

植 物 学

浙江农业大学植物教研组

Q94
107

前 言

成人教育是我国教育的重要组成部分，而函授教育是我国教育的主要形式之一。为了适应培养多层次农业科技人员的需要，我们编写了本教材。本书主要供高等函授教育的农学、植保、果树、蔬菜、蚕学、茶学、土化、环保、农业教育与推广等专业使用，亦可作为农学类专修科植物学基础课的教材。

为了便于自学，本教材插图较多，同时在每章后面附有小结和复习思考题。

参加本书编写的人员分工如下：

绪论及第二章植物细胞和组织由毛节铨编写。

第一章种子和幼苗，第三章被子植物营养器官由陈秀云编写。

第四章植物的繁殖与被子植物的生殖器官由过全生编写。

第五章植物的类群和分类概述由王正周编写。

由于编者水平所限，错误和不妥之处，希望在使用过程中加以指正。

编者 1989年7月

绪 论

一、植物的多样性

自从距今35亿年前，地球上出现原始生命以来，经过漫长岁月，长期演化之后，现今地球上各种生物已达200万种之多，其中植物约占50多万种。它们的大小、形态结构、寿命和生活习性、营养方式，生态适应和生态习性等等，多种多样，千差万别，共同组成了复杂的植物界。例如最小的枝原体，直径0.1微米，而巨杉可达142米；最简单的单细胞植物，只有一个细胞，如衣藻；比较复杂的有多细胞的群体，继而出现丝状体、叶状体，最后演化出具有根、茎、叶的植物体。有的生活在陆地上，有的生活在水中；有的需要强烈阳光，有的则喜欢光弱阴暗处；有的自养，有的异养……等等。植物的多样性，是来自连续不断的种的形成过程。即通过遗传和变异，适应和选择等一系列的矛盾运动，有规律地演化而成的。它的演化规律是原核到真核，水生到陆生，简单到复杂，低等到高等。很多植物在体内具有叶绿素，表现为植物所特有的绿色，称为绿色植物；另一类不具叶绿素的称为非绿色植物。

二、植物在自然界中的作用

(一) 推动地球和生物界发展

地球形成初期，是一个没有生命的世界；地球的大气中，也没有游离氧。地球上最早出现的原始生命，只能从有机分子中获取能量的化能营养生物。直至出现了蓝藻，有了光合作用的色素，才能利用光能制造有机物，并释放氧气，使大气中氧浓度增加，在高空中逐渐形成臭氧层，阻挡太阳紫外线的直接辐射，改变了地球的整个生态环境。在五亿年前，地球大气中的氧达到现在的10%时，这才使植物有更大的发展。以后大气氧逐步达到现有水平。因此可以说没有氧气，就没有生物界，也没有人类。由此可见，植物在地球上出现，不仅推动了地球的发展，也推动了生物界的发展，而整个动物界都是直接和间接依靠植物界才获得生存和发展。

(二) 为地球上一切生命提供能源

地球上所有生物的生命活动所利用的能量最终来自太阳能。只有绿色植物通过光合作用，把光能转变成化学能贮藏在光合作用的有机产物中，如糖类，并在植物体内进一步同化为脂类，蛋白质等有机物，为人类、动物及各种异养生物提供了生命活动所不可缺少的能源。人类日常利用的煤炭、石油、天然气等能源物质，也主要由历史上绿色植物的遗体经地质变迁形成的。因此，地球上绿色植物在整个自然界的生命中所起的巨大作用是无可代替的。

(三) 参与土壤形成，并为一切生物准备栖息的场所

地球表面土壤的形成，主要是植物参与的。细菌和地衣在岩石表面或初步风化的成土母质上不断侵袭，再经苔藓植物、草本植物直到木本植物在漫长岁月中，以强大根系吸收母质中有效矿物质，使养分成有机态，固定在植物体中。植物和别的生物死亡后，尸体经异养微生物分解，部分养料可供植物再利用，另一部分形成腐殖质，改善土壤母质理化性质，使土

壤变成具有一定结构和肥力的基质，经过长期作用，使土壤渐趋成熟。这样为一定的植物和动物种类在其中或其上滋生繁衍创造条件，形成一定的生物群落。

(四) 促进自然界的物质循环

自然界中有各种物质循环，绿色植物和非绿色植物起着非常重要的作用。如碳的循环，绿色植物在光合作用中吸收了空气中的二氧化碳，转变成糖等有机物，构成植、动物躯体。细菌、真菌等，把动、植物尸体、排泄物等有机物分解，又把碳以二氧化碳形式释放出来。动、植物呼吸，物质燃烧，火山爆发所释放的二氧化碳，又可供绿色植物利用，形成了自然界碳的相对平衡。绿色植物光合作用过程中释放的氧，又可补充动植物呼吸和物质燃烧及分解时所消耗的氧，促成了自然界中氧的相对平衡。

在氮的循环中，固氮细菌和蓝藻把大气中的游离氮，固定成植物能吸收的氨态氮，或经硝化细菌转化成硝态氮，供植物吸收。这些氮化物与糖类被加工成植物细胞内的蛋白质、核酸等，建造自身。被动物取食后，植物蛋白质等转化为动物躯体的一部分。动植物死亡后，尸体被细菌、真菌分解，又把氮以氨或铵态形式释放出来，后者可为植物利用。环境中的硝态氮可由反硝化细菌的作用，形成游离氮或氧化亚氮返回大气中。在氮的循环中，大气中氮和土壤中的铵态氮和硝态氮，通过植物辗转而保持相对平衡。

自然界中其他元素也有循环。总之，在物质循环中，绿色植物和细菌、真菌，通过吸收、合成、分解、释放，互为依存，互为矛盾统一，促进了自然界和地球上生物的不断运动和进化。

在上述物质循环中，也包含着能量的流动。这样，在一定范围内，生物的和非生物的成分之间，通过不断的物质循环和能量流动而互相作用，互相依存的统一整体，构成了生态系统。在生态系统中，动物和植物的种类和数量保持相对平衡。如果生态系统受到外界的压力和冲击太大，就会引起生态系统的崩溃，导致生物种类和数量的减少。人类的生产活动强烈地干扰着自然生态系统的平衡和改变其面貌。人类的合理开发自然，能促使生态系统的发展；如果不合理的开发，常导致毁灭森林，水土流失，水源枯竭，草原荒废，河流干涸，土地沙漠化、盐渍化，野生动植物种类趋于绝灭等，这样的开发，在获得一定“成功”之后，必然遭到自然界的报复，而得到更大惨败的结果。与此同时，工业排放的三废和使用大量农药，污染环境、水质，给人类和动植物的生存带来危机，应引起高度重视和警惕。

三、植物在国民经济发展中的重要性

农业是国民经济的基础，我国要在20世纪末实现工农业总产值翻两番，必须要实现农业现代化，要求农、林、牧、副、渔有一个全面的、综合的大发展，就直接或间接的与植物有密切关系。

人类生活中的衣、食、住、行直接或间接的来自植物。各种动物，包括家禽、家畜、淡水鱼类和海洋鱼类，其饲料也离不开各种各样的植物。

在工业方面，食品工业、制糖工业、建筑工业、油脂工业、橡胶工业、纺织工业、油漆工业、造纸工业、酿造工业、化妆品工业等需要植物或农作物提供原料。酿造工业，发酵工业利用微生物制酒、醋、酱油、乳腐、醇类、有机酸、味精、维生素、激素等，还可从发酵产品提取淀粉酶、蛋白酶等酶类。

在冶金工业方面，利用细菌对石油脱蜡，硫化细菌用于冶金或硫铁矿脱硫，利用某种单

细胞绿藻富集海水中的铀等。在医药卫生方面，利用植物的生物碱、苷类、萜类……等作为中药；利用微生物发酵提取多种抗菌素以及提取凝血素，辅酶₁等医药产品。在农业上开展以菌治虫，如苏芸金杆菌能防治松毛虫，已成为有效的生物农药。

利用植物来保护，改造与改良环境，绿化、美化祖国，保护生态环境，更是离不开植物，对丰富人民的物质和精神生活也是非常重要的。

四、我国有丰富的植物资源

我国是世界上植物种类最丰富的国家之一，高等植物就有三万种以上，仅次于马来西亚和巴西，居世界第三位。我国也是世界上经济植物最多的国家，许多植物不仅原产我国，并已引种于国外。例如，裸子植物共有11科，670种，我国约有10科，193种，它们多是经济用材树种。我国的银杏、水杉、水松素有三大活化石之誉，1956年发现的银杉又是一种活化石。此外还有很多特产树种，如金钱松、油杉、白头杉等。

在被子植物方面，就经济植物来说，稻、小米，早在数千年前已有栽培。豆类中的大豆原产于我国。果树中的桃、梅、梨、板栗、枇杷、荔枝、杨梅、柑桔、金柑皆原产于我国。蔬菜作物方面，我国是蔬菜种类最多的国家。在特产经济作物方面，原产我国的有茶、桑、油桐、苧麻、大麻、香樟等。我国观赏植物之多，更是著名于世。药用植物方面，人参与数千种中草药更是宝贵的财富。我国的蕨类植物、苔藓植物、藻类及真菌等也有许多特产的属种。

目前，我国的植物资源还只开发很少一部分。在实现四化过程中，要努力开展植物资源的调查，合理的开发、保护、繁育、利用它们，为农业生产提供新的种质资源，发掘新的经济植物，造福于人民。

五、学习植物学的目的和方法

植物学是农业院校一门重要的专业基础学科，各专业都直接或简接的以植物为研究对象。各种农作物或经济植物本身都是植物，畜、禽、蚕、虫等多以植物为食料，农产品加工，农业机械和环境保护的研究也与植物有密切关系。本课程的教学内容是在适当结合专业的基础上，简要介绍植物体的组成单位——细胞和组织，然后按照被子植物的生活史，按生长发育的顺序，从种子开始阐述营养器官根、茎、叶和生殖器官花、果实、种子的形态、发生和结构的基本知识；简要介绍植物界的基本类群和被子植物分类的基础理论。使同学们对植物和植物界的演化，植物和环境之间的规律性有一个初步认识，为后续课程的学习打下必要的基础，也为同学们从事农业生产和研究工作，培养分析问题和解决问题的能力积累一定的知识。因此我们学习植物学的目的任务是要掌握物种形成和系统发育的规律；研究个体构造、生长发育与生殖的规律；研究生命活动现象及生命活动的规律；研究植物与环境之间的辩证关系，从而达到了解植物，认识植物，利用和改造植物，满足人民生活的需要，为建设社会主义服务。

学习植物学必须树立辩证唯物主义观点。植物体的各个部分，在植物体的整个生命活动中，是彼此互相联系、互相协调，又是互相制约和统一的。在植物与环境之间，我们也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。植物的形形色色与各大类群，都是植物和环境

境相互关系中有规律地演化而来，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，结构复杂多样，教学内容描述多，现象多，所以在学习理论的基础上，必须加强观察和实验，增加感性认识。通过各种片段和个别现象，将其联系起来融汇贯通，达到建立植物体形态结构和生长发育的立体观念和动态发展的观念。我们要加强基本技能训练，掌握基本实验技能，培养用实验方法去探索植物生命现象的本质问题。

六、植物学学科概述

随着生产和科学的发展，植物学已有许多分支学科，现祖略介绍如下：

植物分类学：它是根据植物的特征、植物间的亲缘关系、进化顺序，对植物进行分类的科学，并在研究成果的基础上逐步完善植物各级类群的进化系统。近代已发展出植物化学分类学、植物细胞分类学、植物超微结构分类学和植物数值分类学。与植物分类学有密切关系的学科有：细菌学、真菌学、藻类植物学、苔藓植物学、蕨类植物学、植物系统学或生物系统学、孢粉学、古植物学及地植物学等。

植物形态学：是研究植物个体构造、发育及系统发育中形态建成的科学。它又发展为植物器官学、植物解剖学、植物胚胎学及植物细胞学。

植物生理学：是研究植物生命活动及其规律性的科学。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、开花或生殖生理等已有很大发展。有的已形成专门学科如分子植物学、植物代谢生理学、植物发育生理学等。与植物生理有密切关系的有植物生物化学。

植物遗传学：是研究植物的遗传和变异规律性的科学。因和细胞学密切相关，已发展成植物细胞遗传学和分子遗传学。

植物生态学：研究植物与环境间相互或辩证关系的科学。已发展成植物个体生态学、植物群落学或地植物学、植物种群生态学及生态系统学。

现代科学已进入实验阶段，如实验植物分类学研究植物种及种系形成；实验植物形态学研究形态发生及器官建成；实验植物胚胎学研究在实验的或植物细胞、组织或器官在培养条件下植物胚胎的形态发生及建成；实验植物生态学研究在实验处理下，植物生理生态的变化；实验植物群落学是以人工生态环境或建造人工植物群落研究高产和优质的科学。

近代生物科学发展日新月异，特别是许多边缘科学更是如此。有人预言，21世纪将是生物科学的世纪。作为为四化服务的农业科学工作者应学好植物学基础课，掌握基础实验技术，并努力把已渗入到生物科学的数、理、化等知识应用于植物学知识中，为提高理论水平和分析问题解决问题的能力，开创农业现代化新局面而奋斗。

目 录

绪论	(1)
一、植物的多样性	(1)
二、植物在自然界中的作用	(1)
三、植物在国民经济发展中的重要性	(2)
四、我国有丰富的植物资源	(3)
五、学习植物学的目的和方法	(3)
六、植物学分科概述	(4)
第一章 种子与幼苗	
第一节 种子的结构和主要类型	
一、种子的结构	(1)
二、种子的主要类型	(2)
第二节 种子的萌发和幼苗的形成	
一、种子的萌发及其条件	(5)
二、种子的萌发过程	(6)
三、幼苗的类型	(7)
小结	(8)
复习思考题	(9)
第二章 植物细胞和组织	
第一节 植物细胞	
一、细胞的发现及其意义	(10)
二、细胞生命活动的物质基础——原生质	(11)
三、植物细胞的形状与大小	(15)
四、植物细胞的结构与功能	(16)
五、植物细胞的繁殖	(33)
六、植物细胞的生长与分化	(37)
第二节 植物组织	
一、植物组织的概念	(38)
二、植物组织的分类	(38)
本章小结	(53)
复习思考题	(55)
第三章 被子植物的营养器官	
第一节 根	
一、根的主要生理功能	(56)

二、根和根系的类型及其在土壤中的分布	(56)
三、根的伸长生长和根的结构	(57)
四、侧根的发生	(70)
五、根瘤和菌根	(71)
第二节 茎	
一、茎的主要生理功能	(72)
二、茎的形态	(73)
三、茎的性质	(75)
四、茎的生长习性	(75)
五、茎的分枝方式	(76)
六、茎尖和茎的生长	(78)
七、茎的结构	(80)
第三节 叶	
一、叶的主要生理功能	(95)
二、叶的形态	(96)
三、叶的发育	(101)
四、叶的结构	(102)
五、叶的生态类型	(108)
六、离层和落叶	(110)
第四节 营养器官之间的联系	
一、根、茎、叶之间维管组织的联系	(111)
二、营养器官生长的相关性	(112)
第五节 营养器官的变态	
一、根的变态	(113)
二、茎的变态	(116)
三、叶的变态	(119)
小结	(120)
复习思考题	(129)
第四章 植物的繁殖与被子植物的生殖器官	
第一节 植物的繁殖	
一、营养繁殖	(131)
二、无性生殖	(136)
三、有性生殖	(136)
第二节 被子植物的生殖器官——花	
一、花芽分化	(137)
二、花的组成	(140)
三、花程式和花图式	(146)
四、花序	(147)

第三节 雄蕊的发育与结构	(140)
一、花药的发育与结构	(140)
二、花粉母细胞的减数分裂	(151)
三、花粉粒的发育与形态结构	(154)
四、花粉的败育和雄性不育	(156)
第四节 雌蕊的发育与结构	(156)
一、雌蕊的组成	(156)
二、胚珠的组成和发育	(158)
三、胚囊的发育与结构	(160)
第五节 开花、传粉和受精	(162)
一、开花	(162)
二、传粉	(162)
三、受精	(165)
四、外界环境条件对传粉、受精的影响	(167)
第六节 种子的发育过程	(168)
一、胚的发育	(168)
二、胚乳的发育	(172)
三、种皮的发育	(174)
四、无融合生殖和多胚现象	(175)
第七节 果实的发育、结构和传播	(176)
一、果实的发育和结构	(176)
二、果实和种子的传播	(179)
第八节 被子植物的生活史	(180)
小结	(182)
复习思考题	(186)
第五章 植物的类群和分类概述	
第一节 植物分类的基础知识	
一、植物分类的方法	(187)
二、植物分类的单位	(188)
三、植物命名法	(190)
四、植物分类检索表及其应用	(190)
第二节 植物的基本类群	
一、低等植物	(192)
二、高等植物	(205)
第三节 被子植物主要分科概述	
一、双子叶植物纲	(211)
(一) 毛茛科	(214)
(二) 十字花科	(214)

(三) 葫芦科.....	(215)
(四) 山茶科.....	(216)
(五) 椴树科.....	(217)
(六) 锦葵科.....	(218)
(七) 大戟科.....	(219)
(八) 蔷薇科.....	(221)
(九) 蝶形花科.....	(223)
(十) 山毛榉科(壳斗科).....	(226)
(十一) 桑科.....	(227)
(十二) 云香科.....	(227)
(十三) 伞形科.....	(229)
(十四) 旋花科.....	(230)
(十五) 茄科.....	(231)
(十六) 唇形科.....	(231)
(十七) 菊科.....	(232)
二、单子叶植物纲.....	
(十八) 百合科.....	(234)
(十九) 莎草科.....	(235)
(二十) 禾本科.....	(236)
本章小结.....	(239)
复习思考题.....	(240)

第一章 种子与幼苗

种子是种子植物的繁殖器官，它是植物有性过程的最终产物，由胚珠发育而成的。油菜、棉、西瓜、茶、桑的种子都是由胚珠发育而成的，是真正的种子。水稻、小麦、玉米、向日葵的籽粒，习惯上也叫“种子”，实际上是果实，因它们的种子被包在果皮之内，整颗籽粒不是单纯的由胚珠发育而成的。农业生产上所称的种子涵义广泛，除真正的种子外，常把用作直接播种的材料，如甘薯、马铃薯等都称种子。这些与真正的种子是不同的。

成熟的种子，孕育有新植物的雏形一胚。新一代植物体的根、茎、叶是从种子内的胚长大发育起来的。被子植物各个器官的形成，是由种子在一定条件下开始萌发，长成具有根、茎、叶的幼苗，幼苗经过一定的生长发育阶段便开花、结果、产生种子，繁殖后代。从种子到产生新种子的形成过程称种子植物个体生活史。

农作物的生长，一般是从播种开始的，为了进一步了解植物的个体发生和形态结构的形成，学习植物学先从种子开始。本章着重学习种子的基本结构及其各个部分的功能，种子的基本类型，了解种子的萌发条件、萌发过程及幼苗类型。

第一节 种子的结构和主要类型

一、种子的结构

各种植物的种子，在大小、形状、色泽和硬度等方面，都有很大的差别，如，椰子的种子很大，油菜、萝卜则小，烟草更小；形态也各异，油菜、豌豆的种子为圆球形，大豆、菜豆为肾形，梨为卵形；色泽和硬度也有别。种子形态上的特征，常常作为识别各类种子及鉴定种子质量的根据。虽然各种植物的种子，在形态上存在差异，但其基本结构是一致的。一般种子由胚、胚乳（有的已不存在）、和种皮组成。

（一）**胚** 是构成种子最重要的部分，它是新植物的原始体，由胚芽、胚根、胚轴和子叶组成。当种子在适宜条件下萌发后，胚根突破种皮发育成幼苗的主根；胚芽发育成茎、叶部分；胚轴发育成茎的一部分；子叶1—2枚，子叶有贮藏养料或从胚乳中吸收养料或者种子萌发后露出土面，转绿进行光合作用。

（二）**胚乳** 是种子内贮藏营养物质的组织，供种子萌发时，胚的生长之用。有的成熟种子，无胚乳，这是种子在生长发育时，胚乳的养料被胚吸收，营养物质转入子叶中贮存，所以种子里无胚乳或仅残存一干燥的薄膜，如蚕豆和棉籽。

胚乳细胞中贮藏的营养物质主要有淀粉、脂肪和蛋白质。不同植物的种子，所含的各种物质的比例不同，例如，水稻、小麦、玉米等籽粒中大部分是淀粉；油菜、油茶、蓖麻、花生、芝麻、胡桃的种子中大部分是脂肪；大豆种子中大部分是蛋白质。此外，有些植物的贮藏物是半纤维素，如柿子。

种子中的胚乳和子叶占种子的大部分，贮藏大量的营养物质，选种时，要选粒大而饱满的种子，保证种子萌发时有充足的养料，使初期的幼苗长得健壮。

(三) 种皮 是种子外面的保护层。具有防止病虫害入侵及机械损伤的作用。种皮的厚薄、颜色、光泽等随植物而异。成熟种子的种皮上，常可见到种脐（它是种柄和种子脱离后留下的痕迹）。和种孔，有的可见到种脊、种阜，如蓖麻。

二、种子的主要类型

被子植物的种子，根据胚中子叶数目可分为单子叶植物的种子，即胚中仅有1枚子叶和双子叶植物的种子，即胚中有二枚形态、大小相似的子叶。根据成熟种子内，胚乳的有无，可分为有胚乳种子和无胚乳种子。

(一) 双子叶植物有胚乳种子

这类种子由种皮、胚、胚乳三部分组成。如蓖麻、番茄、柿、桑等植物的种子属此种类型。现以蓖麻、番茄种子为例，说明其结构。

1. 蓖麻种子的结构

蓖麻种子的种皮硬而光滑，有斑纹。种子的一端有似海绵状的突起称为种阜(图1—1)，它是由外种皮延生而成。种脐邻近种阜，不明显。种孔被种阜覆盖。在种子的一面种皮上可见到长条状突起称种脊(图1—1左)，它是倒生胚珠的珠柄和珠被愈合处，在胚珠发育为成熟种子后留在种皮上的痕迹。剥去种皮，沿种子窄面中央作一纵剖面，可见到富含脂肪的白色胚乳。胚被包在胚乳中央，胚的二片子叶，在剖面上可见到大而薄，其上有显著的脉纹。胚轴很短，其下方是胚根，上方是胚芽，胚芽夹在二片之叶之间(图1—1中)。



图1—1 蓖麻种子

左，表面观；中，与宽面垂直的纵切面；右，与宽面平行的纵切面。

2. 番茄种子的结构

番茄种皮淡黄色，外有银灰色的茸毛。种脐位于较尖的一端。种孔不易分辨。种皮内的胚乳富含脂类。胚弯曲地包埋在胚乳中，胚的二片子叶细长而弯卷；胚芽在二片子叶之间；胚根长，外观与胚轴无明显界限(图1—2)。

(二) 双子叶植物无胚乳种子

这类成熟的种子由种皮和胚二部分构成。如蚕豆、油菜、棉、茶、桃、瓜类植物的种子。现以蚕豆种子为例，说明其结构。

蚕豆种子的种皮黄褐色或绿色，干时硬，浸水后呈革质。种脐在种子较宽的一端，黑色眉条状（图1-3A）；种孔在种脐的一端，不易察看，经水浸胀后手稍挤压，可见水从小孔溢出；种脊短，不太明显。剥去种皮，就是胚，首先看到的是两片肉质肥厚的子叶，（二片豆瓣）；露于叠合子叶外的光滑小突起是胚根；分开二片子叶，可见到胚芽；连接胚芽与胚根的短轴是胚轴，二片子叶着生其上（图1-3B）。

(三) 单子叶植物有胚乳种子

水稻、小麦、玉米、洋葱等植物的种子属此类型。现以水稻和小麦、洋葱为例，说明其结构。

1. 水稻和小麦的“种子”结构

一粒稻谷或一粒小麦，不是真正的种子，去谷壳的糙米和一粒小麦，实际上是果实，它们的果皮与种皮愈合，不能分开，称为颖果。一粒糙米和小麦是由果皮和种皮、胚乳及胚三部分组成。纵切糙米或小麦，可见到紧贴果皮和种皮以内，大部分为胚乳（图1-4、5），胚乳包括1—几层内贮藏着蛋白质和脂肪的糊粉层和贮藏淀粉的淀粉质胚乳二部分。胚较少，位于胚乳一侧的基部，胚的结构较复杂，胚芽（包括幼叶和生长锥），胚芽外面包有胚芽鞘；胚根，胚根外包有胚根鞘；胚轴极短，连接胚芽与胚根；一片盾状的子叶也称盾片，着生在胚轴一侧，盾片与胚乳相接的一面，有一层排列整齐的细胞称上皮细胞（图1-4、5），当种子萌发时，它分泌酶、消化、吸收、运转胚乳中的养料供胚的其他部分生长之用。与盾片相对的一侧，有一突起称外胚叶（图1-4、5），有人认为是未发育的另一片子叶，有的认为是胚根鞘的延伸物。

2. 洋葱的种子结构

洋葱的种皮棕褐色（深棕色），坚硬且表面有不规则的皱纹；种皮内为角质胚乳，贮藏蛋白质、类脂和半纤维素等营养物质；胚弯曲，包藏于胚乳中，子叶1片呈长柱形，基部圆筒形包被着胚芽，着生于胚轴上，胚轴甚短，胚根在胚轴下（图1-6）。

(四) 单子叶植物无胚乳种子

慈菇，泽泻和大多数兰科植物的种子属于无胚乳，由于农作物中少见，从略。

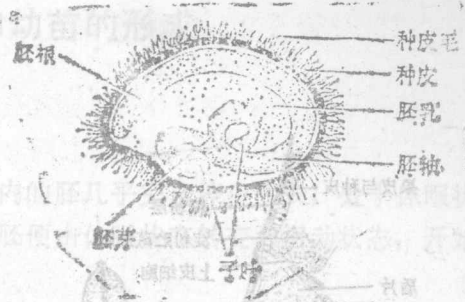


图1-2 番茄种的结构

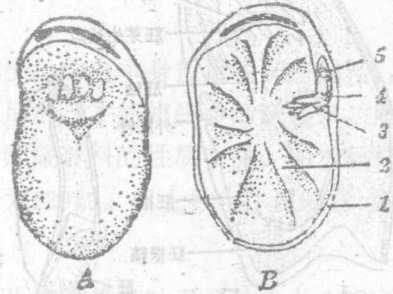


图1-3 蚕豆种子

A. 种子的外形；B. 去掉一片子叶，示内部结构。
1. 种皮，2. 子叶，3. 胚芽，4. 胚轴，5. 胚根。

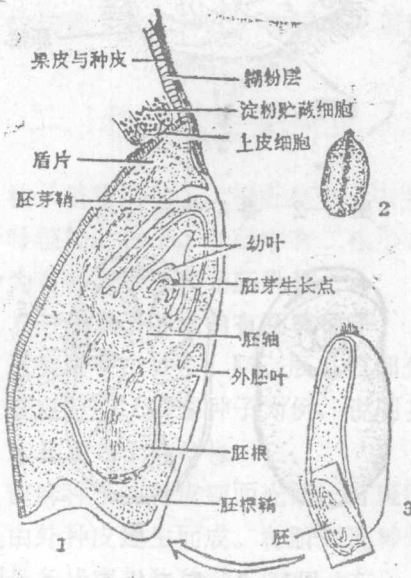


图1—4 水稻颖果纵切

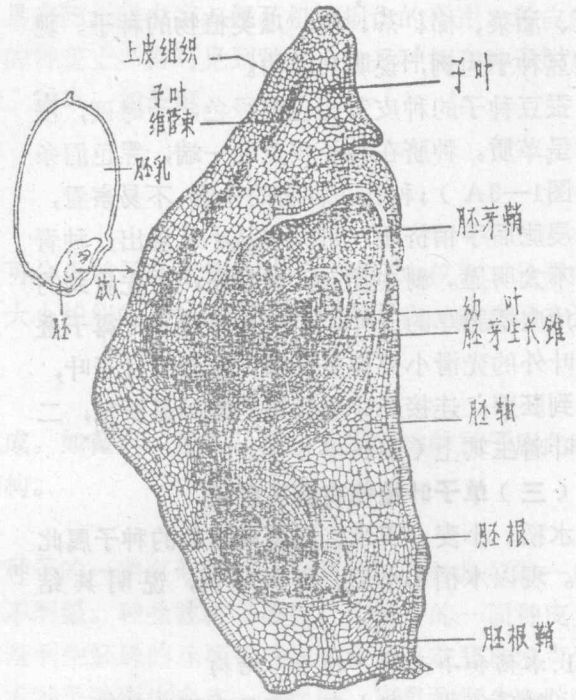


图1—5 小麦颖果的结构

1. 胚的纵切面；2. 籽粒外形；3. 籽粒纵切面。

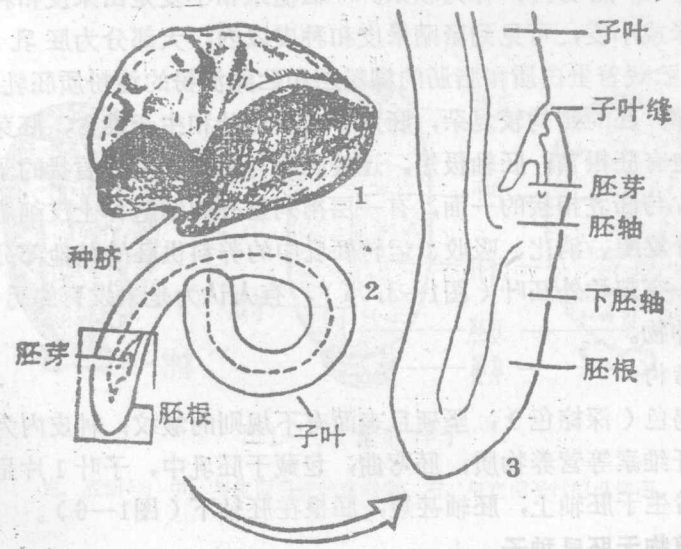


图1—6 洋葱种子的形态结构

1. 外形；2. 胚（包藏在胚乳中）；3. 部分胚的放大。

第二节 种子的萌发和幼苗的形成

一、种子的萌发及其条件

风干的成熟种子，一切生理活动都很微弱，种子内的胚几乎完全停止生长，处于休眠状态。一旦休眠解除，在适宜条件下，生命活动加强，胚便由休眠状态转变为活动状态，开始生长，这个过程称种子萌发。

种子的萌发，必须具备有内外条件，才能顺利萌发。其内因，首先是种子应具有强的生活力；种子结构完整并充分成熟及已解除了休眠期。种子萌发的外部条件，主要是充足的水分，适宜的温度及足够的氧气这三个条件。

充足的水分是种子萌发必要条件。风干的种子含水量少，约占本身重量的10—14%，一切生命活动微弱，很多重要生命活动无法进行，只有吸足水，才能使生命活跃起来，胚才能生长。各种作物种子萌发需要吸收水的数量不同，这与贮藏养料的性质有关，如水稻籽粒吸水量为40%，小麦为56%、棉52%、油菜48.3%，大豆为120%。以上数字，反映含蛋白质的种子吸水量较多，含脂肪的种子吸水量较少。

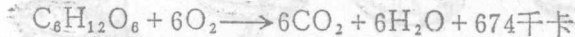
适宜的温度是种子萌发的主要条件，萌发时种子内物质和能量转化，是复杂的生化反应，都需要有酶参与，而酶的活动需要在一定温度范围内进行，酶在最适温度下，活动最活跃，温度过低或过高，酶活动慢或失去活性，因此，种子萌发对温度要求有最低、最适和最高三基点。下面列出几种作物种子萌发时要求的温度。

几种作物种子萌发对温度的要求(℃)

作物种	最低温度	最适温度	最高温度
水稻	10—14	30—35	38—40(44)
小麦	1—4	20—25	30—35
油菜	0—3	15—20	40—45
棉花	11—12	22—30	40—45
番茄	15	25—30	35

种子萌发的温度三基点是农业生产上适时播种的重要依据。

足够的氧气是种子萌发的必要条件，种子吸足水分和获得最适温度后，胚开始萌动，呼吸逐渐加强，需要足够氧气供呼吸，使细胞内贮藏的养料氧化、分解成二氧化碳和水，并释放能量，供生命活动之用。呼吸作用可以简单地用下列反应式表示：



种子萌发时，如无足够的氧气，呼吸作用受影响，胚就不能正常生长。农业生产上、播种前的整地、松土，就是为了增加土壤空隙，保证有足够的氧气供种子萌发用。

水、温度和氧气三个因素是相互联系及相互制约的，缺一不可，所以播种前的浸种、催芽，需加强人工管理，以控制和调节氧的供应，种子萌发才能正常。

一般种子萌发不受光的影响，但有些植物种子要在有光条件下才能萌发，如烟草等，反之，有的要黑暗才能萌发，如苋菜等种子。

二、种子的萌发过程

能萌发的种子，在获得外界适宜的条件下，开始萌发。通常是胚根先突破种皮向下生长，形成主根，随后胚芽伸出种皮向上生长，形成茎、叶系统，逐渐形成幼苗（图1—7）。

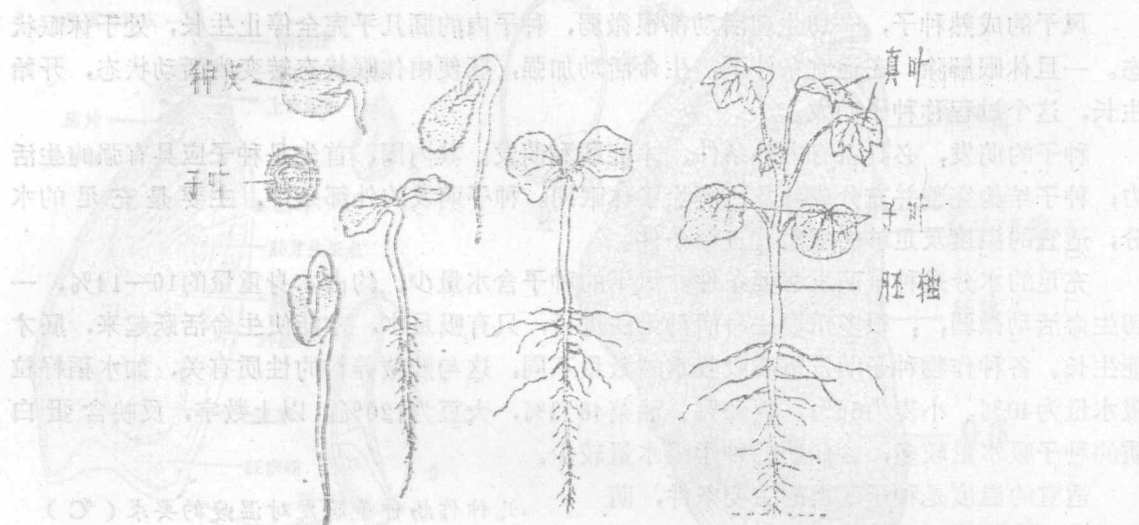


图1—7 棉种子萌发过程

水稻“种子”萌发略有不同，首先是胚芽膨大伸展，然后胚芽鞘突破谷壳而伸出；胚根比胚芽生长稍后，随即胚根突破胚根鞘及谷壳形成主根（图1—8）。在主根伸长后不久，从胚轴上又生出数条与主根粗细相似的不定根，在栽培学上把它们统称为种子根。在胚芽鞘与胚芽伸出土面后，胚芽鞘纵向开裂，真叶露出胚芽鞘外，形成幼苗（图1—8）。

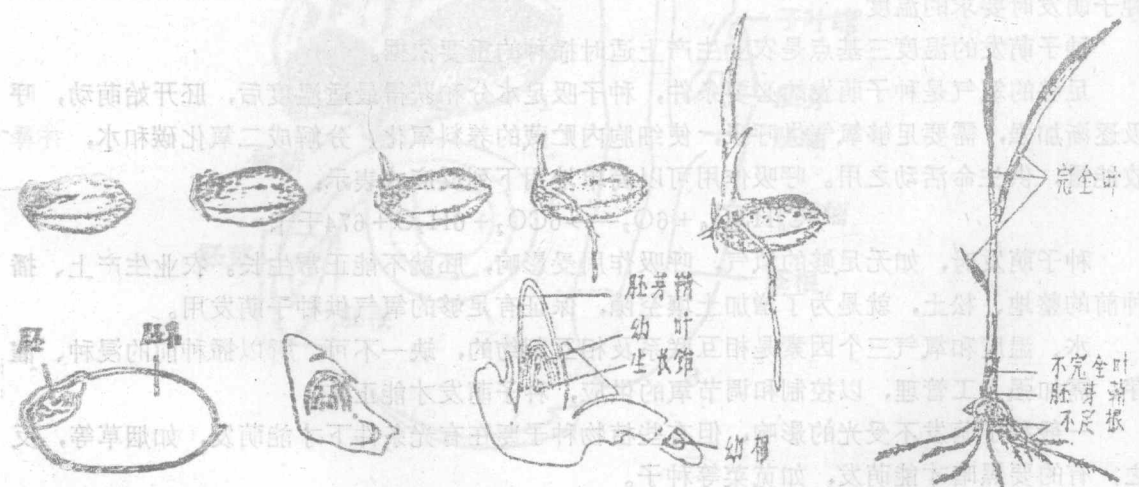


图1—8 水稻“种子”萌发过程

三、幼苗的类型

种子萌发形成具有根、茎和叶的幼小植物体称为幼苗。各种植物的幼苗形态，由于胚轴的生长情况不同，主要有二种幼苗类型。

(一) 子叶出土幼苗

油菜、棉、番茄、蓖麻、梨等植物种子在萌发形成幼苗的过程中，下胚轴（子叶着生部位到胚根之间的胚轴部分）生长较快，将子叶和胚芽推出土面（图1—7），形成的幼苗是子叶出土的。子叶出土后可暂时进行光合作用，胚芽发育形成茎和真叶后，子叶内养料耗尽而脱落。

洋葱也是子叶出土幼苗，但它不是种子萌发过程中下胚轴生长快之故，萌发时首先是子叶的中、下部分伸长，把胚根及胚轴推出种皮之外，以后子叶很快伸长，呈弯曲形露出种皮，以后进一步生长伸直，并将子叶先端拉出种子外，出土后转绿进行光合作用。此后真叶从子叶鞘裂缝中伸出（图1—9）。

(二) 子叶留土幼苗

蚕豆、豌豆、柑桔、茶、水稻、小麦、玉米等植物种子在萌发形成幼苗过程中，下胚轴不伸长，而是上胚轴（子叶着生部位到第一片真叶之间的胚轴部分）和胚芽向上生长，子叶留在土中，形成子叶留土幼苗（图1—10）。

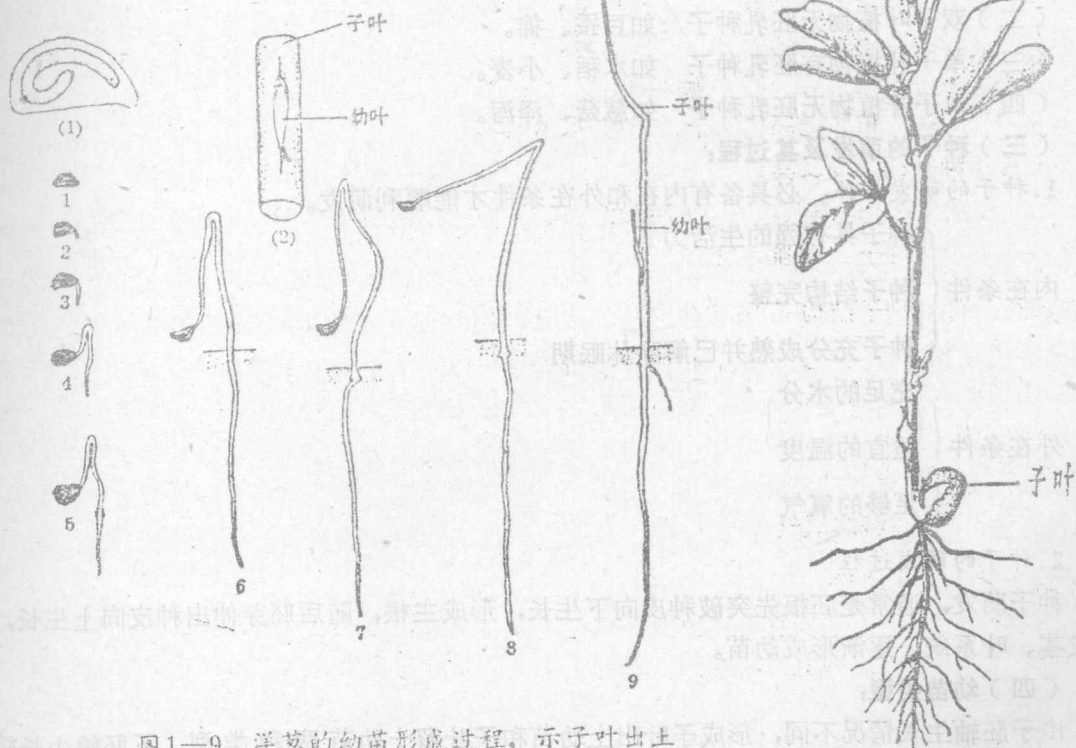


图1—9 洋葱的幼苗形成过程，示子叶出土
1. 种子的纵切面；2. 子叶的一段示子叶鞘的裂缝及开始伸出的幼叶。
(1—9为萌发次序)

图1—10 蚕豆幼苗，示子叶留土