

Botany

生物科学
生物技术
系 列

普通高等教育“十二五”规划教材
精品课程教材

植物学

李春奇 罗丽娟 主编



化学工业出版社

生物科学
生物技术
系 列

Botany

普通高等教育“十二五”规划教材

精品课程教材

植物学

李春奇 罗丽娟 主编

王伟 杨好伟 胡秀丽 陈惠萍 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

植物学/李春奇, 罗丽娟主编. —北京: 化学工业出版社, 2011. 10

普通高等教育“十二五”规划教材. 精品课程教材
ISBN 978-7-122-12559-0

I. 植… II. ①李… ②罗… III. 植物学-高等学校-教材 IV. Q94

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 209086 号

责任编辑: 刘 畅 赵玉清
责任校对: 宋 夏

文字编辑: 周 倜
装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 22 $\frac{3}{4}$ 字数 609 千字 2012 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 39.80 元

版权所有 违者必究

《植物学》编写人员名单

主 编：李春奇（河南农业大学）

罗丽娟（海南大学）

副 主 编：王 伟（河南农业大学）

杨好伟（海南大学）

胡秀丽（河南农业大学）

陈惠萍（海南大学）

其他参编人员（按参编章节先后排序）：

王业华（海南大学）

邵付菊（河南农业大学）

尤丽莉（海南大学）

黄 瑾（海南大学）

魏东伟（河南农业大学）

袁志良（河南农业大学）

罗丽华（海南大学）

单家林（海南大学）

李家美（河南农业大学）

杨慧玲（河南农业大学）

前 言

植物学以植物的形态、器官结构与发育和植物的系统分类为主要研究内容，是人们在认识自然界中积累起来，并随着认识水平的不断提高而得到深化、丰富的一门学科，也是高校农、林、生命科学类专业的基础课程。近年来，随着教学改革的深化，植物学理论授课学时已经大幅缩减，对与之相适应教材的需求迫在眉睫。植物学课程是河南和海南省的省级精品课程，并且海南大学的植物学教学团队也获得了国家级教学团队荣誉称号。编写者在尽可能吸收现代植物科学的新发现、新理论和国内外优秀教材的精华成分的基础上，编写了本教材。本书既对植物学的基本理论作了全面的阐述，又对部分章节的内容进行了简化；既有基础的知识，又增加了植物科学的新发现、新进展，力求适应农业生产类和生命科学类专业的教师、学生的使用需求。

全书按照植物细胞、组织、被子植物营养器官、被子植物生殖器官、植物界各大类群的顺序编著，章节的编排与国内多数高等院校教学大纲的内容体系相吻合。植物细胞、组织、器官部分的内容全面而简洁，系统分类部分的内容简明扼要、系统性强。介绍被子植物 41 科，对代表植物的介绍兼顾了我国南、北地区的物种，便于读者全面了解、认识不同区域的植物种类。为了方便自学和复习，每个章节后均附有复习思考题。全书配备配套的电子课件，可登录 www.cipedu.com.cn 免费浏览下载。

本教材由河南农业大学和海南大学一直从事植物学教学和科研的教师撰写。既有 40 余年教学经验的老专家，又有年富力强的省级特聘教授；既有 10 余年国外阅历的学者，又有思维活跃的年轻博士。全书由李春奇、罗丽娟、王伟完成统稿。

最后，感谢河南省植物学会理事长、河南农业大学博士生导师叶永忠教授对全书的审校。感谢化学工业出版社刘畅编辑对本书出版给予的支持和指导及图文编辑方面的大力帮助。

由于编者水平有限，书中难免出现错误和纰漏，敬请读者多提宝贵意见，以便今后进一步修订和提高。

目 录

绪论	1
一、植物界	1
二、植物的多样性及我国的植物资源	1
三、植物学发展简史及分支学科	2
四、学习植物学的目的和方法	4
第一章 种子和幼苗	6
第一节 种子的结构	6
一、胚	6
二、胚乳	7
三、种皮	7
第二节 种子的主要类型	8
一、有胚乳种子	8
二、无胚乳种子	9
第三节 种子的萌发	11
一、种子萌发的条件	11
二、种子萌发的过程	12
第四节 幼苗的类型	14
一、子叶出土幼苗	14
二、子叶留土幼苗	15
复习思考题	16
第二章 植物细胞和组织	17
第一节 植物细胞	17
一、植物细胞概述	17
二、细胞生命活动的物质基础——原生质	19
三、植物细胞形态与大小	21
四、真核植物细胞的基本结构与功能	23
五、植物细胞的后含物	45
六、植物细胞的分裂	49
七、植物细胞的生长与分化	54
八、植物细胞的死亡	55
第二节 植物组织	56
一、植物组织的类型	56
二、复合组织和组织系统	62
复习思考题	64
第三章 被子植物营养器官的形态、结构和功能	65
第一节 根	65
一、根的发生、类型和生理功能	65
二、根尖分区及其生长动态	67
三、根的结构	71

四、侧根发生	78
五、根瘤和菌根	80
第二节 茎	83
一、茎的生理功能和经济用途	83
二、茎的形态特征和分枝方式	84
三、茎的发育与结构	89
第三节 叶	107
一、叶的主要生理功能	107
二、叶的基本形态	108
三、叶的发生与发展	110
四、叶的结构	111
五、叶的生态类型	121
第四节 营养器官之间的相互联系及其变态	126
一、营养器官的相互联系	126
二、营养器官的变态	131
三、同功器官与同源器官	141
复习思考题	142
第四章 被子植物生殖器官的形态、结构和功能	143
第一节 植物的繁殖	143
一、植物的营养繁殖	143
二、植物的无性繁殖	145
三、植物的有性生殖	145
第二节 花的组成与花芽分化	146
一、花的概念	146
二、花的组成和花序	146
三、花芽分化	149
四、花器官的发育——ABC 模型	152
第三节 雄蕊的发育与结构	153
一、雄蕊的发育	153
二、花药的发育和结构	154
三、花粉母细胞的减数分裂	156
四、花粉粒的形成和发育	160
五、花粉粒的形态和结构	162
六、花粉生活力、花粉植物、雄性不育	163
第四节 雌蕊的发育及其结构	164
一、雌蕊的发育	164
二、胚珠的组成和发育	166
三、胚囊的发育与结构	167
第五节 开花、传粉和受精	171
一、开花	171
二、传粉	172
三、受精	173

第六节 种子的发育过程	176
一、胚的发育	176
二、胚乳的发育	178
三、种皮的发育	182
四、无融合生殖和多胚现象	184
第七节 果实的发育、结构和传播	185
一、果实的发育与结构	185
二、单性结实和无籽结实	188
三、果实与种子的传播	188
第八节 被子植物的生活史	190
第九节 模式植物拟南芥	191
复习思考题	192
第五章 植物界的基本类群与演化	193
第一节 低等植物	193
一、藻类植物	193
二、菌类植物	201
三、地衣植物	207
第二节 高等植物	208
一、苔藓植物	208
二、蕨类植物	212
三、裸子植物	218
四、被子植物	222
第三节 植物界的发生和演化	223
一、细菌和蓝藻的发生和演化	223
二、真核藻类的发生和演化	224
三、黏菌和真菌的发生和演化	224
四、苔藓和蕨类植物的发生和演化	225
五、裸子植物的发生和演化	225
六、被子植物的发生和演化	226
复习思考题	229
第六章 种子植物分类	230
第一节 植物分类的基础知识	230
一、学习植物分类学的意义	230
二、植物分类学简史和植物分类方法	231
三、植物分类的等级单位和植物命名法则	234
四、植物检索表和植物分类学常用参考资料	239
五、植物园和植物标本室	243
第二节 裸子植物分类	244
一、苏铁纲	244
二、银杏纲	245
三、松柏纲	245
四、红豆杉纲	247

五、买麻藤纲·····	247
第三节 被子植物分类·····	248
一、被子植物分类形态学术语·····	248
二、被子植物分类原则和被子植物分类系统·····	262
三、双子叶植物纲·····	267
四、单子叶植物纲·····	313
复习思考题·····	334
第七章 植物与环境·····	335
第一节 植物的多样性·····	335
一、植物多样性的概念·····	335
二、植物多样性的价值·····	336
三、植物多样性的空间分布格局·····	337
四、多样性的丧失·····	337
五、多样性的保护·····	338
第二节 植物群落环境·····	339
一、植物的环境·····	339
二、植物的生态适应·····	341
三、植物群落的基本特征·····	342
四、种类组成的性质分析·····	343
五、群落的结构·····	343
第三节 世界主要植被类型·····	344
一、植被分布的规律性·····	344
二、世界陆地主要植被类型及其分布·····	346
第四节 植物资源保护与利用·····	350
一、植物资源的保护·····	350
二、植物资源的利用·····	351
复习思考题·····	353
参考文献·····	354

绪 论

植物学 (Botany) 是研究植物的形态、结构、功能、生长发育、多样性及其与环境之间关系的学科。通过学习植物学,可以理解植物的结构、功能和多样性,了解植物的起源和进化。

一、植物界

植物界的含义、范围以及它在生物界的位置,是随着生物界的划分而定的。

1753 年,瑞典博物学家林奈 (Carolus Linnaeus) 把生物分成植物界和动物界两界,即营固着生活、具细胞壁的自养生物为植物;能运动、具吞食功能的异养生物为动物。

随着显微镜的广泛使用,人们发现有些生物兼有植物和动物的特征,这样在植物与动物之间就失去了截然的界线。为了解决这一矛盾,德国生物学家海克尔 (E. Haeckel) 于 1866 年提出建立原生生物界,主要包括一些原始的单细胞生物,从而形成了“三界系统”。杜德逊 (Dodson) 在 1971 年也提出了一个由原核生物界、植物界和动物界的三界系统。

1983 年,美国人科帕兰 (Copeland) 根据有机体的组织水平,把生物划分为原核生物界、原始有核界、后生植物界和后生动物界四界系统。1959 年美国人魏泰克 (R. H. Whittaker) 在海克尔三界系统的基础上,将不含叶绿体的真核菌类从植物界中分出,建立了真菌界,形成了他的四界系统。

1969 年,魏泰克在其四界系统的基础上,又提出了五界系统 (原核生物界、原生生物界、真菌界、植物界、动物界),将细菌和蓝藻从原生生物界中分出,建立了一个原核生物界。魏泰克五界系统的优点是在纵向显示了进化的三大阶段,即原核生物、单细胞真核生物 (原生生物界) 和真核多细胞生物 (真菌界、植物界和动物界);从横向显示了生物演化的三大方向,即光合自养的植物、吸收方式的真菌和摄食方式的动物。所以此五界系统影响较大、流传较广,目前在国内外许多教科书中被采用。

1949 年,贾翰 (Jahn) 提出了一个六界系统,即后生动物界、后生植物界、真菌界、原生生物界、原核生物界和病毒界;1990 年,布鲁斯卡 (R. C. Brusca) 提出另一个六界系统,即原核生物界、古细菌界、原生生物界、真菌界、植物界和动物界。中国学者胡先骕 1965 年提出的六界是:病毒界、细菌界、黏菌界、真菌界、植物界和动物界;1977 年,王大相等提出在魏泰克五界系统的基础上增加病毒界的六界系统;1979 年,陈世襄的六界是:病毒界、细菌界、蓝藻界、真菌界、植物界和动物界。1989 年卡瓦里尔-史密斯 (Cavalier-Smith) 提出八界系统,即:古细菌界、真细菌界、古真核生物界、原生动物界、藻界、植物界、真菌界、动物界。

1978 年,魏泰克和玛古里斯 (Margulis) 根据分子生物学研究的资料,提出一个三界学说,即古细菌原界、真细菌原界和真核生物原界。三界系统目前正受到人们的重视。

综上所述,有关生物的分界还是一个悬而未决的问题。随着生物科学的进一步发展及研究水平和研究层次的深入,还可能提出一些新的看法。

考虑到植物学的基础性及大多植物学书籍的划界范围,本书仍采用两界系统。

二、植物的多样性及我国的植物资源

1. 植物的多样性

(1) 种类繁多 从地球上的生命诞生至今,经历了 35 亿年进化和发展过程,形成了约

200 万种现存生物，其中属于植物界的有 50 余万种。

(2) 分布极广 高山、平原、荒漠、海洋、空中、地下、赤道、极地等都有不同种类的植物生长繁衍。

(3) 形态、结构多种多样 有的植物体是单细胞，有的是群体（即由一定数量的、相互之间有着代谢上的联系、形态上无明显差异、功能上没有明显分工的细胞群聚而成的植物体），多数是细胞间联系紧密、功能上有明显分工的多细胞植物体。多细胞植物体有叶状体、茎叶体及具根茎叶分化的植物体；最进化的种子植物还能产生种子繁殖后代。

(4) 营养方式既有自养也有异养 绝大多数植物体内都含叶绿素，能进行光合作用，自制养料，它们被称为绿色植物或自养植物；但也有一些植物，不含叶绿素，不能自制养料，而是寄生在其他植物体上靠吸取寄主的有机营养物质生活，如菟丝子、列当等，被称为寄生植物；还有些植物和许多菌类，它们生长在死亡的机体上，通过对有机体的分解而摄取所需的养料，称之为腐生植物。寄生植物和腐生植物也称异养植物。

(5) 体形大小悬殊，寿命长短不一 最小的支原体直径仅 $0.1\mu\text{m}$ ，而北美的巨杉高可达 142 m。种子植物中寿命长的可生活 4 000 多年（如美国加利福尼亚州有裸刺果松已 4 900 岁），而短命菊只需一周就可完成整个生活史。

2. 我国的植物资源

我国植物资源十分丰富，仅种子植物就有 3 万多种，占世界的 1/8，仅次于马来西亚和巴西，位居世界第三位。许多有较大经济意义的植物是我国原产或特产，如桃、梅、柑橘、枇杷、白菜、茶、桑、油桐、水稻、大豆、苧麻、玫瑰、月季、牡丹、菊花、兰花、珙桐、水仙、山茶、杜鹃花等。被誉为活化石的银杏、水杉、水松、银杉，更是稀世珍宝。我国的中药材资源尤为丰富，杜仲、人参、当归、柴胡、雪莲、天麻、石斛、虫草等均为名贵药用植物。我国南部热带地区气候温暖、雨水充沛，有利于多种植物的生长繁殖，典型植物有橡胶、油棕、胡椒、椰子、槟榔、荔枝、龙眼、香蕉、菠萝、芒果、橄榄；我国台湾地区是世界盛产香樟的宝岛；广阔的亚热带地区是全国水稻商品粮重要基地，柑橘类果品的主要产地；川南、桂北是川药、桂药的主产地，山上有 100 万年前残存的银杉；西南高山是举世闻名的天然高山花园；华北地区和辽东半岛是全国小麦、棉花和杂粮的重要产区，同时还盛产苹果、梨、核桃、枣等大量经济作物；东北平原、内蒙古高原地区，除有一望无际的大草原外，还有高粱、荞麦等；西北地区，尤其是新疆，不仅是我国优质长绒棉生产基地，还是葡萄、香梨、西瓜和哈密瓜等优质果品生产基地。在我国几乎可以看到北半球地面上覆盖的各种类型的植物群。

三、植物学发展简史及分支学科

植物学是随着人类利用植物的生产实践活动而逐渐建立和发展起来的。人类从食用植物到试百草医疗疾病，逐渐积累了有关植物的知识。随着生产的发展，引起人们对植物的形态特征、生活习性及其与环境的关系等进行多方面的观察研究，积累了大量资料，总结发展形成了植物学科。

我国是研究植物最早的国家，殷代（公元前 1324—1066 年）已开始种植麦、稻、黍、粟。春秋时期（公元前 722—481 年）的《诗经》中记载描述了 200 多种植物。汉代（公元前 206—公元 220 年）的《神农本草经》（草书于西汉，成书于东汉）是世界上最早的本草著作，记述植物 252 种。西晋（公元 265—316 年）嵇含的《南方草木状》（304 年成书），是我国最早的植物志书。东晋（317—420 年）戴凯之的《竹谱》是我国最早的植物学专著。北魏（386—534 年）贾思勰的《齐民要术》是世界上最古老而又保存得最完整的农学巨著。明代徐光启（1562—1633 年）的《农政全书》（1639 年成书）是农业科学方面集大成的著作。明代李

时珍的《本草纲目》(1578年)应为本草类之中最著名的,详细描述了1195种植物,为多国学者推崇。清朝吴其濬(1789—1847年)的《植物名实图考》(1848年由山西巡抚陆应谷校刊),全书38卷,记载植物1714种,分为谷、蔬、山草、隰草、石草(包括苔藓)、水草(包括藻)、蔓草、芳草、毒草、群芳(包括一些担子菌)、果、木12类,是一部记载植物,又集中反映其生物学特性的植物学专著。书中附图1800多幅,比历代本草中的都精确。该书的出现,标志着植物学的发展已从本草的附庸,逐步走向独立的阶段,因而它在中国植物学史上占有重要地位,美国、西欧、日本等地区 and 国家的学者均对该书给予了高度的评价,并在他们的著作中选用了不少《植物名实图考》中的绘图。《植物名实图考》的问世,已显示出了我国学者对植物进行纯理论性研究的思路和萌芽,可惜后来逐渐被西学东渐的潮流给淹没了。近代中国的植物科学可由1858年李善兰和英国人韦廉臣合编出版的《植物学》为起点。1923年邹秉文、胡先骕、钱崇澍编著了《高等植物学》,1937年陈嵘出版了《中国树木分类学》等。

中华人民共和国成立之后,植物科学发展迅速。目前我国已形成分支学科齐全的科研和教学体系,包括植物形态解剖学、植物分类学、植物生态学、植物生理学、植物资源学、植物胚胎学、植物细胞学、植物组织培养、古植物学、孢粉学等。编著了《中国植物志》(80卷125册)、《中国高等植物图鉴》(共7册)等。还有省市的植物志和各类植物属志多种。出版了1400万字的《中华人民共和国植被图》、《新华本草纲要》(3册)、《中国本草图录》(10卷)、《中国植物红皮书,稀有濒危植物》等。我国在植物细胞工程、植物资源保护、植物开发利用、植物生理、某些资源植物的解剖和胚胎研究及超微结构、我国特有植物的系统发育等方面都取得了不少成绩,有些还属国际领先的成果。

国外学者对植物学的发展作出了很多贡献。希腊哲学家亚里士多德(Aristotle,公元前384—323年)的学生西奥弗芮斯特斯(Theophrastus,约公元前371—286年),被公认为植物学的奠基者,所著的《植物的历史》和《植物本原》记载了500多种植物。意大利的塞萨平诺(Caesalpino, 1519—1603年)所著《植物》一书,记述了1500种植物。瑞士的鲍欣(G. Bauhin, 1560—1624年)出版的《植物界纵览》,已用属和种进行分类,并在属名后接“种加词”来命名植物。英国人格鲁(Grew, 1641—1712年)出版了《植物解剖学》一书(1672年)。1677年,荷兰的列文虎克(Leeuwen Hock, 1632—1723年)用自制的显微镜进行了广泛的生物观察。1690年,英国人雷(Ray, 1627—1705年)首次给物种下定义。1735年,瑞典博物学家林奈(Linnaeus, 1707—1778年)出版了《自然系统》一书,把自然界分成植物界、动物界和矿物界,并将动、植物按纲、目、属、种、变种5个等级归类。1753年,林奈在他的《植物种志》中对7300种植物正式使用了双名法进行命名。1804年,瑞士的索绪尔(Saussure, 1767—1845年)指出绿色植物可以阳光为能量、以CO₂和水为原料,形成有机物并放出氧气。1831年,英国人布朗(Brown, 1773—1858年)在兰科植物细胞中发现了细胞核。1838年,德国人施莱登(Schleiden, 1804—1881年)发表了《植物发生论》,指出细胞是植物的结构单位,于1839年与施旺(Schwann, 1821—1882年)共同建立了细胞学说。1859年,英国伟大的自然科学家达尔文(Darwin, 1809—1882年)发表了《物种起源》一书,把整个生物界看作是一个自然进化的谱系,直接推动了19世纪植物分类学的发展,使植物分类学开始建立在科学的、反映植物界进化的、真实情况的系统发育的基础上,进一步完善了植物界大类群的划分,并独立形成了真菌学、藻类学、地衣学、苔藓植物学、种子植物分类学等分支学科。1866年,孟德尔(Mendel, 1822—1884年)的《植物杂交的发现试验》揭示了植物遗传的基本规律。1926年,摩尔根(Morgan, 1866—1945年)在《基因论》中总结了当时的遗传学成就,完成了遗传理论体系。

近30多年来,分子生物学和近代技术科学,以及数学、物理学、化学及新概念和新技术

被引入到植物学领域,植物学科在微观和宏观的研究上均取得了突出成就。在微观的研究上,由于对拟南芥 [*Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.] 和金鱼草 (*Antirrhinum majus* L.) 的分子生物学的研究,已使植物发育生物学的研究面貌一新,特别是一系列调控基因的发现与克隆,为了解植物发育过程及调控机理增加了大量新知识;在宏观的研究上,如生态学、植物多样性的研究等领域也取得了重大进展,甚至采用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。

随着生产和科学的发展,植物学的研究逐渐形成了若干比较专门的分支学科,现简介如下。

植物形态学 (Plant Morphology) 研究植物外部形态,其中包括个体发育和系统发育中形态建成的规律,以及形态与环境条件关系的科学。

植物解剖学 (Plant Anatomy) 研究植物体的内部结构,其中包括个体发育和系统发育中结构建成的规律,以及结构与功能和生活条件关系的科学。

植物分类学 (Plant Taxonomy) 按照植物进化的程序对植物进行分类,确定它们的演化系统、亲缘关系,研究植物界的起源和发展的一门科学。着重研究植物系统演化的称植物系统学 (Systematic Botany)。

植物胚胎学 (Plant Embryology) 研究植物胚胎的结构、发生和分化的科学。

植物细胞学 (plant Cytogy) 研究植物细胞结构和功能的科学。

植物生理学 (Plant Physiology) 研究植物生命活动规律及机理的科学。包括植物体内的物质和能量代谢、植物的生长发育、植物对环境条件的反应等内容。

植物生态学 (Plant Ecology) 研究植物个体与环境条件间相互关系的科学。

植物群落学 (Plant Sociology) 或地植物学 (Geobotany) 研究植物群体和环境条件之间及群体中植物相互关系的科学。

植物资源学 (Plant Resources) 研究自然界所有植物的分布、数量、用途及开发的科学,与药用植物学、植物分类学和保护生物学有密切关系。

植物遗传学 (Piant Genetics) 研究植物遗传变异规律以及人工选择的理论与实践的科学。

随着新技术的大量涌现,以及计算机的应用,尤其是有关分子生物学的新概念和新技术的引入,近些年来出现了大量的边缘学科和新的综合性研究领域,如生物物理学、生物化学、生物数学、植物细胞分类学、植物化学分类学、植物生态解剖学、植物细胞生物学、植物生殖生物学、空间植物学、生物信息学等。现代植物科学的各个分支相互渗透,常围绕一个中心,从多个方面进行研究。如新近建立起来的系统和进化植物学,就是建立在植物分类学、形态学、解剖学、胚胎学、细胞学、孢粉学、遗传学、生态学、植物化学、古植物学等学科基础上的一门综合性的学科。第十三届国际植物学会议将植物科学研究内容分为十二类:分子植物学、代谢植物学、细胞及结构植物学、发育植物学、环境植物学、群落植物学、遗传植物学、系统及进化植物学、菌类学、海水淡水植物学、历史植物学和应用植物学,这同样反映了植物学研究的方向和发展趋势。

四、学习植物学的目的和方法

植物学是理、工、农、林、医各类高等院校、师范院校及一些高等专科学校,与生命科学有关的各专业的必修课、基础课。学习植物学的目的:一是使学习者掌握植物个体的形态、生长发育与生殖的规律,了解物种形成和系统发育的规律,研究植物与环境之间的辩证关系,从而达到了解和认识植物、开发和改造植物、利用和保护植物,使之更好地服务于人类;二是使学生掌握植物学的基本知识、技能和技巧,为学好后续课程,如植物生理学、植物生态

学、遗传学、植物资源学、植物病理学、作物栽培学、树木学、花卉学等课程打下基础；另外，也为师范院校的学生今后能胜任中学生物学的教学工作，特别是有关植物学内容的教学工作做好准备。

学习植物学时，应以辩证的观点去分析、理解和掌握有关内容。植物的结构基础——细胞与细胞之间、细胞与组织之间、组织与组织之间、组织与器官之间、器官与器官之间，形态结构与生理功能之间、营养生长与生殖生长之间，植物与环境之间都是相互联系、相互制约的关系，同时又各具特点。植物体及其细胞、组织和器官的形态结构与它们所担负的生理功能是相互适应、相互统一的。植物个体生活周期的完成，需要经历一系列的生长发育过程，在认识植物的形态结构建成和功能变化的规律时，要特别注意建立动态发展的观点。植物种类繁多，类群复杂，它们是在自然界中经过长期演化而来的，应贯穿由低级到高级的系统进化观念去理解植物的多样性。在学习植物学过程中，要善于运用观察比较和实验的研究方法，尤其要重视理论联系实际，加强实验观察和操作技能的训练，以增强感性认识，加深理解。在学习过程中，要特别注重在课堂教学的基础上主动增强自学意识，充分挖掘自学能力，使植物学的知识能达到较高的广度和深度。著名科学家钱伟长曾经说过：“大学生应以自学为主，课堂教学为辅，逐渐培养学生无师自通、更新知识的能力。”这句话给现代大学生的学习指引了方向，也为学习植物学指出了方法。

第一章 种子和幼苗

在植物界中，种子植物是一个大的类群，它们的共同特征是具有种子。种子植物根据其胚珠是否有包被，又可分为裸子植物和被子植物两类，而被子植物是进化程度最高的、结构最复杂的植物类群。

被子植物的植物体在构造上通常具有根、茎、叶、花、果实和种子这六种器官。根、茎、叶的主要功能与植物的营养有关，称之为营养器官 (vegetative organ)，它们是产生花、果实和种子的基础。花、果实和种子与植物的生殖有密切关系，称之为生殖器官 (reproductive organ)。营养器官是构成植物体的主要部分，始终存在于植物个体的整个生活史中；而生殖器官的存在时间短暂，只出现在植物个体的生殖阶段。

(1) 种子 (seed) 是由胚珠发育形成的。种子中的胚是新植物的雏体，在适宜条件下，种子萌发，胚经过一系列的生长、发育过程形成幼苗。仅由胚珠发育形成的种子，是真正的种子，如大豆、棉花、油菜、柑橘、蓖麻、茶、紫云英的种子。有些植物的种子在发育成熟后，果皮与种皮相愈合不易分离，如水稻、小麦、玉米、高粱、向日葵的籽粒，一般也叫做“种子”，实际上都是果实。

(2) 幼苗 (seedling) 是由种子萌发后发育形成的，其形态结构和生活方式相对于种子的胚和成年植株之间，既有密切关系，又有一定的区别。胚是新植物的雏体，在母体的营养和保护下发育。幼苗一方面利用原贮存于子叶或胚乳中的养料而生活，另一方面又已形成根、茎和叶，能开始自制养料。不过幼苗只有初期发育的营养器官，并暂时有子叶存在，因而又不同于成年植株。幼苗期是被子植物个体发育的一个阶段。

由于被子植物的器官是由种子发育而来的，农作物的生长一般也是从播种开始，所以，为了深入了解被子植物的个体发生和形态结构的形成，先从学习种子的基本结构及了解其各部分的功能开始。

本章仅介绍被子植物的种子，裸子植物的种子暂不做介绍。

第一节 种子的结构

不同种类的植物种子，在形状、大小、色泽和硬度等方面，都有很大的差别，常作为识别各类种子和鉴定种子质量的根据。椰子树产生的种子很大，直径可达 15~20cm；芝麻、油菜的种子很小，只有几毫米；烟草的种子更小，犹如细微的沙粒。大豆、菜豆的种子为肾形，而油菜、豌豆、龙眼的种子为圆球形，蚕豆的种子为扁形，花生的种子为椭圆形。种子的颜色也是各种各样，如大豆的种子为黄色、青色或黑色，荔枝的种子为红褐色，小麦、粟的种子（颖果）为黄褐色，橡胶、蓖麻的种子还具褐色的彩纹。

种子虽然在形态上有不同差异，但其基本结构是一致的，一般由胚、胚乳和种皮三部分组成。

一、胚

胚 (embryo) 是构成种子的最重要部分，是包在种子内的幼小植物体，其组成包括胚根 (radicle)、胚芽 (plumule)、胚轴 (embryonal) 和子叶 (cotyledon) 四个部分 (图 1-1)。

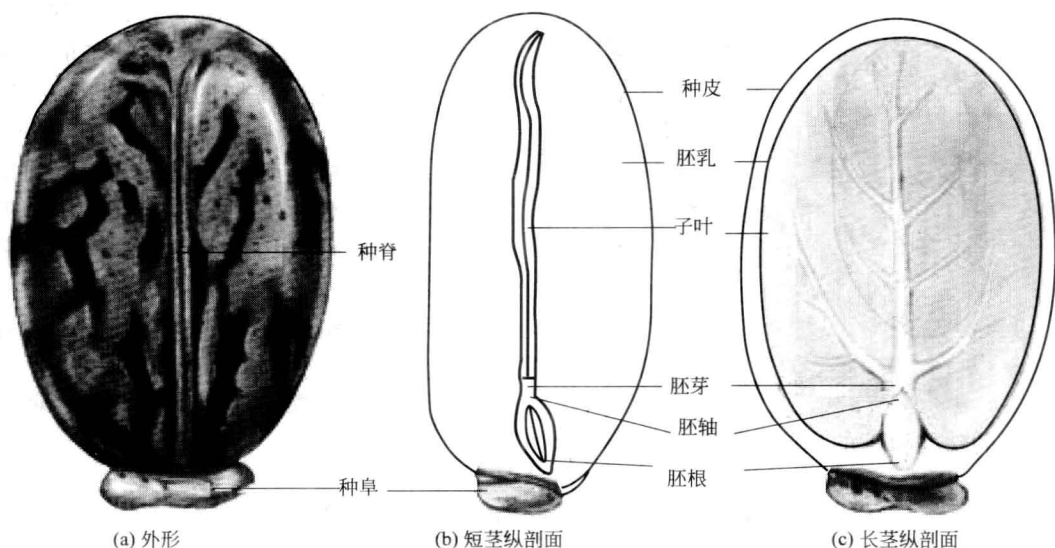


图 1-1 蓖麻种子

胚轴上端连着胚芽，下端连着胚根，子叶着生在胚轴上。胚芽将来发育成地上主茎和叶，胚根发育为初生根。子叶的功能是贮藏养料或吸收养料，供给幼苗生长，有些植物的子叶在种子萌发后展开变绿，能暂时进行光合作用。

子叶在不同种类植物的种子里变化较大，种子中子叶的数目各种植物是不同的。具有两片子叶的植物，称为双子叶植物 (dicotyledons)，如瓜类、豆类、番茄、油菜、棉花等。具有一片子叶的植物，称为单子叶植物 (monocotyledons)，如小麦、水稻、玉米、甘蔗等。

二、胚乳

胚乳 (endosperm) 位于种皮和胚之间，是种子内贮藏营养物质的组织，在种子萌发时供胚生长用。有些植物的胚乳在种子形成过程中，胚乳的养料被胚吸收，转入子叶中贮存，所以种子成熟后无胚乳存在，这些种子的营养物质则贮藏在肥大的子叶中。少数植物虽无胚乳，但在成熟种子中，还残留一层类似胚乳的营养组织，称外胚乳 (perisperm)。外胚乳与胚乳来源不同，功能相同。

种子中的胚乳或子叶含有丰富的营养物质，主要是淀粉、脂肪和蛋白质，亦有少量的无机盐和维生素。不同植物种子包含这些化合物的相对数量差别很大，以干重作为指标，水稻的淀粉含量较高，可占干重的 75%，蛋白质只占干重的 8%；在大豆的种子中约含有 25% 的淀粉、39% 的蛋白质和 17% 的脂肪；在花生的种子中约含有 22% 的淀粉、26% 的蛋白质和 39% 的脂肪。有些种子因成熟时贮藏了较多的可溶性糖而有甜味。根据贮藏物质的主要成分，作物种子可分为淀粉类种子，如水稻、小麦、玉米、高粱和板栗等；脂肪类种子，如花生、油菜、芝麻、核桃和油茶等；蛋白质类种子，如大豆。

三、种皮

种皮 (seed coat) 是种子外面的保护层，具有保护种子不受外力机械损伤和防止病虫害入侵的作用。不同植物的种子，其种皮的厚薄、色泽和层数均有差异。桃、花生等植物的种子，成熟后一直包在果实内受坚韧的果皮保护，种皮较薄，呈薄膜状或纸状。蓖麻、蚕豆、大豆等植物的种子，果实成熟后自行开裂，种子散出，这类种子一般具坚厚的种皮。玉米、水稻等植物的种子，种皮与外面的果皮结合紧密，成为共同的保护层，因此水稻等禾谷类作物的种子实质上是果实。有些植物具内外两层种皮，内种皮薄软，外种皮厚硬，且常具光

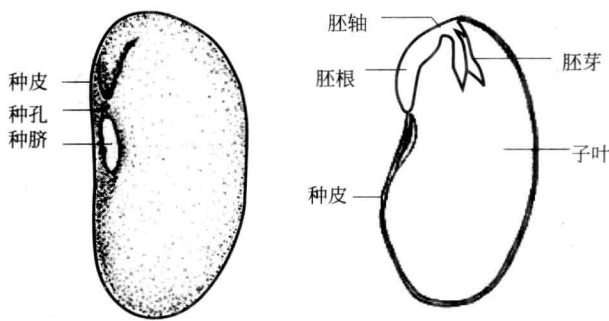


图 1-2 菜豆种子的结构

原来胚珠的珠孔留下的痕迹，在种脐的旁边（图 1-2）。

第二节 种子的主要类型

根据成熟种子内是否具有胚乳，将种子分为有胚乳种子和无胚乳种子两类。

一、有胚乳种子

有胚乳种子（albuminous seed）由种皮、胚和胚乳三部分组成，胚乳占种子大部分，胚较小。双子叶植物中的辣椒、桑、番木瓜、茄子、烟草、蓖麻、柿等植物的种子和单子叶植物中的水稻、高粱、小麦、洋葱等植物的种子，都属于有胚乳种子。

（一）双子叶植物有胚乳种子

1. 蓖麻种子的结构

蓖麻的外种皮光滑并具有花纹，在种子一端的海绵状突起称为种阜（caruncle），它是由外种皮延伸而形成的突起，有吸收作用，利于种子萌发；种孔被种阜遮盖；种脐不甚明显。在种子的腹面中央可见长条状突起，称为种脊（rhaphe），其长度与种子几乎相等，种脊是倒生或横生胚珠的珠柄和珠被愈合处，在种子形成后，留于种皮上的痕迹。种皮以内是含有大量脂肪的白色胚乳。胚藏于胚乳之中，其两片子叶大而薄，上有显著脉纹；在两片子叶之间的基部，有甚短的胚轴，连接子叶、胚芽和胚根，上方小突起是胚芽，向下突出的部分是胚根（图 1-1）。

2. 番茄种子的结构

番茄的种子扁平、卵形，种皮淡黄色而被以灰色或银色的毛，种脐位于较小一端的凹陷处。胚弯曲，包藏于富含脂类的胚乳中；胚有两片细长而弯曲的子叶；胚芽小，仅为介于两子叶间的一个小突起；胚根长，外观上和胚轴无明显界限（图 1-3）。

（二）单子叶植物有胚乳种子

1. 水稻、小麦“种子”的结构

大多数的单子叶植物，如常见的水稻、小麦、玉米、竹类等的种子都是有胚乳种子，它们的种皮与果皮愈合，种子不能分离出来。现以水稻、小麦为例，说明禾本科植物“种子”（颖果）的结构（图 1-4、图 1-5）。

泽、花纹或其他附属物，如蓖麻、橡胶的种皮有花纹，泡桐种子的外种皮扩展成翅，乌柏的种皮附着有蜡层。有些种子的种皮附生长毛，如棉花。有些植物种皮外面还包有一层肉质的被套，将种子养分或全部包围，但它与一般种皮的来源不同，称为假种皮（aril），如荔枝、龙眼等。

成熟的种子，种皮上一般还有种脐、种孔等部分。种脐是种子发育成熟后脱离果实时留下的痕迹。种孔是

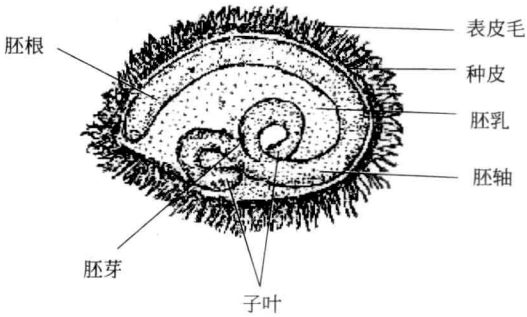


图 1-3 番茄种子的结构（引自李扬汉）