



# 植物学

主 编 吴万春  
副主编 丘安经



华南理工大学出版社

生物科学与工程系列教材

# 植 物 学

主 编 吴万春  
副主编 丘安经

华南理工大学出版社  
·广州·

## 内容简介

本教材是针对专业培养目标的要求而编写的,它是进一步学好专业基础课和专业课的必要基础。教材内容以粮、棉、油料、果树、蔬菜和其他一些作物为代表,按植物的一般生长发育的规律阐述植物的形态、结构和植物分类等基本知识,从种子和幼苗开始,到植物细胞和组织,然后是营养器官、生殖器官的形态、结构和功能,并通过对植物界的基本类群和被子植物分科的介绍,使学生对植物的类别和系统进化有一些初步的认识,从而培养学生从事农业生产和管理工作的能力,分析问题和解决问题的能力。本书可作为高等农业院校农学类各专业的教材。

## 图书在版编目(CIP)数据

植物学/吴万春主编,丘安经副主编. —广州:华南理工大学出版社,1999.7(2000.9重印)  
生物科学与工程系列教材  
ISBN 7-5623-1425-X

I. 植…

II. ①吴…②丘…

III. 植物学-教材

IV. Q94

华南理工大学出版社出版发行

(广州五山 邮编 510640)

责任编辑 陈怀芬

各地新华书店经销

东莞市印刷厂印装

\*

1999年7月第1版 2000年9月第2次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 16.5 字数: 402千

印数: 3001—6000册

定价: 26.50元

## 前 言

本书是遵循农业院校本科的办学方向和培养目标,以及农学类各专业的不同要求,依照修改后的编写大纲进行编写的。本书适用于高等农业院校本科的农学、土壤农化、植物保护、园艺、环保、茶学、蚕桑、药学等专业。

本书编写注重基础理论和突出理论联系实际,注意突出华南地区的特点,以达到学以致用为目的。在力求保持学科的系统性、科学性和先进性的前提下,注意精选教材内容及其与各学科之间的相互衔接,使内容深入浅出,文字通俗易懂。各章后均有小结,并附有复习思考题,便于学生复习时使用。

本书是在华南农业大学主持下,受教务处委托而编写的,被列入华南农业大学“九五”规划教材。

本书编写分工如下:

吴万春 前言、绪论;

丘安经 被子植物的营养器官;

汤丽云 植物细胞与组织;

宁洁珍,暨淑仪 被子植物的生殖器官、被子植物分类的形态基础知识(花、果实);

陈飞鹏 植物的基本类群、种子与幼苗、营养器官的变态、被子植物分类的形态基础知识(茎、叶);

耿世磊 植物分类的基础知识、被子植物分科概述、被子植物分类系统简介。

由于编者水平所限,书中难免有不妥之处,望各院校通过使用,提出宝贵意见,以便修订。

吴万春  
1999年4月

# 目 录

|                    |      |
|--------------------|------|
| 绪 论                | (1)  |
| 第一章 种子与幼苗          | (4)  |
| 第一节 种子的结构          | (4)  |
| 一、胚                | (4)  |
| 二、胚乳               | (4)  |
| 三、种皮               | (5)  |
| 第二节 种子的主要类型        | (5)  |
| 一、有胚乳种子            | (5)  |
| 二、无胚乳种子            | (6)  |
| 第三节 种子的萌发与幼苗的类型    | (8)  |
| 一、种子的休眠与后熟作用       | (8)  |
| 二、种子萌发的条件和种子的寿命    | (8)  |
| 三、种子的萌发过程          | (9)  |
| 四、幼苗的类型            | (10) |
| 小 结                | (12) |
| 复习思考题              | (12) |
| 第二章 植物细胞与组织        | (13) |
| 第一节 植物细胞           | (13) |
| 一、细胞的发现及其意义        | (13) |
| 二、细胞生命活动的物质基础——原生质 | (14) |
| 三、植物细胞的形状与大小       | (16) |
| 四、植物细胞的结构与功能       | (17) |
| 五、植物细胞的后含物         | (32) |
| 六、植物细胞的繁殖          | (34) |
| 七、植物细胞的生长与分化       | (38) |
| 第二节 植物组织           | (39) |
| 一、植物组织的概念          | (39) |
| 二、植物组织的分类          | (39) |
| 小 结                | (57) |
| 复习思考题              | (59) |
| 第三章 被子植物的营养器官      | (60) |
| 第一节 根              | (60) |
| 一、根的生理功能           | (60) |

|                                   |              |
|-----------------------------------|--------------|
| 二、根的形态 .....                      | (60)         |
| 三、根系在土壤中的生长与分布 .....              | (61)         |
| 四、根的发育与结构 .....                   | (61)         |
| 五、侧根的发生 .....                     | (71)         |
| 六、根瘤和菌根 .....                     | (74)         |
| <b>第二节 茎 .....</b>                | <b>(76)</b>  |
| 一、茎的生理功能 .....                    | (76)         |
| 二、茎的基本形态 .....                    | (76)         |
| 三、茎的发育与结构 .....                   | (81)         |
| <b>第三节 叶 .....</b>                | <b>(97)</b>  |
| 一、叶的生理功能 .....                    | (97)         |
| 二、叶的形态 .....                      | (97)         |
| 三、叶的发生与生长 .....                   | (99)         |
| 四、叶的结构 .....                      | (99)         |
| 五、叶的生态类型 .....                    | (107)        |
| 六、离层和落叶 .....                     | (110)        |
| <b>第四节 营养器官之间维管组织的联系 .....</b>    | <b>(111)</b> |
| 一、根与茎之间维管组织的联系 .....              | (111)        |
| 二、枝与叶之间维管组织的联系 .....              | (112)        |
| <b>第五节 营养器官的变态 .....</b>          | <b>(113)</b> |
| 一、根的变态 .....                      | (113)        |
| 二、茎的变态 .....                      | (117)        |
| 三、叶的变态 .....                      | (119)        |
| 四、同功器官与同源器官 .....                 | (120)        |
| <b>第六节 营养器官的繁殖及其在生产上的应用 .....</b> | <b>(121)</b> |
| 一、营养器官的繁殖 .....                   | (121)        |
| 二、常见的营养繁殖及解剖学基础 .....             | (121)        |
| <b>小 结 .....</b>                  | <b>(123)</b> |
| <b>复习思考题 .....</b>                | <b>(125)</b> |
| <b>第四章 被子植物的生殖器官 .....</b>        | <b>(127)</b> |
| <b>第一节 花的组成与发生 .....</b>          | <b>(127)</b> |
| 一、花的概念、组成和类型 .....                | (127)        |
| 二、花芽分化 .....                      | (132)        |
| <b>第二节 雄蕊的发育与结构 .....</b>         | <b>(135)</b> |
| 一、花药的发育和结构 .....                  | (135)        |
| 二、花粉母细胞的减数分裂 .....                | (137)        |
| 三、花粉粒的发育与形态结构 .....               | (141)        |
| 四、花粉的生活力 .....                    | (146)        |
| <b>第三节 雌蕊的发育与结构 .....</b>         | <b>(147)</b> |

|                    |       |
|--------------------|-------|
| 一、雌蕊的发育            | (147) |
| 二、胚珠的组成与发育         | (148) |
| 三、胚囊的发育与结构         | (149) |
| 第四节 开花、传粉与受精       | (153) |
| 一、开花               | (153) |
| 二、传粉               | (154) |
| 三、受精               | (156) |
| 四、外界环境条件对传粉、受精的影响  | (161) |
| 第五节 种子的发育          | (162) |
| 一、胚的发育             | (162) |
| 二、胚乳的发育            | (164) |
| 三、种皮的形成            | (166) |
| 四、无融合生殖与多胚现象       | (168) |
| 第六节 果实的发育、结构与传播    | (169) |
| 一、果实的发育与结构         | (169) |
| 二、单性结实与无籽果实        | (171) |
| 三、果实与种子的传播         | (172) |
| 第七节 被子植物的生活史       | (172) |
| 小 结                | (173) |
| 复习思考题              | (175) |
| 第五章 植物界的类群与分类      | (176) |
| 第一节 植物分类的基础知识      | (176) |
| 一、植物分类的方法          | (176) |
| 二、植物的分类单位          | (178) |
| 三、植物命名法            | (179) |
| 四、植物检索表            | (179) |
| 第二节 植物的基本类群        | (180) |
| 一、低等植物             | (182) |
| 二、高等植物             | (195) |
| 第三节 被子植物分类的形态学基础知识 | (204) |
| 一、茎                | (204) |
| 二、叶                | (205) |
| 三、花                | (211) |
| 四、果实               | (220) |
| 第四节 被子植物分科概述       | (222) |
| 一、双子叶植物纲           | (223) |
| 二、单子叶植物纲           | (239) |
| 第五节 被子植物分类系统简介     | (252) |
| 一、恩格勒系统            | (252) |

|                 |       |
|-----------------|-------|
| 二、哈钦松系统 .....   | (252) |
| 三、塔赫他间系统 .....  | (252) |
| 四、克郎奎斯特系统 ..... | (253) |
| 小 结 .....       | (253) |
| 复习思考题 .....     | (254) |
| 参考文献 .....      | (256) |

# 绪 论

## 一、植物的多样性

植物是多种多样的，它们的形态、结构、生活习性以及对环境的适应性各有不同。在不同的环境中生长着不同类型的植物，从热带到寒带以至两极地带，从平原到高山，由海洋到大陆，到处都分布着植物，它们的分布或多或少都有一定的地理范围。植物体有单细胞的，有群体的，也有多细胞的。这些现象都反映了植物界在漫长的岁月中，由原核到真核，从水生到陆生，由低等到高等，由简单到复杂，逐步发展成为陆生的、大型而复杂的植物体。植物的多样性来自连续不断的种的形成过程，是植物有机体在和环境的相互作用中，经过长期不断地遗传、变异、适应和选择等一系列的矛盾运动，有规律地演化而成的。

地球上已发现的植物约 50 万种，其中包括藻类、菌类、地衣、苔藓、蕨类和种子植物。它们的大小、形态、结构、寿命、生活习性、营养方式和生态特性等是多种多样的，共同组成了复杂的植物界。例如，最小的支原体(*mycoplasma*) (又称类菌质体，介于细菌和病毒之间的、无细胞壁的、形态多样的单细胞生物)直径仅为 125 ~ 250nm；巨杉(*Sequoiadendron giganteum*)树高可达 142m；最简单的有单细胞植物，如衣藻；比较复杂的有多细胞群体、丝状体和具有根、茎、叶的植物体。有的生活在陆地上，有的生活在水中；有的需要强烈的阳光，有的则喜生于光弱的阴暗处；有的自养生活，有的则是异养生活等等。

## 二、我国丰富的植物资源

我国是世界上植物种类最多的国家之一，种子植物就有 3 万种以上，仅次于马来西亚和巴西，居世界第三位。我国也是经济植物最多的国家之一，许多植物不仅原产于我国，且引种到国外。例如裸子植物现存的种类分属 12 科，71 属，近 800 种；我国就有 11 科，41 属，236 种，它们多是经济用材树种。我国的银杏、水杉和水松素有三大活化石之誉；银杉、台湾杉、粗榧等均为孑遗植物。还有许多特产树种，如金钱松、油杉、红豆杉、白豆杉、榧树、福建柏等。被子植物中，粮食作物如稻、粟(小米)早在数千年前已有栽培；大豆原产于我国。果树中的桃、梅、梨、枇杷、荔枝、杨梅、橙、栗等均原产于我国。我国又是蔬菜种类最多的国家。特种经济植物有茶、桑、油桐、苧麻、大麻等。我国的观赏植物种类之多更是著名于世，如牡丹、芍药、茶花等皆为我国特产。药用植物有人参等数千种中草药，更是祖国的宝贵财富。

目前，我国丰富的资源并没有充分开发和利用，在开放改革、建设有中国特色的社会主义的过程中，要努力开展植物资源的调查，很好地开发、利用和保护它们，为农业生产提供新的植物资源，发掘新的经济植物，并提高现有栽培植物的产量和质量，为社会主义

祖国服务。

### 三、植物在国民经济发展中的重要性

人类的衣、食、住、行、药物及工业原料，大部分是来源于植物。棉花、亚麻、苧麻等都是织布制衣的主要原料。粮、菜、果、油、糖、茶、咖啡等都是取自于植物。肉类、毛皮、羊毛、蚕丝等都是取自于动物，但是动物依赖植物生存，所以它们也是间接的来自于植物。住和行方面，木材和竹材用于建房、制家具、建桥梁、做枕木、造船等。药物和工业原料也离不开植物，例如薄荷、人参、当归、甘草、天麻等都是著名的药材。其他如造纸、纺织、橡胶、涂料、油脂、淀粉、染料、制糖、制烟、酿造等，都是以植物为原料的。

农业生产大量应用有毒农药，工业生产排放各种有害废气、废水、废渣，污染环境，危害人民身体健康。人们可以利用某些绿色植物来净化空气，利用某些藻类和细菌来净化污水，利用植物和微生物来净化土壤等。此外，绿化祖国，保护、改造和改良生态环境，以及维持生态平衡等也离不开植物。因为绿色植物在进行光合作用、制造有机物的时候，总是吸入二氧化碳，产生氧气，使空气中的氧气和二氧化碳的含量保持平衡，保持空气清新，从而保证了人和动物的生存。

### 四、学习植物学的目的与方法

植物学是一门重要的基础课，因为农学类各专业都是以植物为研究对象的。学习植物学的目的是为了了解植物、认识植物、利用和改造植物；为了提高农作物、果树、蔬菜的产量和改进品质；扩大发掘和利用野生植物资源，利用植物改造低产田，绿化祖国，保持水土，净化环境，促进生态平衡，为搞好农业规划、发展社会主义农业现代化服务。

本教材是针对专业培养目标的要求而编写的，所以，它是进一步学好专业基础课和专业课的必要基础。教材内容以粮、棉、油料、果树、蔬菜和其他一些作物为代表，阐述植物的形态、结构和植物分类等基本知识，并按植物的一般生长发育的规律来编写。从种子和幼苗开始，到植物细胞和组织，然后是营养器官、生殖器官的形态、结构和功能，并通过对植物界的基本类群和被子植物分科的介绍，使学生对植物的类别和系统进化有一些初步的认识。这样对培养学生从事农业生产和管理工作的能力等方面有所裨益。

学习植物学必须树立辩证唯物主义的观点。植物体的各个部分，在植物的整个生命活动中是彼此相互联系、相互协调的，又是相互制约和统一的。在植物与环境之间，必须认识到它们之间既有矛盾、斗争，又有对立、统一的辩证关系。要求全面综合地观察、分析问题，而不停留于个别的现象上。学习植物学必须具有历史唯物主义的观点。各式各样的植物是在其生长环境中规律地演化而来的，各有一部长期演化的历史。

学习植物学必须理论联系实际。植物种类繁多，教材内容描述多、现象多，所以在学习理论的基础上，必须加强观察，增强感性认识。通过各种片段或个别现象，将其联系起来，融会贯通，建立植物体形态结构和生长发育的立体观念和动态发展观念。要加强基本技能训练，掌握基本实验技能，并用实验的方法去探索植物生命现象的本质问题。

## 五、植物学的分支学科概述

随着科学的发展以及生产实践和其他工作的需要，植物学的研究范围也愈来愈广泛，每一局部的研究愈来愈细致和深入，于是植物学就依据研究内容的侧重点不同，分化为许多不同的分支学科。主要的有以下几类：

**植物分类学(plant taxonomy)** 植物分类学是研究植物类群的分类、鉴定和亲缘关系，从而建立植物进化系统和鉴别植物的科学。它是植物学中最基本的一门学科，也是进行植物资源调查等工作的必需基础，有时也称为植物系统学(systematic botany)。其中，为了研究和应用上的便利，以某一类植物为对象，又可分为若干专门学科，如种子植物分类学、苔藓学、海藻学等。近代由于学科之间不断地相互渗透，因而发展成为植物化学分类学(plant chemical taxonomy)、植物细胞分类学(plant cellular taxonomy)、植物超微结构分类学(plant ultrastructure taxonomy)和植物数值分类学(plant numerical taxonomy)等学科。

**植物形态学(plant morphology)** 植物形态学是研究植物及其器官在个体发育及系统发育中形态、结构的规律性和形态形成过程，并以控制这些过程和创造新类型为目的的科学，是植物学的基础学科之一。其中，研究植物细胞结构的科学，称为植物细胞学(plant cytology)；研究植物组织和器官的显微结构的科学，称为植物解剖学(plant anatomy)；研究植物胚胎的结构、发生和分化的科学，称为植物胚胎学(plant embryology)。

**植物生理学(plant physiology)** 植物生理学是研究植物体的生理功能(如光合作用、呼吸作用、蒸腾、营养、生殖等)、各种功能的变化、生长发育的情况，以及在环境条件影响下所起的反应等的科学。近代植物生理学中各分支学科，如细胞生理、种子生理、光合生理、呼吸生理、水分生理、营养生理和开花或生殖生理等已有很大的发展。

**植物生态学(plant ecology)**和**地植物学(geobotany)** 植物生态学和地植物学是研究植物与环境条件间相互关系的科学。其中研究植物个体与环境条件间相互关系的科学，称为植物生态学；研究植物群体和环境条件之间，以及植物群体中植物之间相互关系的科学，称为地植物学。

此外，还有植物资源学、植物遗传学等学科。

现代科学已进入实验阶段，如实验植物分类学(experimental plant taxonomy)研究植物物种及种系形成；实验植物形态学(experimental plant morphology)研究形态发生及器官建成；实验植物生态学(experimental plant ecology)研究实验处理下植物生理生态变化；实验植物群落学(experimental phytocoenology)是以人工生态环境来营造人工植物群落，研究高产和优质的科学。

近代生物科学的发展日新月异，特别是许多边缘学科更是如此。有人预言，21世纪将是生物科学的世纪。作为农业科学工作者应当学好植物学的基础理论，掌握基础实验技术，并努力把已渗入到生物科学的数学、物理、化学等知识应用到植物学中，为提高理论水平和分析问题、解决问题的能力，开创农业现代化的新局面而奋斗。

# 第一章 种子与幼苗

种子植物是植物界的一个大类群，其共同特征是具有种子(seed)。农业生产中栽培的农作物，绝大多数属于种子植物，如水稻、小麦、玉米、甘蔗、茶、番薯等。

种子是种子植物特有的生殖器官，由胚珠发育而成。种子植物的根、茎、叶各器官都是由种子发育而来的，农作物的生长一般也从播种开始。所以，在了解植物各器官的形态结构之前，必须了解种子的结构及幼苗的形成过程。

## 第一节 种子的结构

各种植物的种子，在形状、大小、色泽和硬度等方面都有很大差别，常作为识别各类种子和鉴定种子质量的根据。但种子的基本结构是相同的，一般由胚(embryo)、胚乳(endosperm)和种皮(testa, seed coat)三部分组成。

### 一、胚

胚是种子中最重要的组成部分，它实际上是一个未成长的新植物体的原始体，因虫害或其它原因伤害了胚或胚丧失了生活力的种子，就完全失去了播种的价值。种子萌发实际上就是胚生长和形成幼苗的过程。胚由胚根(radicle)、胚芽(plumule)、胚轴(embryonal axis)和子叶(cotyledon)四部分组成。胚根一般为圆锥形，将来发育成植物的主根。胚芽由幼叶和生长点组成，有的仅有生长锥，胚芽将来发育为茎和叶。胚轴介于胚根和胚芽之间，又可分为上胚轴和下胚轴两部分：一般由子叶着生点到第一片真叶之间的一段，称为上胚轴(epicotyl)；子叶着生点到胚根的一段，称为下胚轴(hypocotyl)。胚轴发育为根和茎的过渡区。子叶着生在胚轴上，其功能是贮藏养料或吸收养料，供胚和幼苗生长利用。有些植物的子叶在种子萌发后露出土面并展开变绿，能暂时进行光合作用。

各种植物种子中子叶的数目是不同的。根据子叶的数目，被子植物可分为两大类：具有两片子叶的植物称为双子叶植物；具有一片子叶的植物称为单子叶植物。而裸子植物的子叶数目不定，一般为两片以上。

### 二、胚乳

胚乳是种子贮藏营养物质的部分，一般位于种皮和胚之间。种子萌发时，胚乳的营养物质被胚吸收和利用。有些植物在种子发育过程中，胚乳已被胚吸收利用，所以种子成熟后无胚乳，或残留一层膜状痕迹，这类种子的营养物质主要贮藏在子叶中。

在种子中，胚乳或子叶占种子体织的大部分，它们由薄壁细胞组成，细胞内贮藏丰富的营养物质。营养物质主要有淀粉、脂肪和蛋白质。根据贮藏物质不同，可分为淀粉类种

子，如水稻、小麦、玉米等；脂肪类种子，如花生、油菜、芝麻等；蛋白质类种子，如大豆等。

### 三、种皮

种皮是种子外面的保护层。成熟种子的种皮具有种脐、种孔。种脐(hilum)是种子从种柄脱落时留下的痕迹。种脐的一端有一细孔称为种孔(micropyle)，是种子萌发时胚根穿出的孔道。

有些植物的种皮仅一层，但有些植物具有内外两层种皮。内种皮薄软，外种皮厚硬，且常具光泽、花纹或其它附属物，如橡胶树的种皮有花纹，乌桕种皮附着有蜡层。有些种子外种皮扩展成翅，如油松，泡桐等。有些种子的种皮附生长毛，如棉花的纤维毛。

种皮的解剖结构，在不同的植物中是不同的。通常外种皮由木化或角化的厚壁组织组成，具有保护作用。内种皮由薄壁细胞组成，细胞内贮存养料，但在种子发育过程中，养料往往被吸收，因此当种子成熟时，内种皮常变为死细胞组成的薄层。

## 第二节 种子的主要类型

根据成熟种子内胚乳的有无，将种子分为有胚乳种子(albuminous seed)和无胚乳种子(exalbuminous seed)两类。

### 一、有胚乳种子

有胚乳种子由种皮、胚、胚乳组成。胚乳占种子大部分，胚较小。许多双子叶植物如蓖麻、番木瓜、烟草、番茄、辣椒，大多数单子叶植物和全部裸子植物的种子，都是有胚乳种子。

#### (一) 双子叶植物有胚乳种子

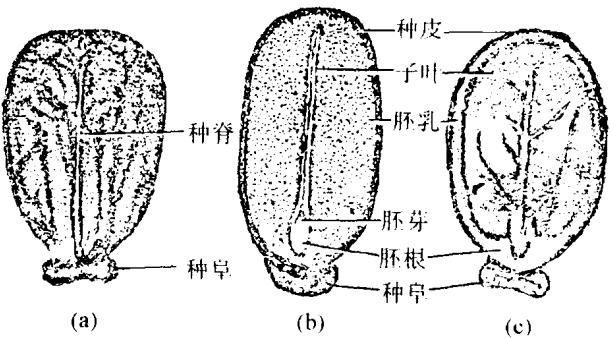


图 1-1 蓖麻种子的结构

(a) 表面观；(b) 与宽面垂直的纵切面；(c) 与宽面平行的纵切面

这类种子的结构以蓖麻种子为例加以说明。如图 1-1 所示，蓖麻种子有两层种皮，外种皮坚硬光滑，具有花纹。种子一端有海绵状突起，称为种阜(caruncle)，是由外种皮延

伸而成的，有吸收作用，利于种子的萌发。种孔被种阜遮盖，种脐不甚明显。在种子的腹面中央，有一长条状隆起，称为种脊(raphe)，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的愈合处，在种子形成后留在种皮上的痕迹。内种皮薄而膜质。剥去种皮可见白色胚乳。胚乳占种子体积的大部分，含大量脂肪。胚包藏于胚乳之中，二片子叶大而薄，上面有显著脉纹。胚轴很短，连接胚芽、胚根和子叶，胚轴上方是胚芽，下方是胚根。

番茄种子也属于双子叶植物有胚乳种子，其结构见图 1-2。

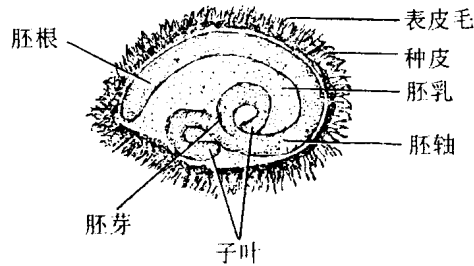


图 1-2 番茄种子的结构

## (二) 单子叶植物有胚乳种子

大多数单子叶植物的种子都是有胚乳种子。水稻、小麦等禾本科植物的种子较特殊，种皮与果皮愈合，种子不能分离出来，因此，所谓的种子实际上是含有种子的果实，称为颖果(caryopsis)。

以水稻、小麦为例(如图 1-3, 1-4 所示)，其果皮由几层栓化细胞组成，种皮由一层薄壁细胞组成，并与果皮及胚乳愈合。胚乳由薄壁细胞组成，占整个颖果的大部分。胚乳可分为糊粉层胚乳细胞和淀粉层胚乳细胞两部分：糊粉层为紧贴种皮的一至数层细胞，含大量的糊粉粒；其余大部分为充满淀粉粒的淀粉贮藏细胞。胚甚小，位于籽实基部的一侧，紧贴胚乳。胚由胚芽、胚根、胚轴、子叶构成。胚芽位于胚轴上端，由生长点和幼叶组成。胚芽外方有胚芽鞘(coleoptile)。胚根位于胚轴的下端，由生长点和根冠组成。胚根外方有胚根鞘(coleorrhiza)。胚轴较短，上连胚芽，下连胚根。在胚轴的一侧生有一肉质的子叶，形如盾状，故称为盾片(scutellum)，紧贴胚乳。在盾片相对的另一边的胚轴上有一极小的突起，有的学者认为是一片退化的子叶，称为外胚叶。由于只有一片子叶发育而形成单子叶类型。盾片与胚乳交界处，有一层整齐的细胞，称上皮细胞。种子萌发时，上皮细胞分泌植物激素到胚乳中，促进胚乳细胞内的营养物质分解，然后由上皮细胞吸收并转运到胚的生长部位，供胚生长利用。稻胚腹面，从盾片前端衍生出帽舌状狭小鳞片，称为腹鳞；稍下方盾片两侧衍生出两片侧鳞，与外胚叶嵌合，覆盖了胚芽鞘，成为稻胚的特有形态。

## 二、无胚乳种子

无胚乳种子由种皮和胚组成，子叶肥厚，贮藏大量的营养物质，代替了胚乳的功能。许多双子叶植物如花生、棉花、豆类、瓜类和柑橘类的种子，都属于这种类型。

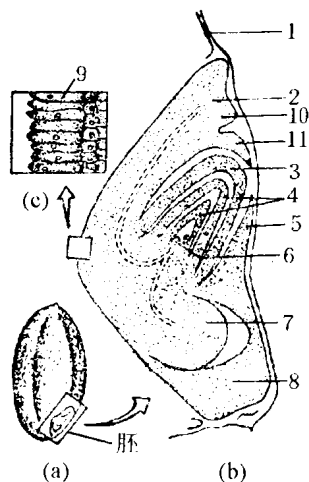


图 1-3 水稻颖果的结构

- (a) 水稻颖果的外形，示胚的部分；  
 (b) 胚的纵切面；(c) 上皮细胞  
 1—胚乳；2—盾片；3—胚芽鞘；4—幼叶；  
 5—外胚叶；6—胚芽生长点；7—胚根；  
 8—胚根鞘；9—上皮细胞；10—腹鳞；11—侧鳞

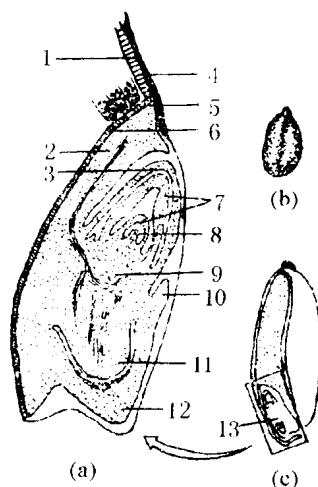


图 1-4 小麦颖果的结构

- (a) 胚的纵切面；(b) 颖果的外形；  
 (c) 颖果的纵切面  
 1—果皮与种皮；2—盾片；3—胚芽鞘；  
 4—糊粉层；5—淀粉贮藏细胞；6—上皮细胞；  
 7—幼叶；8—胚芽生长点；9—胚轴；  
 10—外胚叶；11—胚根；12—胚根鞘；13—胚

## (一) 双子叶植物无胚乳种子

### 1. 菜豆种子的结构

种皮表面具斑纹或无斑纹。如图 1-5 所示，种子一侧的中央有一椭圆形的疤痕，称为种脐。种脐一端有一圆形的种孔，是种子萌发时水分进入种子的通道，胚根首先从这里突破种皮向外伸长。种脐另一端有瘤状突起，称为种瘤。种瘤至种子一端有一明显棱脊，称为种脊。

胚由胚根、胚芽、胚轴和子叶组成。子叶两片，肥厚，乳白色，贮藏丰富的营养物质。胚轴较短，子叶着生于其两侧。胚轴上方为胚芽，由生长点和幼叶组成，夹在两片子叶之间；胚轴下方为胚根。

### 2. 棉花种子的结构

种子外面的黑色硬壳是种皮，其上面的毛状物是表皮毛，也就是棉絮(纤维)。种脐和种孔都位于较尖一端。钝圆一端的种皮较薄，晒种时这部分薄壁细胞被破坏，种子萌发时此处就成为水和氧气的重要通道。种皮内有一层白色薄膜，是胚乳遗迹，薄膜以内为胚。子叶皱褶，占很大的体积，胚芽很小，胚轴短，胚根尖端露于子叶之外(图 1-6)。

## (二) 单子叶植物无胚乳种子

此类种子除慈姑外，在农作物中较少见，此处不作介绍。

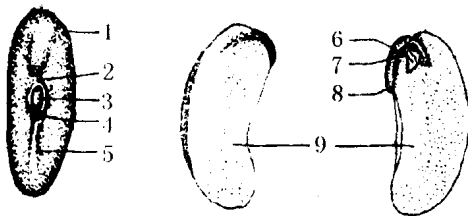


图 1-5 菜豆种子的结构

1—种皮；2—种孔；3—种脐；4—种瘤；  
5—种脊；6—胚芽；7—胚轴；8—胚根；9—子叶

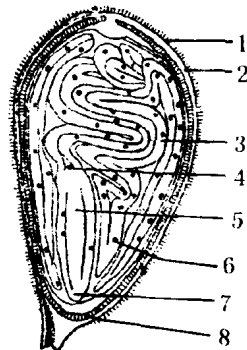


图 1-6 棉花种子的结构

1—短绒；2—种皮；3—子叶；4—胚芽；  
5—胚轴；6—分泌腔；7—胚根；8—胚乳遗迹

### 第三节 种子的萌发与幼苗的类型

#### 一、种子的休眠与后熟作用

大多数植物的种子成熟后，即使在适于萌发的条件下，也不立即萌发，往往需经过一段时间后才能萌发，这种现象称为种子的休眠(dormancy)。休眠期中种子内部一切生理活动都很微弱，但在缓慢的代谢活动中逐渐转化，解除休眠，达到具有萌发的能力，这种转化过程称为后熟作用。由于引起休眠的原因不同，因而后熟的情况也各不相同。有的植物种子脱离母体时，胚尚未完全分化成熟，这类种子必须经过一段时间，使胚继续发育完全，才能萌发；有的种子休眠是由于种皮坚厚并含有角质等物质，影响水分的吸收和氧气的通过；有的种子休眠是由于种子内含有抑制萌发的物质，如有机酸、植物碱和某些植物激素以及某些分解后释放的氨和氰类有机物，抑制了种子的萌发。这些种子必须经过各种代谢活动，改善种皮透性，分解转化这些物质。当引起种子休眠的因素通过后熟过程而被消除时，种子即可解除休眠，在适宜的外界条件下随时转入萌发。

种子休眠是植物长期对外界环境条件所形成的一种适应。由于多数植物种子成熟时，紧接着是严冬或旱季，不利于种子萌发生长，而以休眠的形式保存种胚，以利于传播后代。如一些温带地区生长的植物，它们的种子通常需在低温( $0 \sim 6^{\circ}\text{C}$ )条件下经数周至数月的休眠或后熟，才能萌发。休眠期的有无或长短随植物不同而不同，如红松种子的休眠期长达二年，而小麦、水稻以及某些热带植物的种子几乎没有休眠期。

#### 二、种子萌发的条件和种子的寿命

##### (一) 种子萌发的条件

具萌发能力的种子，在适宜条件下，胚由休眠状态转入活动状态，开始萌发生长，形成幼苗，这个过程称为种子萌发(seed germination)。

种子萌发必须具备三个条件：充足的水分、适宜的温度和足够的氧气。

(1) 充足的水分 水分是控制种子萌发的最重要因素。种子萌发首先必须吸收大量水分，例如水稻种子为 40 %，小麦种子为 50 %，大豆种子为 120 %，豌豆种子为 186 % (种子所吸收的水分占种子本身重量的百分比)。种子萌发时吸水量的差异，是由于各种植物种子的主要成分不同。水分的作用是多方面的：水分使种皮吸水软化，增加透水性和透气性，因此，胚易于突破；水分有助于胚细胞代谢活动的加强，增强呼吸作用、酶的活性以及各种生理生化反应；水分有利于种子内贮藏的有机物分解为简单的可溶性化合物以及这些物质的运输和利用。

(2) 适宜的温度 不同植物因其原产地不同，种子萌发时所要求的温度也不同。原产南方的植物，萌发所需温度较高；而原产北方寒冷地区的植物，所需温度较低。对大多数植物来说，种子萌发有最低、最高和最适温度三个基点。大多数植物种子萌发的最低温度为 0 ~ 5℃，低于此温度则不萌发；最高温度为 35 ~ 40℃，高于此温度也不能萌发；最适温度为 25 ~ 30℃。

温度的作用在于直接影响整个种子萌发过程的代谢活动，如呼吸作用、酶的活性以及水分吸收、气体交换等。

(3) 足够的氧气 种子萌发时，呼吸作用增强，需要吸入大量氧气，把细胞内贮藏的营养物质如葡萄糖逐渐氧化分解为二氧化碳和水，并释放出能量供各种生理活动利用。播种过深或土壤积水，都会造成通气条件不好而缺氧，影响种子正常萌发。严重缺氧则会造成种子进行无氧呼吸，消耗大量能量，并积累有毒物质，使种子失去活力。

## (二) 种子的寿命

种子的寿命是指种子在一定条件下保持生活力的最长期限，超过这个期限，种子就失去生活力，也就失去萌发的能力。

种子寿命的长短，主要决定于植物的遗传性。一般植物种子的寿命是几年到十几年，莲的种子可以活到 150 年以上，是寿命较长的种子。种子的寿命也受贮藏条件的影响。贮藏种子的最适条件是干燥和低温，这样的条件下种子的呼吸作用最弱，消耗的营养物质最少，可以度过较长的休眠期；但完全干燥的种子则不利于贮藏，因为这样会使种子的生命活动完全停止。所以，一般种子在贮藏时，对含水量有一定要求，例如油菜为 10 %，高于或低于此含水量都不利于贮藏。

## 三、种子的萌发过程

发育正常的种子在适宜条件下开始萌发。通常是胚根首先突破种皮向下生长，形成主根(main root)；然后胚芽突破种皮向上生长，伸出土面形成茎(stem)和叶(leaf)。这种由胚长成的幼小植物体，称为幼苗(seedling)。种子萌发先形成根，可使幼苗固定于土壤中，及时吸收水分和养料，很快独立生长。

水稻籽实萌发时，胚芽首先膨大伸展，然后胚芽鞘突破谷壳伸出。稍迟，胚根也突破胚根鞘和谷壳形成主根(图 1-7)。主根伸出后不久胚轴上又生出数条与主根同样粗的不定根，栽培学上把它们统称为种子根。同时，伸出土面后的胚芽鞘纵向裂开，真叶露出胚芽鞘外，形成幼苗。

小麦籽实萌发时，首先露出胚根鞘，而后胚根突破胚根鞘形成主根，然后很快从胚轴