

PLANT BIOLOGY

植物生物学

(第二版)

贺学礼 主编



非
外
借

 科学出版社

植物生物学

(第二版)

贺学礼 主编



科学出版社

内 容 简 介

本书是在第一版的基础上全面修订而成,以植物个体发育和系统演化为主线组织教材内容,注重理论与生产实际的结合,综合植物科学发展动态和成果,将植物形态解剖、生长发育、生理生化、物种多样性、植物与环境、植物资源保护与利用等基础知识有机结合,系统地介绍了植物生物学全貌。全书每章后简要列出各章主要内容和概念,并在书后附有植物科学主要期刊简介和网址,引导学生在阅读教材之后,再通过查阅文献获取新知识,以培养、提高学生的自学能力。全书彩色印刷,图片新颖美观,科学性强,绝大部分图片为作者原创。

本书可作为各大院校植物生物学教材使用,也可供相关学科工作人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

植物生物学 / 贺学礼主编. —2 版. —北京: 科学出版社, 2017.6
ISBN 978-7-03-051668-8

I. ①植… II. ①贺… III. ①植物学 - 生物学 IV. ①Q94

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第014334号

责任编辑: 刘 丹 孙 青 / 责任校对: 郑金红

责任印制: 肖 兴 / 封面设计: 铭轩堂

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>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年6月第二版 开本: 889×1194 1/16

2017年6月第五次印刷 印张: 25 1/4

字数: 794 000

定价: 79.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《植物生物学》(第二版)编委会成员

主 编 贺学礼(河北大学)

副主编 (按参编章次先后排序)

姜在民(西北农林科技大学)

谢树莲(山西大学)

白学良(内蒙古大学)

赵金莉(河北大学)

李先源(西南大学)

编写人员 (按参编章次先后排序)

易 华(西北农林科技大学)

孙 坤(西北师范大学)

卢彦琦(河北工程大学)

王建树(河北工程大学)

刘建才(西北农林科技大学)

邓洪平(西南大学)

陈旭辉(沈阳农业大学)

郭辉娟(河北大学)

刘惠荣(内蒙古农业大学)

葛云侠(沈阳农业大学)

文建雷(西北农林科技大学)

姚晓芹(河北大学)

赵建成(河北师范大学)

李 敏(河北师范大学)

唐宏亮(河北大学)

徐兴友(河北科技师范学院)

冯玉龙(沈阳农业大学)

贺 超(北京协和医学院)

第二版前言

教材不仅直接关系到教学内容和知识体系，也是教学改革成果的重要体现，因此，教材建设在提高教学质量和人才培养方面具有十分重要的地位和作用。迄今为止，国内学者在植物科学教材建设方面进行了卓有成效的工作，编辑出版了不同版本的植物学教学用书，为促进我国植物学教学工作发展发挥了积极作用。近年来，以分子生物学为代表的微观领域和以生态学与生物多样性为代表的宏观领域的快速发展，极大地促进了植物科学各个分支学科的相互交叉、渗透和融合，使得人们对植物生命活动的本质和内在演化规律有了一个全新的认识，也促使我们从新的角度和高度审视和修正植物生物学教学内容和知识体系，并将植物科学的新发展和新成果反映到教材建设中，为读者提供更多知识信息。本教材是贺学礼教授主编的《植物生物学》2009年版的深化和拓展，在科学出版社支持合作下，新版全彩色印刷。

根据几年来教学实践和多方反馈意见和建议，新版主要在下列方面进行了修订。

跟踪学科发展，充分反映学科发展和科研新成果，保持教材内容新颖性，如充实了根瘤和菌根、藻类植物、地衣植物、苔藓植物的内容，更新了花器官发育的ABC模型，补充了被子植物有关科属系统演化知识，力求引导学生从发展的角度学习植物学知识，更好地认识植物界。

强化了植物生物学知识的系统性和科学性，突出了植物形态与结构、植物生长发育的生理与生化基础、植物类群与系统演化、植物多样性产生与发展、植物与环境、植物资源保护与利用等知识。例如，将第一章“植物细胞”中的“呼吸作用”和“光合作用”独立成章；增加了第三章“种子和幼苗”；删去了第九章“植物的水分代谢”和第十章“植物的矿质营养”中的“合理灌溉与施肥的生理基础”等内容；将第十九章“植物生态”改为“植物与环境”，丰富了“原生水生演替序列”和“原生旱生演替序列”等内容。

新版删去了各章后的小结，只简要说明本章主要内容和概念，充实了复习思考题；增加了50种国内外植物科学主要期刊简介。引导学生在阅读教材之后，能够主动总结归纳各个章节的主要内容和重要概念，再通过查阅文献获取新知识，以培养提高学生的自学能力。

新版改黑白版为彩色版，除署名图片外，书中照片和图片均为原创或修订，图片清晰、新颖、科学性强，信息量大，反映学科的发展。这将在很大程度上提高教材的直观性和可读性，有利于提高学生的学习兴趣和对知识的理解力。

全书共二十章。绪论、第六章、第十四章、附录和各章后主要内容和概念由贺学礼编写；第一章由易华编写；第二章由孙坤编写；第三章由卢彦琦和王建书编写；第四章由刘建才和邓洪平编写；第五章由陈旭辉编写；第七章由姜在民编写；第八章和第十二章由郭辉娟编写；第九章由刘惠荣编写；第十章由葛云侠编写；第十一章由文建雷编写；第十三章由姚晓芹编写；第十五章和第十六章藻类植物由谢树莲编写；第十六章苔藓植物由白学良编写，其余内容由赵建成和李敏编写；第十七章第一节和第二节由赵金莉和李先源编写，第三节和第四节由唐宏亮编写；第十八章由徐兴友编写；第十九章由冯玉龙编写；第二十章由贺超编写。全书所有图片由贺学礼和赵金莉统一修订，最后由贺学礼统稿。

本书在修订过程中，得到河北大学、山西大学和沈阳农业大学相关学科经费支持。另外，衷心感谢科学出版社给予的支持。

学科在发展，教改在推进，经过我们不懈努力，本书虽然在第一版基础上有了很大改进，但肯定还有不妥之处，敬请同行和读者批评指正。

编者

二〇一六年十月于保定

第一版前言

教材不仅直接关系到教学内容和知识体系，也是教学改革成果的重要体现，因此，教材建设在提高教学质量和人才培养方面具有十分重要的地位和作用。迄今为止，国内学者在植物学和植物生物学教材建设方面进行了卓有成效的工作，编辑出版了不同版本的植物学教学用书，为促进我国植物学和植物生物学教学工作的发展发挥了积极作用。但随着植物科学研究的不断深入以及各个分支学科的渗透、交叉和融合，使得植物生物学教材也面临着知识体系和教学内容更新和完善的问题。为了适应植物生物学教学工作需要和植物学科发展趋势，我们组织编写了新的植物生物学教材。

本书在努力阐明植物生物学基本概念和基本理论的基础上，注重理论与生产实际的结合，充分体现作为基础课程教材应具备的特点。尊重目前多数植物生物学教材的知识体系，即按照植物形态解剖、植物生理生化、系统分类、植物生态、植物资源保护与利用的顺序进行描述和介绍，最后简要介绍了植物物种多样性产生和维持的有关内容。

在编写过程中，以植物个体发育和系统演化为主线，组织教材内容，系统介绍植物体各部分形成和发展的前因后果以及进化变异的基本规律，力争引导学生从发展的角度学习植物生物学知识。尽量做到图文并茂，充分体现知识体系的科学性、先进性和适应性。重要的名词术语均列出英文，涉及的植物名称同时列出拉丁学名。大量采用插图，便于学生加深对知识体系的学习和理解。每章后附有本章小结和复习思考题。

全书共分十七章。绪论、第十五章和第十六章由贺学礼编写；第一章第四节和第九章由郭辉娟编写；第一章第五节由赵丽莉编写；第一章其余各节由易华编写；第二章由孙坤和王晓静编写；第三章由饶颖编写；第四章由苗芳编写；第五章由孙会忠和张赞平编写；第六章由刘惠荣和王平编写；第七章由李国婧编写；第八章由姜在民编写；第十章由赵银萍编写；第十一章由陈刚编写；第十二章由谢树莲编写；第十三章由赵建成、白学良和李敏编写；第十四章第一节和第二节的木兰科—木犀科由赵金莉编写，其余内容由唐宏亮编写；第十七章由孙敏和邓洪平编写。初稿完成后，由贺学礼负责修改、补充和定稿。

在本书编写过程中，各参编学校和教务部门领导对本书的编写和出版给予了大力支持，科学出版社的甄文全编辑就教材内容提出了许多宝贵意见，河北大学学科建设与学位管理处为本书前期准备工

作提供了经费支持，在此一并表示衷心谢意。

本书的编写集中了全国 11 所高等院校的优秀教师，他们均在植物学科教学、科研一线工作多年，有丰富的教学经验。虽然在主观上做了很大努力，但由于水平所限，书中错误和不妥之处在所难免，敬请同行和读者批评指正。

编 者

二〇〇九年二月于保定

第二版前言	
第一版前言	
绪论	1
第一节 植物在生物分界中的地位	1
第二节 植物在自然界和人类生活中的作用	2
第三节 植物科学发展简史和发展趋势	2
第四节 学习植物生物学的目的和方法	3
本章主要内容和概念	4
复习思考题	4
第一章 植物细胞	5
第一节 细胞的基本特征	5
第二节 植物细胞的基本结构	10
第三节 植物细胞后含物	25
第四节 植物细胞分裂、生长、分化和死亡	27
本章主要内容和概念	33
复习思考题	33
第二章 植物组织	34
第一节 植物组织及其形成	34
第二节 植物组织的类型	34
第三节 植物组织的演化、复合组织和组织系统	45
本章主要内容和概念	47
复习思考题	47
第三章 种子和幼苗	48
第一节 种子的基本组成	48
第二节 种子的基本类型	50
第三节 种子的萌发和休眠	52
第四节 幼苗的类型	54
本章主要内容和概念	56
复习思考题	56
第四章 根的结构、发育和功能	57
第一节 根的生理功能	57
第二节 根的形态	58
第三节 根的基本结构	59
第四节 侧根的发生	68
第五节 根的变态	69
第六节 根瘤和菌根	72
本章主要内容和概念	75
复习思考题	76
第五章 茎的结构、发育和功能	77
第一节 茎的生理功能	77
第二节 茎的形态	77
第三节 茎的发生和结构	81
第四节 茎的起源和演化	92
本章主要内容和概念	93
复习思考题	94
第六章 叶的结构、发育和功能	95
第一节 叶的生理功能	95
第二节 叶的组成	95
第三节 叶的发生和结构	96
第四节 叶片结构与生态环境的关系	102
第五节 叶的衰老与脱落	104
本章主要内容和概念	105

复习思考题.....	105	第二节 植物呼吸代谢途径.....	191
第七章 植物的繁殖	106	第三节 电子传递与氧化磷酸化.....	195
第一节 植物繁殖的类型.....	106	第四节 影响呼吸作用的因素.....	197
第二节 花的组成与花序.....	108	本章主要内容和概念.....	198
第三节 花的形成和发育.....	119	复习思考题.....	198
第四节 雄蕊的发育与结构.....	122	第十三章 植物的生长发育及其调控	199
第五节 雌蕊的发育与结构.....	129	第一节 植物的生长物质.....	199
第六节 开花、传粉与受精.....	134	第二节 植物的生长生理.....	203
本章主要内容和概念.....	141	第三节 植物的生长.....	207
复习思考题.....	141	第四节 植物的运动.....	210
第八章 种子和果实	142	本章主要内容和概念.....	211
第一节 种子.....	142	复习思考题.....	211
第二节 果实.....	146	第十四章 植物的生殖生理及其调控	212
第三节 被子植物的生活史.....	150	第一节 外界条件对花诱导的影响.....	212
本章主要内容和概念.....	151	第二节 花器官形成及其生理.....	218
复习思考题.....	151	第三节 受精生理.....	220
第九章 植物的水分代谢	152	第四节 植物的成熟、衰老及其调控.....	223
第一节 植物细胞对水分的吸收.....	152	本章主要内容和概念.....	229
第二节 植物根系对水分的吸收.....	154	复习思考题.....	229
第三节 植物的蒸腾作用.....	157	第十五章 植物多样性研究的基础知识	230
第四节 植物体内水分的运输.....	160	第一节 植物多样性的概念和意义.....	230
本章主要内容和概念.....	161	第二节 植物分类的基础知识.....	231
复习思考题.....	162	第三节 植物分类方法.....	234
第十章 植物的矿质营养	163	本章主要内容和概念.....	236
第一节 植物必需的矿质元素及其作用.....	163	复习思考题.....	236
第二节 植物细胞对矿质元素的吸收.....	167	第十六章 植物界的基本类群与系统演化	237
第三节 植物对矿质元素的吸收.....	172	第一节 低等植物.....	237
第四节 矿质元素在植物体内的运输.....	175	第二节 高等植物.....	259
第五节 无机养料的同化.....	176	第三节 植物界的发生和演化.....	280
本章主要内容和概念.....	178	本章主要内容和概念.....	284
复习思考题.....	178	复习思考题.....	284
第十一章 植物的光合作用	179	第十七章 被子植物多样性	285
第一节 光合作用的意义.....	179	第一节 被子植物分类原则.....	285
第二节 叶绿体及其色素.....	179	第二节 双子叶植物纲 Dicotyledoneae.....	286
第三节 光合作用的光反应.....	181	第三节 单子叶植物纲 Monocotyledoneae.....	331
第四节 光合碳同化.....	184	第四节 被子植物的演化和分类系统.....	346
第五节 影响植物光合作用的环境因素.....	187	本章主要内容和概念.....	351
第六节 植物对光能的利用.....	189	复习思考题.....	352
本章主要内容和概念.....	190	第十八章 植物物种多样性的产生和维持	353
复习思考题.....	190	第一节 物种及物种多样性.....	353
第十二章 植物的呼吸作用	191	第二节 植物物种多样性的产生.....	354
第一节 呼吸作用的概念和生理意义.....	191	第三节 植物物种多样性的维持.....	358

本章主要内容和概念	359	本章主要内容和概念	376
复习思考题	359	复习思考题	377
第十九章 植物与环境	360	第二十章 植物资源的保护与利用	378
第一节 植物的环境	360	第一节 植物资源的基本特征	378
第二节 生态因子	360	第二节 植物资源保护与管理	380
第三节 几种主要生态因子与植物的关系	361	第三节 植物资源合理开发利用	383
第四节 植物的生态适应	363	第四节 人类未来的发展与植物生产	385
第五节 植物种群与环境	364	本章主要内容和概念	386
第六节 植物群落与环境	367	复习思考题	386
第七节 世界主要植被类型分布与环境	370	主要参考文献	387
第八节 植物与生态系统	374	附录 国内外植物科学主要期刊简介	389

绪论

植物生物学是以植物为主要研究对象,从细胞、组织、器官、个体、类群、生态系统等不同层次研究植物的形态与结构、植物生长发育的生理与生化基础、植

物与环境之间相互关系以及植物多样性产生和发展过程与机制的一门学科。学习和研究植物生物学,将有助于人类更好地了解植物界、合理利用和保护植物资源。

第一节 植物在生物分界中的地位

人们对植物界的认识及其范围的划分是随着科学技术的进步而发展的。就目前所知,关于生物分界的理论很多,但归纳起来,主要有两界、三界、四界、五界、六界等分类系统。

1. 林奈的两界系统

现代生物分类的奠基人,瑞典博物学家林奈(Carolus Linnaeus, 1707~1778年)在《自然系统》(*Systema Naturae*, 1735年)一书中明确将生物分为植物和动物两大类,即植物界(Kingdom plant)和动物界(Kingdom animal)。这就是常说的两界系统,两界系统的划分在当时的科学技术条件下具有重大科学意义。至今,许多教科书仍沿用两界系统。

2. 海克尔的三界系统

19世纪前后,由于显微镜的发明和广泛应用,人们发现有些生物兼有植物和动物两种属性,特别是黏菌类,在其生活史中有一个阶段为动物性特征。1860年,霍格(Hogg)提出将所有单细胞生物、所有的藻类、原生动物和真菌归为一类,成立一个原始生物界;1866年德国著名生物学家海克尔(Haeckel, 1834~1919年)提出成立一个原生生物的意见,他把原核生物、原生动物、硅藻、黏菌、海绵等归入原生生物界(Kingdom protista),这就是生物分界的三界系统。

3. 魏泰克的四界、五界系统

1959年,魏泰克(Whittaker, 1924~1980年)提出了四界系统,他将不含叶绿素的真核菌类从植物界分出,建立了真菌界(Kingdom fungi),而且和植物界一起并列于原生生物界之上。10年后,在此基础上,魏泰克又提出了五界系统,他将细菌和蓝藻分出,建立了原核生物界(Kingdom monera),放在原生生物界之下。魏泰克的分界系统,优点是在纵向显示了生物进化的三大阶段,即原核生物、单细胞真核生物和

真核多细胞生物;从横向显示了生物演化的三大方向,即光合自养植物、吸收方式的真菌和摄食方式的动物。

1974年,黎德尔(Leedale)提出了另一个四界系统,他去掉了原生生物界,而将魏泰克五界系统中的原生生物归到植物界、真菌界和动物界中。

4. 六界和八界系统

1949年, Jahn 提出将生物分成后生动物界、后生植物界、真菌界、原生生物界、原核生物界和病毒界的六界系统。1990年, R. C. Brusca 等提出另一个六界系统,即原核生物界、古细菌界(Archaeobacteria)、原生生物界、真菌界、植物界和动物界。1989年, Cavalier-Smith 提出生物分界的八界系统,将原核生物分成古细菌界和真细菌界(Eubacteria);把真核生物分成古真核生物超界和后真核生物超界,前一超界仅有古真核生物界,后一超界有原生动植物界、藻界、植物界、真菌界和动物界。

5. 我国学者对生物分界的意见

1965年胡先骕将生物分为始生总界和胞生总界,前者仅包括无细胞结构的病毒,后者包括细菌界、黏菌界、真菌界、植物界和动物界。1966年,邓叔群根据3种营养方式把生物分成植物界(光合自养)、动物界(摄食)和真菌界(吸收)。1979年,陈世骧根据生命进化的主要阶段将生物分成3个总界的五界或六界新系统,即非细胞总界(仅为病毒),原核总界(包括细菌界和蓝藻界),真核总界(包括真菌界、植物界和动物界)。1977年,王大耜等认为应在魏泰克五界系统基础上增加一个病毒界的六界系统。迄今为止,对于病毒是否属于生物以及病毒是否比原核生物更原始,国内外尚无定论。

在不同生物分界系统中,植物的概念及其所包括的类群也不一样,如将生物分为植物和动物两界时,

植物界包括藻类、菌类、地衣、苔藓、蕨类和种子植物；在五界系统中，植物界仅包括多细胞光合自养类群，而菌类、地衣和单细胞藻类以及原核蓝藻则不包括在内（天麻、水晶兰等部分腐生植物虽不能光合作用，属于异养生物，但仍属于植物界）。

第二节 植物在自然界和人类生活中的作用

植物界绚丽多姿，五彩缤纷，不同植物的形态、结构、生活习性及对环境的适应性各有差异，但却具有共同的基本特征，即植物细胞有细胞壁，具有比较固定的形态；大多数种类含有叶绿体，能进行光合作用和自养生活；植物细胞具全能性，即由1个植物细胞可培养成1个植物体；大多数植物个体终生具有分生组织，在个体发育过程中能不断产生新器官；植物对于外界环境的变化影响一般不能迅速做出反应，而往往只在形态上出现长期适应的变化等。

植物是生物圈中一个庞大的类群，有50余万种，广泛分布于陆地、河流、湖泊和海洋，它们在生物圈的生态系统、物质循环和能量流动中处于最关键地位，在自然界具有不可替代的作用。

第一，绿色植物能够进行光合作用，把简单的无机物合成复杂的有机物，并在植物体内进一步同化为脂类、蛋白质类物质，这不仅解决了绿色植物自身营养，也维持了非绿色植物和人类的生命。通过非绿色植物对死的有机体进行分解，又可把复杂有机物分解成简单的无机物，再为绿色植物利用。总之，植物在自然界中，通过光合作用和矿化作用，即合成和分解，使自然界的物质循环往复，永无止境。

据推算，地球上的植物为人类提供90%的能量，80%的蛋白质，食物中有90%产自陆生植物。人类食物有3000多种，其中作为粮食作物的有麦、稻、高粱、玉米等；果蔬植物有桃、苹果、梨、香蕉、萝卜、

白菜等；大豆、花生、油菜为重要油料植物；棉、大麻、苧麻、竹是纺织或造纸原料；许多高大树木的木材可供建筑、桥梁等用。

许多植物分别含有各种生物碱、苷类、萜类、氨基酸、激素、抗生素等医药用有效成分，在防病治病、促进人类身体健康方面发挥重要作用，如薄荷、黄芪、黄芩、白术、金银花、人参、丹参、厚朴等均重要的药用植物。医药上常用的青霉素、土霉素等，也是从低等植物的菌类中提制而成。植物不仅在农业、林业生产上具有重要作用，而且为工业生产提供原料或直接参与作用。

第二，植物在维持地球上物质循环的平衡中起着不可替代的作用，如通过光合作用吸收大量 CO_2 和放出大量 O_2 ，以维持大气中 CO_2 和 O_2 的平衡；通过合成与分解作用参与自然界中矿物质的循环和平衡。

第三，植物为地球上其他生物提供了赖以生存的栖息和繁衍后代的场所。

第四，植物有净化空气、检测有毒物质、防风固沙、涵养水源、调节气候、保持水土等作用。

总之，植物在自然界中是第一性生产者，是一切生物（包括人类）赖以生存的物质基础，为一切真核生物（包括需氧原核生物）提供生命活动必需的氧气和生存环境，维持着自然界中的物质循环和平衡，甚至可以说，没有植物，其他的生物（包括人类）无法生存。

第三节 植物科学发展简史和发展趋势

植物科学的发生和发展与人类对植物的利用程度密切相关。早期的人类在采集植物充饥御寒和医治疾病过程中认识和利用植物，使本草学逐渐建立起来。我国在东汉时期（25~220年）的《神农本草经》就收有中草药365种，是我国目前可以查考的第一部本草总结。以后各代志书都有关于新植物记述和栽培植物考证，并有历代相传的药用植物专书，如明代李时珍的《本草纲目》，详细描述药物1892种，其中有植物1195种，是研究我国植物的一部经典性著作。《中国

植物志》是世界最大的植物巨著之一，共有80卷125册，记载植物301科3408属31142种。*Flora of China*对80卷125册的《中国植物志》进行了全面修订，并译成英文，共有文字25卷，图版24卷，是目前世界上最大、水平很高的英文版植物志。

16世纪末17世纪初，植物开始成为许多科学家注意的焦点，其原因与其说是在于对植物的营养和医药价值，倒不如说是在于对植物发生了兴趣，这些植物学家所写的著作标志着向植物分类迈开极重要的一步。

英国物理学家 Hooke 利用自制的显微镜发现了细胞,并于 1665 年出版了《显微图谱》一书。1672 年英国的 Grew 发表了《植物解剖学》。1737 年林奈发表了《自然系统》,奠定了现代分类学的基础。

18 世纪开始,植物科学从描述转向实验,细胞学、解剖学、生理学、胚胎学、分类学等先后发展起来。19 世纪英国达尔文(C. R. Darwin)的《物种起源》提出进化论观点,对植物科学的发展起着十分重要的推动作用。19 世纪,德国的施莱登(M. J. Schleiden)和施旺(T. A. H. Schwann)创立细胞学说,证明了生物在结构上和起源上的同一性,为以后深入研究生命现象提供了重要基础。

英国的 Priestley 于 1771 年发现植物可以恢复因燃烧而变“坏”了的空气;1804 年瑞士的 Saussure 证实 CO_2 和 H_2O 是植物生长的原料;1845 年德国的 Meyer 证实植物把太阳能转化为化学能;1860 年左右人们已用 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{CH}_2\text{O}) + \text{O}_2$ 表示植物利用光能的总过程;1897 年首次在教科书中称它为光合作用。

德国的化学家 Liebig 于 1842 年在美国科学促进会上作题为《化学应用于农业及生理学》的报告,奠定了植物矿质营养理论的基础。

能量守恒定律的发现进一步促使人们探讨植物生命活动中的能量关系,推动了植物生理学的发展。

1866 年 Mendel 的豌豆杂交实验揭示了植物遗传的基本规律,推动了遗传学的发展;美国的 Morgan 于 1926 年发表了《基因论》,总结了遗传学的成就,形成了遗传学理论体系。

1895 年丹麦 Warming 的《以植物生态地理为基础的植物分布学》以及 1898 年德国 Schimper 的《以生理

学为基础的植物分布学》标志着植物生态学的诞生。

总之,经过 18 世纪到 20 世纪初期的发展,诞生了一批植物科学的分支学科,如植物形态学(Plant Morphology)、植物解剖学(Plant Anatomy)、植物分类学(Plant Taxonomy)、植物生理学(Plant Physiology)、植物生态学(Plant Ecology)、植物胚胎学(Plant Embryology)、植物细胞学(Plant Cytology)、植物遗传学(Plant Genetics)、植物地理学(Plant Geography)、植物化学(Phytochemistry)、植物资源学(Plant Resource)、植物生物学(Plant Biology)等。与此同时,植物科学也为农林业生产作出了重要贡献。

由于研究方法和实验技术不断创新,各个领域与相邻学科的不断渗透,使得植物科学迅速发展。在微观领域,由细胞水平进入亚细胞、分子水平,对植物体结构与机能有了更深入的了解,在光合作用、生物固氮、呼吸作用、离子吸收等许多方面获得了重大突破,特别在确认 DNA 是遗传的分子基础,并阐明了 DNA 双螺旋结构之后,人们开始从分子水平上认识植物。在宏观领域,已由植物的个体生态进入到种群、群落及生态系统的研究,甚至采用卫星遥感技术研究植物群落在地球表面的空间分布和演化规律,进行植物资源调查。尤其是分子生物学和基因组学的迅速崛起,对植物学发展产生了巨大影响,致使边缘学科和整合性研究领域层出不穷。可以预见,随着模式植物拟南芥、水稻等植物基因组计划的完成和基因功能的阐明,人们对植物生长发育、遗传、进化以及植物与环境之间关系等问题的认识将发生革命性飞跃。植物科学将在更高层次上和更大范围内,探索植物生命奥秘和发展规律,并在人口膨胀、资源枯竭、生态建设、环境污染等重大问题上发挥重要作用。

第四节 学习植物生物学的目的和方法

植物生物学是一门基础课,因此,学习本门课程时,要牢固掌握植物科学的基础知识和基本理论,既要了解植物科学发展历史和现状,也要了解植物科学的发展趋势、植物科学与其他科学技术的关系以及植物和植物科学在自然界和人类社会发展中的重要意义。

学习植物生物学,必须注意辩证思维,把握知识间的内在联系,如形态结构与生理功能的关系,形态结构与生态环境的关系,个体发育和系统发育的关系,遗传与变异的关系,共性和个性的关系,多样性保护和资源开发利用的关系等。只有掌握不同植物生长发育的规律性,以及它们与环境间生态关系的规律性,科学地加以控制、促进和调节,才能从植物获得更多

产品和产量。

学习植物生物学,要在学习植物科学基本理论和基本知识的基础上,注意了解新成就、新动向和新发展。要学会和经常查阅国内外重要植物科学期刊和参考书,以了解植物科学的新信息。

植物生物学和其他生物科学一样,都有相似的研究方法,通过认真观察、系统比较、归纳和实验,以了解植物生活现象、生物发育和形态结构,从而揭示植物生活、生长与发育和形态与结构变化的表现、规律和本质。植物生物学是一门实验性很强的学科,学习时,必须理论联系实际,将课堂系统讲授与实验和实习密切结合,按照植物生长发育过程进行学习和实践。

本章主要内容和概念

植物生物学是以植物为主要研究对象,从细胞、组织、器官、个体、类群、生态系统等不同层次研究植物体的形态、结构和功能,植物生长发育的生理与生化基础,植物与环境之间相互关系以及植物多样性产生和发展过程与机制的一门学科。

生物界可划分为两界(植物界和动物界)、三界(植物界、动物界和原生生物界)、四界(植物界、动物界、原生生物界和菌物界)、五界(植物界、动物界、原生生物界、原核生物界和菌物界)和六界(原五界和病毒界)。

植物的多样性主要体现在形态结构、生活习性和对环境的适应性等方面。植物种类的多样化来自种的持续形成过程,它是植物有机体在与环境长期相互作用下,经过遗传、变异、适应和选择等一系列矛盾运动产生的,同时也与人类生产劳动的实践活动密不可分。

不同种类的植物具有共同的基本特征,即植物细胞有细胞壁,具有比较固定的形态;大多数种类含有叶绿体,能进行光合作用,进行自养生活;植物细胞具有全能性;大多数植物个体终生具有分生组织,在个体发育过程中能不断产生新器官;植物对于外界环

境的变化影响一般不能迅速做出反应,而往往只在形态上出现长期适应的变化。

植物在自然界中是第一批生产者,是一切生物(包括人类)赖以生存的物质基础,为一切真核生物(包括需氧原核生物)提供生命活动必需的氧气和生存环境,维持着自然界的物质循环和平衡,甚至可以说,没有植物,其他的生物(包括人类)无法生存。

植物科学的形成和发展与人类生产实践密切相关。由于研究方法和实验技术不断创新,各个领域与相邻学科的不断渗透,使得植物科学迅速发展,一些传统学科间的界限逐渐淡化,特别是分子生物学的迅速崛起,对植物科学的发展已经产生了巨大影响,使得边缘学科和新兴学科层出不穷。

研究植物的目的是认识和揭示植物生长、发育、遗传和分布等的规律,控制、利用、保护和改造植物,充分利用植物资源,提高农作物产量和品质,发展国民经济,改善人民生活。

学习植物生物学,必须确立辩证唯物主义思想,理论联系实际科学态度,系统与进化的概念,动态发展的观点、局部和整体的观点、比较和归纳总结的观点。

复习思考题

1. 什么是植物?如何区分植物和动物?
2. 简述植物在自然界和人类生活中的重要性。
3. 举例说明代表性人物对植物科学发展的贡献。
4. 举例说明现代生物技术对植物科学发展的推动作用。
5. 如何才能学好植物生物学?

第一章 植物细胞

细胞是植物体结构和功能的基本单位。植物有机体，无论是高大乔木、低矮草本，还是微小的多细胞藻类都是由细胞组成的。植物的一切生命代谢活动都发生在细胞中。

细胞的发现依赖于显微镜的发明和发展。因为绝大多数细胞直径在 $30\mu\text{m}$ 以下，远远超出了人们肉眼直接可见的范围（ $100\mu\text{m}$ 以上），因此，只有借助放大装置才能观察到细胞。1665年，英国物理学家胡克（R. Hooke, 1635~1703年）创造了第一台有科学研究价值的显微镜，它的放大倍数为40~140倍，胡克利用这架显微镜观察了软木（栎树皮）切片，看到了许多紧密排列、蜂窝状的小室，称之为“细胞”（cell）。他估计1立方英寸^①软木包含大约 1259×10^6 个细胞。胡克实际上观察到的是细胞死亡后留下的细胞壁围成的空腔。由于他首先于1665年在观察植物组织时叙述了这样的结构，并提出细胞（cell）一词，因而沿用至今。此后，生物学家就用细胞“cell”一词来描述生物体的基本结构单位。

真正观察到活细胞的是与胡克同时代的荷兰科学家列文虎克（A. van Leeuwenhoek, 1632~1723年），他在1677年用自制显微镜观察到池塘水中的原生动物、蛙肠内的原生动物、人类和哺乳类动物的精子等，这些都是生活的细胞。

胡克发现细胞之后200年中，由于当时所使用的显微镜比较简单，分辨率较低，清晰度也不高，限制了人们对细胞的深入认识。直到19世纪30年代，显微镜制造技术有了明显改进，分辨率提高到 $1\mu\text{m}$ 以内，同时由于切片机的制造成功，使显微解剖学取得了长足进展。1831年，布朗（R. Brown）在兰科植物和其他几种植物的表皮细胞中发现了细胞核。施莱登（M. J. Schleiden）

把他看到的核内小结构称为核仁。1839年著名显微解剖学家浦金野（Purkinje）首先把细胞的内容物称为“原生质”（protoplasm），提出细胞原生质的概念。随后，莫尔（H. von Mohl）等发现动物细胞中“肉样质”和植物细胞的原生质在性质上是一样的。至此，人们便确定了动物、植物细胞具有最基本的共性成分——原生质。1880年Hanstein提出“原生质体”（protoplast）的概念，于是形成了“细胞是有膜包围的原生质团”的基本概念。

这一时期，学者们开始思索细胞与生物体的关系。1838年，德国植物学家施莱登论证了所有植物都是由细胞组合而成，一年以后，德国动物学家施旺（T. A. H. Schwann, 1810~1882年）认为动物体也是由细胞组成的。施莱登和施旺两人共同提出：一切植物、动物都是由细胞组成的，细胞是一切动植物的基本单位，这就是著名的“细胞学说”（cell theory）。它论证了生物界的统一性和共同起源。之后，德国病理学家R. Virchow 1855年指出“细胞来自细胞”使细胞学说更加完善，其主要内容可概括为：①一切生物，从单细胞到高等动物、植物都是由细胞组成的；②细胞是生物形态结构和功能活动的基本单位；③细胞来源于细胞的分裂或融合；④卵子和精子都是细胞。

细胞的发现，使我们了解到所有植物体和动物体都是从细胞繁殖和分化中发育起来的。也使我们不仅知道一切高等有机体都是按照一个共同规律发育和生长的，而且通过细胞的变异能力有机体能改变自己的物种，并从而实现一个比“个体发育”更高的发育途径。由此可见，只有在细胞学说建立后，人们才认识到：细胞是生物有机体结构和生命活动的单位，是生物“个体发育”与“系统发育”的基础。它在生物学发展史上占有非常重要的地位。

第一节 细胞的基本特征

一、细胞的基本概念

细胞是生物有机体最基本的形态结构单位。除病

毒外，一切生物有机体都是由细胞组成的。单细胞生物体只由一个细胞构成，而高等植物体则由无数功能和形态结构不同的细胞组成。

细胞是代谢和功能的基本单位。在生物有机体代谢活动与执行功能过程中，细胞是一个独立的、高度

① 1英寸 $\approx 2.54\text{cm}$ ，下同。

有序的、能够进行自我调控的代谢功能体系，虽然细胞形态各有不同，但每一个生活细胞都具有一套完整的代谢机构以满足自身生命活动需要，至少是部分地自给自足。除此之外，生活细胞还能对环境变化做出反应，从而使其代谢活动有条不紊地协调进行。在多细胞生物体中，各种组织分别执行特定功能，但都以细胞为基本单位而完成。

细胞是有机体生长发育的基础。一切生物有机体的生长发育是以细胞分裂、细胞体积增长和细胞分化来实现的。细胞是生长和发育的基本单位。组成多细胞生物体中的众多细胞尽管形态结构不同，功能各异，但它们都是由同一受精卵经过细胞分裂和分化而来。

细胞是遗传的基本单位，具有遗传上的全能性。无论是低等生物或高等生物的细胞、单细胞或多细胞生物的细胞、结构简单或结构复杂的细胞、分化或未分化的细胞，它们都包含全套遗传信息，即具有一套完整的基因组。植物的性细胞或体细胞在合适的外界条件下培养可诱导发育成完整的植物体，这说明从复杂有机体中分离出来的单个细胞，是一个独立的单位，具有遗传上的全能性。

根据细胞在结构、代谢和遗传活动上的差异，把

细胞分为两大类，即原核细胞（procaryotic cell）和真核细胞（eucaryotic cell）。原核细胞没有典型的细胞核，其遗传物质分散在细胞质中，且通常集中在某一区域，但两者之间没有核膜分隔；原核细胞遗传信息的载体仅为一环状 DNA，DNA 不与或很少与蛋白质结合；原核细胞的另一特征是没有分化出以膜为基础的具有特定结构和功能的细胞器；原核细胞通常体积很小，直径为 0.2~10 μm ；由原核细胞构成的生物称为原核生物（procaryote），原核生物主要包括支原体（mycoplasma）、衣原体（chlamydia）、立克次氏体（rickettsia）、细菌、放线菌（actinomycetes）和蓝藻等，几乎所有原核生物都是由单个原核细胞构成。相比之下，真核细胞具有典型的细胞核结构；DNA 为线状，主要集中在由核膜包被的细胞核中；真核细胞同时还分化出以膜为基础的多种细胞器，其代谢活动，如光合作用、呼吸作用、蛋白质合成等分别在不同细胞器中进行，或由几种细胞器协同完成，细胞中各个部分的分工，有利于各种代谢活动的进行。由真核细胞构成的生物称为真核生物（eucaryote），高等植物和绝大多数低等植物均由真核细胞构成。原核细胞与真核细胞的差别见表 1-1。

表 1-1 原核细胞与真核细胞的主要差别

要点	原核细胞	真核细胞
大小	大多数很小（0.2~10 μm ）	大多数较大（10~100 μm ）
细胞核	无膜包围，称为拟核	有双层膜包围
核仁	无	有
染色体		
形状	多为环状 DNA 分子	核中多为线性 DNA 分子；线粒体和叶绿体的为环状 DNA 分子
数目	1 个基因连锁群	1 个或多个基因连锁群
组成	DNA 裸露或结合少量蛋白质	核 DNA 同组蛋白结合；线粒体和叶绿体的 DNA 裸露
DNA 序列	无或很少重复序列	有重复序列
基因表达	RNA 和蛋白质在同一区间合成	RNA 在核中合成和加工；蛋白质在细胞质中合成
细胞分裂	直接分裂或出芽	有丝分裂或减数分裂
内膜	无独立的内膜	有内膜，分化成细胞器
细胞骨架	无	普遍存在
运动细胞器	由鞭毛蛋白丝构成简单鞭毛	由微管构成纤毛和鞭毛
核糖体	70S（50S+30S）	80S（60S+40S）
营养方式	吸收，有的可进行光合作用	吸收，光合作用，内吞
细胞壁成分	肽聚糖，蛋白质，脂多糖，脂蛋白	植物细胞壁主要是纤维素和果胶

二、细胞生命活动的物质基础——原生质

原生质是一个生活细胞中所有有生命活动的物质的总称，是生活细胞内半透明胶体状物质。由多种有机物质和无机物组成，不同的细胞类型和细胞不同代谢阶段，其物质组成差异很大。

原生质的元素组成主要有 C、H、N、O、P、S、Ca、K、Cl、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn、Mo 等。其中，C、

H、N、O 四种元素占 90% 以上，它们是构成各种有机化合物的主要成分。除此以外的其他元素含量较少或很少，但也非常重要。各种元素的原子或以各种不同的化学键互相结合而成各种化合物，或以离子形式存在于植物细胞内。

组成原生质的化合物可分为无机物和有机物两大类，前者包括水和无机盐，后者主要包括核酸、蛋白质、脂类、多糖等。