

植物学实验指导

(一)

形态解剖部分

植物教研组编

沈阳农学院

前 言

本实验根据1959年南京农学院等编写的植物学要求编写,分两册出版,第一册形态解剖部分,第二册分类部分。内容编排基本采取能够活用的方式,故未分实验次数。在形态部分以每一个植物器官为一单元,分类部分以每一类群或科为一单元。每一单元所用材料较多,包括农学、园艺、植保、土壤、蚕学、气象、畜牧等专业适合的材料,故在应用时一方面可以根据各专业性质的要求选材;另一方面可以根据学时多的大班专业和学时少的小班专业之不同而取舍。

在实验指导中附有实验注意事项和基本技术训练,可以作为实验安排,也可作经常性的参考。

另外我们还编有教学实习指导和常见植物科及大科属种检索表(另订成册),以备实验时或教学实习时应用。

本实验指导由植物组全体教师分段编写。由于任务紧迫,在内容安排、材料选用、文字修改,叙述方式、作业要求等各个方面都未作严格细致的工作。因此可能有不恰当的地方。拟经试用后再版时作修改补充。

編 者

1961年7月

目 錄

前言

一、实验注意事項	1
二、植物学实验基本技術訓練	1
1. 顯微鏡	1
(1) 顯微鏡的構造	2
(2) 顯微鏡的使用方法	2
2. 其他实验用具	3
3. 常用藥品及其配制	4
三、种子与幼苗	4
1. 观察种子形态結構	4
(1) 双子叶植物无胚乳种子	4
(2) 双子叶植物有胚乳种子	4
(3) 單子叶植物种子	4
2. 观察幼苗形态	5
四、根的形态	5
五、芽和枝条的形态与类型	6
六、叶的基本形态	7
七、細胞	7
1. 細胞的一般結構及形狀	8
2. 原生質的运动	8
3. 胞間联絲	8
4. 質体	8
5. 細胞的主要內含物	9
6. 細胞的有絲分裂	9
八、組織	10
1. 分生組織	10
2. 保護組織	10
3. 通气薄壁組織	11
4. 輸導組織	11
5. 机械組織	11
6. 分泌組織	11
九、根的結構及根瘤、菌根	12
1. 根尖的分区	12
2. 根的初生結構	12

3. 側根的形成.....	13
4. 根的次生結構.....	13
5. 根的三生結構.....	13
6. 貯藏根的結構.....	13
7. 根瘤与菌根.....	13
十、 莖的解剖結構.....	15
1. 莖的發生.....	15
2. 草本双子叶植物莖.....	15
(1) 向日葵莖.....	15
(2) 蓖麻莖.....	15
(3) 芹菜莖.....	16
(4) 南瓜莖.....	16
(5) 棉花主莖.....	17
(6) 牛鞭莖.....	17
3. 木本双子叶植物莖——椴樹莖.....	17
4. 裸子植物莖——松樹莖.....	18
5. 單子叶植物莖.....	18
(1) 水稻莖.....	18
(2) 玉米莖.....	19
十一、 叶的結構.....	20
1. 双子叶植物叶.....	20
(1) 柞木叶.....	20
(2) 夾竹桃叶.....	20
(3) 橡皮樹叶.....	20
2. 單子叶植物叶.....	21
(1) 小麥叶.....	21
(2) 玉米叶.....	21
十二、 植物营养器官的变态.....	22
1. 根的变态.....	22
2. 莖的变态.....	22
3. 叶的变态.....	22
十三、 植物有性繁殖器官的形成及發育.....	23

一、實驗注意事項

植物學實驗的目的是驗證和深入理解課堂講授的理論；學習觀察的技術；培養獨立工作能力；養成實事求是的習慣。因此在實驗過程中必須遵守下列規則：

1. 實驗前必須作好充分准备工作

(1) 在實驗前必須預習實驗指導，了解實驗的內容，所需材料及操作方法。

(2) 同學應自備下列工具：繪圖紙、米尺、橡皮、3H或2H的硬鉛筆、小刀。繪圖紙應力求全班一致。

2. 在實驗過程中必須要有耐心，仔細，認真，並且要實事求是，克服粗枝大葉的作風；要態度嚴肅，絕對禁止喧嘩；要保持室內整潔；要愛護儀器，遵守操作規程。

3. 實驗完後，廢物不應倒入水槽，應清除出外；用完的玻璃儀器，經整理洗淨後歸還原處。

4. 每次實驗，必須做好報告。報告內容分成二項：

(1) 答題：要求用鉛筆繕寫，文字簡明而有条理。

(2) 繪圖：因要求不同可分二種：略圖和詳圖。

略圖是描繪實際見到的材料大體輪廓，不要求繪細胞，組織和器官的部位用線條構出輪廓即可。

詳圖是詳細繪制植物器官構造的一部分，要求逐個地繪出細胞；正確表示細胞應有的形狀，以線條表示細胞壁，以點表示細胞質。

作圖及註字要求一律用鉛筆，註字的指線一律用橫線引到圖的右方，並須平行不得交插。註字要求整潔。

繪生物圖，不要求藝術化，切勿塗抹陰影，但要注意觀察實物的形態、比例、部位，以簡明正確為原則。

報告內容應在繪圖紙上作合理的安排，不要過於擁擠。

實驗報告做完後，要當堂交與指導實驗教師審閱，並能回答出教師提出的問題，才算完成實驗，如有草率或過多錯誤時須重新補做。

5. 如在實驗時損壞儀器：應立即報告教師。

6. 每次實驗結束後，同學分組輪流作實驗室的清掃工作。

二、植物學實驗基本技術訓練

本實驗的目的是使同學初步掌握實驗儀器的構造及使用方法，學會保養和清潔儀器。使同學了解常用藥品的配制及用途。給以後的實驗打下基礎。

1. 顯微鏡 顯微鏡是植物學實驗的基本工具，必須認識顯微鏡的構造、各部名稱並熟練使用方法。

顯微鏡的構造（以蔡司斜筒鏡為例）：

- (1) 鏡座：在顯微鏡之基部，呈馬蹄形，為支持鏡身之用。
- (2) 鏡身：為鏡座上直立之支柱。
- (3) 鏡臂：為中部彎曲之處，拿顯微鏡時，手握此處。
- (4) 載物台或稱鏡台：為放標本之平台，台之中央有一圓孔，為光線通入之處。台上有二個固定切片的壓夾。
- (5) 集光器：附屬於載物台以下，作用是集合反光鏡所折射之光線。可因集光調節器的調節而上下移動。
- (6) 集光調節器：于鏡身左上角有一螺旋，為集光調節器，順時針扭動，集光器上升，光強；逆時針扭動，效果相反。
- (7) 載物台旋動器：為附屬於載物台兩側之小螺旋，旋轉可移動載物台。
- (8) 稜鏡室：內裝有稜鏡，將由接物鏡直入之光線射入斜豎之接目鏡內。
- (9) 接物鏡轉換器：位于稜鏡室的下方，接物鏡即裝置其上，用此可轉換不同倍數的接物鏡。
- (10) 接物鏡：裝于轉換器上的鏡頭，為顯微鏡主要部件之一，有數個倍數不同的鏡頭，由細小到粗大倍數逐漸增高。端部有環溝者為油鏡頭。用時將此對準載物台中心之圓孔，注意鏡頭決不可接觸玻片或任何材料與藥品。
- (11) 粗調節器：裝于鏡臂下部兩側之螺旋，中有一軸，順時針旋轉，接物鏡上升，反之則下降，藉以調節觀察物象之用。
- (12) 細調節器：位于粗調節器前下方，在用高倍鏡時，以其調節物象，使之更為清晰，其旋轉範圍僅限于鏡臂與鏡身交接處之二標線間，每轉動一圈，鏡頭便上升或下降 0.1mm ，其上分50小格，每格等于 0.002mm (2μ)。
- (13) 鏡筒：為中空之長筒，位于稜鏡室的上方，固定接目鏡之用。
- (14) 接目鏡：是由兩片透鏡裝在一管的兩端構成的，用時插入鏡筒的上端。往往在接目鏡內裝有頭髮作的指針，以指示物象。
- (15) 反光鏡：在集光器之下，一面為平面鏡，另一面為凹面鏡，用以將光線反射入鏡內。平面鏡反射的光線較散，可在光強時使用；凹面鏡反射的光線較集中，可在光弱時使用。
- (16) 調光玻璃架：附于集光器下面之圓圈，為裝置濾色玻璃之用。
- (17) 光圈，附于集光器之下，為許多銅片組成的，借柄的幫助，可分開或聚合，促使透光孔放大或縮小，以調節光之強弱。

總之，顯微鏡構造分光學與機械兩大部分。前者如反光鏡、接物鏡、稜鏡室、鏡筒、目鏡、光圈；後者如鏡座、鏡身、鏡臂、載物台、鏡頭轉換器、各種調節螺旋等。

注：我們實驗室內除上述的蔡司斜筒鏡外，尚有捷克直筒鏡，兩者結構基本相似，所不同的是，後者①鏡筒直立，②粗細調節器均位于鏡臂的上部，③無集光調節器，集光器固定，不能上下調節，④集光器下無調光玻璃架及光圈。

顯微鏡的使用方法：

使用顯微鏡必須一開始就養成心平氣和，按一定步驟謹慎操作的習慣。使用步驟如下：

- (1) 從鏡箱中取顯微鏡時，先將放目鏡及物鏡的鏡架取出，平放桌上，然後取鏡，取時必須一手緊握鏡臂，一手平托鏡座，輕輕放置實驗桌上，使其平穩。

2. 使用前先檢查鏡之各部是否清潔，若鏡頭有灰塵，必須用特備的絲絹或抹鏡紙輕輕擦抹，切勿隨意用粗布、手指擦抹。如鏡頭污垢很難擦掉，可沾二甲苯擦之。

(3) 先將粗調節器向上旋動，使接物鏡轉換器下端與載物台保持相當距離，然後將低倍鏡轉至與載物台孔相對處，注意不使其接觸載物台或玻片，以免損壞鏡頭。

(4) 調節好反光鏡、集光器、光圈等，使光線充足，視野清楚明亮。

(5) 將放有材料之載片或切片置於載物台上，使欲觀察之材料恰對在孔中央，然後用壓夾固定，注意不可壓在蓋片上，以免壓碎蓋片。

(6) 小心以逆時針方向轉動粗螺旋，使物鏡降至距玻片約 $\frac{1}{2}$ cm處，然後用左眼觀察，並向上慢慢轉動粗調節器，直至見到物象為止，如物象模糊，可轉動細調節器，使物象明晰。

(7) 如需要在高倍鏡下詳細觀察，則必須先用低倍鏡找好物象，然後再轉到中倍或高倍鏡。此時應特別注意，切勿使鏡頭與玻片接觸，以免壓碎玻片與損壞鏡頭，換到高倍鏡以後，只能旋動細調節器，使物象清晰。有時換到高倍鏡後看不見物象，此時可順時針扭轉細調節器，使物鏡上升，即可獲得物象。

(8) 需要放大倍數更高時，可轉換油鏡頭。方法是先在蓋有材料的蓋片上，滴一小滴洋杉油 (Cedar oil)，然後極其小心地轉換油鏡頭，使其與油滴接觸，最後小心扭轉細調節器，尋找物象，進行觀察。觀察完畢，用二甲苯醮在擦鏡紙上揩除蓋片和鏡頭上的油滴，此時注意不要將二甲苯滴到蓋片以外，以免溶去封片之樹脂，使切片損壞。

(9) 觀察材料時，可視需要情況，轉動載物台旋轉器，使欲觀察部分恰在視野中心。

(10) 不可隨意拆卸鏡頭及其他零件，並且避免藥品、水及其他污物接觸鏡頭或鏡體任何部分。

(11) 觀察物象，必須睜開雙眼，以左眼觀察。

(12) 用畢、用紗布擦淨鏡體各部，並將物鏡轉換原處，最後將鏡子按原樣放回鏡箱，切勿忘掉鏡架。

(13) 顯微鏡放大倍數計算

放大倍數 = 目鏡倍數 $\times$ 物鏡倍數

如：目鏡 $6\times$ ；物鏡 $20\times$ ，則放大倍數為

$$6 \times 20 = 120$$

2. 其他實驗用具：

(1) 雙筒擴大鏡：用法與顯微鏡略同。

(2) 簡易擴大鏡。

(3) 三葉擴大鏡。

(4) 載玻片：通常為 $7.5\text{cm} \times 25\text{cm}$ 之長方形玻片，實驗材料放置其上。

(5) 蓋玻片：為極薄之方形或圓玻片，為覆蓋實驗材料之用。方形者規格為 $18\text{mm} \times 18\text{mm}$ 。

(6) 吸管。

(7) 吸水紙：用以吸取蓋片下過量的水和染料。

(8) 解剖刀：用以切比較大的材料。切勿用其割鉛筆。

(9) 刀片：用以制作徒手切片。

(10) 解剖針：挑撥和解剖材料之用。

(11) 標本夾：木製，壓制腊葉標本之用。

除上述列举的以外，尚用各种规格的鑷子、剪刀、培养皿、紗布、酒精灯、三角架、燒杯、石棉網、滴瓶、量筒、天平等，不一一叙述。

3. 常用藥品及其配制：植物学实验所用藥品極多，这方面有許多專門資料，現僅將我們接触到的介紹几种。

(1) 碘液：0.3克結晶碘加1.3克碘化鉀溶解于100c.c水中。用于染淀粉粒和殺死細胞以显示細胞核。

(2) 間苯三酚：將間苯三酚溶于95%酒精中，然后逐漸滴入濃鹽酸至沉淀开始时为止。可将木質化細胞壁染成紅色。

(3) 蕃紅染色液：1%的水溶液或酒精液，將木質化細胞壁染成紅色（染色時間2—24小时，然后用酒精洗掉多余染色）。

(4) 苏丹Ⅲ：0.1克苏丹Ⅲ溶于20毫升96%酒精中。能染脂肪、木栓及角質。

(5) 曙紅：曙紅1克溶于水或70%酒精100c.c中。适用于細胞質染色。

(6) 快綠：快綠0.5克溶于100c.c蒸餾水中或0.1克溶于100毫升90%酒精中。能染薄壁細胞。

(7) 二甲苯：可供透明切片之用，也可以拭去油脂。

(8) 加拿大樹膠：用于封片。

(9) F.A.A.固定剂 50% (70%) 酒精90 c.c, 福尔馬林 5 c.c, 冰醋酸5 c.c, 用于固定材料，防止腐敗。長期保存。

作业：

1. 在显微镜圖上，註以各部分的名称。
2. 为什么用高倍鏡时一定要先用低倍鏡看好物象后再轉換高倍鏡？
3. 粗細調節器，各在什么情况下应用？
4. 写出蕃紅、碘液、快綠都染那些部分？

三、種子與幼苗

1. 观察种子形态結構 种子中的胚是植物体的雛型，种子萌發以后胚就發展为幼苗，逐漸成長为独立植株，所以我們在研究种子植物形态結構等之前，先了解种子形态类型結構，以便明了种子植物体的萌發生長發育过程。

(1) 双子叶无胚乳种子 取水浸过之大豆观察，在种皮上沿中綫的边緣有一橢圓形痕迹叫种脐。在种脐与突起的幼根相接处有一小孔叫种孔。在种脐的另一端与种孔相对处有一隆脊叫种脊，但不显著。

剥去种皮首先可看到兩片肥厚的子叶。将子叶分开，在兩子叶之間可看到胚軸。在其上端有幼叶，連同其生長錐合称胚芽。与胚芽相对的一端有一光滑小突起叫胚根。

取水浸过之菜豆观察，外种皮有花紋色彩，翻轉來看到白色的內种皮。在种皮上沿中綫的边緣有一半月形痕迹叫种脐。在种脐与突起的幼根相接处有一小孔叫种孔。在种脐的另一端与种孔相对处有一隆起叫种脊。靠近种孔处有一疣狀突起叫种疣。

剥去种皮首先可看到兩片肥厚的子叶，将子叶分开在兩子叶之間可看到胚軸，在其上端有幼叶，連同其生長錐合称胚芽。与胚芽相对的一端有一光滑小突起叫胚根。

取落花生剝去外壳，見到种子。外紅色种皮，將种皮剝去見到肥厚兩片子叶，將子叶分开在种子較尖的一端可看到胚軸，在其上有幼叶，連同生長錐合称胚芽。与胚芽相对一端較尖突出的叫胚根，整个胚的部份是很小的。胚軸胚根也很短。

(2) 双子叶有胚乳种子 蓖麻种子，外皮壁硬，具有光澤及帶褐色的花紋，在种子基部有一突起叫种阜。种孔被种阜所遮盖，种脐位于种阜相鄰处，不明显。从种阜向上有一綫狀突起，經种子腹面（較平的一面）分枝延伸至頂端叫种脊。

將种皮剝去，可看到肥厚帶油質的胚乳，用解剖刀輕輕地正面縱切，可看到極薄无色透明具有脉紋的兩片子叶，在下端具有明显的胚，可仔細觀察胚芽胚軸胚根之位置。

(3) 單子叶种子 取玉米穎果觀察，外面具有角質膜狀的果皮，因果皮与种皮不分离，所以一顆玉米的果实，在生產實踐中也称为一顆种子。在玉米果实下部略帶毛狀的地方是果实基部，

用解剖刀將玉米縱切，置于擴大鏡下仔細觀察，可看到最外一層是果皮，种皮緊貼不易觀察。（有的种皮在發育过程中消失）在种子內胚乳佔極大部分，胚位于种子基部一側。在靠近胚乳处有盾形子叶一片叫內子叶，玉米的外子叶不明显（小麥的外子叶在內子叶相对的一面，在胚根鞘上端，胚芽鞘下端——即胚根胚芽之間的外側，有小突起，即外子叶）內子叶与胚軸相連。在胚軸上方是胚芽。胚軸下方是胚根，在胚根胚芽之尖端各有套狀結構称胚根鞘，胚芽鞘。

2. 觀察幼苗形态

(1) 取已培养發育之菜豆幼苗觀察，可看到子叶露出土面，这种現象称子叶出土，子叶与第一片真叶之間叫上胚軸。子叶与根之間叫下胚軸。

(2) 取已培养發育的蚕豆幼苗觀察 在种子萌發时，胚軸不伸長，子叶存留在土中，叫子叶留土。子叶与第一片真叶之間的上胚軸伸長，胚芽伸出土面。

(3) 取已培养發育的玉米幼苗觀察 玉米幼苗胚根突破胚根鞘長入土中，形成主根，主根到一定程度后停止發育，在胚軸下端即長出許多不同根。

胚軸生長甚慢，胚芽、胚鞘生長很快，胚芽第一叶隨之生長，胚芽鞘出土时，芽鞘內叶片即破鞘而出叫出苗。

玉米的子叶不露出地面，同时幼苗的莖伸長也少，只有叶子露在地面，胚大部分留在土中。

作业：

1. 繪大豆（或菜豆）外形及結構圖。
2. 繪玉米縱切面簡圖。
3. 总结實驗中所觀察种子，可分那几种类型？
4. 子叶出土与否，在种子生長發育中具有何种关系。

四、根的形态

根的形态对植物在土壤中吸收水分及养料具有很大的关系，对适应于陸地生活的高等植物來說是具極重要的意义。根按形态來分有如下类型：1) 直根系观察大豆植株。胡蘿卜、蒲公英，看到主根發达，并从主根上生長出許多側根形成發达的直根系。2) 須根系：观察水稻、玉米、小麥的根系。主根早期停止生長，而在莖基部生長出許多不定根而形成須根系。

作业:

1. 写出所观察的标本, 那几种是直根系? 那几种是须根系?
2. 从观察上说明根系在土壤中分佈与植物生长发育的关系。

五、芽和枝条的形态与类型

植物体除根以外, 所有茎、叶、花都是由芽形成的, 枝条是着生叶、花的地方。与植物生长发育具有密切关系, 植物的分枝, 导向植物体地上器官扩大, 充分利用周围环境中物质的能力反映植物在进化中适应意义。

1. 将大叶杨的芽(或其他的芽都可)纵切可看到许多幼叶互相迭抱, 将幼叶分开, 在叶腋处还可看到幼小的腋芽, 在许多幼叶围绕的中央, 有一个很小的圆锥状突起叫生长锥。

2. 试将实验材料柳、桃、丁香、接骨木、桑等带有芽的枝条, 区分各种芽属于何种类型

(1) 按生长位置分: 顶芽 腋芽(包括副芽) 不定芽。

(2) 按性质分: 叶芽 花芽 混合芽

(3) 依保护机构有无分: 鳞芽 裸芽

(4) 按排列分: 对生 互生 轮生

3. 将实验材料接骨木、糖槭、桑、柳等任意取一种, 进行观察各部:

节——茎上生有叶及芽的地方。

节间——节与节之间的一段距离。

叶痕——叶脱落后留下的痕迹。

皮孔——枝表面有微凸的不同大小形状的小点, 叫皮孔是植物体进行气体交换的组织。

叶迹——在叶痕中维管束痕迹

芽鳞痕——在每次新枝基部, 可看到芽鳞脱落留下的痕迹, 芽鳞痕多少不一, 柳的芽鳞只一片, 所以芽鳞痕一个。

4. 试将实验材料松枝、柳、桃、丁香区别分枝类型:

单轴分枝(总状分枝)——顶芽向上发展。有直立主轴。

合轴分枝——顶芽的死亡, 由顶芽下最近的侧芽继续向上发展成枝, 整个主轴外形表现曲折的形态。

假二叉分枝——顶芽死亡(或开花)由相对的两个侧芽发育延伸成“Y”状枝。

5. 观察梯牧草、看麦娘、水稻、稷草、宿根早熟禾等, 这些禾本科植物枝条区别其分蘖类型:

根状茎形——具有根状茎。

疏蘖型——芽与不定根是从地面以下的分蘖形成的。由于分蘖之间距离较远。所以分蘖斜向生长。

密蘖型——芽与不同根从靠近地面或地上部分的分蘖形成, 分蘖节间距离极短, 地上茎密集在一起直立向上生长。

作业:

填表：將植物名称填在下格：

合 軸 分 枝	混 合 芽	密 藥 型

六、葉的基本形态

叶是植物制造养料的重要器官，生長在空气中，受外界环境影响很大，形态上出現多样变化。桌上有苹果、棉花、水稻、益母草、丁香、银杏、梨、夹竹桃、桔梗、豌豆、苣荬、芹菜叶、大麥叶、小麥叶、种子、松、侧柏、杜松、蒲公英等叶子，根据这些材料分別观察各部分是屬於何种类型：

1. 叶序：

互生——每節只生一叶。

对生——每節相对着生二叶。

輪生——每節上輪生三叶（或三叶以上）。

叢生——有些具有短枝的植物常多数叶叢生于短枝上（注意实际上是各叶仍生長在節上，但短枝節間很短，好象許多叶着生在一起，因此叢生叶严格地說不应成一种單独的叶序）。

2. 叶的組成部分：

托叶——多在叶柄基部，有很多形状。

叶柄——有的很長也有很短有的基部成鞘狀。

叶片——一般是扁平的，上有叶脉。

3. 禾本科植物的叶有

叶鞘——在叶片下方，包圍莖桿部分。

叶片——多为狹窄帶狀。

叶舌——叶片与叶鞘相連处的內方，一般常具有一膜質狀（或毛狀）的附屬物（也有些种类无叶舌）。

叶耳——叶片基部叶舌兩側，各具有一膜質狀耳狀突起（也有些种类无叶耳）。

4. 裸子植物的叶：大多数都沒有分化出叶柄、托叶，如侧柏为鱗片狀，杜松上有針狀叶。松叶为長針形常成束，着生于不明显的短枝上，基部圍以薄膜狀的叶鞘。

5. 叶鑲嵌 上下各層叶片参差非列，常常最下層的叶叶柄長，这样上下層迭参差，不致遮盖，如蒲公英。

作业：

1. 你今天看到的叶子，那几种是有托叶的？那几种是輪生的？那几种是对生的。

2. 画小麥（或水稻、大麥）叶，着重将叶鞘叶片，叶舌、叶耳，表示出來。

七、細 胞

本实验目的是从多方面來了解植物有机体的組成基礎——細胞。

1. 細胞的一般結構及形狀

(1) 取洋葱鱗莖一塊，用鑷子撕下一部分內表皮，剪成3—5mm見方的小塊，再在干淨的玻片上滴一滴蒸餾水，將剪好的表皮小心放在水滴上，應注意反正面，防止卷曲，若已卷曲可用解剖針挑開，然後加蓋玻片，此時應使蓋片一邊先接觸水滴，慢慢傾斜蓋下，以免產生氣泡。這樣就可放在載物台上，用低倍鏡觀察。我們可以看到許多長方形的小格子，這就是許許多多的細胞。再小心換轉高倍鏡觀察，即可看到每一個細胞的詳細結構，在每個細胞的外面都包圍着深色的細胞壁，在壁的中央能否看到中膠層？它呈什麼顏色？仔細觀察，靠近細胞壁處有流動的膠狀物質——細胞質。在細胞中央或靠近胞壁處能否看到有一圓形物體，這是什麼？如果看不到，可取下玻片，在蓋片邊緣加一滴碘液，用吸水紙在蓋玻片的另一邊緣吸去蓋玻片下的水分，引染液入蓋玻片下，然後再置鏡上重新觀察。

(2) 如取大蔥鱗莖按上述步驟進行觀察也可。

(3) 用刀片切取灯心草髓的橫切片，置鏡下觀察，你能看到些什麼？那些星狀放射的東西就是細胞。因這是死亡細胞，故無原生質和細胞核的存在。

2. 原生質的運動 原生質處在不斷運動的狀態中，這有利于營養的運輸，細胞的通氣生長和創傷的恢復。其方式有旋轉運動和流走運動兩種。

(1) 取海羅弟屬葉一片，放在滴有水滴的載片上，加以蓋片，置鏡下觀察。其葉由二種不同形態的細胞組成，一種是葉緣的鋸齒細胞，略呈三角形，另一種是含有大量葉綠體的薄壁細胞，略呈長圓形，在薄壁細胞中可見到原生質沿着中央液胞向一個方向流動。這種方式屬於那種運動？

(2) 用解剖刀括取南瓜莖、葉上的表皮毛或用鑷子撕下一小塊表皮（其上帶有表皮毛），放在滴有水滴的載片上，加蓋片置鏡下觀察，可見到二種表皮毛。一種是多細胞頂端尖的普通表皮毛，一種是頂端呈球狀的單細胞腺毛。在普通表皮毛中，用高倍鏡觀察，可見到原生質穿過液胞，沿着不同方向進行流動。這種運動方式屬於那種？

注：用蕁麻莖葉表皮毛、紫鵪鴉草花絲的表皮毛或野芝麻屬花冠的表皮毛，亦可觀察到原生質的流動。

3. 胞間聯絲

(1) 取柿核胚乳切片置鏡下觀察，可見到許多多角形的胚乳細胞，胞壁極厚，細胞腔很小，有的腔內有黑色團狀物乃是原生質在制片過程中經藥品處理所產生的形象。用高倍鏡觀察，在胞壁上是否有許多黑色的細絲橫貫？這是什麼？這就是兩相鄰細胞原生質相聯系的孔道，孔道內的原生質呈絲狀，稱胞間聯絲。

(2) 取辣椒果實，刮去果肉，剪取一小塊果皮置鏡下觀察，細胞與細胞之間，是否有通道？這是什麼？

(3) 取梨果實，用解剖針挑取果肉上的石細胞群，弄碎後放在有水滴的載片上，加蓋片置鏡下觀察。可見到零散的石細胞，在胞壁上明顯看到有細絲橫穿，這是什麼？

4. 質體

(1) 用鑷子取一片蘚葉，置鏡下觀察，在細胞中有許多橢圓形的綠色顆粒，這是什麼？將蘚葉放在酒精中加熱發生了什麼變化？為什麼？

(2) 取一塊分割好的胡蘿卜，用刀片切成薄片，置鏡下觀察，在細胞中有形狀不規則的紅色塊狀物，這就是有色體（雜色體）。

(3) 取紫鴨跖草(吊竹梅)葉一片,纏繞于左手食指上,使葉背向外;并用大姆指和中指夾住葉片,用刀片將葉片划一道裂痕,然后用鑷子撕取一小塊下表皮,放在滴水之載片上,注意將正面朝上,展平加蓋片,置鏡下觀察。可見到許多多角形表皮細胞和在這些細胞之間無規律分佈着的許多成對半月形細胞,這是構成氣孔器的保衛細胞。選一鄰近半月形細胞附近的多角形表皮細胞置視野中心,換高倍鏡觀察,在細胞核周圍是否有許多小顆粒狀物?此即白色體。

5. 細胞的主要內含物

(1) 淀粉:分單式、複式及半複式三種。

① 取已分割了的馬鈴薯一小塊,用解剖刀括取少許液汁,置鏡下觀察,能否見到白色而透明的許多橢圓形顆粒?看到後加碘液,再觀察此顆粒被碘染成藍色(如碘過多則染成藍黑色一團,不利觀察,故應注意少加)。小心換到高倍鏡下觀察,可見到這些顆粒有種種不同情況。大部分顆粒是由許多不均勻的同心偏心輪紋及其中心的臍所構成的,這種顆粒是單式淀粉粒。在視野中仔細尋找是否有由兩個或兩個以上的單式淀粉結合而成的複式淀粉?有的複式淀粉外層共同包圍着幾層輪紋,這是什麼淀粉粒?(半複式淀粉粒)。

② 取大米一粒,用解剖刀括取少許,或將已浸泡的大米切成薄片,放在滴水之載片上,加一滴稀碘液,加蓋片置鏡下觀察,可見由很多多角形或四方形的單式淀粉粒結合而成的複合體,這是什麼淀粉粒?

(2) 蛋白質(糊粉粒):除構成原生質的生活蛋白質之外,在植物體中還有貯藏的非生活蛋白質,它們是植物的代謝產物,均以糊粉粒形式存在。

取蓖麻種子一粒,剝去種皮,切取胚乳的橫切薄片,放在滴有水滴的載片上,加一滴曙紅液置鏡下觀察,可見在胚乳細胞中含有很多橢圓形的糊粉粒。仔細換到高倍鏡下觀察,每一個糊粉粒是否有一至多個多角形的蛋白質結晶體(因被曙紅染色而呈紅色)?在結晶體的一端是否有一不被曙紅染色的圓形球狀體?這是球蛋白與磷酸鎂結合之化合物。在二者之外方共同包有一層蛋白質膜(亦被染成紅色),整個構成一糊粉粒。

(3) 脂肪(油滴):取花生種子一粒,用刀片切成薄片,放在滴有蘇丹Ⅲ的載片上,加蓋片置鏡下觀察,細胞中有許多大小不等的紅色圓形油滴。它是生活物質還是貯藏營養物質?

(4) 菊糖 取浸在70%酒精中的菊芋塊莖一小塊,用刀片縱切,使成極薄的薄片,置鏡下觀察,細胞中有白色球狀結晶體,注意其排列情況,有的沿着細胞壁,有的幾乎充滿整個細胞腔,都具有同心層狀結構,由中心放射出許多細綫,這種球狀結晶即為菊糖。在生活細胞中菊糖呈溶液狀態,但經酒精處理後被沉淀析出晶體。

(5) 晶體:主要存在于細胞的液泡中,形態很多。

① 取已分割了的橡皮樹葉一塊,用刀片作橫切,將所切下的薄片放在鏡下觀察,在葉的上面能否見到數排大型的貯水細胞?在這些細胞中,有的懸掛着瘤狀突起物,形如葡萄穗,這是碳酸鈣結晶。稱為鐘乳體。

② 取由酒精浸泡過的玉竹根莖一段,縱切成薄片觀察,在長形的薄壁細胞中,有的是否有成束的針狀結晶?這種結晶是草酸鈣。它的生成對植物生活有何意義?

③ 取小蓼莖一小段,作其橫切片觀察,在大形細胞中是否有草酸鈣結晶?其形狀與上面看過的有何區別?

6. 細胞的有絲分裂 取洋蔥根尖切片置鏡下觀察,首先看到排列整齊的一行行方形細

胞。細看有的細胞中有細胞核，有的則有許多點狀物、絲狀物或棒狀物，這就是細胞分裂的不同時期。為了研究方便，我們把有絲分裂分如下幾期：

(1) 分裂間期：在鏡下看到有完整細胞核的細胞，是處在兩次分裂之間的細胞，稱為分裂間期。

(2) 前期：仔細尋找，有的細胞核中出現粒狀物，有的為很多細絲構成網狀，有的核膜核仁消失而出現棒狀物，這些分別稱為染色質粒，染色質絲和染色質體，這種情形的細胞都是分裂前期。前期末每一染色體縱裂成二子染色體。

(3) 中期：仔細觀察會發現有些細胞，染色體集中到細胞中央（這一部位叫做赤道板），而細胞二極向中心發射出無色細絲，有的細胞互相聯接，有的連在子染色體上，總體是紡錘形，故稱紡錘絲。此為中期。

(4) 后期：仔細尋找，有的細胞內二半子染色體由於紡錘絲的牽動，分別向細胞兩極移動，此為后期。

(5) 末期：有的細胞中，二端各有一堆染色體分裂成的染色質粒，有的則出現核仁核膜，而在細胞的中央，赤道板位置上，出現細小的橫隔，這稱細胞板，此為分裂的末期。以後便生成兩個細胞。

作業：

1. 繪洋蔥（或大蒜）鱗莖表皮細胞，注明組成部分。
2. 繪灯芯草髓細胞。
3. 繪柿核胚乳（或辣椒表皮或梨石細胞）細胞的胞間聯絲。
4. 繪紫鴨跖草表皮細胞，重點繪白色體。
5. 繪馬鈴薯的各種淀粉粒。
6. 繪小蓼莖及玉竹根莖中的晶体。
7. 繪細胞有絲分裂的各期詳圖。
8. 典型細胞的結構包括那几部分？
9. 原生質的運動，有何意義？

八、組 織

本實驗目的是對各類組織有一個初步的認識。更詳細的將在以後的試驗中繼續觀察。

組織是若干形態、結構、機能相同，在同一器官中有同一來源，互相聯系的細胞組織。

分如下幾類。

1. 分生組織

(1) 取洋蔥根尖切片觀察，那些正在進行分裂的細胞就屬於分生組織。

(2) 取頂芽切片觀察，頂端生長點部分緊密排列的細胞是分生組織。

2. 保護組織

(1) 取天竺葵葉一片，撕取下表皮，置鏡下觀察，能否看到許多形狀不規則的表皮細胞及分布在這些細胞間的气孔器？仔細觀察气孔器的構造。

在表皮上都能看到什么样的毛？頂端呈球狀的一種毛屬於什么組織？

(2) 取小麥葉，放在硬紙板上，用解剖刀括去一層表皮和葉肉，將剩下的另一表皮剪

成小块放在鏡下觀察，可見到表皮細胞及氣孔器，它們都是什麼形狀？與天竹葵表皮及氣孔器有何不同？

3. 通氣薄壁組織

(1) 取菱角葉柄浮囊的橫切片置鏡下觀察，可見在層細胞間有巨大的空隙，細胞的壁是薄的，空隙內貯有大量空氣，此即通氣薄壁組織。在這些細胞中能否看到晶体？形狀如何？這種形狀的晶体叫晶簇。

(2) 取慈菇葉柄，用刀片做橫切片觀察，也可。

註：除通氣薄壁組織外，尚有吸收、同化、貯藏等薄壁組織，這些均將在以後的實驗中看到。

4. 輸導組織

(1) 取南瓜莖縱切片置鏡下觀察。仔細尋找是否發現一些粗細不同的長管子？管上是否有環狀、螺旋狀、網狀的花紋？這是導管。管壁上的木質化加厚不同，而形成環紋導管、螺旋紋導管及孔紋導管等等。由於蕃紅等染料染色使木質化壁變紅色，故導管在切片上看是紅色。

看完導管以後，再在導管附近尋找篩管，可見到篩管也是由許多長形的篩管分子構成的，二個篩管分子之間能否見到黃色的橫隔？是否呈篩狀？在篩管分子中是否有漏斗狀的原生質帶？這是原生質經處理後收縮凝固而成的。注意篩管壁與導管壁有何不同？為什麼未被染成紅色？

(2) 吸取少許已離析的并用蕃紅染色的油松管胞，滴在載片上，置鏡下觀察可見到許多長梭狀的管胞，它呈什麼顏色？為什麼？壁上能否看到具緣紋孔？仔細觀察具緣紋孔，了解其構造。

5. 機械組織

(1) 厚角組織：取甜菜葉柄，切成橫切片置鏡下觀察。在表皮細胞下是否有無數角端加厚的細胞？這是厚角細胞，仔細觀察它們呈何形狀？看不清時可加一滴蕃紅液，用吸水紙引入蓋片下觀察，則角端呈深紅色，細胞腔為粉紅色。

(2) 厚壁組織：

① 用解剖針挑取一些已離析的亞麻纖維，放在鏡下觀察。可見到很多纖維，每一條是什麼形狀？壁厚度情況如何？細胞腔大小？壁上是否有壁孔？呈何形狀？

② 用解剖針挑取一些已離析的白楊纖維，放在鏡下觀察。其纖維長度與前者有何不同？壁上有一行狹窄小孔，這是什麼？

6. 分泌組織

(1) 取松莖切片觀察。可見到許多紅色的方格子，這是管胞，在管胞之間能否看到許多孔口？孔口的四周圍繞着淡綠或粉色的小型薄壁細胞，細胞內是否有核？這就是樹脂道。

(2) 取一段虎刺莖，作縱切面置鏡下觀察。可見到有許多分枝的乳管。用碘液處理後，在乳管中有什麼出現？那些長骨狀的東西是淀粉粒。

作業：

1. 繪天竹葵或小麥的表皮圖。
2. 繪南瓜莖上的篩管圖。
3. 繪油松具緣紋孔的管胞圖。

九、根的結構及根瘤、菌根

本實驗的目的是了解根的分區及各種解剖構造，附帶了解根瘤及菌根。

1. 根尖的分區 取小麥的根尖部分，放在滴有水滴的載片上，置解剖鏡下觀察。在根的最尖端，能否看到由許多薄壁細胞構成的帽狀體套在根尖外方？這是根冠，起保護根尖的作用。繼續往上觀察，在根冠以上是形成區，此處細胞幼嫩，不斷進行細胞分裂。回顧一下，洋蔥根尖切片的情況，有大量細胞分裂的部分屬於何種分區？再繼續向上觀察，細胞是否變長了？這一部分稱伸長區。再往上可看到許多根毛為根毛區，仔細觀察根毛發生在什麼地方？根毛具有吸水作用為吸收薄壁組織。在根毛區根的分化已完善，故又稱成熟區。

2. 根的初生結構

(1) 取毛茛根橫切片置鏡下觀察，從外向內可分以下幾部分：

① 根被皮：在根的最外方能否看到一圈小而破壞了的細胞？能否看到個別完整細胞中有細胞核？這就是根被皮，它已在制片過程中被破壞，故不完整整齊。

② 皮層：位於根被皮以內部分，可以看到大量薄壁細胞，它們佔據了根的大部分面積，這即是皮層。注意觀察細胞之間是否有空隙存在？除外面數層細胞不含淀粉外，大部分細胞是否皆含有染成粉紅色的淀粉粒？這類細胞就屬於貯藏薄壁組織。

仔細觀察最內方的一層皮層細胞。它們比一般皮層細胞小得多，緊密排列成一圈，把注意力集中在這一圈細胞上，能否看到相鄰細胞的側壁上有紅點？找到一個紅點後，深入觀察，整個一圈每個側壁上是否皆有一個紅點？有的細胞四壁都是紅的。這個紅點就是卡氏點，這一圈細胞叫內皮層。卡氏點是木栓質的加厚，有的細胞，這種加厚蔓延到整個壁，故四壁皆呈紅色。試思考一下，為什麼卡氏點又稱卡氏帶？它有什麼作用？

③ 中柱：內皮層所包圍的圓柱體稱中柱，其構造分：

中柱鞘：在內皮層內方還有一圈薄壁細胞稱中柱鞘。注意它的細胞在排列上與內皮層細胞有何關係？將來它會有何變化？

木質部：在根的中央可以很明顯地看到一個紅色的十字形，這是初生木質部，因為有四個放射股，故稱四原型木質部（有的植物有三個放射股，稱三原型，余此類推）。仔細觀察，每一股是否呈塔狀，塔尖朝外？導管口徑是否由外向內，即由塔尖向塔基漸大？這種木質部，因導管是由外開始逐漸向內分化的，稱外始式，根的初生木質部都是外始式的。再觀察一下，四個塔狀木質部是否被中心的一些導管連接起來？塔狀木質部稱原生木質部，中心連接四個原生木質部的是後生木質部。二者共同構成初生木質部。

韌皮部：注意觀察，在塔狀木質部之間有韌皮部存在，它們與木質部相間排列，這種維管束稱放射維管束。木質部分與韌皮部之間是否有薄壁細胞存在？

(2) 取馬尾松根橫切片置鏡下觀察，自外向內構造為：

① 外皮層：位於根的外圍有數層不規則的厚壁細胞，這是外皮層，根被皮由於它的產生已脫落。

② 皮層：外皮層以內有大量圓形細胞，為皮層。最內一層皮層細胞，有什麼變化，你看到“馬蹄鐵”形加厚了嗎？這一層細胞為內皮層。內皮層細胞是否全加厚？注意一下在木

質部的尖端是否有不加厚的內皮層細胞？這種細胞叫通道細胞。

③中柱：內皮層以內是否有一圈圓形細胞？這是中柱鞘。中柱鞘以內為木質部與韌皮部。注意一下木質部是幾原型的？

3. 側根的形成 取蚕豆根橫切片，先用肉眼觀察，能否看到由中柱發生出側根？再置于低倍鏡下觀察，識別主根的根被皮、皮層、中柱各部分。然後注意觀察中柱。蚕豆根初生木質部是幾原型的？你看到由中柱發出的側根了嗎？它是否生于放射線的尖端？側根的導管與主根木質部是否相連？側根是怎樣生成的？

4. 根的次生結構：取南瓜根橫切片，先用肉眼分辨出皮層、韌皮部及木質部，然後置鏡下觀察。

(1) 木栓化細胞：在根的最外方是否有1—2層紅褐色的細胞？這種細胞已木栓化了，其作用如何？它能否稱為周皮？

(2) 皮層：木栓化細胞以內有數層長形的皮層細胞。

(3) 韌皮部：初生韌皮部在外，有些細胞已被擠成扁條狀殘余，為什麼？次生韌皮部在內，細胞完整，無扁條狀殘余，二者沒有明顯界限。你看到篩管了嗎？它是什么形狀？

(4) 形成層：位于韌皮部之內方，看到有較小壁薄排列整齊的形成層了嗎？

(5) 木質部：形成層以內廣大紅色區域是木質部。你看到導管了嗎？這種木質部是次生木質部。仔細向內觀察，直到根的最中心，能否見到三原型的初生木質部？（必須仔細用高倍鏡觀察）。

(6) 射線：看到初生木質部後，從一個放射線出發向外仔細觀察，此處細胞呈何形狀，是否直通皮層？這是初生射線。再觀察次生木質部中，是否有斷續的射線？它們不通到根的中心，但向外可通到皮層，這是次生射線。

5. 根的三生結構：有些植物根，除次生生長外，還有三生生長，形成三生結構。

取甜菜根，用解剖刀橫切成片，在斷面上是否有好多同心圓環？這是三生形成層環，每一環上能看到許多小黑點！這是維管束，是由形成層環分生出來的。在兩個形成層環之間是否有大量薄壁細胞？這是貯藏組織，也是由形成層環形成的。

仔細觀察，根中心是否有二原型的初生木質部。

6. 貯藏根的結構

(1) 取胡蘿卜根的橫切片進行肉眼觀察。其最外圍是周皮，它由幾部分構成？以內為橙黃色的部分，是韌皮部，它佔有的面積大不大？再內為淡黃色的部分，為木質部。試思考一下，木質部與韌皮部之間應當有什么？注意觀察一下射線。是否呈放射狀？

(2) 取蘿卜根用解剖刀割成橫切片，用肉眼觀察橫切面。外圍有一層綠色部分，為韌皮部。它佔的面積大不大？與胡蘿卜韌皮部有何不同？再觀察，根的大部分為白色，這是木質部，能否看到大量放射狀的木射線？蘿卜的木質部為大量木薄壁細胞組成，含大量貯藏物質。

7. 根瘤先菌根

(1) 根瘤：取根瘤切片于鏡下觀察。是否看到了根的本身？在根的一側皮層細胞過多分裂，膨大成束狀根瘤，結果在切片上所見到的大部分是根瘤，仔細觀察根瘤。由外至內可見到以下各部：

① 根瘤皮層：位于根瘤外圍，為薄壁細胞組成。