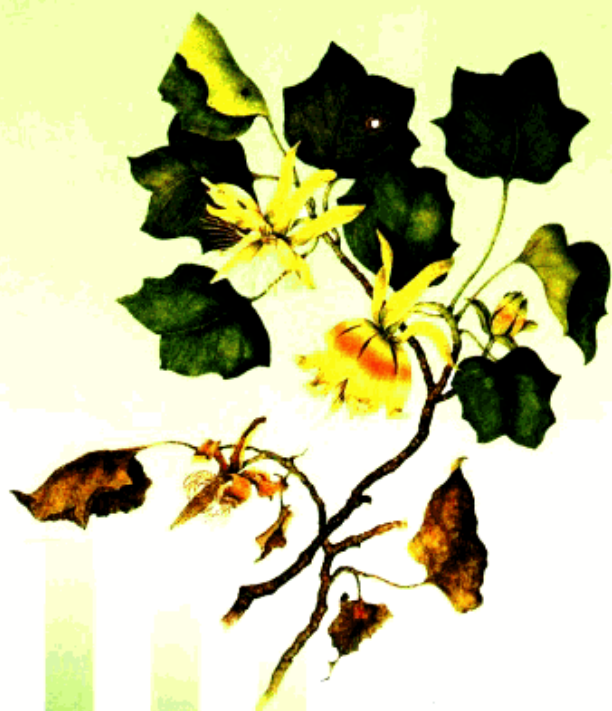


21世纪高等教育规划教材

# 植 物 学

Zhi Wu Xue

主编 张爱芹 王彩霞 马瑞霞



西南交通大学出版社  
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

21 世纪高等教育规划教材

# 植 物 学

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 主 编 | 张爱芹 | 王彩霞 | 马瑞霞 |
| 副主编 | 陈现臣 | 王景顺 | 季保平 |
|     | 郝治安 | 吴秋芳 | 杨利玲 |
|     | 刘 慧 |     |     |
| 参 编 | 吕有军 | 杜 娟 |     |

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

## 内 容 简 介

本书是为适应高等农林教育发展的需要,体现豫北地区植物公布的特点而编写的。主要介绍了植物细胞与组织、被子植物的营养器官及生殖器官、植物分类的基础知识、植物界的基本类群、裸子植物的分科、被子植物的分科、植物生态学概论等基础理论知识。为了加深学生对基础理论知识的理解和掌握,本书还附有实验指导和名词解释。

本书可作为大专类农林院校的农学、种子、烟草、园林、花卉、蔬菜、环保、药学等专业的教材,也可作为本科较少学时的植物学教材和成人教育的植物学教材。

---

### 图书在版编目(CIP)数据

植物学 / 张爱芹,王彩霞,马瑞霞主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2006. 8

(21 世纪高等教育规划教材)

ISBN 7-81104-408-0

I. 植... II. ①张... ②王... ③马... III. 植物学—高等学校—教材 IV. Q94

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 089791 号

---

21 世纪高等教育规划教材

## 植 物 学

Zhiwuxue

主编 张爱芹 王彩霞 马瑞霞

\*

责任编辑 黄淑文

封面设计 水木时代

西南交通大学出版社出版发行

(成都市二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

安徽蚌埠广达印务有限公司印刷

\*

成品尺寸: 185mm×260mm 印张: 18.75

字数: 519 千字

2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 7-81104-408-0

定价: 39.00 元

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

# 前 言

为适应高等农林教育发展的需要,体现豫北地区植物分布的特点,由安阳工学院植物学教师,根据多年从事植物学教学工作的实践和经验,联合编写了这本《植物学》教材。本书编写中重视基础理论,适当加大了经济植物的比重,力求理论联系实际,突出针对性和先进性。为加深学生对前面所学知识的理解和掌握,本书还附有实验指导和名词解释。

本书适应于100学时课程安排,供高等农林院校的农学、种子、烟草、园林、花卉、蔬菜、环保、药学等专业的大专学生使用,也可作为本科生学时较少的植物学教材和成人教育的植物学教材,以及中等专业教师参考试用。

本书所用插图多引自国内外有关书籍,限于篇幅,未逐一加注,在此谨向这些作者表示歉意和谢意。

由于编者水平有限,编写时间紧迫,本书难免会存在不少缺点和错误,谨请广大读者在使用本书后,多提宝贵意见,以便今后进一步修订和完善。

21 世纪高等教育规划教材编审指导委员会

2006 年 8 月

# 目 录

|                                 |      |                           |       |
|---------------------------------|------|---------------------------|-------|
| 绪 论 .....                       | (1)  | 四、茎的分枝 .....              | (55)  |
| 一、植物的多样性 .....                  | (1)  | 五、茎的类型 .....              | (56)  |
| 二、植物在自然界和国民经济中的<br>作用 .....     | (1)  | 六、茎尖分区及其生长状态 .....        | (57)  |
| 三、植物学的分科及发展方向 .....             | (2)  | 七、茎的结构 .....              | (58)  |
| 四、学习植物学的目的和方法 .....             | (3)  | 第三节 叶 .....               | (68)  |
| 复习思考题 .....                     | (3)  | 一、叶的生理功能 .....            | (68)  |
| 第一章 植物细胞与组织 .....               | (4)  | 二、叶的组成 .....              | (68)  |
| 第一节 植物细胞 .....                  | (4)  | 三、叶的形态类型 .....            | (69)  |
| 一、植物细胞是构成植物体<br>的基本单位 .....     | (4)  | 四、叶的发生和生长 .....           | (73)  |
| 二、细胞结构和生命活动的物质基础——<br>原生质 ..... | (4)  | 五、叶的基本结构 .....            | (73)  |
| 三、植物细胞的形状与大小 .....              | (7)  | 六、不同生态类型叶的结构特点 .....      | (78)  |
| 四、植物细胞的结构与功能 .....              | (7)  | 七、叶的生活期和落叶 .....          | (80)  |
| 五、植物细胞的繁殖 .....                 | (22) | 第四节 营养器官之间的相互联系<br>.....  | (80)  |
| 第二节 植物组织 .....                  | (26) | 一、根、茎、叶之间维管组织的联系<br>..... | (81)  |
| 一、细胞分化和组织的概念 .....              | (26) | 二、营养器官的生长相关性 .....        | (82)  |
| 二、植物组织的类型 .....                 | (27) | 第五节 营养器官的变态 .....         | (82)  |
| 复习思考题 .....                     | (39) | 一、根的变态 .....              | (83)  |
| 第二章 被子植物的营养器官 .....             | (40) | 二、茎的变态 .....              | (85)  |
| 第一节 根 .....                     | (40) | 三、叶的变态 .....              | (88)  |
| 一、根的生理功能 .....                  | (40) | 四、同功器官和同源器官 .....         | (89)  |
| 二、根与根系的类型 .....                 | (40) | 第六节 营养器官的繁殖 .....         | (89)  |
| 三、根系在土壤中的生长与分布 .....            | (41) | 一、自然营养繁殖 .....            | (89)  |
| 四、根尖分区 .....                    | (41) | 二、人工营养繁殖 .....            | (91)  |
| 五、根的结构 .....                    | (44) | 复习思考题 .....               | (94)  |
| 六、侧根的发生 .....                   | (49) | 第三章 被子植物的生殖器官 .....       | (96)  |
| 七、根瘤与菌根 .....                   | (49) | 第一节 花的组成、类型及发生 .....      | (96)  |
| 第二节 茎 .....                     | (52) | 一、花的组成部分与形态类型 .....       | (96)  |
| 一、茎的生理功能 .....                  | (52) | 二、禾本科植物的花 .....           | (102) |
| 二、茎的形态特征 .....                  | (52) | 三、花程式和花图式 .....           | (103) |
| 三、芽 .....                       | (53) | 四、花序 .....                | (104) |
|                                 |      | 五、花芽分化 .....              | (107) |

|                            |       |                           |       |
|----------------------------|-------|---------------------------|-------|
| 第二节 雄蕊的发育与结构 .....         | (108) | 二、平行检索表 .....             | (143) |
| 一、花药的发育与结构 .....           | (108) | 复习思考题 .....               | (143) |
| 二、花粉母细胞的减数分裂 .....         | (109) | <b>第五章 植物界的基本类群</b> ..... | (144) |
| 三、花粉粒的发育与形态结构 .....        | (113) | 第一节 低等植物 .....            | (144) |
| 四、花粉的贮藏与生活力测定 .....        | (115) | 一、藻类植物 .....              | (144) |
| 五、花粉植物与雄性不育植物 .....        | (116) | 二、菌类植物 .....              | (151) |
| 第三节 雌蕊的发育与结构 .....         | (116) | 三、地衣植物 .....              | (157) |
| 一、胚珠的组成与发育 .....           | (116) | 第二节 高等植物 .....            | (158) |
| 二、胚囊的发育与结构 .....           | (117) | 一、苔藓植物 .....              | (158) |
| 第四节 开花、传粉与受精 .....         | (119) | 二、蕨类植物 .....              | (162) |
| 一、开花 .....                 | (119) | 三、裸子植物 .....              | (168) |
| 二、传粉 .....                 | (120) | 四、被子植物 .....              | (172) |
| 三、受精 .....                 | (122) | 第三节 植物界进化概述 .....         | (172) |
| 四、外界环境条件对传粉、受精的影响 .....    | (124) | 一、植物界进化的一般规律 .....        | (172) |
| 第五节 种子和果实 .....            | (125) | 二、植物界进化概述 .....           | (173) |
| 一、种子的发育 .....              | (125) | 复习思考题 .....               | (174) |
| 二、种子的结构与类型 .....           | (128) | <b>第六章 裸子植物的分类</b> .....  | (175) |
| 三、种子的寿命和种子的休眠 .....        | (130) | 第一节 苏铁纲 .....             | (175) |
| 四、种子的萌发与幼苗的类型 .....        | (131) | 第二节 银杏纲 .....             | (175) |
| 五、果实的发育和结构 .....           | (132) | 第三节 松柏纲 .....             | (176) |
| 六、单性结实 .....               | (132) | 一、松科 .....                | (176) |
| 七、果实的主要类型 .....            | (133) | 二、杉科 .....                | (177) |
| 八、果实和种子的传播 .....           | (135) | 三、柏科 .....                | (177) |
| 第六节 被子植物的生活史 .....         | (136) | 四、南洋杉科 .....              | (178) |
| 复习思考题 .....                | (138) | 第四节 红豆杉纲(紫杉纲) .....       | (178) |
| <b>第四章 植物分类的基础知识</b> ..... | (139) | 第五节 买麻藤纲(倪藤纲) .....       | (179) |
| 第一节 植物分类的意义 .....          | (139) | 复习思考题 .....               | (180) |
| 第二节 植物分类的方法 .....          | (140) | <b>第七章 被子植物的分科</b> .....  | (181) |
| 第三节 植物分类学的发展动态 .....       | (140) | 第一节 双子叶植物纲 .....          | (181) |
| 一、细胞分类学 .....              | (140) | 一、木兰科 .....               | (181) |
| 二、化学分类学 .....              | (140) | 二、毛茛科 .....               | (182) |
| 三、数量分类学 .....              | (141) | 三、桑科 .....                | (183) |
| 第四节 植物的分类单位与命名 .....       | (141) | 四、大麻科 .....               | (184) |
| 一、植物分类单位 .....             | (141) | 五、荨麻科 .....               | (184) |
| 二、植物的命名 .....              | (141) | 六、胡桃科 .....               | (185) |
| 第五节 植物检索表及应用 .....         | (142) | 七、壳斗科 .....               | (185) |
| 一、定距检索表 .....              | (142) | 八、蓼科 .....                | (187) |
|                            |       | 九、苋科 .....                | (187) |

|                                  |                                |
|----------------------------------|--------------------------------|
| 十、石竹科..... (188)                 | <b>第八章 植物生态学概论</b> ..... (223) |
| 十一、蓼科..... (189)                 | 第一节 植物生态 ..... (223)           |
| 十二、芍药科..... (189)                | 一、植物的生态因子..... (223)           |
| 十三、山茶科..... (190)                | 二、植物的生活型和生态型..... (229)        |
| 十四、锦葵科..... (191)                | 第二节 植物群落和植被 ..... (231)        |
| 十五、葫芦科..... (191)                | 一、植物群落..... (231)              |
| 十六、杨柳科..... (193)                | 二、植被..... (234)                |
| 十七、十字花科..... (194)               | 第三节 生态系统与自然保护 ..... (236)      |
| 十八、柿树科..... (195)                | 一、生态系统..... (237)              |
| 十九、蔷薇科..... (196)                | 二、生态系统的平衡..... (241)           |
| 二十、蝶形花科..... (199)               | 三、自然保护..... (242)              |
| 二十一、大戟科..... (200)               | 复习思考题 ..... (245)              |
| 二十二、鼠李科..... (201)               | <b>植物学实验指导</b> ..... (246)     |
| 二十三、葡萄科..... (202)               | 实验一 显微镜的构造和使用方法                |
| 二十四、芸香科..... (203)               | ..... (246)                    |
| 二十五、五加科..... (204)               | 实验二 植物细胞基本结构的观察                |
| 二十六、伞形科..... (204)               | ..... (249)                    |
| 二十七、茄科..... (205)                | 实验三 徒手切片法的制片技术 ... (251)       |
| 二十八、旋花科..... (206)               | 实验四 植物细胞内的质体及主要                |
| 二十九、唇形科..... (207)               | 贮藏物质 ..... (252)               |
| 三十、木犀科..... (208)                | 实验五 植物细胞有丝分裂及纹孔、               |
| 三十一、胡麻科..... (209)               | 胞间连丝的观察 ..... (253)            |
| 三十二、菊科..... (210)                | 实验六 植物组织——分生组织、基本组             |
| <b>第二节 单子叶植物纲</b> ..... (212)    | 织、机械组织 ..... (254)             |
| 一、泽泻科..... (212)                 | 实验七 植物组织——保护组织、输导组             |
| 二、天南星科..... (213)                | 织、分泌组织 ..... (256)             |
| 三、莎草科..... (213)                 | 实验八 根尖分区和根的结构 ..... (257)      |
| 四、禾本科..... (215)                 | 实验九 茎的结构——芽与枝条和双子叶             |
| 五、百合科..... (217)                 | 植物茎的初生结构 ..... (260)           |
| 六、石蒜科..... (218)                 | 实验十 茎的结构——双子叶植物茎的次             |
| 七、薯蓣科..... (218)                 | 生结构和禾本科植物茎的构造                  |
| 八、兰科..... (219)                  | ..... (261)                    |
| <b>第三节 被子植物的分类系统</b> ..... (220) | 实验十一 叶的结构 ..... (263)          |
| 一、恩格勒系统..... (221)               | 实验十二 营养器官的变态 ..... (264)       |
| 二、哈钦松系统..... (221)               | 实验十三 花药和子房的结构及                 |
| 三、塔赫他间系统..... (222)              | 胚的发育 ..... (265)               |
| 四、克朗奎斯特系统..... (222)             | 实验十四 种子的形态结构和幼苗                |
| 复习思考题 ..... (222)                | 的类型 ..... (267)                |

|      |                                |       |            |                        |
|------|--------------------------------|-------|------------|------------------------|
| 实验十五 | 低等植物的观察 .....                  | (269) | 观察 .....   | (275)                  |
| 实验十六 | 高等植物的观察 .....                  | (270) | 实验二十一      | 植物检索表的使用方法.....        |
| 实验十七 | 木兰科、锦葵科、葫芦科、<br>十字花科的观察 .....  | (272) | .....      | (277)                  |
| 实验十八 | 蔷薇科、豆目的观察.....                 | (273) | 实验二十二      | 植物蜡叶标本的采集<br>与制作 ..... |
| 实验十九 | 伞形花科、茄科、旋花科、<br>唇形科、菊科的观察..... | (274) | 名词解释 ..... | (281)                  |
| 实验二十 | 莎草科、禾本科、百合科的                   |       | 参考文献 ..... | (292)                  |

# 绪 论

## 一、植物的多样性

地球上已知植物约有 50 万余种,它们组成了复杂的植物界。植物在地球上的分布极为广泛,从赤道到两极,从高山到平原,从陆地、沙漠到海洋、湖泊,几乎每个角落都有它们的踪迹。根据其特征,可分为藻类、菌类、地衣、苔藓、蕨类和种子植物。各类植物的大小、形态结构、寿命长短、生态习性、营养方式等多种多样,千差万别。如个体最小的支原体,直径只有  $0.1\ \mu\text{m}$ ,还不到最小的球菌的  $1/10$ ;而最大的澳洲桉树,可高达 150 多米。结构最简单的植物只有一个细胞,如衣藻、小球藻;继而出现多细胞的群体类型,如实球藻等;而后演化成多细胞的初级和高级类型。种子植物具有发达的根、茎、叶等器官,并能产生种子进行繁殖,是结构最复杂的高等植物,如松树、苹果树、小麦等。从寿命的长短来看,有的细菌在适宜条件下,每  $20\sim 30\ \text{min}$  即可繁殖 1 代;而非洲加那利亚岛上的龙血树,树龄可长达 6 000 多年。多数农作物及花草树木,则是 1 年、2 年或多年生植物。从营养方式来看,绝大多数植物体内都含有叶绿素,是能够进行光合作用的自养型植物;另一类植物,如细菌(少数能自养的细菌除外)和真菌,其体内不含叶绿素,不能进行光合作用,称为异养型植物。此外,从生态习性上,还可以将植物分为陆生植物和水生植物、阳地植物和耐阴植物、砂生植物、盐生植物,等等。植物界的包罗万象和千姿百态,组成了地球上最壮观的自然景色。

植物的多样性,是植物有机体在和环境的相互作用中,在长期的遗传、变异、适应、选择等一系列矛盾运动中,由水生到陆生,由简单到复杂,由低等到高等逐渐演化而成的。

我国幅员辽阔,地形复杂,是植物资源十分丰富的国家,是许多植物的原产地或起源中心,仅高等植物就达 3 万余种,居世界第三位。裸子植物全世界共有 13 科,我国就有 12 科。我国还拥有银杏、水杉、银杉、水松等活化石植物。我国的果木和观赏植物等种类繁多,素有世界“园林之母”之称。我国也是蔬菜种类最多的国家。此外,我国还有许多特有植物,如金银松、罗汉松、福建柏、油杉、红豆杉、山茶、牡丹、芍药、腊梅、杜鹃等。丰富的植物资源为我国的现代化建设和国民经济的发展提供了雄厚的物质基础。

## 二、植物在自然界和国民经济中的作用

### (一)合成有机物,提供生命所需要的物质、能源和氧气

绿色植物是自然界的初级生产力。它们的叶绿体能利用太阳光能,把简单的无机物合成复杂的有机物——糖类,这个过程称为光合作用。光合作用合成的有机物,还能在植物体内进一步同化为脂类、蛋白质等。这些物质除供植物本身生命活动的消耗和作为构成躯体结构物质之外,大部分以贮藏物的形式储存于细胞中。太阳能也被转变为化学能储存于这些物质之中。各类生物取食绿色植物,从中得到食料,获得生命活动必不可少的能源。

绿色植物光合作用释放的氧气,补充了因动植物呼吸、物质燃烧和分解所消耗的氧量,保持了大气下层氧气比例的稳定平衡。没有这种氧的补偿,大气中的含氧量将逐渐减少,以至于完全消失,自然界中的大部分生物将窒息而死。因此,地球上几乎全部生命都是依靠绿色植物而生存的。

## (二)促进自然界的物质循环

和绿色植物同时并存的还有非绿色植物。某些非绿色植物,如细菌、真菌等,在其生活过程中进行着将复杂有机物分解为无机物质的过程,即矿化作用。此过程对于构成生物有机体的主要物质,如碳、氮、氢、氧、硫、磷、铁、钙、钾等元素在自然界中的循环起了极大的作用。没有这个过程,动植物的遗体将不能腐烂分解,无机物质不能归还于自然界,不但绿色植物会缺乏矿质元素,而且整个地球势必变成尸堆如山的死世界。

这样,绿色植物和非绿色植物,通过光合作用和矿化作用,不断进行物质的吸收、合成、分解和释放,二者既相互对立又互为依存,这种矛盾的统一,促进了自然界和生物界不断地运动和发展。

## (三)发展国民经济的物质基础和种质资源

在国民经济中,植物更是人类生产和生活不可缺少的物质源泉。农业是国民经济的基础,农林生产的所有收获物,如粮食、蔬菜、果品、油料、糖料、茶叶、棉、麻、木材等,无一不是绿色植物光合作用的产物。畜牧养殖业中的各种家畜、家禽、鱼类等的饲料,也是由植物提供的。农林生产的实质,即人类借绿色植物的光合作用,按照自己的需要生产各种食料、木材等。光合作用产物的多少,直接关系到农林产量的高低。因此,农、林、牧、副、渔等各业都直接或间接和植物密切相关,人类的衣、食、住、行等都离不开植物。

在工业方面,不管是食品工业、油脂工业、造纸工业、制糖工业、纺织工业、橡胶工业、化妆品工业,还是酿造工业、冶炼工业、煤炭工业等,都需要依赖植物提供原料或参与作用。

在医药卫生方面,我国所产的几万种植物中,不少种类都含有各种生物碱、抗菌素、氨基酸、激素、苷类、萜类、鞣质等,是医药的主要成分。目前,我国已查明并鉴定的植物中草药已超过 6 000 种,对中华民族的生存及卫生保健事业的发展起到了极大的作用。

植物的多样性即遗传种质的多样性。丰富的植物种质天然基因库,是大自然留给我们的宝贵财富。它是遗传育种、引种驯化等植物改良研究的基础。

20 世纪以来,由于工业化和城市化的发展,以及人类对自然资源掠夺式的开发,使植物资源遭到越来越严重的破坏。世界上已陷入濒危状态的高等植物有 2~2.5 万种。在我国,受到威胁和处于濒危状态的高等植物约 3 000 种,约占植物总数的 10%。植物种的流失意味着种质和遗传多样性的消失,意味着大农业的衰退,是一项不可挽回的损失。当今世界的六大问题,即资源枯竭、能源耗费、人口膨胀、粮食短缺、环境退化和生态平衡失调,都与植物资源的利用与保护有关。因此,保护植物的多样性,防止植物种质资源的流失,不仅是当前发展国民经济的需要,也是关系到人类自己及其子孙后代生存和发展的大事。

## 三、植物学的分科及发展方向

由于植物在人类生活中有着非常重要的作用,所以人类很早就开始研究植物。我国周代、汉代、东晋、西晋、北魏、清代等都有植物学方面的专著。明代李时珍的《本草纲目》,记载了 1 000 余种药用的植物,至今还是植物学和药学的经典。

随着生产和科学的发展,植物学已形成许多分支学科,其中有:

(1)植物形态学,是研究植物的形态结构在个体发育和系统发育中形态建成过程和形成规律的科学。从植物形态学中分出的专门研究植物内部结构及结构形成规律的科学,称为植物解剖学;研究植物的细胞形态结构和功能的科学,称为植物细胞学;研究植物胚胎的结构、发生和分化的科学,称为植物胚胎学。

(2)植物分类学,是探索植物间亲缘关系和进化系统,区分植物种类的科学。

(3)植物生态学,是研究植物间及植物与环境间相互关系的科学。现已发展出植物个体生态学、植物种群生态学、植物群落生态学和生态系统学等项分支内容。

(4)植物生理学,是研究植物生命活动的规律及其与外界环境之间关系的科学。

此外,还有植物遗传学、植物资源学等。

现代植物学已由单纯的描述植物学阶段,进入实验植物学和创新植物学阶段,其研究方向正朝着宏观更宏、微观更微的方向发展。在微观方面,目前,植物细胞工程和遗传工程的研究日新月异,已开始从分子水平上探索生命现象的奥秘。在宏观方面,已进入各类生态系统甚至更大范围的研究。近年来,由于生命科学突飞猛进,分子生物学新概念和新技术的引入,各学科的相互渗透,使植物学各分支学科开始从新的水平上朝着综合的方向发展,形成了新的综合性的研究领域,如近代出现的环境植物学、进化植物学、历史植物学、应用植物学、分子植物学、发育植物学等。在这些新领域里,植物学家们正运用植物科学的全部知识和最新技术,对植物界进行开发、改造和利用,使植物科学和技术转化为强大的生产力。

我国的植物科学,自新中国成立至今发展迅速,目前已形成学科齐全的科研和教学体系。根据国际生物学发展的趋势,中国植物学会在1993年学术年会上指出,我国植物科学今后一段时间的发展目标是:以“生物多样性保护”和“植物生长发育中基因表达在时间和空间上的调节和控制的研究”作为带动整个宏观和微观研究的重大课题;以“以植物资源的开发、利用和保护的研究”作为应用基础研究的重点课题。这就说明,我国植物科学已进入一个新的发展阶段。

#### 四、学习植物学的目的和方法

植物学是农林院校的一门非常重要的基础课。学习植物学的目的是为了认识植物,了解植物的生活习性,掌握其生长发育规律,从而控制、利用、保护和改造植物,以提高农作物的产量和品质,合理开发和利用野生植物和种质资源,保持水土,改良土壤,绿化祖国,净化环境,促进合理的生态平衡,多快好省地为“四化”建设服务,不断提高人民的物质文化生活水平。

对农业院校的学生来说,学习植物学更有着重要的现实意义。因各专业都以植物为研究对象,植物学是为后续的专业基础课和专业课打基础的。植物学的基本知识和基本技能若掌握不好,后续课程就很难学扎实。因此,必须要努力学好植物学。

本教材是针对农林等专业培养目标的需要而编写的。教材内容以粮、棉、油、果树、蔬菜、园林、花卉等被子植物为主,按照一般植物生长发育的顺序,分别阐述其细胞和组织、营养器官和生殖器官及幼苗的形态结构和功能等基本知识;同时,又对植物界的基本类群、种子植物分类及生态学基本理论作了概括的介绍,使学生对植物的系统进化和分类、植物与环境的关系有一些初步认识,对其今后从事农林生产和研究工作、培养分析和解决问题的能力有所帮助。

学习植物学,首先应当树立辩证唯物主义观点。因为植物体及其各个组成部分之间、植物与环境之间都是互相联系、互相制约、对立统一的辩证关系。

学习植物学还应具有历史唯物主义的观点,因为植物的多样性都是植物与环境在长期的矛盾运动中有规律地演化而来的。每一类、每一种植物都有一部长期演化的历史。

学习植物学必须理论联系实际,加强基本技能训练。通过观察和比较,增强感性认识;通过实验和实习,加深对知识的理解。以便更好地认识植物界,揭示自然界众多现象的本质和规律。

#### 复习思考题

1. 植物在自然界和国民经济中有什么重要意义?
2. 为什么说在我国经济建设中,学好植物及植物生理学将是大有可为的?

# 第一章 植物细胞与组织

## 第一节 植物细胞

### 一、植物细胞是构成植物体的基本单位

植物的种类形形色色、千差万别,但就其结构来说,所有植物体都是由细胞构成的。单细胞植物如细菌、某些蓝藻和绿藻等,由一个细胞构成一个个体,生长、发育、生殖等一切生命活动都由这一个细胞来完成;高等植物的个体是由许多形态、大小不同的细胞组成的,在整体中,各个细胞有着分工,各自行使特定的功能,同时,细胞间又保持着结构和功能上的密切联系,它们相互依存,协调一致,共同完成植物体的生长、发育等一系列复杂的生命活动。所以,细胞不仅是植物体形态结构的基本单位,也是生理功能及一切生命活动的基本单位。此外,细胞的分化程度与组合状态又常随不同植物类群而有所差别。因此,细胞在反映植物的系统进化关系上也具有重要意义。总之,要研究植物生命活动及演化规律,就必须认识和了解植物细胞。

细胞是生物结构的基本单位,但不是唯一的单位。自然界中还存在着没有细胞结构而具有生命特性的有机体,如使动植物致病的病毒及类病毒,是目前已知的最小生命单位,它们只是由蛋白质外壳包围着核酸芯子构成的,是简单的原始的生命形式。然而,这些非细胞结构的生物虽然能进行新陈代谢和自我复制,但必须依赖于宿主(如烟草花叶病毒的宿主是烟草)细胞才能继续其生命,即不能独立生存。而有细胞结构的生物能够将外界环境的营养物质转变为自身的物质,因而能独立生存。因此,细胞是生物体结构和功能的基本单位,是能够独立生存的最小生命体。

### 二、细胞结构和生命活动的物质基础——原生质

细胞内具有生命活动的物质,称为原生质。植物细胞的有生命部分就是由原生质构成的。所以,原生质是细胞结构和生命活动的物质基础。原生质具有极其复杂的化学成分、物理性质和生物学特性,因而具有一系列生命活动特征。

#### (一)原生质的化学组成

原生质不是单一物质,它有着极其复杂而又不断更新的化学组成;而且,原生质既有结构物质,又有许多贮藏物质和废弃物。这就为分析原生质的化学组成带来了困难,故迟至今日对原生质的化学组成仍难取得精确的结果。当前我们只能了解原生质的粗略化学组成(见表 1-1)。

表 1-1 原生质的化学组成(各种材料的平均值)

| 物 质    | 质量分数(%) | 平均相对分子质量          | 分子数的比值            |
|--------|---------|-------------------|-------------------|
| 水      | 85.0    | 18                | $1.2 \times 10^7$ |
| 无机物    | 1.5     | 55                | $6.8 \times 10^4$ |
| 蛋白质    | 10.0    | $3.6 \times 10^4$ | $7.0 \times 10^2$ |
| DNA    | 0.4     | $10^6$            | 1.0               |
| RNA    | 0.7     | $4.0 \times 10^5$ | $4.4 \times 10$   |
| 脂 类    | 2.0     | 700               | $7.0 \times 10^3$ |
| 糖类等有机物 | 0.4     | 250               | $400 \times 10^3$ |

原生质的基本成分可分为无机物和有机物两大类。

### 1. 无机物

水是原生质中含量最多的无机物,一般占细胞全重的 80% 以上。干燥种子的原生质含水量较少,但也不少于 10%。原生质中所含的水,约有 95% 是以游离水的形式存在,作为细胞中无机离子和其他物质的溶剂而参与代谢过程;少量水则与蛋白质等物质的分子结合,成为原生质结构的一部分,称为结合水。细胞中的水和其他成分联合在一起,构成原生质的胶体状态。因此,水含量的多少影响着原生质的胶体状态,水分多时,原生质呈溶胶状态,代谢活动旺盛;水分少时,原生质呈凝胶状态,代谢活动缓慢。同时,水的比热大,能吸收大量热能,因而能调节原生质中的温度变化,维持原生质正常的生命活动。

除水之外,原生质中还有溶于水中的气体(二氧化碳和氧等)、无机盐以及许多呈离子状态的元素——铁、铜、锌、锰、镁、钾、钠、氯等。

### 2. 有机物

原生质中的有机物主要有蛋白质、核酸、脂类和糖类,还有极微量的生理活性物质。原生质中有机物约占细胞干重的 90%。

(1) 蛋白质 蛋白质不仅是原生质的主体结构成分,而且在细胞内还参与和调节各种代谢活动,是体现生命活动的重要物质,约占原生质全重的 60%。蛋白质是高分子量化合物(分子量由 5 000 到百万以上),其种类繁多。构成蛋白质的基本单位是氨基酸。由于氨基酸种类(主要有 20 种)、数目、排列顺序和方式的不同,因而可以形成各种各样的蛋白质。蛋白质的多样性是细胞生命活动多样性的基础。

酶是一类特殊的蛋白质,它是细胞内加速生化反应的生物催化剂。酶具有高度的专一性,一般情况下,一种酶只能催化一种生化反应。酶的种类很多,据估计,一个细胞中约有 3 000 种酶,它们合理地分布在特定的部位,使各种生化反应同时在细胞中有条不紊地进行。

(2) 核酸 核酸是遗传物质,生物细胞中都含有核酸,它担负着储存和复制遗传信息的功能。它们还与蛋白质的合成密切相关,可使遗传信息表达出来,因此,核酸对生物的遗传和蛋白质的合成十分重要。核酸是由许多基本单位——核苷酸——聚合而成,其分子量比蛋白质还大(一般为  $10^6$ )。

核酸分为脱氧核糖核酸(DNA)和核糖核酸(RNA)两大类。它们在细胞内多与蛋白质结合,以核蛋白的形式存在,但也有单独存在的。在分子结构上,RNA 以单链形式存在于细胞质和核仁中;

DNA 则是以双螺旋的形式存在于细胞核中。

关于核酸的作用,已经确定:RNA 控制着蛋白质的生物合成;而 DNA 是遗传基因的载体,细胞的分化、个体的发育、性状的遗传,都由 DNA 上面的基因所决定。生物遗传信息的传递,是沿着“DNA→RNA→蛋白质”的方向进行的。因此,DNA 控制着细胞遗传特性的表达。

(3)脂类 脂类包括脂肪、油、蜡等,其共同特点是难溶于水,经水解后产生脂肪酸。脂类也是原生质中的结构物质,它们常与蛋白质结合在一起,成为质膜和细胞内膜的结构材料。有些脂类物质形成角质、栓质或蜡,参与细胞壁的构成。类胡萝卜素、维生素 A 等色脂,在细胞生理上有活跃的作用。

(4)糖类 糖类是光合作用的同化产物,它参与原生质、细胞壁的构成;它是原生质代谢作用的能源,也是合成其他有机物的原料。

糖类主要由 C、H、O 三种元素组成,其分子式通式为  $C_n(H_2O)_n$ ,故称为碳水化合物。不符合这个通式的有脱氧核糖( $C_5H_{10}O_4$ )等。糖类分为单糖、双糖和多糖三类:单糖是基本单位。细胞中最重要的单糖是五碳糖和六碳糖,前者如核糖和脱氧核糖,是组成核酸的成分之一;后者如葡萄糖( $C_6H_{12}O_6$ ),是细胞内能量的主要来源。双糖是由 2 个单糖分子脱去 1 个水分子聚合而成的。植物细胞中最重要的双糖是蔗糖和麦芽糖。多糖是由许多单糖分子脱去相应数目的水分子聚合而成的。植物细胞中最重要的多糖有纤维素、果胶质和淀粉等。纤维素和果胶质是细胞壁的重要结构成分,淀粉是植物细胞中糖类储存的主要形式。

总之,上述四大类物质各有特异性,它们是构成细胞精细结构的基础。此外,原生质中还有含量极微但作用很大的生理活性物质,如维生素、植物激素、抗菌素、植物杀菌素等。

## (二)原生质的物理性质和生理特性

### 1. 原生质的物理性质

原生质是一种亲水胶体,具有一定的黏度和弹性,密度( $1.04 \sim 1.06 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )略大于水,在光学显微镜下呈现为半透明、不均匀状态。原生质的水溶液是介质,由蛋白质、核酸、多糖等生物大分子形成的大分子颗粒均匀地分散在其中,称为散质。均匀分布在介质中的散质和介质共同构成胶体。因为大分子颗粒能吸附许多水,所以又称为亲水胶体。原生质中由于存在众多大分子颗粒,有着巨大的表面,可以吸附大量物质和水分子,这就为原生质的物质交换和许多生化反应的进行创造了条件。

通常情况下,原生质胶体的胶粒悬浮在液体的介质中,称为溶胶,它具有半流动性,所以在生活细胞中常可看到原生质流动现象。但在一定条件下,如温度降低、水分减少时,胶粒之间相互连接呈网状结构,而液体介质分散在胶粒网中,成为半凝固的凝胶状态。此时生命活动降低到最低点。原生质随着水含量、温度和其他条件的变化而随时改变其胶体状态,可以是溶胶状态、凝胶状态或介于两者之间,其生命活动状态也相应发生变化。当胶体破坏,原生质也就失去了活性。

### 2. 原生质的生理特性

具有新陈代谢能力是原生质与其他物质的根本区别,也是原生质最重要的生理特性。生活的原生质能够不断地从环境中吸收水分、空气及其他物质,经过一系列生理生化作用,把这些简单的物质同化为构成原生质自身的物质,这个过程称为同化作用;与此同时,原生质本身的某些物质又不断地分解为简单的物质,并释放出能量供生命活动需要,这个过程称为异化作用。同化作用和异化作用共同构成了原生质的新陈代谢,它是生命的基本特征。

### 三、植物细胞的形状与大小

#### (一)植物细胞的形状

植物细胞的形状多种多样(见图 1-1),这是细胞在长期适应中形成的。了解植物细胞的形状,应和细胞在植物体中的位置结合起来考虑,以加深对结构与功能适应关系的理解。

单细胞藻类植物和一些细菌,因细胞不受其他约束,形状多呈球形。多细胞植物体内的细胞,由于相互挤压,往往形成多面体形。植物体不同部位的细胞在长期适应中,形成了各不相同的形状。例如,起输导作用的细胞呈筒形;支持器官的纤维细胞呈长纺锤形;吸收水、肥的根毛细胞向外产生一条管状突起,扩大了与土壤的接触面等。植物细胞的不同形状,常有利于完成它所具有的功能,体现出形态与功能的和谐统一。

#### (二)植物细胞的大小

植物细胞一般很小,但数量巨大,据估计,一个叶片可含 4 000 万个细胞。细胞体积微小,其表面积相对较大,有利于物质交换,对细胞的生活具有特殊意义,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,例如支原体的直径只有  $0.1\ \mu\text{m}$ 。一般细胞的直径在  $20\sim 50\ \mu\text{m}$  之间。少数细胞较大,甚至肉眼可见,例如西瓜和番茄的成熟果肉细胞直径可达  $1\ \text{mm}$ ,棉籽的表皮细胞长达  $75\ \text{mm}$ ,麻茎的纤维细胞可长达  $550\ \text{mm}$ 。

细胞大小的计量单位,在光学显微镜下一般用  $\mu\text{m}$  ( $1\ \text{mm}=1\ 000\ \mu\text{m}$ );在电子显微镜下一般用  $\text{\AA}$  (埃,  $1\ \mu\text{m}=1\ 000\ \text{\AA}$ )。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。肉眼的分辨率为  $0.1\ \text{mm}$ ;光学显微镜的分辨率是  $0.2\ \mu\text{m}$ ;目前使用的电子显微镜分辨率为  $2.5\ \text{\AA}$ 。

### 四、植物细胞的结构与功能

植物细胞虽然大小不一,形状多样,但其基本结构是一致的,均由细胞壁和原生质体两大部分构成(见图 1-2);细胞壁是植物细胞特有的结构,它位于细胞的外层;原生质体位于细胞壁内面,它是由原生质分化形成的、细胞内有生命的部分,包括细胞膜、细胞质和细胞核等结构。随着代谢活动进行,细胞内产生了各种后含物。

#### (一)细胞膜(质膜)

植物细胞的细胞质外面与细胞壁紧密相接的一层薄膜,称为质膜,质膜在动物细胞中才叫细胞

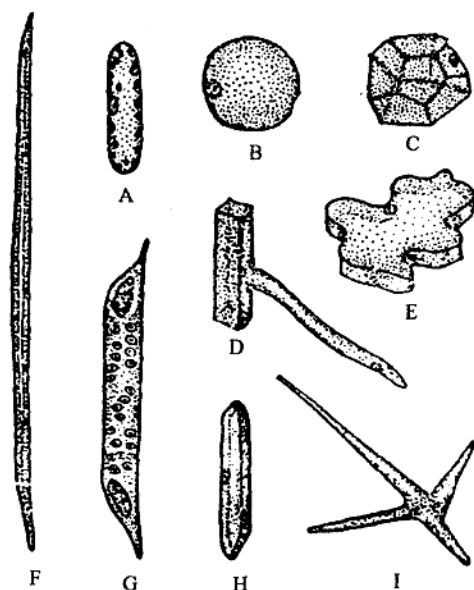


图 1-1 细胞的形状

A—长柱形;B—球形;C—多面体;D—扁长方形;  
E—不规则形;F—长纺锤形;G—长筒形;  
H—长棱形;I—星形

膜。质膜厚约  $75\sim 100\text{ \AA}$ ，只有在电子显微镜下才能看清楚。质膜主要由脂类(主要是磷脂)和蛋白质组成。

在电子显微镜下可以发现，质膜是由两条暗带中间夹着一条明带组成的。现已查明，中间的明带是脂类双分子层的疏水尾，暗带为两侧各覆盖着一层蛋白质的分子层和脂类双分子层的亲水头，这三合板式的膜叫做单位膜。近年来提出的膜结构的液态镶嵌模型(见图 1-3)认为，脂类以双分子层排列，组成膜的骨架；蛋白质分子则镶嵌在脂类双分子层中，膜及其组成物质——脂类和蛋白质——都不是静止的，而是不停地运动着。膜蛋白像流动的冰块，“漂浮”(外在蛋白)、“淹没”(整合蛋白)在脂类的“海洋”中。膜组分的这种运动对于原生体的物质运输和在膜上进行的多种生化反应都是很重要的。

质膜有许多重要的生理功能：首先，它对各种物质的通过有选择透性，而且这种选择透性常随细胞的部位、生理状态和环境条件的不同而变化。因此，它控制着细胞内外、细胞之间的物质交换，维持着稳定的细胞内环境。其次，它能接受外界的刺激与信号，并作出反应，从而调节细胞的生命活动。此外，它还参与细胞的相互识别等。因此，质膜是细胞与环境进行物质、能量、信息转换的通路，对于细胞的生命活动有着重要作用。

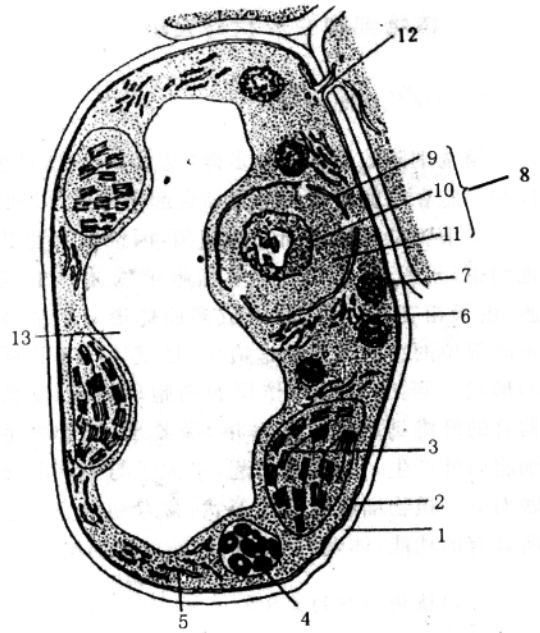


图 1-2 植物细胞超微结构模式图

1—细胞壁；2—细胞膜；3—叶绿体；4—白色体；5—内质网；  
6—高尔基体；7—线粒体；8—细胞核；9—核膜；10—核仁；  
11—染色体；12—胞间连丝；13—液泡

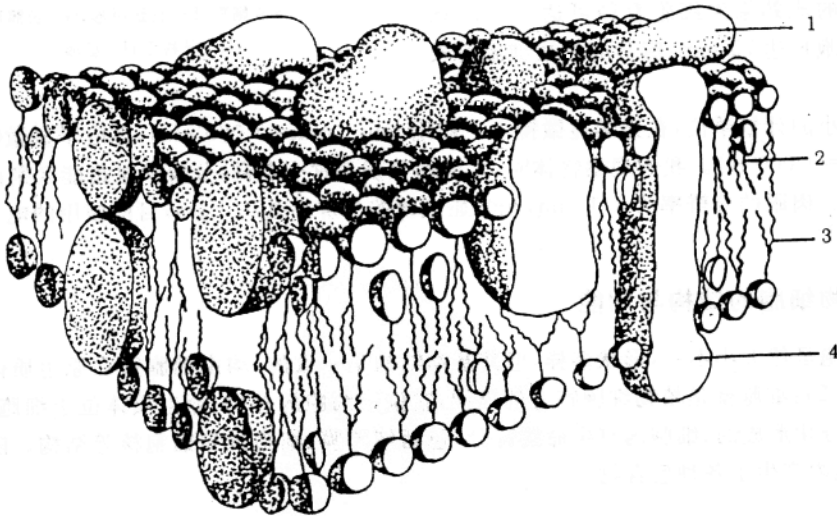


图 1-3 质膜的液态镶嵌模型

1—外在蛋白；2—固醇；3—磷脂；4—整合蛋白

## (二) 细胞质及其细胞器

质膜以内、细胞核以外的原生质,称为细胞质。细胞质可分为胞基质和细胞器:细胞质内具有特定结构和功能的亚细胞结构称为细胞器;包围着细胞器的细胞质部分称为胞基质。胞基质和细胞器的关系密切:细胞器悬浮在胞基质中,为胞基质提供支持骨架;胞基质为维持细胞器实体的完整性提供必要的离子环境,为细胞器行使功能提供必需的物质。

胞基质含有复杂的化学成分,在光学显微镜下是近于透明、均匀一致的。生活的细胞中,胞基质处于不断流动状态,称为胞质运动(见图 1-4)。胞质运动有两种:在只有一个中央液泡的细胞中,胞基质围绕液泡沿一个方向流动,称为旋转运动,如黑藻幼叶细胞和水稻根毛细胞中的胞质运动;在有几个液泡的细胞中,胞基质则以几个不同的方向运动,叫做循环运动,如紫露草和南瓜花丝上表皮毛细胞中的胞质运动。胞质运动可促进细胞中信息传递和物质的运输与交换,有利于细胞的新陈代谢和生长,对创伤的修复也有重要作用。

细胞质中有多种细胞器,现简要介绍如下:

### 1. 质体

质体是绿色植物特有的细胞器,在光学显微镜下即可观察到。

在幼龄细胞中,质体尚未分化成熟,称为前质体。随着细胞的长大和分化,前质体逐渐分化为成熟质体。质体是一类合成和积累同化产物的细胞器,根据所含色素和功能的不同,分为叶绿体、有色体和白色体三种。

(1) 叶绿体 叶绿体存在于植物绿色部分的细胞中,而以叶肉细胞中最多。高等植物的叶绿体,其形状、大小相似,多为球状椭圆形,长径  $5\sim 10\ \mu\text{m}$ ,短径  $2\sim 3\ \mu\text{m}$ 。一个细胞中,叶绿体的数目差异很大,高等植物叶肉细胞中一般可含几十至几百个叶绿体,如菠菜叶栅栏组织细胞内有  $300\sim 400$  个叶绿体;低等藻类(如衣藻)细胞中仅含一个较大的叶绿体。细胞内叶绿体常分布在外围靠近质膜处的细胞质中,但受光强弱的影响可使其分布位置发生变化。叶绿体中含有叶绿素 a、叶绿素 b、叶黄素和胡萝卜素等四种色素。前两者为绿色色素,后两者为黄色色素。植物叶片的颜色与叶绿体中所含上述色素的比例有关。通常,叶绿体中所含色素的  $2/3$  是叶绿素,故叶片呈绿色,但当营养不良、气温低或叶片衰老时,叶绿素被破坏,叶片呈现黄色或橙黄色。

叶绿体由叶绿体膜、类囊体和基质三部分构成(见图 1-5):叶绿体膜由双层膜构成,其内充满着无色溶胶状物质,称为基质。基质中悬浮着许多片层结构,每个片层是由周围闭合的双层膜组成的扁平小囊,称之为类囊体。在一些部位,  $10\sim 100$  个圆盘状的类囊体堆成为柱形的颗粒,叫做基粒。构成基粒的类囊体称为基粒类囊体或基粒片层。连接基粒的类囊体部分,称为基粒间类囊体或基质片层。基粒片层和基质片层共同构成了一个复杂的类囊体系统。

叶绿素等各种色素集中分布在基粒片层的膜上。基质中含有 DNA、核糖体、类脂球、蛋白质颗粒和酶等。

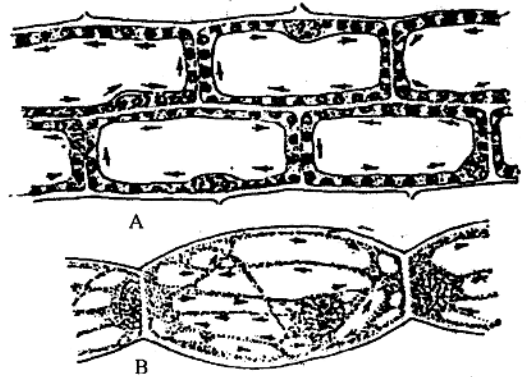


图 1-4 胞质运动

A—原生质的旋转运动;B—原生质的循环运动