



普通高等教育“十一五”规划教材

植物学

(第二版)

金银根 主编



科学出版社
www.sciencep.com

普通高等教育“十一五”规划教材

植 物 学

(第二版)

金银根 主编

科学出版社

北 京

Q94-43

J821.02

内 容 简 介

本书共分 12 章, 讲述了植物细胞, 植物组织的基本类型、基本结构和功能, 被子植物的根、茎、叶、花、果实, 种子的发育、形态、结构和功能, 植物体的整体性和适应性, 裸子植物的根、茎、叶的结构, 植物系统分类的基础知识, 植物界基本类群, 被子植物的典型科属及其代表植物的主要特征与用途, 被子植物的起源、进化和植物的分类系统也有简要陈述。

本书可供高等农林院校的种植类或植物生产与管理类、师范院校和综合性大学的生物学类专业用作为教材, 亦可作为相关专业的研究生入学考试的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

植物学/金银根主编. —2 版. —北京: 科学出版社, 2010. 2

(普通高等教育“十一五”规划教材)

ISBN 978-7-03-026664-4

I. 植… II. 金… III. 植物学-高等学校-教材 IV. Q94

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 019464 号

责任编辑: 甄文全/责任校对: 陈玉凤

责任印制: 张克忠/封面设计: 耕著设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006 年 8 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2010 年 2 月第 二 版 印张: 30 1/4

2010 年 2 月第六次印刷 字数: 685 000

印数: 1—8 000

定价: 39.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《植物学》编写委员会

主 编 金银根

副主编 丁雨龙 王庆亚 蒯本科 季强彪 薛达元
袁 艺 何金铃 赵 锦 尚富德 燕 玲
贺 晓 甘小洪

编写人员 (按姓氏汉语拼音排序)

蔡长春 (扬州科技学院)	尚富德 (河南大学)
丁雨龙 (南京林业大学)	孙丙耀 (苏州大学)
冯大领 (河北农业大学)	王庆亚 (南京农业大学)
甘小洪 (西华师范大学)	王文和 (北京农学院)
顾庆龙 (扬州科技学院)	王艳辉 (河北农业大学)
何金铃 (安徽农业大学)	韦存虚 (扬州大学)
贺 晓 (内蒙古农业大学)	吴晓霞 (扬州大学)
淮虎银 (扬州大学)	薛达元 (中央民族大学)
季祥彪 (贵州大学)	燕 玲 (内蒙古农业大学)
金银根 (扬州大学)	袁 艺 (安徽农业大学)
蒯本科 (复旦大学)	赵 锦 (河北农业大学)
蓝登明 (内蒙古农业大学)	朱 丹 (黑龙江八一农垦大学)
刘 霞 (河北农业大学)	

绘 图: 金银根 张 洁

显微图片拍摄: 金银根 王明辉 赵 锦 王庆亚

第一版前言

植物学是植物生产类、生物学类相关专业的一门重要基础课。

全书共分三篇。第一篇，植物细胞和组织系统，介绍了植物细胞、植物组织的基本概念、基本类型、基本结构和功能；全篇内容是学习和学好第二篇、第三篇应具备的基础知识。第二篇，被子植物的器官形态与结构，重点讲述了被子植物的根、茎、叶、花、果实和种子的发育、形态、结构和功能，以及植物体的整体性和适应性；同时，对裸子植物的根、茎、叶的结构也做了适当的介绍，以增加阅读的信息量。第三篇，植物界的类群与分类，讲述了植物系统分类的基础知识、植物界基本类群和被子植物的典型科属及其代表植物的主要特征与用途；同时，对被子植物的起源、进化和植物的分类系统也做了简要介绍，有助于学生树立系统进化的思想，理解植物和植物界的进化、植物与人类的可持续发展间的密切关系。

教材还特别注重对植物科学研究新进展、新方法和新知识的介绍，如植物体各器官的发育及其调控的相关知识等均有一定的笔墨陈述，且以小字形式显示。这不仅能增加阅读信息量、扩大知识面、促进学生能力和素质的培养，而且有助于教师根据课程的学时数和具体要求调节掌握。

教材各篇章内容的分工与主要执笔人是：绪论（金银根），第一篇（韦存虚、刘霞、金银根），第二篇（赵锦、袁艺、何金铃、王艳辉、金银根、燕玲、贺晓、张国良等）；第三篇（丁雨龙、王庆亚、金银根、季强彪、尚富德、许鸿川、何金铃、甘小洪、陈之欢、朱丹、吴晓霞等）；蒯本科、淮虎银、高红明、何井瑞、刘伟元等也参与了教材部分内容的编写整理工作。

在教材统稿过程中，中国科学院植物所路安民研究员将他参与撰写的《中国被子植物科属总论》和近期发表的研究论文寄赠予我，并提出了极好的指导意见；中国科学院植物所徐克学研究员将他多年来辛勤拍摄的植物特征图片寄送给我，使教材增色很多；上海第二军医大学郑汉臣教授对教材的编撰提出了很好的建议，云南大学郭凤根教授、华中农业大学李和平教授对本教材的编写大纲和教材内容的布局等提出了重要的参考意见。扬州大学副校长刘超教授、焦新安教授，扬州大学教务处处长王宝安教授，扬州大学生物科学与技术学院院长梁建生教授、副院长魏万红教授以及夏于琴和金明蔚等对教材的编写出版均给予了大力支持。谨此，衷心感谢各位专家、教授对本教材的编写和出版所给予的关心、支持和帮助。同时，也诚挚的感谢江苏省教育厅、扬州大学和所有参加、关心、支持与帮助本教材编写出版的其他高校和科学出版社等的各有关部门的同志们。

由于时间短、任务紧迫，加之编者水平有限，教材中的不完善和错漏之处在所难免，恳请使用者优先，以便改进和提高。

编 者

2005年12月

第二版前言

植物学是植物生产与管理类、生物学类相关专业的一门重要基础课。

本书由原全国高等农业院校教材《植物学》(第二版)(李扬汉主编,上海科学技术出版社,1984)的改编版——全国高等农林院校规划教材《植物学》(金银根主编,科学出版社,2006)修订而成,也是编写者在准确地把握植物学学科体系以及现今相关专业素质型人才培养对本学科知识的需求、学生的认知能力和思维发展规律基础上编写而成的。

本书改版的思路是:

在现代教育技术普及和信息丰富的大背景下,模块化、层次性、完整地展现当代植物学学科知识体系和研究成果,全程充分体现植物学知识及其技术与人类的密切关系和在社会生活中的作用。进一步适应层次性、个性化教和学的需要,方便于学生自主性、研究性学习,促进素质教育和能力型人才培养。为后续专业知识的学习和人才成长奠定坚实的基础。

此书的特色主要有三个方面:

第一,“知识模块化、内容编排层次分明”。首先,简要介绍植物界的多样性与保护、国内外植物学发展简史、植物学及其重要分支学科,以及学习植物学的方法,激发学生兴趣。接着讲述“植物细胞”和“植物组织与系统”,复习、深化和拓宽学生在中学阶段的相关知识,为系统学习被子植物个体发育中的形态和结构知识奠定基础。最后,在重点阐明被子植物形态与结构的基础上,比较地讲述了植物界各基本类群与代表科、属、种的识别特征、经济用途和各类群相互间的进化关系。有助于学生理解植物和植物类群的进化、植物与人类可持续发展间的密切关系,树立系统和进化的思想,提高分析问题和解决问题的能力。此外,将“被子植物分类的形态学基础知识”单列一节,更有利于读者理解和掌握被子植物的识别特征和分类依据。

第二,“学科基础与进展研究有序介绍”。在充分介绍植物学基础知识的同时,对植物个体发育中器官建成的分子生物学研究新进展、新知识以其小字加背景色形式做了点睛介绍,对植物资源的研究应用和保护等也不惜笔墨,使之更有层次性和参考价值,也有助于教师根据专业特点、教学时数以及层次性、个性化教学的具体要求灵活掌握。

第三,“图文典型、新颖、直感强”。在概念表述准确、结构描述简明易读的同时,选材更具典型性和代表性。全书不仅有大量的简洁线条图,还有众多植物器官的形态、结构拍摄图片,客观真实、一目了然、可读性强,易学、易理解、易掌握。

此外,在书各章之后均配有“总结与复习”和“练习与思考”,归纳全章的重点内容,所配备的思考题适量、适度,方便学生对各章内容的理解、复习和掌握。

教材各章内容修订人员的分工是:绪论,金银根;第一章植物细胞,韦存虚、蒯本

科、金银根等；第二章植物组织与组织系统，刘霞、金银根等；第三章种子和幼苗，季祥彪、金银根等；第四章根的形态与结构，赵锦；第五章茎的形态与结构，袁艺、何金铃等；第六章叶的形态与结构，王艳辉；第七章植物的适应性与整体性，何金铃、袁艺、赵锦、王艳辉、金银根等；第八章花的形态与结构，王庆亚、金银根、燕铃、贺晓、冯大领等；第九章果实和种子的发育与结构，燕玲、贺晓、冯大领、蔡长春、金银根等；第十章植物分类基础知识，尚富德、甘小洪、王文和、蓝登明、淮虎银等；第十一章植物界的基本类群与进化，孙丙耀、王文和、顾庆龙、蓝登明、吴晓霞等；第十二章被子植物主要分科概述，赵锦、袁艺、何金铃、王艳辉、薛达元、丁雨龙、金银根、季祥彪、尚富德、燕玲、王文和、甘小洪、蓝登明、淮虎银、朱丹等。全书由金银根负责统稿与审稿。

本书第一版初稿是李扬汉教授生前深切关怀和教导下完成的，其编写出版得益于教育部高教司（2001）委托南京农业大学举办“全国高等学校植物学骨干教师培训班”（南京），以及全国40多所高校的植物学专家学者的激励和启迪，深受上海科学技术出版社有关负责同志的理解、帮助和支持，也得到了李师母康文隽副教授和在美国工作的李扬汉教授之子李在扬先生的指导与全力帮助，中国科学院植物所路安民研究员、徐克学研究员、华东师范大学马炜梁教授、上海第二军医大学郑汉臣教授倾心赐教、传经送宝，使教材增色很多。

第一版《植物学》出版使用两年多，受到许多高校植物学同行们的诸多关怀和帮助，本着继承、发展和不断提高的精神，在保持原有《植物学》统编教材框架基本不变的基础上，再次对其进行修改、充实和提高。愿此版《植物学》能更好地为相关专业创新性人才的培养尽点滴之力。

本书的改编出版得到国家自然科学基金面上项目基金、江苏省精品教材基金、扬州大学教材出版基金和科学出版社出版基金的大力支持。扬州大学刘超教授、焦新安教授、胡效亚教授、梁建生教授、魏万红教授、顾松明教授、夏于琴和金明蔚等同志对本书的修订出版给予了极大地关心、支持和帮助。谨此，衷心地感谢他们。同时，也诚挚地感谢南京师范大学教授、江苏省教育厅师培中心施国新主任、南京林业大学方炎明教授、华中农业大学李和平教授对本教材所给予的高度关注和热情指导。感谢扬州市广陵区教育局陈庆翔局长、扬州市教育局生物学教研室刘满希主任对本书修订所给的支持和帮助。感谢所有参加、关心、支持与帮助本教材修订出版的其他高校和科学出版社等有关部门的同志们。

书中多处引用了不同专家学者们的研究成果、观点甚至图片，文中虽有标注，限于篇幅恕未能一一列出，衷心感谢各有关专家学者们，错漏之处敬请谅解。

由于编者水平有限，本书难免有不完善之处，恳请赐教，定当努力改进和提高。

编 者

2009年4月

目 录

第二版前言	
第一版前言	
绪论	1
第一节 植物与植物界	1
一、生物界的划分	1
二、植物在自然界中的作用	2
三、植物与人类的关系	4
第二节 植物的多样性与保护	5
一、植物的多样性	5
二、我国植物资源的多样性与利用	8
三、植物多样性的保护与意义	10
第三节 植物学发展简史	11
一、外国植物学发展史简介	12
二、中国植物学发展史简介	13
三、当代植物学发展的主流与趋势	15
第四节 植物学及其主要分支学科	15
第五节 学习植物学的目的与方法	16
一、学习植物学的目的和意义	16
二、学习植物学的方法	17
第一章 植物细胞	19
第一节 显微镜与植物细胞	19
第二节 植物细胞的形态与结构	20
一、植物细胞的形态与类型	20
二、真核植物细胞的一般结构	22
第三节 植物细胞的分裂、分化与死亡	46
一、植物细胞的全能性及其应用	46
二、植物细胞的分裂	47
三、植物细胞的生长与分化	53
四、植物细胞的死亡	54
第二章 植物组织与组织系统	59
第一节 植物组织	59
一、植物组织的形成与特性	59
二、植物组织的类型与特征	60
三、植物体组织的发生与联系	77
第二节 复合组织和组织系统	78
一、复合组织	78
二、组织系统	80
第三章 种子和幼苗	83
第一节 种子的组成与类型	83
一、种子的形态与组成	83
二、种子的基本类型	84
第二节 种子的萌发与幼苗类型	87
一、种子休眠与萌发	87
二、幼苗类型	93
第四章 根的形态与结构	98
第一节 根的形态特征	98
一、根的发生与生长	98
二、根的生理功能和利用	102
第二节 根的解剖结构	103
一、根尖与根尖分区	103
二、双子叶植物根的结构	108
三、单子叶植物根的结构	114
四、侧根的发生和特性	117
第三节 根瘤与菌根	119
一、根瘤	119
二、菌根	121
第五章 茎的形态与结构	124
第一节 茎的形态特征	124
一、茎的发生	124
二、茎的生理功能和应用	124
三、茎的形态与组成	126
第二节 芽和茎的分枝方式	127
一、芽的类型和结构	127
二、茎的分枝方式	130
第三节 茎的解剖结构	132

一、茎尖分区	132	二、花芽分化与调控	199
二、双子叶植物茎的结构	136	第二节 雄蕊的发育与解剖结构 ...	206
三、单子叶植物茎的结构	145	一、花丝的结构与功能	206
四、裸子植物茎的结构	149	二、花药的结构与功能	206
第六章 叶的形态与结构	153	三、花粉植物与单倍体育种 ...	218
第一节 叶的发生、组成与叶序 ...	153	四、雄性不育与利用	218
一、叶的发生与生长	153	第三节 雌蕊的发育与解剖结构 ...	219
二、叶的生理功能和利用	155	一、柱头的形态与结构	220
三、叶的形态	157	二、花柱的形态与结构	221
第二节 叶的解剖结构	160	三、子房的结构	221
一、双子叶植物叶的结构	160	第四节 开花、传粉与受精	229
二、单子叶植物叶的结构	164	一、开花	229
三、裸子植物叶片的结构	169	二、传粉	232
四、离层与落叶	170	三、受精	240
第七章 植物的适应性与整体性	173	四、环境条件对传粉受精的影 响	247
第一节 营养器官的变态与变态器 官	173	第九章 果实和种子的发育与结构 ...	250
一、根的变态与变态器官	173	第一节 种子的发育与结构	250
二、茎的变态与变态器官	177	一、胚乳的发育	250
三、叶的变态与变态器官	181	二、胚的发育与结构	256
四、同功器官与同源器官	184	三、种皮的发育与结构	262
第二节 植物营养器官的形态、结构 与环境的关系	184	第二节 果实的发育、结构和传播 ...	265
一、水生植物的根、茎、叶形态 与结构	184	一、果实的发育和结构	265
二、旱生植物的根、茎、叶形态 与结构	187	二、单性结实	268
三、阳地植物与阴地植物叶的形 态与结构	188	三、果实的生长与调控	270
四、不同逆境下植物的形态、结 构与适应性	189	四、果实的类型	272
第三节 营养器官间结构的整体性 ...	190	五、果实与种子的传播	272
一、根、茎、叶维管系统的联 系	190	第三节 被子植物的生活史	274
二、植物体局部与整体的统一 性	191	一、被子植物的生活史过程 ...	274
第八章 花的形态与结构	195	二、被子植物的生活史特征 ...	274
第一节 花的组成与发生	195	第十章 植物分类基础知识	278
一、花的形态与特征	195	第一节 植物分类的方法	278
		一、植物分类方法与分类系统 ...	278
		二、植物分类知识的来源	281
		第二节 植物分类的等级与植物的命 名法则	284
		一、植物分类的各级单位	284
		二、物种的概念及其意义	285
		三、植物的命名	286

四、国际植物命名法规概要 … 287	第六节 裸子植物门 …… 345
第三节 植物分类检索表的编制和使 用 …… 289	一、裸子植物的一般特征 …… 345
一、植物分类检索表的编制 … 289	二、裸子植物的分类与代表植 物 …… 347
二、植物分类检索表的类型和使 用 …… 289	三、裸子植物的起源与演化 … 354
第十一章 植物界的基本类群与进化 …… 292	四、裸子植物与人类的关系 … 357
第一节 藻类植物 …… 294	第七节 被子植物门 …… 357
一、藻类植物的一般特征 …… 294	一、被子植物的一般特征 …… 357
二、藻类植物的分类与代表植 物 …… 294	二、被子植物的生活史特点 … 358
三、藻类各门间的亲缘关系 … 307	三、被子植物与人类的关系 … 358
四、藻类植物与人类的关系 … 307	第八节 植物界的演化规律 …… 358
第二节 菌类植物 (Fungi) …… 309	第十二章 被子植物主要分科概述 … 362
一、菌类植物的一般特征 …… 309	第一节 被子植物分类的形态学基础 知识 …… 362
二、菌类植物的分类与代表植 物 …… 310	一、茎 …… 362
三、菌类植物与人类的关系 … 320	二、叶 …… 363
第三节 地衣植物 …… 321	三、花 …… 372
一、地衣的一般特征 …… 321	四、花序的类型和特征 …… 379
二、地衣的分类 …… 324	五、果实的类型与特征 …… 382
三、地衣植物与人类的关系 … 324	第二节 被子植物的分类原则 …… 386
第四节 苔藓植物门 …… 326	第三节 被子植物的分科概述 …… 387
一、苔藓植物的一般特征 …… 326	一、双子叶植物纲 (Dicotyledon- eae) …… 387
二、苔藓植物的分类与代表植 物 …… 328	二、单子叶植物纲 (Monocotyledo- neae) …… 437
三、苔藓植物的起源与演化 … 331	第四节 被子植物的起源与分类系 统 …… 454
四、苔藓植物与人类的关系 … 333	一、被子植物的起源与进化 … 455
第五节 蕨类植物门 …… 335	二、被子植物的系统演化与分类 系统简介 …… 457
一、蕨类植物的一般特征 …… 335	主要参考文献 …… 466
二、蕨类植物的分类与代表植 物 …… 337	附表 1 国外植物学发展大事记 …… 469
三、蕨类植物的起源与进化 … 342	附表 2 中国植物学发展大事记 …… 470
四、蕨类植物与人类的关系 … 342	附表 3 细胞发现和细胞学相关的大 事记 …… 471

绪 论

第一节 植物与植物界

一、生物界的划分

从地球上诞生最原始的生命形式起，生命已经历约 38 亿年漫长的发展和进化历程。此间，生物因其所处环境的多样性和多变性、自身适应性方式和适应性特征的异质性，从原初的单细胞生物逐渐进化形成现今复杂多样的生物类型。而植物只是生物的一部分。生物的分类与人类的认识水平、观察手段及分类标准和目的等有关，有一个较长的历史过程。生物究竟如何划分、划分成几个界等问题，至今还没有定论。

早在 1735 年，瑞典博物学家、植物分类学之父 C. Linnaeus (1707~1778) 将整个生物群划分为植物界 (Plantae) 和动物界 (Animalia) 两界。认为植物是一类具细胞壁、营固着生活、自养的生物，而动物是一类能运动和异养的生物。这两界系统建立较早、简单直观且沿用最广。随着显微镜的广泛使用，人们发现有些生物兼有动物和植物的特征：如黏菌 (slime mold)，单细胞、多核的，在营养生长期，原生质体裸露、无细胞壁，能运动摄食，与动物中的变形虫相似，但在生殖期或不良环境条件下，其个体能产生具纤维素的细胞壁，并营固着生活，或形成具纤维素细胞壁的孢子；再如裸藻 (*Euglena acus* Her.)，单细胞、有鞭毛、能运动、无细胞壁，但体内含载色体，能进行光合作用等。这样，在动物和植物之间就失去了截然的界线。因此，1868 年，德国生物学家 E. Haeckel (1834~1919) 提出在植物界和动物界之间建立原生生物界 (Protista)，主要包括原始的单细胞生物 (菌类、低等藻类和海绵)，从而形成“三界系统”；1938 年，美国人 Copeland (1902~1968) 提出了“四界系统”，划分出原核生物界 (Prokaryotes) (包括蓝细菌和细菌)、原始有核界 (Protoctista) (包括低等的真核藻类、原生动物、真核菌类)；1969 年美国生物学家 R. H. Whittaker (1924~1980) 将不含叶绿素的真菌类生物独立为一个真菌界 (Fungi) (或称菌物界, Myceteae)，1969 年他又根据细胞的结构和营养类型提出五界之说，即植物界、动物界、原生物界、原核生物界和菌物界 (表 0-1)；我国昆虫学家陈世骧 (1905~1988) 根据病毒 (Virus) 与类病毒 (立克次体、类菌质体) 不具任何细胞形态、不能自我繁殖、在游离的情况下无生命等特点，把病毒、类病毒独立为病毒界 (Viri) (或非胞生物界) 而有“六界系统”，受到广泛重视。1978 年 R. H. Whittaker 和 L. Margulis 根据分子生物学研究的资料，将生物分为三原界 (Urkingdom)，即：古细菌原界 (Archaeobacteria)：包括产甲烷菌、极端嗜盐菌和嗜热嗜酸菌；真细菌原界 (Eubacteria)：包括蓝细菌和各种原核生物 (除古细菌外)；真核生物原界 (Eucaryotes)：包括原生生物、真菌、动物和植物。三原界之说吸收了真核细胞起源的“内共生学说”思想，亦已引起学者们的关注。可见生物的划界至今悬而未决 (本教材使用的仍是林奈的两界分类法)。

表 0-1 生物五界主要特征比较

	原核生物界	原生生物界	真菌界 (菌物界)	植物界	动物界
细胞结构	原核细胞	真核细胞	真核细胞	真核细胞	真核细胞
叶绿体	无, 只有类囊体	有或无	无	有	无
细胞壁	胞壁酸 (细菌)	有或无	几丁质和多糖, 无纤维素	纤维素+其他多糖	无
纤毛或鞭毛	细菌鞭毛, 非 9+2 型	9+2 型	如有, 9+2 型	配子鞭毛 9+2 型	如有, 9+2 型
细胞数	单细胞或群体	单细胞或群体	多细胞	多细胞	多细胞
神经系统	无	无	无	无	有
营养方式	异养, 光合异养, 光合、化能自养	光合自养, 异养 (吸收及吞噬)	异养 (吸收营养)	光合自养	异养 (吞噬)

二、植物在自然界中的作用

在自然界中, 不论高山或平原、陆地或水域, 甚至沙漠及岩石上, 都生长着各种各样的植物。尤其是种子植物, 它们征服自然界的能力更强, 适应性更广, 是植物界中最繁茂的一大类群。

地球上诞生的不同植物, 是地球历经数亿年至数十亿年物理化学过程的结果。现已知道, 植物体内含有大气或土壤中的全部化学元素, 如碳、氧、氢、氮等大量元素, 钾、钠、钙、磷、硫、铁、镁等少量或微量元素, 以及铜、钼、锌、钡等极微量或痕量元素。同时, 地球有机物的形成和积累几乎全部来源于植物。例如, 煤炭、石油、泥炭均来自于植物, 是工业的动力基础。

绿色植物是地球化学循环的关键因素。植物、尤其是森林植物通过光合作用, 吸收并固定 CO_2 , 释放 O_2 , 同时积累有机物质。氧气是人类和其他所有生物有氧呼吸的必备条件, 也是地壳氧化的必要基础。一般情况下, 大气中的 CO_2 因动植物的呼吸、土壤中微生物的活动、火山的喷发和燃烧等得以不断补充, 使地球上大气中的 CO_2 比例保持相对稳定。植物, 尤其是森林树木通过光合作用大量吸收二氧化碳, 放出氧气, 以生物量的形式固定大气中的二氧化碳过程称为“碳汇”(carbon-sink)。因此, 森林有独特的碳汇功能。森林的这种碳汇功能可在一定时期内稳定并降低大气中温室气体浓度, 并以其巨大的生物量成为陆地生态系统中最大的碳库。据 2007 年国家发改委公布的《应对气候变化国家方案》, 1980~2005 年, 中国通过持续不断地开展造林和森林管理等活动, 净吸收二氧化碳 46.8 亿吨, 通过控制毁林的方法减少二氧化碳排放量 4.3 亿吨, 两项合计为 51.1 亿吨。因此, 保护和发展森林可以减少或降低温室效应。

全球森林碳汇情况

森林是陆地生态系统中最大的碳贮库, 在全球碳循环过程中起着重要作用。2000 年政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 发表的报告显示, 全球陆地生态系统碳贮量约为 24770 亿吨碳, 其中植被贮存的碳约占 20%, 土壤贮存的碳约占 80%。就森林对贮存碳的贡献而言, 森林面积占全球陆地面积的 27.6%, 森林植被的碳贮量约占全球植被的 77%, 森林土壤的碳贮量约占全球土壤的 39%。不同的植被类型固碳能力不同 (表 0-2)。同时, 2000 年 IPCC 特别报告指出, 从 2000 年到 2050 年, 全球最大碳汇潜力为每年 15.3 亿~24.7 亿吨碳, 其中造林的碳汇潜力约占 28%, 再造林约占 14%, 农造林约占 7%。研究表明: 人工林每公顷每年可以固定 CO_2 为 1~1.4 吨, 每生产 1 立方米木材可吸收 1.83 吨 CO_2 , 每立方米木材折合含碳量约 0.25 吨。

中国森林碳汇情况

我国人均 CO₂ 排放量远低于发达国家, 虽然 1997 年 CO₂ 总排放量达到 8.17 亿吨, 仅低于美国居世界第二位, 但是中国森林在吸碳增汇方面贡献突出, 尤其是我国多年持续不断地大规模造林绿化发挥了重要作用, 使我国森林每年碳汇量超过亿吨。中国现有森林面积 1.59 亿公顷, 蓄积量为 124.9 亿立方米。研究表明: 中国森林碳贮量约为 45 亿~50 亿吨 (1994)。中国现有森林平均每年净增加 1.1 亿吨碳贮量, 其中森林 (含经济林和竹林) 每年净增碳贮量 7550 万吨, 疏林、散生木每年净增加碳贮量 3500 万吨。

我国政府十分重视对碳源-碳汇的管理, 2007 年成立了“中国绿色碳基金委员会”, 负责接受和管理政府、企业、社团和个人捐赠的基金, 专门用于“碳源-碳汇”的管理和交易。2008 年发表了《中国碳平衡交易框架研究》报告, 首次提出建立具有中国特色的碳平衡交易制度, 年交易金在全国 GDP 总量的 0.05%~0.15% 的范围内。强化节能、减排、造林、再造林, 并进一步加强“碳基金”和“碳补偿”的核定、仲裁、交易与管理。

森林碳汇的意义

第一, 森林植被层面。对森林碳汇功能的成本效益进行分析和评价, 对于生态建设具有重要意义。研究表明, 最近 20 多年来, 中国森林碳汇的作用, 平均每年吸收 0.022pgc (10 亿吨) 二氧化碳, 而且主要是人工林的贡献。此外, 目前实施的天然林保护工程和其他的森林管理活动也对减缓大气二氧化碳浓度有一定的贡献 (方精云, 2001)。

第二, 生态系统。我国地域广阔, 生态系统富有多样性。拥有自寒带至热带的气候地带和特殊的地理区域。在这些生态系统开展碳收支的综合研究, 不仅对阐明中国生态系统碳循环在全球变化中的作用以及促进社会经济的可持续发展具有重要的意义, 而且能提高我国在国际全球变化研究领域中的学术地位, 为全球变化背景下中国社会经济的健康发展以及生态系统的管理提供科学依据, 为履行有关国际公约提供基础数据。

第三, 林业战略。气候变暖是全球十大生态问题之首, 是涉及人类生存环境及社会经济可持续发展的重大问题; 是继 WTO 后国际多边关系的一个重要平台, 是当前生态问题国际化最有代表性的事项 (陈长根, 2003)。按照《京都议定书》的规定, 发达国家可以通过在发展中国家实施林业碳汇项目抵消其部分温室气体排放量, 是一个对林业意义十分重大的事件。这标志林业的生态功能在经济上得到了国际社会的认可, 标志着林业的生态服务进入了可以通过贸易获取回报的时代。因此, 积极发展林业碳汇活动, 不仅可以改善我国的生态状况, 同时还因为造林增加了碳吸收, 从而扩大了我国未来的排碳权空间。为能源、加工业、交通运输和旅游业发展创造了条件。同时, 积极参与碳汇相关的国际交流和国际谈判, 也有利于参与林业发展的国际进程, 并为国家气候外交作出应有贡献。

第四, 碳汇贸易。中国林业科学院专家 (范少辉, 2003) 指出: 全球碳平衡和碳贸易问题已提到国际性议事日程, 参与“中国清洁发展机制基金和清洁发展机制项目” (简称 CDM 项目) 促进可持续发展将成为中国的一个重要机遇。在此背景下, 各国政府既需要能减少二氧化碳排放的技术, 又需要能增加二氧化碳吸收的产业, 由此促进了碳汇市场的发育。而森林是自然界中最大的碳库。我国是人工林培育大国, 碳汇的潜力巨大。因此, 实施 CDM 碳汇项目将有助于我国林业吸收国外投资和先进技术, 促进增加二氧化碳吸收产业的形成。

表 0-2 不同植被类型对碳的固定能力
(公吨/年)

植被类型	固碳能力
热带森林	4.5~16 吨
温带森林	2.7~11.25 吨
寒带森林	1.8~9 吨
农田	0.45~2 吨
草地	1.3 吨
北极冰源和干旱沙漠地带	0.05~0.16 吨

三、植物与人类的关系

(一) 植物与人类的粮食和能源

植物是生态系统中的生产者，是其他生物生存的最基本能源。当今世界，人口膨胀导致的粮食短缺、能源巨耗、资源枯竭、环境退化与生态失衡等一系列重大问题都直接或间接地与植物有关。

植物是人类赖以生存的物质基础，是经济发展的物质资源。在农业生产中，农、林、牧、副、渔业都直接或间接地与植物有关。经济建设和人民生活所需的粮、棉、油、麻、丝、茶、糖、菜、烟、果、药等，都取自于植物；即使各种家畜、家禽、鱼类等的养殖，也需要植物作为饲料来源。在工业方面，无论是食品、油脂、制糖、制药、建筑、纺织、造纸，还是橡胶、油漆、酿造、化妆品，甚至冶金、煤炭、石油等都需要植物作为原料或利用到植物的产品。

据估计，全世界可食用的植物有 75 000 种之多，其中约有 10 000 余种药用植物至今仍为发展中国家 80% 的人口（30 多亿）的健康服务。粮食的产量、质量是人类生存和繁衍的基础。如果全世界仅以 60 亿人口计，每人每年消耗 400kg 粮食，平均每年每 667m² 生产 700kg 粮食，则全世界年消耗粮食约需 2.4 亿吨，必须有 2300 万公顷的良田作为保证。然而，水土流失、可耕地面积的缩减、品种的退化、粮食品质和产量的下降，加之人口的急剧增长，使得全世界粮食问题日益突出。因此，大力改良和提高已有作物的产量和品质、开发新的植（食）物资源，已成为确保社会安定和文明平稳发展与进步的至关重要的因素。

植物是光能或太阳能的最大、最有效的转化器，是未来石油、煤或煤炭及天然气等有机能源的潜在来源。迄今，全世界仍有 8% 的工业能源直接来自于植物。在民间，维持生活所消耗的植物能源则更多（热带可达 80%~90%）。大范围、无节制地开采、利用和消耗煤炭、石油和天然气，使得这种非再生性能源资源日趋耗尽，能源危机越加突出。随着科学的发展和技术的进步，利用植物或植物的残体发展沼气（28m³ 甲烷/t，相当于 1.25 桶原油）已受到越来越多的重视和鼓励。利用生物技术提高并提取植物体内的碳水化合物，如乙醇、甲烷、植物精油、液化树脂等作为新能源，受到了广泛重视。

当今世界，人口急剧增长，对物质的需求量越来越大。而人口问题的核心是食品增加与人口增长的比例即植口（plant population）失调，以及由植口所决定的二级生产者的总和与人口之间的数量协调问题。因此，食用植物、饲料和饵料等的增长总量应大于人口增长量，才能真正解决人口问题。植口的增长必须通过提高作物产量、改变其品质，扩大食用植物、饲料植物、饵料植物的使用范围，开发新的植物资源或植物原料以及扩大其利用范围等来解决。

20 世纪 50 年代至 70 年代初，国际生物学计划（International Biological Program, IBP）重点研究全球不同生物群系的生产力，以及如何满足地球上不断增长的人口需要，研究可能获取的产量的最大定额，其最终目的就是通过查明生物有机物质的质和量的分布，掌握其再生产的基本规律，以便最为合理地利用。

(二) 植物与人类的生存环境

植物存在于人类活动的一切环境中, 是其他环境因素和活动的关键环节。植物通过光合作用, 利用 CO_2 制造有机物, 为其他生物提供生存所需的食物和氧气。不仅人类的衣食住行直接或间接地取之于植物, 而且植物能涵养水源、吸收粉尘、过滤噪声、调节气候、减少温室效应、净化水土气中的有毒有害物质 (重金属、 SO_2 、 NO_2 、 Cl_2 等), 保护、监测并改善环境质量。此外, 植物还能固坡护沙、防止水土流失、改良土壤、提高土壤肥力、绿化都市、营造庭园景观, 有利于人类创造最佳生存环境。

人类的劳动使荒地变为良田; 林带的植造, 防风固沙, 使沙漠变为绿洲; 热带与亚热带植物资源的开发和利用, 引种驯化和栽培植物; 利用植物指示探矿、石油开采、环境保护, 以及农业区划和土地规划等重要的人类生产经济活动, 都将或多或少地改变着特定地区的生态环境, 直接影响人类的文明和永续发展。

30 多年来, 国际性研究计划——人与生物圈 (Man and Biosphere, MAB) 的实施, 使人们更为深入地研究、认识和理解自然与人、自然界与社会间相互作用的基本规律。

第二节 植物的多样性与保护

一、植物的多样性

植物的多样性是指地球上的植物及其与其他生物、环境所形成的所有形式、层次、组合的多样化。植物的多样性主要表现在植物种类、植物遗传和植物生态系统的多样性等方面。不同的植物种类在其大小、形态、结构、生理功能、遗传变异、生活习性、地理分布、对环境的作用及与人类的关系等方面各不相同, 而且, 自然界中的生物量有 95% 以上是由植物的光合作用所形成。因此, 植物是人类生存和发展的基础。在多种多样的植物界中, 植物遗传变异的丰富性是植物种类多样性的基础, 植物种类的多样性是植物生态系统多样性的根本, 同时也是国民经济发展和人类文明进步的基础。因此, 必须更为充分有效地利用和保护植物的多样性。

(一) 植物种类的多样性

植物种类的多样性是指植物在物种水平上的多样性, 可以指某一区域范围内的物种多样化, 也可以指全球范围内的物种的多样化。按照生物的两界系统, 已定名或已描述记载的植物种类有近 40 万种。现已知道: 全世界有病毒、藻类、菌类等植物种数 11 万种以上, 有苔藓植物、蕨类植物和种子植物 28 万种以上。其中种子植物, 特别是被子植物是植物界中最进化、最复杂、最高等、种类最多的植物类群。中国有病毒、藻类、菌类等植物 1 万多种, 有苔藓植物、蕨类植物和种子植物约 3 万种, 占世界总数的 10.5% 左右。植物进化仍在继续, 新的种类还会出现。随着科学研究和科学技术的发展, 人类生产、经济活动的进一步深化, 如引种栽培、驯化野生植物和转基因改造植物等, 将对植物的丰富多样性和适应性产生深刻影响。

1. 植物形态结构的多样性

在千差万别的植物中，它们的形态、结构及其对环境的适应性是丰富多样的。有的植物个体微小，结构简单，仅由单个细胞组成，只能在显微镜下才能观察清楚；有的植物由一定数量的细胞松散联系，聚成丝状、枝状或球状群体；有的细胞之间联系紧密，形成多细胞植物体，或平扁如叶状、或匍匐呈游走状、或直立为矮小的茎叶体。许多植物进化地位较高，在结构和功能上出现了组织、器官的分化，甚至是集根、茎、叶、花、果和种子于一体的复杂类群，如植物界最高级的植物类型——被子植物。

在丰富多样的被子植物中，有挺拔向上的白桦 (*Betula platyphylla* Suk.) 和桉树 (*Eucalyptus robusta* Smith)；有枝叶茂盛、茎干发达、独树成林的榕树 (*Ficus microcarpa* L. f.)；有枝叶聚生枝顶，形如伞的华盖木 (*Manglietiastrum sinicum* Law)；此外，还有众多穿行于山林、编织林网的藤本植物，以及近地或贴地而生的草本植物等。

2. 植物生活习性和生态适应性的多样性

植物在生存进化过程中，长期适应某一特定环境而形成一定的生长习性或生态适应性。根据植物的生活环境和生活习性可把植物分成水生植物和陆生植物两种类型。水生植物根据其在水环境中的生长和分布状况，可分为①浮水植物，漂浮在水面，如水葫芦 [*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.] 等。②沉水植物，沉没在水下，如金鱼藻 (*Ceratophyllum demersum* L.) 等。③挺水植物，茎叶大部分挺伸在水面以上，如芦苇 (*Phragmites communis* Trin.) 等。陆生植物根据其分布地土壤水分含量的多少，可分为：①湿生植物，生长在潮湿环境中，如水稻 (*Oryza sativa* L.) 等。②旱生植物，生长在干旱环境中，如仙人掌 [*Opuntia dillenii* (Ker-Gawl.) Haw.] 等。③中生植物，生长在干湿适中条件下，如大多数栽培植物。此外，陆生植物根据其茎干的质地可以分为质地坚硬的木本植物和质地柔软的草本植物。根据光照的强弱可将陆生植物分为在强光下才能生长得好的阳性植物和在较弱光照下比较强光照下生长得好的阴性植物和能忍耐适度荫蔽的耐阴植物等。根据陆生植物生存环境的土壤酸碱度不同，可将其分为适宜生长在盐碱地的碱性植物和适合生长在酸性土壤的酸性植物等。

3. 植物营养方式和生活周期的多样性

从营养方式看，绝大多数植物细胞中具有叶绿素，能够进行光合作用、制造养分，它们被称为绿色植物或自养植物。但是，也有部分植物体内无叶绿素，不能自制养料，而只能寄生在其他植物体上，吸取现成的营养物质而生活。例如，寄生于麦类作物茎、叶上的禾柄锈菌 (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* Erikss. et Henn.)，以及寄生于大豆 [*Glycine max* (L.) Merr.] 植株上的菟丝子 (*Cuscuta chinensis* Lam.)，它们被称为寄生植物。还有些植物，如马先蒿 (*Pedicularis* sp.) 和许多菌类植物，它们生长在腐朽的有机体上，通过对有机物的分解作用而摄取生活所需的营养，被称为腐生植物。非绿色植物中也有少数种类，如某些硫细菌 (sulfur bacteria)、铁细菌 (iron bacteria)，可以借助于氧化无机物获得能量而自行制造食物，它们属于化学自养型植物。

植物的生命周期在不同植物中一般是不同的。有的细菌仅生活 20~30min, 即可分裂而产生新个体。短命植物——风滚草 (*Albizia julibrissn* L.), 生长在雨水稀少的非洲草原上, 当雨季来临时, 其种子很快发芽, 经约一周的生长发育, 便能开花结实, 完成整个生活史过程。一年生和二年生的种子植物分别在一年中或跨越两个年份, 经历一个两个生长季节而完成生命周期, 它们都为草本类型, 如水稻、蚕豆 (*Vicia faba* L.)、油菜 (*Brassica napus* L.) 等。多年生植物有两种类型: ①多年生草本, 如狗牙根 [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.]; ②木本, 如苹果 (*Malus pumila* Mill.)、松 (*Pinus* spp.) 等。木本植物的树龄, 有的可长达数百年, 如分布于我国扬州的紫藤 [*Wisteria sinensis* (Sims) Sweet]; 有的可长达数千年, 如生长在美国西海岸的红松 (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.), 据测定已存活 7000 多年; 有的则超过万年, 如我国浙江西天目山的银杏 (*Ginkgo biloba* L.), 被认为是世界银杏之最。

(二) 植物的遗传多样性

植物的遗传多样性也称基因多样性, 它是指每一物种内个体之间或一个群体内不同个体间的基因和基因型的多样性 (或遗传变异的总和), 是植物适应变化着的环境和进化形成新物种的重要基础。因此, 一个物种的遗传多样性是非常丰富的, 人类可以诱导、积累并丰富栽培植物的遗传多样性。例如, 菊花是常见的栽培观赏花卉, 现已形成的菊花品种有 3000 多个; 辣椒的品种也很多, 其果实形态相差很大。

植物的生活史特点、种群动态及其遗传结构等决定或影响着它与其他物种及环境之间相互作用的方式。物种的遗传变异越丰富, 对环境适应性就越广, 即群体内的遗传多样性越丰富, 所反映的物种进化潜力越大。人们早就注意到物种内变异的多样性和持续性, 并将它们划分成若干个变种、变型乃至栽培植物的品种和品系等。

植物遗传多样性的研究除了重视其形态、地理分布、生态特征以及生产性状等个体水平的差异外, 还应重视个体或群体间的染色体数目、形态、行为等细胞水平上的差异, 不同代谢产物的代谢水平以及蛋白质等分子水平上的差异。在这 4 种水平不同的表现型中, 找出能稳定遗传的生态型。加强 DNA 水平上的多样性研究, 成为遗传多样性研究、保存和利用的关键。杂种优势、分子育种等的研究和应用成为遗传多样性研究和利用的热点, 并已取得巨大成功。

(三) 植物生态系统的多样性

生态系统 (ecosystem) 是指在一定的时空范围内生物和非生物成分通过物质的循环和能量的流动, 相互作用、相互依存而形成的一个生态学功能单位。地球上有无数大大小小的生态系统、大至整个生物圈、整个海洋、整个大陆, 小到一片森林、一片草地、一个小小的池塘, 甚至某一特定环境下的一株植物, 都可看作为一个生态系统。植物生态适应性使得它们在各自的生态系统中占据了一定的生态位, 让它们能够稳定地生存在各自特定的环境条件中, 如寄生植物、腐生植物、共生植物、食虫植物以及热带雨林中的绞杀植物等。植物生态系统的多样性是指植物长期进化过程中和生态环境之间所形成的多种多样的生态适应性以及植物群落、生态过程变化的多样化。

生态系统的多样性由生物群落与生境类型的多样性共同决定。植物在地球上分布极