



全国高等农林院校“十二五”规划教材

植物学

BOTANY

第2版

方炎明◎主编



中国林业出版社

全国高等农林院校“十二五”规划教材

植 物 学

(第2版)

方炎明 主编

中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

植物学/方炎明主编. —2 版. 北京: 中国林业出版社, 2015. 6

全国高等农林院校“十二五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 5038 - 8056 - 8

I. ①植… II. ①方… III. ①植物学—高等学校—教材 IV. ①Q64
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 155370 号

中国林业出版社·教育出版分社

策划编辑: 肖基汧

责任编辑: 肖基汧 张 佳

电 话: (010) 83143555 83143561

传 真: (010) 83143516

出版发行 中国林业出版社(100009 北京市西城区德内大街刘海胡同7号)

E-mail: jiaocaipublic@163.com 电话: (010) 83143500

http://lycb.forestry.gov.cn

经 销 新华书店

印 刷 北京市昌平百善印刷厂

版 次 2006 年 2 月第 1 版

2015 年 8 月第 2 版

印 次 2015 年 8 月第 1 次印刷

开 本 850mm × 1168mm 1/16

印 张 24

字 数 569 千字

定 价 48.00 元

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有 侵权必究

全国高等农林院校“十二五”规划教材

《植物学》（第2版）

编写人员

主 编 方炎明

副 主 编 （按姓氏笔画排序）：

王秀华 尹增芳 杜 凡 高述民

黄坚钦 戚继忠 梁建萍

编写人员 （按姓氏笔画排序）：

王戈戎 （北华大学）

王秀华 （东北林业大学）

方炎明 （南京林业大学）

尹增芳 （南京林业大学）

杜 凡 （西南林业大学）

张开梅 （南京林业大学）

张晓平 （安徽师范大学）

张海明 （山西农业大学）

林树燕 （南京林业大学）

高述民 （北京林业大学）

黄有军 （浙江农林大学）

黄坚钦 （浙江农林大学）

戚继忠 （北华大学）

梁建萍 （山西农业大学）

彭 治 （南京林业大学）

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国高等农林院校规划教材

《植物学》（第1版）
编写人员

主 编 方炎明

副主编 王秀华 高述民

编写人员 （按姓氏笔画排序）

王秀华（东北林业大学）

方炎明（南京林业大学）

杜 凡（西南林学院）

高述民（北京林业大学）

梁建萍（山西农业大学）

黄坚钦（浙江林学院）

戚继忠（北华大学）

彭 冶（南京林业大学）

第2版 前言

《植物学》第1版出版至今已近十年。作为林学、园林和森林保护等林学类专业的一本统编教材,该书已经在专业基础教学中发挥了重要作用。采用该教材的高校既有林业院校和农业院校,也有其他院校;采用该教材的专业既有林学类专业,也有自然保护与环境生态类、植物生产类和生物科学类专业。许多老师根据本校植物学教学的实际情况,给教材编写团队反馈了宝贵的、建设性的修订意见和建议,这些意见和建议是我们编写《植物学》第2版的巨大动力。

另一个推动我们修订《植物学》的驱动力是植物科学本身的迅速发展与不断创新。人们耳熟能详的干细胞,没有理由不写进大学教科书中。事实上,采用细胞生物学和分子生物学途径探索植物干细胞,也是植物个体发育领域的研究热点之一。在植物系统发育方面,由于分子证据的不断充实,传统的恩格勒(Adolf Engler)系统、哈钦松(John Hutchinson)系统、塔赫他间(A. Takhtajan)系统和克朗奎斯特(Arthur Cronquist)系统受到严峻挑战,被子植物系统发育研究组(Angiosperm Phylogeny Group)提出的APG系统应运而生。此外,近30年来,植物生物学家在树冠结构模型、传粉生物学等许多方面取得的创新成果,对于观赏植物应用、森林生物多样性保护、森林生态系统服务功能评价等林业实践具有极其重要的参考价值。毫无疑问,植物科学中的创新成果,需要适时集成和凝练到大学教科书中。

保持原教材的特色和风格,是出版第2版的第一原则。我们将坚持原教材的“四个体现”,即体现林木、观赏植物和林业特色,体现植物学的经典核心内容,体现植物科学的进展,体现和反映高校教学改革成果。继承与创新相结合,是新编教材的第二原则。我们既要从植物学宝库中挖掘被遗忘的经典,又要展示当下植物科学中的亮点和前沿。从分子生物学中的同源异型突变基因,可以回溯到1790年歌德(Johann Wolfgang von Goethe, 1749—1832)的变态概念;从计算机生成的树冠结构,可以回溯到歌德的植物形态“蓝图”。适当增加一些经典内容,精要地反映植物学的新成果,这是第2版编写的首要任务。

与第1版相比,《植物学》第2版的新知识点或亮点包括:第1章增加了植物干细胞的概念;第2章增加了植物结构模型概念和图解;第3章增加了植物繁育系统和传粉生物学相关内容;第4章增加了花器官发育的ABCDE模型等内容;第5章增加了流式细胞术、亲缘地理学概念和被子植物分类的APG系统等内容;第6章增加了陆地植物、藓类植物和蕨类植物的新系统树;第8章增加了“生花植物说”等裸子植物系

统发育假说。

《植物学》第2版的编写团队分工如下：彭冶、张晓平负责绪论、第1章；梁建萍、张海明负责第2章；黄坚钦、黄有军、林树燕负责第3章；高述民、尹增芳负责第4章；方炎明负责第5章；杜凡、张开梅负责第6章；戚继忠、王戈戎负责第7章；王秀华、夏涛负责第8章；张开梅和夏涛负责附录1和附录2。

编写团队期望本书在植物学课程教学中成为一本实用的、有效的教科书。同时，我们也期盼同行对书中的不足之处或错误之处加以批评指正。

编 者
2015年2月

第1版 前言

《植物学》是农林院校林业、园林等专业的一门重要专业基础课程,植物生产类、草业科学类、森林资源类、环境生态类等专业的学生也需要学习该课程。长期以来,上述相关专业的教材和教学参考书偏少,与理科门类生物科学类专业的教材建设相比,明显滞后。进入21世纪以后,各高等院校纷纷进行了人才培养方案改革、教学内容与课程体系改革,编写反映教学改革成果、符合专业教学实际情况的教材尤为必要。作为一门生物学的分支学科,植物学本身也有惊人的进展,将植物科学的新近进展反映到教材上,是提高教学质量的基础。

2003年本书列入了中国林业出版社的“十五”规划教材。当年4月,中国林业出版社组织编写班子在南京林业大学召开了教材编写会。本书力图体现以下几点:第一,体现林木、观赏植物和林业的特色;第二,体现植物学的核心内容,强调学生植物学基本理论的构建和基本技能的训练;第三,体现植物科学的进展,展示植物学发展的新信息;第四,反映各学校教学改革的成果,符合课堂教学的实际情况。

本书编写分工如下:绪论由方炎明编写,第5章植物系统分类基础由方炎明、戚继忠、王秀华编写,第1章植物个体发育的基础:细胞与组织由彭冶编写,第2章种子植物的营养器官由梁建萍编写,第3章种子植物的繁殖器官由黄坚钦编写,第4章植物的结构与功能由高述民编写,第6章孢子植物由杜凡编写,第7章种子植物由戚继忠、夏富才、王戈戎编写,第8章植物的进化和系统发育由王秀华编写。全书由方炎明、王秀华、高述民统稿。南京林业大学植物系的部分研究生参加了书稿的校对工作。

在内容的编排方面,种子形态部分理应放在第3章,但出于教学的方便,习惯性地放在第2章。第4章植物的结构与功能可作为选讲内容或学生自学内容。第7章的双子叶植物与单子叶植物本应合为一节,与裸子植物并列,现行的编排也是出于教学的实际需要。第7章被子植物科的排列顺序参照克郎奎斯特系统,个别地方(如豆科)有调整。

由于任务紧迫、水平所限,书中肯定有不少缺点和错误,恳请专家和读者批评指正。

编者
2005年6月

目 录

第2版前言

第1版前言

绪 论	(1)
0.1 植物与植物界	(1)
0.2 植物在自然、社会与经济发展中的意义和作用	(3)
0.3 植物学的研究内容与使命	(4)
0.4 学习与研究植物学的方法	(6)
第1章 植物个体发育的基础：细胞与组织	(8)
1.1 植物细胞	(8)
1.1.1 细胞化学基础	(9)
1.1.2 细胞学简史与细胞学理论	(12)
1.1.3 植物细胞结构	(14)
1.2 植物细胞的增殖	(29)
1.2.1 无丝分裂	(29)
1.2.2 有丝分裂	(29)
1.2.2 减数分裂	(32)
1.3 植物组织	(34)
1.3.1 植物细胞的分化	(34)
1.3.2 植物组织	(36)
第2章 种子植物的营养器官	(49)
2.1 种子的结构与幼苗的形成	(49)
2.1.1 种子的结构与发育	(49)
2.1.2 幼苗的类型	(52)
2.2 植物的根	(53)
2.2.1 根的功能	(53)

2.2.2	根的类型和根系	(54)
2.2.3	根的发育	(55)
2.2.4	根的初生生长	(56)
2.2.5	侧根	(61)
2.2.6	根的次生生长	(62)
2.2.7	根瘤和菌根	(64)
2.3	茎	(66)
2.3.1	茎的功能	(66)
2.3.2	茎的形态特征	(66)
2.3.3	芽的类型与分枝	(67)
2.3.4	茎的分化	(71)
2.3.5	茎的初生生长	(71)
2.3.6	茎的次生生长	(75)
2.3.7	单子叶植物的茎	(80)
2.4	叶	(82)
2.4.1	叶的功能	(82)
2.4.2	叶的组成	(83)
2.4.3	叶的发育	(85)
2.4.4	叶的解剖构造	(86)
2.4.5	叶的生态类型	(90)
2.4.6	落叶	(92)
2.5	营养器官间的联系	(93)
2.5.1	根与茎的联系	(93)
2.5.2	茎与叶的联系	(94)
2.6	营养器官的变态	(94)
2.6.1	根的变态	(94)
2.6.2	茎的变态	(96)
2.6.3	叶的变态	(97)
2.7	植物结构型	(99)
2.7.1	植物构筑模式的概念与结构模式判别依据	(99)
2.7.2	23 种结构模式及其特征	(100)

第3章 种子植物的繁殖器官 (102)

3.1	被子植物的繁殖器官及生殖过程	(104)
3.1.1	被子植物的花	(104)
3.1.2	花芽分化	(114)
3.1.3	雄蕊的发育与构造	(116)

3.1.4 雌蕊的发育与构造	(120)
3.1.5 开花与传粉	(125)
3.1.6 受精	(130)
3.1.7 种子和果实	(134)
3.2 裸子植物的繁殖器官及生殖过程	(142)
3.2.1 小孢子叶球的发生和雄配子体的形成	(143)
3.2.2 大孢子叶球的发生和雌配子体的形成	(145)
3.2.3 传粉与受精	(146)
3.2.4 胚与胚乳的发育和种子的形成	(147)
第4章 植物的结构与功能	(150)
4.1 植物生长与形态建成	(151)
4.1.1 生长、分化和发育的概念	(151)
4.1.2 细胞的生长和分化	(152)
4.1.3 植物的营养生长	(156)
4.1.4 植物的生殖生长	(159)
4.1.5 植物组织培养和植物体形态建成	(163)
4.1.6 植物的运动	(166)
4.2 根茎结构与水分和物质的吸收及运输	(173)
4.2.1 根系结构与水分吸收	(173)
4.2.2 植物体内水分的运输	(176)
4.2.3 根系结构与矿物质吸收	(178)
4.2.4 木质部与矿物质运输	(179)
4.3 韧皮部与有机物运输	(180)
4.3.1 根茎叶韧皮部输导系统	(180)
4.3.2 有机物运输的途径和形式	(181)
4.3.3 韧皮部装载	(181)
4.3.4 韧皮部卸出	(182)
4.3.5 韧皮部运输有机物的机理	(183)
4.4 植物与环境	(185)
4.4.2 光对植物生长的影响及植物的适应	(188)
4.4.3 温度对植物形态结构的影响及植物适应	(189)
第5章 植物系统分类基础	(192)
5.1 植物分类学发展简史	(193)
5.1.1 分类学思想的萌芽	(194)
5.1.2 本草学时期	(194)

5.1.3 近代植物分类学	(195)
5.1.4 现代植物分类学	(197)
5.2 物种概念	(198)
5.2.1 模式与居群	(198)
5.2.2 物种的一般概念	(199)
5.2.3 两种哲学观点	(201)
5.3 植物命名与分类检索表	(201)
5.4 现代植物分类学若干学派	(205)
5.4.1 概念	(205)
5.4.2 表征学派	(205)
5.4.3 系统发育分类学派	(206)
5.4.4 分支学派	(207)
5.5 现代植物分类的主要方法	(208)
5.5.1 植物形态学分类法	(209)
5.5.2 植物解剖学分类法	(210)
5.5.3 细胞学分类法	(210)
5.5.4 孢粉学分类法	(211)
5.5.5 植物化学分类学分类法	(212)
5.5.6 植物分子生物学分类法	(212)
5.5.7 数学分类法	(213)
5.6 被子植物的分类系统介绍	(213)
5.6.1 恩格勒系统	(214)
5.6.2 哈钦松系统	(214)
5.6.3 塔赫他间系统	(215)
5.6.4 克朗奎斯特系统	(215)
5.6.5 APG 系统	(221)
第 6 章 孢子植物	(225)
6.1 孢子植物的概念及植物界的基本类群	(225)
6.2 藻类植物	(227)
6.2.1 藻类植物的主要特征及主要类群特征	(227)
6.2.2 蓝藻门	(228)
6.2.3 绿藻门	(229)
6.2.4 裸藻门	(232)
6.2.5 褐藻门	(233)
6.3 菌类植物和菌物	(235)
6.3.1 细菌门	(235)

6.3.2 黏菌门	(238)
6.3.3 卵菌门	(239)
6.3.4 真菌门	(239)
6.4 地衣门	(247)
6.4.1 地衣门的主要特征	(247)
6.4.2 地衣门的形态和构造	(247)
6.4.5 地衣门在自然界的作用及其经济价值	(249)
6.5 低等植物小结	(249)
6.6 苔藓植物门	(250)
6.6.1 苔藓植物门的主要特征	(250)
6.6.2 苔藓植物门的分类和代表植物	(251)
6.6.3 苔藓植物小结	(255)
6.7 蕨类植物门	(257)
6.7.1 蕨类植物门的主要特征	(257)
6.7.2 蕨类植物门的分类和代表植物	(258)
6.7.3 蕨类植物门小结	(269)
第7章 种子植物	(272)
7.1 种子植物分类	(272)
7.2 裸子植物	(273)
苏铁纲(Cycadopsida)	(274)
7.2.1 苏铁科(Cycadaceae)	(274)
银杏纲(Ginkgopsida)	(274)
7.2.2 银杏科(Ginkgoaceae)	(274)
松柏纲(Coniferopsida)	(275)
7.2.3 松科(Pinaceae)	(275)
7.2.4 杉科(Taxodiaceae)	(279)
7.2.5 柏科(Cupressaceae)	(281)
7.2.6 南洋杉科(Araucariaceae)	(282)
7.2.7 红豆杉科(Taxaceae)	(282)
买麻藤纲(Gnetopsida)	(283)
7.2.8 买麻藤科(Gnetaceae)	(283)
7.2.9 麻黄科(Ephedraceae)	(284)
7.3 双子叶植物	(285)
木兰亚纲(Magnoliidae)	(285)
7.3.1 木兰科(Magnoliaceae)	(285)
7.3.2 樟科(Lauraceae)	(286)

7.3.3 睡莲科(Nymphaeaceae)	(286)
7.3.4 毛茛科(Ranunculaceae)	(287)
7.3.5 罂粟科(Papaveraceae)	(287)
金缕梅亚纲(Hamamelididae)	(288)
7.3.6 金缕梅科(Hamamelidaceae)	(288)
7.3.7 杜仲科(Eucommiaceae)	(289)
7.3.8 榆科(Ulmaceae)	(289)
7.3.9 胡桃科(Juglandaceae)	(290)
7.3.10 壳斗科(Fagaceae)	(290)
7.3.11 桦木科(Betulaceae)	(291)
石竹亚纲(Caryophyllidae)	(292)
7.3.12 藜科(Chenopodiaceae)	(292)
7.3.13 石竹科(Caryophyllaceae)	(292)
7.3.14 蓼科(Polygonaceae)	(293)
五桠果亚纲(Dilleniidae)	(294)
7.3.15 山茶科(Theaceae)	(294)
7.3.16 锦葵科(Malvaceae)	(294)
7.3.17 堇菜科(Violaceae)	(295)
7.3.18 杨柳科(Salicaceae)	(295)
7.3.19 十字花科(Brassicaceae)	(296)
7.3.20 杜鹃花科(Ericaceae)	(296)
7.3.21 报春花科(Primulaceae)	(297)
蔷薇亚纲(Rosidae)	(297)
7.3.22 蔷薇科(Rosaceae)	(298)
7.3.23 豆科(Fabaceae)	(299)
7.3.24 卫矛科(Celastraceae)	(300)
7.3.25 鼠李科(Rhamnaceae)	(301)
7.3.26 葡萄科(Vitaceae)	(301)
7.3.27 槭树科(Aceraceae)	(302)
7.3.28 五加科(Araliaceae)	(302)
7.3.29 伞形科(Apiaceae)	(303)
菊亚纲	(303)
7.3.30 紫草科(Boraginaceae)	(303)
7.3.31 唇形科(Lamiaceae)	(304)
7.3.32 木犀科(Oleaceae)	(305)
7.3.33 玄参科(Scrophulariaceae)	(306)
7.3.34 桔梗科(Campanulaceae)	(306)

7.3.35 茜草科(Rubiaceae)	(307)
7.3.36 菊科(Asteraceae)	(308)
7.4 单子叶植物	(309)
泽泻亚纲(Alismatidae)	(309)
7.4.1 泽泻科(Alismataceae)	(310)
棕榈亚纲(Arecidae)	(310)
7.4.2 棕榈科(Arecaceae)	(310)
7.4.3 天南星科(Araceae)	(311)
鸭跖草亚纲(Commelinidae)	(312)
7.4.4 莎草科(Cyperaceae)	(312)
7.4.5 禾本科(Poaceae)	(313)
百合亚纲(Liliidae)	(314)
7.4.6 百合科(Liliaceae)	(314)
7.4.7 兰科(Orchidaceae)	(316)
 第8章 植物的进化和系统发育	(318)
8.1 地质年代与植物进化简史	(318)
8.2 植物系统发育和进化研究的历史与进展	(319)
8.2.1 生命的起源与原核藻类的产生	(321)
8.2.2 真核藻类的起源与演化	(321)
8.2.3 裸蕨植物的产生和蕨类植物的起源与演化	(321)
8.2.4 苔藓植物的产生	(323)
8.2.5 原裸子植物和裸子植物的起源与演化	(324)
8.2.6 被子植物的起源与演化	(327)
8.2.7 植物类群演化的趋势	(334)
8.2.8 植物系统学研究动态与分子系统学	(336)
 参考文献	(343)
 附录1 名词解释	(346)
附录2 部分形态术语	(355)



0.1 植物与植物界

学习植物学，首先要了解植物学的研究对象——植物与植物界。植物世界是一个形形色色、丰富多彩的世界。植物大小不同，参天树木高达数十米，矮小草本仅有数厘米。植物体形各异，有乔木，有草本，或藤萝交错，或灌木丛生。植物的花色、叶色，可谓千姿百态，变化万千。在科学家看来，植物是一个活生生的实体；在艺术家看来，植物世界的奇妙，无与伦比。进化生物学家 Willson (1992) 说过，“生命最奇妙的秘密很可能在于：以如此简单的物理素材，创造如此丰富的多样性。生物圈是所有有机体的集合，仅占地球质量的一小部分。生物圈的分布，从 1 千米厚以内的土圈、水圈，延伸到 5 亿平方千米的大气。”

在生物科学中，用生物多样性(biodiversity)来描述和衡量生物世界的多态性和变异性。生物多样性是生物世界的特征之一。所谓生物多样性，泛指生物变异的类型和水平。生物多样性单位，小至种内的遗传变异，大至某区域或地球生物圈的变化，既包括进化谱系的数量，也包括它们之间的趋异程度。按照《生物多样性公约》(Convention on Biological Diversity)，生物多样性系指“所有来源的活的生物体的变异性，这些来源除其他外包括陆地、海洋和其他水生生态系统及其所构成的生态综合体；这包括物种内、物种之间和生态系统的生物多样性。”

生物多样性一般分为遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性三个基本的层次。

遗传多样性是指物种有效遗传变异的程度，它又区分为同一地点内(居群内)不同个体间的遗传变异，以及不同地点间(居群间)的遗传变异。因此，遗传多样性又称为种内多样性。遗传多样性是各生物多样性水平的“源泉”，现代分子生物学提供了多样性测定的有力工具，遗传多样性测定具有重要的科学意义，在理论方面，有利于认识生物的进化；实践上，有益于育种计划的设计。

物种多样性(species diversity)是指物种依据其重要值而进行的测定，如依据多度(abundance)、生产力(productivity)、大小等。物种多样性通常用物种丰富度(species rich-

ness)、Shannon - Wiener 指数、Simpson 指数等多种指数来表示。

生态系统多样性是生物多样性的水平,指构成生态系统的生物群落和其生存环境间的生态过程及其组合的复杂性程度。就复杂程度而言,在一个地理单元内,生物圈由不同的生态系统构成。从世界范围看,由不同的植被带或生物区构成。

在现存生物中,已描述的物种大约 150 万种,化石种约 30 万种。根据进化生物学家 Mayer 和 Willson 等人的估计,现存物种数有 1 000 万 ~ 5 000 万种。在一些生物类群中,描述过的物种离实际物种数相距较大。如真菌,已描述 7 万种,估计现存数达 100 万种。螨虫,描述了有 3 万种,估计实际数超过 100 万种。昆虫是世界上最丰富的生物类群,现已命名了 100 万种,仅占实际存在物种数的一小部分。

不同的进化谱系是生物多样性的重要部分。早期的生物学家将生物分为不同的界(kingdom)。随着人们对原核细胞和病毒结构认识的深化,从进化的角度看,生物界的发展经历了三个阶段:非细胞阶段、原核细胞阶段和真核细胞阶段。因而,在界之上又建立不同的超界(superkingdom, domain),或称为总界。林奈(Linnaeus, 1735)建立了两界系统,将生物分为植物界和动物界。其他许多学者均建立了生物进化分类体系,现代生物学家一般将生物分为三个总界、五到六个界(表 0-1)。

表 0-1 生物的分界

学者	生物分界
林奈(Linnaeus, 1735)	植物界(kingdom plant)、动物界(kingdom animal)
海克尔(Haeckel, 1866)	原生生物界(kingdom protista)、植物界、动物界
怀逸克(Whittaker, 1959)	原生生物界、真菌界(kingdom fungi)、植物界、动物界
怀逸克(Whittaker, 1969)	原核生物界(kingdom monera)、原生生物界、真菌界、植物界、动物界
Jahn (1949)	病毒界(archetista)、原核生物界、原生生物界、真菌界、后生植物界(metaphyta)、后生动物界(metazoa)。
Whittaker & Margulis (1978)	古细菌界(archaebacteria)、真细菌界(eubacteria)、真核生物界(eucaryotes)
胡先骕(1965)	始生总界(protobiota)、胞生总界(cytobiota)
陈世骧(1979)	非细胞总界(superkingdom acytonia): 病毒(界) 原核总界(superkingdom procaryota): 细菌界、蓝藻界 真核总界(superkingdom eucaryota): 植物界、真菌界、动物界

植物在生物中占有举足轻重的地位(表 0-2)。全世界共有描述过的高等植物约 27 万,我国的高等植物达到 32 000 种,占世界的 11.9%,在全世界名列前茅。

表 0-2 中国与世界生物多样性的比较

类群	世界	中国	印度尼西亚	巴西
两栖类	4 522	290	285	581
淡水鱼	25 000	686	1 400	300
高等植物	270 000	32 200	29 375	56 215
哺乳动物	4 629	400	457	417