

■ 姚敦义 主编

# 植物学导论

An Introduction  
to Botany



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS

## 图书在版编目(CIP)数据

植物学导论/姚敦义主编. - 北京:高等教育出版社,  
2003.

ISBN 7-04-011371-6

I. 植… II. 姚… III. 植物学 IV. Q94

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 087042 号

策 划 林金安  
编 辑 罗艳红  
封面设计 张 楠  
版式设计 李 杰  
责任印制 陈伟光

---

出版发行 高等教育出版社  
社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号  
邮政编码 100009  
传 真 010-64014048

购书热线 010-64054588  
免费咨询 800-810-0598  
网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所  
印 刷 北京民族印刷厂

开 本 787×1092 1/16  
印 张 26.75  
字 数 640 000

版 次 2002 年 12 月第 1 版  
印 次 2003 年 2 月第 1 次印刷  
定 价 32.00 元

---

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

**版权所有 侵权必究**

# 前 言

我国植物学教材大都因袭建国前各院校使用的教材,而这些教材一般都引自英、美或略加修改而成。20 世纪 50 年代,全面学习苏联,苏联教材冲击我国教学领域。但苏联教材,除了在教学内容上增加了一些错误的李森科观点,在体系上与英、美教材并无很大的区别。

20 世纪中期,确认核酸与蛋白质,特别是 DNA 为生命最基本的物质后,DNA 的研究,包括 DNA 结构与重组 DNA 技术引起了生物学的巨大革命,植物学也不例外。生物学(包括植物学)已从描述阶段进入创新时期(按汤佩松的观念所谓创新时期即人类开始能按自然规律干预和控制生命的发展)。国外植物学教材也有种种翻新,其特点有:(1)从植物学各分支学科分工愈来愈细,观点与方法孤立,趋向各分支学科的逐渐汇合,研究观点与方法也渐趋综合。20 世纪六七十年代分子生物学的诞生,使许多植物学家考虑如何用新的知识与思维方式来解释经典的生物学问题,科学的革新迅速冲击教学领域,多种植物生物学教科书的出版,就是明证。由于旧观点的束缚,有些植物生物学不免有形式上的综合;(2)古希腊学者有片面追求科学本身完整性的倾向,在科学发展过程中人们已愈来愈认识到科学在经济发展中的重要性,知识经济的出现已使科学与经济在许多方面融为一体。在旧的植物学教材中,学院派(与经济实践脱节,片面追求植物学本身完整性)的气息较浓。国外的革新教材在注意科学体系的同时十分注重科技在经济发展中的应用。

由于我国在六七十年代(恰是生物科学蓬勃发展的时代)正值文化大革命,国际科学发展浪潮对我国影响不大,加上大学长期停课闹革命,教学内容的更新无人问津。改革开放特别是邓小平提出科技是第一生产力后,对科技界的影响很大,但对教育界,国际科学发展主要影响在研究生教学,而对大学专业基础课的教学影响较小,种种原因造成我国目前大学基础课教学改革滞后。

实际上,大学专业基础课的教学对我国各行各业高级建设人才的素质培养至关重要。专业基础课的教学对拓宽学生知识领域和培养学生创造性思维能力也都起着重要的作用,而专业基础课的改革首先是教材的改革。本着上述认识,我们大胆尝试编写“植物学导论”一书,提供大学生物系本专科专业基础课教材。导论一词,着重于基础性与引导性,两者都是深入学习专业知识所必需的。

本教材是“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革”省级立项的研究项目,得到山东师范大学出版基金的部分资助。

作者们都是几十年至少是多年在大学教学与科研第一线工作的教师,在编写过程中,我们始终考虑到既有创新性又有继承性;既有一定深度,适当提高起点,又要照顾学生的接受能力;既要给予学生一定宽度的知识面,又要培养学生创新的思维能力;既要照顾学科的系统性,又要让学生明白这些知识在经济发展中的重要性。

我们认为江泽民提出的“创新是民族进步的灵魂”的号召十分重要,要有创新精神首先要善于提出问题,提不出问题来的学生不可能有创新精神,要培养学生提出问题的能力,必须在介绍某种科学研究结果的同时,介绍其来龙去脉,介绍该项结果的研究方法与思维路线,那种罗列一二三四,便于记诵的教学方法是不足取的。

本书的编写是一种大胆的尝试,有待于通过教学实践,不断地修改与完善。

由于本书内容涉猎面广,作者的知识水平有限,疏漏错误之处,恳请读者予以指正。

姚敦义

2002年9月

## 郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》。行为人将承担相应的民事责任和行政责任,构成犯罪的,将被依法追究刑事责任。社会各界人士如发现上述侵权行为,希望及时举报,本社将奖励举报有功人员。

现公布举报电话及通讯地址:

电 话:(010) 84043279 13801081108

传 真:(010) 64033424

E-mail:dd@hep.com.cn

地 址:北京市东城区沙滩后街55号

邮 编:100009

# 目 录

|                         |      |
|-------------------------|------|
| <b>0 绪论</b>             | (1)  |
| 0.1 植物的发生、发展及本质         | (1)  |
| 0.2 植物在自然界中的作用          | (2)  |
| 0.3 植物学简史               | (3)  |
| 0.4 植物学的分科概述            | (5)  |
| <b>1 生命物质</b>           | (7)  |
| 1.1 最基本的生命物质            | (7)  |
| 1.2 核酸                  | (8)  |
| 1.2.1 DNA               | (8)  |
| 1.2.2 RNA               | (12) |
| 1.3 蛋白质                 | (13) |
| 1.3.1 遗传密码              | (13) |
| 1.3.2 蛋白质的结构            | (15) |
| 1.3.3 蛋白质的性质和功能         | (16) |
| 1.3.4 酶                 | (17) |
| 1.4 植物体内的其他重要分子         | (17) |
| 1.4.1 水                 | (17) |
| 1.4.2 糖                 | (19) |
| 1.4.3 脂质                | (20) |
| 1.5 装配                  | (23) |
| 1.5.1 模板装配              | (23) |
| 1.5.2 酶促装配              | (34) |
| 1.5.3 自动装配              | (35) |
| <b>2 植物细胞、组织、器官与植物体</b> | (40) |
| 2.1 细胞学说的建立与发展          | (40) |
| 2.2 植物细胞的形态、构造和功能       | (41) |
| 2.2.1 原生质体              | (42) |
| 2.2.2 细胞壁               | (58) |
| 2.3 植物细胞的增殖             | (60) |
| 2.3.1 细胞分裂              | (60) |
| 2.3.2 细胞周期              | (65) |

|        |                            |       |
|--------|----------------------------|-------|
| 2.4    | 植物细胞的生长和分化                 | (66)  |
| 2.4.1  | 植物细胞的生长                    | (66)  |
| 2.4.2  | 植物细胞的分化                    | (68)  |
| 2.5    | 植物的组织                      | (76)  |
| 2.5.1  | 分生组织                       | (76)  |
| 2.5.2  | 成熟组织                       | (77)  |
| 2.6    | 植物的器官与植物体                  | (77)  |
| 2.6.1  | 根                          | (78)  |
| 2.6.2  | 茎                          | (78)  |
| 2.6.3  | 叶                          | (79)  |
| 2.6.4  | 花                          | (79)  |
| 2.6.5  | 种子                         | (81)  |
| 2.6.6  | 果实                         | (81)  |
| 3      | 生物能与碳代谢                    | (84)  |
| 3.1    | 生态系统中的能量                   | (84)  |
| 3.1.1  | 能量的形式                      | (84)  |
| 3.1.2  | 能量和有序                      | (86)  |
| 3.1.3  | 生命系统中物质与能量的转换              | (88)  |
| 3.2    | 光合作用                       | (93)  |
| 3.2.1  | 藻类和地钱的光合作用                 | (94)  |
| 3.2.2  | 被子植物的叶是理想的光合器官             | (94)  |
| 3.2.3  | 光反应                        | (98)  |
| 3.2.4  | 碳同化(暗反应)                   | (106) |
| 3.3    | 呼吸作用,从光合同化物中获取能量           | (125) |
| 3.3.1  | 细胞呼吸概述                     | (125) |
| 3.3.2  | 蔗糖与淀粉的降解                   | (126) |
| 3.3.3  | 糖酵解                        | (128) |
| 3.3.4  | 氧化戊糖磷酸途径                   | (129) |
| 3.3.5  | 丙酮酸的前途                     | (130) |
| 3.3.6  | 氧化呼吸                       | (131) |
| 3.3.7  | NADH 与 $\text{FADH}_2$ 的氧化 | (133) |
| 3.3.8  | 质子梯度与 ATP 的合成              | (134) |
| 3.3.9  | 植物中其他电子传递途径                | (135) |
| 3.3.10 | 植物油、乙醛酸循环和葡萄糖异生作用          | (136) |
| 3.3.11 | 呼吸作用与植物体构建                 | (138) |
| 3.3.12 | 在整体植株与器官中的呼吸作用             | (139) |
| 3.3.13 | 影响呼吸率的因子                   | (140) |
| 3.4    | 生物能的流动与循环                  | (141) |

|                                 |              |
|---------------------------------|--------------|
| 3.4.1 食物链 .....                 | (141)        |
| 3.4.2 能量的相互关系 .....             | (142)        |
| 3.4.3 碎屑物(腐生)食物网 .....          | (143)        |
| 3.5 碳同化与生产量 .....               | (144)        |
| 3.5.1 生产力 .....                 | (144)        |
| 3.5.2 呼吸与碳经济 .....              | (144)        |
| 3.5.3 影响光合作用和生产力的因子 .....       | (146)        |
| 3.5.4 全球范围的原初生产力 .....          | (151)        |
| <b>4 植物的无机营养与固氮作用 .....</b>     | <b>(153)</b> |
| 4.1 植物的无机营养 .....               | (153)        |
| 4.2 根从土壤中吸收无机营养 .....           | (156)        |
| 4.2.1 土壤是营养库 .....              | (156)        |
| 4.2.2 膜运输 .....                 | (157)        |
| 4.2.3 根吸收离子 .....               | (158)        |
| 4.3 植物与氮 .....                  | (160)        |
| 4.3.1 氮循环 .....                 | (160)        |
| 4.3.2 氨化作用、硝化作用和反硝化作用 .....     | (161)        |
| 4.3.3 固氮作用 .....                | (161)        |
| 4.4 生物固氮作用 .....                | (162)        |
| 4.4.1 自由生活的固氮生物 .....           | (162)        |
| 4.4.2 共生的固氮生物 .....             | (162)        |
| 4.4.3 豆科植物共生固氮作用 .....          | (163)        |
| 4.4.4 固氮的生物化学 .....             | (166)        |
| 4.4.5 固氮的遗传学 .....              | (169)        |
| 4.4.6 氮同化 .....                 | (169)        |
| 4.4.7 硝酸盐的同化 .....              | (172)        |
| 4.4.8 氮营养与农业和生态 .....           | (174)        |
| <b>5 植物界的一致性与多样性 .....</b>      | <b>(176)</b> |
| 5.1 生命进化的重要阶段和植物在生物系统中的地位 ..... | (178)        |
| 5.1.1 原核细胞和真核细胞 .....           | (178)        |
| 5.1.2 自养方式的产生 .....             | (178)        |
| 5.1.3 变异是生命进化的基础 .....          | (178)        |
| 5.1.4 多细胞有机体的产生 .....           | (179)        |
| 5.2 无胞生物 .....                  | (180)        |
| 5.3 原核生物 .....                  | (180)        |
| 5.3.1 原核生物的生物学特征 .....          | (180)        |
| 5.3.2 原核生物与环境 .....             | (184)        |

|       |                          |       |
|-------|--------------------------|-------|
| 5.3.3 | 原核生物的系统发育与多样性 .....      | (185) |
| 5.3.4 | 真细菌界 .....               | (186) |
| 5.3.5 | 古细菌界 .....               | (190) |
| 5.4   | 原始的真核生物——原生生物 .....      | (190) |
| 5.4.1 | 真核细胞的起源 .....            | (191) |
| 5.4.2 | 原生生物的生物学特征 .....         | (193) |
| 5.4.3 | 粘菌 .....                 | (194) |
| 5.5   | 真菌 .....                 | (194) |
| 5.5.1 | 真菌的多样性 .....             | (195) |
| 5.5.2 | 真菌的演化关系 .....            | (205) |
| 5.5.3 | 真菌在自然界中的作用和经济价值 .....    | (206) |
| 5.5.4 | 地衣植物 .....               | (206) |
| 5.6   | 低等植物 .....               | (207) |
| 5.6.1 | 藻类植物的分布和类型 .....         | (208) |
| 5.6.2 | 藻类植物的形态和构造 .....         | (208) |
| 5.6.3 | 藻类植物的细胞结构 .....          | (209) |
| 5.6.4 | 藻类植物的繁殖与生活史 .....        | (209) |
| 5.6.5 | 藻类植物在人类社会发展中的作用和意义 ..... | (213) |
| 5.6.6 | 常见藻类举例 .....             | (213) |
| 5.7   | 高等植物 .....               | (221) |
| 5.7.1 | 苔藓植物 .....               | (222) |
| 5.7.2 | 蕨类植物 .....               | (230) |
| 5.7.3 | 种子植物 .....               | (241) |
| 6     | 植物的发育 .....              | (273) |
| 6.1   | 植物发育与植物体形成 .....         | (274) |
| 6.1.1 | 生长、分化和发育 .....           | (274) |
| 6.1.2 | 发育的调控 .....              | (275) |
| 6.1.3 | 植物发育概貌 .....             | (276) |
| 6.1.4 | 细胞如何生长 .....             | (279) |
| 6.1.5 | 生长的动力学分析 .....           | (281) |
| 6.1.6 | 休眠 .....                 | (283) |
| 6.1.7 | 生殖 .....                 | (284) |
| 6.2   | 激素在植物发育中的作用 .....        | (285) |
| 6.2.1 | 生长素 .....                | (286) |
| 6.2.2 | 赤霉素 .....                | (289) |
| 6.2.3 | 细胞分裂素 .....              | (293) |
| 6.2.4 | 脱落酸 .....                | (296) |
| 6.2.5 | 乙烯 .....                 | (297) |

|        |                      |       |
|--------|----------------------|-------|
| 6.2.6  | 油菜素内酯 .....          | (298) |
| 6.2.7  | 水杨酸 .....            | (299) |
| 6.2.8  | 茉莉酸类 .....           | (299) |
| 6.2.9  | 多胺类 .....            | (300) |
| 6.2.10 | 其他激素 .....           | (300) |
| 6.3    | 植物激素的作用模式 .....      | (300) |
| 6.3.1  | 激素的作用模式 .....        | (301) |
| 6.3.2  | 植物激素作用机理 .....       | (303) |
| 6.4    | 植物激素的运输 .....        | (306) |
| 6.4.1  | 生长素的运输 .....         | (306) |
| 6.4.2  | 赤霉素的运输 .....         | (309) |
| 6.4.3  | 细胞分裂素的运输 .....       | (309) |
| 6.4.4  | 脱落酸的运输 .....         | (309) |
| 6.4.5  | 乙烯的运输 .....          | (309) |
| 6.5    | 光形态发生 .....          | (310) |
| 6.5.1  | 光敏素的发现 .....         | (310) |
| 6.5.2  | 光敏素的特征 .....         | (311) |
| 6.5.3  | 光敏素的生理效应 .....       | (313) |
| 6.6    | 植物的运动 .....          | (320) |
| 6.7    | 温度与植物发育 .....        | (320) |
| 6.7.1  | 植物环境中的温度 .....       | (320) |
| 6.7.2  | 温度对植物生长和分布的影响 .....  | (321) |
| 6.7.3  | 温度对植物发育的影响 .....     | (321) |
| 7      | <b>植物与环境</b> .....   | (325) |
| 7.1    | 生态系统 .....           | (325) |
| 7.1.1  | 生态系统的结构 .....        | (325) |
| 7.1.2  | 生态系统的平衡 .....        | (326) |
| 7.1.3  | 生态系统中物质循环 .....      | (328) |
| 7.1.4  | 生物地球化学循环 .....       | (330) |
| 7.1.5  | 人类对生物地球化学循环的影响 ..... | (332) |
| 7.2    | 逆境和胁迫 .....          | (334) |
| 7.2.1  | 逆境或胁迫的概念 .....       | (334) |
| 7.2.2  | 植物对胁迫的反应 .....       | (335) |
| 7.3    | 水胁迫 .....            | (336) |
| 7.3.1  | 膜和水胁迫 .....          | (336) |
| 7.3.2  | 水胁迫与光合作用 .....       | (336) |
| 7.3.3  | 气孔对缺水的反应 .....       | (336) |
| 7.3.4  | 渗透调节 .....           | (339) |

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| 7.3.5 缺水对条和根生长的影响 .....     | (340)        |
| 7.3.6 叶面积的调节 .....          | (341)        |
| 7.4 温度胁迫 .....              | (341)        |
| 7.4.1 寒冷胁迫 .....            | (341)        |
| 7.4.2 冰冻胁迫 .....            | (342)        |
| 7.4.3 结冰的温热分析 .....         | (343)        |
| 7.4.4 木质部组织的深过冷 .....       | (344)        |
| 7.4.5 树木组织的驯化 .....         | (344)        |
| 7.4.6 草本组织的寒冷驯化 .....       | (345)        |
| 7.4.7 高温胁迫 .....            | (345)        |
| 7.5 盐胁迫 .....               | (347)        |
| 7.6 环境污染物 .....             | (349)        |
| 7.6.1 重金属 .....             | (349)        |
| 7.6.2 空气污染 .....            | (350)        |
| <b>8 杂种优势与遗传学 .....</b>     | <b>(352)</b> |
| 8.1 孟德尔与遗传学 .....           | (352)        |
| 8.1.1 孟德尔实验 .....           | (353)        |
| 8.1.2 分离定律 .....            | (353)        |
| 8.1.3 自由组合定律 .....          | (358)        |
| 8.1.4 遗传与环境 .....           | (365)        |
| 8.1.5 连锁与交换 .....           | (366)        |
| 8.2 基因与遗传和变异 .....          | (375)        |
| 8.2.1 适应与变异 .....           | (376)        |
| 8.2.2 选择 .....              | (377)        |
| 8.2.3 获得性遗传 .....           | (377)        |
| 8.3 杂种与纯种 .....             | (382)        |
| 8.3.1 杂交与自交 .....           | (383)        |
| 8.3.2 杂种优势 .....            | (383)        |
| 8.3.3 杂种优势的基础理论研究 .....     | (386)        |
| <b>9 基因工程与植物学创新时期 .....</b> | <b>(390)</b> |
| 9.1 基因工程的基本思路与技术 .....      | (392)        |
| 9.1.1 早期的工作 .....           | (392)        |
| 9.1.2 DNA 的切割和再连接 .....     | (393)        |
| 9.1.3 基因克隆 .....            | (397)        |
| 9.1.4 DNA 操作的其他有关技术 .....   | (405)        |
| 9.2 基因工程的实际应用与展望 .....      | (410)        |
| 9.2.1 使细胞成为工厂 .....         | (410)        |

---

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| 9.2.2 DNA 技术制造药用蛋白质 ..... | (410) |
| 9.2.3 改造动植物的特征 .....      | (412) |
| <b>主要参考文献</b> .....       | (415) |

植物学是研究植物的自然科学,植物是自然界中生物的成员。早在 18 世纪,瑞典博物学家林奈(Carl von Linne, 1707—1778)就把生物分为动物和植物两界。随着人们对生物认识的逐渐深入,发现有些低等生物既像动物又像植物,所以将它们另立为原生生物界。以后又有人主张根据细胞核的有无,将生物分为原核生物与真核生物,原核生物包括细菌、放线菌和蓝藻等,真核生物包括动物界、植物界和原生生物界。由于病毒无细胞结构,而真菌又与植物显著不同,因此又有人主张将病毒独立为无胞生物界,真菌独立为真菌界,这样与原核生物界、动物界、植物界和真核原生生物界并列为六界。也有主张七界说的,主要是将原核生物分为细菌界和古细菌界,理由是细菌和古细菌在进化上分歧很早,两者有明显不同的特征。所有这些分界学说都是人为的,只有相对的合理性,分界再多再细,也不可能将所有形形色色的生物截然划归在特定的界中。本书仍将因循传统的观念按两界说来介绍植物界。在这里,植物界中除藻类、苔藓、蕨类和种子植物外,还包括病毒、原核生物和真菌等类群。由于在研究方法和具体应用上细菌等微生物有其特殊性,所以一般都将微生物学作为一门独立的学科。为避免重复,在微生物学中占主要地位的病毒、细菌和古细菌,本书只作一般介绍。

## 0.1 植物的发生、发展及本质

据科学估计,地球大约有 47 亿年历史。由于生命起源之前,必有一段化学进化,即从无机物到有机物再到有机高分子的历程,所以从地层中寻求生命起源的足迹,主要依靠化学化石。化学化石是指化石中虽然没有生物的细胞、组织、器官或个体,但含有生物所特有的化学物质,如叶绿素就是其中之一,在地层中经数百万年后可降解为卟啉,而卟啉很容易从岩石中鉴别出来。根据这些与生命有关的化学化石推断,生命大约起源于 35 亿到 31 亿年前。最初的生物可能是一种有自我复制能力的有机高分子化合物。

光合作用是大多数植物的显著特征。地球上最初的生物并无光合作用能力,后来随着生物的进化才产生了能进行光合作用的原始生物。由于光合作用能利用太阳光能将二氧化

碳和水等无机物合成为有机物,使光能转变为化学能贮存起来,同时释放出氧气,从此地球上就有了丰富的游离氧和有机物质,因而大大推动了生物界的进化和发展。

经过长期的进化发展,植物的种类越来越多,它们在大小、形状、结构和生活方式等方面千差万别,分布也极为广泛,但与动物相比却有明显的特征。

首先,在营养方式上植物与动物不同。生物获取营养物质的方式归纳起来有3种:(1)从周围环境中摄取无机物质,利用光能或其他能制造有机物质;(2)从外界环境中直接吸收溶于水的有机营养物质;(3)直接吞食各种有机营养物质。第一种营养方式称为自养,凡具有自养能力的生物为植物。第二、三种营养方式称为异养,都是只利用现成的有机营养物质,但摄取的方式不同。凡具有第三种营养方式的生物大都为动物。有的生物丧失了制造或吞食有机物质的能力,演变为第二种营养方式,所以进行第二种营养方式的生物,可以按照其演化关系,分属于动物界或植物界,真菌和某些细菌属于第二种营养方式,它们在生物界中,是沿着一条独立的路线演化的。

绿色植物由于含叶绿素,能够利用太阳光能,把简单的无机物——二氧化碳和水,合成复杂的有机物质——糖类。由于二氧化碳和水是以游离状态分布在空气或土壤中,经长期演化,植物发展成为固着生活方式,这与动物四处觅食的游走生活方式成为鲜明对照。与此相联系的是植物缺乏神经系统和排泄系统。其次,从体态上看,植物的分枝使表面积与体积之比增大,这样就更有利于从外界环境中吸收更多的二氧化碳、水和阳光。正由于植物同外界环境的接触面大,因此植物比较容易受环境的影响而使自身发生变异。从结构上看,植物细胞一般具有由纤维素或其他物质构成的坚硬细胞壁,使植物体得以挺立,这也是同固着生活分不开的。再次,植物的生长方式也与动物不同,动物的生长限于胚胎和幼年时期,此时各个器官几乎都处于生长状态,到一定时期后,除个别系统外,身体的大部分都停止生长;而植物的生长,在一生中几乎是无限的,且生长只局限于某些称为分生组织的特殊区域。植物的这种生长方式可保证植物不断向新而又新的土层和空间中发展,以接受更多的阳光和养料。许多植物的运动,可通过生长表现出来,如向日葵的向阳运动和丝瓜的攀缘运动等。

植物的这些特性虽很明显,但也有一些例外,例如有许多单细胞藻类不是固着而是游动生活方式,许多寄生植物因缺乏叶绿素而不能进行光合作用;有些植物以捕捉昆虫为食等。但是如果对这些特殊的植物进行全面观察的话,还是不难确定它们应隶属于植物界的。

## 0.2 植物在自然界中的作用

地球上一切生命活动都必需依靠能量来维持,而能量的主要来源是太阳能。动物不能直接利用太阳能,而必须依靠绿色植物通过光合作用所制造的有机物质获取能量。植物制造的有机物质,如由古代植物形成的煤炭、石油,也是工业上主要的能量来源。

光合作用不仅能制造有机物质,而且还能释放出氧气。空气中的氧主要是植物释放出来的。生物的呼吸作用和一切物质的燃烧都必须有氧气参与,否则,化学能得不到利用,生命必将毁灭。另外,游离氧的存在也加快了地球上一些物质的化学反应。

绿色植物不断利用无机物制造有机物,地球上的无机物质并无耗竭的危险,这主要是因为有细菌、真菌和动物将有机物质分解、矿化,变成绿色植物又可利用的无机物,促使地球上的碳、氢、氮和氧等物质循环,使万物在物质循环中不断发展。物质循环是人类经济可持续

发展的主要依据。

人类的衣、食、住、行几乎都离不开植物,如人类生活所必需的粮食、果品、蔬菜和纺织用的纤维,建筑用的木材、许多轻工业的各种原料以及药材等都与植物有关。此外,美化环境、防止污染、防风固沙、水土保持等也都离不开植物,因此,植物在自然界中起着非常重要的作用。

## 0.3 植物学简史

人类对植物的认识可以追溯到远古时代,人类在利用植物作为食物时,学会了识别植物、栽培植物。后来又认识到有些植物可供药用,这样口授笔传,关于植物的知识也逐渐累积起来,最后产生了植物学。

我国对植物的认识最早,在 2000 多年前我国就有了相当发达的农业与医药业,当时《诗经》和《尔雅》所记载的植物就有二三百种之多。而《神农本草经》是秦、汉时代人托名神农所著,共收载药物 365 种,并详述其性味、功用和主治,疗效大都确实,为世界上最早的一部药用植物志。

我国古代人民对植物的认识多偏重于实用,而西方学者则着重于从自然本身来研究植物。理论研究与实际应用是科学发展的两个重要方面,但由于地理与语言的障碍,东、西方文化并未得到及时交流。古希腊的狄奥弗拉斯图(Theophrastus,公元前 371—前 287 年,约相当于我国战国时代)对植物科学的诞生贡献最大,他有许多自然科学论著,其中《植物史》(Historia Plantarum)与《植物原理》(De Causis Plantarum)奠定了植物学发展基础,被后人公认为植物学的鼻祖。狄氏的科学研究,摒弃了他老师 Plato 和 Aristotle 的臆断方法,创造了对客观事物仔细观察,然后加以精确记述的方法,这是研究自然科学的方法基础。狄氏对客观事物的观察,常常不是表面的,例如他肯定了根是从土壤中吸收养料的器官,但植物的地下部分不一定是根;而常春藤的地上攀缘器官却是根。狄氏还用比较和与其他事物相联系的方法观察植物,例如他观察了双子叶植物和单子叶植物在茎、叶和种子等方面的区别以及植物同环境的关系和年轮形成的原因等,为植物生态学的发展奠定了基础。

在狄奥弗拉斯图之后 1000 多年,西方植物学没有突出的进展,而我国古代科学家却作出了一定贡献。例如,晋代嵇含(304 年)所著的《南方草木状》中,就记载了当时分布在广东、广西和越南等地的植物约 80 种,具有一定的科学价值,也是世界最早一部区域植物志。北魏贾思勰(405—556 年)所著的《齐民要术》中,虽然总结的是中国古代的农业经验,但其中对作物品种特性与环境条件关系的描述与现代生态学的论断吻合。《齐民要术》所介绍的嫁接技术,也对植物学有一定贡献。我国还有针对某类经济植物的专著,其中杰出的有蔡襄(1059 年)的《荔枝谱》、韩广直(1178 年)的《橘录》等。

15 世纪,西方进入文艺复兴时期,资本主义代替封建主义,对科学技术的发展有巨大的促进作用。当时,由于显微镜的发明,大大加强了人们对植物的认识,因此植物细胞学、组织学、胚胎学和分类学等都得到了相当程度的发展。其中代表性人物有 Cordus、Grew、Hooke 和 Leeuwenhoek 等。当时我国仍处于封建时期,受西方文艺复兴影响不大,但仍不乏有关植物学的不朽著作,如明代李时珍所著《本草纲目》(1578 年)和清陈淏子所著《花镜》(1688 年)等。《本草纲目》收载药物 1892 种,其中绝大多数是植物,每种药物以“释名”确定名称,“集

解”叙述产地、形态、栽培及采集方法等,“辨疑正误”考订药物品种真伪和纠正文献记载的错误,“修治”说明炮炙法,“气味”、“主治”、“发明”分析药物的性味与功用等,因此不仅对药理学而且对植物学都有极重要的参考价值。目前已有多种外文版,为世界药物学者和植物学者所重视。《花镜》对观赏花的辨认与栽培也有精辟的论述。

到了18世纪,人们建立了相当丰富的植物学知识,其中贡献最大的是瑞典植物学家林奈,他的重要著作有《自然界系统》、《植物学基础》、《植物志属》、《植物分类》、《植物哲学》和《植物志》等。在这些著作中,他首先提出了物种的名称,创立了种、属、科、目、纲等分类阶层,将植物按本身异同而不是按实用价值进行分类,并采用双名法对植物进行命名,结束了当时在国际上物种名称的混乱状态,为植物分类学的发展奠定了重要基础。与我国李时珍相比,虽然林奈晚了100多年,所记载的植物也不比《本草纲目》多多少,但他为植物学所建立的科学体系的贡献是显而易见的。但林奈早期主张物种不变的神创论思想使他的分类系统带有很大的人为性,不符合植物自然发展的规律。

我国比较详细的植物分类著作是清吴其璜所著的《植物名实图考》,这本书在1849年出版,比林奈的著作晚将近100年。由于东西方文化在当时缺乏交流,并没有在林奈所建立的基础上提高。

到19世纪,随着社会文化的提高、科学技术的发展以及农业实践经验的积累,生物学在各个方面都发生了深刻的变化,受宗教影响所产生的形而上学观点开始崩溃。特别重要的是Schwann与Schleiden在1838年—1839年所建立的细胞学说。细胞学说的要点是所有生物虽然在外表上相差很大,但均以细胞为基本单位,而细胞则必来自细胞。由于细胞学说的建立,激起了对细胞结构与功能的研究,有丝分裂(Schleiden, 1873)、减数分裂(Boveri, 1892)、染色体结构及行为(Flemming, 1879, 1882, Weismann, 1887)和受精作用(Hartwig, 1875, Strasburger, 1884)等重要生物学现象都相继被阐明。另外蛋白质(Mulder, 1838)、核酸(Miescher, 1869)与酶(Buchner, 1897)等的发现为以后分子生物学的建立与发展奠定了基础。

更为重要的是达尔文(Charles Darwin)在1859年发表了他的光辉著作《物种起源》(On the Origin of Species),使人们对生物的认识达到一个新的境界。与此几乎同时,孟德尔(Gregor Mendel)在1866年发表植物杂交试验(Experiment in Plant Hybridization)的论文,深刻说明了生物的遗传变异现象。遗传与变异本来是达尔文学说选择与进化的基础,可惜在当时并没有引起科学界的重视,使人们对达尔文学说的认识在相当长一段时期内停留在比较肤浅的状态。

19世纪中叶即我国清咸丰年间,是我国近代史上第一次大开放。李善兰与英人韦廉臣合作编译《植物学》(1857)8卷,这是我国第一部系统介绍近代植物学的著作,这本书的出版对我国植物学的发展起了积极作用,并使其纳入国际交流中。

20世纪以来,由于物理、化学观点和方法引入生物学领域,许多新技术如电子显微镜、X线衍射技术、冰冻蚀刻、电泳、层析、激光技术、遥感技术和电子计算机技术,尤其是重组DNA技术和PCR技术在生物学上广泛应用,对植物的研究已从细胞水平进入分子水平,另一方面又进入群体水平。而1943年Schrödinger将信息观念引入生物学则使生物学发生根本性改观。目前植物学正处于进一步改造发展阶段,最显著的特征是植物学研究已从定性进入定量范畴,从观察方法进入实验方法,许多学科正在向植物学渗透,使植物学开始向新

的阶段发展。我国植物学家汤佩松认为目前正处于创新植物学时期,其重要标志是采用多种技术和方法,全面、综合地研究植物生命活动规律,并用植物学的最新成就定向地改造植物,使植物学知识转化为强大的生产力。

植物是生物的一部分,由于种种历史原因,植物学的研究相对落后于动物学。相应地,农业的研究落后于医学。但这种状况正在改变,而且许多重要的生命活动规律是通过对植物的研究而揭示的,例如通过对豌豆杂交的研究而得的遗传规律;通过玉米籽粒的研究而得的转座因子;通过小球藻的研究所得的光合作用暗反应的全过程等。其他如雄性不育、杂种优势、全能性表达和基因工程等方面,植物学也都走在整个生命科学的前列,而且已成为巨大的生产力。因此作为整个自然科学的一部分,植物学是必不可少的一个重要方面。

## 0.4 植物学的分科概述

植物学是研究植物的科学,但科学门类的划分主要是根据研究方法有时也根据研究对象,如用力学的方法研究植物的结构,可属于力学的一部分,这样,如果用各种不同方法来研究植物,就可将植物学分成许多分支学科。目前已建立比较完整体系的分支学科主要有以下几类:

1. 植物形态学 研究植物体内、外形态结构及其在个体发育和系统发育过程中发生和发展的规律。一切生命活动,形态结构是第一性的,因此形态学是植物学的一门基础学科。过去大都采用肉眼观察和描述的方法,现在已扩展到用光学显微镜、电子显微镜乃至扫描隧道显微镜(scanning tunneling microscopy, STM)观察描述,并用 X 线衍射及核磁共振等方法研究生命物质的分子结构。植物细胞学、植物解剖学和植物胚胎学等均属于形态学范畴。植物形态学以观察描述为主,由于采用了一些新的实验方法而产生了植物形态发生学和植物实验胚胎学等新学科。分子生物结构学则更是当今生命科学的前沿。

2. 植物分类学 是研究植物类群之间的亲缘关系,建立植物系统的科学。过去这门学科主要在植物形态学的基础上进行研究,现在也广泛应用染色体、免疫学、电泳和 PCR 等技术。

3. 植物生理学 着重应用实验方法研究植物的生理功能(如光合、呼吸、蒸腾作用和营养、生殖过程等)以及植物个体发育过程中生理功能在环境影响下的变化。

4. 植物遗传学 应用杂交实验和数理分析等方法着重研究植物遗传变异现象和遗传物质在环境条件的影响下对个体发育的调控作用。遗传学基本上是研究基因的科学,现代遗传学已发展到研究基因在整个生物圈中的作用,称为大遗传学(Colossal Genetics)。

5. 植物生态学和地植物学 采用观察和实验相结合的方法研究植物同环境条件之间的关系。植物生态学着重从个体角度,而地植物学则着重从群体角度进行研究。

此外,还可按照研究不同植物对象而建立分支学科,如藻类学、菌类学、地衣学、苔藓学、蕨类学和种子植物学等。

整个 19 世纪,科学发展速度加快。人们采用各种方法以不同目的来研究植物,建立了种类繁多的分支学科,这对问题的深入研究和探讨是十分有利的。但是随着科学事实的不断积累,一些有识之士认识到科学研究分工过细,往往容易把问题引向牛角尖而得到片面的结论。Bailey I. W. 在 20 世纪初就强调要综合一切观点来解释一种事实。这种想法反映在