

目 录

第一部分 桑 树 栽 培

第 1 章 桑树的生物学特性.....2	
1.1 桑树各种器官的形态性状.....2	
1.2 桑树生长发育与环境条件的关系.....8	
1.3 桑树的生长周期.....10	
第 2 章 桑树繁育.....13	
2.1 有性繁殖.....13	
2.2 无性繁殖.....16	
第 3 章 桑树栽植.....20	
3.1 桑树栽植的规划要点.....20	
3.2 桑树栽植的主要形式.....21	
3.3 栽桑时期和栽植密度.....22	
3.4 栽桑方法.....24	
第 4 章 桑树树形养成.....27	
4.1 桑树树形养成的理论基础.....27	
4.2 树形的结构、种类和特点.....28	
4.3 桑树树形的培养方法.....29	
第 5 章 桑叶收获.....32	
5.1 桑叶估产.....32	
5.2 桑叶的合理收获.....33	
5.3 桑树剪伐与全年养蚕布局.....35	
第 6 章 桑树施肥.....36	
6.1 桑树肥料的种类及其特性.....36	
6.2 桑树的配方施肥.....38	
6.3 桑树施肥的时期和方法.....40	
6.4 桑树施肥的注意事项.....41	

第 7 章 桑树培护管理.....42	
7.1 桑树土壤管理.....42	
7.2 桑树树体护理.....43	
7.3 低产桑树的改造.....45	
第 8 章 桑树品种.....47	
8.1 优良品种及选育.....47	
8.2 主要优良桑品种及特征特性.....48	

第二部分 桑树病虫害防治

第 9 章 桑树病虫害基础知识.....54	
9.1 桑树害虫基础知识.....54	
9.2 桑树病害基础知识.....56	
第 10 章 桑树主要虫害的防治.....58	
10.1 芽叶害虫.....58	
10.2 咀嚼性桑叶害虫.....64	
10.3 吸食性桑叶害虫.....68	
10.4 桑树枝干害虫.....71	
10.5 地下害虫.....76	
第 11 章 桑树主要病害.....79	
11.1 芽叶病害.....79	
11.2 桑枝干病害.....82	
11.3 根部病害.....83	
第 12 章 桑树病虫害的综合防治.....85	
12.1 桑树病虫害的防治方法.....85	
12.2 桑树病虫害综合防治.....86	





第三部分 蚕 种

第13章 家蚕品种和良种繁育制度	91
13.1 家蚕品种概述	91
13.2 家蚕新品种选育	92
13.3 家蚕良种繁育制度	94
13.4 四川现行主要家蚕品种	95
第14章 普通种繁育	97
14.1 原种催青	97
14.2 原蚕饲育	100
14.3 上簇采茧	104
14.4 种茧处理	105
14.5 蚕种制造	109
第15章 蚕种处理	114
15.1 人工孵化蚕种的处理	114
15.2 越年种的处理	120
第16章 原种和原种繁育	129
16.1 原种繁育的特点	129
16.2 原原种繁育的特点	132
第17章 微粒子病检查	135
17.1 微粒子病的预知检查	135
17.2 微粒子病的母蛾检验	136

第四部分 养 蚕 技 术

第18章 蚕的生物学基本知识	140
18.1 蚕的生活史	140
18.2 蚕的眠性和化性	141
18.3 蚕儿的外部形态和主要器官	142
18.4 蚕与环境的关系	143

第19章 养蚕的布局与准备	146
19.1 全年养蚕生产布局	146
19.2 现行蚕品种性状	148
19.3 蚕室、蚕具及消耗物品的准备	148
19.4 蚕前消毒	151
第20章 催青及收蚁	153
20.1 蚕种催青	153
20.2 补催青及收蚁	158
第21章 小蚕饲养	161
21.1 小蚕生理的主要特点与饲养要求	161
21.2 小蚕饲养技术	162
21.3 小蚕专业化共育	164
第22章 大蚕饲养	167
22.1 大蚕生理的主要特点与饲养要求	167
22.2 大蚕饲养技术	168
22.3 大蚕饲育形式及技术要点	171
第23章 上簇和采茧	173
23.1 上簇前的准备工作	173
23.2 上簇技术处理	174
23.3 蚕茧的形成与簇中保护	175
23.4 采茧和售茧	176
23.5 蚕后消毒	177

第五部分 蚕 病 防 治

第24章 微生物学的基础知识	179
24.1 微生物的定义和分类	179
24.2 病毒	180
24.3 细菌	181
24.4 真菌	182
24.5 原生动物	182





第 25 章 蚕病的发生与流行.....183	第 32 章 消毒药物及其使用 225
25.1 蚕病的种类与危害.....183	32.1 常用消毒药物.....225
25.2 蚕病发生的主要原因.....184	32.2 影响药物消毒效果的因素.....230
25.3 传染性蚕病的发生与流行规律....187	32.3 漂白粉有效含量的测定.....231
第 26 章 病毒病.....190	第 33 章 蚕病检测条件及科学实验..... 233
26.1 核型多角体病.....190	33.1 市县蚕病检测室的主要任务和设 备条件.....233
26.2 质型多角体病.....192	33.2 蚕病防治的科学实验.....236
26.3 病毒性软化病.....194	
26.4 浓核病.....195	
26.5 病毒病的传染发生规律及防治....196	
第 27 章 细菌病.....199	第六部分 蚕 茧 收 烘
27.1 细菌性败血病.....199	第 34 章 蚕茧的形态结构与性状 241
27.2 细菌性中毒病.....201	34.1 吐丝营茧.....241
27.3 细菌性胃肠病.....204	34.2 蚕茧的结构.....242
第 28 章 真菌病.....205	34.3 蚕茧的外观性状.....243
28.1 白僵病.....205	34.4 茧层组织的性状.....245
28.2 黄僵病.....206	第 35 章 茧的工艺性能 247
28.3 绿僵病.....207	35.1 茧丝量.....247
28.4 曲霉病.....208	35.2 茧丝长.....248
28.5 真菌病的发病规律及防治.....210	35.3 茧丝纤度.....249
第 29 章 微粒子病.....211	35.4 茧的解舒.....249
29.1 病原及病征.....211	第 36 章 鲜茧的分类及分级标准 251
29.2 病变及发病规律.....212	36.1 鲜茧的分类.....251
29.3 微粒子病的诊断和防治.....213	36.2 鲜茧的分级标准.....252
第 30 章 节肢动物病.....216	第 37 章 蚕茧的干燥方法 257
30.1 多化性蚕蛆蝇病.....216	37.1 干燥方式.....257
30.2 虱螨病(壁虱病).....218	37.2 干燥工艺.....258
第 31 章 中毒症.....220	37.3 适干茧的干燥程度.....262
31.1 农药中毒.....220	第 38 章 茧的处理 266
31.2 工业废气及煤气中毒.....223	38.1 鲜茧的处理.....266





38.2	半干茧的处理.....	268
38.3	干茧的处理.....	270
第39章	干茧检验和分级.....	273
39.1	样茧.....	273
39.2	干茧分类.....	274
39.3	干茧分级标准.....	274
39.4	定级.....	275

附录1	人事部《机关事业单位工勤人员 岗位等级规范（试行）》.....	276
-----	------------------------------------	-----

附录2	考试大纲.....	279
附录3	考试规则.....	283
附录4	《四川省人事考试违规违纪行为 处理办法（试行）》.....	284
主要参考书目		286



第一
部分

桑
树
栽
培

第1章 桑树的生物学特性

【本章要点】

本章重点介绍桑树各种器官的形态性状，桑树的生长周期，以及桑树生长发育与环境的关系。

技师掌握本章的全部内容；高级工掌握桑树各器官的形态性状及桑树的生长周期；中级工掌握桑树各器官的形态性状及桑树生长发育与环境的关系；初级工掌握桑树各种器官的形态性状部分。

1.1 桑树各种器官的形态性状

桑树是多年生叶用木本植物，由根、茎、叶、花、椹、种子等器官组成。其中根、茎、叶担负着养分、水分的吸收、运输、转化、合成等功能，是营养器官；花、椹、种子完成开花、结果的全部生殖过程，是生殖器官。

1.1.1 根

根是桑树的地下部分，是重要的营养器官，桑树根系生长的好坏、数量的多少、分布的状况，直接影响其地上部分的生长。

一、根的形态

1. 实生苗根 有性繁殖的实生桑苗，其根由种子的胚根发育而来，主根明显，粗壮发达，根系排列整齐，垂直向下朝地心方向生长，称为直根系。主根向下长到一定程度，从主根四周分生的根称为侧根，依次分为一级侧根、二级侧根等。从侧根上分生出许多直径较小的根，称为须根，因此，实生苗根系由主根、侧根和须根组成。

2. 茎源根 由桑树枝条通过扦插、压条长出的根，是由根原体或愈伤组织分化形成，无明显的主根，根系排列不整齐。由根原体发育的根，称为定位根（根原体根）；由愈伤组织形成的根，称为不定根（愈伤根）。扦插和压条的苗木，虽没有形成真正的主根，但其中有1~2条发育粗壮的根，外表与主根类似，具有主根的作用。

3. 根的颜色、皮孔 桑树的主根和侧根，加粗生长后发育成骨干根，骨干根呈圆柱形，鲜黄色，幼根颜色较淡，老根颜色较深，露出地表的根呈红黄色。根的表面有许多突起的横纹皮孔，它是水分和气体的交换通道。老根皮孔内常充满紫色粉末状填充物，易与桑紫纹羽病相混淆，生产上应注意区分。

4. 根颈部 根、茎以子叶为界限，其交界处为根颈。实生桑苗的根颈由胚轴发育而成，称为真根颈。扦插苗和压条苗没有真根颈，但在相应部位有类似的假根颈。根颈是桑树器官中较为活跃的组织。在生产实践中，利用根颈部进行嫁接，成活率较高。

二、根系分布

桑树属深根性植物，其根系以纵横两个方向呈辐射状分布。主根通常向下往土壤的纵深方向生长，侧根通常向横斜方向生长。愈接近地面的侧根，愈呈水平方向生长；愈向下层的侧根，愈斜向生长。以利于吸收不同层面、不同方位的水分和养料。一般来说，根系分布的面积大于树冠的面积。

桑树根系在土壤中的分布情况，因环境条件而有差异，与土壤性质、地下水位、树龄、树形养成及肥培管理等条件相关。低干树形根系分布的范围小于中、高干树形。同一树龄的根系，在土层深厚、土质疏松、肥水条件好的土壤中，侧根和须根多，根系扎得深远。而在土层薄、土质差、黏重紧实的土壤中，侧根和须根少，根系扩展的范围小。除土壤之外，根系分布还受地下水位的影响。地下水位高，根系分布浅而窄；地下水位低，根系分布深而宽，因此，若规划在地下水位高的地方栽桑，一定要深挖排水沟，做到沟渠相通，以利降低地下水位。

三、根的构造

1. 根尖 须根先端约1~3厘米左右的幼嫩部分即为根尖，呈乳白色，根尖因细胞分裂是根伸长生长、分生和吸收活动最活跃的部分。根尖从顶端向后可分为根冠、生长点、伸长区和根毛区四个部分。

根冠是薄壁组织，始终保持一定的形状和厚度，起保护生长点的作用。

生长点属于分生组织，位于根冠之后，能不断分裂新细胞，向前形成根冠，向后形成伸长区。

伸长区因细胞增大，是根伸长生长的主要部位。

根毛区由伸长区分化而来，它的表面密生根毛，是根部吸收水分和养分的主要部位。因根毛的产生增加了根系与土壤接触的面积。根毛的寿命较短，通常只有几天到十几天。幼根不断生长，形成新的根毛区，以代替老的根毛区，使根毛区始终保持一定的长度和数量，满足桑树吸收的需要。采叶、伐条、旱灾、洪涝等因素会造成须根和根毛的死亡。

在桑树生长季节移栽桑苗，要尽量带土移栽，注意保护好根系，以利尽快成活；若移栽较大的树木，根系在移植时，必然受到损坏，根系吸收水分养分的能力将减弱，为使根系吸收与叶片蒸腾的水分达到平衡，栽植时要去掉部分枝叶或全部叶片。

2. 根的初生、次生构造 桑树须根的根尖部分属于初生构造，它使桑根伸长生长。初生构造由外向内分为表皮、皮层和中柱三部分。

根毛区以上的根属于次生构造，由次生分生组织产生，它使桑根增粗生长。次生构造由外向内分化为周皮、韧皮部、形成层、木质部等。周皮由木栓层、木栓形成层和栓内层组成，起保护作用。韧皮部所占比例较大，有上下运输有机养分的作用。周皮和韧皮部又合称为皮层。形成层是一种环状分生组织，它向外分裂形成韧皮部，向内分裂形成木质部，使植株不断加粗生长。木质部有向上运输水分的作用。

1.1.2 茎

茎由胚芽发育而成，树干和枝条都属于茎的范畴。树干分主干和支干。主干位于根颈的上方，主干上的分枝称为支干，依次分为一级支干、二级支干等。



一、枝条的形态

1. 枝条的姿态 枝条的姿态分为直立、开展和卧伏等类型。枝条直立的桑品种，树冠紧凑，适宜密植；枝条开展的品种，树冠较大，适宜分散栽植；枝条垂卧的品种，多作观赏用。

2. 节和节间 枝条上着生叶的部位称为节，相邻两节之间的距离称为节间。一般枝条梢端和基部的节间不规则，且较短，中部的节间较为标准。测量节间的长短要以枝条中部 10 个节间的平均数为准。节间长短因品种而异，节间短的品种，着生的叶片多，是丰产性状之一。

3. 色泽 桑芽萌发后长出的幼嫩枝条称为新梢。因新梢的外皮层细胞中含有叶绿体而呈绿色。随着新梢的逐渐生长与成熟，在其表皮下形成内含色素的木栓层，构成各品种一年生枝条的固有色。

4. 皮孔 枝条表面散布的许多点状突起物称为皮孔，是木栓形成层细胞分裂突破表皮而形成的。皮孔是气体和水分的通道。新梢上部幼嫩部分的皮孔呈白色，随枝条生长而逐渐变成黄色，最后呈褐色。皮孔色泽的变化与其相应的部分叶片的成熟度有一定相关性，是衡量蚕茧用叶的标准之一。皮孔分布的密度因品种而异，一般认为皮孔少的桑树耐寒性较强。

5. 叶痕 叶柄脱落处呈凹陷的半圆形痕迹为叶痕。叶痕两侧及下方的皮层内有根原体，扦插时在其相应的部位容易发根。

二、枝条的构造

枝条的构造分为初生构造和次生构造。初生构造在茎枝顶端新梢顶部，由分生区、伸长区、成熟区组成，它使植株伸长生长；次生构造因形成层和木栓形成层共同分裂使植株加粗生长。同根的构造相比，枝条的初生构造不含中柱鞘，枝条次生构造的新梢皮层里含有叶绿素，且皮部所占的比例较小。

三、枝条与蚕桑生产的关系

枝条是着生芽、叶的基础，担负着运输水分养分，贮藏养分及支持树冠的功能。枝条的数量和长度与桑叶产量有密切关系。决定单位面积产量的总条数和平均条长两者间有一定的相关性。在一定范围内，总条数多，平均条长长，产叶量高。生产上应控制单位面积总条数，增加有效条数和平均条长数。一般成林桑园每亩枝条数以 6000 ~ 8000 条为宜。

1.1.3 芽

芽是桑树茎、叶、花的原始体，在适宜的条件下桑芽萌发可形成枝、叶、花等器官。桑树一年的生长周期，就是春季萌芽抽枝，长出大量的枝叶，夏秋后在一年生枝条上又形成更多的芽，冬季落叶后又以芽的形态休眠越冬，来年再重演这一过程，因此，芽是桑树生长、发育、分枝、更新和复壮的基础。桑芽对桑树栽培和识别桑品种具有重要意义。

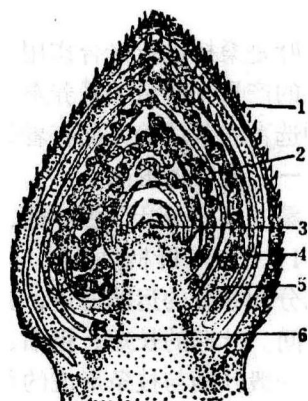
一、芽的形态

桑芽着生在桑树枝条上，刚形成的芽呈淡绿色，随着芽体的生长，至冬季落叶时，芽已成熟，呈现其固有色。落叶后枝条上的芽统称为冬芽。其色泽因品种而异，一般有赤褐色、深褐色、褐色、灰白色及青灰色等。正面观察冬芽有大小之分，形状有三角形、长三角形和椭圆形等。芽着生的状态，也因品种而不同。一般有芽尖紧贴枝条、离开枝条及歪斜等区分。

二、芽的发育和构造

桑芽的原始体是在生长期逐渐形成的，叶腋处的绿色细小幼芽，随着枝叶的生长，体积逐渐增大，内部逐渐分化为幼叶、托叶、腋芽和花序等器官，到落叶时，冬芽成熟，芽内各器官的分化已完成。芽的外面有3~8片鳞片包覆芽体。鳞片抱合有松紧之分，一般包覆紧的芽抗寒能力较强（图1.1）。

在芽的正中有一个很短的中轴，又称芽轴。中轴的顶端是生长锥，其细胞的分生能力很强。中轴上交互叠生几层极小的幼叶，每片幼叶的两侧各有一片着生茸毛的托叶。幼叶基部内侧有一小突起，是腋芽的原始体。鳞片内侧有鳞片腋芽的分化。若是混合芽，在中轴上还可以看到非常幼嫩的花序。



1.芽鳞 2.花 3.生长点

4.托叶 5.幼叶 6.腋芽原基

图 1.1 冬芽的纵侧面

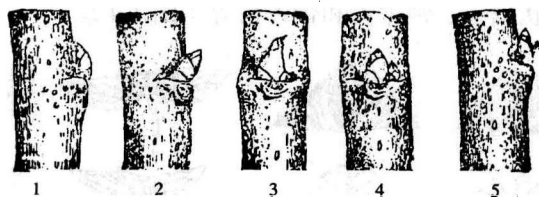
三、芽的种类和特性

1. 顶芽和侧芽 根据桑芽在枝条上着生的位置可将芽分为顶芽和侧芽。着生在枝条顶端的芽称为顶芽。其分生能力很强，不断抽条长叶，对侧芽有一定的抑制作用。秋末气温下降后，顶芽首先枯死脱落，由临近的侧芽代替死去的顶芽。顶芽以下的芽称为侧芽。多数桑品种的侧芽当年不萌发，少数品种的侧芽当年能萌发成侧枝。若桑树在生长期顶端受到损伤，侧芽就会萌发；秋季采叶过度，限制了顶芽生长，也会引起侧芽萌发；生产上为了快速培育树形，采用夏季摘心，促使侧芽萌发，使得一年两次成枝，可缩短养形年限。

2. 叶芽、花芽及混合芽 根据冬芽的性质，春季冬芽萌发长成枝叶的芽称为叶芽；发育成花的芽称为花芽；既开花又长叶的芽称为混合芽。

3. 主芽和副芽 根据同一节部芽的数量和位置，分为主芽和副芽。大多数桑品种只有一个腋芽。但有些品种叶腋内着生2~3个芽，正中较大的一个芽称为主芽，其他较小的称为副芽。一般主芽萌发成枝，副芽不萌发。当主芽受损后，副芽萌发（图1.2）。

4. 生长芽、止心芽、休眠芽和潜伏芽 根据冬芽的生理状态，冬芽在春季萌发时，枝条顶端的几个侧芽最先萌发，不断抽长，形成新梢。这类在发芽时能形成新梢的芽称为生长芽。枝条中部的芽萌发后，长出几片桑叶就停止生长，这种芽称为止心芽。生长芽和止心芽又合称为活动芽。而枝条基部的侧芽往往常年不萌发，这种暂不萌发的芽称为休眠芽。休眠芽虽不萌发，但其发芽抽枝能力并不因此而丧失。如果枝条上部的生长芽、止心芽被剪除，休眠芽就会很快转为生长状态。枝条基部的休眠芽因枝条增粗、皮层增厚而埋伏在皮层内，可长期存活。这类看不见的休眠芽为潜伏芽。潜伏芽在支干分叉处较多。桑树降干或夏伐后都是利用潜伏芽萌发新枝。



1. 密贴于枝条 2. 向外斜生 3. 歪向一边

4. 有副芽 5. 背生副芽

图 1.2 桑树冬芽形态



1.1.4 叶

叶是桑树进行光合作用、蒸腾作用和呼吸作用的重要器官,也是桑树栽培的目的收获物。桑叶的产量和质量关系养蚕、蚕茧及蚕种的产量和质量。桑叶的特征特性同桑树品种鉴定、良种选育和栽培等方面有着重要的关系。

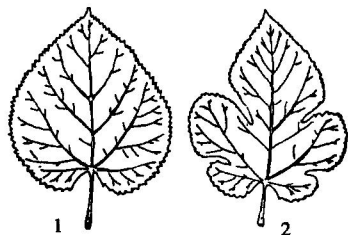
一、桑叶的形态

桑叶属完全叶,由叶柄、叶片和托叶三部分组成。

1. 叶柄 叶柄是叶片与枝条相连接的部位,具有输导组织和机械组织,是叶片与枝条之间水分和养分的运输通道,支持叶片在空间有一定的位置和方向,使叶片能获取充足的阳光和空间。叶柄的长短、粗细、色泽及与枝条形成的角度,因品种、栽植密度及管理条件而异。一般叶柄与枝条形成的角度小,叶片向上斜伸,有利于阳光照射桑树中下部的叶面及桑叶光合作用的进行。

2. 托叶 托叶二片,呈披针形,着生在叶柄基部的两侧,生长发育快,脱落早,有保护幼叶和腋芽的作用。当幼叶达到一定成熟度时托叶便萎黄、脱落。

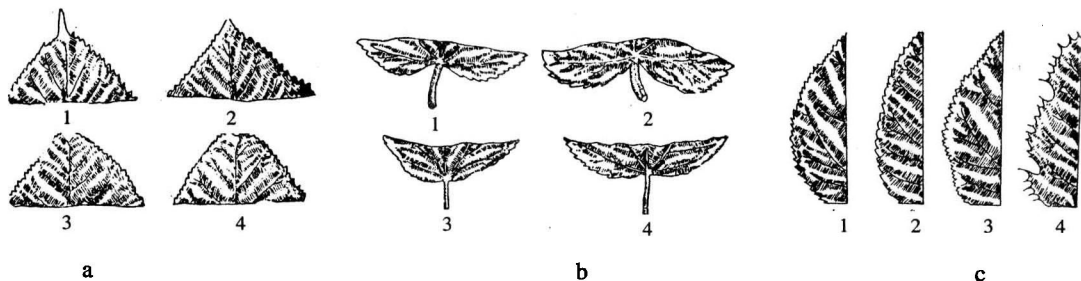
3. 叶片 叶片分全叶和裂叶两类(图 1.3),少数品种全叶、裂叶混生。全叶的形状,可分为心脏形、椭圆形和卵圆形,裂叶有一裂、二裂、多裂之分。叶片的形态特征随品种而不同,有些特征特性因气候和栽培条件的差异而变化。如光照充足、土壤肥沃时,叶色深,叶肉厚,叶质好。叶片的大小、厚薄决定桑叶产量,桑品种不同,差异很大。



1. 全叶 2. 裂叶

图 1.3 叶形

4. 叶片形态 叶片各部位的形态因品种而不同。叶尖形态一般分为尾状、尖头、钝头、圆头和双头等;叶底形态分为深凹、浅凹、切形和楔形等;叶缘呈锯齿状,又可分为锐锯齿、乳头状锯齿、钝锯齿和带芒齿等(图 1.4)。



a: 1.尾状 2.锐头 3.双头 4.钝头
b: 1.浅凹 2.深凹 3.楔形 4.切形
c: 1.锐锯齿 2.乳头锯齿 3.复锯齿 4.带芒齿

图 1.4 叶形态

叶色随桑叶成长而由嫩绿变成深绿。不同品种也有深浅之分,且受光照和肥培的影响,同一品种的叶色深浅也有差异,通常通过观察叶色可以辨别桑叶的成熟度和土壤肥培状况。

叶面可分为平滑与粗糙,有光泽与无光泽两类,有些品种叶面有皱缩。叶片的大小厚薄是决定桑叶产量的性状。叶片从开叶后逐渐增大增厚,达到最大面积时停止生长,桑叶成熟。叶片大小、厚薄与品种特性、气候条件、肥培管理及桑树树龄等有关。一般同一品种幼龄叶片最大,壮龄桑次之,树势衰老时变小。而肥水充足,合理剪伐时叶片大;肥培管理差,侧枝丛生,则叶片小。干旱地区的桑树生长缓慢,叶片显著增厚,叶形变小。多阴雨地区生长的桑树叶片大而薄,色泽浅。

5. 叶脉 叶脉是叶片中的维管束。桑叶属网状脉,即中央主脉分出数条较细的侧脉,侧脉分出更小的细脉,各细脉交错连接成网,分布在整個叶片内,对叶片具有输导和支持作用。

6. 叶序 叶子在枝条上排列的顺序叫叶序。桑叶属互生叶序,通常每个节部只着生一片桑叶,一般以圆柱式进行计算,用分式表示,有 $1/2$ 、 $1/3$ 、 $2/5$ 和 $3/8$ 等类型。分式中的分子为同一垂直线上两叶间的节间数,一般以枝条中部的叶序代表品种特征。通常认为叶序复杂的品种,叶片之间的相嵌性好,产叶量高。

二、叶的构造

1. 表皮 表皮分上表皮和下表皮,均由一层细胞构成。细胞内没有叶绿素,外侧由角质层覆盖。上表皮的角质层较厚,能防止水分过度蒸腾散失,其中有些细胞发育成巨大细胞,细胞内有碳酸钙积聚,形成钟乳体,这是桑科植物的重要特征。有的巨大细胞上端突出呈钩状,叶面粗糙;在下表皮叶脉两侧生有表皮毛,为单细胞,具有减少水分蒸发的作用,巨大细胞呈乳状的叶面平滑。

2. 气孔 在叶的下表皮上有许多气孔,是桑叶与外界进行气体交换、水分蒸腾的地方。正常情况下,气孔由一对含 3~4 个叶绿体的半月形保卫细胞组成。通常气孔在晨间开启,光合作用强时张开最大,午后逐渐关闭。

3. 叶肉 叶肉介于上、下表皮之间,由栅栏组织和海绵组织两部分组成。栅栏组织在上表皮的下方,由 1~2 层圆柱形的薄壁细胞紧密排列成栅栏状,细胞内有很多叶绿体,是光合作用较强的部位,因此,上表皮颜色较深。海绵组织在栅栏组织的下方,由许多不规则的薄壁细胞疏松排列成海绵状,细胞的间隙很大。由于常处于背光的一面,细胞内叶绿体含量较少,光合作用较弱。

4. 叶脉 叶脉分布于叶片中,主脉粗大,在叶背隆起,其中维管束由韧皮部、形成层和木质部组成。

1.1.5 花、椹、种子

一、花的形态和组成

桑花是单性花,偶有两性花。花小无柄,簇生在花轴上,属聚繖花序。有雌雄同株或异株,一般是雌雄异穗。桑花开放时先花后叶或花叶同开。

桑的雄花有雄蕊 4 枚,外侧有萼片 4 片。每个雄蕊有一根花丝和两个花粉囊(花药)。在花蕾未开放前,花丝卷曲在花中央,开放时花丝向外伸展。花药成熟后裂开,散出大量花粉,并随风传播。桑树属风媒花植物。

雌花有萼片 4 片,两两相对,紧包子房。子房呈绿色球形,内有胚囊。子房上面为花柱,花柱顶端是柱头,柱头左右分开呈牛角状,其上密生茸毛或小突起,有利于黏附花粉。



二、桑椹

雌花受精后，柱头渐渐枯萎，花萼和子房发育膨大，形成多肉浆果，多个小浆果着生在一根花轴上，组成聚花果，即桑椹。

桑椹最初为绿色，逐渐转变为红色，成熟时为紫黑色。少数品种，成熟桑椹为玉白或粉红色。

花椹的多少因品种、树形、修剪及树龄等而不同。一般实生桑花椹多，嫁接良桑花椹少；衰老桑花椹多，幼龄桑花椹少。花椹在生长发育过程中要消耗大量养分，影响枝叶生长及桑叶产量。

生产中应选栽花椹少的品种，并配合修剪措施，减少花椹数量。不过，桑椹中含有丰富的营养物质，不少地方已将其作为保健食品进行开发利用。

三、桑子

桑树的种子为扁卵形，黄褐色或浅黄色。桑子由内果皮、种皮、胚和胚乳四部分组成。胚分为子叶、胚芽、胚轴和胚根。整个胚呈马蹄形弯曲在桑子内部，胚乳包围在胚的外侧，桑子除含有丰富的脂肪外，还有蛋白质及淀粉等有机物，是桑子萌发和胚生长时所需的养分。

1.2 桑树生长发育与环境条件的关系

桑树在一定环境条件作用下才能正常生长发育。当环境条件适宜时桑树生长良好，反之则会引起桑树生长不良，甚至死亡。桑树在不同生长时期对外界环境因素的要求和反应各不相同，因此，要充分考虑外界环境因素对桑树的影响，采取综合的肥培管理措施，才能获得桑叶的优质高产。

1.2.1 温度

温度主要以地温和气温两种形式影响桑树的地下及地上部分生长。桑树的一切生命活动如发芽、抽枝、开花等都必须一定的温度条件下才能正常地进行。一般当初春地温回升到 5°C 以上，根系活动开始增强，升到 10°C 后长出新根；当气温上升到 12°C 以上后，冬芽开始萌发，逐渐长出新的枝叶。桑树发芽后的生长速度随气温升高而加快，气温达到 $25\sim 30^{\circ}\text{C}$ 时生长最快。但当气温高达 40°C 时，桑树生长受到抑制。同时地面蒸发和树体蒸腾加速，使桑园和树体失水过多，造成桑树生理失衡。高温对桑树的危害程度与土壤含水量有关。若土壤含水量充足，桑树能吸收足够的水分，通过枝叶的蒸腾散发降低树体温度，减轻高温的危害。相反，土壤干旱缺水时，高温的危害就会增大。中午日光直射，桑树叶面温度高于气温，蒸腾作用最强，散失水分最多，因此中午采叶易造成桑叶萎凋。入秋后气温逐渐下降，桑树生长减慢，当气温下降到 12°C 以后，桑树逐渐停止生长，开始落叶休眠。温度激变对桑树生长不利，如春季桑树生长时遇到倒春寒天气，幼嫩芽叶易被冻害，严重影响春叶产量。

1.2.2 光照

光不但是绿色植物进行光合作用的能源，而且是叶绿素形成的必要条件，同时直接影响地温、气温，因此，光照是桑树生存的必需条件。桑树属阳性树种，需要有充足的光照，才



能良好生长。桑树受到的光照强度随地区、地势、季节和栽植密度等条件不同而有差异。光照充足,叶色浓绿,叶肉厚,枝叶生长量大,桑叶产量高,叶质好。若光照不足,则叶色发黄,叶肉薄,枝叶生长量小,桑叶的产量低,叶质差。在桑树栽培中,要通过合理的栽植密度、方式、养形、采伐和修剪等措施调节桑树的群体结构,使枝叶排列与分布合理,最大限度地利用光能,获得桑叶优质高产。

研究表明,波长 600~700 纳米的红光和波长在 300~400 纳米的近紫外光对桑树生长有促进作用。

1.2.3 水分

水分在桑树的生命活动中起着极其重要的作用。桑树的养分摄取和运输、光合作用的进行、有机物的转化、细胞膨压的维持以及树体温度的调节等都离不开水。桑树各部分含水量一般是:根 54%~60%、枝条 58%~61%、叶片 70%~80%、冬芽 43%,通常全株含水量约 60%。当桑树枝叶的蒸腾量超过根系的吸收量时,会造成树体内水分的亏损,幼嫩的梢叶会出现萎蔫现象。萎蔫可分为暂时萎蔫和永久性萎蔫两种。一般暂时萎蔫对桑树生长影响较小,若土壤缺水时间过长,易出现永久性萎蔫并导致桑树死亡。桑树遇到供水不足时,体内的水分会重新调节分配。一般枝条中部成熟叶的光合产物积累较下部叶多,细胞液浓度较高,吸水力较强,能从老叶中夺取水分,引起中下部老叶发黄脱落。同时,体内水分运输有向顶端生长点集中的趋势。当植株幼嫩的生长点供水不足时,新梢生长缓慢,进而停止生长。严重时,发生“封顶”和落叶现象。适宜桑树生长的土壤含水量为土壤最大持水量的 70%~80%。土壤水分过多,对桑树生长也不利。桑叶含水率过高,成熟度降低,叶质差,不利于养蚕。如果桑园长期积水,土壤空气严重缺乏,根系会进行无氧呼吸,其吸收机能几乎完全丧失,使桑树停止生长,叶片萎蔫脱落,严重时,也会引起桑树死亡,因此,根据桑树对水分的需求规律,在多雨季节和地区应及时排水,在少雨季节和地区要做好灌溉及保墒工作。特别是在干旱缺水的丘陵山地桑园,要中耕除草,多施有机肥,并用秸秆等覆盖地面,以减少水分蒸发,防止水土流失。

水是生命之源,它既是桑树树体组成成分,又是桑树生命活动的调节物质。

1.2.4 空气

空气是桑树生命活动不可缺少的物质。空气中的游离氮含量达 79%,通过桑园间作豆科绿肥,由根瘤菌固定后变成能被根系吸收利用的铵态氮。空气中的氧与呼吸作用有关,其含量约为 21%,桑树地上部分空气充足,能满足枝叶呼吸作用的需要;地下部分常因土壤结构不良或土壤水分过多,易引起通气不畅而缺氧,根系被迫进行无氧呼吸,对桑树生长十分不利。生产实践中应重视土壤耕耘和有机肥料的施用,改良土壤结构,使其疏松,通透性好,以利根系有氧呼吸的进行。空气中的二氧化碳是光合作用的原料之一。大气中的二氧化碳含量很低,约为容积的 0.03%,植物光合作用的二氧化碳最适浓度为 0.1%,远远超过空气中的正常含量。空气中的尘埃、煤烟、水蒸气、雾和有毒气体等对桑树生长及桑叶的使用均有不良影响,生产上应加以注意。

总之,空气中的二氧化碳、氧等直接影响桑树的光合作用,而空气的流动间接影响桑树



的生长。

1.2.5 土壤

土壤是桑树扎根和生存的必要基础。桑树要从土壤中吸收所必须的水分和营养物质,同时,桑树赖以生存的水、肥、热、气及微生物等因素,还必须通过土壤综合协调发挥作用。土壤肥力、质地及酸碱度等理化性质,不仅影响桑树的生长、桑叶的产量和质量,还影响蚕业生产。桑树属深根性植物,选择土层深厚、土壤肥沃的土地栽桑,有利于扩大根的分布、增加根的吸收面积。若在地、丘陵土质较差的地方栽桑,必须对土壤进行改良,变坡地为梯地,变薄土为厚土,才有利于桑树的生长。适宜桑树生长的土壤 pH 值在 4.5~9 的范围内,以中性土为好,土壤地下水位低于 1.5 米为宜。

桑树各种物质合成、生命活动的维持与调节,都必须从外界环境中吸取大量的养分。这些物质中,除碳、氢、氧三元素可以从空气或雨水中摄取外,其他如氮、磷、钾、钙、镁和硫等大量元素,以及铁、硼、锌、锰、铜和钼等微量元素,主要从土壤中获取。其中氮、磷、钾三元素是桑树维持代谢活动的主要成分,用量很大,被称为作物生长的“三要素”,是土壤中最缺乏的无机养分,一般要人为施入,以补充土壤的不足。如果某一元素过多或缺乏时,桑树生理机能就失去平衡,出现一些不良症状。生产中要根据土壤养分情况合理施用各种营养元素,促使桑树正常生长发育。

1.3 桑树的生长周期

桑树是多年生植物,在自然状态下,从种子萌发长成幼苗到衰老枯死,寿命长达几十年至数百年,有些实生桑树年龄可长达千年以上。人工栽培的桑树由于采伐等原因,寿命较短,一般只有数年至数十年。同时,桑树又是落叶性植物,每年受季节气候的影响,有规律地进行着生长与休眠。

1.3.1 桑树的年生长周期

桑树在一年中随四季气候的变化而有节律地进行发芽、抽条、长叶、开花、结果及落叶、休眠等活动,这种周期性活动称为年生长周期。一般分为生长期和休眠期。

一、生长期

从春季发芽到秋末落叶称为生长期。根据桑树在生长期各阶段的不同特点,生长期又分为发芽期、旺盛生长期和缓慢生长期。

1.发芽期 从桑芽萌发至开放第一片叶称为发芽期。当春季气温回升到 12℃ 以后,冬芽就开始萌发。通常把桑芽的开放过程分为三个时期。



1. 脱苞期 2. 鹊口期 3. 开叶期

图 1.5 桑芽开放图

(1) 脱苞期 初春树液流动后,冬芽逐渐膨大,芽鳞转青裂开,露出幼叶叶尖时称为脱苞期。从冬芽膨大到脱苞约经7~11天。

(2) 鹊口期 桑芽脱苞后,幼叶依次生长,当2~3片幼叶的大部分叶片露出、叶尖分开呈鹊口状时称鹊口期。从脱苞期到鹊口期需3~7天。

(3) 开叶期 幼叶继续生长,叶柄向外伸出成为独立的一片叶子时称为开叶期(开一叶)。从鹊口期到开叶期约经2~4天(图1.5)。

桑树发芽早迟及经过时间长短,与地区、品种及当年气温回升快慢有关。一般南方比北方早,同一地区,平原比丘陵山地早,阳坡比阴坡早。早生桑品种比中晚生桑品种早。同一枝条中下部发芽迟,上部发芽早,在同等条件下,如春季多晴天,气温回升快,桑芽脱苞开叶经过时间短。反之,如阴雨连绵,气温回升慢,桑芽脱苞开叶经过时间长。同时,桑树发芽迟早、发芽率高低关系到养蚕生产的布局。发芽早,生长快,不仅能提前饲养春蚕,也可提早饲养夏秋蚕,还可避免晚秋阴雨低温等不良气候的影响,对桑树生长和养蚕都有利,因此,桑芽萌发早晚可作为春蚕出库催青的依据。桑树发芽率高,产叶量相应增多。发芽率高除与品种有关外,还取决于上年肥培管理水平和夏秋季采叶程度。桑树肥培水平高,采伐合理,冬芽成熟饱满,发芽率就高,而且生长芽比例也大。相反肥水不足,采伐过度,树体内贮藏养分少,发芽率低,止心芽多。

2. 旺盛生长期 桑树开叶后,当气温达20℃以上时,新梢生长逐渐加快,长出的枝叶多,绿色面积迅速扩大,随即进入旺盛生长期。此时,地温、气温继续上升,桑树根系活跃,吸收机能旺盛,为地上部分生长提供大量的水分和营养物质,促进枝叶迅速生长,呈现枝叶繁茂的长势。

旺盛生长期枝条与叶片生长很快,但叶成熟迟早与新梢生长状况有关。生长芽因抽条生长不止,占据的养分多,因而新梢上端叶的叶形大,成熟迟;中下部止心芽的叶停止生长早,叶形较小,养分用于充实叶片,因而成熟早,一般作为3~4龄蚕用叶。

桑树旺盛生长的中后期,叶片逐渐成熟,桑叶面积最大,是桑树经济产量最高的时期。从开叶到成熟,春季约25天左右,夏季约17天左右。夏秋季的叶成熟后,再经20天左右,叶片渐趋老化。养蚕采叶时,在采摘适熟叶的基础上,应先采枝条下部已成熟的叶,这样既可改变田间小气候,又有利于上部叶的生长,对增加产量和提高桑叶利用率都十分有利。

旺盛生长期的长短除受气候影响外,还与剪伐形式有关。春伐植株旺盛生长期持续至初秋;夏伐植株旺盛生长期要中断15~20天,但秋季持续时间较长。

3. 缓慢生长期 入秋以后,气温逐渐下降到20℃以下,桑树进入缓慢生长期。此时白天气温高,光合作用正常进行,光合产物多;而夜间气温降低,呼吸作用弱,消耗的养分少。这是桑树贮藏有机物质的重要时期。生产上常根据这一时期的特点,留一些叶片不采,保持一定的光合叶面积,制造尽可能多的有机物质,充实树体,这样枝条木质化程度高,不仅能安全越冬,而且来年发芽率高,生长芽的比例大。缓慢生长期的桑叶由成熟逐渐转为老化,叶绿素逐渐分解,类胡萝卜素开始出现,叶片变黄,逐渐失去营养价值。随着气温的下降,树体细胞液含水量减少,叶柄基部形成离层,叶片逐渐脱落,进入休眠。

二、休眠期

当气温逐渐下降到12℃以下,桑树除了根部以外,地上部分停止生长,进入休眠。桑树落叶休眠是对环境的一种适应,是在自然选择中与季节变化保持一致的巧妙生存方式。桑树进入休眠后,在低温影响下,树体内的淀粉转化为糖类,从而提高了细胞液浓度和原生质黏



性，因而增强了桑树的抗寒能力。桑树在休眠期，蒸腾与呼吸等生理活动微弱，对外界反应不敏感。这时是进行深耕、施肥、移栽和整枝修剪等活动的适宜时期。

1.3.2 桑树的生命生长周期

一、幼苗期

嫁接苗或实生苗在出圃前的阶段称为幼苗期。幼苗对不良环境的抵抗力较弱，因此，在管理上，应注意掌握好土壤温度和水分情况，加强施肥、中耕、除草和治虫等管理工作。促使幼苗苗干粗壮、根系发达，无病虫害，为桑树栽植、树形养成打下良好的基础。幼苗期一般为6~8个月。

二、幼龄期

从桑苗定植至树形养成这一段时期属幼龄期。此时桑树树体离心生长旺盛，根系和地上部分迅速扩展，新梢生长量大，开始形成树形骨架，因此，在管理上要加强肥水供应，促进营养生长，以便尽快形成树冠和枝干，为早日丰产打下基础。幼龄期的长短因树干高低而不同，一般高干树形需5~6年，中干树形需3~4年，低干树形需2~3年。以株代条的高度密植桑园，定植当年即可成林收获。

三、盛产期

树形养成后，进入投产收获桑叶的盛产期。这时桑树生长旺盛，树冠继续扩大，枝繁叶茂，桑叶质量好、产量高。盛产期长短取决于树形的高低及肥培管理水平。树形高大，栽植密度稀，株间竞争小，单株扩展面积大，盛产年限长。反之，低干树形，栽植密度大，根系分布浅，株间竞争激烈，单株扩展面积小，盛产年限短。另外，在肥培管理好，树势稳定，树体健壮的情况下，盛产年限可维持较长的时期。盛产年限一般高干桑20年以上，中干桑10~20年，低干桑5~10年。生产上往往通过加强桑园的肥培管理、合理剪伐，以延长盛产期的年限。

四、衰老期

盛产期之后即进入衰老期。衰老期的桑树生理机能逐渐衰退，新陈代谢减弱，树势衰败，部分枝干及侧枝枯死。树冠体积缩小，花果增多，枝叶量减少，叶形小，产叶量递减。这一时期的中心任务是在加强桑园肥培管理的基础上，以各种措施复壮更新支干、枝条，使之尽快形成新的树冠，恢复树势，保持一定的产叶量，等待更新换代。

第2章 桑树繁育

【本章要点】

本章重点介绍桑树繁育的方法：有性繁殖和无性繁殖的主要步骤和技术。

技师、高级工掌握本章的全部内容；中级工掌握桑树有性繁殖和嫁接的全部内容；初级工掌握桑树有性繁殖和简易芽接、冬季芽接的全部内容。

2.1 有性繁殖

桑树经过雌雄个体开花、受精、结果形成种子，用桑种子播种培育桑苗的方法称为有性繁殖，也叫种子繁殖。用种子培育成的苗木称为实生苗，由实生苗长成的桑树叫实生桑，有些地区将实生苗称为野桑或草桑、荆桑。

桑树是风媒花植物，很容易自然杂交。用种子繁育出的实生苗生命力较强，根系发达，耐旱耐瘠，木质坚韧，对环境条件的适应能力强。但实生桑性状复杂，常表现叶形小、叶肉薄、花穗多、侧枝多、产量低等特性。实生苗在生产上一般作为嫁接用的砧木，也有部分地方直接用以定植成桑园作条桑育。

2.1.1 采种

一、采种适期 当桑椹呈紫黑色时，表明桑子内果皮已坚实，种胚成熟，是采种的最佳时期。四川地区在4月下旬至5月上旬采收。广东省的桑椹一年两熟，可分别于3月中下旬和9月中下旬采收。

二、淘洗桑子 先将桑椹捣烂，使果肉与种子分离，然后一边揉搓，一边冲水、过筛、漂洗，逐步漂去浮在水面的杂物，得到沉在水底的黄褐色种子。淘洗出的种子要薄摊在通风阴凉的地方，经常翻动，使其迅速干燥。通常每50公斤实生桑的桑椹可得干燥种子1.5~2.0公斤左右。实生桑椹的出子率较高，良桑桑椹出子率较低。

2.1.2 种子贮藏

桑子属短命种子，没有明显休眠期，对环境条件的反应较为灵敏，新鲜种子发芽率高达95%以上，但在自然环境下存放时间过长，发芽率降低。桑子不立即播种时，必须进行合理贮藏，用以保证发芽率。

目前生产上常用的桑子贮藏方法有干燥贮藏法和冷库贮藏法。

一、干燥贮藏法 在贮藏器中放置干燥材料并置于低温环境下，抑制桑子的呼吸作用，保持其生命力，这种方法称为干燥贮藏法。

贮藏时，在腹大口小的清洁坛底部放生石灰或其他干燥材料，其上放几层草纸或竹片作