

全国高等农业院校教材

桑树栽培及育种学

(第二版)

苏州蚕桑专科学校 主编

蚕桑专业用

农业出版社

第二版修订者

主 编 沈增学 (苏州蚕桑专科学校)
编写者 杨德铨 (浙江农业大学)
谭韵芳 (华南农业大学)
柯益富 (西南农业大学)
周绍曾 (安徽农学院)

第一版前言

本书供四年制蚕桑专业使用。全书除绪论外共分八章。第一至第六章为桑树栽培部分，系统地介绍了桑树的生物学特性，阐述了桑苗繁育和桑树栽培的原理与技术措施。第七章为桑树品种，重点介绍各蚕区主要桑品种的特征特性和栽培要点。第八章为桑树育种，阐述了育种的基本知识、地方品种的选拔、杂交育种、诱变育种、品种比较试验、良种鉴定和良种繁育等方法。

桑树栽培的区域性较强，本教材内容以江浙地区为基础，适当兼顾其他地区。在编写过程中注意与基础课之间的联系，注意理论与实际的联系，加强基础理论在栽桑技术上的应用，注意反映桑树栽培的生产实践经验和研究成果，也吸收了一些国外资料。

《桑树栽培及育种学》是实践性较强的专业课，除了加强基础理论的应用外，为了便于进行必要的实践，本书附加了实验实习提纲，供参考。

本书由苏州蚕桑专科学校主编，浙江农业大学、安徽农学院、西南农学院、华南农学院、沈阳农学院等院校参加了教材的编写工作。西南农学院李存礼、云南农业大学何廷昌、山东农学院李茂贞、广西农学院陈达理、河北林业专科学校高国全、浙江农业大学吴秀锦、苏州蚕桑专科学校刘长贵、孙觉、中国农业科学院蚕业研究所任德基、浙江省蚕桑研究所蒋松荣、四川省蚕桑研究所张文明、广东省蚕桑研究所郑锦涛、四川省农业局徐继汉、浙江省农业局周占梅等参加了审稿工作。

本书定稿时承蒙周占梅校阅，还有其他人员提供资料图片及参加制图、抄写和校对等工作，在此一并致谢。

1979年6月

第一版编写者

主 编 陆辉俭 (苏州蚕桑专科学校)
编写者 官名贤 (浙江农业大学)
周绍曾 (安徽农学院)
赵正龙 (安徽农学院)
柯益富 (西南农学院)
沈增学 (苏州蚕桑专科学校)
谭韵芳 (华南农学院)
陈惠尧 (沈阳农学院)
徐启茂 (沈阳农学院)

目 录

绪论	1
第一章 桑树生物学特性	5
第一节 根的形态及构造	5
一、根的形态	5
二、根的构造	6
三、根系分布	8
第二节 桑芽的形态构造及种类	9
一、芽的形成和构造	9
二、芽的种类和性质	10
三、芽的形态	10
第三节 茎(枝条)的形态及构造	11
一、枝条的形态	11
二、枝条的构造	12
三、枝条与蚕桑生产的关系	14
第四节 桑叶的形态及构造	14
一、桑叶的形态	14
二、桑叶的构造	16
三、桑叶性状与养蚕生产的关系	17
第五节 桑花、桑葚和种子	18
一、桑花的形态构造	18
二、传粉、受精及桑椹桑子的形成	19
第六节 桑树生长发育与环境	20
一、桑树生长与环境条件的关系	20
二、桑树的生长发育	26
三、根的生长	28
四、桑树生长的相关性	29
第二章 桑树分类及品种	31
第一节 桑树分类	31
一、桑树在植物分类学上的位置	31
二、桑树的分类	31
三、主要桑种的特征	32
第二节 我国主要桑品种	34
一、浙江、江苏的桑品种	35
二、四川的桑品种	37
三、山东的桑品种	39

四、河北的桑品种	41
五、广东的桑品种	42
六、新疆的桑品种	43
七、其他地区的桑品种	44
八、新选育的桑品种	45
九、国外引进的桑品种	46
第三章 桑苗繁育	51
第一节 桑苗圃的建立	51
一、苗圃地的选择	51
二、苗圃地的轮作	51
三、苗圃地准备	52
第二节 有性繁殖	52
一、桑子的采集	52
二、桑子的贮藏	53
三、桑子的鉴定	54
四、桑子的发芽条件	56
五、播种	57
六、播种后的管理	58
七、盐碱地育苗	61
第三节 无性繁殖	61
一、嫁接	61
二、扦插	71
三、压条	77
第四节 桑苗出圃	78
一、挖苗	78
二、苗木的分级	79
三、假植	79
四、苗木的检疫	79
五、苗木的包装和运输	80
第五节 实生直栽苗的培育	80
一、选配杂交组合	80
二、F ₁ 代桑群体性状的选择	80
三、杂交桑种子园的建立	81
四、杂交一代桑的用途	82
五、杂交一代桑的栽培要点	82
第六节 桑树组织培养	83
一、组织培养的三个阶段	83
二、培养基	83
三、组织培养技术	86
四、桑树组织培养实例	87
第四章 桑园的建立	89
第一节 桑园的规划	89

一、地点和面积选定	89
二、规划设计	90
第二节 桑园类型	91
一、专用桑园	91
二、间作桑园	91
三、稚蚕用桑园	92
四、机耕桑园	92
五、屋外育桑园	93
第三节 栽植密度	93
一、合理密植的重要性	93
二、株密、条密与产量的关系	94
三、确定栽植密度的条件	94
四、栽植形式	95
第四节 栽植	96
一、土地准备	96
二、栽植时期	96
三、栽植步骤和方法	97
四、定植后的管理	98
第五节 速成桑园建园技术	98
一、速成桑园概念与类型	98
二、速成桑园的建园技术	98
第六节 栽桑土地类型及栽培要点	100
一、平原地栽桑	100
二、低洼栽桑	100
三、丘陵山地栽桑	101
四、盐碱地栽桑	103
五、河堤渠道栽桑	104
六、鱼塘基栽桑	105
七、四边栽桑	106
第五章 树形养成和桑叶收获	107
第一节 树形养成概念和作用	107
一、树形养成的概念	107
二、树形养成的效果	107
三、修剪对桑树的影响	107
第二节 树形养成法	108
一、树形种类	108
二、树形养成注意要点	109
三、一般树形养成法	110
四、其他树形养成法	111
五、几种树形特点	114
六、树形的选择	115
第三节 桑叶的收获	116

一、收获方法	116
二、春叶的收获	117
三、夏秋叶的收获	118
四、广东的桑叶收获方法	121
第四节 桑叶的收获量	123
一、收获量的概念	123
二、决定单位面积产叶量的主要因素	123
三、收获量的预测	124
第六章 桑园施肥	126
第一节 肥料与桑树生长	126
一、施肥的重要性	126
二、营养元素与桑树生长的关系	127
第二节 桑园肥料	130
一、有机肥料	130
二、无机肥料	131
三、桑园绿肥	133
第三节 桑园施肥	136
一、施肥时期	136
二、施肥量	137
三、施肥方法	139
四、施肥经验介绍	139
五、施肥注意要点	140
第四节 根外施肥	141
一、根外追肥特点	141
二、根外追肥方法	142
第七章 桑园管理	144
第一节 耕耘和除草	144
一、耕耘	144
二、除草	145
第二节 灌溉和排水	148
一、灌溉	148
二、排水	149
第三节 桑树管理	149
一、修剪树形	149
二、摘芯	150
三、剪梢	150
四、补植缺株	151
五、束枝和解束	151
第四节 低产桑园的改造	151
一、增株增条	152
二、老树复壮	152
三、嫁接换种	153

第五节 自然灾害及其防御	153
一、霜害	153
二、冻害	154
三、风害	155
四、雹害	155
第八章 桑树育种	156
第一节 育种概况及其理论基础	156
一、育种学的概念	156
二、桑树育种概况	156
三、育种的理论基础	157
四、桑树育种的目标	163
第二节 育种的原始材料	164
一、原始材料的种类	164
二、原始材料的收集、保存和研究	165
三、桑树品种性状的调查方法	166
第三节 桑树育种的方法	170
一、选择育种	170
二、杂交育种	174
三、诱变育种	182
四、遗传工程及其应用前景	194
第四节 品种比较试验	195
一、田间试验的基本原则和方法	195
二、品种比较试验区的排列法	197
第五节 良种鉴定	200
一、生长期的鉴定	201
二、产叶量的鉴定	201
三、叶质的鉴定	202
四、抗旱性鉴定	203
五、抗寒性鉴定	204
六、抗病性鉴定	204
第六节 良种的繁育和推广	206
一、良种繁育的意义	206
二、良种接穗桑园的建立	206
三、良种苗木的繁育	207
四、良种苗木的检验	207
附：实验实习提纲	209
实验一 桑根组织结构观察	209
实验二 桑茎组织结构观察	210
实验三 桑叶组织结构观察	212
实验四 桑花观察及花粉萌发试验	212
实验五 桑子发芽率测定	213
实验六 桑树芽叶标本制作	215
实验七 桑树光合强度测定	215
实验八 桑叶呼吸强度测定	216

实验九 桑树品种性状观察调查	217
实验十 桑树发芽期观察调查	219
实验十一 桑树有性杂交	219
实验十二 桑染色体观察	220
实验十三 人工诱变	221

绪 论

一、我国桑树栽培简史

我国是丝绸生产的发源地，相传已有4600多年的历史。根据考古学家的研究，远在殷商时代（公元前1562—1066年），我国的栽桑养蚕业已相当发达。

关于栽桑的历史，很少单独记载。从蚕桑生产的发展过程看，我们的祖先，最早是利用野生桑养蚕的。随着丝绸消费的不断增长，野生桑不能满足养蚕的需要，从而开始了桑树的人工栽培。《诗经》“郑风”中有“十亩之间兮，桑者闲闲兮”，“无寄我墙，毋折我树桑”等诗句，说明三千多年前，桑树已进行人工栽培了。



战国时期铜器上的采桑图

我国历代古书中常有关于桑树栽培的记载。“五亩之宅，树之以桑，五十者可以衣帛矣”（《孟子》）；“齐带山海，膏壤千里，宜树桑麻”（《史记》）；“还庐树桑”（《汉书·食货志》）；“成都有桑八百株，子孙衣食，皆有余饶”（《三国志·蜀书·诸葛亮传》）；“瑀为汲郡太守，教民一丁种十五株桑”（《梁书·沈瑀传》）等都记述和反映了古代我国重视栽桑的情况。

桑树栽培是随着养蚕生产的发展而逐渐扩大的，据《尚书》禹贡篇及《周礼》駉方氏记载，当时兖、青、徐、豫等州的栽桑养蚕已相当发达，到了汉代发展更快，几乎遍及全国，此后蚕桑生产中心逐渐移向江南。宋朝时，长江流域的蚕桑生产已超过北方。17世纪，随着蚕丝对外贸易的发展，广东、江苏、浙江和四川已成为发展迅速的四大蚕区。

在数千年的蚕桑生产实践中，我国人民创造积累了许多桑树栽培技术经验。

在桑树品种方面，由于我国幅员辽阔，生态环境各异，在长期的生产实践中，形成和选出了许多地方品种。《诗经》中记有“女桑”的名称，《齐民要术》中有女桑、溲桑、荆桑、地桑、黑鲁桑、黄鲁桑，并提出黑鲁桑是较好的品种。明代李时珍在《本草纲目》中描述：白桑叶大如掌而厚，鸡桑叶细而薄，子桑先花后叶，山桑叶尖而长。清初张炎贞著《乌青文献》中载有密眼青、白皮桑、荷叶桑、槐头桑、鸡窝桑、木竹青、乌桑、晚青桑、火桑、山桑、红头桑、鸡脚桑、扯皮桑、尖叶桑、紫藤桑、望海桑等16个品种，清同治年间，汪日桢撰《湖桑述》中有麻桑、富阳桑等记载。清光绪年间卫杰在《蚕桑萃编》

中对湖桑、川桑、鲁桑、荆桑等主要类型的桑树性状作了详细的记述。

在桑树栽培技术方面的记载也较多，汉代的《汜胜之书》中可以看到当时采用的是实生桑栽培，并且与黍混播。《王桢农书》对桑树嫁接法作了记述，如身接、根接、皮接、靛接、搭接等，《蚕桑萃编》中对嫁接技术总结了乘天时，精器具，截砧盘，选接头，辨骨肉，判上下，谨嵌贴，慎包裹，通生气，酌去留，戒动摇等一系列经验。

《齐民要术》中已记载着桑地间作绿豆、小豆以改良土壤，并以蚕粪肥桑的方法。

《农桑辑要》中记有“锄头自有三寸泽，斧头自有一倍桑”的农谚，说明当时已重视桑地耕耘和桑树的剪伐了。明末清初，栽桑技术又有进一步提高。江浙地区普遍采用中干树形，养成拳式，由于水肥丰足，桑叶产量已达每亩千斤的水平。

我国蚕桑生产虽有几千年的历史，但是由于受封建统治和封建思想的影响，在漫长的岁月里蚕桑生产的发展是缓慢的。20世纪30年代初期，资本主义经济繁荣，世界蚕丝需求激增，促进了我国蚕桑生产迅速发展，蚕茧产量达到历史最高水平。但到了30年代后期，由于受到日本侵华战争的影响，我国的蚕桑生产受到了日本侵略军的严重摧残，江浙一带，桑园被破坏达65%以上，蚕桑生产一蹶不振。抗战胜利后恢复也甚微，据统计，1949年蚕茧产量仅为历史最高水平的七分之一。

二、我国桑树栽培现状

新中国成立以来，我国蚕桑生产得到了恢复发展，老蚕区不断改造，新蚕区逐渐扩大，并按照商品经济发展的需要，建设了一批比较集中的蚕桑生产基地，蚕茧产量自1970年起超过日本，跃居世界第一。

随着蚕桑生产的发展，桑树栽培技术和科学研究工作也取得了一定成就。

在桑品种选育方面，对我国丰富的桑树品种资源进行了系统的调查、整理和鉴定。各地选拔出了相当数量的优良品种，例如江浙地区的荷叶白、团头荷叶白、桐乡青、湖桑197、湖桑199等；四川的峨嵋花桑、黑油桑、捋桑、槃桑等；广东的伦敦40号、北区1号、广东荆桑等；山东的黑鲁桑、黄鲁桑、鸡冠鲁桑等。在选拔地方良种的同时，还进行了有性杂交育种，中国农业科学院蚕业研究所育出了育2号、中桑5801，四川蚕研究所育出了6031。这些良种在有些地区对改造老桑、培植新桑、提高桑叶产量和质量发挥了作用。近几年来，辐射、激光、多倍体、单倍体等新技术在桑树育种上已广泛采用，这将加快桑树新品种培育的步伐。

育苗是栽桑的前提和基础。新中国成立以来在桑苗培育上取得了较大成就，基本上能满足生产上的需要。实生苗培育面广量大，嫁接育苗创造了根袋接、倒砧袋接、撕皮根接（江浙）、简易芽接、冬季芽接（四川）等方法；中国农业科学院蚕业研究所对扦插生根机制进行了研究；苏州蚕桑专科学校对绿枝扦插技术研究取得了突破性进展，达到了实用化程度，已在生产上推广应用。

在桑树栽植上，桑园基本建设已开始受到重视，沟灌喷灌、地膜覆盖、化学药剂除草等措施越来越多地被采用；广东珠江三角洲的桑基鱼塘是生态农业的良好典范，体现了物质和能量的良性循环，受到国际农业和环境科学界的高度评价；不少地区因地制宜利用非耕地栽植四边桑，粮桑间作，发展家庭小桑园，盐碱地改造栽桑等，开辟了桑树栽植的多

种途径,加强了蚕桑生产发展的基础。

但是总的说来,我国的桑树栽培和育种科学技术还比较落后,与蚕茧生产的需要不相适应。例如,桑树新品种的培育速度慢,数量少,类型单一,桑树栽植培护主要靠手工劳动,生产效率低,桑树缺肥,采伐过度,树势早衰,病虫害现象较为普遍。这些都是值得予以重视、深入研究和及早解决的问题。

三、我国的栽桑区域及其特点

我国地域辽阔,气候温和,桑树分布遍及全国,即使西藏,也有可开发利用的桑树资源。但是从桑树生长发育所需要的适宜环境条件和经济效益来看,桑树主要密集在江苏、浙江、四川和广东等四大蚕区,其次在安徽、江西、湖北、湖南、广西、福建、台湾、云南、贵州等南方省区和山东、山西、陕西、河南、河北、辽宁、吉林、甘肃、新疆等北方省区也有相当数量的桑树栽培。

江苏和浙江气候温和,雨量充沛,年平均温度15—18℃,无霜期250天左右,年雨量1000—1500mm,桑树生长期较长,3月下旬开始发芽生长,11月中下旬落叶进入休眠。桑树以湖桑类型为主,其中荷叶白为主要品种。桑苗繁殖主要是袋接和扦插。桑树栽植以集中成片桑园为主,多养成低干和低中干树形。桑园为春秋兼用,一年夏伐一次,全年养蚕3—4次。桑园管理水平、桑叶产量和经济效益较高。浙江桑树集中在吴兴、海宁、德清、桐乡一带,江苏桑树原来以苏南的无锡、吴江和吴县为主,近几年,除吴江和丹阳外,栽桑的重点已经转移到苏北的海安、东台、如东、如皋、淮阴等县,南通、盐城、淮阴和徐州等市的大片蚕桑新基地已经形成。

四川蚕区气候温和,雨量丰富,四季宜耕,水热资源丰富,年平均温度16—18℃,冬无严寒,霜雪少见,无霜期长达300天以上,年降雨量1000—1200mm,日平均气温大多数年份3月上旬即上升到10℃以上,11月下旬至12月上旬才降到10℃以下,所以桑树发芽早,落叶迟,生长期长。栽植的桑树品种以小冠桑、湖桑较多,还有相当多的荆桑和实生桑。桑苗繁殖多为播种,培育实生苗,定植后再嫁接换种。栽桑主要利用非耕地种植四边桑,近几年来,间作桑、家庭小桑园发展也较多。树形养成中干无拳式。春伐收获,全年采叶养蚕3—4次,桑树护理水平较差。四川桑树现在多集中在绵阳、南充、重庆和内江等地区,遍布涪江、嘉陵江和沱江流域一带。

广东蚕区属亚热带气候,年平均温度20—24℃,全年无霜,年降雨量为1500—2000mm,春夏雨量集中,占全年降雨量的70%,易受涝害。由于气温高,雨量充沛,所以桑树发芽早,生长快,生长期长,落叶迟,休眠期甚短。广东栽植的桑树主要为广东荆桑,用实生苗定植,桑树全年可开花结果两次,养蚕7—8次。桑树产子多,桑叶产量也高。珠江三角洲利用鱼塘基栽桑,矮干密植,桑叶养蚕,蚕沙喂鱼,鱼粪肥桑,有一套良好的护理措施。广东桑树原来多集中在顺德、南海、中山等地,现在也逐渐向丘陵新区转移。

四、本课程的内容和任务

《桑树栽培及育种学》是蚕学专业的一门主课,它以土壤肥科学、植物及植物生理生化学、农业气象学和遗传学为理论基础,阐述桑树生长发育规律和桑园高产优质的栽培技

术，并反映农村桑园生产现状和科学研究的新成果。

本课程内容主要包括桑树生物学特性、桑苗繁育、桑园建立、树形养成和桑叶收获、桑园施肥、桑园管理、桑树分类和品种以及桑树育种等部分，并附有实习实验指导。

通过本课程的理论学习和实习实验，要求能掌握桑树栽培和育种基本理论、基本知识和基本技能，具有分析和解决生产实际问题的能力，并能针对目前存在的问题和现代化要求，深入开展科学研究，为发展我国蚕桑生产和栽桑科学技术服务。

第一章 桑树生物学特性

桑树是多年生木本植物，由根、茎、叶、花、椹和种子等器官构成统一的有机体。各器官具有不同的形态特征及生理功能。在一定的生活条件下，相互影响、相互制约、共同进行生命活动。了解桑树各器官的形态构造和生理机能以及它们与环境条件的关系，才能在栽培桑树过程中，采取合理的技术措施，改善桑树的生长条件，使桑树生长良好，从而获得优质高产的桑叶。另外，桑树的形态特征，是鉴别桑树品种的重要依据。

第一节 根的形态及构造

根是桑树的地下部分，是重要的营养器官之一。它的主要功能是吸收土壤中的水分和无机养分，供生长发育的需要；同时还有贮藏有机物质和固定树体的作用。强壮的根系能够促使地上部分旺盛生长。了解根的性状和生长特点，对改善桑园管理，改进栽培技术，创造根系生长的良好条件，都具有重要意义。

一、根的形态

桑根的形态，因繁殖方法不同而异（图1—1）。

实生苗的根是由种子的胚根发育而来，一般有明显的主根，这种根称为定根。

从主根上着生的根称侧根。根据侧根发生的先后和次序不同，又可分为一级侧根、二级侧根以及三级侧根等等。从主根和侧根上着生的直径2mm以下的细根，统称为须根。须根的数量很多，一般寿命较短，大多数须根在营养生长末期死亡，余下者可发育成骨干根。实生

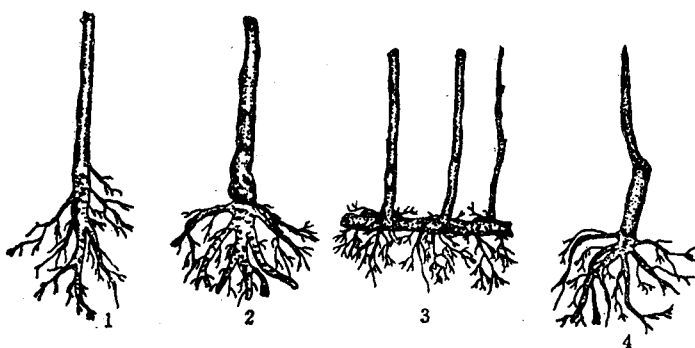


图1—1 桑苗的根

1. 实生苗 2. 嫁接苗 3. 压条苗 4. 扦插苗

苗的根由主根、侧根和须根组成根系，排列比较匀称。压条苗和扦插苗的根由根源体或愈伤组织产生的称不定根，无明显主根，这种根排列一般不大规则。

桑根的颜色呈鲜黄色，幼嫩根呈淡黄色，较老的根颜色较深，呈黄褐色。在桑根表面分布着许多横条状隆起，称皮孔，是气体交换的门户。皮孔老化后内部含有紫色的填充细

胞，易误认为是紫纹羽病，应注意区别。根与茎交界处称为根颈。幼苗期根颈部未形成周皮时，对土壤干旱、盐碱以及病害的抵抗力较弱。随着幼苗的成长和根系的发达，在根颈处形成了周皮，由于木栓层的保护和薄壁细胞中养分贮藏增多，从而增强了苗木的抗逆性。

二、根的构造

(一) 根尖 须根的尖端部称为根尖，一般长约1—3cm，呈乳白色。根尖的纵切面，自尖端向后，可分为根冠、生长点、伸长区和根毛区四个部分。各部分的细胞形态构造以及生理机能不同。但各区之间没有严格的界限，而是逐渐过渡的（图1—2）。

根冠：位于根尖的顶端呈帽状，是薄壁组织。它能分泌粘液，保护幼根伸入土壤时，不致被坚硬的土粒所损伤。根在生长过程中，根冠细胞不断遭到土粒摩擦破坏而脱落。由生长点不断产生新细胞补充，从而使根冠保持一定形状。

生长点：位于根冠之后，属于分生组织。这部分细胞具有强烈的分生能力，能不断分裂产生新细胞，向前补充根冠细胞，向后形成伸长区。

伸长区：位于生长点后面，这部分细胞已逐渐失去分生能力，细胞出现较大的液泡，细胞体积逐渐增大，其长度增加大大超过宽度增加，使细胞呈圆筒形。由于伸长区细胞剧烈伸长和生长点新细胞的补充，使根系在土壤中不断向前延伸。在靠近根毛区部分，呼吸作用旺盛，是吸收养分的重要部位。

根毛区：位于伸长区后面，这部分细胞不再增大伸长，并已分化形成各种组织。根毛区的特点是部分表皮细胞的细胞壁向外突起形成管状的根毛。根毛区是进行吸收、输导等生理活动的重要部位。

根毛的寿命很短，少则几天，多则十几天便枯萎脱落。在桑树休眠期，根毛也随之枯萎。此外还受采叶、伐条、土壤过于过湿、盐碱等因素影响而加速枯萎。以后随着新根的发生，形成新的根毛区来补充。因此，根毛区是随着新根的生长而不断在土壤中伸展，从而不断扩大吸水吸肥的范围。

(二) 根的初生构造 从根毛区的横切面上，自外至内可以看到它是由表皮、皮层和中柱三部分组成。它们是由初生分生组织所产生，称为初生构造。

1. 表皮 表皮是根的初生构造的最外层细胞，细胞壁很薄。很多细胞外壁向外突起，形成根毛。根毛生长初期细胞壁柔软，在根毛生长末期，随着细胞壁果胶质的钙化，根毛的吸收作用逐渐衰退。

2. 皮层 表皮以内称皮层，是由多层细胞所组成。皮层最外层细胞称外皮层，细胞排列紧密，当表皮细胞死亡后，这层细胞外壁木栓化代替表皮，起保护作用。皮层中部为多层细胞，细胞排列疏松，有较大的细胞间隙。根毛吸收的水分和无机盐类，是通过这些细

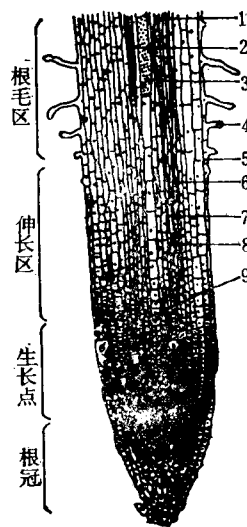


图1—2 根尖(依Holman和Robbins)

1. 环纹导管 2. 螺旋导管 3. 孔纹导管 4. 根毛 5. 表皮 6. 皮层、薄壁细胞 7. 内皮层 8. 中柱鞘 9. 原形成层

胞进入中柱。皮层最内一层细胞为内皮层，这层细胞排列紧密，无细胞间隙，也是水分和无机盐进入中柱的必经之路。皮层又是营养物质的贮藏场所，细胞内常贮藏淀粉粒等。

3. 中柱 皮层以内的部分称中柱，由中柱鞘、初生木质部、初生韧皮部和薄壁细胞组成。位于中柱最外层细胞称中柱鞘，中柱鞘呈环状排列。这些细胞有潜在的分生能力，在根的加粗生长中，部分中柱鞘细胞可以转变为形成层的一部分。侧根也是由中柱鞘细胞分化，穿过皮层后形成的。

初生木质部位于根的中心，大多排列成相对两束的为二原型木质部，也有排列成三束的为三原型木质部，是水分和无机盐类运输的通道。初生韧皮部与初生木质部相间排列，它们中间有薄壁细胞相隔，韧皮部是运输有机物的通道（图1—3）。

（三）根的次生构造 由次生分生组织产生的构造，称次生构造。随着根的生长，根毛区以上的部分，逐渐由初生构造转变为次生构造。根的增粗，是根的次生分生组织形成层和木栓形成层活动的结果。

根部形成层的产生过程，首先是韧皮部内侧的薄壁组织转变成分生组织而产生形成层。最初产生的形成层呈片断，后来各个片断的形成层向两侧扩展，

此时，初生木质部顶端的中柱鞘细胞也开始分裂，形成部分形成层，并与片状形成层相连接呈椭圆形，木

质部被包围在中间。在形成层产生次生木质部时，初生韧皮部内侧处分裂迅速，而两端分裂缓慢，这样使韧皮部被推向外面，形成层也逐渐形成环状。环状形成层形成以后不断向内外分裂，产生次生木质部和次生韧皮部。根部便产生均匀相等的增粗。次生木质部由导管、木纤维和木薄壁细胞组成。次生韧皮部由筛管、伴胞、韧皮纤维、韧皮薄壁细胞以及乳汁管所组成。在韧皮薄壁细胞中贮藏着淀粉和蛋白质。随着形成层的活动，在木质部和韧皮部内产生很多横向的射线。射线由薄壁细胞组成，具有物质横向运输和贮藏养分的功能。

在形成层活动的同时，中柱鞘薄壁细胞也逐渐转变成分生组织，形成木栓形成层。木栓形成层向外产生木栓层，向内产生栓内层，三者合称周皮。木栓不透水、不透气。在木栓层形成的同时，中柱鞘以外的皮层和表皮逐渐死亡脱落，由木栓层代替表皮起保护作用。

根的次生构造，自外向内由以下几部分组成：周皮（木栓层、木栓形成层和栓内层），韧皮部（初生韧皮部和次生韧皮部）形成层和木质部（初生木质部和次生木质部）等。在韧皮部中有筛管、伴胞、韧皮纤维、韧皮薄壁细胞和乳汁管。一般细小的根韧皮部占的比例较大而木质部占的比例较小。韧皮薄壁细胞贮藏淀粉和蛋白质。韧皮纤维较分散。木质部有导管、木纤维和木薄壁细胞。木薄壁细胞含有淀粉。根的中央无明显的髓部（图1—4）。

在栽培上往往把形成层以外的部分，统称为皮层（实际是皮部）。

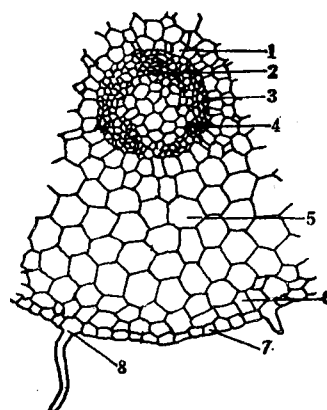


图1—3 根的初生构造

1. 内皮层 2. 韧皮部 3. 中柱鞘 4. 木质部
5. 皮层 6. 外皮层 7. 表皮 8. 根毛