



普通高等教育
“十一·五”国家级
规划教材



植物学

(第2版)

主编 叶创兴 朱念德 廖文波 刘蔚秋 冯虎元



高等教育出版社



Botany

Second Edition



数字课程网站

网址: <http://abook.hep.com.cn/39152>
<http://abook.hep.edu.cn/39152>

ISBN 978-7-04-039152-7



9 787040 391527 >

定价 49.80元



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

植物学

(第2版)

ZHIWUXUE

主 编

叶创兴 朱念德 廖文波 刘蔚秋 冯虎元

编 者 (按姓氏拼音排序)

冯虎元 黄椰林 金建华 廖文波 刘蔚秋

石祥刚 谈凤笑 辛国荣 叶创兴 朱念德

高等教育出版社·北京

内容提要

全书由结构植物学和系统与演化植物学两篇组成。上篇介绍了植物细胞、组织、器官等植物形态学和解剖学内容。下篇遵循系统演化路线,逐一介绍了林奈二界系统中除动物界以外的、从原核到真核的各主要类群,包括藻类、菌物、地衣、苔藓、蕨类及种子植物。本书还简明介绍了有关植物系统演化的各种学说和理论,特别是种子植物起源的理论,并引入植物分子系统演化研究的新成果。全书配有插图 430 余幅。

本书适合综合性大学、师范院校生物科学、环境科学、生态学专业,以及农林院校与医学院校的农学、林学、园艺、中药学等专业学生使用,也可供相关专业科学工作者、教师参考。

图书在版编目(CIP)数据

植物学 / 叶创兴等主编. -- 2版. -- 北京: 高等教育出版社, 2014.9

ISBN 978-7-04-039152-7

I. ①植… II. ①叶… III. ①植物学—高等学校—教材 IV. ①Q94

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第169589号

策划编辑 王 莉 高新景 责任编辑 高新景 书籍设计 张志奇 责任印制 张泽业

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街 4 号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	中国农业出版社印刷厂		http://www.landaco.com.cn
开 本	889 mm × 1 194 mm 1/16	版 次	2007 年 7 月第 1 版
印 张	28.25		2014 年 9 月第 2 版
字 数	850 千字	印 次	2014 年 9 月第 1 次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	49.80 元
咨询电话	400-810-0598		

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

物 料 号 39152-00

序

这本教科书包括形态解剖学与系统分类学两个部分。形态解剖学一向作为系统分类学的先行和依据，包括了细胞、组织、器官，及花、果和种子等章节，图文并茂，简洁易懂；系统分类学部分，则颇具特色，有别于一般教材。长期以来，教科书的编写与原创性的研究专著因目的性不同而泾渭分明。原创性的专著针对某一未解决的前沿问题提出一个人的见解，达到各抒己见的目的。至于教材的编写，则以公认的事实为依据，对于有争议的问题和论点，一般不列入教科书。换言之，教材以传播基础知识为主旨，对有争议的问题不予介入，使教材获得公认，“四平八稳”，无懈可击。本教材的编者以极大的热情和勇气，摆脱教材编写的传统手法，使本教材既具有丰富的基本知识，又能对当前不同学术见解和流派，以及未被公认的一些问题加以介绍，从而开阅读者的视野，使教材带有某种启发性。与此同时，本教材还具备以下几个特点。

1. 适应 21 世纪新形势的要求而带有启发性。本教材有别于按教学大纲的要求所印发的教材或讲义，能从孢子植物到种子植物有系统地收集完整的代表类型，使读者能了解到植物界演化发展的全貌；书中尽可能介绍中国的代表植物，使读者对中国植物有亲切感。

2. 对读者有一定的启发作用。教材中介绍了植物学家们对植物系统演化的各种设想、理论以及有争议的各种演化和系统发育问题，不拘一格地启发读者关于植物演化的思路。

3. 对于种子植物起源的时代问题，本教材在集中各家理论的基础上提出了种子植物起源于泥盆纪及其演化程序，使读者感受到系统演化是可知的、有线索可循的，从而引导读者对系统的探索，突破以往教材对这一问题的回避。

4. 对当前国际上兴起的分子系统演化研究工作进行了扼要的介绍。植物系统发育是客观存在的，因而是可知的。历来的系统学学者都以自己理解以及所掌握到的证据加以模拟，难免有些主观臆测之嫌。大分子序列的测序在某种程度上能够比较客观地反映属种间的亲缘关系，因而对植物系统演化的阐释有一定的参考价值。

当前，植物系统学还存在许多有待解决的问题。

首先，有花植物在地球上出现的地质年代问题。一向，人们从化石资料确认有花植物存在于晚白垩纪，最近的资料表明存在于晚侏罗纪，但这不是有花植物在地球上出现的最早年代。人们大都认为有花植物来自种子蕨，而种子蕨盛极于二叠纪，到了三叠纪开始走下坡路，进到侏罗纪基本上已趋于衰亡，因此有花植物出现的年代应早于侏罗纪。

其次，关于有花植物出现之前是否存在过“前有花植物”的问题。从种子蕨到有花植物，在形态结构上存在着很大差距，这种差距不可能以突变的形式来实现，而只能从二叠纪到三叠纪期间的逐步改造来实现。由于缺乏化石资料，人们只能从某些种子蕨，例如某些大羽羊齿或舌羊齿加以揣测。

再次，在现存的有花植物之前是否有过更原始的，即所谓的“原始有花植物”的问题。因为现代生存的有花植物，无论是多心皮类或柔荑花序类等，都具有不同程度的次生结构特征，它们不可能是原始的有花植物，它们和种子蕨类的结构在演化上差距太大，当前的有花

植物分类以多心皮类或柔荑花序类作为原始类型的代表显然是和历史事实脱节的，这些原始有花植物可能存在于三叠纪，当然不可能存活到现代。目前能在三叠纪找到的化石并不多，本书所提到的，在北美晚三叠纪出土的 *Sanmiguelia* 可能是仅有的例证。

最后，大分子序列的测序方法对现存的有花植物是有用的，它能为人们提供不同的科、属、种之间的亲缘关系；同时，有人尝试以大分子序列重新编排有花植物的系统演化，但对于老第三纪以前已经炭化的化石则无能为力。因此，要从化石大分子序列的测序来解决有花植物系统发育的工作还有待于将来的努力。

张宏达

前言

植物是生命世界中的第一性生产者, 35 亿年前当地球尚处于蛮荒时代时, 蓝藻已开始进行光合作用, 吸收 CO_2 , 放出 O_2 , 改造着地球大气层的构成, 使地球环境变得适于生物生存和繁衍。地球在宇宙中存在至今已有 46 亿年, 现在, 人类在地球的许多地方似乎都显得拥挤不堪, 面临着资源枯竭、生存环境恶化、人口压力等, 植物学工作者不能不奋起。

植物学作为生命科学的基础学科, 其重要性自不待言。无论是宏观的研究, 还是分子水平的研究都吸引了大批有志者奋勇前行。传统植物学研究已经为生命科学成就做出无与伦比的贡献, 胡克用改进的显微镜研究了木栓切片, 第一次把他看到的一个小室称为 cell, 为细胞学说的建立开辟了道路。孟德尔把豌豆作为实验植物, 其结论直接作为孟德尔定律, 他的研究导致现代遗传学的诞生。分子水平上的研究, 拟南芥作为模式植物早为人们熟知。当人们震惊于克隆羊多莉的时候, 植物的克隆无论是人工条件下的, 还是自然界中的都在进行着, 而人们对此并不惊奇。今天人们谈论转基因的时候, 静静躺在餐桌上的谷类、蔬菜、水果可能是科学家们改造过它们的基因的食品。因此, 植物学工作者依然有许多事要做, 植物仍然是掘之不尽的宝藏。

中山大学的植物学前辈对我国植物学教学和科研做出了贡献。早在 20 世纪 20 年代末期, 留学归来的陈焕镛教授建立了中国高校最完整的植物标本室。在抗日战争期间, 陈先生不愿这些标本毁在日本军队的炮火下, 亲自转移押运标本至香港保存, 抗战后又辗转越南回迁广州, 在最困难的时候中山大学的教授工薪无着, 他却拿出自己的积蓄护运这些来自广西、海南、华中地区及东南亚各国的标本, 这些标本后来为建立中科院华南植物研究所标本室奠定了基础。美国人 E. D. Merrill 和 F. A. McClure 时任中山大学教授, 其中, E. D. Merrill 素有小林奈之称, F. A. McClure 是世界竹类研究鼻祖, 并在中山大学校园建立了中国高校最大的竹园。辛树炽、董爽秋曾长期在中山大学工作, 并为中山大学植物学发展做出过很大贡献, 这两位教授后来又来到兰州大学从事植物学的教学和研究, 辛树炽还担任了兰州大学第一任校长。张宏达、吴印禅是继陈焕镛之后我国植物学界的知名人物。1961 年吴印禅与山东大学植物学教研组合编了《植物学》, 在人民教育出版社出版, 这本教材一直使用到“文化大革命”前。1978 年, 在张宏达教授主持下, 由中山大学生物系与南京大学生物系合编的《植物学》教材在高等教育出版社出版, 直至 20 世纪 90 年代初一直为各高校使用, 到了 21 世纪初, 仍有大学将其作为考研的必备参考书。2000 年由朱念德、叶创兴等主编的《植物学》在中山大学出版社出版, 2004 年由张宏达主编的《种子植物系统学》在科学出版社出版, 2006 年叶创兴和兰州大学冯虎元主编的《植物学实验指导》由清华大学出版社出版, 2012 年完成修订版, 2007 年由叶创兴等主编的《植物学》在高等教育出版社出版。这表明中山大学在植物学教学改革和教材建设上有着较好的传统, 前辈们在教学上的执着、在教学研究上的投入使得植物学教学始终保持在较高水平, 数十年积累的教学资料, 为我们修订《植物学》教材提供了丰富的资料。

本书遵循传统植物学教学模式, 围绕形态解剖和系统分类两部分进行修订。在形态解剖部分引入了收缩根、滑动自花传粉的新内容, 将营养器官的特化放在相关章节, 也增加了一

些特化的器官。在藻、菌、苔藓等内容中根据新的资料作了充实，藻类采用了胡鸿钧（2006）修改过的 R. E. Lee（1999）藻类分类系统，将藻类植物分成蓝藻门、原绿藻门、灰色藻门、红藻门、金藻门、定鞭藻门、黄藻门、硅藻门、褐藻门、隐藻门、甲藻门、裸藻门和绿藻门 13 个门。菌物采用 G. C. Ainsworth《菌物词典》（第 8 版）的分类体系。苔藓植物仍按苔类、藓类、角苔分群，蕨类植物依据秦仁昌修改后的分类系统编排。种子植物把紫杉植物独立为纲，基本依据恩格勒系统（1964 年版本）排列，其中对姜科植物的雄蕊去向根据我们的研究结果作了新的解释。此外，我们也介绍了被子植物演化学说的不同流派，归纳了植物分子系统学的最新进展。

新版教材结论由叶创兴和冯虎元重写。上篇结构植物学部分原由朱念德编写，现由辛国荣、石祥刚修订；藻、菌、地衣、苔藓和蕨类部分原由廖文波编写，现由刘蔚秋修订；种子植物部分原由叶创兴编写，其中双子叶植物部分由廖文波修订，裸子植物和单子叶植物部分由叶创兴和冯虎元修订；被子植物的起源与系统发育原由叶创兴编写，现由金建华修订；植物系统学概要及其发展动态原由叶创兴编写，其中植物系统发育由金建华修订，分子系统学和分支系统学由黄椰林、谈凤笑修订。谢庆建先生和中山大学 2011 届毕业生李佩瑜誊清和重绘了本书的全部插图。全书由叶创兴和冯虎元统稿。

本书的修订得到中山大学教务处、生命科学学院和兰州大学教务处、生命科学学院的全力支持，特别是得到“国家基础科学人才培养基金项目（J1310025）”的资助；高等教育出版社及王莉副编审始终以极大的热情关注本教材，从策划到出版，付出了许多心血，在此谨向上述单位和个人致以诚挚的谢忱。许多使用本教材的高校教师，如兰州大学蒲训、陈书燕、徐世健、宋渊、潘建斌和盛红梅等老师提出了许多宝贵的修改意见。百岁老人张宏达先生为本书作序。对上述单位和个人给予的支持和帮助，编者谨致以诚挚的谢意。

由于编者学养不足，存在问题一定不少，敬希读者和同行教正。

叶创兴

2014 年 3 月于中山大学

目 录

目 录	
001	绪 论
001	一、人类认识植物的历史
002	二、生物分类等级
005	三、植物在自然界中的作用
006	四、植物的个体发育、系统发育与幼态成熟
007	五、植物学的分支
008	六、学习植物学的方法
上 篇 结构植物学	
012	第一章 植物细胞
012	第一节 植物细胞的基本结构
012	一、植物细胞的大小和形状
012	二、植物细胞的结构
022	三、植物细胞的后含物
022	四、原核细胞与真核细胞
022	第二节 植物细胞的繁殖
022	一、有丝分裂
024	二、无丝分裂
025	三、减数分裂
026	第三节 植物细胞的生长和分化
026	一、植物细胞的生长
026	二、植物细胞的分化
029	第二章 植物组织
029	第一节 植物组织的概念和类型
029	一、植物组织的概念
029	二、植物组织的类型
039	第二节 植物的组织系统和维管组织
042	第三章 种子植物的营养器官
042	第一节 根
042	一、根的生理功能
042	二、根与根系
043	三、根尖的结构与发育
045	四、根的初生结构
047	五、侧根与不定根的形成
048	六、根的次生生长和次生结构
051	七、根瘤与菌根
052	八、特化的根
054	第二节 茎
055	一、茎的生理功能
055	二、茎的形态
058	三、茎尖的构造与发育
060	四、双子叶植物茎的初生结构
063	五、双子叶植物茎的次生结构
068	六、裸子植物茎的结构
069	七、单子叶植物茎的结构
070	八、特化的茎
072	第三节 叶
072	一、叶的生理功能
073	二、叶的形态
078	三、叶的起源和发育
078	四、叶的结构
084	五、叶的生态类型
085	六、叶的衰老与脱落
086	七、特化的叶
088	第四节 营养器官间的相互联系
088	第五节 同功器官与同源器官
092	第四章 种子植物的繁殖器官
092	第一节 花
093	一、花的形态和结构
098	二、花程式和花图式
099	三、花序
101	四、花芽分化
101	第二节 雄蕊的发育和结构
101	一、花药的发育
103	二、花粉粒的发育
105	三、花粉粒的形态及内含物
106	四、花粉败育与雄性不育
106	五、花药和花粉培养
107	第三节 雌蕊的发育
107	一、胚珠的发育
108	二、胚囊的形成
110	第四节 开花与传粉
110	一、开花

197	第七章 地衣 (Lichens)	222	二、分类及代表植物
197	一、地衣及其形态结构	223	第六节 真蕨亚门 (Filicophytina)
197	二、形态构造	223	一、形态结构
198	三、繁殖	224	二、分类及代表植物
199	四、分类及代表类群	231	第七节 蕨类植物的起源和演化
199	五、经济及生态意义	231	一、蕨类植物经历的地质年代
		231	二、化石蕨类植物的主要类群
202	第八章 苔藓植物 (Bryophyta)	234	三、蕨类植物的起源和演化概述
202	第一节 概论	234	第八节 蕨类植物与人类生活的关系
202	一、基本特征		
203	二、苔藓植物对陆地生活的适应性	237	第十章 裸子植物亚门 (Gymnospermae)
203	三、分类	237	种子植物概述
203	第二节 苔纲 (Hepaticae)	237	一、种子植物的特征
203	一、形态结构特征	238	二、种子植物的分类
204	二、主要类群	238	第一节 裸子植物的特征
207	第三节 角苔纲 (Anthocerotae)	239	第二节 裸子植物分类
207	一、形态结构特征	239	一、苏铁纲 (Cycadopsida)
207	二、主要类群	241	二、银杏纲 (Ginkgopsida)
208	第四节 藓纲 (Musci)	244	三、松柏纲 (Coniferae)
208	一、形态结构特征	252	四、紫杉纲 (红豆杉纲) (Taxopsida)
208	二、主要类群	255	五、买麻藤纲 (倪藤纲, 盖子植物纲)
211	第五节 苔藓植物的起源和演化		(Gnetopsida, Chlamydospermopsida)
211	一、起源	259	第三节 裸子植物的起源和演化
212	二、苔藓植物的生态学及经济意义	260	一、蕨类植物的孢子囊
		260	二、胚珠的起源
214	第九章 蕨类植物 (Pteridophyta)	261	三、裸子植物的起源与演化概述
214	维管植物概述		
214	一、中柱类型及其演化	269	第十一章 被子植物亚门 (Angiospermae)
215	二、维管植物的分类系统	269	第一节 被子植物的特征
215	第一节 蕨类植物概述	269	一、被子植物的特征
215	一、孢子体	270	二、被子植物的分类原则
216	二、配子体	272	三、被子植物的分类
216	三、生活史	272	第二节 双子叶植物纲 (Dicotyledoneae)
217	四、分类及分布	272	原始花被亚纲 (Archichlamydeae)
217	第二节 松叶蕨亚门 (Psilophytina)	272	一、木麻黄目 (Casuarinales)
217	一、形态结构	272	二、胡桃目 (Juglandales)
217	二、分类及代表植物	274	三、杨柳目 (Salicales)
218	第三节 石松亚门 (Lycophytina)	276	四、壳斗目 (Fagales)
218	一、形态结构	279	五、荨麻目 (Urticales)
218	二、分类及代表植物	281	六、檀香目 (Santalales)
221	第四节 水韭亚门 (Isoëphytina)	282	七、蓼目 (Polygonales)
221	一、形态结构	284	八、中央子目 (Centrospermae)
221	二、分类及代表植物	287	九、木兰目 (Magnoliales)
221	第五节 楔叶蕨亚门 (Sphenophytina)	296	十、毛茛目 (Ranales)
221	一、形态结构	300	十一、胡椒目 (Piperales)

301	十二、马兜铃目 (Aristolochiales)	362	三、灯芯草目 (Juncales)
303	十三、藤黄目 (Guttiferales)	362	四、鸭跖草目 (Commelinales)
306	十四、罂粟目 (Papaverales)	363	五、禾本目 (Graminales, Poales)
309	十五、蔷薇目 (Rosales)	368	六、棕榈目 (Palmales, Arecales)
316	十六、牻牛儿苗目 (Geraniales)	369	七、佛焰花目 (Spathiflorae)
318	十七、芸香目 (Rutales)	371	八、露兜树目 (Pandanales)
320	十八、无患子目 (Sapindales)	372	九、莎草目 (Cyperales)
323	十九、卫矛目 (Celastrales)	374	十、姜目 (襄荷目) (Zingiberales, Scitamineae)
323	二十、鼠李目 (Rhamnales)	377	十一、兰目 (微子目) (Orchidales, Microspermae)
325	二十一、锦葵目 (Malvales)	383	第四节 被子植物的起源与系统发育
329	二十二、堇菜目 (Violales)	383	一、被子植物的起源
330	二十三、葫芦目 (Cucurbitales)	387	二、被子植物的系统发育
331	二十四、桃金娘目 (Myrtales)	406	第十二章 植物系统学概要及其发展动态
334	二十五、伞形目 (Umbellales, Apiales)	406	第一节 植物的系统发育
337	合瓣花亚纲 (Sympetaleae)	406	一、地球的演化及植物的系统发育历程
338	二十六、杜鹃花目 (Ericales)	409	二、植物系统发育关系的建立
339	二十七、报春花目 (Primulales)	411	第二节 植物系统学的动态简介
339	二十八、柿树目 (Diospyrales, Ebenales)	411	一、植物分子系统学
341	二十九、木犀目 (Oleales)	423	二、分支系统学
342	三十、龙胆目 (Gentianales)	428	主要参考文献
346	三十一、管花目 (Tubiflorae)	430	索引
352	三十二、川续断目 (Dipsacales)		
353	三十三、钟花目 (桔梗目) (Campanulales)		
356	第三节 单子叶植物纲 (Monocotyledoneae)		
357	一、沼生目 (Helobiaeae)		
358	二、百合目 (Liliiflorae)		

一、人类认识植物的历史

植物科学的发展历程和人类的起源是同步的。有人认为,植物科学始于距今8 000年前的石器时代。早期的人类,沿袭祖先采集的历史,随着工具和采集方式的改进,采集的植物籽实和渔猎的动物有了富余,在堆放过程中籽实发芽,捕获动物被驯养,由此产生了早期农业和畜牧业,并逐渐积累了农学知识。同时,人类在和伤病斗争中累积了本草学知识。人类早期的象形文字有草、木、虫、鱼等符号。我国留下来的甲骨文中,据陈炜湛考证,能够确认是植物或与植物有关的名词有30余个,其中有禾(𥽿)、稻(𥽿)、稷(稷)、黍(黍)、麦(麦)、粟(粟)、栗(栗)、杏(杏)、杞(杞)、蒿(蒿)、柏(柏)、桑(桑)、柳(柳)、榆(榆)等具体的描述对象,也有草(屮)、屯(屮)、芄(芄)、木(木)、果(果)、林(林)、森(森)、刺(刺)、楚(楚)、焚(焚)、委(委)、焚(焚)等甲骨文,其中有的字所表述的意义一直沿用至今。

春秋时代(B.C.722—B.C.481)成书的《诗经》记载描述了130多种植物。东汉时的《尔雅》记述了草本植物190余种,木本植物70余种。成书于汉代(B.C.206—A.D.220)的《神农本草经》记载了药物365种,是公认的世界上最早的本草学著作。梁代陶弘景著《本草经集注》(约A.D.500),在《神农本草经》基础上,记载的药物达到730种。唐代颁布的《新修本草》(又称《唐本草》),记载药物844种,开创了官修本草的先河。明朝李时珍在野外考证各种药源和走访调查各种药的用法,自绘图形,广纳前人成果,历经30年,于1578年著成《本草纲目》,记载药物1892种,图1100余幅,药方11000余首,内容极为丰富,为历来本草著作之集大成者。17世纪末《本草纲目》传至海外,翻译成多种文字。宋代苏颂等编撰并由朝廷颁布的《本草图经》(A.D.1061),是最早的本草图谱,有本草图鉴900余幅。北魏贾思勰著《齐民要术》(A.D.533—A.D.544),是最早也是最完整的农书,全书10卷92篇,把农作物分为粮食(包括禾谷类、豆菽类、大麻和胡麻等)、蔬菜、果树、桑柘、竹木等。大麻和胡麻籽一直被作为粮食,后来才作为纤维植物和油料作物。明代徐光启著的《农政全书》,系统总结了我国农业经验和成就。其他有关栽培植物的专著,还有晋代戴凯之的《竹谱》(A.D.256—A.D.419)、唐代陆羽的《茶经》(A.D.760—A.D.780)、宋代蔡襄的《荔枝谱》(A.D.1059),均堪称佳作。在园艺方面,清代陈淏子的《花镜》(A.D.1688)被称为古代园艺植物最为全面的著作,是园林花卉包括鉴赏栽培育种如嫁接等知识的百科全书。晋代嵇含的《南方草木状》(A.D.304)列举了80种中国热带、亚热带植物,分为草、木、果、竹四类,是中国最早的地方植物志。清代吴其濬于1848年编著了《植物名实图考》,记载野生植物和栽培植物共1714种,图1800余幅,是我国第一部水平极高的植物学专著。1858年李善兰与英国传教士威廉森(A. Williamson)等合作编译了《植物学》,把Botany译为“植物学”,引入如细胞、萼、瓣、心皮、子房、胎座、胚和胚乳等中文名词。1923年,中国近代植物分类学的奠基人胡先骕,编写了中国第一部《高等植物学》。

国外植物科学的发展历史,最早可追溯到古希腊亚里士多德(Aristotle)的学生提奥弗拉斯图斯(Theophrastus)(B.C.371—B.C.286)出版的《植物的历史》(*Historia Plantarum*)和《植物本原》(*De Causis Plantarum*),这两本书中记载了500多种植物,并列出了各种植物器官的名称。因此称其为“植物学之父”。

很长时间以来,植物科学都处于描述时期。18世纪以来,植物学家致力于建立植物分类系统。瑞典植物学家林奈(Carl von Linnaeus)于1753年发表了《植物种志》,标志着双名法(binomial nomenclature)的确立。1859年,英国博物学家达尔文(C. R. Darwin)发表的《物种起源》创立了自然选择为中心的进化论。达尔文学说直接推动了19世纪植物自然分类系统的建立。显微镜的发明使人类进入了微观世界,从而推动了19世纪中叶由德国植物学家施莱登(M. Schleiden)和动物学家施旺(T. Schwann)创立细胞学说。1900年,孟德尔(G. Mendel)豌豆杂交试验的再证明,标志着遗传学的诞生。

随后,实验植物学开始建立,对植物生命活动的研究,促进农业生产技术发生了根本性的变化,推动了品种改良、高产栽培,大量使用化肥和农药以及机械化现代农业体系形成,农作物产量得到了显著提高。

1953年,沃森(J.D. Watson)和克里克(F.H.C. Crick)发表了遗传物质DNA的双螺旋结构,奠定了分子生物学的基础。20世纪60年代以来,遗传学的突出进展带动了整个生物学的迅速发展,促进了转基因技术日益成熟。21世纪初,以人类基因组计划为主导的主要模式生物(model organism)基因组的完成,推动了基因组学、蛋白质组学、代谢组学等新学科的发展。各种抗性基因、特殊功能基因和代谢调控途径的阐明,加快了植物生物技术的发展。同时,在植物多样性和群落方面,20世纪80年代出版了《中国高等植物图鉴》和《中国植被》。2004年,集几代植物学家心血、80卷126册的巨著《中国植物志》全部出版。

我国植物科学经过近一个世纪的奋斗,已经形成了分支学科齐全的科研和教学体系,在植物学的许多研究领域和世界处于同一先进水平。

二、生物分类等级

生物分类学是利用相似性进行分类的。界是最大的生物分类单位(taxon),种是最基本的生物分类单位,而不论哪一个等级,都可称为分类单位。生物分类等级包括界、门、纲、目、科、属、种7个分类等级,也可以在每一个分类单位下增加次级的分类单位,如亚界、亚目、亚科、亚属、亚种,有时也在亚科分类单位增加族、亚族,种之下建立变种、变型等分类单位(表0-1)。

尽管物种是生命科学研究和利用的基本单元,但什么是物种呢,一直没有统一定义。一般而言,生物学意义上的物种(biological species)即生物学种的概念,是由具有一定的遗传结构、能够相互交配产生有生殖能力后代,具有一定地理分布区的居群(population)组成。简单地说,种是漫长生命史中从一个到另一个逐渐演化、永远变化的连续统一体,物种是一个遗传单位、生殖单位和地理单元。实践上,生物学种的概念不好把握、难以操作,因此用分类学物种(taxonomic species)替代生物学物种。分类学物种(taxonomic species)是以形态性状为基础,着眼于生物群体形态上的间断(种内形态多少是连续的,种间是间断的),具有一定地理分布(即所谓形态-地理学分类)局域居群的总和。有时,种下有次级分类单元亚种(subspecies, ssp.),是种内几个特征的变异,具有独立的分布区的种下单位。属于同种内的两个亚种,不分布在同一地理分布区,它比亚种单位小。变种(variety, var.)亦是种下分类单位,仅有较小的结构变异,并与种内其他变种有共同的分布区。变型(form, f.)也是种下分类单位,仅有细小变异(如颜色),并无一定分布区的一些个体的集合,比亚种、变种单位都要小。

表0-2以茶为例,说明它在分类等级中的名称和归属。

双名法

瑞典植物学家林奈(1707—1778)(图0-1)为建立“双名法”(bionomental)和在一切实物中使用“双名法”做出了杰出贡献。一个物种的名称即学名(scientific name),由属名、种加词和命名人三部分组成。例如,茶的学名是*Camellia sinensis*(L.) O. Kuntze,其中,“*Camellia*”是属名,中文称山茶属;“*sinensis*”称为种加词,意为产于中国的。于是,茶这个学名由两个词组成,属名加上种加词,这就是双名法。“(L.) O. Kuntze”代表命名人,也隐含了该物种学名的变化过程。最初,林奈(Linnaeus,缩写为Linn.或L.)把茶命名为*Thea sinensis* L.,属名是*Thea*。后来,根据国际植物命名法规,*Thea*是不合法名称,是*Camellia*的异名(synonym),*Thea sinensis* L.也是不合法和不正确的名称。O. Kuntze将*Thea sinensis* L.转移到*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze,保留了林奈命名茶时的种加词,并将林奈姓氏的缩写字母用括号括起来,接着加上转移者的姓氏缩写。这样做的目的,一是要表明茶的学名的由来,二是尊重前人在茶命名过程中所作的贡献。根据国际植物命名法规,正确的学名必须是拉丁文、希腊文或拉丁化的外来语,并常用斜体,属名的第一个字母须

图0-1 林奈(自 Stern等,2008)



☆表 0-1 植物分类等级的名称

中文	英文	拉丁文	学名词尾形式
界	kingdom	regnum	复数主格，如植物界 Plantae，动物界 Animalia
门	division	divisio	藻类，高等植物 -phyta
		phylum	菌物 -mycota
亚门	subdivision	subdivisio	藻类，高等植物 -phytina
		subphylum	菌物 -mycotina
纲	class	classis	高等植物 -opsida
			藻类 -phyceae
			菌物 -mycetes
亚纲	subclass	subclassis	高等植物 -idae
			藻类 -phycidae
			菌物 -mycetidae
目	order	ordo	-ales
亚目	suborder	subordo	-ineae
科	family	familia	-aceae
亚科	subfamily	subfamilia	-oideae
族	tribe	tribus	-eae
亚族	subtribe	subtribus	-inae
属	genus	genus	单数主格，有性属；如用人名作纪念属名，则不分男女，均用阴性单数主格
亚属	subgenus	subgenus	与属名同一形式，或与属名性别一致的复数形容词
组	section	sectio	与属名同一形式，或与属名性别一致的复数形容词
亚组	subsection	subsectio	与属名同一形式，或与属名性别一致的复数形容词
系	series	series	与属名同一形式，或与属名性别一致的复数形容词
种	species	species	与属名的性数格保持一致，或用人名作加词而且用名词，此时应依被纪念人的性别、数用所有格
亚种	subspecies	subspecies	与属名的性数格保持一致，或用人名作加词而且用名词，此时应依被纪念人性别用所有格
变种	variety	varietas	与属名的性数格保持一致，或用人名作加词而且用名词，此时应依被纪念人性别用所有格
变型	form	forma	与属名的性数格保持一致，或用人名作加词而且用名词，此时应依被纪念人性别用所有格

☆表 0-2 茶在分类等级中的名称和归属

等级	名称
种	茶 <i>Camellia sinensis</i> (L.) O. Kuntze
系	茶系 <i>Camellia</i> Ser. <i>sinenses</i> Chang
亚组	茶亚组 <i>Camellia</i> Subsect. <i>Thea</i> (L.) Chang
组	茶组 <i>Camellia</i> Sect. <i>Thea</i> (L.) Dyer
亚属	茶亚属 <i>Camellia</i> Subg. <i>Thea</i> (L.) Chang
属	山茶属 <i>Camellia</i>
族	山茶族 <i>Theae</i>

等级	名称
亚科	山茶亚科 Theoideae
科	山茶科 Theaceae
目	藤黄目或山茶目 Guttiferales or Theales
纲	双子叶植物纲 Dicotyledoneae*
门	种子植物门 Spermatophyta

* 后缀不符合国际植物命名法,但系保留名。

大写,其他语言表示的物种名称均为俗名(common name)或者地方名(local name)。如果种名之下还有种下等级亚种(subspecies)、变种(variety)或变型(form)时,则称为“三名法”(trinomial nomenclature),如苦茶 *Camellia assamica* var. *kucha* Chang et Wang。

属名和种加词有各种来源,其中也包括被纪念的人名。一个属可能包含许多种,如山茶属里除茶之外,尚有普洱茶 *Camellia assamica* (Mast.) Chang、油茶 *C. oleifera* Abel 和金花茶 *C. nitidissima* Chi 等;但像银杏属仅含银杏 *Ginkgo biloba* L. 1 种。仅含 1 种的属称为单型属(monotypic genus)。一个或几个属组成科,依次构成目、纲、门和界。

新种(species nova, 缩写为 sp. nov.)发表必须依附于保存在固定场所的植物标本(specimen),这个用于命名的标本和新种的名称永远联结在一起,被称为命名模式或模式标本(type, typical specimen)。即使以后研究发现新种的名称不正确,成为异名(synonym),也不能取消原来名称的模式标本。模式标本有一个到数个,如有多个时,其中一个标本为“主模式”(holotype),其余复份标本为“等模式”(isotypes),复份模式标本可分送若干个标本馆,特别是著名标本馆收藏。

种与生产实践中的品种(cultivar)是不同的。后者是经过人工选择而形成遗传性状比较稳定、特性大致相同、具有人类需要的性状的栽培植物群体。品种是一种生产资料,是人类进行长期选育的劳动成果。品种是种质基因库的重要保存单位。

生物的界

可将所有的生物划分为不同的“界”(kingdom),然而人们对生物的分界并无一致意见。目前比较认可的是把生物划分为五个界,这就是原核生物界(Monera)、植物界(Plantae)、动物界(Animalia)、菌物界(Myceteae)和原生生物界(Protista)。我国学者陈世骧(1977)建议成立病毒界(Viri),作为生物的第六界。对生物的分界也反映了人们对生物类群认识的逐步深入,最初林奈提出把生物划分为植物界和动物界两界,其理由是“植物具有叶绿体,能利用太阳辐射能进行光合作用,制造养分并作为植物本身的贮藏物质,多数植物细胞具有坚硬的细胞壁,固着生活;动物不具叶绿体,自己不能制造养分,而是利用植物的贮藏物质作为食物,缺乏坚硬的细胞壁,动物具运动性,能从一个地方迁移到另一个地方”。两界系统方便而实用,但人们逐渐明白,把复杂的生物划分到动物和植物是十分困难的。如真菌一类,既不含叶绿体,也不吞噬食物,而是从生物体遗骸分解、吸收养分,或在活的生物体行寄生生活,所以不能将真菌类归入两界系统。于是除动物界、植物界外,增加了真菌界(Fungi)。进一步的研究发现,有些生物缺乏细胞核,这里既有缺乏叶绿素的细菌,也有具叶绿素的蓝藻,将它们归于原核生物界,以便和真核生物(eukaryotes)区分。但是一些生物,如单细胞、没有真核的生物,具有能运动的鞭毛——一种复杂的线状原生质结构,它们看起来也不适合四界系统中任何一界,于是增加了第五界原生生物界。分子系统学的研究,促成了更多生物界的提出,但是出于对基本分类群特征的认识,而不必拘泥于分类群的转移和范畴,本书内容包括了植物界、除细菌外的菌物界,以及原核生物蓝藻门。

三、植物在自然界中的作用

1. 植物保障了地球生命系统

绿色植物体内的叶绿体能够利用光能,将简单的无机物(水和 CO_2)合成为复杂的有机物(糖类),并放出氧气,这个过程称为光合作用(photosynthesis)。糖类在植物体内进一步同化为脂质和蛋白质等物质。这些有机物除了一部分用于维持本身的生命活动和组成植物体本身的结构外,大部分作为各器官的贮藏物。据估算,地球上的植物每年约合成 2.6×10^{14} 亿吨有机物,其中90%为海洋植物所合成,相当于植物每年积蓄 4.2×10^{14} 亿焦耳的化学能。植物占全球生物量的98%,它是人类和其他生物赖以生存的物质基础。存贮于地下的煤炭、石油、天然气也主要是由远古绿色植物遗体经地质矿化形成。

如果某一严重的病害杀死了地球包括江河湖泊和海洋的全部植物,那么所有陆上、海洋、空中的动物短时间内就会死亡。即使还有其他替换的能源可以利用,但是根据估算,地球上的氧气要是完全没有补充来源的话,在11年内将被消耗掉,所有的动物都会窒息而死。

绿色植物在光合作用过程中不断释放出氧气,使需氧呼吸的生物得到了保证,同时维持大气中氧平衡,以及臭氧层的厚度。

氮是植物生命活动中不可缺少的重要元素之一,大气中约含80%的氮。这种游离状态的氮,绿色植物不能直接利用,只有把大气中的游离氮固定转化为含氮化合物才能被植物吸收,这个过程称为生物固氮作用(biological nitrogen fixation)。少数细菌和蓝藻能够进行固氮作用。绿色植物利用吸收的氮素合成蛋白质,建造自己的躯体。动物摄食植物,加工成为动物蛋白质。蛋白质通过呼吸以及动植物尸体的分解,进行氨化作用(ammonification),释放出氨,其中一部分氨成为铵盐,为植物再吸收;另一部分氨经硝化细菌一系列的硝化作用(nitrification)形成硝酸盐,成为植物吸收的主要氮源。环境中的硝酸盐也可由反硝化细菌的反硝化作用(denitrification)再放出游离氮(N_2)或氧化亚氮(N_2O),重返大气。

植物体内除碳和氮外,还有氢、氧、磷、硫、钾、铁、镁、钙及各种微量元素。这些元素也都类似于上述情况,被植物吸收后,又从植物返还自然界,进行永无休止的物质循环。植物的合成和分解作用,维护了地球的环境健康,使地球生态系统正常运行。

当前环境问题是全球性的,这些问题的最终解决需要植物参与其中。大气中含有0.03%的 CO_2 ,而绿色植物在光合作用过程中吸收的 CO_2 主要是生物呼吸时产生的,因此大气中所含 CO_2 浓度大体是稳定的。现代工业发展到今天,大气中的 CO_2 已不能保持在过去很长时间的的安全水平下,地球生物及人类活动大量使用的化石燃料所产生的 CO_2 ,已经远远超出绿色植物能够吸收的量,因此空气中的 CO_2 含量持续增长。过多的 CO_2 引起的“温室效应”将使全球平均气温上升,其直接后果是使南极的冰川消融,海平面上升,海岸线后移,人类的许多家园将会被水淹没,同时大批物种也将消失。

人口数量持续增长,过去几百年来,人类已经占领了地球上大部分的地方,人口密度已变得非常大。人类排干了湿地的水把它开垦成农田,木材的需求导致大面积的热带雨林被砍伐。森林对地面的覆盖可以减少雨水在地表的流失和对表土的冲刷,保护坡地,涵养水源,防止水土流失。据估计,5万亩($1\text{hm}^2=15$ 亩)的森林,其蓄水量相当于一个100万立方米水库所蓄的水量。植物的蒸腾作用,把水汽散发到大气中,水汽再凝结成雨,可以减少地区干旱。但是如果植被遭到破坏,土地沙化,特别是干旱地区,原有的植被一旦被破坏,沙漠化就是它的直接后果。我国北方地区的沙尘暴近年来已经变得非常严重,并且已经殃及邻国。西北的戈壁滩,新疆、内蒙古的沙漠面积占了我国领土面积的1/4以上。另外,大量废水、污染物被排放到河、湖、海洋等水体,并将污染扩及大气,恶化了地球环境。人类用农药杀灭害虫及植物病原生物,也同时杀灭了害虫的天敌和其他有用生物,这种持续的人类行为将直接导致自然界包括植物在内的生态平衡的彻底破坏,而这个平衡是人类进入这一环境之前很早就建立了的。

2. 人类对植物的依赖

人类和动物依赖植物产生氧气,吸入氧气,呼出 CO_2 ,须臾不能停止。植物是人类大部分产品的来源,水稻、玉米、马铃薯、糖料作物、蔬菜、水果等,所有的食物,包括鱼、肉、家禽、蛋、奶酪和牛