

高等学校教学用书

植物学

上册

● 周仪 王慧 张述祖 编



● 北京师范大学出版社

高等学校教学用书

植 物 学 上册

——形态解剖部分——

周仪 王慧 张述祖 编

北京师范大学出版社

高等学校教学用书
植物学 上册
—形态解剖部分—
张述祖 周仪 王慧 编

*

北京师范大学出版社出版
新华书店总店科技发行所发行
重庆新华印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 12.5 字数: 296千
1988年11月第1版 1990年3月第2次印刷
印数: 3 001—6 000

ISBN 7-303-00243-X/Q·10

定 价: 2.25 元

前 言

植物学是高等师范专科生物专业的主要基础课之一，是为学习后续课程——植物生理学、微生物学、遗传学及生物进化论等打基础的，也是农林学科的理论基础。

教材本着当前教学改革的精神，主要参照高等师范专科生物专业《植物学教学大纲》的要求，特别注意到中学生物教学的实际需要，并根据我们教研室多年的教学实践经验与教训，集体编写而成。除在基础理论、基本知识和基本技能等方面作了较为系统的阐述外，还着重对学生自学阅读的能力、观察分析的能力、实际操作的能力和独立解决问题的能力等各方面的培养加以论述和引导。本书可供高等师范专科、教育学院及在职教师进修高师课程时使用，亦可供师范院校本科、综合性大学、高等农林院校有关专业师生参考，也可作为爱好本学科的青年自学参考书。

全书共分上、下两册。上册为种子植物的形态解剖；下册包括植物系统和种子植物分类两部分。每册都附有实验指导。

本书编写时考虑到要兼顾函授与自学的需要，文字力求简练，并配以较多的实物插图和图解；在各章节之后，还附有复习思考题，以利于学员对有关内容的理解，引导学员抓住重点和难点、掌握教材的主要内容。

本书的实验指导主要是参考我室编写的本科生使用的一套实验教材，并根据专科教学大纲的要求，重新改编为27个实验；其中形态解剖实验11个，系统部分6个实验，植物分类实验10个。所列实验，除照顾教材中基本理论与基本知识的要求外，还着重注意了实验材料的采集和培养、基本实验技术的介绍，以及基本实验技能的训练。

本书上册之绪论及第一章植物细胞由张述祖编写；第二章植物组织、第三章种子与幼苗、第四章种子植物的营养器官和全部形态解剖的实验，由周仪编写；第五章植物的繁殖及繁殖器官由王慧编写；下册绪论、植物系统部分及实验指导，由周云龙编写；种子植物分类部分从裸子植物到被子植物五桠果亚纲和全部分类实验指导，由尹祖棠编写；自蔷薇亚纲到最终部分由贺士元编写。上册由张述祖统稿，周仪审定。下册由贺士元统稿和审定。本书插图除各编者自制部分外，上册第二至四章由袁勤绘制，第五章由张全红绘制。

在编写本书过程中曾得到邢其华教授的热情支持，并提出许多宝贵意见，此外还得到了本教研室的其他同志们的热情帮助，在此一并表示感谢。

由于时间紧迫和我们的理论水平和教学经验的限制，书中难免还会出现错误和不足之处，我们诚恳地欢迎有关专家教授指正，并希望读者和各院校在使用本书的过程中，提出批评和修改的意见。

北京师范大学生物系

植物学教研室

1987年3月

目 录

绪论	(1)
一、植物的多样性	(1)
二、植物在自然界的作用	(1)
三、植物在国民经济中的意义	(3)
四、植物学发展简史及今后的发展方向	(3)
五、学习植物学的目的和方法	(4)
六、主要参考书	(5)
第一章 植物细胞	(6)
第一节 细胞的发现及其意义	(6)
一、细胞的发现	(6)
二、细胞学说的建立及其意义	(6)
三、一百多年来细胞学研究的几个主要阶段	(7)
第二节 组成细胞的物质基础——原生质	(7)
一、原生质、原生质体的概念	(7)
二、组成原生质的化学成分及其在生物体中的生理作用	(7)
第三节 植物细胞的基本结构	(9)
一、细胞的形状和大小	(9)
二、细胞的基本构造	(10)
第四节 植物细胞的分裂	(23)
一、有丝分裂	(23)
二、无丝分裂	(25)
三、减数分裂	(26)
第二章 植物的组织	(27)
第一节 细胞分化和组织的概念	(27)
一、细胞分化	(27)
二、组织的概念和形成	(27)
第二节 植物组织的类型	(27)
一、分生组织	(28)
二、成熟组织	(30)
三、复合组织——维管束	(39)
第三章 种子与幼苗	(41)
第一节 种子的结构与类型	(41)
一、种子的概念	(41)
二、种子的基本结构	(41)
三、种子的类型和举例	(43)
第二节 种子的萌发与幼苗	(44)
一、种子的生活力与休眠	(45)
二、种子萌发为幼苗的过程	(45)

三、幼苗的类型·····	(46)
四、植物生长的特点·····	(47)
第四章 植物的营养器官·····	(49)
第一节 根·····	(49)
一、根的形态及其在土壤中的分布·····	(49)
二、根的结构·····	(51)
三、根瘤与菌根·····	(59)
四、根的生理功能·····	(60)
第二节 茎·····	(61)
一、茎的形态·····	(61)
二、茎尖及其发展·····	(65)
三、茎的结构·····	(67)
四、茎的生理功能·····	(78)
第三节 叶·····	(78)
一、叶的形态·····	(78)
二、叶的结构·····	(85)
三、不同生态类型叶的结构特点·····	(90)
四、叶的生活期和落叶·····	(92)
五、叶的生理功能·····	(93)
第四节 营养器官的变态·····	(94)
一、根的变态·····	(94)
二、茎的变态·····	(96)
三、叶的变态·····	(98)
四、同源器官和同功器官·····	(100)
第五节 营养器官的相互关系·····	(101)
一、营养器官内部构造上的相互联系·····	(101)
二、在植物生长中营养器官间的相关性·····	(102)
第五章 植物的繁殖及繁殖器官·····	(104)
第一节 植物的繁殖·····	(104)
一、繁殖的概念和意义·····	(104)
二、繁殖的类型·····	(104)
第二节 花·····	(108)
一、花的概念·····	(108)
二、花的组成部分及其形态结构·····	(108)
三、禾本科植物的花·····	(114)
四、花序的概念和类型·····	(115)
五、花芽的分化·····	(116)
第三节 雄蕊的发育和花粉粒的形成·····	(117)
一、花药的发育及构造·····	(117)
二、减数分裂及小孢子的形成·····	(119)
三、花粉粒的发育与雄配子体的形成·····	(121)
四、花粉败育和雄性不育·····	(123)

第四节 胚珠的发育和胚囊的形成.....	(123)
一、胚珠的发育.....	(123)
二、胚囊的发育.....	(124)
三、成熟胚囊(雌配子体)的发育与结构.....	(125)
第五节 开花、传粉与受精.....	(126)
一、开花.....	(126)
二、传粉.....	(127)
三、受精作用.....	(129)
第六节 种子和果实.....	(133)
一、种子的形成.....	(133)
二、果实的发育、结构和传播.....	(137)
第七节 被子植物生活史.....	(143)
实验指导.....	(146)
实验一 植物细胞的基本结构.....	(146)
实验二 植物细胞的有丝分裂.....	(151)
实验三 植物的组织.....	(153)
实验四 种子的形态和结构.....	(157)
实验五 根尖分区与根的解剖结构.....	(160)
实验六 芽和茎的解剖结构.....	(165)
实验七 叶的解剖结构.....	(170)
实验八 简易永久制片技术.....	(174)
实验九 花的组成和主要类型.....	(176)
实验十 花药和子房的解剖结构.....	(181)
实验十一 果实的构造和类型.....	(185)

绪 论

一、植物的多样性

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米的巨大桉树；我国台湾花柏，年龄2700多岁，直径7米；也有小到几个微米的单细胞菌类和藻类，甚至还有小到电子显微镜才能看到的支原体(mycoplasma)。它们是地球上生物圈中最主要的组成部分。有的类群尚未分化出细胞核，我们称它们为原核生物(procaryote)，例如细菌、蓝藻。这些原始类群在30几亿年前便已产生，经过漫长岁月的演化，它们分化出细胞核，我们称它们为真核生物(eucaryote)，例如绿藻、红藻、褐藻、真菌、苔藓、蕨类、种子植物等。这些类群大约是最近9亿年演化出来的，由于出现了细胞核及其它细胞结构，演化速度大为加快。最后发展的类群是被子植物，它们出现的年代不过1亿3000万年前，但却成为现代植物界中最有生命力，种类最多的类群。

地球上多种多样的植物和动物，究竟应该分成多少类群，随着科学发展，人们有着不同看法。瑞典林奈(Carolus Linnaeus, 1707—1778)在18世纪就把生物分成为植物和动物两界。以后又出现了三界系统，即在动、植物界之外，又另立原生生物界。后来又有了四界系统，即植物界、动物界、原生生物界(或真菌界)和原核生物界。还有五界系统，即植物界、动物界、真菌界、原生生物界、原核生物界。我们采取比较保守的观点(便于教学)，将生物界分为动物界、植物界来叙述，有的地方也单独将植物界中的原核生物(细菌、蓝藻)单独提出来讨论。

地球上的生物和其周围的环境是密不可分的。在30几亿年前，地球的原始海洋中，出现了原核生物(细菌、蓝藻)，通过蓝藻类的生活，大气中的成分和水质的成分逐渐改变，给比较复杂植物的发生、发展创造了条件。随着造山运动不断发生，水域中绿色植物不断向陆生植物发展，一些保护及输导组织比较发达的种类终于转化成陆生植物，这仅为最近3亿年到4亿年前的事情。随着自然选择，有些类群发展，有些类群淘汰。如此才形成当前多种多样的植物界，分别分布在地球的各种不同生态环境中。

植物界中，尽管种类繁多，形态结构各不相同，但除极少数外，它们都是由细胞构成的，并具有细胞壁。

二、植物在自然界的作用

1. 植物的合成及矿化作用

绿色植物细胞内叶绿体中的叶绿素，能够利用光能，把简单的无机物(二氧化碳和水)合成为碳水化合物，称为光合作用(photosynthesis)。光合作用是目前世界上最有效地将日光能转化为化学能并贮藏能量的作用。光合作用的产物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

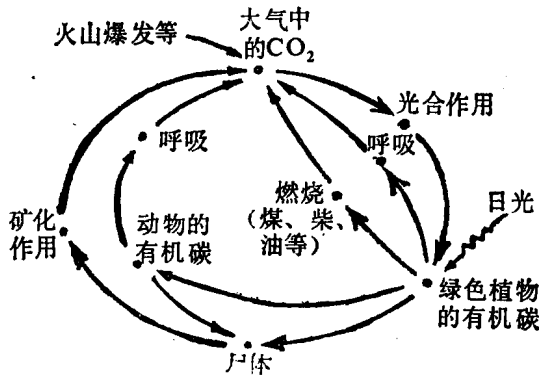
有生物界的形成和发展。所以，绿色植物对维持整个生物界的生存起着重要作用。因而，在自然界的生态平衡中也就占有主要的地位，它是进行能量流动和物质循环的先行者。除原子能、地热、水力、日光能以外，我们所用的能量直接或间接来源于植物。首先，食物是生物能量的直接供给者。生活用木材取热，直接来自植物。煤炭是古植物在高温高压下形成的，石油是古动物等尸体在高温高压下形成的，而动物则是直接或间接食用植物而获得能量的。

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，以及燃烧时所必须的气体。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。少数细菌有化能合成作用，但是规模较小，只能积累少量能量。

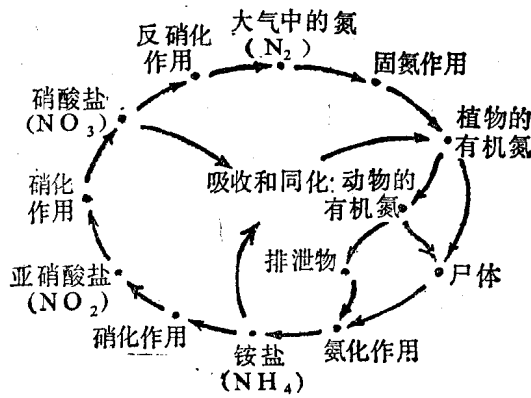
从另一方面看，只有光合作用的积累还完不成物质循环，如果没有从有机物分解成无机物的作用，无机物被冻结，有机物就不能重新建成。有机物的分解，主要有两个途径：其一是通过动、植物呼吸作用来进行；其二是通过非绿色植物的参加，如细菌、真菌等对死亡有机体或排泄的有机物进行分解作用，也就是矿化作用。通过这种分解作用，可使复杂的有机物分解为简单的无机物，可以再为绿色植物利用。如此，光合作用和矿化作用(mineralization)(合成和分解)完成了自然界的物质循环。

2. 植物在自然界物质循环中的作用

(1) 碳循环(carbon cycle) 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600亿吨。绿色植物每年要用19亿吨碳酸态的碳，如果只使用不补充，大约30余年，大气中的二氧化碳就将使用干净。但自从地球出现绿色植物以后，二氧化碳逐步有所增加，短期内是处于平衡状态。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(图绪-1)。



图绪-1 碳循环



图绪-2 氮循环

(2) 氮循环(nitrogen cycle) 氮是植物生命活动中不可缺少的重要元素之一。大气中氮的含量为79%，尽管含量高，但是这种游离氮，只有少数的固氮细菌和蓝藻等才能吸收利用，而绿色植物却不能直接利用。这些固氮菌、蓝藻把大气中的游离氮固定转

化为含氮化合物,成为植物所能吸收利用的氮,这个过程叫做生物固氮作用(biological nitrogen fixation)。绿色植物将光合作用中合成的碳水化合物与所吸收的铵盐合成蛋白质,用以建造自己的基础蛋白质。食草动物食用植物,吸收并合成自己的蛋白质。通过动、植物的呼吸作用,将吸入的氧分解体内蛋白质,或者通过动、植物尸体的分解,进行氨化作用(amm-onification),又释放出铵离子。部分的铵成为铵盐,供植物吸收;另一部分铵,经过硝化细菌一系列的硝化作用(nitrification)成为硝酸盐。硝酸盐是植物能吸收利用的主要形式。但是硝酸盐也可由反硝化细菌的反硝化作用(denitrification)回复成游离氮(N_2)或氧化亚氮(N_2O),重返大气中。这就是自然界中的氮循环(图绪-2)。

三、植物在国民经济中的意义

植物所制造出的各种各样营养品,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。人类的历史,就是不断认识、利用和改造植物资源的斗争史,只有生产的发展,社会才会取得进步,反过来它又影响着生产力的发展。我国生产的粮食、蔬菜、水果、中药、木竹材等已经自给自足,而且有不少粮食、棉花、中药材出口,换回外汇。今后如能坚持正确的方向,团结奋斗,大展宏图,我国将会有更多的抗病、高产品种出现,为国家自足及创汇做出贡献。我们所说的粮食有:大米、小麦、大麦、燕麦、黑麦、玉蜀黍、高粱等;杂粮有:豌豆、蚕豆、豇豆、大豆、绿豆等;以及马铃薯、甘薯、山芋等;桃、李、杏、苹果、葡萄、龙眼、荔枝、香蕉、樱桃、柿、枣、石榴、柑桔、西瓜、甜瓜等鲜果品;胡桃、瓜子、榛子、栗子、花生等干果品;白菜、油菜、菠菜、番茄、大葱、黄瓜等蔬菜;此外茶、咖啡、烟草等经济作物;麻黄、人参、甘草、薄荷、桔梗、杜仲等中药材;橡胶树等生产橡胶;棉花、亚麻等纤维织造衣料;竹、芦苇等造纸;大豆、芝麻等制油;苏木、靛蓝等制造染料;木材可供建筑用、桥梁、枕木、坑道、家具用等;林木还可防风、防旱、固沙,改造自然环境,特别是改造黄河、长江的为害;绿化又可美化生活、防止污染、改善生活环境。所以植物在国民经济上具有多种意义,对四化也有重要意义。

四、植物学发展简史及今后的发展方向

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学的知识。远在2000多年前,我国的《诗经》、《尔雅》等书中,便已对植物作了描述和归类。随着生产和医药知识的发展,对于植物学知识也越来越丰富。通过农业、牧业、医药、园艺等方面知识的积累,我国出现了很多有价值的著作,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。远在2000年前,希腊的植物学家泰奥弗拉斯托斯(Theophrastus)在《植物的历史》中描述了480种植物。18世纪的林奈是人为分类学的始祖,他的《植物种志》至今在分类上仍起很大作用。随着产业革命,植物学发展进步很快,依据研究内容,分化为许多不同的分支学科,其中主要的有以下几类:

植物形态学(plant morphology)是研究植物体形态和结构在不同环境中以及个体发育和系统发育过程中变化规律的科学。研究细胞结构和功能的科学,称为植物细胞学(plant

cytology); 研究植物组织和器官结构的科学, 称为植物解剖学(plant anatomy); 研究植物胚胎结构、发生、发展、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, 从而建立植物进化系统和鉴别植物的科学。如以某一类植物为对象, 又可分为若干专门学科, 如种子植物分类学、藻类学等。

植物生理学(plant physiology)是研究植物体的生理功能的科学。

植物生态学(plant ecology)是研究植物个体与环境间相互关系的科学。地植物学(geobotany)是研究植物群体与环境间相互关系的科学。

总之, 植物学(botany)是研究植物个体发育及系统发育的科学。我们了解植物生长、发育后, 对植物进行改造, 让植物质量提高、数量不断丰富, 为人类服务。

第十三届国际植物学会议(1981年8月在澳大利亚悉尼召开), 又出现了新的综合研究, 体现了互相渗透。把植物学分支学科划分为12类: 分子植物学、代谢植物学、细胞及结构植物学、发育植物学、环境植物学、群落植物学、遗传植物学、系统及进化植物学、菌类学、海水淡水植物学、历史植物学、应用植物学等。我们研究植物学要面向世界、面向现代化、面向未来, 才能为四化有所贡献。植物学要有所发展, 就要抓好基础研究、应用基础研究、应用研究, 几方面不可偏废, 如果放松基础研究, 则后劲不大。另外, 也要注意宏观与微观的结合、理论和实际结合、科研与生产结合、中外结合、各学科渗透结合、形态结构与功能结合等, 将最好的科学发现融合到现代植物学中。

五、学习植物学的目的和方法

学习植物学的目的, 可概括成以下几个方面:

1. 学习植物学的基础理论, 要面向世界、面向未来、面向现代化。

作为基础学科, 要对植物界和各类植物的形态构造和分类特征等方面有比较全面的理解, 要从动态观点出发, 研究植物的个体发育和系统发育; 注意结构和功能统一、植物和环境间相互的适应性, 植物类群起源、发展、衰亡过程, 植物类群发展变化与环境的关系, 从而了解符合客观实际的植物系统谱系。

2. 要学习植物学, 使其在世界产业革命及我国四化中发挥更大的作用。

植物学是基础科学, 同时它也是应用科学的基础。理论和实践是客观事物的两个组成部分。在了解植物界、植物体规律性的同时, 要为世界产业革命及我国四化, 根据不同需要对有用植物进行有目的的筛选和培育, 开发水、陆资源, 扩大天然产物的研究利用, 同时引种驯化有经济价值的野生植物, 尽量引用新技术, 发展生物工程、快速繁殖, 给人民带来更大的经济效益; 注意植物和环境关系, 为环境保护做出贡献。

学习植物学的方法, 也和其它科学一样, 是一个由表及里、由此及彼的过程。首先要观察研究实际情况, 反对死记硬背。教科书是总结古今中外植物学知识的精华, 但对学习者来讲, 一定要理论联系实际。第一步是联系实验实际, 这才能丰富、验证感性认识; 第二步是联系生活实际, 扩大感性认识, 初步解决身边的实际问题; 第三步是联系生产实际, 因为植物学自古便来自生产实际, 反过来又指导生产实际; 第四步是联系科研实际, 我们的同学来自四面八方, 接触不同工作, 要学好理论, 必然最后要涉及科研实际, 开始从简单问题钻研起, 养成独立动手、独立思考、独立查阅文献的能力。很多有作为的发明家, 都是从自己动手解

决问题开始的。当然随着学习的深入，不断学习新技术、新方法，新的技术又反过来帮助解决新问题，由于建立理论联系实际的学习方法，又可以建立正确的科学观和世界观，正确的方法论，才较容易避免形而上学。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、自己实验，逐步对所学知识有完整和透彻的理解。

植物形态解剖部分的讲授课时安排如下：绪论1学时、细胞8学时、植物的组织3学时、种子和幼苗及根4学时、茎6学时、叶3学时、繁殖器官8学时(仅供参考)。

主要参考书

1. 陆时万、徐祥生、沈敏健编，植物学(上册)，人民教育出版社，1982年。
2. 高信曾主编，植物学(形态解剖部分)，人民教育出版社，1978年。
3. 刘穆编著，植物学，河南师大(油印本)，1986年。
4. 李扬汉著，植物学(第二版，上册)高等教育出版社，1985年。
5. 郑国谔编著，细胞生物学，人民教育出版社，1980年。
6. 李正理、张新英编著，植物解剖学，高等教育出版社，1983年。
7. 胡适宜，被子植物胚胎学，人民教育出版社，1982年。
8. 周仪主编，植物形态解剖实验，北京师范大学出版社，1986年。

复习与思考

1. 什么叫原核生物？什么叫真核生物？
2. 地球上植物的多样性与环境有什么关系？
3. 什么叫植物的合成作用？什么叫植物的矿化作用？
4. 什么是碳循环？什么是氮循环？
5. 植物学发展简史和今后发展方向如何？
6. 学习植物学的目的和方法是什么？

第一章 植物细胞

第一节 细胞的发现及其意义

一、细胞的发现

在地球上刚刚出现有生命的物质时，生物还没有一定的结构。在古老的原始海洋中，生活的蛋白质、核酸逐步地演化形成具有一定形态、结构的小单位——细胞，从此，才给生物的演化奠定了基础。

植物体可以由一个细胞构成，但多数是由多细胞组成的有机体。从演化的观点看，单细胞植物比较原始，多细胞植物比较发达。

由于细胞很小，因此细胞的发现与显微镜的发明有着密切关系。第一架复式显微镜是由荷兰眼镜制造家詹森 (Janssen) 兄弟在 1590 年制成的。其后英国人虎克 (Robert Hooke) 在 1665 年发现了植物细胞。他用自制的复式显微镜观察了软木(栎树皮)的徒手切片，发现其中有许多小室，形状如蜂窝，就称之为“细胞”(cell，原意为小室)。确切地说，虎克当时仅看到了栎树皮死细胞的细胞壁。直到 1831 年布朗 (R. Brown) 才在兰科植物叶片表皮细胞中发现了细胞核，1880 年汉斯坦 (Hanstein) 提出原生质体 (protoplast) 这个名词，他正确描述了原生质体有原生质膜、原生质、细胞核。此后，经过大量学者的研究，对细胞结构逐渐有了更多的了解。

细胞是生命的基本结构和功能单位，一切复杂的生命活动都在细胞内进行。细胞的发现揭开了从显微水平研究生物的序幕。恩格斯高度评价细胞发现的意义，他指出，细胞是“差不多一切生物发展的基本形式”。

二、细胞学说的建立及其意义

在 19 世纪以前，许多学者的工作，都集中于细胞的显微结构方面，积累了大量形态学资料，而对各种生物有机体出现细胞的意义，一直没有作出理论上的概括，直到 19 世纪 30 年代，才建立了细胞学说。尽管在 19 世纪初期，也有不少学者(如 Mirbel, 1802; Dutrochet, 1824 等) 奠定过细胞学说的基础，但最终还是由德国植物学家施莱登 (Schleiden, 1838) 和动物学家施旺 (Schwann, 1839) 作了最后的论证。施莱登指出，所有植物体都由细胞组成。施旺在动物体中也证实了这个判断，并首次提出“细胞学说”(Cell theory) 这个名称。他说：“细胞是有机体，整个动物和植物乃是细胞的集合体。它们依照一定的规律排列在动物和植物体内。”他们明确地指出：一切动物和植物皆由细胞组成。由于这个学说的建立，就说明了动、植物的统一性，成为建立生物界发展学说的基础。

恩格斯对这一学说给予很高的评价，认为这是 19 世纪科学上的三大发现之一。只有在细胞学说建立之后，才能明确提出：细胞是生物有机体结构和生命活动的单位，又是生物个体发育与系统发育的基础。它在生物发展史上确实占有非常重要的地位。

三、一百多年来细胞学研究的几个主要阶段

1. 细胞的发现及细胞学说的建立

从1665年虎克发现细胞,随后发现了细胞的显微结构,1839年建立了细胞学说(施莱登、施旺),这是细胞学发展的基础。以后施特拉斯布格(Strasburger)在植物细胞中发现了有丝分裂(间接分裂)。1877年施特拉斯布格在植物中发现了受精现象。1898年纳瓦兴(Nawaschin)发现了被子植物双受精现象。1883年范·贝内登(Van Beneden)又在动物和1886年施特拉斯布格在植物中发现了减数分裂。所以称19世纪最后25年为细胞学经典时期。

2. 实验细胞学

这个时期的特点是细胞学家与所有实验生物学家合作。由于互相合作、互相渗透,发现了很多新问题,纠正了一些错误的认识。例如生化细胞学得到发展。1924年孚尔根(Feulgen)等首次介绍了DNA反应的方法。本斯莱(Bensley, 1934)等用超速离心机将细胞内线粒体分离出来。

3. 分子生物学兴起

1953年沃森和克里克(Watson and Crick)用X射线衍射法得出DNA双螺旋分子结构模型,奠定了分子生物学基础。1961年尼伦堡(Nirenberg)等通过研究,确定了每一种氨基酸的“密码”。科学家们应用分子生物学的成就,使细胞学的研究达到了一个新的水平,使得揭开生命本质的时期离我们更近了一步。

第二节 组成细胞的物质基础——原生质

一、原生质、原生质体的概念

植物细胞内具有生命活动的物质,称为原生质(protoplasm),原生质是细胞生命活动的物质基础。

原生质是由非常复杂的化学成分组成,并且在不同的生物体中,在同一生物体的不同细胞中,以及同一细胞的不同发育时期,原生质的组成都存在差异。然而,所有的原生质却有着相同的基本组成成分。

原生质除水以外,其它最重要的化学组分是核酸、蛋白质、类脂和糖类。它们占细胞干重的90%以上,参与了细胞结构和生命活动。

什么是原生质体呢?

一个细胞内由原生质形成的结构的总称为原生质体。植物细胞除原生质体外,其外还有一个坚韧的外壁,包围原生质体,这就是细胞壁。一个植物细胞在结构上包括原生质体和细胞壁两大部分,其中原生质体是最主要的部分。

原生质体包含原生质膜、细胞质基质、细胞核、细胞器等,其中详细的结构、成分和生理功能分别在后面介绍。

二、组成原生质的化学成分及其在生物体中的生理作用

原生质的主要组分是水,大多数生物的原生质中含有水分约占鲜重的80—95%,它们所需

的营养物质绝大部分以溶液状态进入细胞,一切生命活动的重要反应都在水溶液中进行。

原生质中除去水分以外的干物质,约有90%由核酸、蛋白质、类脂和糖类四类大分子所组成。其余一些如钾、钠、钙、镁、氯、磷、硫等,虽含量很少,也是生命活动所必需的。在地球上的100多种元素中,为原生质所需要的仅有22种。

下面分别介绍核酸、蛋白质、类脂、糖类四类大分子化学组分及其生物学作用。

1. 核酸

核酸(nucleic acid)是多聚体,构成核酸的基本单位是核苷酸(nucleotide),每个核苷酸包括一个五碳糖,一个含氮碱基和一个磷酸。核酸有两种,一种是脱氧核糖核酸(deoxyribonucleic acid,缩写为DNA),另一种是核糖核酸(ribonucleic acid,缩写为RNA)。两者区别在于五碳糖及碱基。

脱氧核糖核酸(DNA)

由于科学家的努力,了解到DNA分子的立体结构是由两条互补的多核苷酸长链形成的双螺旋结构。如将它比喻成螺旋状梯子,两条糖与磷酸分子链就好象梯子的侧条,而两侧条上的碱基相连则形成梯子的横档。碱基是按互补方式相连的,如果腺嘌呤是横档的一半,那么另一半一定是胸腺嘧啶;如果鸟嘌呤形成横档的一半,那么另一半一定是胞嘧啶(图1-1)。

核糖核酸(RNA) RNA与DNA不同之处有以下几点:

(1) RNA是多核苷酸单链;DNA是双链。

(2) DNA分子量约为 2.5×10^7 ;而RNA分子量要小,从 10^6 到25000左右。

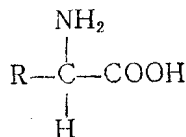
(3) RNA的糖是核糖,DNA的糖是脱氧核糖。

(4) RNA的碱基含有尿嘧啶,DNA的碱基含有胸腺嘧啶。

关于RNA的生物学作用,主要表现在蛋白质生物合成的模板作用上。它根据DNA的信息,组成自己的特异性核苷酸排列顺序,通过三联体密码作用,控制特异性蛋白质的生物合成,如此控制细胞遗传特性的表达。

2. 蛋白质

蛋白质(protein)是以氨基酸为单位构成的长链分子,分子量可以从5000到100万以上。氨基酸的通式为:



根据R基团的不同,可分为20多种不同的氨基酸。在构成蛋白质时,相邻氨基酸以氨基和羧

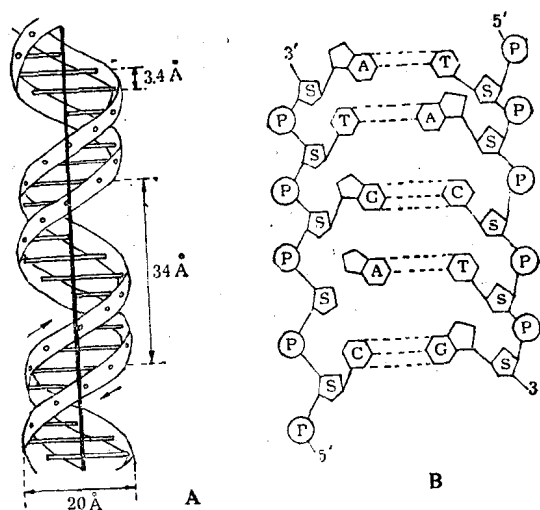


图1-1 DNA分子结构

A. DNA双螺旋结构 B. 由氢键(虚线)联结的两条多核苷酸互补链(部分),以及其间的碱基对;P代表磷酸 S代表脱氧核糖 T为胸腺嘧啶 A为腺嘌呤 G为鸟嘌呤 C为胞嘧啶

基彼此脱去一分子水，联结成肽链，此称脱水缩合作用。20种氨基酸各按不同的种类、数目、顺序进行排列组合，可以形成种类繁多的蛋白质；另外蛋白质还能结合成核蛋白、糖蛋白、脂蛋白等复合蛋白，各有其特殊的功能。例如核蛋白存在于细胞核内，与遗传性的传递有关；膜上的脂蛋白控制着膜内外的物质交换；膜上的糖蛋白具有信息识别作用。蛋白质的多样性是细胞生命活动多样性的物质基础。

细胞中有一类起催化作用的蛋白质，被称为酶(enzymes)。已知约有2000种，细胞内各种代谢活动都在特定的酶的参与下才能进行，所以酶是细胞代谢活动的主要调节者。

3. 类脂

类脂(lipid)包括脂肪、油、蜡、磷脂和固醇等。

类脂由甘油与脂肪酸相结合而成，也是长链化合物，但分子量比蛋白质、核酸要小得多。中性脂肪是细胞中一种体积小而能量高的食物储藏形式。细胞中最重要的类脂是磷脂，它是形成生物膜的主要成分。其它的类脂还包括角质、蜡质、栓质等，是组成某些细胞壁的成分，由于它们的疏水性造成了这些细胞壁的不透水性。

4. 糖类

糖类(saccharide)因其中碳、氢、氧的比例多为1:2:1(CH_2O)，所以又称碳水化合物。不符合这个比例的例外有脱氧核糖($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_4$)等。

糖类可分成单糖、双糖和多糖。单糖是基本单位，例如：葡萄糖(由6个碳原子组成的单糖)，它是光合作用的直接产物。双糖含有两个单糖分子，例如蔗糖是由1分子的葡萄糖和1分子果糖缩合而成的双糖。多糖是由许多单糖缩合而成的，一般具有很高的分子量，如淀粉及纤维素。淀粉是绝大多数细胞中糖类贮存的主要形式，纤维素是组成细胞壁的主要成分。上面提到过糖蛋白的复合蛋白，有识别信息的作用。

第三节 植物细胞的基本结构

一、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，这是细胞在长期适应中形成的。我们了解植物细胞的形状应该和细胞在植物体中的位置结合起来考虑，这才能深一层理解结构和功能的适应关系。

单细胞植物体或离散细胞，因细胞受不到其它约束，形状多为球形。

在多细胞植物体内，细胞是紧密排列在一起的，大部分细胞成多面体形。但由于植物体不同部位的细胞在长期适应下，形状又各不相同。例如种子植物的导管细胞，在长期适应输导水分和无机盐的状况下，通过自然选择，细胞呈长柱状，上下之间横壁溶成穿孔，众多导管细胞形成“管道”。又如起支持作用的纤维细胞，一般呈长梭形，并聚集在一起，加强支持作用。茎、叶表皮细胞，一般成扁平体，各个细胞紧密连接，防止水分蒸发，特别是最外层的细胞壁有脂肪性物质加厚，更有利于保护作用。而幼根根毛区表皮细胞，在向着土壤一面长出一个突起，叫根毛，根毛可以从土壤中吸收水分和无机盐。这些细胞形状的多样性，反映出它们与功能的适应。

2. 植物细胞的大小

一般讲植物细胞的体积是很小的，如此每个细胞才有与外部环境充分接触的足够面积，便

于物质交换及新陈代谢，这也是长期适应的结果。最小的细胞要用电子显微镜才能看到，例如支原体(Mycoplasma)的直径只有0.1微米(μm)。一般细胞直径约在10到100微米之间，可以用光学显微镜观察到。有人估计一张叶片可含4000万个以上的细胞。少数细胞较大，例如西瓜果肉细胞直径可到1毫米，这时用肉眼就能观察到；棉花种子表皮毛可长达75毫米；苎麻茎纤维细胞，最长可到550毫米。

细胞大小的计量单位，在光学显微镜下一般用微米(micrometer, 简称 μm ；1毫米=1000 μm)；在电子显微镜下一般用埃(Angstrom, 简称 $\text{\AA}$ ；1微米=10000 $\text{\AA}$)。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是2.5埃。

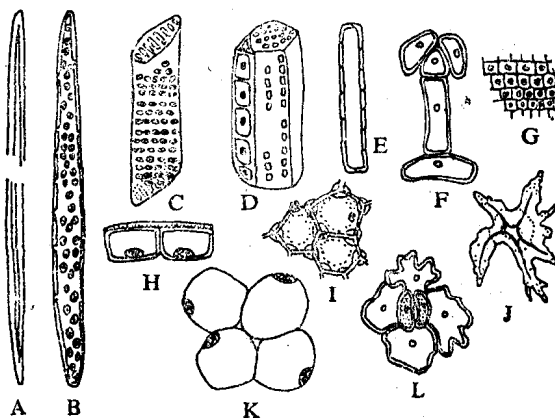


图1-2 植物细胞的各种形状

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. 薄壁细胞 L. 表皮和保卫细胞

二、细胞的基本构造

1. 细胞膜(cell membrane)

在没讨论细胞膜之前，应先对整体植物细胞有一个概括了解。植物细胞由细胞壁、原生质体两部分组成。原生质体的最外层是原生质膜，原生质膜里面有细胞质、细胞核、细胞器(质体、线粒体、内质网、核糖体、高尔基体、液泡、溶酶体、微管、微丝)、后含物。细胞核、细胞质、质体、线粒体、液泡、后含物等在光学显微镜下都可粗略地看到，这叫显微结构(microscopic structure)。以上这些结构的精细构造及下余的那些结构，只能在电子显微镜下才能看到，这叫亚显微结构(Submicroscopic structure)或超微结构(ultramicroscopic structure)，我们将分别介绍。

细胞膜在植物细胞上是原生质膜(plasmalemma或plasma membrane)，在动物细胞才叫细胞膜。原生质膜在细胞结构上是很重要的一部分，下面将按其化学组成、结构、功能分别介绍。

(1)化学组成 原生质膜是紧贴在原生质体之外的一层薄膜，在光学显微镜中是看不到的。它在电子显微镜下，才能显出由三层结构组成，两侧呈两个暗带，中间夹有一个明带。两侧暗带主要成分是蛋白质，中间明带的主要成分是类脂。原生质膜的类脂，主要是磷脂，它的分子除含有甘油和脂肪酸外，还有带电的磷酸基团和含氮碱基。由于类脂分子以烃为主，所以一般是疏水的(不溶于水)，而磷脂分子含磷酸部分极性很强，所以是亲水的(溶于水)，这类分子称二性分子。实验表明，当它们完全被水包围时，便会形成双分子层(图1-4)，极性基团(磷酸部分)面向两侧的水相，而非极性的碳氢链则彼此相对。磷脂分子的这种特性，使它在细胞中处于细胞与外界环境的界面上，作为细胞与外界自动调节的屏障。而蛋白