

高等学校试用教材

植 物 学

(形态、解剖部分)

北京大学生物系
高 信 曾 主 编

人 民 教 育 出 版 社

植 物 学

(形态、解剖部分)

北 京 大 学 生 物 系

高 信 曾 主 编

*

人 民 教 育 出 版 社 出 版

新华书店北京发行所发行

国 营 五 二 三 厂 印 刷

*

1976年3月第1版 1979年3月第2次印刷

书号14012·011 定价1.00元

前 言

本书内容是根据 1977 年 10 月教育部召开的高等学校生物学各科教材大纲讨论会上拟定的植物学大纲(草案)编写的。参加编写工作的有三所学校,中山大学编写绪论、高等植物部分;北京大学编写植物形态解剖部分;南京大学编写菌、藻、地衣部分。1978 年 2 月在南京大学,由南开大学、中山大学、北京师范大学、兰州大学、四川大学、复旦大学、上海师范大学、南京大学、南京师范学院、云南大学及北京大学等院校审稿,定为综合大学及师范院校生物系的试用教材。

植物学形态、解剖部分参考了北京大学历年植物学讲义和戴伦焰 1966 年编写的《植物学简明教程》编写的。共分六章,包括植物细胞、植物组织、种子植物的营养器官和繁殖器官,在第六章中简要地介绍实验形态学,最后并附有名词注解以供同学自学之用。在编写过程中得到北京大学植物教研室同志们的关心和支持,李正理为编写工作提供资料和附图,葛明德参加了第一章的部分编写工作。在审稿时除得到参加讨论的各校代表提出宝贵意见外,复旦大学王凯基和上海师范大学陆时万对本书提出了具体修改意见。

本书在编写过程中,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,但由于编写时间短促,本人理论水平不高,教学经验有限,因此在文字和内容上一定会有不少缺点和错误,希望各校教师、同学提出宝贵意见,以便进行修改。

北京大学 高信曾

一九七八年三月

目 录

绪 论	1
-----------	---

第一章 植物的细胞

第一节 细胞的发现及其意义	8
第二节 植物细胞的基本结构	9
植物细胞的形状和大小	9
植物细胞的构造	9
原核细胞与真核细胞	22
第三节 植物细胞的分裂	23
有丝分裂	23
无丝分裂	25

第二章 植物的组织

第一节 细胞的分化和组织的形成	26
第二节 植物组织的类型	27
分生组织	27
薄壁组织	27
保护组织	28
输导组织	30
机械组织	31
分泌组织	32

第三章 种子与幼苗

第一节 种子的结构	36
第二节 种子的萌发	38
种子的休眠与后熟作用	38
种子的萌发条件	39
种子萌发过程中的形态变化和物质转化	40
种子的寿命与贮藏	42
播种前的种子处理及其意义	42
第三节 幼苗	43
种子萌发和幼苗形成的过程	43
植物的生长	45
植物生长激素	47

第四章 植物的营养器官

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	50
根尖的结构及其发展	50
根的初生结构	51
侧根的形成	55
根的次生生长与次生结构	56
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
茎的外形	61
芽及其类型	62
茎的生长及习性	64
茎的分枝	66
禾本科植物的分蘖	67
整枝及其意义	68
二、茎尖及其发展	69
茎尖的结构	69
叶和芽的起源	70
三、茎的结构	71
双子叶植物茎的初生结构	71
双子叶植物茎的次生结构	80
裸子植物茎的结构	90
单子叶植物茎的结构	91
五、茎的生理功能	93
第三节 叶	93
一、叶的形态	93
叶的组成部分	95
叶的发育过程	94
叶片的大小和形状	95
单叶与复叶	98
叶序和叶镶嵌	98
异形叶性	100
二、叶的结构	101
被子植物叶的一般结构	101
禾本科植物叶的结构	108
松柏类植物叶的结构	111
三、叶的生态类型	112

旱生植物的叶	112	第三节 花药的发育和花粉粒的形成	147
水生植物的叶	113	花药的发育	147
阳地植物和阴地植物的叶	114	减数分裂	148
四、叶的生活期和落叶	115	花粉粒的形成和形态结构	149
五、叶的生理功能	116	花粉败育和雄性不育	151
光合作用	116	第四节 胚珠的发育和胚囊的形成	153
蒸腾作用	117	胚珠的发育	153
第四节 营养器官的变态	117	胚囊的形成	153
一、根的变态	117	第五节 开花、传粉与受精	155
二、茎的变态	122	开花	155
三、叶的变态	124	传粉	156
四、同源器官与同功器官	125	花粉在柱头上的萌发	159
第五节 营养器官的相互关系	126	双受精过程	160
一、营养器官内部结构上的相互联系	126	无融合生殖及多胚现象	161
二、在植物生长中营养器官间的相关性	127	第六节 种子和果实	161
		种子的形成	161
		果实的形成和结构	164
第五章 植物繁殖与繁殖器官			
第一节 种子植物的营养繁殖	130	第六章 实验形态学简介	
自然的营养繁殖	130	一、形态发生和实验形态学	172
营养繁殖在生产实践中的应用	131	二、实验形态学的研究方法	173
第二节 花	134	三、组织培养的方法	174
花的组成部分及其形态结构	134	四、组织培养技术在生产实践	
花的各部分演化	139	和理论研究上的应用	175
禾本科植物的花	141		
花公式和花图解	142		
花序	143		
		名 词 注 解	

绪 论

植物的多样性 植物界是随着地球的历史发展,由原始的生物不断地演化,其间经历了 30 多亿年的过程,形成到现在已知的近 40 万种的植物界。从个体的大小看,它们当中最小的只有数微米(μ),要在显微镜下才能看到,如果把病毒也算在内,那就更小得多。只有在电子显微镜下才能显示出来;至于高大的可达 60~100 米,如澳洲的桉树和我国南部最近发现的望天树,以及生长在太平洋东海岸的巨囊藻。从结构方面看,最简单的植物只有 1 个细胞,如小球藻及衣藻,随着演化过程,由单细胞发展到多细胞的线状体(群体),再由线状体到叶状体,最后达到具有根茎叶分化的高等植物。根据它们形态和结构的不同,通常在植物界按照进化系统区分为藻类植物、菌类植物,苔藓植物、蕨类植物及种子植物。

绝大多数的植物都具有叶绿素及类似的色素,能够利用太阳能把二氧化碳和水自行制造食物,它们属于自养植物,或叫光自养植物。还有少数的自养植物从无机化合物或有机分子里获得能量,它们属于化学自养植物,如某些光合细菌等,另外有一部份植物寄生在别的植物体上,从寄主身上吸取养料,它们是寄生植物。它们当中有些是完全依靠寄主为生的,如兔丝子是完全的寄生植物;另一些象桑寄生等是半寄生的植物。还有一些植物是从死的或腐败生物体获取能量的,它们是腐生植物。寄生及腐生的植物也叫异养植物。食虫植物既是自养又是异养的植物。光自养植物都具有叶绿素及类似的色素,通称为绿色植物。异养植物不含有叶绿素,它们直接从寄主或腐败生物身上吸取食物,通称非绿色植物。

植物的寿命长短不一,木本高等植物可以生活多年,其中不少可以生活几百年或上千年,另一类植物为了适应不良的气候,生命周期缩短了,躯体结构出现木质化少,它们是草本植物。草本植物又有一年生、二年生及多年生的区分。多年生草本植物都具有地下茎一类的结构,以便顺利度过不良气候或环境条件。一年生及二年生的植物,大多数是形成种子来延续它们的后代,而有些生长在沙漠里的植物,生命周期往往只有几个星期,它们属于短命植物。

大多数植物都生长在陆地上,通称陆生植物。那些生于水里的叫水生植物,水生植物又可分为浮水及沉水植物。陆生植物根据它们需要阳光及忍耐光照程度不同,可分为阳地植物、阴地植物和耐阴植物。热带森林下面的草本及木本植物的幼苗具有比上层乔木大得多的耐阴能力。沉水植物也具有较大的耐阴力,有些海水里生长的红藻能够在水深 200 多米、光度十分微弱的海底正常生活。

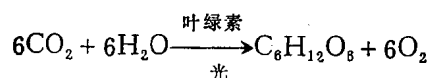
一般的陆生植物对于土壤含盐分的关系来说属于中生性植物,也有一部分生在盐渍土或海岸的植物,能忍耐高浓度的盐分,它们是盐生植物,热带海岸的红树林植物是著名的例子。此外,陆生植物对土壤水分的要求和适应程度的差异又可以分为旱生植物,中生植物及湿生植物等。

有些旱生植物具有特殊的抗旱能力,在极度干旱的条件下,叶片拳卷起来,如禾草类;或者呈假死状态(如某些苔藓及卷柏类的还魂草)来度过恶劣的环境,在有利的条件下又复苏过来。

植物在自然界的作用

(一)植物界对地球和生物界发展的作用 地球作为太阳系的一个行星,大概在 47 亿年前就形成了,当时地球表面的条件对于有生命的有机体来说是十分严峻的,是不适于生命出现的,只有到了地球分化出地壳、地幔和地核,地球表面出现了大气层,免除了紫外线和宇宙射线的为害,生命的出现才有了可能性。据估计这是在地球形成后前 10 亿年期间,地球的环境才变得和现代差不多的样子,可是当时的大气层只有水、二氧化碳、硫及氮,可能还有甲烷(CH_4),以及少量的氨(NH_3)和稀少的氫、氯、氢及氟等。对生命最关重要的游离分子氧基本上是不存在的。因此地球上最初的有生命形态的生物可能是化学营养生物,它们只能从有机分子中获取能量。这些生物必须生长在海水里,才避免了紫外线的为害。继起的生命可能是原始的光合生物。这种光合生物利用硫化氢,释放出游离态的硫,并不释放氧气。只有出现了蓝藻和原生植物,它们有了光合作用色素,才能够利用 H_2O 分子,并释放出 O_2 。据估计地球形成后 28 亿年,即大约在距离现在 19 亿年前,大气中的氧气可能达到现在氧含量的 0.1%,到了大约 7 亿年前,氧气的含量大约达到了现在含量的 1%。由于植物叶绿素的光合作用加上紫外线长期以来把 H_2O 解离为 H_2 和 O_2 ,才使大气中的氧气逐渐增加,所以到了五亿年前的古生代,植物才逐步发展起来。由此可见,植物在地球上的出现,伴随着地球的历史发展,推动了生物界的发展,整个动物界都是直接和间接地依靠植物界才获得生存和发展的。

(二)植物合成了有机物,贮存了能源 绿色植物的另一重大作用是为地球上的生物积累了生命活动不可缺少的能源。绿色植物的叶绿体能够利用太阳的光能,把简单的无机物——水和二氧化碳,合成为复杂的有机物——碳水化合物,这个过程叫做光合作用(photosynthesis),其方程式如下:



光合作用所获得的碳水化合物,在植物体内进一步同化为其他各种有机物质,如脂肪和蛋白质等,这些有机物质除了一部分用于维持本身的生命活动及组成植物体本身的结构外,大部分作为生物的能量而被贮存起来。

绿色植物的遗体,有的被贮存在地下,成为煤炭,有的植物遗体和动物遗体在一起形成石油或天然气,都是工业方面的重要的能源。

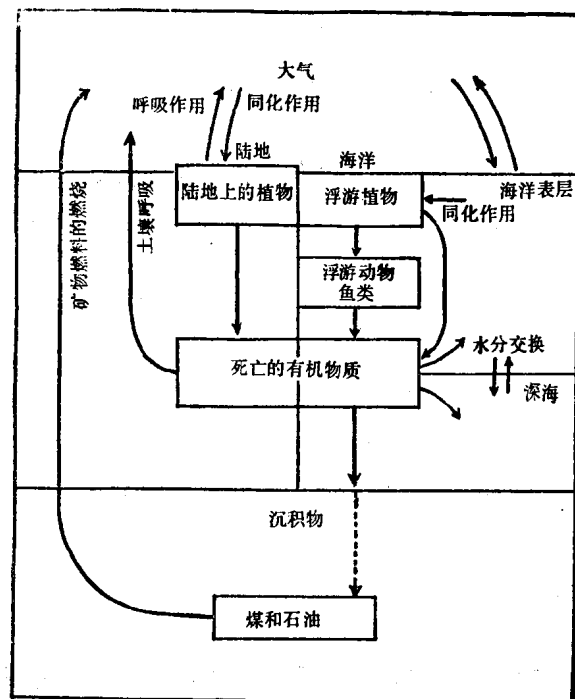
(三)植物保证了大气层的氧气、二氧化碳和氮气的平衡 绿色植物在进行光合作用过程中不断释放出氧气,使大气里的氧气比例得到补充和保持平衡。因为氧气是一切生物呼吸和物质分解不可缺少的气体,有了绿色植物光合作用的释放氧气,才使得地球大气下层的氧的比例保持在 20% 左右的稳定平衡。

绿色植物对于合成有机物固然是很重要的,但自然界的物质运动,还有从有机物分解为无机物的一个方面,这样才能保持地球上物质与能量的相对平衡。有机物的分解作用,有两个途径,

一个是由动物和植物的呼吸作用来进行,另一个途径是通过非绿色植物对有机物的分解,即矿化作用。有机物的分解,首先使大气中的碳素获得平衡。大气中含有0.03%的二氧化碳;这些二氧化碳不断由绿色植物的光合作用加以利用,如果空气中的碳素得不到继续补充的话,那末大气中的二氧化碳只能维持绿色植物33年的消耗,事实上,大气中的二氧化碳长期以来一直保持相对的平衡,这主要是依靠细菌及真菌等非绿色植物对有机物质的分解所释放的二氧化碳,再加上动植物的呼吸作用,以及火山爆发和物质的燃烧所形成的二氧化碳来补充。

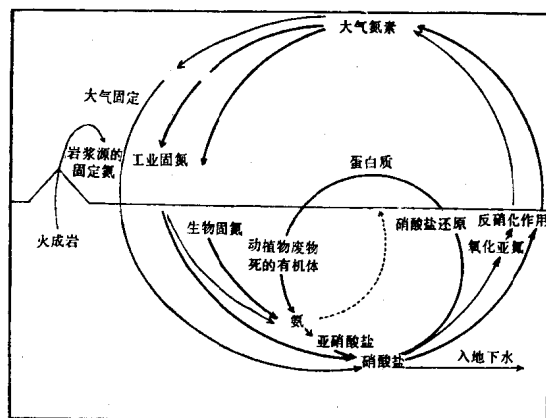
其次,有机物的分解,也使大气中的氮素含量得到平衡。大气中的氮含量有78%,但是这种游离状态的氮是惰性气体,只有少数的固氮细菌和蓝藻能够吸收利用,绿色植物是无法直接加以利用的。固氮的细菌或蓝藻把空气中的游离氮变成植物能够吸收和利用的氮,绿色植物在同化作用过程把铵盐与碳水化合物合成蛋白质,除了建造本身外,并把它贮存起来。动物摄取植物的蛋白质,加工成为本身的蛋白质。蛋白质通过呼吸,或者在动植物死后通过尸体分解,进行氨化作用(ammonification)又放出铵离子,一部分的铵成为铵盐被植物所吸收,另一部分经过硝化细菌的硝化作用(nitrification)成为硝酸盐,再被植物所吸收。硝酸盐也可以由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)释放大气里去。大气中的氮和自然界中的铵盐及硝酸盐通过辗转循环而保持平衡。

植物体内还有氢、氧、磷、钾、铁、镁、钙以及各种微量元素,也都以类似的方式由土壤进入植物体,再由植物体返回土壤而循环着。总之,植物界与自然界,植物界与动物界,绿色植物与非绿色植物之间,一方面进行着合成作用,另一方面进行着分解作用,这两方面各以对方为依存,二者又是互相对立的统一,从而使自然界和有生命的有机界不断地运动和发展。



绪-1 二氧化碳的循环示意图

植物在国民经济中的意义 前面已经提到绿色植物和非绿色植物在自然界的重大作用,尤其是绿色植物是一切生物赖以生存的能源,动物界都是直接或间接依靠植物为生的。人类生活中无论是衣、食、住、行都离不开植物。我



绪-2 氮气循环示意图

们的社会主义建设是实行以农业为基础,以工业为主导,农、林、牧、副、渔全面发展的方针,充分发挥植物资源在国民经济中的作用具有十分重大的意义。在农业方面,无论粮食作物、糖类作物、油料作物、果树作物、蔬菜作物,我国都拥有丰富的植物资源。在林业方面,我国也有大量优质、速生和高产的造林树种。在畜牧业方面,我国也有大面积的草场和优良的牧草品种。

在工业方面,包括制糖工业、淀粉工业、纤维工业、橡胶工业、油脂工业、食品工业、油漆工业等,我国都有极为丰富的资源。植物胶是一种聚糖类,亦广泛应用于冶金、医药、造纸、纺织、食品、印刷、化妆品和照相材料等工业。不少豆科植物种子内含有半乳甘露聚糖的胚乳胶,可以用作油田增产用的优良的高粘度水基压裂液。

在医药工业方面,我国所产的几万种植物中,不少是含有各种生物碱、多种甙类、萜类、有机酸、氨基酸、激素、抗菌素、鞣质等,是医药的主要成分。国产的药物不仅保证了我国人民的保健事业的需要,而且在世界各国享有很高的信誉。

在工业城市里,废水与废气使环境发生污染,为害人民健康,是当前工业化中一个重大的障碍。人们可以利用某些绿色植物来净化空气,并利用某些藻类和细菌来净化污水,以及利用植物和微生物来净化土壤。而利用木霉对纤维素进行糖化作用,是城市卫生,变废为利一种新的途径。

在海岸地带为了防风及防浪,须要建造防风林带。在干旱及荒漠地区,须要利用植物作为固砂防风,调节气候,在农业学大寨的高潮中,合理地改造山、水、田、林、路,实行全面规划,综合利用,必须充分发挥我国植物资源的潜力,使之有效地为社会主义建设服务。

现代科学技术的发展,打开了微生物界的大门,使多种微生物应用于各种工业生产。应用得最广泛的发酵工业,是利用真菌和细菌制造各种工业品如醇类、柠檬酸、味精、赤霉素等。近代工业还有利用细菌对石油脱蜡来提炼石油;用细菌从硫铁矿中脱硫来炼铁;以及用某种单细胞绿藻来浓缩海水中含量仅有 3.3 微克立升的铀。

我国幅员广阔,植物资源十分丰富,其中包括微生物资源,在广阔的亚热带及热带地区亟待我们去深入研究。在响应党中央、华主席的抓纲治国,向四个现代化进军的伟大号召下,开展植物资源的调查和利用是我国植物学工作者一项光荣而艰巨的任务。

植物学发展简史及今后的发展方向 人类在从事生产活动以后,就和植物界发生了联系。在奴隶社会和封建社会的漫长岁月里,劳动人民在长期的生产实践,以及与自然灾害和疾病作斗争的过程中,对认识和利用植物,使本草学逐渐建立起来。我国在东汉时期(公元 25~220)的神农“本草经”,就收有中草药 365 种,是我国目前可以查考的第一部本草学总结,以后历代均有著述。至明代李时珍从 1552~1578 年花费了 27 年的时间编著了“本草纲目”,记载了药物 1892 种,其中 1094 种是植物,是植物学方面一部经典性的著作。

在 18 世纪以后,西方资本主义处于迅速上升时期,竞相寻找工业原料,争夺世界市场,同时,也推动了植物学的发展。在植物分类学方面,瑞典植物学家林奈(C. Linne)首创二名法(Binomial Nomenclature)。使用于 1753 年发表的“植物种志”(Species Plantarum)和 1754 年发表的“植物属志”(Genera plantarum)。

1859年查·达尔文(C. Darwin)的“物种起源”(On the Origin of Species)一书出版以后,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成为反对唯心主义的锐利武器。所以恩格斯把达尔文的《物种起源》评价为十九世纪三大发明之一。

恩格勒(A. Engler)和普兰特莱(K. Prantl)在1887~1909年刊行的“自然植物科志”(Die Natürliche Pflanzenfamilien)提出的自然系统,对低等植物有许多新见解。把植物界分为13个门,其中11个门是低等植物,第13门是被子植物。

1925年以后,在被子植物分类方面,出现了多心皮学派,以后有许多分类学工作者,在原先的基础上加以发展,并被认为是比较合理的分类系统。

现代植物分类学的研究已有三、四百年的历史,并在生产斗争和阶级斗争中作出了重大的贡献。随着自然科学和实验技术的发展,许多新的科学技术被引进了分类学。从而把分类学提高到新的、更高的阶段发展。细胞学的研究,使植物分类学出现了染色体分类学。化学分析的研究,促进了以各种化学成分及蛋白质(丙种细胞色素)等为依据的化学分类学。生态学和遗传学的研究,推动了实验分类学的工作。近十几年来,数学和统计的方法也被引进了植物分类学,出现了数值分类学的方向。为了达到分类学解决“物种”的实际问题。十几年来分类学界出现了“生物系统学(Biosystematics)”,力图对原有的分类单位系统进行改革。由此可见,植物分类学是随着自然科学的发展而不断前进。那些认为分类学是“古老”的学科的看法是片面的,因而是站不住脚的。

显微镜的发明为植物学的微观研究开辟了道路。细胞的发现,打破了动、植物之间一度被认为不可逾越的鸿沟,论证了生物同出一源和生物进化的道路。所以恩格斯誉之为十九世纪又一个重大发明。以后施旺(Schwann)及施莱登(Schleiden)等人对细胞学的创立和发展做出了贡献。近年来,电子显微镜和其他新技术的进展,使细胞学发展到分子的水平,各种细胞器及膜的结构和功能已逐渐得到阐明,为深入研究生命活动现象提供了有利的前景。

显微镜的改进和植物分类学的成就推动了形态学和解剖学的发展,而形态学及解剖学的发展又反过来促进了分类学的提高。十九世纪末以来,在这个领域逐步形成和发展出植物器官学、生理解剖学、组织学、胚胎学等。随着实验科学的发展,实验形态学及实验器官学的工作逐步开展起来,对于器官建成、组织培养及细胞的全能性等方面的研究,开辟了宽广的途径。

植物分类学的研究也推动了个体、物种及群体等方面和环境条件之间的相互关系的新领域的探讨,形成了生态学及群落学等分支学科。目前,生态学的主流是生态系统学(Ecosystematics),它以研究每个生态学单元(生态系统Ecosystem)的能量流和生产力等方面为对象。

植物学的一个重要分支是植物生理学,它是研究植物的生长、发育、代谢及生殖等方面的生命现象的学科。本世纪以来,对呼吸生理、营养生理、水分生理、开花生理、种子生理、细胞生理及光合作用生理等方面的研究结果,为农业生产作出了重大贡献。当前,生理学关键性的光合作用的研究,已解决了碳循环方面的机制。在光解方面也解决了光合磷酸化的问题,只要进一步解决原初反应的难题,光合作用的研究即将全面解决。

由植物栽培和细胞学研究逐步发展起来的遗传学,是植物学另一个重大的分支学科。由于

遗传物质、遗传信息以及中心法则等方面得到了阐明,使遗传工程这个新的学科逐步形成起来,人工控制物种的研究,将获得重大的突破。

解放前,我国长期处于半封建半殖民地的状态,我国植物学的研究完全操纵在帝国主义者的手里。解放以后,社会主义建设事业飞跃发展,为了充分利用我国植物资源,改造大自然,广大的植物学工作者足迹遍及全国各地,开展综合考察、调查,着手编写《中国植物志》、《中国植被》、《西藏植物志》以及各省的植物志。与此同时,在改造荒漠,固沙防风;改造盐碱地,围海造田等方面,做出显著成绩。开展中草药的群众运动和赤脚医生队伍的壮大,被誉为世界医药界的重大革命。在为农业生产服务方面,开展了各种作物的单倍体培养,在小麦、水稻及橡胶的单倍体育种的研究工作处于领先地位。在三系的杂交优势的选育良种和大田推广方面,我国也比任何其他国家开展得迅速和广泛。当前,我国的广大植物学工作者满怀信心,在以华主席为首的党中央领导下,沿着毛主席的革命路线,为实现四个现代化而努力奋斗,可以预见,中国植物科学的研究必将取得更加辉煌的成就。

植物学的目的、任务及其分科 植物学研究的目的和任务:①掌握物种形成与系统发育的规律;②研究个体构造、生长发育与生殖的规律;③研究生命活动现象及生命活动的规律;④研究植物与环境之间的辩证关系。一句话,植物学的目的和任务,是用观察和实验的方法,去掌握植物体的生长发育及植物界的规律,从而达到充分利用和改造植物,满足人民生活的需要,为建设社会主义服务的目的。

为了掌握物种形成和系统发育的规律,人们必须学习植物分类学(Plant Taxonomy)、植物系统学(Plant Systematics)、古植物学(Paleobotany)及植物地理学(Plant Geography)。

为了研究个体构造及个体发育的规律,必须学习植物形态学(Plant Morphology)、植物解剖学(Plant Anatomy)、细胞学(Cytology)、胚胎学(Embryology)及器官学(Organology, Organographs)。

为了研究生命活动现象及生命活动的规律,必须学习植物生理学(Plant Physiology)、植物生态生理学(Plant Ecological Physiology)、植物遗传学(Plant Genetics)、植物化学(Phytochemistry)及植物生物化学(Phytobiochemistry)。

为了研究植物与环境的辩证关系,必须学习植物生态学(Plant Ecology)、植物群落学(Plant Community)、地植物学(Geobotany)及生态系统学(Ecosystematics)。

现代的植物学研究,已由观察进到实验的阶段,逐步接触到生命活动的内在联系和本质问题。五十年代以后不断出现了实验植物学。例如实验植物分类学是研究种及种系的形成。实验植物形态学是研究形态发生及器官建成。实验植物生态学或实验植物群落学,是用人工生态条件及人工群落来研究优质、高产的问题。

植物学工作者要为四个现代化建设服务,除了掌握植物学及其各门分支学科之外,还要学习现代自然科学的基础理论。当前,数学、物理及化学已经渗透和深入到生物科学各个领域,从而有力地推动了现代生物学的发展。应该认识到,生命运动是自然界物质运动的最高形式,开展分子生物学和量子生物学的研究,来揭开生命活动的秘密,没有现代自然科学的基础理论和科学技术

术的新成就作为工具和手段是不能胜任的。

研究植物学的方法 在植物学的研究工作中,也和哲学及其他自然科学一样,从来就存在着唯心主义和唯物主义、形而上学和辩证法的两种思想、两种观点的斗争。植物学总是在辩证唯物主义思想的指导下,战胜了唯心论和形而上学而前进发展的。辩证唯物主义告诉我们,世界是物质的,而物质是运动的。自然界千变万化的事物只是物质运动的表现形式。各种事物总是互相依存,互相制约。事物内部的矛盾的对立和统一,是事物发展的根本原因。达尔文的进化论思想曾经在十九世纪后半期战胜了唯心论,使生物学建立在进化的观点上,才出现了自然系统的分类学。近代的马克思主义的辩证唯物思想正在指导着植物学工作者去战胜形而上学和机械论,向着物种形成及生命现象等生物学的根本问题进行探讨,并取得了可喜的成果,生物学正面临着一个重大的突破阶段。因此,学习和掌握辩证唯物主义思想,是每一个生物学工作者首要的任务。

植物学和许多自然科学一样,在研究植物界的现象和本质问题时,经历着由表及里,逐步深入的几个阶段。

(一) 直接观察 是对植物界各种现象进行直接观察,或借显微镜等仪器的帮助,对植物体及其组织的形态结构、生长及分布等进行比较观察和分析。这种观察通常属于静止状态的观察,它能透过各种现象和表象作出对植物体及其组织的形态、生长及分布等方面准确的概念。

(二) 实验的方法 根据直接观察得出的初步结论,借助比较精密的仪器,对植物的生长、发育、代谢、生殖等过程。在人工控制的条件下进行观察、试验。这主要是一种动态的方法,能够比较深入地探讨生命活动的内部联系的本质问题,得出规律性的结论。

现代的实验科学已由细胞水平发展到分子水平,这方面的工作从细胞质或细胞核的移植,发展到细胞器的移植。目前又开展了基因或遗传因子的移植。例如把细菌固氮的基因移植到禾本科植物根细胞一类的遗传工程或基因工程的研究。它是一种生物的人工控制的实验。

(三) 模拟和仿制 通过实验工作,弄清植物体生长发育及生殖等全过程化学物理变化,和生命活动节律的机制,用人工设计的模型,把各种过程编成程序,在计算机的控制下,模拟或仿制植物的生长发育或生殖,进行生产性的试验。如模拟光合作用来生产粮食的设计等,以期达到通常所设想的,掌握生命活动的规律来控制生命活动和改造有机体的境界。

从直接观察到实验方法,是由宏观到微观的深化。在植物学的研究工作中,宏观与微观的研究是互相渗透、互相依存的。例如植物群落的研究是一种宏观研究的范畴,但物种之间以及物种和其他条件之间的相互关系,要借助微观的研究。遗传工程是一种微观的实验研究,当它推广到大田生产时,出现了种间及物种与生境条件之间的宏观和微观的研究。因此,在植物学的研究方法上,灵活地把微观和宏观结合起来,使实验研究工作不断往纵深发展,来达到人类认识自然,利用自然和改造自然的目的。

第一章 植物的细胞

第一节 细胞的发现及其意义

在十七世纪,当近代自然科学开始从神学中解放出来不久,人们就发现了细胞,1665年英国的光学仪器修理师虎克(Robert Hooke)用他自己制造的一台复式显微镜观察薄的木栓切片,发现有很多象蜂巢一样的小室,就称为细胞(cell),实际上他所看到的是植物的细胞壁和空腔。以后,经过许多人前后相继的工作,收集了大量关于细胞的材料。

细胞的发现打开了生物的显微世界的大门。然而在相当长的一段时间内,却没有引出任何理论的概括。细胞是什么?在这个问题上人们徘徊了一个多世纪。一直到十九世纪,开始有人从理论上探索这个问题。1839年,德国人施莱登和施旺同时得出结论:一切有机体,从简单的单细胞生物到复杂的多细胞生物都是由细胞组成的。他们比较明确地指出,细胞构造是有机体构造的一般原则。这时才真正发现了细胞,就是说发现细胞是有机体构造的基本单位,是生命活动的基本单位。这就是细胞学说。

恩格斯高度评价了细胞发现的意义。他将细胞的发现列为打破旧的形而上学自然观的三大发现之一。恩格斯指出,细胞是“差不多一切生物发展的基本形式”。显然,根据恩格斯一系列光辉论述,我们不应该把细胞学说局限于有机体构造的学说,而应该进一步明确为有机体发展的学说。

首先,细胞学说是关于有机体个体发育的学说。恩格斯说,细胞“是这样一种单位:一切机体,除最低级的外,都是从它的繁殖和分化中产生和成长起来的。有了这个发现,……机体产生、成长和构造的秘密被揭开了;从前不可理解的奇迹,现在已经表现为一个过程,这个过程是依据一切多细胞的机体本质上所共同的规律进行的。”这就明确地指出,多细胞有机体个体发育的过程就是细胞分裂分化的过程;细胞分裂分化的规律是多细胞有机体发育的共同规律。

同时,细胞学说是关于物种系统发育的学说。恩格斯指出,由于细胞的发现,“我们不仅知道一切高等有机体都是按照一个共同规律发育和生长的,而且通过细胞的变异能力指出了使有机体能改变自己的物种并从而能实现一个比个体发育更高的发育的道路。”这清楚地指明,物种的变异是通过细胞的变异实现的。

正因为如此,恩格斯在谈到细胞时写道:“由分化而产生的个体和种的有机发展过程,是合理的辩证法的最令人信服的检验”。细胞的发现,作为辩证唯物主义自然观对形而上学自然观的一次伟大胜利而载入史册。

近一百年来,生物学发展的许多积极成果完全证明恩格斯的这一系列论述是无比正确的。胚胎学的发展,正是从细胞的分裂分化中揭示了有机体发育的过程,并逐步地揭示有机体发育的动

力。遗传学和细胞学的结合,从细胞内部揭示了遗传与变异的物质基础,揭示了遗传与变异的基本规律,从而揭示了物种进化的内在根据。今天,我们要自觉地在辩证唯物主义的指导下,沿着恩格斯指明了的方向,将生物科学进一步推向前进。

第二节 植物细胞的基本结构

植物体是由细胞组成的,植物的生命活动也是通过细胞的生命活动体现出来。单细胞植物由一个细胞构成一个个体,一切生命活动(生长、发育和繁殖)都由一个细胞来完成。高等植物的个体是由许多形态、大小不同的细胞组成的,不同的细胞在植物体中具有特殊的功能和作用,完成着植物的生长发育,完成着复杂的生命活动。这些类型的细胞既是相互联系、相互配合协调一致,体现植物的整体性;而又是相互独立,各有其特性。这种相对独立性与整体性的矛盾统一是多细胞生物体的主要特性之一。

植物细胞的形状和大小 细胞一般是微小的,要借助于显微镜才能看到,它们的直径一般在20~50微米*之间,较大的细胞的直径也不过是100~200微米。当然也有少数巨大的细胞甚至用肉眼就可以看到,如番茄、和西瓜的果肉细胞,其直径可达1毫米;一些细长的纤维,如苧麻纤维可达几百毫米。

细胞单独生活时呈球形,但在多细胞植物体中,由于细胞互相挤压而呈多边的立体形状(一般为14面体)(图1-1)。这些立体的多边形细胞如果各方面的直径长度相近似,叫做等直径细胞(isodiametric cell),根尖、茎尖中生长锥细胞就是这种形状。但也有许多细胞的某一方面的直径特别长(可比其他方面的直径大10倍或100倍),因此细胞呈长的多边立体形状,这种形状常常是有利于完成这些细胞所具有的功能,例如具有输导或支持作用的细胞就常是这样。

植物细胞的构造 植物体内的各类细胞虽然在形状、结构和功能方面有各自的特点,但它们之间有着根本的共性,也就是说它们的基本结构是

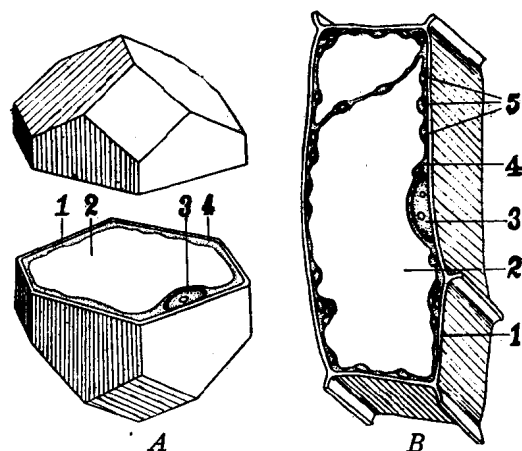


图 1-1 成熟的植物细胞的立体结构图解

A. 等直径细胞(14面体) B. 某一方面的直径较长的细胞
1. 细胞壁 2. 液泡 3. 细胞核 4. 细胞质
5. 叶绿体

*目前,在生物学中普遍采用的长度单位及符号如下:

毫米(mm) = 10^{-3} 米(m)

微米(μm 过去用 μ) = $10^{-6}\text{m} = 10^{-3}\text{mm}$

毫微米(nm 过去用 m μ) = $10^{-9}\text{m} = 10^{-3}\mu\text{m}$

微微米(pm 过去用 $\mu\mu$) = $10^{-12}\text{m} = 10^{-3}\text{nm}$

还有一种单位“埃”(Å)。1Å = $10^{-4}\mu\text{m}$ 是常常用来表示光的波长的单位,在电子显微镜的研究中也常被采用。

一样的,都是由三个部分所组成。这三部分是:原生质体、细胞壁和液泡(图 1-1)。

(一)原生质体(protoplast) 原生质体是细胞以内的有生命物质,它是细胞的最主要部分,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做原生质(protoplasm)。原生质的化学成分是非常复杂的,由于它是生活物质,不断地进行代谢活动,所以组成的成分也是不断变化的。原生质中最主要的成分是以蛋白质、核酸为主的复合物,也叫做“蛋白体”。蛋白体不断地进行同化与异化、合成与分解的过程,使物质与能量不断地转化,细胞就在蛋白体的自我更新的基础上开展它们的生命活动。

在原生质中蛋白质含量很高,可达总干重的 60% 以上。原生质的组成成分除蛋白质(protein)、核酸(nucleic acid)外,还有类脂(lipid)、无机盐(inorganic salt)和水,以及还可能有数量不等的后含物(ergastic substances),包括吸收进来的无机盐和贮藏物质——糖(淀粉)、蛋白质、脂肪和其他代谢产物。

原生质是一种亲水胶体(hydrophilic colloid)。什么是亲水胶体呢?以原生质来讲,它的成份主要是蛋白质。蛋白质颗粒的直径在 0.1~0.001 微米之间。这些颗粒不溶于水,但在其表面包围了一层水膜,在水中高度分散成为胶态,原生质在胶态下高度分散的胶粒具有很大的表面积,在这个巨大的表面上,进行着各种合成与分解的生物化学反应。

在生命活动旺盛的细胞中,原生质亲水胶体含有 80% 以上的水分,具有半流动性。所以在生活细胞中常可以看到原生质流动现象。这种现象是细胞生命活动的一种表现。它有利于细胞内外的物质交换与运输。由于原生质具有很强的亲水性,胶粒周围形成的水膜与胶粒结合非常紧密,不易分开。即使是干燥的成熟种子中也保持一定的水分(一般在 15% 左右),进入到半凝固的凝胶状态,生理活性降低到最低程度。原生质的基本结构还可以保持,并可以抵抗干旱和寒冷等不良环境条件。当种子萌发时,大量吸水,原生质又从凝胶转为液胶状态,进行着旺盛的生命活动。

在细胞中生活的原生质不仅是不断地进行代谢活动,而且还再进一步分化形成原生质体中的各种细微结构。通过光学显微镜和电子显微镜的观察,逐渐地对这些细微结构有所了解。原生质体由细胞质(cytoplasm)、细胞器(organelle)和膜系统(membrane system)等所组成(图 1-2, 图 1-3)。

细胞质主要是半透明的基质,在细胞质与细胞壁、细胞核和液泡相接触处都有膜结构的形成。在细胞质的基质内有内质网(endoplasmic reticulum),膜与内质网相互连接形成细胞中的膜系统。在细胞质内还分散着细胞器,这些细胞器是细胞核(nucleus)、质体(plastid),线粒体(mitochondria)等。这些细胞器各有自己的结构与功能,它们与细胞的生命活动有着密切关系。

细胞质与细胞壁相接触的膜为质膜(plasmic membrane),与液泡相接触的膜为液泡膜(vacuole membrane)。这两种膜都是单层膜*,它们控制着细胞内外水分与物质的出入。细胞质

* 质膜和液泡膜的厚度在 60~100 埃之间,这样的厚度,在光学显微镜下是难以看到的,所以在光学显微镜下看到的膜(质膜或液泡膜)实际上还包括了膜以内的一薄层细胞质。在电子显微镜下所看到的膜,是由内外两层蛋白质分子层和夹在中间的双层脂类分子组成的中间层所构成的。

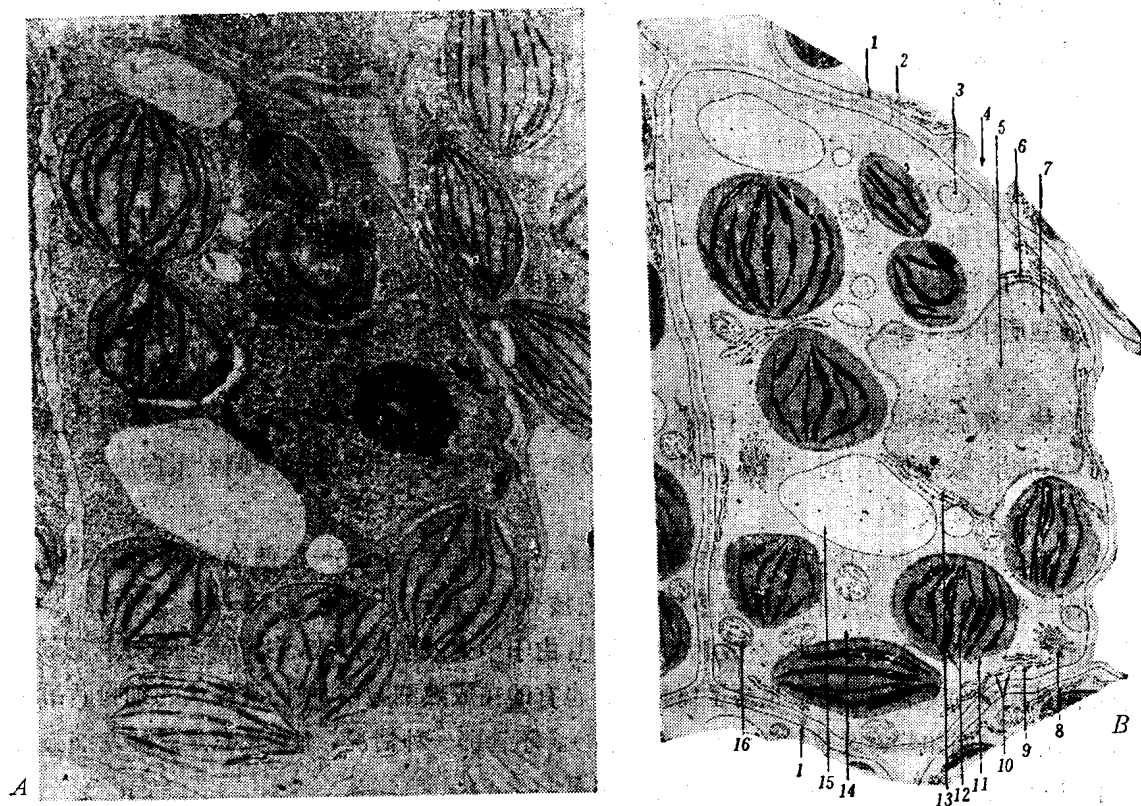


图1-2 莱豆幼苗的叶肉细胞

A. 电子显微镜照片 B. 为 A 照片的图解(图解中叶绿体、细胞核和液泡与 A 图同样大小;其他细胞器略为放大,核糖核蛋白体没有画出)

1. 质膜 2. 细胞壁 3. 微体 4. 细胞间隙 5. 核仁 6. 核膜 7. 细胞核 8. 高尔基体 9. 内质网 10. 核糖核蛋白体 11. 叶绿体 12. 膜 13. 核膜上的孔 14. 细胞质 15. 液泡 16. 线粒体

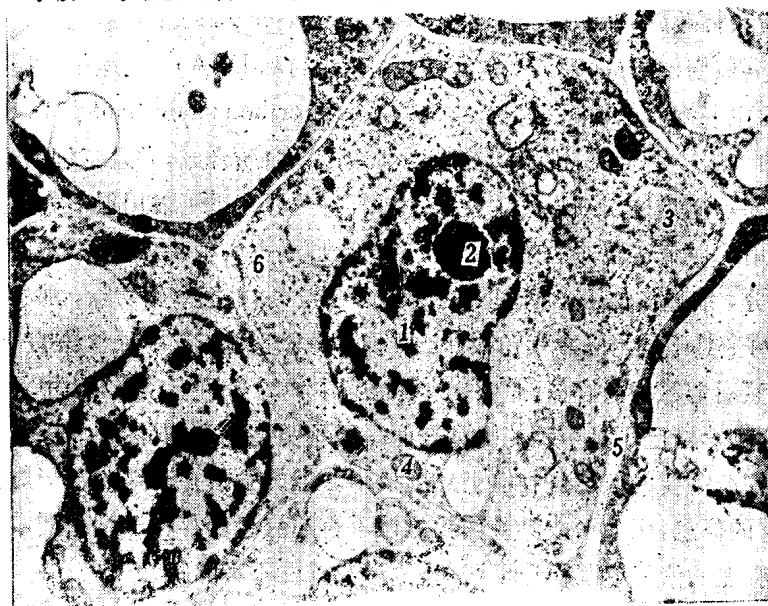


图 1-3 小麦雄蕊花丝细胞(电子显微镜照片)

1. 细胞核 2. 核仁 3. 液泡 4. 线粒体 5. 细胞壁 6. 内质网

与细胞核相接触处的膜为核膜(nuclear membrane),是双层膜。核膜与细胞质中内质网相连接,使细胞核与细胞质间相沟通,建立了密切的联系。内质网是被膜包围而成的管状、泡状或片状结构,它们在细胞质中相互连接成网(图 1-4),故叫做内质网。在生长活跃的细胞中有的内质网表面附着许多小的颗粒,这些小的颗粒叫做核糖核蛋白体(或核糖体 ribosomes),带有核糖体的内质网叫做粗糙内质网;没有核糖体的叫做光滑内质网。

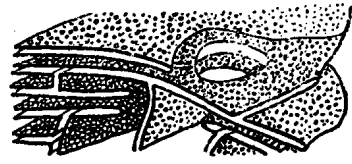


图 1-4 内质网立体结构图解

在细胞质中除了上述的结构外,最主要的是细胞器,下面分别说明这些细胞器的结构与功能。

细胞核 细胞核也常被认为属于细胞器的一类结构。但它在整个细胞中所起的作用与其他细胞器(如质体、线粒体)不同。质体、线粒体直接参予能量转换,而细胞核控制着蛋白质合成,控制着细胞的生长和发育。

在高等植物体的细胞中,每一细胞通常只具有一个细胞核,但在一些低等植物细胞中(例如菌类或藻类植物),也可以具有双核或多核。细胞核一般呈圆球形,直径在 10~20 微米之间。在幼小细胞中,核居于细胞的中央,在成熟的细胞中,由于中央液泡的形成,核随着细胞质转移,而位于外周薄层的细胞质中,形状也常呈扁圆形。也有的在成熟细胞中,核仍被线状的细胞质吊悬在细胞的中央(例如紫鸭趾草雄蕊花丝上的细胞)。不管那一种情况,细胞核总是悬浮在细胞质里,细胞质与细胞核在生理上有着相互依存的关系。

细胞核有一定的结构,它与细胞质相接触处有着双层结构的核膜,在核膜上有着均匀分布的孔,这些孔可能是细胞核与细胞质进行物质交换的通道。在核膜内充满以核蛋白为主的胶态物质——核质(nucleoplasm),核质内有一个或几个球状结构的核仁(nucleolus)。细胞核的化学组成,主要是蛋白质和核酸(nucleic acid),也含有类脂、酶(enzyme)和其他无机成分。在细胞核内的核酸主要是去氧核糖核酸(deoxyribonucleic acid, 简称 DNA),它是染色质和染色体的组成成分,也是遗传的主要物质基础。细胞核中的核糖核酸(ribonucleic acid 简称 RNA),主要集中在核仁中,它是由细胞核所合成,进入到细胞质中参予蛋白质合成,并且与细胞分裂有关。

细胞核的主要功能是控制细胞的生长、发育和遗传,现在已可以用很多方法来证实细胞核的这一机能。最常用的一个实验方法是用伞藻,这种伞形藻类的植物体由一个细胞组成,植物体分伞帽和伞柄两部分,细胞核位于伞柄基部的“假根”内。如果把伞帽切除,那么不久会长出一个新的伞帽。如用两个具不同形态伞帽的甲、乙两种伞藻做实验,把甲种伞藻的带有细胞核的“假根”和伞帽切除,然后把乙种具有核的“假根”移植到甲种的伞柄上,不久从甲种伞藻的柄上长出一新的伞帽,但这种伞帽已不是甲种的类型,而是乙种类型的伞帽(图 1-5)。这一实验证实了要形成一个再生伞帽所需要的信息是存在于细胞核中。但细胞核并不是贮存形成生物所有性状信息的唯一场所,有的信息,例如形成某些作物雄性不育的信息就存在于细胞质中;这些信息直接或是与细胞核中存在的信息相互作用下,使作物形成雄性不育的特性。

线粒体 线粒体普遍存在于动植物细胞中,是直径在 0.2~1 微米的杆状或圆球形小体。