

全国中等农业学校试用教材

栽桑学实验实习指导

浙江省嘉兴地区农业学校编

蚕桑专业用



湖州图书馆
000 115

前 言

栽桑学实验实习是学习《栽桑学》的重要手段，它对于进一步加深理解和掌握桑树栽培的基础知识、基本理论和基本操作技能具有十分重要的意义。

本书共有十次实验、一次教学实习和三次生产实习。主要内容包括桑树各器官的形态、解剖，当地优良桑品种性状的调查、桑树有性杂交、桑苗繁殖、桑树的栽植和树型养成、桑园肥培管理以及桑叶产量的预测等。

由于我国幅员辽阔，自然条件差异较大，教师在指导学生实验实习时，可根据当地具体情况，进行适当的调整和增删，必要时还可编印补充材料。

栽桑学实习是一项科学性强的工作，务求在实习时有严肃、认真、求实、细致的态度，为此特提出以下要求：

1. 每次实习前，首先预习该实习内容，以了解实习的目的要求、材料用具和内容方法等，做到心中有数，以利实习不紊乱，循序进行，同时又有利于思考分析问题。

2. 实习应严格按照操作规则进行，同时认真完成每次实习所规定的书面作业或实习报告。

3. 严格遵守实验室、实习场或校外社队的规章制度，加强组织纪律，爱护公共财物，讲究文明美德。

本书在编写过程中，得到各兄弟院校及有关同志的大力支持和帮助，谨此表示谢意。

目 录

实验一	观察桑根的形态及其构造·····	1
实验二	观察桑树枝条及其桑芽的形态和构造·····	3
实验三	观察桑叶的形态及其构造·····	6
实验四	观察桑花和花粉粒的萌发试验·····	8
实验五	观察桑种子的形态和构造及其品质鉴定·····	10
实验六	桑树品种性状观察调查·····	12
实验七	桑树有性杂交·····	16
实验八	不同叶位的桑叶光合强度测定·····	18
实验九	桑树树型的养成·····	20
实验十	桑叶产量的预测·····	21
教学实习	桑子的淘洗及其播种·····	24
生产实习一	桑苗嫁接·····	25
生产实习二	桑树的栽植·····	28
生产实习三	桑园的肥培管理·····	29

实验一 观察桑根的形态及其构造

(2 学 时)

一、目的要求 认识桑树根系的组成及外部形态，镜检桑根的根尖分区和桑根内部的次生结构，从而加深对组成桑根的各个组织的形态、构造及其生理机能等的理解。

二、材料和用具 桑树实生苗根系、根尖纵切制片，桑根次生结构横切制片。

低倍显微镜、载玻片、蒸馏水、镊子。

三、内容和方法

(一) 观察实生苗根系，认识以下各部位

1. 主根 从胚根发育而来，垂直向下生长的壮根。

2. 侧根 从主根上侧生的根为一级侧根，从一级侧根侧生的根为二级侧根，依此类推。

3. 支根 从侧根上侧生出直径在 1 毫米以下的根为支根。

4. 初生根 支根的根尖和支根上长出的嫩白细小根。

由以上这些根组成根系。

5. 根颈 根与茎的交界处，着生子叶的部位，称真根颈，但嫁接苗因嫁接时真根颈被剪断。压条、扦插苗仅用枝条繁殖所以没有真根颈，只有假根颈。

6. 皮孔 桑根表面散生着许多横纹隆起，内有紫色细胞，同时观察皮色为鲜黄色，又以根龄长者色深，短者色浅。

(二) 根尖观察 取桑根根尖纵切制片在低倍镜下观察，从根尖先端开始，依次观察下列各部：

1. 根冠 在根的最先端，色透明，呈帽状，由生长点细胞分生而来，具有保护作用。

2. 生长点 位于根冠的上方，细胞近正方形，排列紧密，壁薄、质浓、核大，为顶端分生组织，分裂机能旺盛。

3. 伸长区 在生长点上方，细胞伸长成圆柱形。细胞内出现液泡，细胞核相对减小，位于细胞的一侧。

4. 根毛区 在伸长区上方，多数细胞停止生长而分化为表皮、皮层、中柱鞘、初生韧皮部、初生木质部等各种组织。表皮细胞外壁突出，伸长形成根毛。表皮和根毛能吸收土壤中的水分和无机盐，为吸收组织。

(三) 桑根的次生结构 切取桑根横切薄片，置于载玻片上或取桑根横切制片，在低倍镜下，自外向内顺次观察以下各部位：

1. 周皮 位于根的最外面，由数层细胞所组成，包括木栓层、木栓形成层和栓内层，具有保护作用，由初生结构中的中柱鞘细胞恢复分生能力产生。

2. 韧皮部 周皮以内形成层以外的部分，细胞大小不一，排列不规则，其中成堆分布而呈多角形的薄壁细胞为韧皮纤维，在其周围的薄壁细胞中，主要是筛管、伴胞、韧皮薄壁细胞和乳管等。此外，还有韧皮射线。

3. 形成层 位于韧皮部和木质部之间，呈圆环状，由数层细胞组成，细胞小而壁薄，横切面是长方形，是侧生分生组织，向外分裂形成韧皮部，向内分裂形成木质部，促使根围不断增粗。

4. 木质部 位于形成层之内,其中有多边形或圆形的空腔,即为导管,导管之间有成堆的厚壁细胞,为木纤维,此外还有木薄壁细胞和联结韧皮射线的木射线等。

四、作业

1. 画出桑树实生苗根, 注明各部名称。
2. 画出桑根根尖分区图, 注明各区名称。
3. 画出桑根次生结构图, 说明各组织名称。

实验二 观察桑树枝条及其桑芽 的形态和构造

(2 学 时)

一、目的要求 认识桑树枝条及其桑芽的外部形态, 镜检桑树枝条的初生结构和次生结构, 以及桑芽的组成, 进而加深对组成桑树枝条的各部分的组织形态、构造及其生理机能的理解, 了解桑芽是枝、叶、花的原始体的依据。

二、材料和用具 带有新梢的桑树一年生枝条, 桑条初生与次生结构横切制片。

低倍显微镜, 镊子, 载玻片, 刀片, 蒸馏水, 二重皿, 体视解剖镜, 番红等。

三、内容和方法

(一) 观察桑树枝条的外部形态, 认识以下各部分

1. 节 着生桑叶的部位。

2. 节间 节与节之间的部分，有长短、曲直之分。

3. 叶痕 叶柄脱落后遗留在枝条上的疤痕，分心脏形、椭圆形等。

4. 叶迹 叶痕表面排列成马蹄形的粒点是维管束的痕迹。

5. 芽褥 叶痕下方和两侧的膨大部分，因品种不同而有大小差异。

6. 皮色 嫩枝为绿色，因皮层内含叶绿素，能进行光合作用，随着枝条的生长，皮层下形成木栓层后，内含色素，构成一年生枝条的固有皮色，因品种而不同，一般有紫、褐黄、青、灰等颜色。

7. 皮孔 枝条表面分布着许多小孔，是气体交流和水分蒸发的通道。嫩梢的皮孔呈白色，随着枝条成长变成黄色，最后成褐色，是鉴别桑树品种和桑叶成熟度的标志之一。

8. 初生根源体 用刀片削去芽褥皮层，置放大镜下观察细胞排列紧密的小点，即为初生根源体，一般为1—3个。

(二) 桑树枝条的初生结构 选取桑树嫩枝，横切成薄片，滴番红溶液一滴，盖上盖玻片或用现成的桑树初生结构横切片，在低倍镜下由外向内地观察下列各部分：

1. 表皮 是新梢的最外层，由一层排列紧密的细胞所组成，外壁常角质化，有表皮毛。

2. 皮层 位于表皮层内侧，由薄壁细胞组成，接近表皮的一、二层细胞排列较整齐，内含叶绿素，所以新梢呈现绿色，能进行光合作用。向内细胞排列疏松，细胞间隙较大，与皮孔相连，以利气体交换。

3. 中柱 皮层以内为中柱。维管束在内分散成束，呈环形排列。维管束的外端为初生韧皮部，内端为初生木质部，形成

层位于以上二者之间，具有分生能力。髓在中柱的中心部位，由薄壁细胞组成，占的面积很大，邻近维管束之间的部分薄壁细胞，在次生结构中发展成为髓射线。

(三) 桑树枝条的次生结构 取桑树枝条次生结构横切制片于显微镜下，由外向内观察以下各部分：

1. 表皮 是枝条的最外层，由一层排列紧密的长方形细胞组成，细胞外壁角质化，有表皮毛。

2. 周皮 位于表皮内，由木栓层、木栓形成层和栓内层组成，细胞排列紧密，木栓层细胞壁栓化，木栓形成层向外分裂形成木栓层，向内分裂形成栓内层。周皮具有保护作用。

3. 初生皮层 位于周皮内方，系初生结构保留下来的皮层，细胞壁薄，排列较紧密，内含叶绿体。

4. 初生韧皮部 位于初生皮层内，系初生结构保留下来的组织。

5. 次生韧皮部 位于初生韧皮部内方，内有筛管、伴胞、韧皮纤维和乳管、韧皮薄壁细胞等组成。

6. 形成层 位于韧皮部和木质部之间，由数层排列紧密的小矩形细胞所组成，具有分生能力，向外分裂形成韧皮部，向内分裂形成木质部。

7. 次生木质部 位于形成层的内方，内有导管、管胞、薄壁细胞和纤维等组成。

8. 初生木质部 位于次生木质部和髓部之间，系初生结构保留下来的组织。

9. 髓部 位于枝条的中央，由大型薄壁细胞所组成，排列疏松。

10. 髓射线 辐射状，穿过木质部及韧皮部至皮层。

(四) 桑芽的外部形态及其纵切面观察 取桑树枝条观察桑芽位于叶腋内，一般呈三角形，幼嫩桑芽为浅绿色，随着桑芽的生长，芽色加深为黄褐色或紫褐色等。桑芽外围包有鳞片。

用镊子将桑芽从枝条上剥下，再纵切桑芽，置于体视解剖镜下可看到芽中部有个很短的中轴，中轴的顶端是生长点，呈圆锥形，称生长锥。属顶端分生组织，具有强烈的分生能力。中轴上交互地生有几层极小的嫩叶和托叶。每个嫩叶基部又有微小突起，即腋芽原基。如花、叶混合芽可以看到微小的花序。

四、作业

1. 画出桑树枝条的外部形态，注明各部分名称。
2. 画出桑树枝条的次生结构，注明各组织名称。
3. 画出桑芽纵切剖面，注明各部分名称。

实验三 观察桑叶的形态及其构造

(2 学 时)

一、目的要求 认识桑叶的外部形态及其内部构造，进一步理解桑叶形态构造因品种、外界环境条件、肥培管理而有差异，同时桑叶的形态又直接影响桑叶产量和质量，进而加深对桑叶各组织的生理机能的理解。

二、材料和用具 全叶和裂叶品种的新梢芽叶各一枝，桑叶横切制片。

镊子，载玻片，蒸馏水，盖玻片，刀片。

三、内容和方法

(一) 观察桑叶的外部形态

1. 观察一片完全叶是由托叶、叶柄、叶片三部分组成。叶形又可分全叶和裂叶。

2. 观察和区别叶尖、叶缘、叶底、叶面、叶背、叶色、叶脉（包括主脉、底主脉、侧主脉、支脉和细脉）等。

(二) 桑叶横切制片观察 用桑叶横切制片，置显微镜下观察下列四个部分。

1. 表皮 位于桑叶上下表面，各由一层薄壁细胞组成。位于叶的上面的称上表皮；位于叶的下面的称下表皮。上表皮外面覆盖有角质层，可减少叶内水分蒸发。在上表皮细胞群中还夹有多数巨大细胞。其中积存碳酸钙等新陈代谢沉积物为囊状钟乳体。在下表皮叶脉两侧生有表皮毛，为单细胞。下表皮细胞中有中断而不连续的部分，即为气孔。气孔内的空腔为气室。

2. 栅状组织 位于上表皮下方，1—2层的长圆筒形细胞，排列较为紧密，内含多量叶绿体。

3. 海绵组织 位于栅状组织与下表皮之间，细胞呈椭圆形，形状较不规则，排列疏松，细胞间隙大，细胞内叶绿体含量较栅状组织少。

4. 叶脉 主要由维管束及其周围的组织构成。有主脉、侧脉和支脉等。在维管束内部，下面为韧皮部，上面为木质部。维管束四周包围有1—3层厚壁细胞，连接成环，称维管束鞘。

(三) 观察叶背气孔 将桑叶叶背向上，一手揪住桑叶，一手用镊子夹住叶柄或叶脉向前撕去，撕下主脉、侧脉等。将

附着在叶脉边的细小薄片剪下，放在载玻片上，滴一滴蒸馏水，盖上盖玻片，即可在低倍镜下找到细小气孔。然后转入高倍镜，镜检气孔。每个气孔由两个保卫细胞组成。保卫细胞呈新月形，内含叶绿体。

四、作业

1. 画出完全叶的形态（裂叶、全叶各一张），注明各部分名称。
2. 画出桑叶的内部结构，注明各部分名称。
3. 画出桑叶气孔的结构图。

实验四 观察桑花和花粉粒的萌发试验

(2 学 时)

一、目的要求 认识桑花的花序、雌花雄花的主要特征。学会花粉萌发试验方法及观察其萌发过程，从而加深理解桑树生殖生长的基础理论，为今后桑品种选育打下良好的基础。

二、材料和用具 雌、雄桑花（包括雌雄同穗或异穗），雌花内部构造的纵切制片。

镊子，解剖针，凹面载玻片，平面载玻片，盖玻片，蒸馏水，琼脂，蔗糖，粗天平，100毫升烧杯，酒精灯等。

三、内容和方法

（一）雌、雄花外形观察 桑花是由几十朵无柄小花集生在一根轴上而组成的花序，称柔荑花序。有雌雄同穗和雌雄异穗，为不完全花中的单性花和单被花，偶有双性花。

1.雄花 用镊子将雄花从花轴上取下，仔细观察。每朵雄花有花萼4片，每个萼片里各有雄花蕊一枚。花未开放时卷曲在花萼里，开放时花丝向外挺直伸展。花丝顶端有花药，每个花药由2个花粉囊组成，花粉囊内有黄色球形花粉。

2.雌花 用镊子将雌花从花轴上取下。仔细观察每朵雌花有花萼4片紧包于子房，子房顶端有花柱，花柱顶端为柱头，分裂为牛角状，上面生有绒毛或微小突起。子房绿色球形，内有胚珠。

(二) 雌花内部结构镜检 取雌花内部结构纵切制片，在低倍显微镜下观察，上端为牛角状柱头，下接花柱，花柱下方的膨大部分为花萼和子房。自外向内顺次可分为花萼、子房壁、子房室、珠被、胚珠、胚囊等。

(三) 花粉萌发试验及其观察

1.培养基的配制(示范) 按100毫升水，1.5克琼脂，15克蔗糖的比例放入烧杯内混合加热溶化后即成。

2.花粉培养 把培养基滴入凹面载玻片上，冷却凝固后，用毛笔蘸沾花粉，均匀掸在培养基表面，然后加盖，置于温箱中，在25℃的温度中培养24小时，花粉即行萌发。

3.花粉萌发观察 24小时后，把凹面载玻片置于显微镜下观察，即可见到花粉萌发状况。注意花粉粒形态、花粉萌发孔的数目、位置和花粉管的伸展状况。

四、作业

- 1.画出雌花、雄花的外形图，注明各部名称。
- 2.画出雌花内部结构图。
- 3.画出花粉萌发图。

实验五 观察桑种子的形态和构造 及其品质鉴定

(2 学 时)

一、目的要求 认识和了解桑子的形态和构造，学会鉴定桑子优劣的方法，加深对桑子萌发理论的理解和应用。

二、材料和用具 桑子。

二重皿，脱脂棉花（或吸水纸），解剖针，镊子，红墨水，吸管，体视解剖镜，粗天平。

三、内容和方法

（一）观察桑子的外部形态和内部构造 桑子扁卵形，略带角状，呈黄褐色。将桑子浸胀后，用小刀切桑子剖面，在体视解剖镜下可看到桑子由种皮、胚及胚乳三部分组成，都包围在内果皮内。种皮由一层环形薄膜组成，种皮内方为胚乳，包围着胚。胚乳内含脂肪、蛋白质、淀粉等有机物，作为桑子萌发时胚生长发育所需的养分。胚呈马蹄形弯曲在种皮内部，分为子叶、胚芽、胚轴和胚根，子叶有两片，所以桑树为双子叶有胚乳植物。

（二）桑种子的品质鉴定

1. 肉眼鉴定 用肉眼鉴定桑子匀净度和色泽。优良的桑子大小匀净，色泽鲜明，显黄褐色。用指甲压榨种子，油脂多的为好。陈年桑子或发生蒸热的种子呈暗褐色，往往带有霉臭，

形状干瘪，含油量少。

2. 桑子清洁率测定 抽取具有代表性的桑子若干，放入粗天平称量，即得调查桑子重量，然后拣去其中的砂、石、泥粒、果皮、果梗等杂质，将其清洁桑子进行称量，即得纯洁桑子重量，求得清洁率。计算公式如下：

$$\text{清洁率}(\%) = \frac{\text{纯洁桑子重量}}{\text{调查桑子重量}} \times 100$$

3. 桑子发芽率测定 抽取少量具有代表性的桑子。每组任取 100 粒，同时在二重皿底垫入脱脂棉花或数层吸水纸（吸水纸最好事先用 2% 甲醛溶液浸湿后再烘干使用，可防止发霉），然后加水使其吸足，将多余的水倾去，把桑子均匀撒入皿内，随即加盖，贴标签，注明日期、种子来源、组号等。

把分组编号的二重皿，置于 28—32℃ 的温箱内保护。注意保持湿润，但避免桑子浸泡水中。三天后陆续开始发芽，逐日记载发芽数，直至发芽完毕。每 3—4 组为一个测定组，每组为 3—4 个重复。算出平均发芽率，即为该桑子的发芽率。

$$\text{桑子发芽率}(\%) = \frac{\text{发芽桑子总数}}{\text{测定桑子总数}} \times 100$$

4. 桑子实用价值的计算：将上述测得的清洁率与发芽率相乘的积就是桑子的实用价值。

四、作业

1. 画出桑子的内部构造图。

2. 根据实测和计算结果，分别写出该桑子的肉眼鉴定结果和桑子清洁率、发芽率及其实用价值。

实验六 桑树品种性状观察调查

(5 学 时)

一、目的要求 通过桑树品种性状观察，学会调查方法，并识别几个主要桑树品种。

二、材料和用具 几个主要桑树品种。

米尺，钩秤等。

三、步骤与方法 桑树品种性状包括形态特征和特性两个方面。这些性状要按桑树生长发育、全年分期进行观察调查。

(一) 形态特征调查

1. 树形和姿态 分高大、矮小、直立、开展、卧伏等。

2. 一年生枝条 冬季进行调查。

枝态 以直立、开展、卧状、弯曲等来表示。

长短粗细 分粗长、细长、粗短、细短等。

皮色 分紫、褐、黄、青、灰色，再加其他形容词。皮色调查以发芽前最为明显。

节间 以枝条中部为准，形状用“直”、“曲”来区别，同时选取正常枝条 5 根的中部，求其节间平均长度。

侧枝 以有、无，多、少来表示。

皮孔 在枝条中部和节间中部调查，形状以圆形、椭圆形等描述，并说明其大小、多少（每平方厘米皮孔数）。

叶序 以枝条中部为准，用 $1/2$ 、 $1/3$ 、 $2/5$ 、 $3/8$ 等分式表

示。

3. 冬芽 落叶后到发芽前在枝条中部进行调查。

正面形状 以长三角形、短三角形、等边三角形、盾状、球状等表示，并表明芽尖方向。

着生状态 分芽尖贴着、离开和稍离枝条等。用贴生、离生、稍离生表示。

副芽 分大小、多少和背生与否等。

芽褥 以突出高、低表示。

叶痕 形状分肾脏形、半月形、半圆形、椭圆形及圆形等，并有陷入深、浅的区别。

4. 成叶 在八、九月间进行调查。

着生状态 有向上、平伸、下垂等几种。

形状 分全叶、裂叶两种。全叶有心脏形、正圆形、椭圆形等；裂叶要指明缺刻数。

大小 任意选取枝条中部桑叶 5 张，量其叶长和叶幅（叶尖部分不计在内）。

厚薄 取枝条中部叶片，用单位叶面积的重量或用分厘卡测量，求其平均数表示。

叶色 以深绿、浅绿、翠绿表示。

缩皱 以平皱、深浅、大小、疏密表示。

叶缘 有锯齿、乳头状两种。锯齿中再分锐、钝、重、乱和带针状锯齿。

叶底 分深凹、浅凹、切形、楔形。

叶尖 有长尾状、短尾状、锐头、乳头状、双头、钝头、圆头等几种。

叶柄 分长、短、粗、细。

5. 花果 春季开花结实期调查。

雌雄花的有无、多少，雌雄同株或异株，雌雄同穗或异穗。花柱长短、有无，柱头有无茸毛和突起，花和叶开放次序、开花期、桑果颜色。

(二) 品种特性调查

1. 发芽期 选定正常枝条 10 根，其中有 5 根以上的枝条上部的芽已发育到某一阶段，即记为某一发育时期的标准。

2. 发芽率 春蚕收蚁后，选定有代表性的正常枝条 5 根，分别调查总冬芽数（枝条基部没有叶痕的芽不算）及总发芽数，计算发芽百分率，公式为：

$$\text{发芽率}(\%) = \frac{\text{调查株发芽数}}{\text{调查株总冬芽数}} \times 100$$

3. 新梢 结合春叶产量，得出平均每根枝条新梢数和重量及调查新梢叶量占总叶量的百分率。

4. 发条数 指夏伐后的新梢发生数。在疏芽前调查 5 株，然后求平均每株发条数。

5. 生长势 指在一定时间内，桑树生长的快慢。调查时可测量树干围度，枝条长短，生长叶片数，新梢长度及新梢叶片数等。

6. 桑叶含水量 采成熟叶片（去叶柄）100 克，放入 100—105℃ 温度的烘箱中烘 20—30 分钟，再以 80℃ 左右的温度烘干至恒重，算出含水率。

7. 萎雕速度 采五龄期成熟叶，随采随称，计量后随即装入塑料袋内（避免直射光线照射），拿到室内，取出平摊在 70—80°F 的室温中，自然蒸发。每隔 2 小时称量一次，连续五次，