

华中农业大学规划教材

作物栽培学

主编 王维金
副主编 朱旭彤 余德谦

 科学技术文献出版社

ND0412P

● 华中农业大学规划教材

作物栽培学

主 编 王维金

副主编 朱旭彤 余德谦

绪 论

农作物器官建成、烟草

水 稻

小麦、大麦

玉 米

大豆、甘薯

棉 花

苧麻、油菜

红麻、芝麻、花生

种植制度

王维金

朱旭彤

王维金 李 六

张礼福

李 六

徐才国

余德谦

胡立勇

彭定祥

孙先璐

科学技术文献出版社

(京)新登字 130 号

责任编辑/安 静
策划编辑/王 琦
责任出版/全 未

图书在版编目(CIP)数据

作物栽培学/王维金主编. —北京:科学技术文献出版社,1998.8
ISBN 7-5023-3036-4

I. 作… II. 王… III. 栽培学 IV. S3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 07307 号

出 版 者/ 科学技术文献出版社
地 址/ 北京市复兴路 15 号(中央电视台西侧)/100038
发 行 者/ 新华书店北京发行所
印 刷 者/ 北京建华胶印厂
版(印)次/ 1998 年 8 月第 1 版,1998 年 8 月第 1 次印刷
开 本/ 787×1092 16 开
字 数/ 569 千
印 张/ 22.25
印 数/ 1—4000 册
定 价/ 38.00 元

©版权所有 违法必究

(购买本社图书,凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者本社发行部负责调换)

发行部电话/(010)68514035 总编室电话/(010)68515544-2935

社长室电话/(010)68515037

前 言

作物栽培学是密切联系生产实际,将科学技术直接转化为生产力的一门实用科学。作物栽培学的理论及其应用水平,是综合反映一个国家或地区农业科学技术和生产水平的重要标志之一。良种虽是高产的基础,但如果没有高产理论及优良的综合配套栽培技术与之相结合,其高产是不可能广泛而持续实现的。

本书概括了我国南方地区十三种主要农作物的高产理论及其栽培技术,并将其器官建成编入第一章,集中阐述其分化、生长、发育规律,以利相互比较,触类旁通;在第十五章编入了与作物栽培密切相关的种植制度,将作物栽培技术放在特定的时间和空间中加以阐述,便于能更全面地掌握作物栽培学的系统知识,使之在生产实践中得以灵活应用,以取得更佳的经济效益、社会效益和生态效益。

本书是由多年从事作物栽培教学和科学研究工作的九位正副教授编写的。在编写过程中力求达到农业大学农学类专业本科《简明教程》的标准,强调反映 90 年代国内外作物栽培学的先进水平,并要求具有较为广泛的适用性,它既可作为农学类专业本科的教材,又可供广大农业科技工作者参考。

本作物栽培学作为华中农业大学规划教材之一,已在教学实践中使用多年,经过多次修改力求逐步完善。但由于编者的水平有限,缺点和错误之处在所难免,敬请广大读者提出宝贵意见。在编写本书的过程中,得到了科学技术文献出版社和华中农业大学教务处的热情支持和帮助,在此一一致谢。

编者

1998 年 1 月于武汉

目 录

绪 论	(1)
第一章 农作物器官建成	(5)
第一节 农作物种子萌发与出苗	(5)
第二节 农作物根系的建成	(12)
第三节 农作物茎和分枝的生长	(18)
第四节 农作物叶的生长	(31)
第五节 农作物花芽的分化与形成	(37)
第六节 农作物果实、种子的形成	(50)
第七节 农作物各器官之间生长的相关性	(61)
第二章 水稻	(76)
第一节 概述	(76)
第二节 稻种起源、演变及类型	(79)
第三节 水稻生长发育及产量形成	(82)
第四节 水稻高产栽培技术	(90)
第五节 杂交水稻栽培技术	(114)
第六节 再生稻栽培技术	(121)
第三章 小麦	(125)
第一节 概述	(125)
第二节 小麦基本生物学特性	(128)
第三节 小麦栽培技术	(134)
第四节 小麦的田间管理	(143)
第五节 收获、贮藏与利用	(148)
第四章 大麦	(151)
第一节 概述	(151)
第二节 大麦的分类	(152)
第三节 大麦生长发育特点	(152)
第四节 大麦主要栽培技术	(155)
第五节 大麦的综合利用	(160)
第五章 玉米	(162)
第一节 概述	(162)
第二节 生长发育与产量形成	(165)
第三节 玉米栽培技术	(170)
第六章 大豆	(177)
第一节 概述	(177)

第二节	大豆的生长发育与产量形成·····	(179)
第三节	大豆栽培技术·····	(182)
第七章	甘薯·····	(187)
第一节	概述·····	(187)
第二节	甘薯栽培特性与产量形成·····	(188)
第三节	甘薯的育苗·····	(190)
第四节	大田栽培技术·····	(193)
第五节	甘薯的收获与贮藏·····	(196)
第八章	棉花·····	(198)
第一节	概述·····	(198)
第二节	棉花的生育进程与产量形成·····	(201)
第三节	棉花的栽培技术·····	(208)
第九章	苕麻·····	(243)
第一节	概述·····	(243)
第二节	苕麻的生育进程与产量形成·····	(245)
第三节	新麻园的建立及管理·····	(247)
第四节	常年麻园的栽培管理·····	(252)
第五节	收获与剥制·····	(256)
第十章	红麻·····	(258)
第一节	概述·····	(258)
第二节	红麻的生长发育与产量形成·····	(259)
第三节	红麻的栽培技术·····	(261)
第四节	红麻的收割与沤洗·····	(267)
第十一章	油菜·····	(270)
第一节	概述·····	(270)
第二节	油菜的生育进程与产量形成·····	(277)
第三节	油菜的栽培技术·····	(281)
第十二章	芝麻·····	(291)
第一节	概述·····	(291)
第二节	芝麻的生长发育与产量形成·····	(292)
第三节	芝麻的栽培技术·····	(294)
第十三章	花生·····	(301)
第一节	概述·····	(301)
第二节	花生的生长发育与产量形成·····	(303)
第三节	花生的栽培技术·····	(307)
第十四章	烟草·····	(316)
第一节	概述·····	(316)
第二节	烟草栽培的生物学基础·····	(319)
第三节	烟草的栽培技术·····	(324)
第四节	烟草成熟、采收和烘烤·····	(331)

第十五章	种植制度·····	(336)
第一节	种植制度的含义与功能·····	(336)
第二节	作物布局·····	(336)
第三节	复种·····	(337)
第四节	间套作·····	(340)
第五节	轮作与连作·····	(345)

绪 论

一、作物的概念与分类

作物的概念分为广义和狭义两种。广义一般是指具有经济价值而被人们所栽培的一切植物,均称为作物。目前世界上被人们所栽培的植物约 1500 种,可分为农作物、园艺作物和林木三类;狭义则指粮、棉、油、麻、茶、糖、烟和饲料等农作物,又称大田作物。我国目前栽培的主要农作物约为 50~60 种。

(一)按用途和植物学特征一般分为三大部分:

1. 粮食作物 包括禾谷类作物、豆菽类作物和薯类作物。

(1) 禾谷类作物 属禾本科,主要作物有稻、小麦、大麦、燕麦、黑麦、玉米、高粱、粟、黍(稷)、薏苡等。蓼科的荞麦,习惯上也包括其中。

(2) 豆菽类作物 属豆科,主要作物有大豆、蚕豆、豌豆、绿豆、小豆、饭豆、豇豆等。

(3) 薯类作物 主要作物有甘薯、马铃薯、木薯、山药、芋、菊芋等。

2. 经济作物 包括纤维作物、油料作物和嗜好作物。

(1) 纤维作物 主要作物有棉花、苧麻、黄麻、大麻、红麻、亚麻、苘麻、剑麻、蕉麻等。

(2) 油料作物 主要作物有油菜、花生、芝麻、向日葵、蓖麻等。

(3) 糖料作物 主要作物有甘蔗、甜菜等。

(4) 嗜好作物 主要作物有烟草、茶叶、咖啡等。

3. 绿肥与饲料作物 主要作物有苕子、紫云英、黄花苜蓿、草木樨、桉麻、田菁、紫穗槐、水浮莲、水葫芦等。

(二)按照作物生理及生态特性可分为:

1. 喜温作物和耐寒作物 喜温作物在全生育期中所需温度及积温都较高,其生长发育最低温度约为 10°C ,如棉花、水稻、玉米、烟草等作物;耐寒作物在全生育期中所需温度和积温较低,其生育的最低温度约为 5°C ,如小麦、大麦、油菜、蚕豆等作物。

2. 长日照作物、短日照作物和中性作物 长日照作物为凡适宜在白昼长、黑夜短的条件下,通过其光照发育阶段的作物,如小麦、大麦、油菜等;短日照作物为凡适宜在白昼较短、黑夜较长的条件下,通过其光照发育阶段的作物,如水稻、玉米、棉花、麻等作物;中性作物即对光照长短没有严格要求的作物,如豌豆、荞麦等作物。

3. C_3 作物和 C_4 作物 凡在光合作用中,仅以卡尔文循环同化碳素,最初产物是三碳化合物(3-磷酸甘油酸),这种反应途径称 C_3 途径,循着这条途径进行光合作用的植物,称为 C_3 植物,如水稻、小麦、棉花、大豆等大多数作物;凡在光合作用中,除了进行卡尔文循环以外,还有以四碳化合物(草酰乙酸)为最初产物的 C_4 途径,称这类植物为 C_4 植物,如玉米、高粱、甘蔗等作物。 C_4 作物一般比 C_3 作物具有较强的光合作用能力和较低的光呼吸作用。

二、作物栽培学的性质、任务与研究内容

作物栽培学是研究农作物群体的生长发育规律与环境条件的关系,探明作物高产、优质、高效、低耗的生产体系理论及其综合措施的一门应用科学。

作物栽培学是一门综合性的应用技术学科,它所研究的内容涉及到生物、植物生理、植物生化、农业生态、农业气象、土壤、农业化学、植物保护,以及计算机等学科的基本理论及技术。因此,作物栽培学需要综合应用上述有关学科的基础理论,研究农作物生长发育、外界环境因素变化规律及其相互关系,并采用相应的栽培措施,合理调控产量构成因素和优良品质的形成,以获取最佳的经济效益、社会效益和生态效益。同时,随着科学技术的进步,及生产条件的改善,会不断地赋予它新的研究内容。

三、作物的起源与进化

(一)作物的起源 最早系统研究作物起源问题的是瑞士植物学家德康多尔(A·De Candolle),在他撰写的《栽培植物起源》一书中,研究了 247 种栽培植物分布地区是否有野生种存在来判断其起源。以后,前苏联著名植物学家瓦维诺夫(H. N. Vavilov)通过对世界六大洲 60 多个国家进行的多次考察,撰写了《育种的植物地理学基础》一书,他从遗传学和解剖学的观点将全世界栽培植物的起源归纳为八大中心。

1. 中国中心 是世界上最大的独立起源中心。起源于中国中部和西部山区以及附近低地。主要作物有黍、粟、稗、荞麦、裸大麦、裸燕麦、大豆、中国甘蔗、大麻、苧麻、山药等。还有后来被论证的起源于我国南部沼泽地的中国栽培稻种。

2. 印度中心 主中心包括印度阿萨姆和缅甸,附属的印度-马来西亚中心包括印度支那和马来群岛。主中心主要作物有稻、绿豆、豇豆、饭豆、甘蔗、芝麻、中棉、山药、圆果黄麻、红麻、印度大麻等;附属中心为丰富的野生植物区系,蕉麻原产此区。

3. 中亚细亚中心 包括印度西北部、阿富汗、塔吉克、乌兹别克等地。主要作物有普通小麦、密穗小麦、豌豆、蚕豆、绿豆、草棉、芥菜等。

4. 近东中心 包括小亚细亚内地、高加索、伊朗、土库曼高地。主要作物有普通小麦、一粒小麦、波斯小麦等十个小麦种、黑麦、普通燕麦、羽扇豆、紫苜蓿、箭舌豌豆、毛苕子、亚麻等。

5. 地中海中心 包括地中海沿岸地区。主要作物有硬粒小麦、波兰小麦、燕麦、大粒豌豆、羽扇豆、白三叶、亚麻、欧洲油菜、黑芥等。

6. 埃塞俄比亚中心 包括埃塞俄比亚厄立特里亚和索马里部分地区。主要作物有二粒小麦、波兰小麦、大麦、高粱、豌豆、亚麻、芝麻、蓖麻、秋葵等。

7. 墨西哥南部和中美洲中心 包括墨西哥南部、危地马拉、洪都拉斯和哥斯达黎加。主要作物有玉米、菜豆、陆地棉、剑麻、甘薯、烟草等。

8. 南美中心 包括秘鲁、厄瓜多尔、玻利维亚中心,主要作物有马铃薯、粉质玉米、菜豆、海岛棉等和附属智利中心,主要作物有普通马铃薯,另一个是巴西-巴拉圭中心,主要为花生、可可等热带果树的起源地。

以上调查的 600 多种作物中,约有 400 种起源于亚洲南部,其中中国、印度占全部调查作物的一半以上;起源于美洲的作物有 100 余种。瓦维诺夫在作物起源方面的研究是有贡献的。但是随着科学的进步,无疑作物起源学说会得到进一步发展或修正。例如,中国栽培稻起源于我国,已为有关考古学和科学鉴定方法所证明,并为世界多数学者所公认;另外,从我国在西藏

发现六倍体小麦和野生大麦,以及在云南发现的半野生六倍体小麦推论,很可能我国西南部也是普通小麦和大麦的起源地之一。

(二)作物的演变与进化 栽培作物是由野生植物在遗传变异的基础上,通过自然选择和人工选择逐步驯化演变而形成的。自然选择是按其自身的生存和发展有利的方向进行的,而人工选择则是根据人类的需要逐步选择积累有经济价值的性状、淘汰不利性状的方向进行的。两者的共同处都是在遗传变异的基础上通过选择、驯化或培育而逐渐演变、进化为各种作物的不同类型。引起植物演变、进化的条件可归纳为以下几种。

1. 生态条件的变化 包括地理的变迁和气候的变化

(1)地理的变迁 植物生活的环境在地理位置上发生了变化,例如纬度的变化等引起了日照长度和温度等的变化,它为了在新的环境条件下得到生存和发展,必须向着适应新的生态条件和方向进行选择,并逐步积累演变成新的生态类型。例如,原产热带和亚热带地区的感光性强的晚稻类型,在向北迁移的过程中,经过长期的选择、驯化而演变成感光性弱或钝感的新的早、中稻生态类型。

(2)气候的变化 同一地区由于气候的变化,如降雨、温度等发生变化,而引起某种作物产生新的生态变异型。例如陆稻即是在缺乏淹水条件下和深水稻则是在深水条件下产生的新的生态变异型。

2. 自然突变 在自然界有一类植物类型是在自然突变的基础上经过选择培育而形成的。例如粘稻演变成糯稻,稻、麦高秆类型发展成矮秆类型,一般是在突变的基础上经过选择培育而形成的变异型。

3. 杂交 分自然(或天然)杂交和人工杂交两种

(1)自然杂交 现在许多作物的种,是各种近缘种相互天然杂交形成的。例如芸苔属各个种现分为6群(表1),已证明后3群是前3群的种间天然杂交所形成的异源双二倍体;木原均(1946)证明普通小麦是由山羊草属植物与二粒小麦天然杂交产生的。

表 1 芸苔属植物的亲缘关系

植物群	染色体数 n	染色体组	种 名
I	10	AA	B. campestris, B. Rapa B. chinensis, B. pekinensis B. japonica
II	8	BB	B. nigra
III	9	CC	B. Oleracea, B. albograba
IV	18	AABB	B. juncea, B. cernua
V	19	AACC	B. napus, B. Napelle
VI	17	BBCC	B. carinata

(2)人工杂交 应用人工杂交诱变培育不仅可以育成新的改良品种,而且还可创造新的物种。例如,甘蔗的大茎种是种间杂交,小黑麦是属间杂交育成的。

四、作物栽培学在农业生产中的战略地位

作物栽培学的特点是密切联系生产实际,将科学技术直接转化为生产力的一门实用学科,对国民经济的发展和人民生活水平的提高具有十分重要的意义。作物栽培学的理论及其应用水平,是综合反映一个国家或地区的农业科学技术和生产水平的重要标志之一。作物栽培学与作物育种学是相辅相成的。良种是农作物高产的基础,良法是农作物实现高产的保证。优良的农作物品种,假若没有优良的综合配套栽培技术相结合,高产是不可能实现的;高产的综合配套栽培技术,如果没有高产的理论基础,高产的实现是盲目的或不可能广泛而持久的。

五、作物栽培学发展的趋势

我国由于商品农业的兴起,提出了“高产、优质、高效”农业的发展目标,作物栽培学为适应农业发展的需要,其研究领域从单纯追求产量发展到在高产的基础上着重品质和效益的提高;从单项技术的研究发展到应用多种学科的基础理论知识研究综合配套技术或栽培模式;从常规技术的研究发展到先进适用的传统常规技术与高新技术(包括生物工程技术 and 现代信息技术等)相结合进行研究。

应用现代技术与传统技术相结合的研究方法,根据作物品种的多样性、生态环境的不一致性,因时、因地、因不同作物品种制宜,采取优化施肥技术、节水灌溉技术、设施栽培技术、化调技术、农作物生长发育模拟技术,以及农业机械作业技术等,使之投入最少的人力和资金,达到持续地获得农作物最优品质和最佳产量的目的。

主要参考文献

- [1] 刁操铨主编,作物栽培学各论(南方本),中国农业出版社,1994
- [2] 中国水稻研究所,中国水稻种植区划,浙江科学技术出版社,1988
- [3] 中国水稻研究所,世界水稻,中国水稻研究所印,1989

第一章 农作物器官建成

农作物的器官包括根、茎、叶、花、果实和种子,它们是在作物生长的不同时期逐步建成的。多数作物的果实和种子是作物生产的主要经济产品,也有一些作物是以根(块根)茎(包括块茎、鳞茎等)和叶片为其主要经济产品。作物的不同器官在形成过程中有一定的相关性,掌握作物器官建成过程及各器官形成过程的相关性,对于进一步研究作物生长发育规律,制定作物生产的各种栽培技术措施有着重要的意义。

第一节 农作物种子萌发与出苗

农作物的种子是由受精胚珠发育而成的。油菜、花生、芝麻、棉花、大豆、黄麻、红麻、烟草等种子,都是由胚珠发育而成的,是真正的种子。水稻、小麦、玉米、高粱、苕麻等的籽粒,作为播种材料一般也叫做“种子”,实际上它们是由子房与胚珠发育而成的果实。农作物的器官都是由种子发育而来,种子的正常萌发出苗是农作物新个体生长发育的开始,因此了解种子的形态结构、萌发出苗过程及其必需的外界条件,对于指导农作物播种,获取全苗壮苗,奠定高产的基础是十分重要的。

一、农作物种子的形态结构

农作物种子的大小、形状、颜色各不同。如蚕豆、花生、玉米、棉花的种子较大,水稻、小麦的种子次之,油菜、芝麻、黄麻的种子则比较小,而烟草、苕麻的种子则更小。主要作物种子的千粒重见表 1-1。至于形状则是各式各样,豌豆、大麻为圆珠形,花生为椭圆形,棉花为梨形,红麻为三角棱形,黄麻种子为不整齐的 4~5 面锥形。种子的颜色则更是多种多样,每一种作物品种的种子都有它固定的颜色。

农作物的种子虽然各式各样,但基本结构是一致的。有的由种皮、胚两部分组成,有的是由种皮、胚和胚乳等三部分组成。

(一)禾本科作物种子的结构 禾本科作物的种子是单子叶有胚乳种子。成熟的种子由幼嫩而部分发育的胚、不同含量的胚乳和种皮与果皮愈合的籽实皮所组成。禾本科作物种子在植物学上称为颖果,因其种皮没有机械组织,在果实发育过程中果皮与剩余的种皮组织相愈合,包围在种子之外。作为播种材料的稻谷、大麦、有稃种高粱、粟等在颖果外还被有外稃和内稃,食用时除去内、外稃,称为糙米、麦米、小米等。

表 1-1 主要农作物的千粒重

(单位:g)

作物名称	千粒重	作物名称	千粒重
蚕豆	650~1100	水稻	24~32
花生	300~1000	油菜	3左右

续表

作物名称	千粒重	作物名称	千粒重
大豆	140~220	向日葵	70~100
玉米	200~350	芝麻	3左右
棉花	100左右	黄麻	2~3
绿豆	30~70	烟草	0.06~0.08
小麦	34~50	苧麻	0.059左右

注:摘自南京农学院和江苏农学院主编的《作物栽培学》(南方本)。

禾本科作物的胚乳一般约占籽实重的80%以上。胚乳的主要成分是淀粉和蛋白质,有角质胚乳和粉质胚乳之分。角质胚乳的组织致密而透明,蛋白质含量较高。粉质胚乳的组织较松,淀粉粒之间有空隙,呈白色而不透明,蛋白质含量较低。胚乳性质因品种而不同,也受气候和栽培条件的影响。禾本科作物的胚乳通常包括糊粉层及淀粉组织,胚乳的最外层为糊粉层,近种皮外的细胞较小,其中除淀粉粒外,还含有蛋白质、脂肪、维生素B和酶类,对萌发过程中胚乳的消化起很大作用,靠近胚的一面,糊粉层较薄,仅1~2层细胞(图1-1),水稻在糙米精白、小麦在加工成面粉时,糊粉层与种皮、果皮一起被剥除,称为糠或麸皮。淀粉组织在糊粉层的里面,是胚乳的主体部分,由充满淀粉粒的细胞构成。

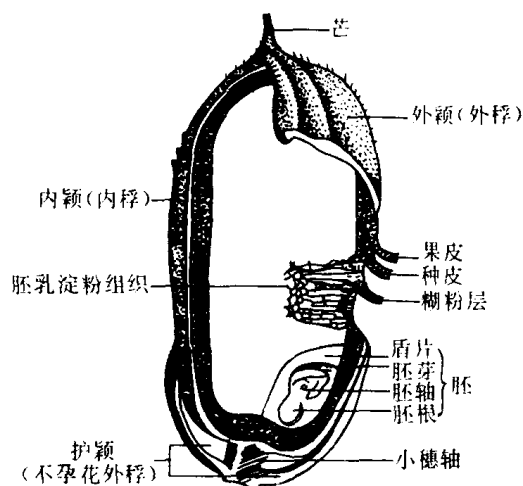


图1-1 稻谷及其糙米的结构

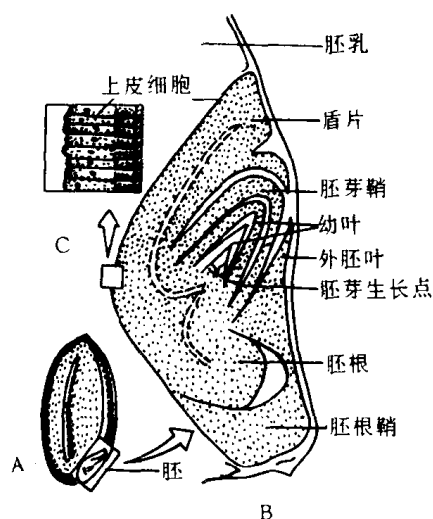


图1-2 水稻颖果的结构

A. 水稻颖果的外形,示胚的部分
B. 胚的纵切面 C. 上皮细胞

禾本科作物的胚一般由胚芽、胚轴、胚根及盾片四部分组成(图1-2、图1-3)。胚芽包在胚芽鞘内,含有2~3个未发育的叶。这2~3个叶片包围着生长锥。胚根顶部有胚根鞘保护,除胚根外在胚轴上还有根原基的分化,每个根原基端部都有根冠覆盖,种子萌发时胚根形成初生根,其余的根原基形成初生不定根,小麦通常是4条,黑麦为2条,水稻为5条。胚轴连接胚芽和胚根,其侧面与盾片相连接,盾片(子叶)多呈弯曲形,其突出的一面与胚乳相接,盾片近胚乳的一面为与胚乳垂直引长的筒状细胞,称为柱状上皮细胞,含有淀粉转化酶,能把贮藏于胚乳组织中的淀粉转化为可溶性糖,它还能吸收已被分解的胚乳物质,运往胚的生长部分,故有吸收层之称。盾片伸展覆盖于胚芽鞘顶端的一个外生物叫腹鳞。在胚轴与盾片相对的一侧,有些禾本科作物种子还着生有膜片状的突起物,称为外胚叶(外子叶),仅含有薄壁细胞,没有维管束系统。过

去认为外胚叶是另一片子叶退化的部分,现认为是胚器官一部分的裂片或其延伸物。

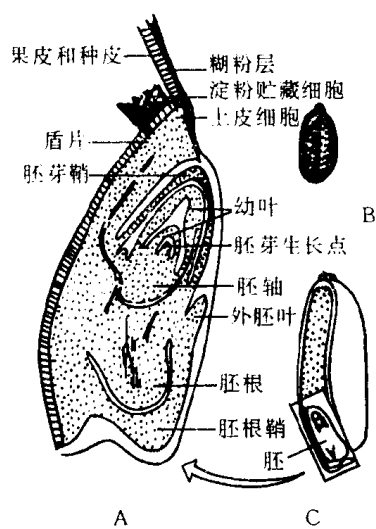


图 1-3 小麦颖果的结构
A. 胚的纵切面 B. 籽粒外形
C. 籽粒纵切面

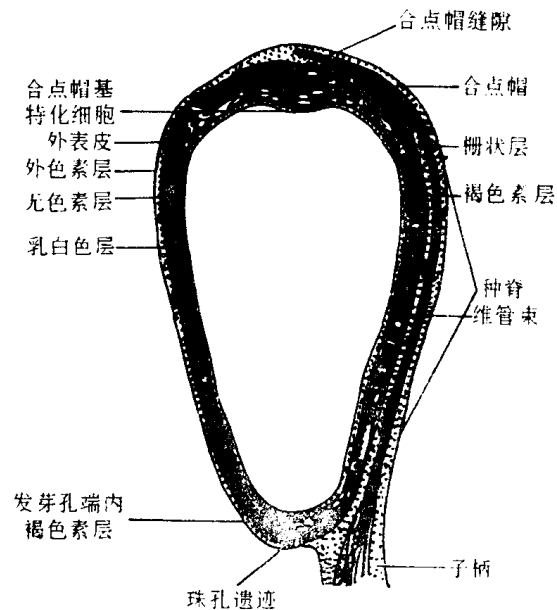


图 1-4 成熟棉子的种皮部分纵切面

(二)双子叶作物种子的结构 双子叶作物种子多为双子叶无胚乳种子。成熟的种子由种皮和胚所组成。

双子叶作物如棉花、大豆、油菜、蓖麻等都具有坚硬的种皮,有保护种子的作用。种皮由表皮细胞、栅状细胞(由长柱形厚壁细胞组成,排列密集、整齐,约占整个种皮厚度的一半)和色素层等部分组成,种皮上具有网纹。在棉花种子的合点端和发芽孔周围的种皮上具栅状细胞层,便于进行气体交换和萌发时吸收水分(图 1-4)。花生由于有荚果保护,种皮很薄,只有薄壁细胞和维管束系统,无栅状细胞和厚角组织。

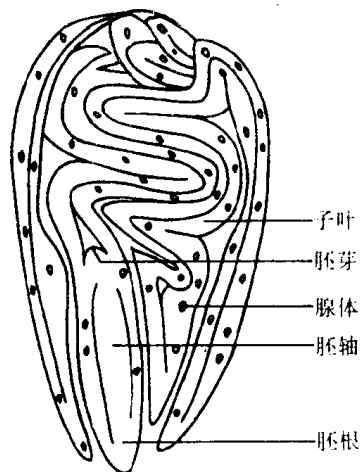


图 1-5 成熟棉子种胚的纵切面

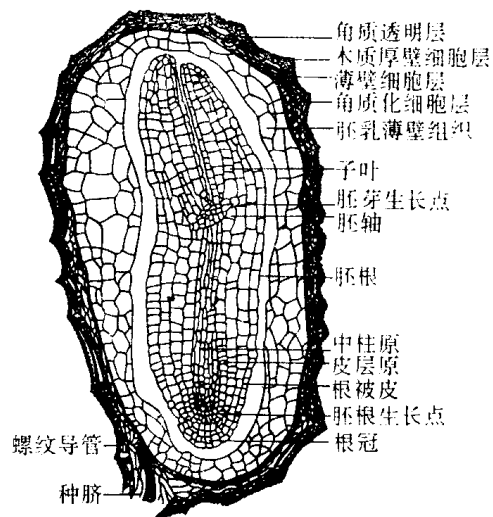


图 1-6 烟草种子的纵剖面

双子叶作物的胚由胚芽、胚轴、胚根和子叶组成。子叶二片,着生于下胚轴之上,种胚的大部分空间被子叶占据(图 1-5)。胚芽在二片子叶之间,并常为子叶基部的组织所包围,故子叶

有保护胚芽的功能。子叶内还含有蛋白质、脂类和碳水化合物等营养物质,是种子萌发过程中养分的主要来源。双子叶作物的种子,在其形成的初期,有发达的胚乳细胞,但后来逐渐被胚所吸收,到种子成熟时,胚乳只剩仅有1~2层细胞组成的薄层,成为胚乳遗迹,附着在胚与种皮之间,故双子叶作物的种子一般为“无胚乳种子”,但也有少量双子叶作物是有胚乳的种子,如烟草、蓖麻等(图1-6)。

二、农作物种子的萌发与出苗

(一)种子的萌发 成熟健全的种子,在具备适宜的温度、足够的水分和充足氧气的条件下,即可萌发。农作物种子的萌发一般经历吸胀、萌动和发芽三个阶段。

1. 吸胀阶段 这是一个物理吸水过程。干燥的种皮及种胚所含的蛋白质、核酸以及细胞壁中的纤维素、半纤维素和果胶等亲水性胶体物质大量吸水,使处于凝胶状态的细胞原生质逐渐转变成溶胶状态,这时,整个种子体积膨胀。水分在软化种皮的同时,还从种皮上的一些缝隙如种孔、发芽孔、棉花的合点帽等处进入种胚,直到细胞内部水分达饱和状态时,种子才停止吸水。种子吸胀能力的强弱决定于种子内的贮藏物质的化学成分,因此,各种作物是不同的。凡含蛋白质较多的种子,吸胀能力一般大于含淀粉多的种子,如大豆需吸收种子本身干重100%~150%的水分才能萌发,棉籽、油菜籽需吸收干重60%的水分,而水稻则只需吸收种子干重25%~30%的水分便能萌发。

2. 萌动阶段 种子吸足水分后,胚乳或子叶中贮藏的淀粉、脂肪、蛋白质等物质发生水解作用,在具备适宜温度和足够氧气的条件下,经过各种酶的作用,转化为简单的可溶性物质,并释放出大量的能量,供胚细胞进行旺盛的新陈代谢。有的作物在此阶段外形上也有所表现,如水稻种子的胚吸水萌动后,挤破包着胚部的外稃基部,露出白色胚部,称为露白(破胸)。

3. 发芽阶段 胚的生长部分利用吸收的营养物质和能量加速合成结构物质,以促进细胞分裂和伸长,使胚根和胚轴开始伸长,胚芽分化出新的叶原基,这时呼吸强度达到高峰,需氧量也达最大。随着胚根的伸长,发芽孔被胀裂,当胚根伸出发芽孔,胚芽也突出种皮,并达到一定长度时,就称为发芽。不同的作物达到发芽的标准不同,如棉籽当其胚根长度达种子长度的1/2时就达到发芽标准,而小麦、水稻的发芽标准则是胚根与种子等长,胚芽达种子长度的1/2时,才算发芽。

(二)出苗 种子发芽后,胚轴继续向上生长,把胚芽和子叶带到地表,达到一定标准时就称为出苗。不同的作物出苗标准不同,如小麦的出苗标准是胚芽鞘顶出土面后,第一真叶从胚芽鞘顶端裂孔处伸出,其长度达2~3cm时;棉花、油菜、大豆等作物则是下胚轴拱出土面后,两片子叶平展时,达到出苗标准。

当幼苗伸出土面时,通常有两种不同的情况:

1. 子叶出土 这类种子发芽后,下胚轴伸长,初期弯曲成拱形,在棉花上称为

“弯钩”或膝状幼茎,拱出土面后,就逐渐伸直,使子叶脱出种皮而展开,以后从胚芽生长点旁长

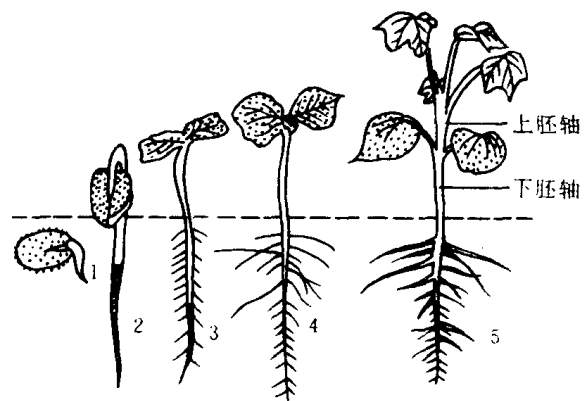


图1-7 棉子的发芽与出苗

1~5表示棉子发芽出苗顺序

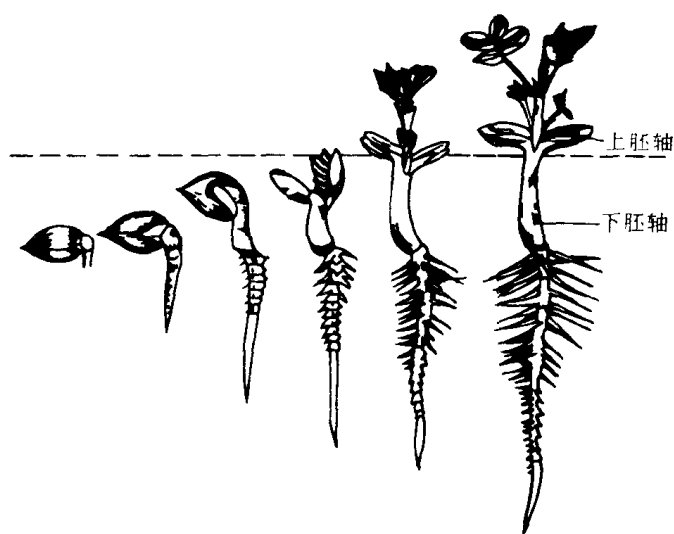


图 1-8 花生种子发芽及幼苗出土过程

稻、蚕豆等。但花生见光后下胚轴即停止伸长,子叶不完全出土则又与子叶出土作物不同,所以有人称花生为子叶半出土作物。

2. 子叶不出土 这类种子发芽后,上胚轴(子叶上部和第一真叶之间的一段茎)或中胚轴(禾本科作物盾片节与胚芽鞘节之间的一段茎)伸长露出土面,把胚芽、胚芽鞘带到土表,而子叶则残留在土中

与种子不脱离(图 1-9),直到内部养料消耗完毕。小麦、蚕豆、豌豆等作物是靠上胚轴伸长出苗,玉米主要靠中胚轴伸长出苗,水稻一般情况下是上胚轴伸长出苗,但如果播种深度达 3~5cm 时,中胚轴亦会伸长。这类种子播种时如果覆土过深,往往使上胚轴或中胚轴过度延伸,消耗种子中贮藏的养料,出苗后形成弱苗。在小麦上显著伸长的上胚轴称为“根茎”。

三、农作物种子萌发与出苗的条件

农业生产上所使用的种子,必须是充分成熟并打破了休眠状态的种子,健康并具有很强生活力的种子,只有这样的种子,播种后才有较强的发芽势和较高的发芽率。

种子萌发出苗必须具备以下条件:

(一)水分 吸收适量的水分是种子萌发最基本的条件,一般干燥的种子含水量 9%~14%,细胞的原生质呈凝胶状态,生命活动处于相对静止状态。只有在种子吸入足够的水分后,各项代谢活动才逐渐增强。因为水使种皮膨胀软化,氧容易透过种皮,增加胚和胚乳的呼吸作用。水分还可使凝胶状态的原生质转变为溶胶状态,自由水增多,代谢加强,在一系列酶

出真叶。属于子叶出土的作物有棉花、大豆、油菜、苕麻、芝麻等(图 1-7)。

花生种子发芽时,下胚轴伸长,将子叶及胚芽推向土表,但当子叶顶出土面见光后,下胚轴即停止伸长而上胚轴则迅速生长,在第二片真叶展开时即为出苗。但是在黑暗条件下发芽出苗或出苗时正逢阴天,以及在沙土地上播种较浅的情况下,子叶可以出土或部分出土。从花生的下胚轴能够向上伸长这一特点来看(图 1-8),它与子叶出土的大豆相类似,而不同于下胚轴不伸长的水

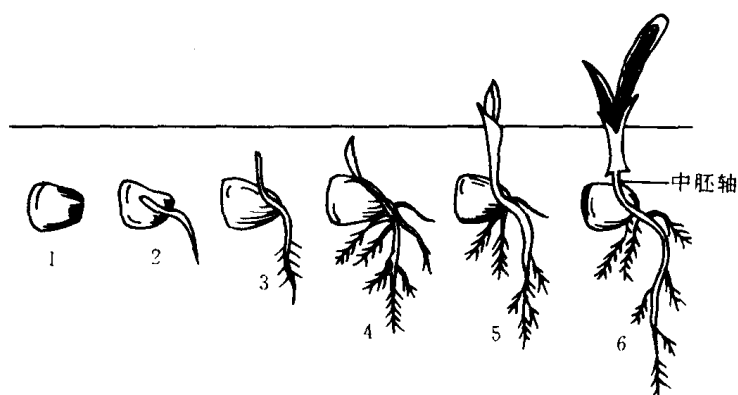


图 1-9 玉米种子的发芽与出苗

的作用下,使胚乳贮藏物质转化为可溶性物质并促进这些物质运送到正在生长的幼芽、幼根,供给呼吸或形成新细胞的结构有机物。

各种作物种子的吸水量不同,一般含淀粉较多的种子吸水量较少,含脂肪、蛋白质多的种子吸水量较大(表 1-2)。

表 1-2 主要农作物种子萌发时的吸水量(占种子风干重的%)

作物名称	吸水量	作物名称	吸水量
水稻	25~30	油菜	60 以上
小麦	30 以上	大豆	100~150
玉米	48~50	烟草	70~80
花生	50 以上	黄麻	50
棉花	61~74		

种子的吸水速度与温度有关。温度低,吸水慢;温度高,吸水快。例如:籼稻种子吸收占干重 25% 的水分,在 30℃ 时,只需 30 小时左右,20℃ 时则要 60 小时左右,15℃ 则需 75 小时以上,所以早稻在早春时需浸种 2~3 天才能吸足水分,而晚稻在夏天只需浸种 1 天就够了。

种子吸水速度和品种也有关系。例如,籼稻谷壳薄,米质疏松,吸水较快;粳稻谷壳厚,米质紧密,吸水较慢。此外,干燥的种子吸水较快,潮湿的种子吸水较慢。

在生产实践中播种前必须使土壤具备足够含水量,多数农作物发芽最适宜的土壤含水量是最大持水量的 80% 左右。另外,为加快种子的吸水速度,常采用播前晒种、浸种、搓种、棉子硫酸脱绒等技术措施。这些措施可使种子吸水充足均匀,发芽出苗快而整齐。

(二)温度 种子萌发出苗过程是在一系列酶作用下进行的生理生化变化过程,而酶的活化和形成受温度的影响很大。所以,种子要在一定温度下才能发芽出苗。在适宜的温度范围内,酶的活性高,种子萌发和出苗也快,所以种子萌发出苗的最适温度和相应的酶活动的最适温度相近。影响种子萌发的温度可分为最低温度、最适温度和最高温度。最低和最高温度是种子萌发的极限温度,低于最低温度种子不能萌发,温度过高,由于各种酶系受到不同程度的破坏,使分解过程与合成过程失去协调。同时,温度高呼吸作用过于旺盛,胚内代谢废物一时难以排出,使胚细胞受到毒害,致使种子萌发困难。种子萌发的最适温度是在短时间内使种子萌发达到最高百分率的温度,但是在此温度条件下,由于呼吸作用消耗的有机物质较多,提供幼胚生长的物质较少,所以长出的幼苗并不一定健壮。因此,健壮种子萌发所需的温度应低于萌发的最适温度,这个温度称为协调最适温度。在生产上有时为了延长农作物的生育期和缓解前后茬口的矛盾,在确定作物播种期时不是依照种子萌发的最适温度,往往是根据当地历年日平均温度稳定通过某作物发芽出苗所需最低温度的日期来确定的。不同作物种子萌发对温度的要求范围各不相同(表 1-3)。

由上表可知,小麦、大麦、油菜等耐寒作物能忍受 3~5℃ 的低温,而水稻、玉米、棉花、大豆等喜温作物的萌发需要 8~13℃ 以上的温度。不同作物种子萌发时所需温度的高低与它们的原产地也有密切关系,一般原产寒带的作物(如小麦、油菜),需要的温度较低;而原产热带的作物(如水稻、玉米),则需要的温度较高。即使同种的作物种子,随着地理分布的不同,种子萌发的最低温度也会发生变化,例如粳稻种子发芽最低温度就比籼稻低 2~3℃。

变温对种子的萌发也有影响。有些原产温带的作物如棉花、烟草等,在平均温度相同情况