

桑叶的发育和高产

蒋猷龙 编 著

农 业 出 版 社

桑叶的发育和高产

蒋猷龙 编著

农业出版社出版（北京朝内大街130号）

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 2.75 印张 63 千字

1980 年 5 月第 1 版 1980 年 5 月北京第 1 次印刷

印数 1—9,500 册

统一书号 16144·2018 定价 0.30 元

前 言

通过考古发现，地球上出现桑属植物，已在 200 万年以上。桑作为自然资源被人们利用，也已有 5000 年左右的历史，但它从野生进至被人们有意识地栽培和选育才约 3000 年，显著地使其野生型向栽培型进化，还只是近几百年的事。

以距今 3600 多年的殷商时代来说，蚕业生产虽已达到一定的水平，但桑树还不是人工栽培的，直至迄今 3000 年左右的周朝，方见有人工栽桑的记载，产量还不了解。待至五世纪的北魏时，封建统治阶级分给每户桑田 20 亩，限令种桑 50 株，每年规定上缴绢 2 匹、丝绵 2 斤、丝 1 斤以及额外绢 1 匹，大致加工约需原料茧 70 斤，那么亩产茧只要 4 斤、亩产桑叶仅需 100 斤就足够了，说明那时的土地生产力处在极低的水平，人少地多，采用广种薄收的生产方式。这样的种植方式后来便演变成粮桑间作的形式，在我国北方一直流传到迄今 50 多年前。而在南方，则由于地少人多，很早就注意到经济利用土地的问题。十七世纪中叶的明末清初时，浙江吴兴地区劳动人民培育好的桑园亩产桑叶千斤以上，高产的达 2000—2600 斤。广东有全年亩产桑叶 3000 斤的，至少 100 年的历史。尽管这样，对一亩土地上太阳能的利用仅仅千分之四、五。

桑叶产量按土地面积计算，从而计算每亩土地的产茧量，是蚕桑生产发展的一大转折点，它标志着与所有的农业生产项目一样并驾齐驱，走向新的行列，因为它开始摆脱了

人类开化初期那种按需要种子量来计算作物产量的落后经营方式，注意到提高土地生产力的问题。现代高产科学则非但注意发挥地力，同时重视植株的地面结构，更悉心瞩目于光能的充分利用，给高产更高产指出了无限的远景。

浙江的桑园亩产茧量，先进的县已超 100 斤，有的公社超 250 斤，先进的大队达 350 斤，最高的生产队超过了 400 斤，广东的高产生产队，亩产茧 550 斤以上。差距就是矛盾，后进赶先进，先进更先进，前途宽广。试看祖国到处锦绣河山，平原地区更是鱼米之乡、丝绢之府，惜土如金，见缝插针，深入研究桑园高产之道，确实大有可为。

初稿经陆辉俭老师审阅并由顾宝琳、夏明炯、叶元柏、黄锦心等同志对个别章节内容作了校正，仅致谢意。

目 录

第一部分 桑叶的发育	1
一、桑叶的一生	1
(一) 桑叶从萌芽到黄落	1
(二) 桑叶的外部形态和内部构造	6
二、光与桑叶的发育	14
(一) 光合作用	14
(二) 光合产物的运转	19
(三) 呼吸作用	23
三、桑叶的化学组成	25
(一) 一般化学组成	25
(二) 化学组成随叶龄的变化	27
(三) 化学组成随环境的变化	29
(四) 化学组成随品种的变化	29
(五) 化学组成对蚕的营养价值	30
四、无机养分与桑叶的发育	33
(一) 桑叶对各种营养元素的利用	34
(二) 营养元素不足对桑叶发育的影响	37
(三) 土壤、桑、蚕之间微量元素的连锁	39
(四) 根外追肥对叶内营养元素的调整	40
五、水分与桑叶的发育	40
(一) 水分在树体内的作用	40
(二) 叶内水分的收支	42
(三) 旱涝对桑叶的为害	46

六、温度与桑叶的发育	48
(一) 叶温随环境的变化	49
(二) 变温与桑叶的发育	51
(三) 低温对桑叶发育的影响	51
(四) 高温对桑叶发育的影响	52
七、病原的感染与桑叶的发育	53
(一) 叶片的抗病机制	53
(二) 叶质与病害的发生	55
八、“三废”对桑叶的污染	56
(一) 废气	56
(二) 废水	60
九、农药在桑叶内的残留和分解	62
(一) 桑叶对农药的吸收	63
(二) 桑叶对吸入农药的降解和分解	64
(三) 农药对桑叶的损害	65
(四) 对农药残留桑叶的解毒	66
第二部分 桑叶的高产	67
一、高产桑园的现状	67
(一) 群体结构	67
(二) 肥、水供应	68
二、亩产8000斤桑叶的设计和管理	69
(一) 群体结构的形成	70
(二) 创造光合作用有利条件	74
三、叶丝转化全过程的革新	80
四、桑园产量的高限问题	82
(一) 通过栽培技术	82
(二) 通过品种选育	84

第一部分 桑叶的发育

一、桑叶的一生

(一) 桑叶从萌芽到黄落 在秋冬季节，桑树仿佛暂时在安息着，这时，桑树已停止活动了吗？不，除光合作用外，其他生理代谢作用还缓慢地进行着，特别是根据环境的变化把贮藏的营养物质转化以抗御寒冷和作好明春吸收物质的准备。

待到春天，桑树积极活动起来了，枝条上一个个桑芽茁壮地迸发出郁郁葱葱的枝叶，逗着布谷鸟早晚不停地叫着“家家看火”^{*}，忙得养蚕姑娘废寝忘食地采叶喂蚕，孩童穿梭地在桑园里取食甜葚。现在讲讲桑地怎样从光秃秃的枝条一下子变成了绿色的海洋，这里就从一个桑芽谈起吧。

1. 桑芽和桑芽的萌发：一个个的桑芽，早在夏伐后长出的新梢上，与叶生长的同时在叶柄的基部形成了，这叫腋芽。但它那时处在被抑制的状态，一般不会萌动生长。当秋季落叶以后，它就处在叶痕的上方，这时叫冬芽。桑芽呈卵圆形，顶点尖尖的，外包4—6片重叠的鳞片，抗御风霜雨雪的损害。如果层层剥开鳞片，可以见到内部有7—8片已成叶形的小片紧紧地抱合着。

^{*} 杭嘉湖地区农村传说，蚕期开始后，家家加温养蚕和上蔕，如不小心，会引起火灾，布谷鸟提醒大家“家家看火”，不要疏忽，直到嘴里吐血。

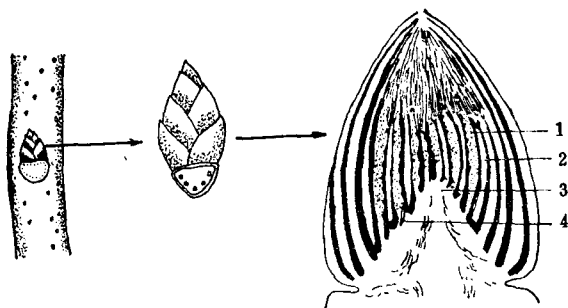


图1 冬芽的着生和解剖

1.叶 2.托叶 3.生长点 4.腋芽原

桑芽的着生，有的紧贴枝条，有的尖端离开，有的芽旁还有个小小的芽叫做副芽，备作主芽损伤后发出枝叶之用。

桑树在生长发育过程中所合成的营养物质，一部分因生活活动而消耗，一部分用作增长叶、枝、干、根，其余的贮藏在根、枝的皮层和芽中，留作来春的能源。

清明时节雨纷纷，大地春回。待到气温 12°C 以上或地温 10°C 以上持续几天以后，芽内的生长素（成分为吲哚-3-乙酸）促进细胞分裂，休眠打破，这时贮藏在芽中和枝条中的淀粉由于淀粉酶和过氧化氢酶的作用下，分解为可溶性糖类——蔗糖，氨基酸也开始代谢放出能量以供生理活动的消耗，根部吸收水分的机能逐渐加强，芽开始膨大、展开、露出叶尖，外包的鳞片脱落，以至长出新梢和渐渐露出一片片的幼叶。大致在新梢长至10厘米以前，所需的养料全靠贮藏着的淀粉，这时梢叶的生长速度也完全决定于贮藏养分量的多少，直到新梢生长到10厘米以后，方依靠光合作用制造的物质而继续生长，此时，正是“雨过一村桑柘烟，林梢日暮

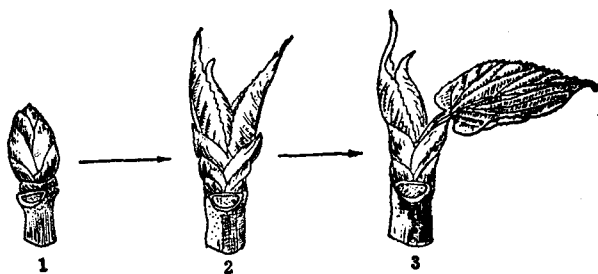


图2 冬芽开放过程

1. 脱苞 2. 鹤口 3. 开叶

鸟声研”的情景。

枝条上的冬芽，萌发后有的长成粗壮的新梢，又叫青蕨；有的只生出3—5片叶就停止生长，这叫做“三眼叶”或“五眼叶”；有的冬芽甚至不能萌发或萌发后立即枯萎脱落。常见一些新栽的桑苗没有成活，但它当萌发几个芽或长出几片叶以后才死去。所有这些情况的发生，首先决定于桑苗上年的肥培管理水平和叶片被采摘的程度，即决定树体内养分贮藏量的多少，并且和当年的气温、雨水条件以及枝条的姿态有关。

在枝条自然生长的情况下，最上方的芽叫做“假顶芽”，剪梢后，不论留枝的长短，都由上方的第一个芽代替了顶芽，它较侧生的所有芽具有更大的生长势。同样一个芽能长出更长的新梢和更多的绿叶，叫做“顶端优势”，这种顶端优势是由生长素较多地向上方输送所造成的。如果把直立的枝条横攀平伏，使枝条的冬芽都处于接近水平的姿态，可促使大多数着生在枝条上部的芽长出新梢或绿叶，而着生在枝条

下部的芽则不萌发，如把同一根枝条向相反的方向横攀，那么，情况就相反。又如夏秋叶采摘过多，造成冬芽秋发，从这个芽长成了侧枝，侧枝上又长出不少冬芽。由此可见，冬芽萌发成青蕨，三、五眼叶或瞎眼（不萌发），不是生来就注定了的，许多技术措施都可促使发芽率和枝条产叶量的提高，一般肥培条件下的桑树，每个冬芽可生长叶片 50 克左右。

2. 桑叶的成长：桑叶的成长从芽内的叶原基开始，在发育过程中形成叶柄、托叶和叶片。叶片开展时，先是叶柄伸长，叶底与新梢相离。雏形的叶片在成长时，叶片的各部分平衡地分化。如果在幼叶的表面划成等分的小方格，待叶成长后，这些小方格按比例增长而为等分的大方格。叶的生长是有限的，在短期内达到一定的大小和厚薄时，生长即行停止，呈现该品种固有的形态。

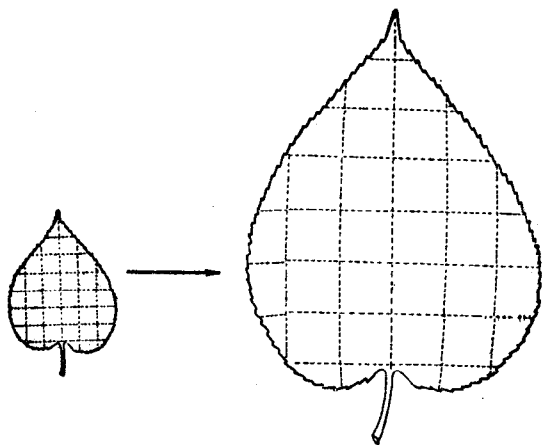


图3 桑叶的成长

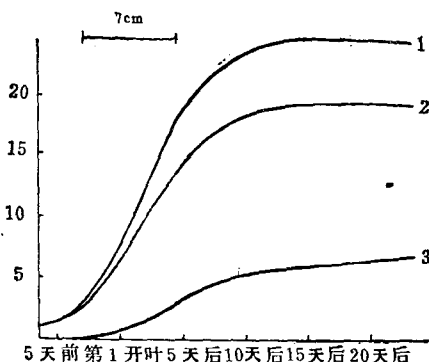


图4 鲁桑夏季叶片的成长

1.叶身 2.叶幅 3.叶柄

桑叶在生长发育过程中，外形和内容上都将起着显著的变化，从量变到质变，通常把它们区分为三个阶段。

(1) 生长期 叶身和叶的外表形态都表现出急速的增长，手触柔软，叶面多皱缩，叶色嫩绿，水分含量较多，初期，可溶碳水化合物少，干物中蛋白质量较多。在桑树夏伐后大致每2—2.6天生出一叶。

(2) 成熟期 叶身和叶的外表形态的生长将近完结，叶色绿，强韧性增加，叶面挺直，水分含量减少，蛋白质量相应地减少，碳水化合物量增加。一叶成熟约需15天。

(3) 老硬期 叶形与成熟期相同，强韧性逐渐降低。蛋白质含量显著减少，从碳水化合物转化为纤维素、灰分量逐渐增加，因此手触粗硬。随着硬化程度的增加，叶肉细胞中的物质分解，叶变黄，叶柄基部的薄壁细胞分裂，形成好几层薄壁细胞，随后这几层细胞的细胞壁的中层粘液化渐次消失，细胞彼此分离形成离层，离层的支持力弱。由于叶的

重力，经不起风吹雨打，叶就从离层处脱落。叶子脱落后在枝上所留的痕迹叫做“叶痕”，由细胞分泌阻碍生长素的作用并促进产生离层的物质为脱落酸。

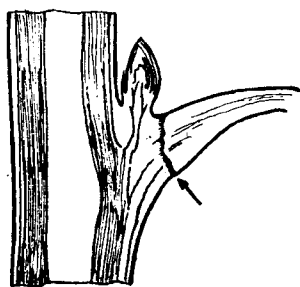


图5 离层的形成

叶的生长发育随着时间而前进，通常用天数来计算叶开展后所经过的时间，叫做“叶龄”，因此在正常情况下，对某一桑品种大致可以从叶龄来推测叶的发育阶段。例如，早生桑品种在春期从开叶后经30天即达到叶形生长的极限，此后叶质便将硬化。

叶的厚度在100—200微米之间，由于桑品种和生长季节以及环境条件而不同。如桐乡青的春叶为184微米，秋叶为177微米；而荷叶桑则为157和189微米。对100平方厘米的叶重，桐乡青为1.81—1.82克，荷叶桑1.66—1.85克，叶肉薄的实生桑，数值远远小于以上的水平。叶的大小、厚薄在一定程度上反映出对蚕营养价值的高低。

(二) 桑叶的外部形态和内部构造 叶是桑树的同化器官，通过光合作用把空气中的二氧化碳和叶片内的水分，制成有机物质，有机物质占植株干重的95%以上。桑树又通过

叶片进行蒸腾作用，把水分散发到大气中去，调节树体内的水分和体温。叶的外部形态和内部构造，非但与桑树的一生有关，并且在长期自然驯化和人工培育选择过程中形成了特性，所以，它也是对地区环境适应性的一项标志。

1. 叶的组成和叶片的外部形态：在发育过程中，每个芽产生的叶，由托叶、叶柄和叶片三部分组成。

托叶位于叶柄和枝条相连的部分，细小而且早落，但当桑芽萌发的早期，被覆在左右两侧，保护着幼叶的发育，这是在系统发育中托叶的主要功能，同时，当幼叶受损脱落时，托叶也能进行光合作用制造营养物质。在幼叶发育正常、叶片生长到极限之前5—6天，它的任务宣告完成，托叶开始脱落一片，再隔1天又脱落另一片，一生到此结束。不同品种在夏秋从开叶至第11—14天，托叶枯黄脱落。由于



图6 托叶的着生

托叶和叶片之间有着如此密切的关系，就可以根据托叶的颜色变化来鉴定叶片的发育程度。随着发育的进展，托叶的叶尖先由嫩绿色转为褐色，渐次全部变为褐色而脱落，这也标志着所在位置的叶片含水率逐步降低，叶的发育由成熟渐次进入老硬的阶段。

叶柄位于叶片的基本部并和枝条相连，它的作用是使叶片固定着生在枝条，确保叶片接受阳光辐射的空间位置，保证输导水分和矿物质到叶片中去、并把叶片中形成的光合成产物转移到其他部分。叶柄的长短在一根枝条上的不同叶位有所不同，通常枝条基部的叶柄较长，上部叶柄较短。同一桑品种的叶序， $3/8$ 型的比 $2/5$ 型的单位条长产叶量增加。作者和孟智启观察 $3/8$ 型叶序的排列，绘图如下：

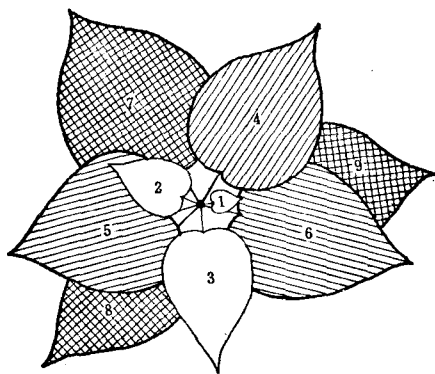


图7 $3/8$ 型叶序图

叶片是叶的主要部分。

叶片的形态是各异的。整张叶片由表皮被盖着，在背面

可以清楚地看到形成叶片骨架的叶脉网以及位于叶脉之间的叶肉。

叶脉网由中脉、侧脉和细脉三级组成，中脉里有维管

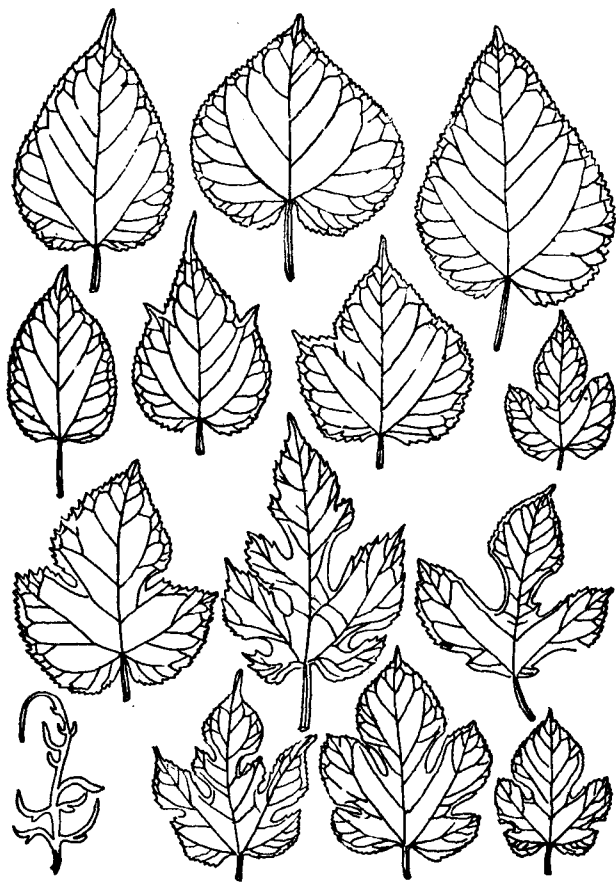


图8 不同桑品种叶形比较

束，侧脉里有维管束鞘延展部分，细脉里就没有这样的结构了，细脉与细脉（脉隙）之间的距离为89微米左右，侧脉维管束鞘延展部分的间隙约378微米。维管束鞘及其延伸部分具有输导作用，它们到达细胞紧密排列的表皮，有助于支持叶片的平伸，使表面朝向日光。叶脉的维管束经过叶柄与枝条中的维管束相通连，水和溶解在水中的矿物质盐类通过木质部的导管进入叶内，光合产物通过韧皮部的筛管从叶子输出。一般叶肉细胞厚、排列紧密、细胞间隙少的，对光的吸收和二氧化碳的固定都有利。

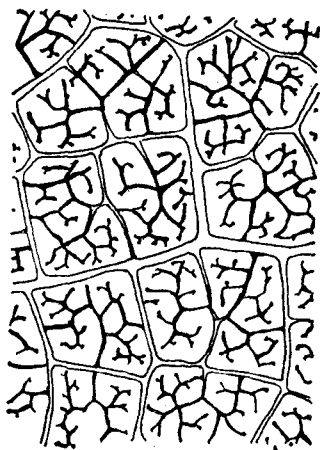


图9 桑叶的脉序

注：双线表示的叶脉有维管束鞘延展部分；涂黑部分无此结构

2. 叶片的内部构造：把叶片横断切成薄片在显微镜下观察，就可以看到上下有截然分清的不同部分，它们各担负着不同的功能。

(1) 上表皮 细胞断面呈长方形，彼此紧贴在一起，没有细胞间隙。向外的一面由原生质分泌角质渗入到细胞壁中，在上面形成一层脂肪性的角质层，形成不能透水的保护

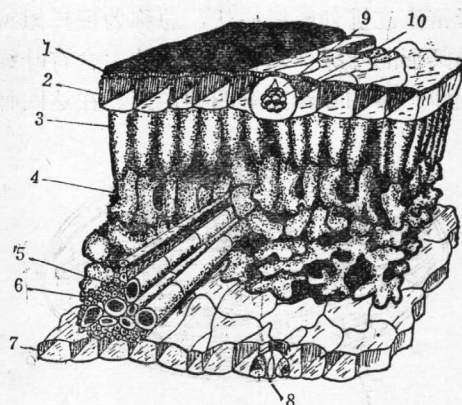


图10 叶片纵切面示意图

- 1.角质层 2.上表皮 3.栅栏组织 4.海绵组织 5.导管 6.筛管
7.下表皮 8.气孔 9.巨大细胞 10.钟乳体

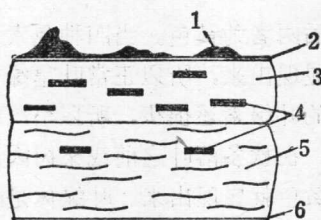


图11 上表皮细胞壁示意图

- 1.外层蜡质 2.角质层 3.果胶 4.蜡片 5.果胶与纤维 6.浆膜