

植 物 学

种子植物形态解剖学

刘 穆 编著

河 南 师 范 大 学

一九八七年八月



绪 言

一、植物界的概况

植物在地球上的分布很广，有的生长在温暖地区，有的生长在寒冷或炎热地区。它们占据了大片陆地，形成森林、草原和田园。它们还分布在湖泊、池沼、江河和海洋中。在高山和深谷，岩石上和沙漠里，南极和北极，也都有它们的踪迹。总之，在地球上任何一个角落里都有植物的存在。

植物在其漫长的历史发展过程中，由于适应不同的环境条件，因而形成了繁多的种类。依照它们的进化等级，可以把地球上所有的植物种类划分为两个大的类群：一个大类群在进化系统上比较低级的，叫做低等植物 (lower plants)，也叫做叶状体植物 (thallophytes)；一个大类群在进化系统上比较高级的，叫做高等植物 (higher plants)，也叫做茎叶植物 (cormophytes)，又叫做有胚植物 (embryophytes)。

低等植物包括各种藻类植物和各种菌类植物；高等植物包括苔藓植物、蕨类植物和种子植物 [注]。

藻类、菌类、苔藓和蕨类四类植物又叫做隐花植物 (Cryptogams) (图序 1)，种子植物又叫做显花植物 (Phanerogams)。

藻类植物 (algae) 是一大类低等植物，包括蓝藻、绿藻、褐藻、红藻等。它们大多是水生的，淡水中和海水中都有，但也有不少陆生的种类。它们的躯体一般都比较小的，构造也相当简单，有单细胞种类，有多细胞种类，多细胞种类常形成为分枝的或不分枝的丝状体或片状体，有的也有比较复杂的形状，但无论如何，总没有根、茎、叶的分化 [注]。

除极少数种类外，藻类植物细胞内都含有叶绿素，都能利用阳光把无机物质合成为有机物质，所以它们大多数都是自养的植物 (autophytes)，即自己能制造养料的植物。

菌类植物 (fungi) 也是一大类低等植物，细菌、粘菌和真菌等都是菌类植物。它们的分布很广，水陆生都有，但以陆生的占大多数。菌类植物的躯体都比较小，构造也相当简单，单细胞种类和多细胞种类都有，多细胞种类常形成为分枝的丝状体，或由丝状体紧密交织而形成的块状体 (如伏苓) 或伞状体 (如蘑菇)。菌类植物的细胞内都没有叶绿素，除少数几种细菌外，绝大多数菌类植物都不能自制食物，它们以寄生的方式或腐生的

[注] 本书依照习惯将地球上的植物种类分为藻菌、苔藓、蕨类和种子植物四大类。近年来认为更为合理的分类方法是地球上的整个生物种类划分为两大类：一大类叫做原核生物 (prokaryotes)，包括细菌和蓝藻；一大类叫做真核生物 (eukaryotes)，包括除细菌和蓝藻以外的所有生物种类。原核生物的细胞内没有被膜包被着的细胞核和被膜包被着的细胞器；真核生物的细胞内含有被膜包被着的细胞核和被膜包被着的细胞器。真核生物又可分为三界 (真菌界、植物界、动物界) 或四界 (原生生物界、真菌界、植物界、动物界)，原核生物只包括一界 (原核生物界)。

[注] 植物器官、组织或者细胞因分工而产生的生理机能和形态构造上的变化叫做分化。

方式获取现成的营养料，所以它们都是异养的植物（heterophytes），即自己不能制造养料的植物。

苔藓植物（bryophytes）是一类构造最简单的高等植物，包括苔类和藓类。虽然它们大多是陆生的，但必须生长在潮湿的环境中。它们的躯体都比较小，较低级的种类，整个植物体就是一片具有假根的绿色片状体，较高级的种类，植物体具有类似茎和叶的分化，但仍无类似根的分化，只具有假根。

蕨类植物（pteridophytes）是一小类高等植物，包括裸蕨类、石松类、木贼类、真蕨类等。它们大都生长在与比较温暖和潮湿的地区，热带和温带的森林里特别丰富。植物体多为高达1米左右的草本植物，少数种类为木本植物。蕨类植物的躯体构造比较复杂，具有真正的（具有木质部和韧皮部的）根、茎、叶。根是固着和吸收的器官，茎是支持和输导的器官，叶是制造食物的器官。这些不同器官的出现是高等植物适应陆地生活的结果。

种子植物（spermatophytes）是一大类最进化和最发达的高等植物，包括裸子植物（gymnosperms）和被子植物（angiosperms）两类。种子植物的最重要的特征是能够产生种子，种子内含有新一代的幼小植物体。由于种子的产生，为种子植物种类的延续和传播创造了有利条件。

裸子植物所产生的种子都裸露于外，而被子植物所产生的种子都包被在果皮之内，这一点是裸子植物与被子植物的主要区别。

种子植物共含有二十几万种不同的种类，分布极广，生长茂盛。它们有矮小的草本，也有很高的树木。它们的根、茎、叶都很发达并且构造极为复杂，因而能更好地适应于陆地的生活。

二、植物在自然界及人类生活中的重要作用

绿色植物（藻类、苔藓、蕨类、种子植物）进行光合作用时，把无机物质合成为有机物质，这种有机物质除供给植物本身的需要外，还供给动物和人类充作它们的食料。可以说，整个动物界和人类都是直接地或间接地依靠绿色植物光合作用所合成的有机物质而生活的。绿色植物进行光合作用时，除合成有机物质外还释放出氧，因而补偿了大气中由于动植物的呼吸作用所消耗的氧量。如果没有这种氧的补偿，大气中氧的含量将会逐渐减少，最后以至于完全消失。这样，自然界中大部分的生物都将会因之窒息（光合作用是大气中游离氧的唯一来源，在绿色植物出现以前大气中是没有氧的）。由此看来，绿色植物在自然界中起了何等重要的作用，正确地说，地球上几乎全部的生命现象都是仰仗于绿色植物的。

和绿色植物同时并存的尚有非绿色植物。它们是微小的细菌、粘菌和各种真菌等。某些非绿色植物在其生活过程中进行着将有机物质分解为无机物质的过程（矿化作用），这种过程对于构成生物有机体的主要物质，如碳、氢、氧、氮、磷、硫等元素在自然界中的循环起了极大的作用。倘若没有这种过程，则动植物的遗体将不能腐烂分解，长此以往，非但绿色植物会缺乏了矿质养料，同时整个的地球势必变成尸堆如山的死世界！

植物在人类生活中也占有非常重要的地位，对于人类生活特别重要的是谷类植物，如麦、谷、稻、玉米等都是我们日常生活所必不可少的粮食。蔬菜植物、果树植物和油料植物也很重要，如白菜、菠菜、萝卜、胡萝卜、柑桔、苹果、梨、桃以及其它各种蔬菜果

品等都是我们营养上的必需品。大豆、落花生、油菜子、芝麻等是我国食用油的主要来源。此外，我们所穿的衣服，住的房屋以及轮船、舟车、燃料（煤炭和石油）、食糖、烟、茶等没有一样不是直接地或间接地取之于植物的。其他各种工业上和医药上所需要的原料，如橡胶、桐油、漆、人参、奎宁、蓖麻油、麻黄素、鸦片等也都是植物的产品。

除了上述的高等植物外，低等的藻、菌类植物对于人类的生活也有很大的意义。如海带、紫菜、木耳、口蘑等都是美味食品，马尾藻可提制藻胶，石花菜可提制琼胶，青霉菌可提制青霉素，固氮细菌和一些蓝藻类能固定大气中游离的氮素，因而改善了土壤的肥沃度，从而增进了农业生产。

植物还有保持水土和防止水土流失的作用，大面积的毁林开荒、弃牧从耕等都将带来水土流失和自然生态系统平衡破坏的严重后果。此外，某些绿色植物还能净化空气，某些藻类和细菌还能净化污水，若在这些方面充分开发利用，这对于保持城市环境卫生，防止工业三废对城市环境的污染都将有重要作用。

三、研究植物学的目的、任务和方法

如上所述，植物对于人类生活具有非常重大的意义，因此我们要很好地研究植物学。

我们研究植物学，必须从我国社会主义建设的实际需要出发，认真地掌握植物生活和发展的规律，以便于控制和改造植物的发展方向，使其朝着有利于我国社会主义建设的方向发展，造福于广大人民。

为我国社会主义建设服务，为我国广大人民群众造福，这就是我们研究植物学的目的和任务。

研究植物学必须使用一定的研究方法，植物学的研究方法基本上有两种：一种是观察比较法，一种是实验法。

观察比较法是植物学发展的早期广泛使用的方法，直至今日仍然被经常采用。这个方法是将所要进行研究的材料仔细观察，细心比较，然后从大量的观察和比较中发现事物的本质和规律性。

实验法是近代植物学广泛使用的方法，这个方法是将所要进行研究的材料放在人工控制的特殊条件下加以研究，观察所要研究的材料在此控制的特殊条件下所发生的变化，并进行对照比较，从而获得问题的解释。

为了揭露植物各种现象的本质和规律性，单纯地使用一种研究方法往往是不够的，必须把两种研究方法结合起来使用，这样才能得到比较完善的结果。

四、植物学的分科

植物学也和其它科学一样，可以分为若干学科。植物学各学科以及各学科的研究内容简述如下：

植物分类学（plant taxonomy）研究植物的鉴定及其亲缘关系并确定其分类系统。

植物形态学（plant morphology）研究植物及其器官在个体发育与系统发育中形态构造的规律性和形态建成过程。从植物形态学中分出一门专门研究植物内部构造的学科叫做植物解剖学（plant anatomy），从植物解剖学中又分出一门专门研究植物细胞形态构造的学科叫做植物细胞学（plant cytology）和一门专门研究植物有性繁殖器官的形

成和胚胎与胚乳发育的学科叫做植物胚胎学 (plant embryology)。

植物生理学 (plant physiology) 研究植物生命活动的基本规律性。从植物生理学中分出一门专门研究植物体的化学组成和在植物体内所进行的各种生物化学过程的学科叫做植物生物化学 (plant biochemistry) 和一门专门研究被物理学规律所支配着的一些植物生活现象和各种物理因素对于植物体的作用, 以及利用物理学中的新仪器、新技术来观察细胞水平以下的微细结构的学科叫做植物生物物理学 (plant biophysics)。

植物生态学 (plant ecology) 研究植物与环境的相互关系, 即环境对于植物的影响与植物对于环境的影响。

地植物学 (geobotany) 研究植物群落 (生长在地球表面某个具体地段上的植物体总和) 的类型、发展、演替及其分布规律和与环境的相互关系等问题。地植物学又叫做群落生态学 (synecology)。

植物地理学 (plant geography) 研究植物分类单位 (科、属、种) 在地球表面上的分布和分布的规律性, 并说明它们的分布界限 (分布区) 和原因。

植物遗传学 (plant genetics) 研究植物的遗传及其变异的规律性。

古植物学 (palaeobotany) 研究古代各个地质时期中的古代植物的形态、构造、分类和分布等问题。

植物学分为若干个学科完全是为了研究上的方便, 实际上各个学科并不是彼此孤立, 而是互相密切联系的。就是植物学和其他学科之间, 如农学、林学、医学等也都有十分密切的关系。

近年来植物学的研究方向朝着微观方面 (分子水平) 与宏观方面 (群体水平) 两个极端发展, 但应该指出的是, 不论研究哪一个方面, 认真地深入地学习植物学的基础知识仍然是非常必要的。

五、植物学史大事记

大约纪元前300年 希奥夫拉斯塔斯 (Theophrastus) 先后写出了“植物的历史” (The history of plants) 与“植物的研究” (The enquiry into plants) 两部著作。希奥夫拉斯塔斯被称为“植物学之父”。

1530 布朗弗尔斯 (O. Brunfels) 的本草学 (Brunfels' Herbal) 一书出版。这是一部有关药用植物的重要书籍。

1590 金森 (Z. Jansen) 发明了显微镜。

1665 虎克 (R. Hooke) 发现了有机体的细胞结构 (图序2)。

1675 马里皮吉 (M. Malpighi) 的“植物解剖学” (Anatomia Plantarum) 一书出版。

1682 格留 (N. Grew) 的“植物解剖学” (The anatomy of plants) 一书出版。

1683 李温胡克 (A. van Leeuwenhoek) 第一次证实了细菌。

1694 卡莫亚里士 (R. J. Camerarius) 首次发现了雌雄蕊是有花植物的雌雄性器官。

1753 林那 (C. Linnaeus) 的“植物志种” (Species Plantarum) 一书出版。

- 1779 殷根胡兹 (J. Ingen Housz) 发现了光合作用。
- 1790 歌德 (J. W. von Goethe) 发表了“植物的变态” (Metamorphose der Pflanzen) 学说。
- 1793 斯普兰吉 (C. K. Sprengel) 第一次研究了花的生物学性状。
- 1804 德苏修尔 (N. Th. de Saussure) 发现了植物的气体交换。
- 1809 拉马克 (J. B. de Lamarck) 的“动物的哲学” (Philosophie Zoologique) 一书出版, 提出了进化学说。
- 1833 布朗 (R. Brown) 发现了细胞核。
- 1838 史来顿 (图序 3) 与史旺 (M. J. Schleiden and Th. Schwann) 正式建立了“细胞学说” (cell theory)。
- 1840 李比西 (J. von Liebig) 建立了植物的矿质营养。
- 1842 梅尔 (J. R. von Mayer) 发表了“能量守恒定律” (Law of the Conservation of Energy)。
- 1851 赫夫曼斯特 (W. Hofmeister) 发现了植物的世代交替 (alternation of generations) 现象。
- 1855 微尔和 (R. Virchow) 发表了“细胞来自细胞” (Omnis Cellula e Cellula) 的学说。
- 1859 达尔文 (C. Darwin) (图序 4) 的“物种起源” (On the Origin of Species) 一书出版。
- 1860 萨克斯 (J. Sachs) 的植物溶液培养成功。
- 1861 许士 (M. Schultze) 发表了“原生质学说” (Protoplasmic theory)。
- 1862 巴斯德 (L. Pasteur) 用实验驳倒了“自生论” (Spontaneous generation)。
- 1866 曼德尔 (C. Mendel) 发表了“遗传定律”。
- 1866 赫克 (E. Haeckel) 发表了“生物发生律” (Biogenetic law)。
- 1868 赫胥黎 (T. H. Huxley) 将原生质定义为“原生质是生命的物质基础” (Protoplasm is the physical basis of life)。
- 1870 黑斯 (W. His) 发明了切片机。
- 1877 费菲尔 (W. Pfeffer) 设计成功渗透压计。
- 1879 佛来明 (W. Flemming) 描述了细胞的有丝分裂过程。
- 1882 汗伯朗 (G. Haberlandt) 的“植物生理解剖学” (Physiological Plant Anatomy) 一书出版。
- 1884 斯特斯拔哥 (E. Strasburger) 发现了有花植物的配子配合 (syngamy), 即雄配子 (精子) 与雌配子 (卵) 融合的现象。
- 1888 斯特斯拔哥 (E. Strasburger) 发现了有花植物的减数分裂。
- 1898 纳瓦申 (S. G. Nawaschin) 发现了有花植物的双受精作用。
- 1900 克瑞斯等 (C. Correns, H. de Vries, E. von Tschermak) 各自重新发现了“曼德尔遗传定律”。
- 1907 哈瑞森 (R. G. Harrison) 第一次成功地进行了组织离体培养。

- 1915 毛尔根 (T. H. Morgan) 的“曼德尔遗传机理” (The Mechanism of Mendelian Heredity) 一书出版。
- 1933 卢斯卡 (E. Ruska) 发明了电子显微镜。
- 1934 怀特 (P. R. White) 第一次成功地进行了根尖的离体培养。
- 1935 布森—金森 (P. Boysen—Jensen) 发表了“生长调节物质学说” (Theory of growth—regulating substances)。
- 1935 斯特莱 (W. M. Stanley) 结晶了烟草花叶病毒。
- 1937 克列勃及其同事 (H. A. Krebs and co-workers) 发表了“柠檬酸循环” (citric acid cycle)。
- 1937 希尔 (R. Hill) 发表了“希尔反应” (Hill reaction)。
- 1939 卢斯卡与伯雷 (E. Ruska and von Borries) 研究成功了实用电子显微镜。
- 1944 阿福雷等 (O. T. Avery, C. M. Macleod, M. McCarty) 第一次证明了遗传传递是通过DNA来完成的。
- 1953 瓦森与克瑞克 (J. D. Watson and F. H. C. Crick) 发表了DNA的分子结构模型。
- 1957 卡尔温及其同事 (M. Calvin and co—workers) 发表了“卡尔温循环” (Calvin cycle)。
- 1965 中国科学工作者第一次人工合成了含有51个氨基酸的蛋白质—胰岛素。
- 1970 克瑞纳及其同事 (H. G. Khorana and co—workers) 第一次人工合成了含有77个核苷酸的基因。

植 物 学

种子植物形态解剖学

目 录

绪言

一、植物界的概况.....	(1)
二、植物在自然界及人类生活中的重要作用.....	(2)
三、研究植物学的目的、任务和方法.....	(3)
四、植物学的分科.....	(3)
五、植物学史大事记.....	(4)

第一章 植物细胞

一、植物细胞的基本概念.....	(1)
二、原生质的化学成分和物理性质.....	(2)
三、植物细胞的组成.....	(2)
四、植物细胞的繁殖.....	(15)
五、植物细胞的生长和分化.....	(19)

第二章 植物组织

一、组织的概念.....	(20)
二、分生组织.....	(20)
三、成熟组织.....	(24)
四、维管束及其构造.....	(37)

第三章 种子

一、种子的形态构造和类型.....	(39)
二、种子的寿命.....	(42)
三、种子的休眠.....	(42)

四、种子的萌发.....	(43)
五、种子萌发时的变化.....	(44)
六、幼苗的生长.....	(44)

第四章 植物营养器官

第一节 根..... (46)

一、根的类型和根系.....	(46)
二、根的构造.....	(47)
三、根的变态.....	(54)
四、根瘤与菌根.....	(56)
五、根的机能.....	(57)

第二节 茎..... (58)

一、茎的形态和芽.....	(58)
二、茎的分枝与禾本科植物的分蘖.....	(60)
三、双子叶植物茎的构造.....	(62)
四、单子叶植物茎的构造.....	(73)
五、裸子植物茎的构造.....	(74)
六、中柱的概念.....	(76)
七、根和茎构造上的区别.....	(77)
八、过渡区.....	(78)
九、茎的变态.....	(79)
十、茎的机能.....	(81)

第三节 叶..... (82)

一、叶的组成部分及其形态.....	(82)
二、叶的形成过程.....	(86)
三、叶的构造.....	(87)
四、禾本科植物叶的构造.....	(91)
五、裸子植物叶的构造.....	(93)
六、旱生植物叶的构造.....	(94)
七、水生植物叶的构造.....	(96)
八、落叶.....	(96)
九、叶的变态.....	(97)
十、叶的机能.....	(98)

第四节 植物营养器官形态构造和机能的统一， 植物有机体和环境条件的统一..... (102)

第五节 植物营养器官在人类经济生活中的意义.....	(102)
----------------------------	-------

第五章 植物繁殖器官

第一节 花.....	(103)
------------	-------

- 一、花的概念、发生和类型..... (103)
- 二、花组成成分的形态构造..... (105)
- 三、花序..... (112)
- 四、禾本科植物的花..... (114)
- 五、被子植物的有性繁殖过程..... (114)

第二节 果实和种子.....	(122)
----------------	-------

- 一、种子的形成..... (123)
- 二、果实的形成..... (127)
- 三、果实的形态构造和类型..... (127)
- 四、果实和种子的散布..... (131)

第一章 植物细胞

一、植物细胞的基本概念

若将植物体的任何部分切成薄片置于显微镜下观察时，就可以看到不同形状，不同大小的细胞（cell）。细胞是动、植物体的构造单位，也是动、植物体的生命活动单位。

由于细胞在植物体内所执行的生理机能不同，因而形状多种多样（图1.1）。有等直径多面体形的（即细胞各个方向的直径大体上相等）、棱柱体形的、圆筒形的、纺锤形的、砖形的、甚至还有星形的等等。很多植物的果实（西瓜、蕃茄等）完全成熟后，果肉细胞呈游离状态，呈游离状态的细胞多为圆球形或椭圆球形。

细胞的大小很不同，大者可以长达二百余毫米，如苧麻的纤维细胞，小者直径只有0.0001毫米，如某些细菌（支原体Mycoplasma sp.）的细胞。但一般而论，大多数高等植物细胞的平均直径约在0.02~0.3毫米之间。

虽然植物细胞的形状和大小是多种多样的，但植物细胞的构造都具有一定的共同特征。例如一切活植物细胞都含有原生质（protoplasm），大多数植物细胞都具有细胞壁（cell wall）。

原生质是有生命的物质，是生命现象的体现者。在一个细胞内的原生质叫做原生质体（protoplast），原生质体可以认为是生命物质的形态学单位。

细胞内的原生质体通常分化成为两个明显部分（图1.2）：一部分叫做细胞质（cytoplasm），一部分叫做细胞核（nucleus）。细胞质内分布着一些具有生命的结构，如质体（plastid）、线粒体（mitochondrium）、内质网（endoplasmic reticulum）、高尔基体（Golgi body）、（液泡vacuole）等（图1.3, 1.4, 1.5）。细胞核和这些有生命的结构都叫做细胞器（organelle）。细胞器具有一定的形态构造，各担负一定的生理机能，通常被膜包被着，它们都是由原生质分化而成的。细胞质内还分布着一些没有生命的物质，如淀粉、脂肪、蛋白质、鞣质等，这些无生命的物质叫做后含物（ergastic substance），后含物都是细胞新陈代谢作用的产物。

细胞壁是包被在原生质体外面的一层结实的膜（图1.2, 1.6），由原生质体分泌出来的物质所构成的。细胞壁使细胞保持一定的形态。有些细胞死亡后，由于细胞壁的存在，仍然使细胞的形态继续保持。

细胞壁上有很多微小的凹陷，叫做纹孔（pit）（图1.2, 1.7右）。纹孔内有很多原生质丝（叫做胞间联丝）通过。胞间联丝（plasmodesmata）（图1.7）使相邻细胞的原生质体互相沟通，因而使多细胞植物体的活质（原生质）联结成为一个有机整体。

当细胞排列很紧密时，细胞互相紧密联结，细胞间没有空隙。但当细胞排列较为疏松时，细胞间有部分互相分离的地方，形成细胞间的空隙，叫做细胞间隙（intercellular space）（图1.6）。

二、原生质的化学成分和物理性质

对于组成原生质的化学成分的分析存在着很大的困难，这是因为原生质具有极端的复杂性和变异性，又因为生命现象是一个不断的新陈代谢过程，它是动的，不是静的，因此原生质时时刻刻都在改变着自己的化学成分，还因为在进行原生质的化学分析时，原生质是死亡状态，所分析的结果是否能代表生活原生质的状态，很难断言。

此外，在原生质中时常发现不同的贮藏的营养物质，这些物质都是原生质生命活动所必须的能量来源，又是构成它的主要原料。在原生质中还常常发现一些代谢产品和废料。这些物质都是原生质新陈代谢作用的产物。由于上述这些物质的存在，就使我们很难断定存在于原生质内的许多物质中，究竟哪些是原生质的组成成分？哪些是贮藏的营养物质？哪些又是代谢产品和废料？由于以上的种种原因，长时期以来使我们对于原生质的化学分析不容易得到肯定的结果。

但是近年来由于应用了生物物理学和生物化学的新技术，对于原生质化学成分的分析虽然还不能说已经达到了完全彻底地了解，但已有了很大的进展。概括讲来，原生质的主要组成成分是蛋白质、核酸、脂类、碳水化合物以及水和无机盐类，其中蛋白质、核酸与磷脂（一种脂类物质）最重要，它们是生命的物质基础。

对于原生质物理性质的测定也存在着很大的困难，因为原生质的感应性（感受外界环境的刺激并对其发生反应的能力）很强，任何精细的测定方法都会使原生质的物理性质发生一定程度的改变。大体讲来，原生质是一种无色、半透明、半流动的液态胶体物质，比重略大于水，不能与水混合，有粘滞性，有弹性。在一定条件下，原生质可以胶凝为固体状态，条件改变后，又可以恢复为原来的液体状态，并且在一个细胞内的不同部位，原生质可以同时存在液、固两种状态。加热至60℃以上，可以引起多数原生质不可逆的凝固现象，因而使原生质死亡。

三、植物细胞的组成

1、细胞质

细胞壁以内，细胞核以外的原生质叫做细胞质（cytoplasm）。年幼细胞内充满细胞质（图1.14），年老细胞内细胞质被液泡排挤成一薄层，附贴在细胞壁的里面（图1.2，1.8，1.23）

细胞质的最外层有一层薄膜，叫做质膜（plasma membrane）（图1.4，1.11，2.46），质膜是一种半透性膜，这种薄膜能使水分子通过，而对于溶解在水中的物质其可通过性因物质的不同而不同。有些物质的可通过性大些，有些物质的小一些，有些物质就不能通过。因而质膜对于物质的进出细胞发生了很大的制约作用。

质膜之内是细胞质的本体，叫做细胞质基质（cytoplasmic matrix）（图1.4，2.46）。细胞质基质是原生质最少分化的部分，是原生质最简单的状态。细胞质基质是

一种基础物质，在其内分布着各种有生命的微细结构（细胞器）和无生命的物质（后舍物）。

在很多活植物细胞内可以看到细胞质的流动（cytoplasmic streaming）（图1.8），尤其是在含有叶绿体的细胞内，有时可以很清楚地看到细胞质携带着叶绿体向一定的方向流动。细胞质流动的意义现在还不十分清楚，它很可能有促进细胞与外界环境和细胞与细胞之间的物质交换作用。

2、细胞核

埋藏在细胞质内的一种或多或少的球状体结构叫做细胞核(nucleus)（图1.2, 1.3）。细胞核也是一种液态胶体物质，但具有较大的稠度和粘滞性。

在年幼的细胞内，细胞核位于细胞的中央，在成熟的细胞内，由于中央大液泡的形成，细胞核位于贴壁的细胞质中。细胞核总是埋藏在细胞质内的，这是因为细胞核与细胞质两者有着密切地互相依存关系的缘故。

一般植物细胞内都有细胞核，只有最简单的植物，即原核生物（细菌和蓝藻）的细胞内才没有细胞核。这类植物的细胞内虽然没有形态学上的核的构造，但是细胞内都含有构成细胞核的物质（脱氧核糖核酸）。高等植物的筛管细胞内也没有细胞核，但那是筛管细胞在发育过程中核退化消失的结果，在筛管细胞发育的早期是有核的。多数植物的细胞内只含有一核，有一些菌、藻类植物的细胞内含有二核或多核。

细胞核常为园球形或椭圆球形，此外还有其它的形状。细胞核的大小很不同，有的较大，有的较小。一般高等植物的细胞核直径多在5~30微米（ $1\text{微米} = \frac{1}{1,000}\text{毫米}$ ）之间。真菌类植物的细胞核最小，有些真菌的核直径只有一微米。苏铁卵细胞的核最大，直径可达1毫米，用肉眼就可以看到。

细胞核的表面有一层薄膜，叫做核膜(nuclear membrane)，核膜之内充满一种无色的液态基质，叫做核液(nuclear sap)，核液内含有一种可以染上很深颜色的物质，叫做染色质(chromatin)（由脱氧核糖核酸与蛋白质结合而成的一种物质）。染色质无规则地分布在核液中（图1.5）。在细胞核内还可以看到一至数个球状结构，叫做核仁(nucleolus)（图1.4, 1.5）。核仁在活细胞中折光很强，所以在显微镜下观察时特别明亮。在细胞制片上，核仁染色较深，也很容易辨认。核仁是产生构成核糖体的核糖核酸(rRNA)的场所。

在电子显微镜下观察时，核膜是一双层薄膜（图1.4, 1.5, 2.46），双层膜的外层在许多处与内质网相连接，因此使核膜的腔（即双层膜之间的空间）与内质网的腔系互相沟通。核膜上有许多小的穿孔，叫做核孔(nuclear pore)（图1.4, 1.5）。通过核孔，核内外互相沟通。

构成细胞核的主要物质和细胞质一样，都是蛋白质，但不同的是，前者含有多量的脱氧核糖核酸（简称DNA），少量的核糖核酸（简称RNA），后者含有多量的核糖核酸，少量的脱氧核糖核酸〔注〕。脱氧核糖核酸与核糖核酸都是由很多个核苷酸分子结合而成的，两者的主要区别是，结合成核糖核酸的核苷酸分子中含有的糖是核糖，结合成脱氧核

〔注〕细胞质内的DNA位于叶绿体和线粒体内。

糖核酸的核苷酸分子中含有的糖则是脱氧核糖。脱氧核糖核酸是遗传信息的贮存者和传递者，是遗传的物质基础。核糖核酸是各种蛋白质合成的参与者。

很多试验证明，无核细胞不能长久生存，不久就会死亡。可见细胞核在细胞生活过程中具有重大的作用。至于究竟是什么作用？研究者认为细胞核通过控制核糖核酸的形成从而指挥了蛋白质的合成。因为参与细胞内代谢过程的酶是蛋白质，核通过指挥蛋白质(酶)的合成，从而控制了细胞的代谢活动。

总的说来，细胞核对于细胞的遗传与细胞的生理活动都具有十分重要的作用。

3、质体

质体(plastid)只存在于绿色植物细胞内，在生物的进化过程中，由于植物细胞内出现了质体，从此植物就与动物分了家。

根据色素的有无和色素的种类，可将质体分为三类：无色的质体叫做白色体，绿色的质体叫做叶绿体，杂色(橙黄色、黄色、红色等)的质体叫做有色体。

白色体 白色体(leucoplast)主要分布在不见光的细胞中，如植物的块根、块茎以及其它贮藏淀粉的器官的细胞中都含有白色体。在某些植物茎和叶的表皮细胞中也含有白色体。

白色体内不含色素，体积很小，直径约为2微米，数目很多，形状多种多样，但通常为圆球形或纺锤形，常聚集成群，排列在细胞核的周围(图1.9)。

在无光的条件下，白色体能将从叶子里运来的葡萄糖转变成淀粉，所以在白色体内常常堆积着很多淀粉，成为淀粉的贮藏器官。还有些植物的白色体内含有蛋白质结晶体(protein crystalloid)或油滴，成为蛋白质或脂肪的贮藏器官。成为淀粉贮藏器官的白色体叫做造粉体(amyloplast)，成为蛋白质贮藏器官的白色体叫做造蛋白质体(protinoplast)，成为脂肪贮藏器官的白色体叫做造油体(elaioplast)。造油体在某些单子叶植物(如百合科、石蒜科等)的表皮细胞内较为普遍。

叶绿体 叶绿体(chloroplast)是绿色植物细胞内进行光合作用的场所，植物叶肉细胞内的叶绿体特别多，其他见光部分的细胞内也可以含有，但数量较少。

高等植物细胞内叶绿体的形状大都相似，多为两面向外凸出的园盘形(图1.8, 1.10)，直径一般在4~6微米之间，厚度约为2~3微米。叶绿体分布在贴壁的细胞质中，并且在细胞质中可以移动它们的位置。在强光下它们排列在叶肉细胞的贴侧壁的细胞质中，并以其边缘面向光；在弱光下它们排列在叶肉细胞的贴上方横壁的细胞质中，并以其宽面向光。

高等植物的叶绿体内含有四种色素：两种绿颜色的色素叫做叶绿素甲和叶绿素乙，一种桔黄颜色的色素叫做胡萝卜素，一种黄颜色的色素叫做叶黄素。由于叶绿素的含量较多，所以叶绿体呈现绿色。

叶绿体的表面有一层薄膜，薄膜内充满一种无色的基质叫做间质(stroma)，在间质之内分布着很多带色颗粒，叫做基粒(grana)，基粒内含有叶绿素和其他两种色素。

在电子显微镜下观察时，叶绿体的表面包被着一双层薄膜(图1.11)。双层薄膜之内充满一种无色的液态基质，叫做间质。在间质内分布着许多排列成堆的膜层，叫做基粒。每一基粒是由许多膜所构成的园盘形扁囊堆积而成的，这种园盘形扁囊叫做基粒类囊体(gra-

nal thylakoid)。在间质内还分布着一种由膜所构成的大形的具有分枝的扁囊，这种具有分枝的大形扁囊叫做间质类囊体(stromal thylakoid)。间质类囊体横向地穿过间质将各个基粒连接起来，因此一个叶绿体内的类囊体是一个互相连接的系统(图1.4, 1.10, 1.11)。叶绿素和其他两种色素主要分布在构成基粒类囊体的膜内。

此外，在叶绿体的间质内还含有淀粉粒、脂球、DNA、RNA与核糖体等。

有色体 有色体(chromoplast)主要分布在花和果实的细胞中，它的颜色很多，从黄到桔黄一直到鲜红都有，但通常多为黄色和桔黄色。有色体内含有胡萝卜素和叶黄素二种类胡萝卜素类色素，但也有含有其他类胡萝卜素类色素的(如蕃茄红素)。

有色体的形状多种多样，可为圆球形、椭圆球形，亦可为针形，但通常多为多角形(图1.12)，散乱地分布在细胞质中。有色体的生理机能还不十分清楚，它有招引昆虫和动物帮助植物传粉与散布果实的作用，所以有色体具有明显的生存意义。

在电子显微镜下观察时，各种质体的表面都包被着一双层薄膜，双层薄膜之内各含有不同发育程度的类囊体系统。除叶绿体外，其他各种质体内没有象叶绿体内那样复杂的类囊体系统。

过去很多科学工作者认为种子植物细胞内的质体仅仅是由分生组织细胞内的前质体(proplastid)发育而成的。前质体是一种圆球形、椭圆球形或变形虫状的无色质体，含有少量类囊体，有的还含有少数淀粉粒(图1.5)。它是一种微小的(比线粒体略微大一点)没有分化的质体。细胞分裂前它以分裂的方式增加数量，然后随细胞的分裂传递下来。过去所以认为质体仅仅是由前质体发育而成的原因，是因为在光学显微镜下从来没有在种子植物细胞内看到过如在藻类和藓类植物细胞内所看到的那种成熟质体分裂的情况。但是近年来在电子显微镜下在种子植物细胞内看到了叶绿体分裂的图象(图1.13)，因此种子植物细胞内的质体从前质体形成后，也可以用分裂的方式来增加数量。

质体可因环境条件的改变发生转变，例如：在有光的条件下，马铃薯块茎细胞内的白色体可以转变成叶绿体；果实成熟时，果肉细胞内的叶绿体转变成有色体；如果胡萝卜根的上部长出地面时，上部根细胞内的有色体可以转变成叶绿体；如果茎部的皮层细胞恢复了细胞分裂能力时，细胞内的叶绿体转变成白色体。

4、线粒体

除细菌和蓝藻细胞内没有线粒体外，大多数动植物细胞内都含有线粒体(mitochondrion)。分泌细胞和代谢活动旺盛的细胞内线粒体的含量更多。线粒体内含有参与呼吸作用的酶，它是细胞进行呼吸作用的主要场所，是供能中心。

线粒体体积很小，直径约为0.5~1.0微米，长度平均约为3—4微米，多呈粒形、棒形或线形，散乱地分布在细胞质中(图1.3, 1.14)。在光学显微镜下，在普通的切片标本上看不到线粒体，他们必须用专门的方法制片后才能见到。在电子显微镜下观察时，线粒体的表面有一双层薄膜，薄膜之内充满一种液态基质，基质内含有许多从内层薄膜向内伸入的管状或褶状构造，叫做嵴(cristae)(图1.15)。嵴增加了线粒体内酶的分布面积。

在线粒体的内层薄膜和由内层薄膜向内伸入的嵴上，分布着很多带柄的颗粒，叫做基本颗粒(elementary particle)(图1.16)。基本颗粒是产生腺苷三磷酸的场所。腺苷三磷酸

酸(简称ATP)是一种含有高能量的化合物,它是细胞进行各种生命活动所需要的能量的主要供应者。

线粒体是在细胞分裂时从细胞传递下来,然后以分裂的方式增加数量。在线粒体的基质内也含有DNA、RNA与核糖体等。

关于线粒体和叶绿体的起源问题近年来引起了广泛的评论。早在本世纪初就有人提出线粒体、叶绿体是由原核生物与真核生物共生演化而来的看法,线粒体由共生的细菌演化而来,叶绿体由共生的蓝藻演化而来,但是这种看法在当时并未被注意。直到本世纪六十年代后期,研究者发现线粒体、叶绿体与原核生物体有很多相似之点,从而引起了重视。

下面扼要地介绍一下线粒体、叶绿体与原核生物的相似之点:

(1) 原核生物、线粒体、叶绿体的表面都包被着膜,膜对于生物有机体与环境进行物质交换起着制约的作用。

(2) 原核生物、线粒体、叶绿体内含有圈环形的DNA,并且都没有和蛋白质(组蛋白)结合在一起。真核生物的DNA一般呈线形,不是圈环形,并且和蛋白质(组蛋白)结合在一起。

(3) 原核生物、线粒体、叶绿体内含有体积较小的核糖体,真核生物细胞内含有体积较大的核糖体。

(4) 原核生物、线粒体、叶绿体内含有寿命较短的mRNA,真核生物细胞内的mRNA寿命较长。

(5) 原核生物、线粒体、叶绿体都以相似的分裂方式增加数量,它们只能“从有生有”,不能“无中生有”,即它们都不能“新生”。

(6) 一些抗生素(如氯霉素)对细菌细胞中蛋白质的合成有抑制作用,对线粒体和叶绿体中蛋白质的合成也有抑制作用,但对细菌寄生的真核细胞中的蛋白质合成却无抑制作用。反之,对真核细胞中蛋白质的合成有抑制作用的一些抗生物质(如亚胺环己酮),对细菌和线粒体、叶绿体中蛋白质的合成却没有抑制作用。这说明原核生物和线粒体、叶绿体的某些生理机能是相似的。

(7) 线粒体和叶绿体都有自己的DNA,自己的蛋白质合成系统和膜系统,这就保证了线粒体和叶绿体在真核细胞内仍然具有一定程度的自主性。

如上所述,线粒体和叶绿体除无细胞壁外,在其他许多方面与原核生物是很相似的,因此共生学说是有一定科学根据的。但到目前为止,还没有找到真正的决定性的证据能够证明这个学说是正确的或是不正确的。

5、内质网

内质网(endoplasmic reticulum)是分布在细胞质内的一种膜系统,由膜和膜所包被着的空间所构成。这种膜和它所包被着的空间常为扁囊形或管形,互相沟通,形成一种网状腔系(图1.17, 1.18)。

代谢活动旺盛的细胞内质网的含量甚多,如正在发育着的种子中的胚乳细胞内含有大量的内质网,在这种细胞的超薄切片上,内质网的横切面呈平行排列的细管(图1.18),管与管之间有分枝互相连接。但在一般成熟的植物细胞内,内质网的含量并不太多,同时也不集中平行排列,而是分散地分布在细胞质中(图1.18)。

内质网一方面与核膜相连接,另一方面还穿过胞间联丝与相邻细胞的内质网相连接(图1.5),也可能还与质膜相连接。由于后两种连结的存在,使细胞的各部分,包括细胞核在内,都与一个既与相邻细胞又与细胞外部相沟通的腔系相接触。

内质网呈现两种形式,一种形式的内质网的外表面附着许多叫做核糖体的微小颗粒,一种形式的内质网的外表面没有这种颗粒。附有核糖体的叫做粗糙内质网(rough endoplasmic reticulum)(图1.17),没有核糖体的叫做平滑内质网(smooth endoplasmic reticulum)(图1.4, 1.18)。粗糙内质网与平滑内质网在一定的部位互相连接着,并且,最少平滑内质网的某些部位是由于粗糙内质网脱去了核糖体而形成的。粗糙内质网与平滑内质网是内质网在某些局部位置上所表现的不同形式,而并非是代表两种不同的膜系统。粗糙内质网对于蛋白质的合成有一定作用,它可能具有聚集核糖体合成蛋白质时所需要的原料并将核糖体所合成的蛋白质运走的功能。平滑内质网对于脂类与糖类物质的合成可能担负着主要的作用,此外,细胞分裂时平滑内质网对于细胞壁的形成也有重要的作用。

内质网膜所包被着的腔系可以收集细胞内代谢活动的产物,这些产物暂贮存于此,以后从细胞的一处运至另一处或运至相邻的细胞中去,因而内质网又是细胞内的贮存和运输系统(特别是对于蛋白质的贮存和运输)。

6、核糖体

核糖体(ribosome)是一种比线粒体更小的颗粒形细胞器,直径约为15~25毫微米($1\text{毫微米}=\frac{1}{1,000}\text{微米}$),由大约等量的蛋白质与核糖核酸(rRNA)构成。核糖体排列在内质网膜的外表面或散布在细胞质中(图1.17)。细胞核、叶绿体和线粒体内也都含有核糖体。核糖体是细胞内合成蛋白质的场所。有时许多核糖体排列成螺旋形并连结成一串,这叫做多核糖体(polyribosome)(图1.17)。多核糖体是核糖体进行蛋白质合成时所表现的形态。

7、高尔基体

过去一直认为只有动物细胞内才有高尔基体(Golgi body),因为在光学显微镜下在植物细胞内看不到高尔基体。但是近年来利用电子显微镜观察的结果,发现植物细胞内也含有高尔基体。

在电子显微镜下观察时,高尔基体呈现为一堆由膜所构成的,上下平行排列的圆盘形扁囊(图1.19)。扁囊的数目一般为3~7个,但有时更多。高尔基体扁囊的边缘形成一些穿孔,当穿孔非常多时,囊的边缘在外观上就成为一种由许多小管连接成的网状构造。从扁囊或网状构造的边缘时时缢缩出一些膨大的球形囊泡,囊泡内含有在高尔基体扁囊内经过进一步加工或合成的分泌物质。囊泡缢出后移动至细胞的表面和质膜融合,然后在质膜上形成穿孔,将分泌物质分泌出去(图1.20)。

植物细胞内高尔基体的含量因细胞类型、发育时期和生理状态的不同而不同。正在分裂的细胞和某些分泌细胞内高尔基体的含量最多。在植物细胞内,高尔基体与某些物质的加工、合成和分泌有关,特别是与构成植物细胞壁的多糖类物质,如果胶质、半纤维素、粘质等的合成和分泌有关。这些物质积聚在高尔基体囊泡内,然后随囊泡移动至细胞的表面,通过质膜上的穿孔沉积到细胞壁里去。