能在干旱的沙漠生长,水生植物能沉没在水中生活,就是植物与环境之间矛盾统一的结果。学习植物学还要树立历史唯物主义观点。地球上形形色色的植物,都是植物在与环境相互关系中,遵循从简单到复杂,从低级到高级的规律演化而来的。我们在观察、研究、分析植物的各种现象时,只有运用辩证唯物主义和历史唯物主义的观点,才能认识和理解复杂的植物生命现象的本质。

学习植物学必须理论联系实际,这是学习植物学的重要方法。从感性到理性,是人们认识事物的基本规律。所以,在学习理论的基础上,必须加强观察,多做实验,联系生活实际,以验证和增加感性的认识。植物学的产生和发展都与生产实践相联系的,因此,学习中应密切联系生产实际。通过观察、对比、分析、实验、实习、野外调查、联系生产实际等环节,逐步对植物学的知识有一个较完整和较深刻的理解。

复习与思考

1. 阐述植物学学习的范围和目的。
2. 地球上植物的多样性表现在哪些方面? 它与环境有什么关系?
3. 植物学有哪些主要分科,各有什么研究内容?
4. 试论植物学发展的方向?

第一章 植物的细胞

细胞是生物有机体的结构和生命活动的基本单位。单细胞植物的个体就是一个细胞，它的一切生命活动都由这一个细胞来完成。多细胞植物体由一个个的细胞形成组织，由组织形成器官，共同完成植物体的各种生命活动。所以，要了解、研究植物体的结构及其形态建成的规律，了解植物的各种生命活动，首先要了解细胞。在这一章里，将重点叙述细胞的概念、植物细胞的基本结构与功能以及植物细胞的繁殖等问题。

第一节 细胞的发现及其意义

30 多亿年前，地球上就出现了细胞生物，但细胞的发现却只是 300 多年的事，这是因为细胞一般都很微小(直径 30 微米以下)，而肉眼直接可以看见的范围只有 100 微米，所以，一般要用显微镜才能看到。1604 年，荷兰眼镜制造商詹森(Z. Jansen)制造了第一架显微镜，这一技术把光学放大装置提高到显微镜的水平，使生物学的微观研究成为可能。1665 年，英国学者虎克(Robert Hooke)用他自制的光学显微镜观察软木薄切片，发现软木是由许多蜂窝状的小室所构成的，他称这种小室为细胞(cell，原意为小室)。实际上，虎克看到的只是死的木栓细胞的细胞壁和其中的空腔。嗣后，经过许多人的研究，人们才逐渐了解到细胞壁内还包含有细胞质、细胞核以及更微小的细胞器等重要的生活物质。细胞的发现，标志着人类打开了生物显微世界的大门。

虎克虽然在 1665 年发现了细胞，但此后的一个多世纪里，由于显微技术改进不大，对细胞的认识，基本上没有什么进展。细胞是什么？人们还没有真正的认识。直到 19 世纪，才开始从理论上探索这个问题。1838 年和 1839 年，德国植物学家施莱登(Schleiden)和动物学家施旺(Schwann)总结了前人的工作，先后得出“一切植物和动物有机体，都是由细胞组成的，细胞是生命活动的基本单位”的结论，从而创立了著名的细胞学说。

细胞学说的创立，意义十分重大。它不仅给神创论以致命的打击，并为在 19 世纪哲学领域中，辩证唯物主义战胜形而上学的唯心主义提供了有力的证据，使人们认识到生物的统一性，不是神创造的，而是自然发展的结果。同时，也是细胞学发展史上的一个重要里程碑，是达尔文关于生物进化理论的前提。所以，恩格斯把它与达尔文的进化论、能量守恒定律并列为 19 世纪自然科学的三大发明。

细胞学说的创立和一些生物学者的研究工作中自发地符合了辩证唯物主义的观点，使细胞学的研究有了一个正确的方向。同时，由于新工具(电子显微镜)、新技术(冰冻蚀刻、生化分析、生理测定、细胞培养、显微操作、细胞融合等)的应用和结合生物物理、生物化学、遗传学、

子生物学等学科的新成就,使细胞学的研究,在 160 多年的时间里,得到了飞跃的发展。今天,人们已从细胞整体结构、超微结构和分子结构三个层次上深入探索细胞结构及其与生命活动有关的规律。

我们相信,由于研究技术的不断改进和现代科学的相互渗透,细胞学的研究将会以更快的速度发展,并由此进一步推动着其它生物学科的深入发展。

第二节 植物细胞的形状和大小

植物细胞的形状是多种多样的(图 1-1)。游离生活的单细胞藻类和细菌,或离散的细胞,常为球形或卵形。但在多细胞植物体中,细胞紧密排列在一起构成组织,由于各种组织的细胞发生的结构和功能上的分化,以及它们在植物体中所处的位置不同,使细胞的形状有很大的差别。例如,处在植物体内部担负输导作用的细胞呈长筒形,并连接成相通的管道,以利物质的运输;起主要支持作用的细胞,一般呈长梭形,并聚集成束,以加强机械支持的功能;而根尖担负吸收水分和养分功能的细胞,则常常向外突出,形成管状的根毛,以扩大吸收的表面。这些细胞形状的多样性,体现了细胞形态结构与功能的统一。

植物细胞的体积,也是大小不一的,一般都比较微小,要借助显微镜才能看到(图 1-2)。例如,能独立生活的单细胞生物支原体(mycoplasma),直径只有 0.1 微米(一个微米=千分之一毫米)。但大多数植物细胞的直径在 20—50 微米之间,较大的细胞,直径也不过 100—200 微米。

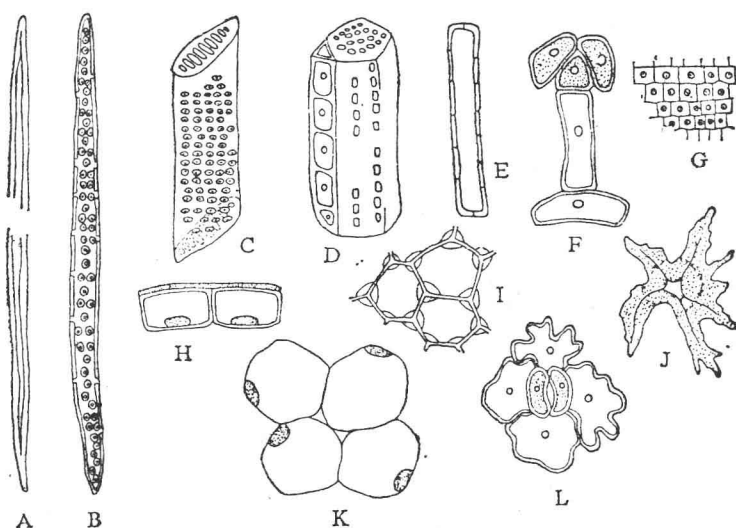


图 1-1 细胞的各种形状

A.纤维; B.管胞; C.导管分子; D.筛管分子和伴胞 E.木薄壁组织细胞;
F.分泌毛;G.分生组织细胞;H.表皮细胞; I.厚角组织细胞; J.分枝状石细胞;
K.薄壁组织细胞; L.表皮和保卫细胞

(引自陆时万等《植物学》)

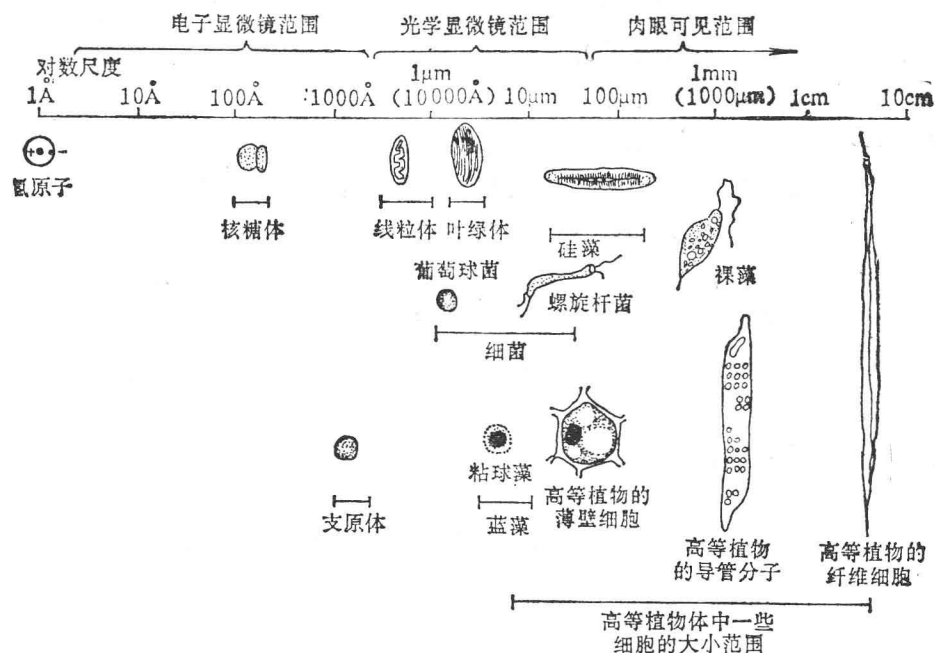


图 1-2 氢原子、低等植物和高等植物的细胞与细胞器的大小比较

(引自梁天干《植物细胞学》)

米。诚然，也有少数巨大的细胞，甚至用肉眼就可以看到。例如成熟的番茄和西瓜的果肉细胞，其直径可达 1 毫米；棉籽纤维细胞长达 75 毫米，而苎麻茎的纤维细胞甚至长达几百毫米。

细胞大小的计量单位，在光学显微镜下一般用微米(μm)；在电子显微镜下一般用埃($\text{\AA}$)。我们观察物体时，常使用分辨率这个名词，分辨率是指能区别两个点之间的最小距离。肉眼的分辨率是 0.1 毫米；光学显微镜的分辨率是 0.2 微米；目前使用的电子显微镜的分辨率一般为 2.5 埃，最高可达到 1 埃。

第三节 组成细胞生命活动的物质基础——原生质

植物体内各类生活细胞虽然在形状、大小和功能方面各有不同，但它们的基本结构是一样的，都是由原生质体和细胞壁两部分所组成。

原生质体是细胞壁以内有生命的部分，细胞的一切代谢活动都在这里进行。组成原生质体的物质叫原生质(protoplasm)。原生质是细胞生命活动的物质基础，它的化学成分十分复杂，在不同的生物体中，或在同一生物体的不同细胞，以及同一细胞的不同发育时期，原生质的化学组成都有差异，但所有的原生质都具有相同的基本组成成分。生活的原生质中，主要的成分是水，约占鲜重的 80—95%。植物体所需的营养物质绝大部分以溶解状态进入细胞，细胞

• 为习惯使用而应废除的单位，现应用 nm, $1 \text{\AA} = 10 \text{nm}$ 。

中一切生命活动的重要化学反应也都在水溶液中进行。因此,水是细胞中不可缺少的。其次,原生质中除去水分以后的干物质,约有 90%是由核酸、蛋白质、脂类和糖类四类有机化合物所组成。它们参与形成细胞的各种结构和生命活动。

核酸(nucleic acid) 构成核酸分子的单位是核苷酸(nucleotide)。每一个核苷酸包括一个核糖(戊糖)、一个含氮碱基和一个磷酸。由几十个到几百万个单核苷酸聚合成核酸。核酸可分为脱氧核糖核酸(deoxyribonucleic acid,简称 DNA)和核糖核酸(ribonucleic acid,简称 RNA)。两者组成的主要区别在于 DNA 分子中的五碳糖是脱氧核糖,而 RNA 分子中的五碳糖是核糖;DNA 和 RNA 碱基有三种相同,只有一种不同,即 DNA 的一个碱基是胸腺嘧啶, RNA 的则为尿嘧啶。DNA 主要分布在细胞核内,少量在线粒体和叶绿体中。而 RNA 主要分布在细胞质和核仁内。

核酸是细胞中主要的遗传物质,它能储存、复制和传递遗传信息。亲代的遗传特性就是通过核酸的储存、复制传递给子代,并在子代中表达出来的。

蛋白质(protein) 蛋白质是以氨基酸为单位的长链分子,分子量可以从 5 000 到 100 万以

上。氨基酸的通式为
$$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ | \\ \text{R}-\text{C}-\text{COOH} \\ | \\ \text{H} \end{array}$$
 根据 R 基团的不同,可以分为 20 多种不同的氨基酸。例

如
$$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{COOH} \\ | \\ \text{H} \end{array}$$
 (甘氨酸)、
$$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{COOH} \\ | \\ \text{H} \end{array}$$
 (丙氨酸)。在构成蛋白质时,相邻氨基酸以氨

基(NH_2)和羧基(COOH)彼此脱去一分子水,联结成肽链,由一个肽链或一个以上的肽链按各自的特殊方式组成蛋白质分子。由于氨基酸分子的种类、数目、顺序以及肽链数目和空间结构的不同,便形成了生物界种类繁多的蛋白质。另外,蛋白质还能与其它物质结合成核蛋白、糖蛋白、脂蛋白等复合蛋白,而各具有其特殊的功能。蛋白质的多样性是细胞生命活动多样性的物质基础,也是生物多样性的物质基础。

细胞中还有一类起催化作用的蛋白质,称为酶(enzyme)。已知的酶约有 2000 种,细胞内各种代谢活动,都在特定的酶的参与下进行的。

脂类(lipid) 包括脂肪、油、蜡、磷脂和固醇等。脂类主要是由甘油与脂肪酸结合而成的长链化合物,但分子量比蛋白质和核酸要小得多。细胞中最重要的脂类是磷脂,它是形成生物膜的主要成分。中性脂肪是细胞中一种体积小而能量高的储藏物质。其它的脂类还有角质、蜡质、栓质等,是组成某些细胞壁的成分,由于它们的疏水性,使得这些细胞壁具有不透水的性质。

糖类(saccharide) 主要由 C、H、O 按 1:2:1(CH_2O)的比例组成,所以又称碳水化合物,也有不符合这个比例的,如脱氧核糖($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_4$)等。糖类可分为单糖、双糖及多糖。

单糖是各种糖类的基本单位。细胞内最重要的单糖是五碳糖(如核糖、脱氧核糖)和六碳糖(如葡萄糖、果糖)。前者是核酸的组成成分之一,后者是细胞内能量的主要来源。植物细胞

中常见的双糖是蔗糖和麦芽糖；最常见的多糖有淀粉和纤维素。淀粉是重要的储藏营养物质，纤维素则是细胞壁重要的结构成分。组成细胞壁的果胶质也属多糖类。

此外，在原生质中还含有少量无机盐和生理活性物质，如维生素、抗菌素、激素等。它们对维持原生质正常的生命活动也是不可缺少的。

原生质是一种胶体，其中的蛋白质、核酸和多糖等大分子以很小的颗粒，均匀分散在以水为主而溶有简单的糖、氨基酸、无机盐等的液体介质中，成为一种具有一定弹性和粘度的、半透明的、不均匀的亲水胶体。这种胶体可以液态存在，为溶胶，亦可随环境条件的改变而发生变态。当环境条件改变时，胶粒相连成立体网状的结构，而液体分散在胶粒网中，因而由溶胶变成了凝胶。凝胶和溶胶之间能够相互转变。原生质的这一特性具有重要的生物学意义。如植物种子萌发时，细胞内原生质胶体为溶胶状态，有利于新陈代谢的进行；当种子进入成熟期，溶胶逐步转变成凝胶，新陈代谢减弱，因而有利于种子的储藏。

第四节 植物细胞的基本结构

植物细胞在结构上包括原生质体和细胞壁两大部分。细胞壁包在原生质体外面，是植物细胞所特有的。原生质体的最外面是原生质膜(protoplasmic membrane)，或称质膜(plasmic membrane)，里面有细胞质和细胞核。

在光学显微镜下，原生质体内可以看到细胞核、细胞质、质体、线粒体、液泡、后含物等结构，通常称为显微结构(图 1-3)。由于电子显微镜的发明和不断改进，已可看到上述结构的精细构造，甚至可直接看到有些大分子的结构，加上应用生化分析研究，将结构与功能统一起来，发现原生质体的结构非常复杂。其中包括由膜相结构和非膜相结构形成的各种细胞器。这种在电子显微镜下看到的结构，称为亚显微结构或超微结构(图 1-4)。

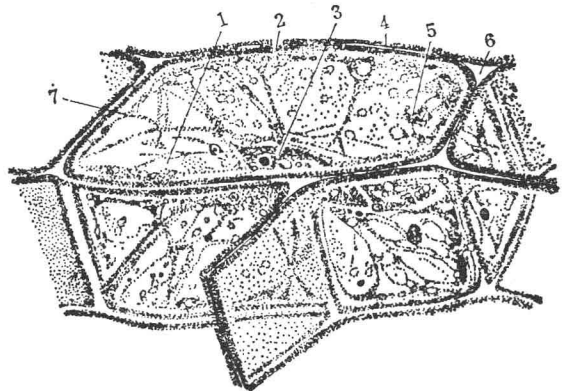


图 1-3 植物细胞显微结构立体图

- 1.液泡； 2.细胞壁； 3.细胞核； 4.胞间层；
5.叶绿体； 6.细胞间隙； 7.细胞质
(引自吴万春《植物学》)

一、原生质体

(一) 质膜 质膜是原生质体外面的一层薄膜，紧贴细胞壁的内方，只有 2—10nm 厚，因此，在光学显微镜下，一般是看不到的，只有用高渗溶液处理，使细胞质壁分离时才能观察到。通过化学分析，已经知道，质膜主要是由蛋白质和脂类组成的，但对于这两种物质在膜中的排列，人们提出了几十种模型。早在 1935 年，达尼厄利(Danielli)等提出膜的夹心式或称三夹板式模型，认为在膜中蛋白质和脂类是分层排列的，即在双层脂类分子极性的亲水端的两表

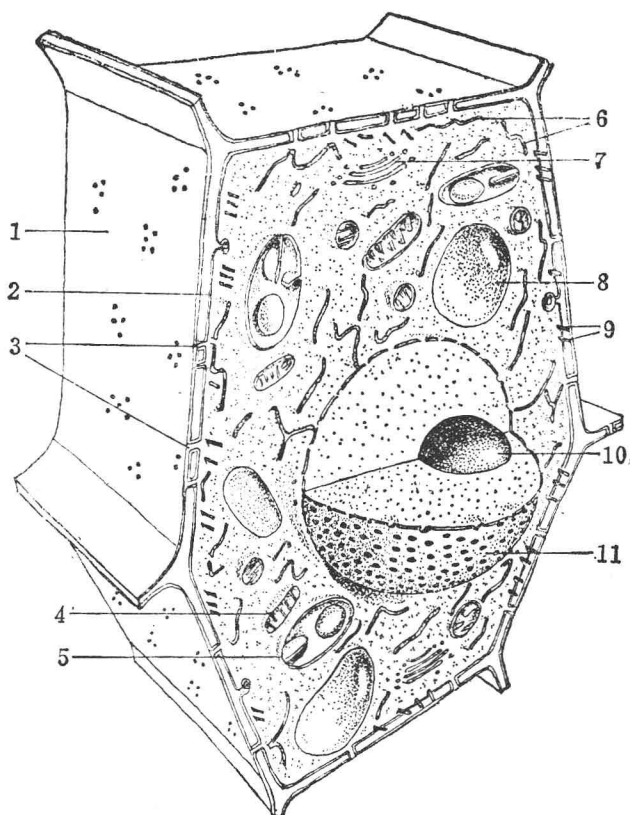


图 1-4 植物细胞的亚显微结构立体模式图

- 1.细胞壁(上面具有胞间连丝通过的孔); 2.质膜; 3.胞间连丝; 4.线粒体; 5.前质体;
6.内质网; 7.高尔基体; 8.液泡; 9.微管; 10.核仁; 11.核膜
(引自陆时万等《植物学》)

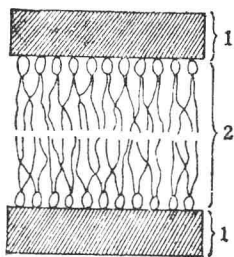


图 1-5 单位膜模型

- 1.蛋白质; 2.脂类

面,各有一层蛋白质分子覆盖着(图 1-5)。这与后来在电子显微镜下观察经过锇酸固定后的样品所看到的质膜显出暗-明-暗三层结构是一致的。这种夹板式三层结构,称为单位膜(unit membrane),是细胞中膜系统的基本单位。这种单位膜的模型,后来发现并不能完全解释细胞膜的结构与功能的关系,因而又有人提出了膜的“流动镶嵌模型”(图 1-6)。这个模型认为,每一个脂类分子均由一个亲水的头部和两条疏水的尾部所组成,膜的脂类部分是以两个分子的疏水尾部相接,形成膜的疏水部分,其亲水的两个头部,分别形成膜的内外表面。质膜就是以这种脂类双分子层作为基本网架,蛋白质分子镶嵌在脂类双分子层的网架中。有的镶在脂类双分子层的表面,称为外在蛋白,有的则部分或全部嵌入其内部,甚至横穿膜层,称为内在蛋白。这个模型除了强调脂类分子与蛋白质分子的镶嵌关系外,还强调了膜的动态性,认为生活的膜总是处在流动变化之中。脂类分子和蛋白质分子均可平行于膜表面作侧向的流动。膜中的蛋白质有的是特异酶类,在一定条件下,具有“识别”、“捕捉”和“释

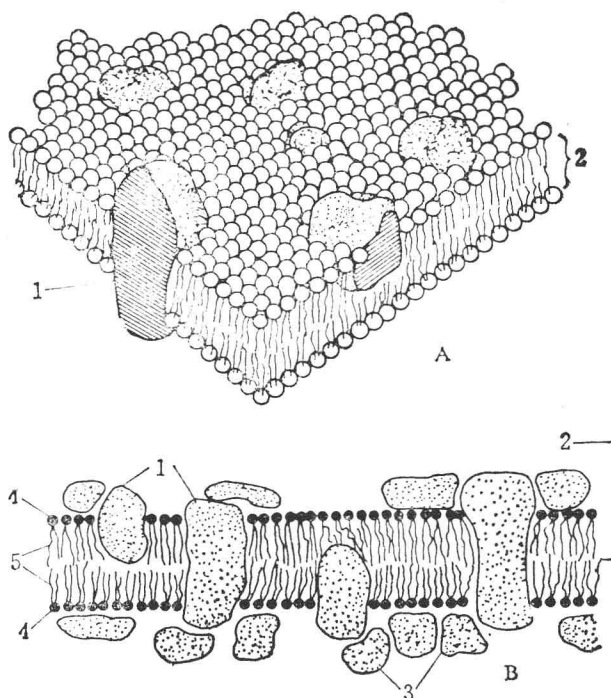


图 1-6 膜结构液态镶嵌模型

A. 整体观; B. 切面观

1. 内在蛋白; 2. 脂类双分子层; 3. 外在蛋白; 4. 脂类分子亲水的头部; 5. 脂类分子疏水的尾部
(引自梁干于《植物细胞学》)

放”某些物质的能力,从而对物质的透过起着主动的控制作用。

质膜的主要功能是控制细胞与外界环境的物质交换。这是因为质膜具有选择透性,使细胞能从周围环境中不断取得所需的水分、无机盐和其它物质,而又能阻止有害物质的进入。同时也把代谢废物排到细胞外面。此外,质膜还有主动运输、接受和传递信息、参与细胞的相互识别作用。

(二) 细胞核(nucleus) 植物界除了细菌、放线菌、蓝藻外,其它各类活细胞,在其生活的某一阶段或整个生活周期中,均有细胞核存在。通常一个细胞中只有一个细胞核,但在一些低等植物(藻类和真菌)和高等植物少数细胞(有些乳汁管、花药绒毡层细胞)也有具双核或多核的。

细胞核的位置和形状,随着细胞的生长而变化。在幼期细胞中,核常呈圆球形,位于细胞的中央,细胞核的体积相对较大。随着细胞的生长,由于液泡增多、合并而逐渐增大,到中央大液泡形成时,往往将细胞核和细胞质一起推向一边,细胞核的相对体积变小(图 1-7)。

在光学显微镜下观察生活细胞细胞核的结构,可看到核外面有一层薄膜,称为核膜(nuclear membrane)。核膜内充满胶态物质,称为核质(nucleoplasm),核质内有一个到几个折光性很强的小球状结构,称为核仁(nucleolus)。