绪　　论

一、植物界的多种多样和祖国的植物资源

植物的种类是多种多样的，已知植物的总数就有 50 余万种。它们的形态、结构、生活习性以及对环境的适应性各不相同，千差万别。在不同的环境里生长着不同的植物种类。从热带到寒带以至两极地带，从平地到高山，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。这些植物体有单细胞的、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，从水生到陆生，由低等到高等，由简单到复杂，逐步发展成为绝大多数陆生的、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。很多植物在体内具有叶绿素，吸收太阳光能，表现植物所特有的绿色，这些植物被称为绿色植物。另一大类不具叶绿素的，称为非绿色植物。

绿色植物能利用光能，进行光合作用，把无机物合成为有机物。这不仅解决了绿色植物自身的营养，也维持了非绿色植物和人类的生命。通过非绿色植物如细菌、真菌等对死的有机体的分解，即所谓矿化作用，又可把复杂的有机物分解成简单的无机物，再为绿色植物所利用。总之，植物在自然界通过光合作用和矿化作用，也就是合成和分解，使宇宙间物质循环往复，永无止境。

植物界是如此广阔而复杂，有从肉眼看不见的低等植物——藻菌，到分化程度很高的、结构复杂的高等植物——种子植物。低等植物的结构简单，多以孢子繁殖后代；而种子植物则结构复杂，用种子繁殖后代。植物的生活周期长短也不一致，高等植物中的被子植物有多年生木本和一年生、二年生和多年生的草本。植物界是由最初的原始植物逐渐进化而来的，在进化过程中，有不同的适应方式，随着进化过程的推进，出现结构和功能上的特化，因而有不同的形态和结构，发展成为各式各样的植物，其中种子植物，特别是被子植物是最高等的类群。野生植物经过驯化引种栽培，在长期自然选择和人工选择下，不断起分化定型作用，产生许多新的生态型。

我国地域辽阔，人口众多，历史悠久，植物资源十分丰富，仅种子植物就有 3 万种以上。在我国几乎可以看到北半球覆盖地面的各种类型的植物群。伟大祖国辽阔的土地上，生长着各种各样的天然森林、灌丛、草原和草甸；在中国共产党和人民政府的领导下，我国劳动人民战天斗地，使祖国辽阔的疆土上，遍布着整齐宽广的各种农田、果园、茶园、菜地、药圃和各种经济林场。

最北部的大兴安岭、长白山一带，有耐寒喜光的落叶松，有常绿针叶的云杉、红松。这些树种木质坚硬，是制造船只、车辆、纸张、乐器和建筑的良好用材，林下还分布有闻名中外的药材人参。

华北山地和辽东、山东半岛一带，是全国小麦、棉花和杂粮的重要产区。这一地区盛产苹果、梨、桃、葡萄、枣、核桃、板栗等还有多种栎树林，树叶作柞蚕饲料，果实（橡子）作纺织浆料，可节约大批粮食。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

我国广阔的亚热带地区，是我国水稻主要产区，植物种类非常丰富，仅四川一省就有高等植物近 1万种，不仅面积大，而且有闻名世界的活化石植物，如上千年树龄的银杏，木材可供雕刻、制图版或建筑用，果实与叶可作药材；川鄂交界处有适应力强的水杉；川南、桂北山上有 100万年前残存的银杉。还可看见各种经济植物如毛竹、油茶树、油桐、乌桕和漆树以及常用的建筑用材——杉木和马尾松。我国西南高山是举世闻名的天然高山花园。

我国广东、广西、福建、台湾和云南南部的热带地区，气候温暖，雨水充沛，四季如春，有利于植物的繁生滋长，仅广东一省就有几千种有花植物。这一地区有菠萝、甘蔗、剑麻农田。山谷植物种类繁多，海湾内有抗击强烈风浪的红树，果树有香蕉、荔枝、龙眼、芒果等，还有橡胶、椰子、咖啡、可可、胡椒、油棕、槟榔等经济作物。台湾省是世界盛产香樟、生产樟脑最多的地方。

南沙群岛由许多岛屿、沙洲、暗礁和暗沙构成。地处赤道热带，热量、水量丰富，热带海洋岛屿气候特征显著。植物主要为银毛树 (*Messerschmidia argentea*) 和草海桐(*Scaevola sericea*)等组成的灌丛草地。栽培植物有椰子、香蕉和番木瓜等。

西沙群岛是我国南海诸岛的一部分，位于广东省海南岛东南的南海中，处于热带海洋，在地理历史上是比较年轻的岛屿。岛上的植物与邻近大陆及大陆岛屿相比显得简单，而具有更多的热带海岸和海岛的植物种类。由于岛屿形成年代不同和自然条件的差异，反映在各岛屿的植物种类分布和数量也有不同程度的差异。经过多次调查和统计，连同栽培植物共有 213种。现有栽培植物 47种中，除个别以外，是从海南岛运到西沙群岛的，都是我国劳动人民尤其是海南岛的渔民自古以来在西沙群岛生产活动的结果，其中如椰子树的栽培时间最久，面积也最大，分布几乎遍及各个岛屿，成为茂密的椰林。

东北平原和内蒙古高原东部一带，已发展不少农业基地，建立了许多国营农场，有一望无际的大草原。禾本科、豆科牧草，营养价值高。这一带是我国畜牧业主要基地。

青藏高原中东部和南部，有沼泽、湖泊，以及水草丰美、花色瑰丽的草甸。向阳山坡有大片草原。高原谷地种有青稞、冬小麦、荞麦和萝卜。

新疆在固定沙丘或流动沙丘上，也分别生长着供作燃料的琐琐。甘肃和青海的荒漠上，生长着固沙的蒿子和杠柳。荒漠上的绿洲，我国最优质的长绒棉就生长在这里。此外，还有甜蜜的葡萄、西瓜和哈密瓜等果品。戈壁滩上有沙拐枣和麻黄。除麻黄外，其他上述植物都是骆驼的良好饲料。这里还有沙漠地区主要建筑材料的天然树种胡杨，叶子可作骆驼和羊的良好饲料。

在我国西藏西北角高寒荒漠区，也还生长有矮小灌木。有的呈垫状，适应抗风、抗寒、保水的需要。局部湖边、河滩还生长着水杨枝，耐寒耐旱，夏季叶绿花红，构成藏北高原特有的壮丽景色。

植物在任何环境中，几乎都是唯一的、第一级的生产者有时，又是二级生产者。因此，植物是人类最基本的能源，又是其他能源的潜在来源。当前世界上能源耗费、资源枯竭、人口膨胀，粮食短缺环境退化与生态因素失调，都与植物资源的是否合理利用与保护有着直接或间接的关系。近年来，在国外又出现了利用植物能源的新技术，采用近代工艺和化学合成，提取植物体内的碳水化合物或碳氢化合物，分离提取液体燃料，如酒精、甲烷、植物精油、液化树脂等，植物能源的前景十分广阔。

我国的社会主义现代化建设，离不开植物资源的开发和利用。新的栽培植物不断出现，

农、工、商业的植物原料逐步扩大，新的药用植物和特殊用途植物不断被发现，都说明植物资源的研究是发展现代化大农业的重要基础之一。但也必须指出，我国森林覆被率约为 12%，占世界第 121 位，属于少林国家。全世界高等植物已陷入濒危状态的种类，约有 2～2.5 万种，占总数 10% 左右。我国开发森林重砍轻造，木材利用率很低，因此，必须加强保护野生植物，同时大力实行人工繁殖，制定保护和利用的措施。全国人民遵守国家的保护条例和法规，植物资源的永续利用是能够做到的。

二、植物学的简史和分科概述

人类关于植物方面的知识积累是和生产实践分不开的。植物学就是在生产实贱活动中逐渐建立和成长起来的。

我国是研究植物最早的国家之一。我国劳动人民有丰富的生产经验和独特的创造。就植物科学的考证，就可以证明，远在殷代就开始种麦。黍、稻、粟。古代治病所用的草，就是今日所说的药用植物。各代的志书，都有关于新植物的记述和栽培植物的考证，并有历代相传的药用植物专书，如李时珍的《本草纲目》为国际药学和植物学家所珍视。不仅对于高等种子植物，即使对低等植物如藻类和菌类的利用，也都有较详细的记述。

近百年来，由于封建反动的统治与迫害，和帝国主义的侵略与掠夺，生产力受到严重的压迫和束缚，植物学与其他科学一样，得不到发展。解放后，新中国的植物学随着社会主义建设事业的需要和发展，有着广阔光辉的前途。

植物学的分科是基于生产力的发展需要形成的。随着生产力和其他有关学科的发展，植物学已分成许多分科：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称为植物形态学。从广义方面的了解，它是研究植物形态、器官结构及其发育规律的科学。因此，其内容还可包括植物外部形态学、植物解剖学、植物胚胎学和植物细胞学。

植物解剖学是研究植物体的内部结构，个体发育和系统发育中结构建成规律，以及结构与功能和生活条件的关系的科学。

按照植物进化的程序，和植物间的亲缘关系，对植物进行分类的科学称为植物分类学。这一学科的内容，在于确定植物界的总体和部分演化系统，亲缘关系，并且研究植物及其发展。因此，它与了解植物在地质史上的分布和彼此间发展关系的古植物学有比较密切的关系。

植物生理学是研究植物体生命活动及各种过程，以及植物体在个体发育中因生活条件的改变而发生的物质变化的科学。它与研究植物体内发生各种生化变化的植物生物化学有密切的关系。

此外，还有植物遗传学，研究植物的遗传和变异以及人工选择的理论与实践；植物生态学，研究植物体对环境的适应以及植物与环境间的相互影响，地植物学(或植物群落学)，研究植物群落以及它们与地理环境间的关系；研究地球上现在和过去植物的传播和分布的科学，称为植物地理学。

众所周知，植物的遗传和变异是由基因的作用造成的。实验研究指出，基因是脱氧核糖核酸类的大分子。脱氧核糖核酸和核糖核酸主要是参与及控制蛋白质分子的合成。蛋白质

是构成活细胞中大部分大分子的。研究这些主要物质及其彼此之间的关系，是一门新兴学科——分子生物学的任务之一。由于仪器的改进和完备，光学显微镜技术的改进，透射电子显微镜和扫描电子显微镜镜检术的应用，以及生物化学有关理论与技术的发展，使人们对植物细胞结构的认识和理解，有了更高的进展。七十年代水湿样品在透射电子显微镜下观察的成功，对植物学研究有重大意义因 为水湿样品 比干样品更接近于植物的自然状态。六十年代发展的扫描电子显微镜，加强了植物细胞和组织观察时的立体感,使一般平面图象分辨不清的细微结构，能更清晰地显示出来。我国已生产了 80 万倍的透射电子显微镜，高倍的透射电子显微镜的应用，可以看到更加致密的细胞结构,使植物学在研究这些主要物质及其彼此之间的关系方面，逐渐由细胞水平提高到了分子水平。这一进展开辟了探索植物细胞生物学新知识的广阔途径。在生物反应的分子基础上，与有关学科在综合应用方面，将作出更大的贡献，可以卓有成效地为农业生产服务。

植物学的各个分科在其历史发展中，都有其重要意义。为了深入细致地揭露植物的生命现象和发展规律,专门从事某一方面的研究，建立分科是必要的，但是由于生产上的问题是多方面的，也是非常复杂的，因此，各学科在精细分工的基础上，还要结合专业各有关学科进行协作，开展综合性的研究，才能求得解决。

我国是社会主义国家,在党的领导下，发展综合性科学研究是我国科学特征之一。在综合研究工作中,各门科学密切联系，相互影响，不仅能完成极多的复杂工作和改造自然的任务，而且可以丰富各学科的内容，推动其发展，并使植物学成为为人民服务的有效工具和征服自然的一种武器。

三、学习植物学的目的和方法

，生物圈是人类生存的大环境,基本要素由植物构成，植物沟通人与大气圈和岩石圈的联系,起着媒介的作用。植物与我们的生产和生活关系密切。在农业生产中,农、林、牧、副、渔直接或间接与植物有关。轻工业原料是以植物为主的,食品、纺织、造纸、橡胶、制糖、油脂、香料、烟草、医药等工业，也都和植物有密切的关系。甚至炼钢工业的燃料——煤炭，重要能源——石油，都是古代埋在地下的植物变成的。日常生活中可以说衣、食、住、行都离不开植物。我国社会主义建设和人民生活所需的粮、棉、油、麻、丝、茶、糖、菜、烟、果、药、杂,都是利用植物的某些种类而获得的。其他如荒山草坡的利用改造，热带与亚热带植物资源的开发,水土保持,改良土壤,防风固沙,指示探矿,石油开采,环境保护与净化,都与植物密切相关；人们甚至需要依靠植物来监测环境质量的动态变化。此外，农业区划和土地规划等，都与植物学科的工作直接有关。

研究植物的目的在于了解植物的生活习性，掌握植物生长发育、遗传变异和分布的规律，从而控制、利用和改造植物，扩大和充分利用野生植物资源，提高农作物的产量和品质，引种驯化，更好地为我国社会主义建设服务。

植物学是农学类专业中的一门基础课。植物学教材是针对专业培养目标的要求编写的。因此，它是为进一步学好专业基础课和专业课程如植物生理、作物栽培和育种等必要的条件和基础。教材内容以粮、棉、油料、园林和其他主要作物为主，举例说明与栽培和育种必须熟悉的有关植物生长发育中的形态、结构以及传粉受精等基本知识。所以教材中对形态、

结构以及与专业关系密切的细胞与组织部分，作了比较详细的阐述，并且适当地介绍了一些与农、林、牧业有关的植物学的基本理论和知识。照顾到本学科的系统性和科学性，循序渐进地从种子中的胚体开始，进而讲到细胞和组织，然后在这个基础上讲述营养器官根、茎、叶和生殖器官花、果实、种子的形态和结构。通过对植物界基本类群和分类以及植物生态、群落、植被的介绍，使学生对植物和植物界的进化，植物与环境之间生态关系的规律性，有一个初步的认识。对培养学生从事农、林、牧业生产和研究工作，分析问题和解决问题方面有所帮助。

学习植物学必须具有辩证唯物主义的观点，认识到植物界形形色色的现象是物质运动的形式。各种现象是相互联系、相互制约的，运动形式可以转化。植物的生存和它周围的环境发生着密切的关系。植物与环境之间是相互矛盾、斗争而又是对立统一的辩证关系。我们为了要从植物获得更多的产品和产量，在栽培实践中就必须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，从而科学地加以控制、促进和调节，因此，必须认真地学习农林科学技术知识，实行科学种田和科学造林。

高等农业院校的植物学与其他生物科学研究方法一样，我们要通过认真观察、系统比较和实验，以了解植物的生活现象、生长发育和形态结构，从而揭露植物的生活、生长与发育和形态与结构变化的表现、规律和本质。学习时，必须强调联系实际，实地观察，针对农学、植保、土化、蔬菜、果树、蚕桑、茶叶等专业的培养目标进行课堂系统讲课和实验实习，亲自操作，按照植物生长发育的过程进行学习，为后继专业有关课程，为今后工作，在植物学基本理论、基本知识和基本技术方面，打下坚实的基础和准备必要的条件。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第一篇　被子植物形态结构与功能

第一章 种子和幼苗

种子植物中的被子植物是进化程度最高的、结构最复杂的高等植物。水稻、小麦、玉米、甘蔗、大豆、桑、茶和甘薯都属于种子植物中的被子植物。一株被子植物通常具有根、茎、叶、花、果实和种子等部分，这些部分叫做器官。器官是生物体由多种组织构成的、能行使一定功能的结构单位。植物的器官各有其不同的功能，如根能从土壤中吸收水分和养料，由茎输送到叶，叶能利用水分、二氧化碳等为原料进行光合作用，制造有机物质，再由茎将这些有机物质输送到植物体各部分去，以营养植物体本身。我们将这些以营养为主要功能的根、茎、叶等器官称为营养器官，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，一般称为生殖器官。

从种子萌发为幼苗，长成根、茎叶，这个过程称为营养生长期。当营养生长达到了一定的阶段，便开花、结果，产生种子，繁殖后代，这个过程称为生殖生长期。在营养生长的基础上进行生殖，两个时期是交叠进行的。从种子萌发至新种子的产生，要经历一系列的形态上、结构上和生理上的复杂变化。

种子是由胚珠发育而成的。花生、棉花、油菜、紫云英、柑桔、菜豆、茶和桑的种子，都是由胚珠发育而成的，是真正的种子。水稻、小麦、玉米、高粱、向日葵的籽粒，一般也叫做“种子”，实际上都是果实。因为它们的单粒种子包在果皮之内，特别是禾本科植物的果实，其果皮与种皮相愈合不易分离。

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，学习植物学也首先从种子开始。本章的重点在于学习种子的基本结构及其各部分的功能，联系农业生产实践，说明种子萌发所需要的条件、萌发的过程和萌发时内在变化的基本原理。

第一节　种子的组成部分

种子（seed）在大小、形状和颜色等方面，因植物的种类不同而有较大的差异。如椰子的种子很大，而油菜、萝卜、芝麻的种子则较小，烟草和兰花的种子则更小。大豆、菜豆的种子为肾形，而豌豆、龙眼的种子为圆球形。种子的颜色也有多种，许多禾本科植物的“种子”（颖果）如小麦、粟为黄褐色，大豆为黄色、青色或黑色，荔枝为红褐色等。

种子虽然在形状、大小和颜色各方面存有差异，但其基本结构是一致的。种子里面有胚，部分植物的种子还有胚乳，在种子的外面有种皮。

一、胚

胚 (embryo) 是构成种子最重要的部分，它是由胚芽(plumule)、胚根(radicle)、胚轴(hypocotyl)和子叶(cotyledon)四部分所组成。种子萌发后，胚根、胚芽和胚轴分别形成植物体的根、茎、叶及其过渡区，因而胚是植物新个体的原始体。

二、胚乳

胚乳 (endosperm) 是种子内贮藏营养物质的组织。种子萌发时，其营养物质被胚消化、吸收和利用。有些植物的胚乳在种子发育过程中，已被胚吸收、利用，所以这类种子在成熟后无胚乳。

种子内贮藏的营养物质主要有淀粉、脂肪和蛋白质。根据贮藏物质的主要成分，作物的种子可分为淀粉类种子，如水稻、小麦、玉米和高粱等；脂肪类种子，如花生、油菜、芝麻和油茶等；蛋白质类种子，如大豆。下表是几种主要作物风干种子的化学成分，供参考。

几种主要作物风干种子的化学成分（%）

作物种类	水分	碳水化合物(主要是淀粉)	蛋白质	脂肪	粗纤维	灰分
水稻	14.2	75.2	7.7	0.4	2.2	0.5
玉米	12.0	73.0	8.5	4.2	1.3	1.7
高粱(红)	9.0	72.5	9.9	4.7	1.8	2.5
高粱(白)	13.7	64.0	11.4	5.0	1.6	3.0
小麦	15.0	66.1	13.2	2.0	1.8	1.9
大豆	9.0	25.0	39.2	17.4	4.2	5.0
花生	8.0	22.0	26.2	39.2	2.5	2.0
豌豆	10.0	58.0	24.6	1.0	4.5	2.9

三、种皮

种皮(seed coat, testa)是种子外面的保护层。种皮的厚薄、色泽和层数，因植物种类的不同而有差异。成熟的种子在种皮上通常可见种脐(是种子从果实上脱落后留下的痕迹)和种孔。

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。双子叶植物中的蓖麻、番

木瓜、烟草、茄、辣椒、桑、柿等植物的种子和单子叶植物中的水稻、小麦、玉米、高粱、洋葱等植物的种子，都属于这个类型。

（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，在种子的一端的海绵状突起称为种阜（caruncle），它是由外种皮延生而形成的突起，有吸收作用，利于种子萌发；种孔被种阜遮盖；种脐不甚明显。在种子的一面种皮上可见长条状突起，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，仅为介于二子叶间的一个小突起 胚根长，外观上和胚轴无明显界限（图 1-2）。

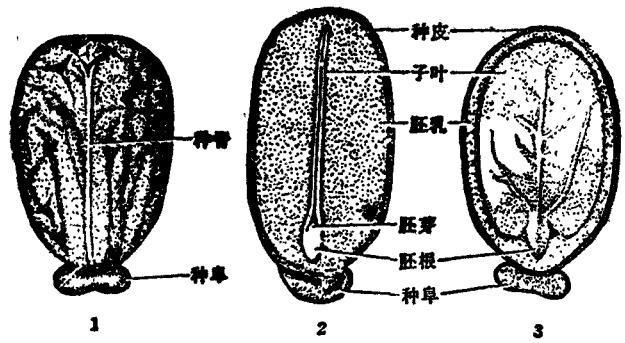


图 1-1　蓖麻种子

1．表面观；　2．与宽面垂直的纵切面；　3．与宽面平行的纵切面。

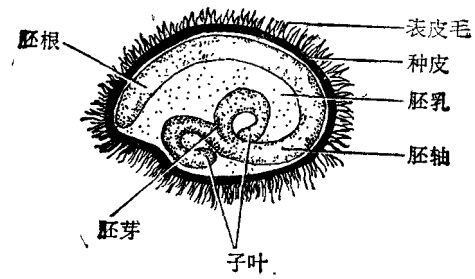


图 1-2　番茄种子的结构

（二）单子叶植物有胚乳种子

1．水稻、小麦“种子”的结构

现以水稻、小麦为例，说明禾本科植物“种子”（颖果）的结构（图 1-3、4）：

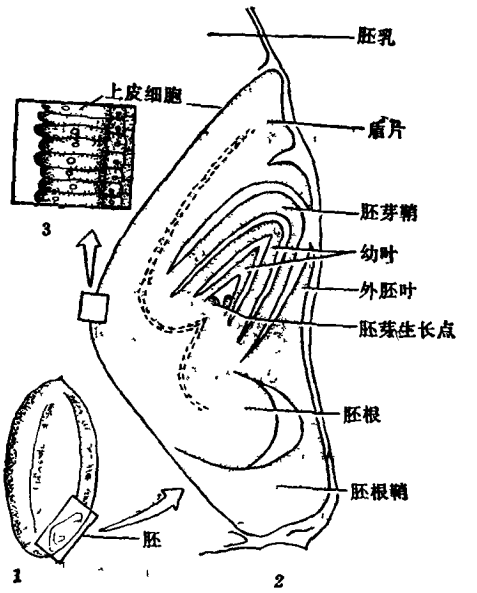


图 1-3　水稻颖果的结构

1. 水稻颖果的外形，示胚的部分；2. 胚的纵切面：3. 上皮细胞。

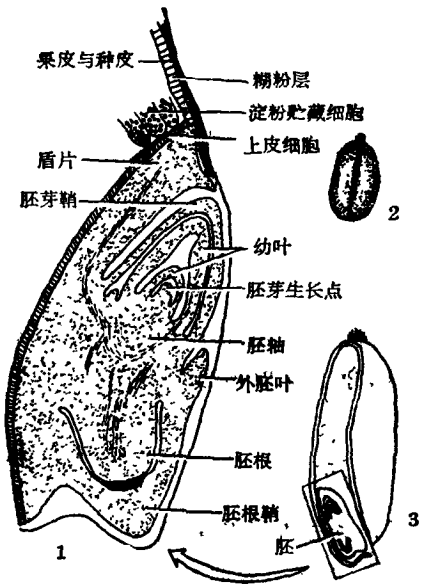


图 1-4　小麦颖果的结构

1. 胚的纵切面；2. 颖果外形：3. 颖果纵切面。

(1) 种皮　一粒小麦或一粒稻谷俗称为种子，但一粒小麦或剥去谷壳的糙米，除种皮外，尚有果皮与之合生，小麦、水稻的果皮较厚，而种皮较薄，二者一般不易分离，故糙米或麦粒在植物学上称为颖

(2) 胚乳生　从水稻和小麦颖果的纵切面来看，胚和胚乳的界限很明显。果皮和种皮以内绝大部分是胚乳，而胚甚小，仅位于其一侧的基部。水稻和小麦的胚乳可分为两部分，紧贴种皮的是糊粉层，其余大部分是含淀粉的胚乳细胞。糊粉层细胞的层数，因部位而不同。

(3) 胚　胚是由胚芽、胚根、胚轴和子叶四部分构成。胚芽位于胚轴的上方，由生长点和包被在生长点之外的数片幼叶所组成；包围在胚芽外方的鞘称为胚芽鞘(coleoptile)；胚根位于胚轴的下端，由生长点和根冠所组成。外方包被的为胚根鞘(coleorhiza)；胚轴较短，上接胚芽，下连胚根，侧面与子叶相连接；子叶只有一片，着生于胚轴的一侧，形如盾状，称为盾片(scutellum)。沿着盾片的背面，中间有一条大维管束，其两侧各有数条小维管束。盾片与胚乳交界处有一层排列整齐的细胞，称为上皮细胞（或称柱形细胞）。当种子萌发时，上皮细胞分泌酶类到胚乳中，把胚乳中贮藏的营养物质消化、吸收，并转移到胚的生长部位供利用。胚轴在与盾片相对的一侧有一小突起，称为外胚叶

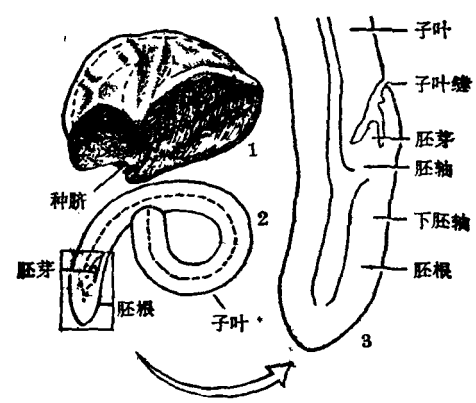


图 1-5　洋葱种子的结构

1. 外形；2 胚(包藏于胚乳中)；3. 部分胚的放大。(临 Haywaid)

(外子叶),有人认为是另一片子叶退化的部分。

2．洋葱种子的结构

洋葱种子近于半球形，种皮深棕色。胚乳角质，主要含有蛋白质、类脂和半纤维素等营养物质。胚弯曲，包藏于胚乳之中。胚有一片长柱形的子叶，其基部圆筒形，着生于胚轴上而包被着胚芽，在其一侧有一裂缝，称子叶缝；胚芽具一生长点，种子萌发前可能已形成一初生叶 胚根在胚轴之下(图 1-5)。

二、无胚乳种子

无胚乳种子由种皮和胚两部分组成。双子叶植物如花生、棉花 茶、豆类、瓜类及柑桔类的种子,单子叶植物慈姑的种子,都属于无胚乳种子(exalbuminous seed)。

(一) 双子叶植物无胚乳种子

1．菜豆种子的结构

(1) 种皮　表面有花纹或无，颜色多种；种子的一侧具一长圆形的种脐 hilum)，多为灰白色 在种脐的一端有一小圆孔,即是种孔(micropyle) ,为珠孔的遗迹,种子萌发时,胚根多从此处伸出；在种脐另一端有一瘤状小突起，与种皮同色但较深，称为种瘤；在种瘤下边约到种子顶端，具较长隆起的棱脊，即为种脊。

(2) 胚　由胚芽、胚根、胚轴和两片子叶所组成。子叶肥厚，乳白色；胚轴较短,子叶着生于其两侧；胚轴的下方为胚根；胚轴上方为胚芽，由生长点和幼叶所组成 (图 1-6)。

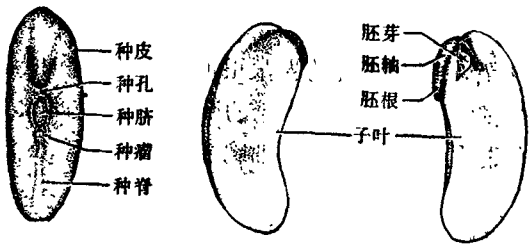


图 1-6　菜豆种子的结构

2．花生种子的结构

(1) 种皮　花生种子外面红色或红紫色的“衣”即是种皮。在种子尖端部分有一微小白色细痕就是种脐；种孔不明显。

(2) 胚　由胚芽　胚根、胚轴和两片子叶所组成(图 1-7)。子叶肥厚、乳白色而有光泽,其细胞内含有丰富的营养物质,特别是脂肪。胚轴短粗,子叶着生于其两侧,把

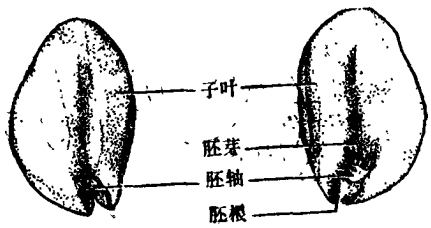


图 1-7　花生种子(剥去种皮)的结构

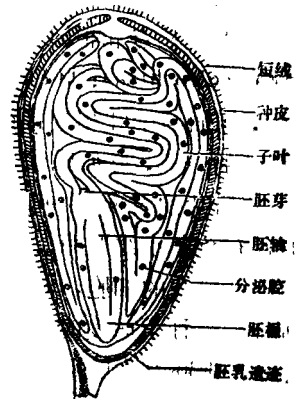


图 1-8　棉花种子(去掉长表皮毛)的结构

胚轴分为两段：子叶着生点以上的一段叫做上胚轴，子叶着生点以下的一段叫做下胚轴。胚轴的下端为胚根，上方为胚芽。胚芽为生长点与幼叶所组成。

3．棉花种子的结构

棉籽外面黑色的硬壳就是种皮。种皮上的毛状物是表皮毛，也就是棉絮（“纤维”）。棉花的种脐呈尖状突起。

剥去种皮后，有一层乳白色的薄膜，这是胚乳的遗迹（因此，有人认为棉花属于有胚乳种子），其内部为胚。子叶在种子内呈皱褶状，胚根较细长，胚轴较短，胚芽较小（图 1-8）。

（二）单子叶植物无胚乳种子

单子叶植物的无胚乳种子除慈姑外，在农作物中较少见，此处不再作介绍。

总结以上所述内容，典型种子的基本结构可概括如下表：

种子的基本结构	种皮		一般是坚韧的，为种子的保护层。禾本科植物的种皮与果皮不易分开。
	胚	胚芽	一般为生长点与幼叶所构成（有些植物无幼叶）。禾本科植物的胚芽外面有胚芽鞘包围着。
		胚轴	是连接胚芽、胚根和子叶的轴(包括上胚轴和下胚轴)。
		胚根	由生长点与根冠所组成。禾本科植物的胚根外面包有胚根鞘。
		子叶	双子叶植物的胚有子叶两片，单子叶植物的胚只有一片子叶。
	胚乳		是贮藏营养物质的组织。禾本科植物的胚乳分为糊粉层和淀粉贮藏组织。(有些植物的胚乳在种子发育过程中为胚所吸收，形成无胚乳种子)。

第三节　种子的萌发

成熟的种子，在适当的条件下，经过向化和异化作用，便开始萌发，逐渐形成幼苗。

种子是有生命活动的，所以存在着寿命问题。种子是有一定寿命的，超过了一定的期限，就会丧失它的活力，不再萌发。作物种子的萌发率，经过一定的贮藏时期以后，将因贮藏时间长短而递减，直至完全丧失萌发能力。种子寿命的长短，因植物不同，差异很大。如橡胶树和柳树的种子寿命很短，成熟后随即播种可使部分或大部分种子发芽，如经过一星期(橡胶)至三星期(柳树)以后，发芽率就突然减低，此时绝大部分种子已死亡。一般植物种子的寿命是几年到十几年，野生植物中不少种子可以活到几十年。莲的种子可以活到 150 年以上，算是寿命长的种子。作物种子寿命的长短，与采种和贮藏的情况有关。在贮藏良好的情况下，蚕豆、绿豆、豇豆、南瓜、白菜等的种子，一般能活 4～6 年，水稻、小麦、玉米、油菜等的种子，一般能活 2～3 年。

一、种子萌发的条件

风干了的植物种子，一切生理活动都很微弱，胚的生长几乎完全停止，处于休眠状态。但当它们获得了适当的温度、充足的水分和足够的氧气时，种子的胚便由休眠状态转变为活动

需要全本请访问 www.ertongbook.com

的状态，开始生长，形成幼苗，这个过程称为种子的萌发。农业生产上，选择适当的播种期，采用各种播种、浸种、催芽的方法，就是为种子萌芽创造良好的条件。

（一）种子萌发需要充足的水分

干燥的种皮是不易透过空气的，种皮经水浸润后，结构松软，氧气容易进入，呼吸作用得以增强，从而促进种子萌发，同时，胚根、胚芽才容易突破种皮。

干燥的种子细胞内的原生质含水很少，吸水饱和后，各种生理活动才能正常地进行。

干燥的种子内所贮藏的淀粉、脂肪和蛋白质等营养物质，都呈不溶解的状态，不能为胚所利用。只有当种子吸水膨胀，被水饱和之后，才能促进细胞内各种酶（酶是参与细胞中很多反应的一种有机催化剂）的催化活动，通过水解或氧化等方式，使贮藏的营养物质从不溶解的状态变为溶解状态，运输到胚的生长部位供吸收和利用。这些物质的转变和运输都需要有充足的水分才能进行。

各种农作物的种子萌发需要的吸水量是不同的，一般种子要吸收其本身重量的25～50%或更多的水分，才开始萌发。如水稻为40%，小麦为56%，玉米为44%，棉花为52%，油菜为48.3%，花生为40～60%，但大豆为120%，豌豆为186%，显然较高。各种植物种子萌发时的需水量所以不同，是由于各种植物种子所含的主要成分不同。如大豆、豌豆等种子含蛋白质较多，而蛋白质具强烈的亲水性，也就是说，蛋白质要吸附较多的水分子才能被水饱和。而脂肪是疏水性物质，所以含脂肪多的种子其吸水量也较少，如油菜、花生等的种子。另外，种子萌发所需的吸水量，也与各种植物长期对某种环境的适应性及其遗传性有关。

上述可见，足够水分的供应是种子萌发的必要条件，因此，植物播种前后，就要保证一定水分的供应，以促进种子的萌发、幼苗出土和出苗整齐。但是，如果水分过多，引起氧气缺乏，种子进行无氧呼吸，产生二氧化碳和酒精，便会使种子中毒，并出现烂种、烂根和烂芽的现象。

（二）种子萌发需要足够的氧气

种子萌发时，一切生理活动都需要能量的供应，而能量是来源于呼吸作用。种子在呼吸过程中，要吸入氧气，把细胞内贮藏的营养物质（如葡萄糖）逐步氧化、分解，经过复杂的变化，最后变成二氧化碳和水，并释放出能量，供给各种生理活动利用。呼吸作用可以简单地用下列反应式表示：

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 674 \text{ 千卡}$$

（葡萄糖）（氧）（二氧化碳）（水）（能量）

所以，种子开始萌发时，呼吸作用的强度显著增加，因而需要多量氧气的供应。如果氧气不足，正常的呼吸作用就会受到影响，胚就不能生长。例如高粱、花生、棉花或其他作物的种子，完全浸没于水中或埋藏于坚实土层深处，则往往不能萌发，这主要是因为得不到氧气供应的缘故。水稻籽实浸在深水中，或不能萌发，或只长“芽”（实际是胚芽鞘的伸长）不长根，不能正常地生长（图1-9、10）。因此，在播种、浸种和催芽的过程中，加强人工管理，控

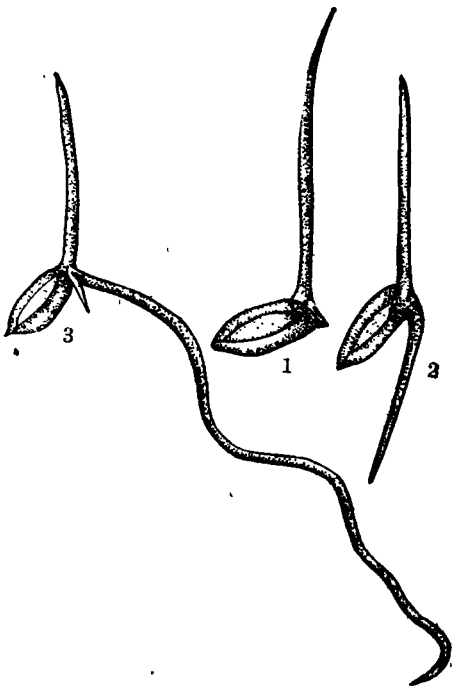


图 1-9　水稻籽实萌发 5 天后幼苗的形态

1. 在缺氧条件下；2. 在氧不足条件下；
3. 在氧充足条件下。

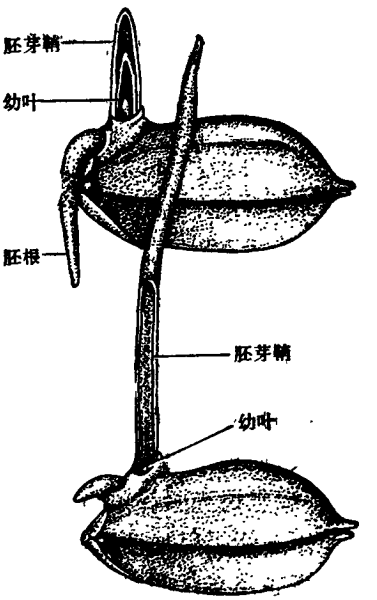


图 1-10　氧气与水稻籽实萌发

上：氧气充足，胚芽鞘内的幼叶伸长；
下：氧气不足，长的胚芽鞘内的幼叶不伸长。

制和调节氧气的供应，才能使种子萌发正常地进行。

(三)种子萌发需要适当的温度

种子萌发时内部进行物质转化和能量转化，都是极其复杂的生物化学变化，需要多种酶作为催化剂。而酶的催化活动必须在一定的温度范围内进行。温度低时，反应就慢或停止，随着温度的增高，反应就加快。但是酶本身是蛋白质，所以在过高的温度下，常因受热而被破坏，失去催化性能。因此，种子萌发对温度的要求，就表现出最低、最高、最适的温度三基点。

多数植物种子萌发所需的最低温度为 0～5℃，低于此温度则不能萌发；最高温度为 35～40℃，高于此温度则不能萌发；最适温度为 25～30℃。一般来说，原产南方的作物，如水稻的籽实，萌发所需要的温度较高一些；原产北方的作物，如小麦的籽实，萌发所要求的温度较低一些。这是因为植物长期适应环境，产生酶系统有所不同的缘故。种子萌发温度三基点是农业生产上适时播种的重要依据。

种子萌发所需的水分、氧气和温度三因素是互相联系、互相制约的，如温度、氧气可以影响呼吸作用的强弱，水分可以影响氧气供应的多少等。所以就要根据种子萌发的特性，调节水分、温度、氧气三者之间的关系，使种子萌发向有利方向发展。现以水稻籽实萌发为例作一简略说明：水稻籽实萌发首先是需要水分，所以就要浸种。但只是长期浸种，会引起氧气不足，因此，在浸种过程中要换水和晾种，以保证氧气的供应；在堆种催芽和装箩催芽时，要

各种主要农作物种子萌发时所需温度(℃)

作物名称	最低温度	最适温度	最高温度
水稻	8～12	30～35	38～40 (44)
小麦	0～4	20～28	30～38
玉米	5～10	32～35	40～45
高粱	6～7	30～35	40～45
油菜	0～3	15～20	40～44
花生	14～15	18～22	40～45
棉花	11～12	22～30	40～45
大豆	8～10	25～30	35～40

用保温和调温的办法来保证种子萌发适宜的温度。总之，在种子萌发不同的阶段，要抓住主要问题去解决，使种子萌发能正常进行。

另外，一般来说光照和黑暗对种子萌发没有影响。但是，胡萝卜、芹菜、烟草等少数植物种子在光照下才能很好地萌发，反之，苋菜等少数植物种子在黑暗中才能很好地萌发。

种子萌发也还有某些内在的条件。有些植物，种子成熟后随即可以萌发，如水稻、小麦、柳、杨等植物即是。水稻成熟时或因倒伏，或因收获时雨水过多，或因收获过迟籽实脱落，籽实就会在田间萌发，往往造成很大的损失。这些植物的种子，在离开母体时，真正是成熟了，完全具备了萌发的内在条件，只要外界环境适宜，它们就可以萌发。另外一些植物的种子，在脱离母体时，即使是外界条件非常优越，也不能及时萌发，必须经过一定时期的休眠以后才能萌发，如银杏(白果)、苜蓿、椴树等植物的种子即是。这些植物的种子，在离开母体时，形态上是成熟了，生理上却没有成熟，或者是胚没有成熟，一定要经过休眠期中的继续变化，才能达到完熟的程度，这叫种子的后熟作用。种子的休眠期，是有益的生物学特征，可以使重要的生殖器官，避免在不良季节中萌发。

二、种子萌发的过程

发育正常的种子，在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。然后，胚芽突出种皮向上生长，伸出土面而形成茎和叶，逐渐形成幼苗。种子萌发过程中先形成根，是具有生物学意义的，因为根发育较早，可以使早期幼苗固定于土壤中，及时从土壤中吸取水分和养料，使幼小的植物能很快地独立生长。

水稻籽实萌发时，胚芽首先膨大伸展，然后胚芽鞘突破谷壳而伸出；胚根比胚芽生长稍迟，随即，胚根也突破胚根鞘和谷壳而形成主根(图 1-11)。在主根伸长后，不久其胚轴上又生出数条与主根同样粗细的不定根，在栽培学上把它们统称为种子根。同时，胚芽鞘与胚芽伸出土面后，胚芽鞘纵向裂开，真叶露出胚芽鞘外，而形成幼苗(图 1-12)。第一叶的叶片很小，叶鞘发达(图 1-13)。

小麦籽实萌发时，首先露出的是胚根鞘，以后胚根突破胚根鞘形成主根。然后从胚轴基部陆续生出 1～3 对不定根。同时胚芽鞘也露出，随后从胚芽鞘裂缝中长出第一片真叶，以后又出现第二、第三叶……，形成幼苗(图 1-14)。

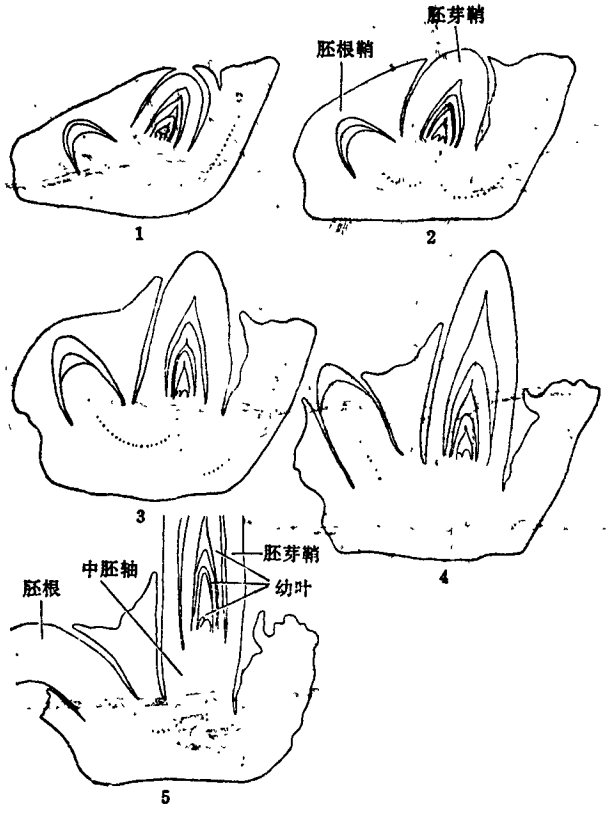


图 1-11　水稻胚的萌发(胚的纵切面)

1. 萌发前；　2. 胚芽鞘露出；　3. 胚芽鞘再伸长，突破谷壳；
4. 胚根伸出；　5. 胚芽鞘向上，胚根向下伸长。

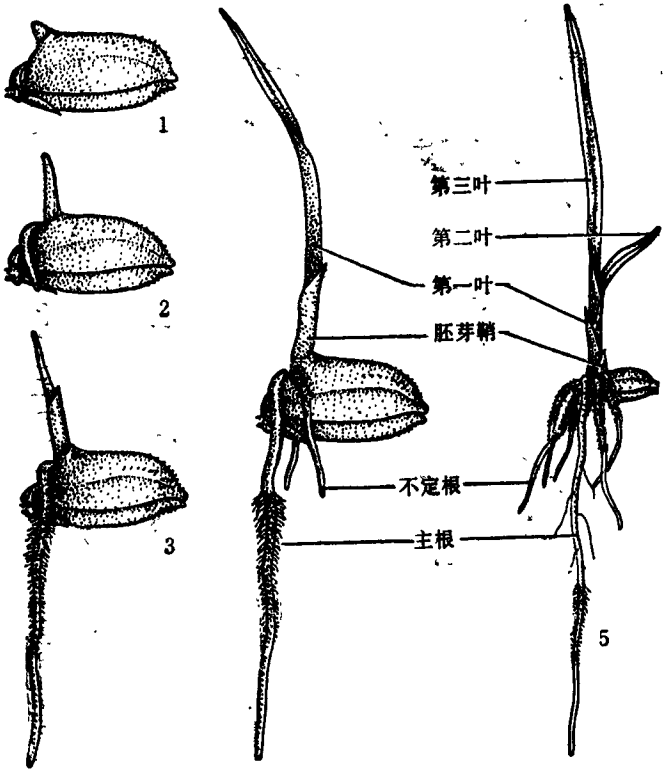


图 1-12　水稻籽实的萌发过程

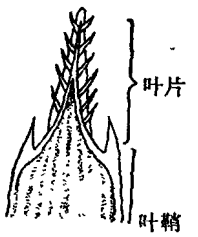


图 1-13 水稻第一叶（不完 叶）的形态
（临星川清亲）

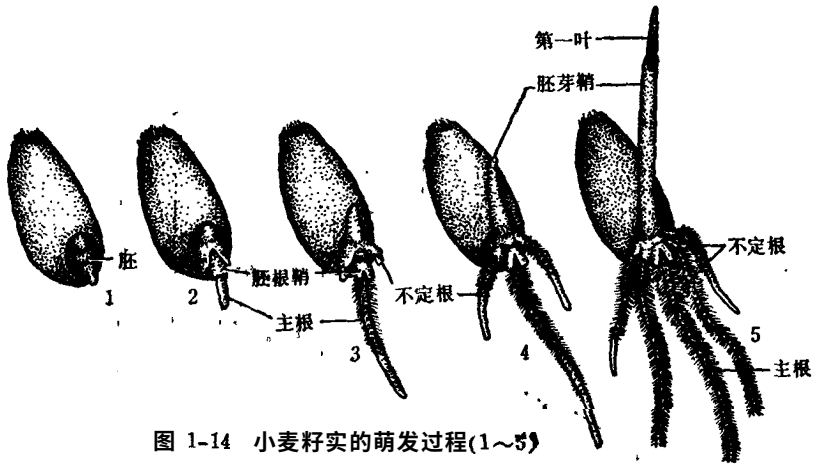


图 1-14 小麦籽实的萌发过程(1～5)

第四节 幼苗的类型

各种不同植物有不同形态的幼苗 (seedling)。常见的幼苗主要有两种类型：子叶出土的幼苗(epigaeous seedling)和子叶留土的幼苗(hypogaeous seedling)。

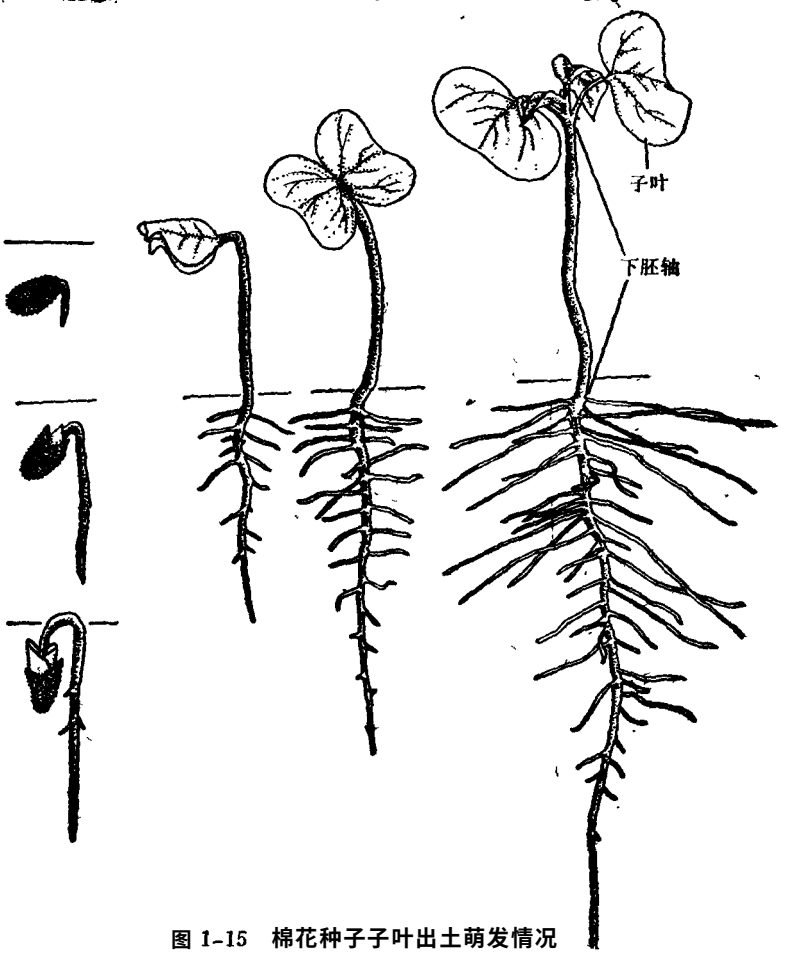


图 1-15 棉花种子子叶出土萌发情况

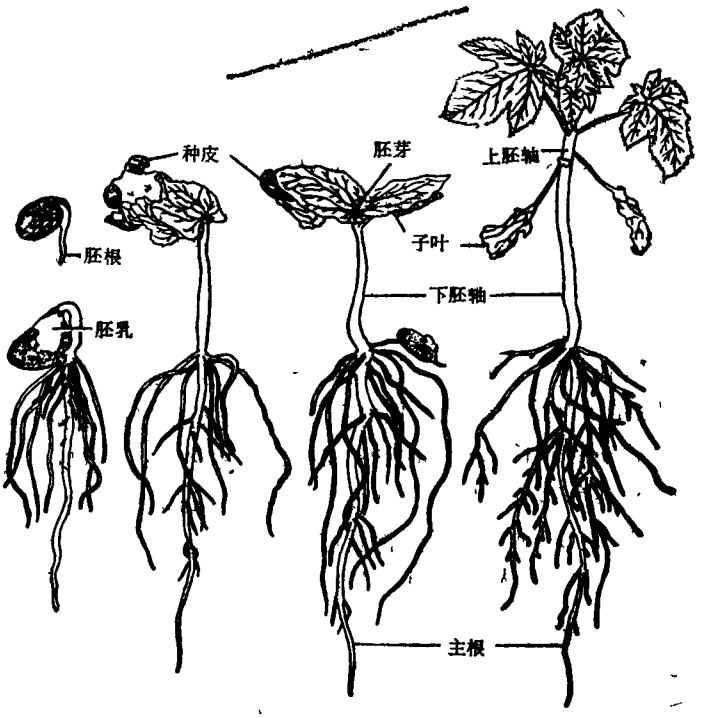


图 1-16　蓖麻种子萌发过程,示子叶出土

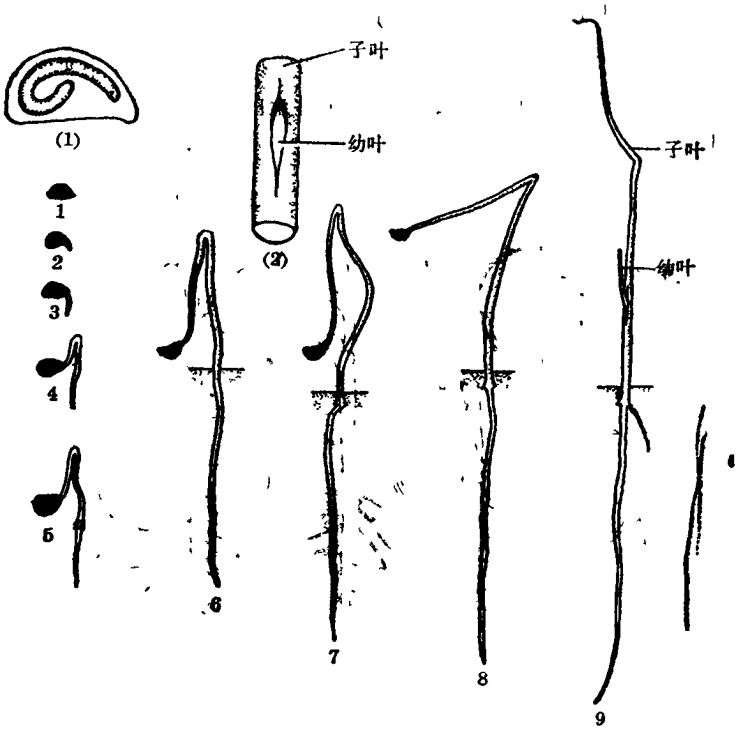


图 1-17　洋葱的幼苗形成过程，示子叶出土

(1) 种子的纵切面；(2) 子叶的一段，示子叶的裂缝及开始伸出的幼叶。
(1～9 为萌芽次序)　(临 Hayward)

需要全本请访问 www.ertongbook.com