

北华大学
质量工程之教材建设系列丛书

森林植物学

Forest Botany

杜凤国 王柏青 ◆ 主编

吉林大学出版社

JILIN UNIVERSITY PRESS



森林植物学

主 编 杜凤国 王柏青

吉林大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

森林植物学/杜凤国, 王柏青主编.-长春: 吉林大学出版社, 2008.2

(北华大学质量工程之教材建设系列丛书)

ISBN 978-7-5601-3684-4

I. 森… II. ①杜…②王… III. 森林植物-植物学-高等学校-教材 IV.S718.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第017775号

书 名: 北华大学质量工程之教材建设系列丛书: 森林植物学
作 者: 杜凤国 王柏青 主编

责任编辑、责任校对: 魏丹丹

吉林大学出版社出版、发行

开本: 787×960 毫米 1/16

印张: 30.125 字数 485千字

ISBN 978-7-5601-3684-4

封面设计: 孙群

吉林市海阔工贸有限公司 印刷

2008年3月 第1版

2008年3月 第1次印刷

定价: 48.00元

版权所有 翻印必究

社址: 长春市明德路421号 邮编: 130021

发行部电话: 0431-88499826

网址: <http://www.jlup.com.cn>

E-mail: jlup@mail.jlu.edu.cn

主 编 杜凤国 王柏青

副主编 王戈戎 孙广仁 魏进华 夏富才

编委会 (按姓氏笔画为序)

王 欢	王戈戎	王 博	王柏青	任桂红
孙广仁	吕伟伟	张 洁	杜凤国	李婉晴
夏富才	曹丽娟	魏进华		

前 言

《森林植物学》是森林资源类的林学、园林、森林资源保护与游憩等专业的专业基础课。该课程教学的质量直接影响后续课程的学习。根据国家教育部面向 21 世纪课程体系改革的精神,全国农林高校森林资源类各专业的课程体系也随之进行了改革,并对所设置的课程进行了整合,构建了不同专业面向 21 世纪的新课程体系。基于国家教育部课程体系改革后的研究成果,我们对课程内容和课程体系也进行了大幅度的改革,将原来开设的《树木学》(以木本植物的形态、分类、生物学特性、生态学特性、地理分布和用途为主要研究内容)和《植物学》(以草本植物为主要教学内容,包括营养器官和繁殖器官的形态和解剖)进行了有机地整合,重新构筑了课程内容,以改革整合后的《森林植物学》课程实施教学。

自课程重新整合为《森林植物学》后,我们在多年的教学实践中,选用了很多版本的农林院校的《植物学》和《树木学》教材,选出精华的内容进行重新组合用于教学中,这在教学的实践中确实发挥了很大的作用,但同时也感到缺乏能够完全囊括适合《森林植物学》课程全部内容的教材供选用,鉴于这样的情况,教师在授课的过程中,除了参考主要的教材外,基于北华大学为一所地方重点院校,人才培养主要为地方经济建设服务的定位,而及时收集、凝练、整合、增加教学内容,经过多年教学实践的积累,形成了适于北华大学以及北方农林院校具有地域性特色的教材,使我们培养出了更能适应社会所需求的人才。

本教材共分九章,将木本植物和草本植物融为一体进行了编写,主要以

植物的形态解剖和植物的系统分类为主要内容，并融为一体。在系统分类部分，被子植物科的排列顺序主要以他塔赫他间类系统为主。从内容上增加了近年来在植物学方面一些最新的研究成果，同时根据地方重点大学的人才培养规格以及地域特点而增加了部分实用性的研究成果。如考虑到北方农林院校处于寒温带，许多树木到冬季就变成了光秃秃的枝条和树干，而一些作业还要在树木落叶后进行，冬季树木的识别迫在眉睫，因此，我们将树木冬态的研究成果编进教材中，增加了树木冬态识别的形态术语，以及如何对树木冬态进行描述，并增加了树木物候观测等内容，力图使知识更新颖、更加系统。同时，尽可能多地以林业上常见的植物及其现象为例子，增加教材的针对性。在植物系统分类部分，我们主要以科特征、属特征的识别为主，在特征的描写上以简化突出重点的方式来描写，以避免烦琐的描述，以多种方式如检索表、对比表格等形式来进行比较，这样更易于植物的识别、记忆和掌握，可以增加学生自主学习的积极性和兴趣。此外，在书的附录中对本教科书中出现的一些特殊植物学术语采用英文进行诠释，这必将为该课程主讲教师进行双语教学提供借鉴，为培养学生对英文植物学术语的掌握及文献阅读奠定基础，进而满足教与学的需求。

本教材的出版得到了北华大学教材出版资金的资助、学校领导给予了悉心指导和极大的关注，并得到了吉林大学出版社领导的支持，在此表示谢意！同时，在编写过程中，部分内容和插图引自国内外农林院校近期出版的教材和参考文献（见参考文献），在此特别对被引证教材和文献的作者一并致谢！由于时间紧，任务重，加之我们知识有限，书中一定会有缺点和错误，敬请专家和读者不吝赐教。

编 者

2007年10月12日

目 录

绪 论	1
一、植物界	1
二、植物在自然界中的作用	3
三、植物学发展简史及趋势	7
四、学习植物学的目的和方法	8
第一章 植物细胞	10
第一节 植物细胞的构造和功能	12
一、原生质体	13
二、细胞壁	31
三、后含物	39
第二节 植物细胞的增殖	44
一、细胞周期	45
二、细胞分裂	47
第三节 植物细胞的生长与分化	54
一、植物细胞的生长	54
二、植物细胞的分化	54
第四节 细胞死亡	55
一、细胞编程性死亡的特征	56
二、植物细胞编程性死亡	56
三、细胞编程性死亡的生物学意义	60
第二章 植物组织	62
第一节 植物组织及其形成	62

一、组织的概念	62
二、组织的形成	62
第二节 植物组织的类型	63
一、分生组织	63
二、成熟组织及其功能	66
第三节 复合组织和组织系统	92
一、复合组织	92
二、组织系统	94
 第三章 种子植物营养器官的形态、构造和功能	95
第一节 种子植物营养器官的发生	96
一、种子的构成	96
二、种子萌发与幼苗形成	97
第二节 根	100
一、根的来源与种类	101
二、根系的类型	101
三、根系分布与生境	102
四、根的伸长生长与初生构造	103
五、根的增粗生长与次生构造	113
六、根瘤和菌根	117
第三节 茎	119
一、茎的基本形态与功能	119
二、芽的类型与分枝关系	121
三、茎尖的构造与发育	124
四、茎的解剖构造	126
五、根茎过渡区的变化	142
第四节 叶	144
一、叶的形态与功能	144
二、叶的发生与生长	147
三、叶的解剖构造	148
四、叶的形态构造与生境的关系	157
五、叶的寿命与落叶	160

第五节 植物营养器官的变态·····	161
一、根的变态·····	161
二、茎的变态·····	164
三、叶的变态·····	168
四、同功器官与同源器官·····	169
 第四章 种子植物的繁殖器官·····	171
第一节 被子植物的繁殖器官及生殖过程·····	172
一、花的形态构造及发育·····	172
二、禾本科植物的花·····	177
三、雄蕊的发育与构造·····	178
四、雌蕊的发育与构造·····	186
五、开花与传粉·····	191
六、受精·····	195
七、种子和果实·····	200
八、植物个体发育与被子植物生活史·····	207
第二节 裸子植物的繁殖器官及生殖过程·····	208
一、大、小孢子叶球的构造和发育·····	209
二、雌、雄配子体的构造和发育·····	211
三、传粉和受精·····	213
四、胚与胚乳的发育和种子的形成·····	214
 第五章 植物界的基本类群·····	216
第一节 概述·····	216
一、植物类群与演化·····	216
二、植物界的类群与分类·····	217
第二节 低等植物·····	219
一、藻类植物·····	219
二、菌类植物·····	226
三、地衣植物·····	246
第三节 高等植物·····	250
一、苔藓植物门·····	250

二、蕨类植物门·····	254
三、种子植物门·····	260
第四节 植物界基本类群的进化·····	266
一、植物的系统发育·····	266
二、植物系统发育的进化规律·····	268
第六章 植物分类的基本原理和方法·····	272
第一节 植物分类基础·····	272
一、植物分类单位·····	272
二、植物命名·····	275
三、植物的原始与进化性状·····	276
四、植物的分类方法·····	277
第二节 被子植物分类系统·····	279
一、恩格勒系统·····	280
二、哈钦松系统·····	281
三、张宏达种子植物分类系统·····	283
第三节 植物分类的现状与发展·····	284
一、分类学的历史·····	284
二、植物系统发育研究现状·····	288
第七章 种子植物分类基础·····	290
第一节 裸子植物分类基础·····	290
第二节 被子植物分类基础·····	291
一、芽的形态术语·····	291
二、茎的形态术语·····	292
三、叶的形态术语·····	294
四、花的形态术语·····	301
五、花序的形态术语·····	310
六、果实的形态术语·····	313
第三节 落叶树木冬态识别·····	317
一、冬态的概念·····	317
二、冬态识别的形态术语·····	318

三、树木冬态特征描述方法·····	323
第四节 植物鉴定方法·····	324
一、检索表·····	324
二、植物的鉴定方法·····	326
 第八章 树木的物候观测·····	328
第一节 物候的概念及意义·····	328
第二节 树木的物候期·····	328
第三节 树木物候观测的方法·····	329
一、观测对象和观测地点的选择·····	329
二、观测日期的确定·····	329
三、物候观测指标的确定·····	330
四、观测与记录·····	331
 第九章 种子植物分类·····	333
第一节 裸子植物分类·····	333
一、苏铁纲·····	334
二、银杏纲·····	335
三、松柏纲·····	336
第二节 被子植物分类·····	345
一、双子叶植物纲·····	346
二、单子叶植物纲·····	404
 附录: Main Glossary of Forest Botany ·····	418
参考文献·····	468

绪 论

一、植物界

(一) 生物界的划分

在自然界中,凡是有生命的机体,统属于生物界。生物是多种多样的,植物只是自然界多种多样生物中的一员。整个生物界的划分,关系到植物界的范围、细致的分类和进行相关的研究。生物界究竟该划分成几个界,长期以来,随着科学的发展和社会的进步,学者们有着不同的观点。在不同的生物分界系统中,植物界的涵义及其所包括的类群也不一样。

瑞典博物学家林奈(Carolus Linnaeus, 1707—1778)在1753年将生物界分成植物界(Plantae)和动物界(Animalia)两界,这是建立最早的两界系统,也是沿用最广泛和最持久的系统。

1866年,德国生物学家赫克尔(Haeckel)又把单细胞低等生物独立划分为一界,提出三界系统,即原生生物界(Protista)、植物界、动物界,初步地反映了生物进化的途径。

1938年,科帕兰(Copeland)根据有机体的细胞结构水平提出了四界系统,即原核生物界(Prokaryota)(包括蓝藻、细菌),原始有核界(Protoctista)(包括低等的真核藻类、原生动物、真核菌类)、后生植物界(Metaphyta)和后生动物界(Metazoa)。

1969年,维德克(Whittaker)根据有机体的营养方式不同,提出五界系统,即原生生物界、原核生物界、植物界、动物界、真菌界(Fungi)。

1978年,我国学者陈世骧在五界的基础上,根据病毒与类病毒(立克次氏体、类菌质体)不具任何细胞形态、不能自我繁殖、在游离的情况下是无生命的等特点,主张将其另立一界,而建立六界系统。即非胞生物界、原生生物界、原核生物界、动物界、植物界、真菌界。

1999年, 200多名植物学家在16届国际植物学大会上宣布“传统上认识的植物实际上由四个独立的‘界’组成, 即绿色植物、褐色植物、红色植物和真菌”, 可见生物界的划分, 将会是人们一直研究的课题。并将随着分子生物学的发展, 对进化水平研究的进一步深入, 生物界的划分也将更加完善。

实际上, 各个学者所根据的标准有两点是相同的, 即营养方式和进化水平。鉴于本书作为《森林植物学》专业基础课的教科书, 仍采用两界系统, 以易于理解和推广。

(二) 植物的类型和分布

生物界如果按上述两界系统分类, 现在已知的植物种类多至50余万种, 包括藻类、菌类、地衣、苔藓、蕨类和种子植物等。它们的大小、形态结构和生活方式各不相同, 共同组成了复杂的植物界。

在地球表面, 总体来看, 植物的分布极为广泛, 从平原到冰雪常年封闭的高山、严寒的两极地带、炎热的赤道区域、江河湖水的水面和深处、干旱的沙漠和荒原, 都有植物生存。即使一滴水珠、一粒尘埃、岩石的裂缝、树叶的表层、悬崖峭壁的裸露石面、生物体甚至人体的内外, 都可成为某些植物的生活场所。同样, 在冷达冰点的积雪下面和水温极高的温泉中间, 也常有特殊的植物种类在生存着。某些地衣甚至在冰点以下的温度中仍能生存, 某些蓝藻在水温达40~85℃的温泉中仍能旺盛生长。在高空的大气中, 常有飘浮着的细菌和孢子, 土壤的表层和深层, 也有生活着的藻类和菌类。所以, 几乎可以说自然界处处都有植物。

尽管植物种类繁多, 形态结构变化多样, 但除极少数外, 它们都是由细胞组成的, 并具有细胞壁。其中种子植物是当今地球上种类最多, 分布最广, 形态结构最为复杂, 也是和人类生活最为密切的一类植物。由于农、林、园艺植物和绝大多数的经济植物, 都是种子植物, 因此本书内的形态、解剖部分, 将着重讨论种子植物的形态和结构。

种子植物可根据茎干的质地, 分为木本植物和草本植物两大类型。

木本植物是指茎内木质部发达、木质化组织较多、质地坚硬, 系多年生的植物。因茎干的形态, 又分为乔木、灌木和半灌木三类。草本植物是指茎内木质部不发达, 木质化组织较少, 茎干柔软, 植株矮小的植物。因植株生存年限的长短, 又分为一年生、二年生和多年生三类。

不论木本植物或草本植物, 凡茎干细长不能直立, 匍匐地面或攀附他物

而生长的，统称藤本植物。草质藤本如菟丝子和牵牛等；木质藤本如五味子、山葡萄、软枣猕猴桃、五叶地锦等。

二、植物在自然界中的作用

1. 植物的光合作用和矿化作用 绿色植物细胞内的叶绿体，能够利用光能，将简单的无机物（即二氧化碳和水）合成为碳水化合物的过程，称为光合作用（photosynthesis）。因此，光合作用就是把无机物合成有机物的过程。光合作用的产物不仅解决了绿色植物自身的营养，同时，也维持了非绿色植物、动物和人类的生命。所以，绿色植物对维持整个生物界的生命起着重要作用。因而，在自然界的生态平衡中（ecological equilibrium）也就占据着主要的地位。此外，人类的衣、食、住、行、药物和工业原料，绝大部分也是来源于植物光合作用的产物。科学的发展，大大促进了人们对光合作用的深入研究，这将会更有效地提高农、林、园艺植物和其他经济植物的产量，为人类利用、控制和改造自然，创造出更广阔美好的前景。

光合作用也是将光能转变为化学能，而储积在有机化合物内的过程。这种积蓄的能量，除了作为人类有机食物的源泉外，在其他的方面也进行了广泛的利用。甚至古代植物所储积的能量，到今天还被人类利用着，如工业上主要动力来源之一的煤，就是古代植物储积的能量。而石油、天然气的形成，绿色植物也起了重要的作用。

光合作用进行过程中放出氧气，不断地补充大气中的氧，对改善生物生活环境有极大的影响，因为氧是植物、动物和人类呼吸以及物质燃烧所必需的气体。大气中的氧约占 20%，它能够稳定地保持平衡，源源不断地供应，这就不能不归功于绿色植物的光合作用。

绿色植物以外的绝大多数非绿色植物和动物，都不能进行光合作用。少数的非绿色植物，如有些细菌，能进行细菌光合作用和化能合成作用，但具有这种能力的细菌，种类既少，而又常受所需条件的限制，不能进行较大规模的光合作用，而绿色植物的光合作用所需条件（即二氧化碳、水和光）最为普遍，所以光合作用的规模最大。

由此可见，绿色植物的光合作用是地球上唯一的最大规模地把无机物转化为有机物，将光能转化为可储积的化学能以及把氧释放出来补充大气中的氧的方法，这是地球上生物界生命活动所需能量和其他必需条件的基本源泉，也正是绿色植物的三项伟大的宇宙作用。

自然界的物质，总是处在不断的运动中，一方面，是从无机物合成为有机物的过程；另一方面，也是从有机物分解为无机物的过程。

绿色植物进行光合作用，合成有机物质，这在自然界中极为重要。但是，只有有机物的合成和储积，还是不行，这样，无机物都将被冻结在生物体内，自然界最终也将会由于原料的缺乏而成为死的世界。有机物的分解，主要有两个途径：一是通过动、植物的呼吸作用来进行；二是通过非绿色植物的参加，如细菌、真菌等对死的有机物的分解，也就是所谓矿化作用来进行。矿化作用的结果，使复杂的有机物分解成简单的无机物，可以再为绿色植物所利用。这样，光合作用和矿化作用，也就是合成和分解，使自然界的物质循环往复，永无止境。

2. 植物在自然界物质循环中的作用 上面已经提到绿色植物和非绿色植物的相互作用，以及有机物的分解在物质循环中的作用，现就植物在碳和氮循环中的作用，作进一步的说明。

碳循环 (carbon cycle) 绿色植物进行有机物的合成，即光合作用的过程中，需要空气中的二氧化碳作为原料，以合成有机物。空气中的二氧化碳以容量计，仅为 0.03%。估计，碳按重量计，大气中的总含量约为 600 亿吨，绿色植物在进行光合作用的过程中，要吸收大量的碳，如果大气中的二氧化碳不加补充，按地球上每年绿色植物要用 19 亿吨碳酸态的碳计算，只要 35~50 余年，大气中的二氧化碳就将被消耗殆尽。可是，事实上大气中的二氧化碳含量是保持相对稳定的，因为大气中的二氧化碳可从植物、动物、微生物的呼吸作用，动植物尸体的分解以及木材、煤炭、石油等物质的燃烧和火山的喷发等方面得到补充，使大气中的二氧化碳保持平衡。

氮循环 (nitrogen cycle) 氮是植物生命活动中不可缺少的重要元素之一，大气中约占 79%，尽管含量高，但是这种游离氮，不能被绿色植物直接利用，只有通过生物固氮作用才能被植物吸收。只有少数细菌和蓝藻把大气中的游离氮固定转化为含氮化合物，成为植物所能吸收利用的氮，这个过程称为生物固氮作用 (biological nitrogen fixation)。绿色植物把由光合作用所合成的碳水化合物与所吸收的铵盐合成蛋白质，用以建造自己的身体，或作为备用的养料，储积在体内。动物摄取植物的蛋白质，加工成为动物本身的蛋白质。蛋白质通过呼吸，或者通过动、植物尸体的分解，进行氨化作用 (ammonification)，又释放出铵离子。部分的铵成为铵盐，供植物吸收；另一部分铵，经过硝化细菌一系列的硝化作用 (nitrification) 成为硝酸盐。硝酸盐

是植物能够吸收和利用的氮的主要来源。但硝酸盐也可以由反硝化细菌的反硝化作用（denitrification）恢复成游离氮（ N_2 ）或氧化亚氮（ N_2O ）重返大气中。氮就是这样通过植物的复杂作用而循环着。

植物体内除碳和氮以外，还有氢、氧、磷、硫、钾、镁、钙，以及各种微量元素如铁、锰、锌、铜、硼、氯、钼等。这些元素被植物吸收后，又通过植物，以各种途径返还自然界，进行着永无休止的物质循环。由此可见，植物界是按照一定的规律来完成它的作用，合成与分解是辩证地统一，是有规律地变化着，循环反复，使自然界成为取之不尽、用之不竭的宝库，维持着整个生物界的生存；同时，也使整个自然界，包括生物和非生物之间成为不可分割的统一体。

3. 植物对环境保护的作用 植物对环境保护的作用，主要反映在它的净化作用上。农业生产上大量应用有毒农药，特别是工业生产规模日益扩大，排放含有各种有害物质的废气、废水、废渣，所谓“三废”，大量进入大气、水体和土壤中，造成环境污染，影响生物的生存，更严重的是危害人类的生活和生产。

植物对大气的净化，一般是通过以下的途径：首先是通过叶片吸收大气中的毒物，减少大气中的毒物的含量；其次是植物能降低和吸附粉尘，净化大气。如茂密的树林能降低风速，使空气中的尘土降落，特别是某些植物叶面粗糙多毛，有的分泌黏液和油脂，更能吸附大量飘尘，蒙尘，一经雨水冲洗，又能迅速恢复吸附的能力；此外，草坪也有显著的减尘作用，草坪由于枝叶繁茂，根茎与表土紧密结合，在草坪上沉积的各种尘埃，在大风天气不易出现扬尘和污染。因此，在城市、工厂区和空旷地，多种草坪，尽量避免土壤裸露，也是保护环境、减少污染的一种有效措施。

植物对水域的净化，主要通过以下途径：首先是植物能分解和转化某些有毒物质，在低浓度的情况下，植物能吸收某些有毒物质，并在体内将有毒物质分解和转化为无毒成分。例如植物从水中吸收丁酚，丁酚进入植物体后，就能与其他物质形成复杂的化合物，而失去毒性。其中最常见的为酚糖苷，它可以贮藏在液泡内变成对植物无毒的结合态物质，在以后的生长发育过程中，可以被分解和利用，参加细胞正常的代谢过程。其他如苯、氰等也都有相似的情况。其次是植物的富集作用，水生植物能吸收和富集水中的有毒物质，其富集能力依植物种类不同而异，但一般可高于水中的有毒物质浓

度的几十倍、几百倍甚至几千倍。不同植物吸收和富集不同的有毒物质的能力是不同的，利用植物富集能力来净化环境时，必须注意食物链的延伸对人类的影响。

土壤污染可以由大气污染和水质污染而引起。工厂排出的含有重金属的废气、烟尘和其他有害气体，工业废水、废渣，以及农业上施用的化学农药、某些毒性除莠剂及污水灌溉等都会污染土壤，其他放射性物质也会对土壤造成污染。土壤污染后，能引起土壤酸化或碱化，以及影响有些作物的正常生长发育，因此，利用某些植物对土壤中污染物质的吸收，就能达到消除和净化的目的，但也必须注意某些农林产品，可能通过粮食、蔬菜、果品、牧草等途径，严重危害人畜。

在环境保护中，植物除了净化作用，还有监测作用。所谓监测作用，就是利用某些植物对有害气体的敏感性，当某些有毒气体在低浓度时，它就能出现受害症状，初步反映出有毒气体的浓度，作为环境污染程度的指示，这就是监测作用。而对有毒气体特别敏感的植物，利用它们来监测有毒气体的浓度，指示环境污染的程度，这种植物就称为监测植物。例如利用唐菖蒲和葡萄监测氟化氢，利用菠菜和胡萝卜监测二氧化硫。这些植物的叶片部分反映最为敏感，叶片上都会因距离污染源的远近而出现长短、大小、深浅不同的伤斑，受害叶面积的百分率等也有差异，能指示出大气中有害物质的浓度，因此可以用来监测环境污染的程度。不论植物的净化作用或检测作用，都必须在工业、农业和城市的环保工作等的统筹计划和综合治理的基础上，使有毒物质的含量在植物可以忍受的程度下，能起净化和监测的作用。因此，不同植物对有害物质含量的忍受程度、敏感性和净化情况，也是植物学上一个重要的课题。此外，在环境保护方面，植物有释放杀菌素的能力，还有降低噪声的作用，这对人类的健康和工作极为有利。

如果从植物与环境污染的关系来看，污染物对植物具有不同程度的危害，甚至造成植物的死亡。植物受害的程度，随着污染物的性质、浓度和植物的种类而有差异。近年来污染生物学的研究，已经取得了丰硕的成果，已筛选出百种以上对大气、水质污染反应敏感或具有抗性和净化环境的植物。

4. 植物对水土保持的作用 植物的生长发育，都要受到周围环境的影响，而植物在逐步生长发育的过程中，又会影响着周围的环境。成年植物在地面上的枝叶和地面下的根系，都会改变局部环境的情况，特别是单位面积上丛聚的树木，也就是森林，对环境的影响更大，它可以维持生态平衡，