

植物学实验指导

(二学段用)

植物教研组

一九六〇.七

沈阳农学院

植物学实验注意事项

1. 在实验前必须将实验指导书详细阅读一遍。了解当堂实验内容，所需材料及操作方法。
2. 进行实验操作过程时，应按指导书上所指定步骤进行，以保证获得正确结果。在进行实验时要细心认真，不能粗枝大叶。
3. 在实验室内必须保持室内肃静、整洁。实验完后废物应倒入废物箱内清除出外，不能丢入水槽；用完后的玻璃仪器，经整理洗净后归还原处。
4. 对材料及药品必须节约使用，对仪器尤要爱护。在每次使用显微镜时，事前及用后均要详细检查。如有故障及损坏等应立即向指导实习教师报告。
5. 实验报告，在做完实验后当堂交与指导实验教师。
6. 实验报告要求：
 - ① 绘图一律用铅笔2H或3H及洁白的绘图纸（16开）。
 - ② 图绘在图纸的左边，字註在图的右面。
 - ③ 图要按实物绘出，不得抄自挂图或插图。
7. 每次实验课结束后，同学轮流作实验室清扫工作。

植物学实验 一

题目：显微镜。

目的：认识显微镜的各部名称，并熟练使用方法。

仪器：显微镜、载玻片、盖玻片、培养皿、镊子、解剖刀、解剖针、刀片、解剖剪。

材料：字母片、红绸片。

方法与说明：

- I. 认识显微镜各部名称。
 1. 镜座：为显微镜之基部，马蹄形，为支持镜身之用。
 2. 镜身：为镜座上直立之支柱。
 3. 镜臂：为中部弯曲之处，拿显微镜时手握此处。
 4. 载物台：或称镜台，为放标本之平台、台之中央有一圆孔，为光线通入之处。
 5. 集光器：附属于载物台之下，为集合反光镜所折射之光线。
 6. 集光调节器：于镜身之左上角具一螺旋，为调节集光器之用。
 7. 转盘旋动器：于载物台之两旁有一小螺旋，旋转则可移动载物台。
 8. 稜镜室：内装有稜镜，将自接物镜直入之光线射入斜置之接目镜内。
 9. 接物镜转换器：位于稜镜室之下方，接物镜即装置其上，在使用不同倍数的接物镜时，可用此器转换之。
 10. 接物镜：装于转换器上之镜头，为显微镜主要部分之一，用时需对准载物台中心之

圓孔。注意鏡頭決不可接觸玻片或任何材料和藥物上。

11. 粗調節器：裝于鏡臂之下部兩側，形如輪盤，中有一軸，如順時針方向旋轉，鏡臂上升，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，在用高倍接物鏡時，以調節物象使之更為清晰，其旋轉範圍僅限于鏡臂與鏡身交換處之二標綫間。每轉動一圈鏡筒便上升或下降0.1mm，上分50小格每一小格等于0.002mm (2μ)。

13. 鏡筒：為中空之長筒，附于稜鏡室之上方。

14. 反光鏡：在集光器之下，一為平面鏡一為凹面鏡，用以將光綫反射入鏡內，平面鏡反射之光綫較散，凹面鏡反射之光綫較集中。

15. 調光玻璃架：附于集光器下面，為裝置濾色玻璃之用。

II. 顯微鏡之使用：

使用顯微鏡時必須心平氣和，按着一定步驟。謹慎操作，切勿急躁大意，以免損壞。

使用方法及注意事項：

1. 從鏡箱中取鏡子時先將放置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，使之平穩。

2. 在使用前應先檢查鏡之各部是否清潔。若鏡頭有灰塵切勿用粗布，手指擦抹，必須用特備之細絹或擦鏡棉紙輕輕拂之，必要時可沾些二甲苯輕揩。

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，然後將接物鏡轉換器上之低倍鏡轉至中央，對准通光孔，注意不能與載物台相接觸，以免損傷鏡頭。

4. 調節好反光鏡、集光器、遮光器，使光綫充足、視野清楚。

5. 再將載有標本之載片置于鏡台上，使欲觀察之標本恰對在孔的中央，然後用壓夾固定，注意不要壓在蓋片上。

6. 以順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，向上慢慢轉動粗調節器，看見物象後，再前後轉動螺旋，直到看清楚物象為止。

7. 用高倍鏡時須在低倍鏡下看清楚後，再轉換高倍鏡，此時應特別注意，如玻片厚時則需將筒上升，然後轉換高倍鏡。防止鏡頭與玻片接觸，以免壓碎玻片及損壞鏡頭。再調節細調節器之螺旋，使物象清晰。

8. 不許隨意拆卸鏡頭及任何另件，並避免藥品，水及其他污物接觸鏡頭或鏡體任何部分。

9. 觀察物象時需睜開雙眼利用左眼觀察為宜，並要保持身體正常姿勢。

10. 用完后要保持鏡體清潔，將各部轉換原處。

III. 顯微鏡放大的計算：

倍数 = 接目鏡放大倍数 $\times$ 接物鏡放大倍数。

例： $600 = 15 \times 40$

IV. 其他實驗用具：

1. 載玻片——為長方形之薄玻片，通常 $7.5\text{cm} \times 2.5\text{cm}$ 實驗材料放置于上。

2. 蓋玻片——為極薄之小玻片，方形或圓形通常方形者為 18mm ，為復蓋實驗材料之用。

3. 滴瓶——帶有滴管的小玻璃瓶，用以盛藥品染色劑和蒸餾水之用。

4. 吸水紙——用以吸取蓋片下過量的水或染色劑。
5. 切片刀——切片刀須鋒利，一般以刀片為宜。
6. 鑷子——規格不一，用以鑷取材料或蓋片之用，普通常用金屬制的，但挑取酸性液中的材料須用角質鑷子為宜。
7. 解剖針——挑撥材料及解剖之用。
8. 解剖刀——用以切取大的材料。
9. 解剖剪——剪小材料之用。

V. 觀察：

1. 字母片及紅網片觀察：

(1) 將顯微鏡放於左前方，實驗提綱及其他用具、材料等依順序放在右前方，旋轉低倍鏡，對准鏡筒，調節好光綫。

(2) 將字母片放在鏡台上，使字母恰在鏡台圓孔中央用壓夾固定之。

(3) 用低倍接目鏡，轉動粗調節器，使鏡筒下降到物鏡與玻片相距約 $\frac{1}{2}$ cm 處，再向內旋轉，使鏡筒上升，到物象看清楚為止。

作業：在顯微鏡圖上註以各部名稱。

植物學實驗 二

題目：徒手切片，細胞的基本結構與質體。

目的：1. 掌握徒手切片方法。

2. 觀察細胞的基本結構。

3. 認識質體類型，及觀察細胞間連絲存在的位置。

儀器藥品：解剖刀、解剖針、解剖剪、刀片（或剃刀）、鑷子、硬紙板、載片、蓋片、培養皿、顯微鏡、蒸餾水。

材料：向日葵髓、洋蔥鱗莖、提燈蘚葉、紅辣椒果實、吊竹梅葉、燈心草髓。

方法與說明：

I. 徒手切片：

取切成長條狀的向日葵髓，拿在左手，使食指和所切向日葵髓的面相平。右手持以刀片，刀片須放平，用大拇指與食指拿住刀片上下面，然後從刀刃下方起向右上斜着拉切，切時宜用臂力而不用腕力，否則不易切薄。如此反復練習多次，就能基本掌握手切技術。

切下來的材料，先用毛筆沾水取下，放入盛水的培養皿中，然後再挑取放在滴有蒸餾水的載片上，加以蓋片，在蓋蓋片時，先一邊接觸水滴，再慢慢放下，勿使蓋片下產生氣泡，以免影響觀察效果。裝好後的片子，先放置低倍鏡下觀察，檢查。

為了使其材料于鏡下清晰可見，可以進行染色，在染色時將染色瓶中的滴管，吸一些染液（常用為番紅），滴一滴在蓋片的一端，另一端用吸水紙吸去蓋片下多餘的水分，引染液入蓋片下，然後擦去蓋片四周多餘的水分後將載片放在鏡下觀察。

II. 細胞形態結構：

1. 洋蔥內表皮細胞觀察：

取洋葱肉质鳞片一块。用镊子撕下其一部份内表皮，大小以 $5 \times 5\text{mm}$ 左右为宜，若太大时用剪刀剪去多余的部分，然后放到先滴有蒸馏水的载片的水滴中，盖上盖片放镜下观察。在操作时要注意以下两点：首先在撕取内表皮时用力必须均匀，否则会撕破细胞壁，原生质体流出，如是沒有观察的价值了。其次是将材料放置载片上时，必须将表皮光滑的一面向上，以免发生卷曲现象，若发生卷曲就用解剖针挑平后，再加盖片。

作好的装片先在低倍镜下检查，然后轉換高倍镜观察。可以看到洋葱表皮细胞略呈长方形，但不一定規則，细胞壁清晰可見，中間有一圆球形的细胞核，细胞中其余透明的地方为原生质，是黏稠均匀的膠状物质。观察时如不太清楚，可用碘液染色。

2. 灯心草髓细胞(示范)。

3. 取灯心草髓，亦用刀片手切其横切片，用上法制成装片，置显微镜下观察。可见灯心草细胞与洋葱的完全不同，它是呈放射状，又因细胞已经死亡，因之细胞内也无原生质和细胞核的存在。

III. 质体：

质体是细胞内生活的部份，为原生质体生命活动的产物，在植物的生活中佔有一定的重要作用。分叶绿体、白色体、有色体三种。三者可互相转变。

1. 叶绿体：主要存在于植物的叶肉细胞内。

用镊子取一片藓叶，放在滴有水滴的载玻片上，盖上盖片，在显微镜下观察，可以看见许多薄壁细胞，其中有多数椭圆形的绿色小球，即为叶绿体，叶绿体是以蛋白质为基质，吸附有叶绿素，改呈现绿色，为了证明这一点可以把藓叶放在酒精中加热，叶绿素即被酒精溶解，使藓叶变白。

2. 有色体：存在于果实和植物其他有色的部份，其颜色的来源主要是叶黄素和胡萝卜素。

取一块浸软的或新鲜的红辣椒，用解剖刀切一小块，放在硬纸板上，用解剖刀刮去果肉，至果皮透明为止，把最薄而亮的部分剪下，作成装片，在显微镜下观察，可以看见红辣椒的细胞壁很厚，壁上有很多壁孔，亦为两相邻细胞原生质联通的地方，称胞间连丝，在细胞中有很多各种形状的红黄色小颗粒，即为有色体，也叫杂色体。

3. 白色体大多存在于植物不见光的部分，白色体遇见阳光可以转变成叶绿体。

取吊竹梅叶一片，缠绕于左手食指上，使叶背向外并用大姆指和中指夹住叶片，用刀片切下下表皮一块，不要带有绿色叶肉，放于载玻片的水滴中，(光的一面朝上)，加以盖片，置镜下观察，我们可以看见有两种颜色的细胞，一种无色，而另一种紫色(因细胞液中有花青素)，细胞呈多角形，如用高倍镜观察，找出细胞核明显的细胞，在核的周围有很多白色小颗粒，即为白色体，如果在构成气孔的保卫细胞中或保卫细胞两端的细胞中，其核的周围白色体更为明显。(示范)。

IV. 胞间连丝(示范)

在显微镜下观察柿核胚乳的切片，可以看到其细胞壁很厚，细胞呈多角形，每个细胞有一圆形或椭圆形的细胞腔，有些细胞腔内成黑色的一团，有些仅一部分黑色，这是经过处理后的原生质(因材料经过化学药品处理所致)，仔细用高倍镜观察，可以看到在两个细胞之间通过细胞壁有极细小的孔道、为原生质通过的地方，亦即我们要观察的胞间连丝也叫原生质联络丝。

作业：

1. 繪洋葱內表皮細胞圖，註出各部名称。
2. 繪蘚叶細胞圖，重點表示叶綠体所在位置。

思考題：

1. 胞間連絲（原生質連絡絲）有何作用？
2. 典型細胞的結構，包括那几部份？
3. 土豆經過太陽晒后为什么会变成綠色？綠色未成熟的蕃茄为什么以后会变紅色？

植物学實驗 三

題目：細胞有絲分裂，內含物。

目的：1. 了解細胞有絲分裂各期特點。

2. 觀察細胞內各种內含物。

儀器藥品：顯微鏡、解剖刀、解剖針、刀片、載片、蓋片、蒸餾水、碘液、苏丹Ⅲ、曙紅甘油溶液。

材料：洋葱根尖縱切片。土豆塊莖、小麥种子（或面粉）、大米、蓖麻子、花生、橡皮樹叶、小藜莖、玉竹根莖。

方法与說明：

I. 細胞有絲分裂（重點）：

觀察洋葱根尖切片，可以看到在根的尖端，有許多排列緊密的細胞，其中正進行着有絲分裂，仔細尋找可以在不同地方的細胞中找出有絲分裂的各个时期。

細胞的有絲分裂从相对靜止时期到分裂完畢可分为四个时期：

（1）前期——細胞核中出現極細的染色質粒，以后形成較大的染色質团，染色質团汇合而成染色体，染色体縱行分裂，核膜和核仁消失。

（2）中期——縱裂的染色体集中到細胞中央，形成所謂赤道板，在細胞的兩極出現无色細絲，伸到赤道板附近，与兩半子染色体联系，呈紡錘形，故叫紡錘絲。

（3）后期——半子染色体分别离开赤道向兩極移动。

（4）末期——移动到兩極的染色体，分裂成微粒，并逐漸消失，核膜出現，核仁也出現，在細胞赤道板处原生質增厚，形成細胞板，此时細胞即分为二。

細胞的有絲分裂是連續不断進行的过程，故在观察时，不要过于机械，首先要掌握各期的特點。

II. 細胞的內含物：

1. 淀粉：普通存在于植物的种子和其他貯藏器官中，形狀大小多样視不同植物而异。

① 我們首先觀察馬鈴薯塊莖中的淀粉：用刀片將馬鈴薯塊莖的小块切一薄片，或直接从塊莖上括取少許汁液，作成裝片置顯微鏡下观察：在薄壁細胞中有很多白色而透明橢圓形的淀粉粒，以后在蓋片的一边加一滴稀碘液，另一边用吸水紙吸去多余的水分，引碘液進入蓋片下，則淀粉粒被染成了藍色，淀粉遇碘变藍是鑑定淀粉的方法之一，染色后的淀粉粒（碘液不宜过多），有明显的偏心圓輪紋，称偏心層，在偏心層中心，有一核心，这个核心叫極核（臍）。

② 把预先浸好的大米切成薄片，用同样的步驟观察其淀粉粒，与馬鈴薯的淀粉粒有什

么不同？另外取少許小麥面粉觀察其淀粉粒，又有什么特征？

2. 糊粉粒

我們要觀察的蛋白質是貯藏蛋白質，貯藏的蛋白質是无生命的，是植物新陳代謝活動的產物，在植物種子中存在有多量的蛋白質，多是糊粉粒的狀態存在。

我們觀察蓖麻的種子，先剝去種皮，用刀片橫切胚乳成薄片，置于滴有曙紅甘油的溶液中加上蓋片，在顯微鏡下觀察，可看見在微帶多角形的胚乳細胞中有許多橢圓形的顆粒，即為糊粉粒，整個是一個橢圓形的蛋白質球體，里面有一個小球，是球蛋白與磷酸和鎂的化合物，稱球晶體，另外有一到幾個多角形的蛋白質結晶，稱擬晶體。

3. 油滴：

植物的脂肪呈油滴狀態存在于細胞中，也是一種貯藏的营养物質，普通存在于植物種子及果實中。

取花生種子，用刀片切成薄片，放在滴有蘇丹Ⅲ的載片上，蓋以蓋片，在鏡下觀察，細胞內有很多大小不等的圓形油滴呈紅色。

4. 結晶體：存在于液胞中，呈各種形態

① 縱切經酒精浸過的玉竹根莖，可以觀察到在長形的薄壁細胞中有成束的針狀結晶，有時，這些結晶為草酸鈣結晶。

② 橫切小蓼莖，可以觀察到在皮層薄壁細胞中有多角形的草酸鈣結晶。（示范）

③ 橫切橡皮樹葉，能見到在上表皮下方大型細胞內壁上，懸掛有瘤狀突起物，如一串葡萄狀的結晶，稱做葡萄狀體或鐘乳體。它是碳酸鈣結晶。（示范）

作業：

1. 繪細胞有絲分裂各期詳圖。

思考題：

1. 今有大米、土豆、小麥等三種淀粉，你如何來區分它們？

植物學實驗 四

題目：種子、幼苗根系及根的初生結構。

目的：1. 了解種子形態結構及幼苗形態類型。

2. 觀察兩種根系及根初生結構。

儀器：鑷子、解剖刀、顯微鏡、擴大鏡。

材料：菜豆種子、蓖麻種子、玉米果實。菜豆、蚕豆、小麥或玉米幼苗。大豆或棉花、小麥或水稻根系。毛茛根橫切片。小麥幼苗種子根。

方法與說明：

I. 觀察種子形態構造：

1. 菜豆種子：呈腎臟形，種皮具兩層，外種皮較厚，常具花紋及光澤；內種皮較薄而呈白色。在種子腹面凹陷處有一斑痕，為種柄脫落后所留下的痕跡，叫種臍；種臍一端有一小孔，叫種孔；種臍另一端有一圓形的突起稱種阜，種阜為種皮的突出物，在種阜上方有一綫狀突出物延至種子的背部，叫種脊。剝去種皮，里面有兩片肥厚的子葉，在兩片子葉間靠近種

臍部分有胚根、胚芽和胚莖。

2. 蓖麻种子：种皮坚硬，外面有光澤和黑褐色花紋，在种子基部有一兜起称种阜。种阜遮盖着种孔。种阜附近有一突出綫条，經种子腹面（較平的一面）分枝延至頂端称种脊。剥去种皮，可以看到白色肥厚含油質的胚乳。小心将胚乳分成兩半（通过側面縱切），可看到兩片極薄透明的子叶。在子叶基部有胚芽，胚根和胚軸。

3. 玉米果实：縱切玉米在擴大鏡下观察并取玉米果实的切片放鏡下对照观察，在玉米粒外面具坚实的果皮。种皮在發育中已消失。在种子內胚乳佔很大面積，在他外方有糊粉層，細胞呈長形或長方形，內有許多顆粒狀的糊粉粒。胚位于种子基部，在胚靠近胚乳的地方有盾形子叶一片，叫內子叶。在內子叶外側下方有胚根，和子叶相連的部分为胚莖，胚莖上方为胚芽，在胚根和胚芽的外面分別具有胚芽鞘和胚根鞘。玉米的外子叶（在胚靠果皮一側）不明显，因早期就停止發育。故玉米屬單子叶植物。

II. 观察幼苗形态类型（可示范）：

1. 菜豆幼苗：取菜豆幼苗观察，幼莖上能見到具有兩片萎縮的子叶。在子叶与第一片真叶之間的一段称上胚軸；子叶与根之間的一段称下胚軸。幼苗頂端具頂芽，此芽以后繼續萌發出新真叶。从菜豆幼苗來看是屬於子叶出土类型呢？还是子叶不出土类型？

2. 蚕豆幼苗：观察蚕豆幼苗，注意在幼莖上是否能見到子叶？能否找到下胚軸？从幼苗观察蚕豆幼苗应屬何种类型？

3. 玉米或小麦幼苗：玉米、小麦在萌發之初，胚根首先突破胚根鞘，形成主根。主根生長到一定長度后，一般生長較为緩慢。并在胚莖基部形成許多不定根。随着幼苗的不断生長發育，在分蘖節上還逐漸產生更多的不定根。胚軸生長很慢，胚芽鞘生長很快，胚芽也随着生長，当胚芽鞘長出土面时，胚芽即破鞘而出，真叶伸展，芽鞘則遺留在第一片真叶的下边。

小麦和玉米种子萌發时，子叶也不露出土面，故屬於子叶不出土类型。

III. 根系观察：

1. 直根系：大豆或棉花的主根很發達，在粗長的主根上生長有許多側根，从外形上观察側根沒有主根粗大，并且与主根形成一定角度向下生長，此种根系称直根系。为双子叶植物所具有。

2. 須根系：小麦、水稻等植物的胚根所形成的主根生長到一定長度后，生長較迟，以后在分蘖節上產生許多不定根，而不定根又反复分枝，同时分枝的粗細几乎相等因之整个根系形成一叢，这样構成了須根系。單子叶植物一般屬此类型。

IV. 根尖分区（示范）：

切取小麦幼苗的初生根放置解剖鏡下观察，根最先端6—8毫米的一段为根尖部分，可分为四区：

（1）根冠：位于根的最先端，細胞排列不整齐，最外面的还含有粘滑的膠質。根冠起保護作用。

（2）形成区：在根冠包围之內，此区細胞幼嫩排列紧密，能不断分裂產生新細胞。

（3）伸長区：位于形成区之后，此区細胞吸水性強，膨压增大快，故此区伸長極速。

（4）根毛区（成熟区）：此区位置在伸長区之后，此区細胞已成熟，停止了生長。表皮細胞外壁突出形成根毛。根的吸收功能主要靠根毛進行。

V. 根的初生結構（重點）：

观察毛茛根横切片，从外向内可分以下几部分：

(1) 表皮：位于根之最外层，细胞排列紧密，系属于初生保护组织。

(2) 皮层：位于表皮里面，占据根很大面积，为薄壁细胞组成，细胞排列较松，有细胞间隙；皮层最里面的一层为内皮层，细胞较小，排列紧密并成了一圈，在某些细胞相邻的侧壁上增厚，此增厚处称为卡氏点；有的地方细胞壁不加厚，水分和溶解物质能通过，称通过细胞。

(3) 中柱：位于内皮层之内，包括中柱鞘，木质部及韧皮部。

① 中柱鞘：为中柱最外层细胞与内皮层相连，排列成了一圈，有分生能力，能产生侧根和转化为木栓形成层的能力。

② 木质部：位于根的最中央，呈四股辐射状，辐射角的尖端，是原生木质部，所具有的导管口径小；向内为后生木质部，导管的口径较大。

③ 韧皮部：在木质部股之间，细胞较小而薄壁。在木质部与韧皮部之间有薄壁细胞存在。

注意观察毛茛根的木质部与韧皮部是成交互排列的，此种排列方式为放射状（辐射状），故称放射型维管束。

作业：

1. 绘菜豆种子外形及胚构造图，并注以各部名称。
2. 绘毛茛根剖面图，注各部名称。

植物学实验 五

题目：根的次生结构、侧根、根瘤及菌根。

目的：1. 了解根的次生构造及侧根的产生。

2. 观察根瘤的形态结构及菌根形态。

3. 观察几种贮藏根的构造。

仪器：解剖刀、镊子、解剖针、放大镜、显微镜。

材料：南瓜根、蚕豆根及根瘤横切片。菌根浸制标本。萝卜、胡萝卜及甜菜贮藏根横断面材料。

方法与说明：

I. 根的次生结构：

在显微镜下观察南瓜根横切片，从外至内包括以下几个部分：

(1) 周皮：在根最外圈的1—2层细胞，细胞壁木栓化，称做木栓层。木栓层内为木栓形成层，此层由几层排列紧密，壁薄，分生力强的细胞所组成。再内为栓内层，是多层较大型不规则的圆形薄壁细胞。

(2) 韧皮部：初生韧皮部在外，次生韧皮部靠内，但两者没明显的界线。在韧皮部中包括有多边形的筛管，小型伴胞，韧皮纤维及韧皮薄壁细胞。

(3) 形成层：在韧皮部之内方为形成层，此层细胞较小，壁薄含较大的核和丰富的原生质，分裂能力很强。

(4) 木質部：在形成層之內方能見三或四股排列的紅色次生木質部；在根的中央能見初生木質部，仔細觀察初生木質部各股頂端所在位置，它們股的頂端都在兩股次生木質部之間。木質部中包含有導管、管胞、木質纖維及木質薄壁細胞。

(5) 髓射綫：髓射綫為縱形薄壁細胞組成，起自初生木質部股的頂端，呈放射狀，三股或四股貫穿于根的剖面中，將木質部、韌皮部和形成層相互分隔。

II. 側根的產生：

觀察蚕豆根的橫切片，首先區別表皮、皮層及中柱各部。然後仔細觀察側根產生的位置；側根的產生，是由對內初生木質部股頂端的中柱鞘細胞分裂，以後逐漸分化形成根尖的各區，最後突破主根的外皮層和表皮而伸入土內。側根的结构完全與主根一樣，其中柱與主根中柱相連，構成一完整的輸導系統。

III. 根瘤（示范）：

在顯微鏡下觀察根瘤切片，從外到內可見以下各部：

(1) 根瘤皮層：是幾層大型的薄壁細胞組成。

(2) 分生組織：離根較遠一端，是些較小型，薄壁分生力強的細胞。

(3) 假菌體組織：細胞較大佔根瘤的整個中部，構成此組織的每個細胞內都充滿着根瘤菌。

(4) 淀粉鞘：假菌體組織外的一圈整齊細胞，胞內含有淀粉。

(5) 維管束：位於根瘤皮層和分生組織之中。

IV. 菌根（示范）：

取經過透明處理的松樹根尖放置解剖鏡下觀察：在根尖周圍密結着菌絲，且有一部分菌絲已穿入根中細胞的間隙。這種菌根屬外生菌根。

V. 貯藏根觀察：

1. 胡蘿卜根：用解剖刀切其橫断面觀察最外層是周皮。其次是橙黃色，面積很大的韌皮部。韌皮部之內為形成層，細胞壁薄而排列整齊成一圈。再向內方為木質部，此部位於中央，細胞呈淡黃色。

2. 蘿卜根：蘿卜根內外至內和胡蘿卜的層次完全一樣，但韌皮部和木質部在根內所佔面積而與胡蘿卜相反。

胡蘿卜和蘿卜初生木質部都為二原型，即木質部和韌皮部交互排列各成二股。注意觀察在橫断面的中心面能否見到二原股初生木質部？

3. 甜菜根：此根結構較為特殊，稱為三生構造。在橫断面上能否看到若干層圓環？這種圓環，它是維管束的形成層環和儲存營養物質的薄壁細胞層，交互排列而成。甜菜的初生木質部也為2股，在根中央能否觀察到？

作業：1. 繪南瓜根橫剖面構造。

2. 用簡圖比較三種貯藏根的區別。

思考題：

1. 南瓜根（次生結構）與毛茛根（初生結構）有何主要區別？

植物学实验 六

题目：芽及枝条；双子叶植物茎初生结构；

- 目的：1. 了解芽与枝条的形态结构和分枝类型；
2. 认识双子叶植物茎初生结构；
3. 观察导管、筛管结构和管胞外形。

仪器：显微镜、解剖刀、镊子、盖玻片、载玻片。

材料：各种有芽的枝条：（丁香、接骨木、糖槭、柳……等）芹菜茎横切片，南瓜茎横切片。油松离析的管胞。

说明与方法：

说明Ⅰ：芽的构造和类型：

芽按是尚未发育完成的幼枝，通常生在枝条的顶端及叶腋。

A. 芽按性质分有：花芽：将来发育形成花。

叶芽：将来发育形成枝条。

混合芽：既发育成枝条又能发育成花。

B. 芽按位置分有：定芽：顶芽、腋芽和副芽。

不定芽：生长位置不定的芽：在根、茎、叶任何部分都能生长。

C. 芽按排列分有：对生芽：节上具两个相对而生的芽。

互生芽两个芽分别着生在不同的节上，上下位置交错。

轮生：三个以上的节在芽上成轮状着生。

D. 芽按结构分有：鳞芽：芽的外面生有起保护作用的鳞片。为木本植物具有。

裸芽：芽的外面没有鳞片保护，芽裸露在外。多为一年生草本植物或湿润的热带植物所具有。

方法：1. 观察丁香、柳、糖槭、天竺葵等材料，他们的芽是鳞芽或裸芽？在节上如何排列的？

用刀片纵切丁香、柳、桃的芽，鉴别它们是花芽？叶芽？或混合芽？

说明Ⅱ. 枝条的外形与分枝类型：

甲、枝条的外形具有以下几部分：

A. 节——茎上着生叶子的地方。

B. 节间——节与节之间的一段距离。

C. 叶痕——叶子脱落后在茎上遗留的痕迹。

D. 维管束痕——在叶柄中所具有的维管束痕当断裂脱落后遗留下的痕迹。

E. 皮孔——枝条表面微凸的大小形状不同的小点，称皮孔。它是枝条进行气体交换的组织。

F. 芽鳞痕——芽鳞脱落的痕迹。

用接骨木、糖槭、桑等枝条观察其枝条的外部特征。

2. 分枝的类型:

A. 二叉分枝: 生长点的部分平均分为两半, 形成两个生长点, 因而形成两个侧枝, 而每个侧枝顶端的生长点又产生同样的分枝。

B. 假二叉分枝: 顶芽到一定时候停止生长, 而死亡或分化成花蕾, 其下面的两个侧芽发育形成两个枝条, 在两枝条间能找到顶芽残留部分。

C. 总状分枝: 顶芽不断生长, 形成粗大的主干, 而侧芽也能不断发育成新的枝条, 但所形成的新枝条较主干细。

D. 合轴分枝: 主轴生长点到一定时期死亡, 或生长迟缓, 某下方的一个侧芽, 发育成主茎, 如此顶芽不断死亡而侧芽不断代替形成主茎, 结果主茎系由合轴产生, 同时弯曲不直。

2. 识别丁香、柳、糖槭、卷柏、槲寄生的枝条各属何种分枝?

III. 双子叶植物初生茎结构:

取芹菜茎横切片置显微镜下观察, 从外至内可分以下列几部:

(1) 表皮: 是茎的最外层, 由长形排列紧密的细胞组成, 外部具有角质层, 表皮上有些地方能见到气孔。

(2) 初生皮层: 位于表皮细胞下面由多层细胞组成。皮层最外边的几层细胞常含有叶绿体; 有些地方的细胞角部增厚, 形成厚角组织, 故芹菜茎上具稜。皮层中部细胞不含叶绿体, 为大型排列的薄壁细胞。皮层最内一层细胞称内皮层, 其细胞中常含有淀粉粒, 故又称淀粉鞘, 但此层在切片上不甚清楚。

(3) 维管束鞘: 是中心柱靠近内皮层的一层, 在切片上所观察到的是成束的厚壁细胞, 覆于维管束之外方。

(4) 维管束: 其大小不同, 成轮状排列在茎中, 选择一个较大的维管束观察; 木质部位于茎的内方, 韧皮部位于茎的外方。在木质部中能见到大型的导管, 韧皮部中能见多角形筛管及方形之伴胞。在木质部与韧皮部之间, 有小型排列整齐的数层细胞, 为形成层。具有形成层的维管束, 称为什么维管束?

(5) 髓: 位于茎之中部, 由大型薄壁细胞所组成, 但芹菜茎的髓已破裂, 切片上只能见大型空腔。

(6) 射髓: 两个维管束之间的薄壁细胞, 内与髓腔相连, 外与皮层相连。

III. 导管、管胞及筛管观察:

1. 导管及筛管(示范):

取南瓜茎纵切片置显微镜下观察, 在木质部能见到环纹、螺旋及网纹三种类型的导管。在韧皮部能见到筛管及旁的伴胞。此处着重要求同学了解, 导管及筛管的区别, 前者无生命现象, 后者为活细胞组成。

2. 管胞观察:

取少许已离拆处理后的管胞放置载片上, 然后加上盖片在显微镜下观察: 能见长梭形的管胞, 管壁上具有重纹孔。

作業：

1. 填寫下表。

材 料	按性質分	按位置分	按排列分	按結構分	屬何種分枝類型
卷 柏					
糖 槭					
槲 寄 生					
柳 條					

2. 繪芹菜莖橫切面圖。

3. 繪幾個管胞圖。

思考題：1. 導管、管胞、篩管屬何種組織？

植物學實驗 七

題目：雙子葉植物莖的次生構造。裸子植物莖及單子葉植物莖。周韌及周木維管束。

目的：1. 認識雙子葉植物莖次生結構。

2. 識別裸子植物莖的次生結構，與單子葉植物莖的結構。

3. 觀察周韌及周木維管束。

儀器：顯微鏡、刀片、載片、蓋片、培養皿。

材料：槲櫟二——三生枝條，油松枝條；玉米莖橫切片。

I 雙子葉植物莖次生構造：

取二年或三年生槲櫟枝條、用刀片切成薄片，然後放置滴有水滴的載玻片上，加蓋片，於顯微鏡下觀察。

三年生槲櫟枝條由外向內可分以下各部：

(1) 周皮：莖之最外部為木栓組織，是由木栓形成層細胞向外分裂產生的，為數層排列較整齊的方形褐色細胞，在其內方是木栓形成層，細胞壁薄而整齊。木栓形成層的細胞向內分裂產生栓內層，細胞內具有葉綠體。木栓層、木栓形成層和栓內層三者合稱周皮。在周皮的外面有時尚有殘留的表皮。

(2) 初生皮層：包括周皮下面的厚角機械組織以及再下面的含有葉綠體及淀粉的薄壁細胞。這些薄壁細胞與韌皮射線的薄壁細胞相連，不易區分。

(3) 韌皮部在皮層之內，形成層之外的部分，這一部分主要為次生韌皮部，被扇形的韌皮射線所隔開。韌皮部由厚壁的韌皮纖維及薄壁組織兩部分交互排列而成，薄壁細胞中有篩管和伴胞。

(4) 形成層：在木質部與韌皮部之間，細胞扁平排列絕密，細胞原生質濃厚，具有分裂能力，向外分裂產生次生韌皮部，向內分裂產生次生木質部。

(5) 木質部：二年或三年生的木本莖有年輪的形成，觀察時應特別注意。每一年輪包括早材和晚材兩部分，早材在內方，中具大型的導管，數多而壁薄，木纖維亦少，晚材在

外，其中導管少而徑小，胞壁亦厚，中木纖維亦多，同時在同一年輪中佔的比例也小。在木質部有木射綫，由束內形成層產生。并在次生木質部之內，髓部之外有初生木質部存在。

(6) 髓部：位于莖之中央，由大形薄壁細胞組成。

II. 裸子植物莖的構造（示范）：

取二年生松枝，用刀片切成薄片，作裝片觀察。在莖的最外面有殘留的表皮，其內具有長形較不規則的木栓細胞，木栓層以內為皮層，由大形薄壁細胞組成，在皮層內分布有樹脂道，樹脂道為較大的分泌道，其橫切面為圓形或扁圓形，周圍有分泌細胞，有時我們可以看到充滿黃色樹脂，在松莖中內皮層和維管束鞘不易區別。在皮層內方為韌皮部，其中只有篩細胞，但無伴胞，韌皮部以內為形成層，再內為木質部，木質部也具有年輪及木射綫，但無導管，亦無木質纖維，主要由管胞組成。

III. 單子葉植物莖的構造：

觀察玉米莖的橫切片，由外向內可以分以下幾部：

(1) 表皮：位于莖之最外層，細胞排列緊密，外壁角質化，有時可看到氣孔。

(2) 皮層：在表皮以內，其外部之細胞壁加厚，形成厚壁組織，加強莖干的支持能力，厚壁細胞內方為結構疏松的薄壁細胞，內與維管束及中心柱之基本薄壁組織相連，在皮層和中柱之間沒有明顯的界綫。

(3) 維管束：單子葉植物莖中之維管束散生在中心柱的基本薄壁組織中，在外部的維管束較小而多，內部的維管束大而少。仔細觀察維管束，在每一個維管束的外部有厚壁組織環繞，稱為維管束鞘，維管束鞘里面有木質部和韌皮部，木質部向着莖的中心，韌皮部向外，這種維管束為外韌維管束。木質部最顯著的是兩個大形的導管，下面是一些小形導管和薄壁細胞，其中有一部分薄壁細胞常破壞而形成空腔。在韌皮部中可以清楚的看到篩管及方形的伴胞以及少數的薄壁細胞。木質部和韌皮部之間沒有形成層，這種是什麼類型的維管束？

IV. 周韌及周木維管束觀察（示范）：

1. 周韌維管束：

將蹄蓋蕨屬植物的根莖，制成橫切片，在顯微鏡下觀察，可以見到根莖中央具有韌皮部包圍着整個木質部的維管束，在木質部與韌皮部之間有無形成層？

2. 周木維管束：

取馬蘭根制成橫切片觀察，莖內的維管束與蕨類植物的相反，木質部排列在韌皮部之外，包圍着整個韌皮部。木質部與韌皮部之間也無形成層存在。

註：周韌與周木維管束，都屬同心維管束。

作業：

1. 繪橄欖樹莖橫切面一部份。

2. 繪玉米莖簡圖（其中繪一個維管束的詳圖）。

思考題：

1. 單子葉植物莖與雙子葉植物及裸子植物莖的維管束在排列上，有何不同？

2. 橄欖樹莖、玉米莖及馬蘭和蕨類植物的維管束，各由幾個部分組成，并屬何種類型的維管束？這些類型的維管束與毛茛根的維管束在排列上有何區別？

植物学實驗 八

題目：叶的外形及解剖構造。

目的：1. 了解叶的組成部分及形态結構。

2. 观察叶的各种类型及气孔及毛的構造。

3. 区别双子叶、單子叶及針叶結構上的异同。

仪器：刀片、解剖針、載片、盖片、蒸馏水、显微镜。

材料：各种类型叶的乾标本。天竺葵叶、小麥叶、大叶黄楊或迎春叶、松針叶。夾竹桃及玉米叶橫切片。

方法与說明：

I. 叶的組成部分、叶形及單复叶。

1. 叶的組成部分。

A. 叶柄——叶身与莖相联的部分。

B. 叶身——为叶子擴大而扁平的部分，在叶肉細胞內大量的叶綠体，为植物進行光合作用的主要器官。

C. 托叶——在叶柄基部，形狀大小不一，通常有兩片，托叶不是所有植物都具备，有些植物有，有些沒有。

2. 叶形：

叶的形狀是多种多样的，有圓形、橢圓形、長橢圓形、卵形、心臟形、三角形、箭形、菱形、披針形、綫形、劍形。

A. 叶緣——有鋸齒狀、波狀、全緣。

B. 缺刻——有淺裂、深裂。按缺刻的形式又有羽狀、掌狀等。

C. 叶基——有心形、耳形、箭形、戟形、盾形、楔形、圓形等。

D. 叶尖——有漸尖、急尖、微凹、鈍形、倒心形。

E. 叶脉——有网状脉（又分羽狀网状、掌狀网状），羽狀脉、平行脉、叉狀脉。

3. 單叶和复叶：

A. 單叶——一个叶柄上只有一个叶片，落叶时整个叶子从叶柄基部脫落。

B. 复叶——一个总叶柄上又長許多小叶片。每个小叶都有小叶柄。落叶时小叶柄基部和总叶柄基部都能產生离層而脫落。

复叶可以分为：

a. 羽狀复叶：小叶在总叶柄上成对排列，形成羽毛狀可分：

① 奇数羽狀复叶——羽狀复叶頂端有一个小叶。

② 偶数羽狀复叶——羽狀复叶頂端为兩小叶。

③ 二回羽狀复叶——如果羽狀复叶的总叶柄上，產生分枝，在分枝上再產生小叶，称叫二回羽狀复叶。如是还可以成三回，四回至多回。

b. 掌狀复叶：小叶集中在总叶柄頂端，呈掌狀，一般小叶片在五个以上。

c. 三出复叶：

羽狀三出复叶：总叶柄上長三个小叶，其中在頂端的一片小叶柄較長，而兩側的一对小叶柄較短。

掌狀三出复叶：長在总叶柄的頂端的三个小叶片，他們的小叶柄等長。

d. 單复叶：在总叶柄頂端，只有一片小叶片，但小叶片基部有关節，这种單复叶，系由三出复叶的二側小叶退化而來。

观察：

1. 用豌豆叶或天竺葵叶观察叶的各个組成部分，并注意有无托叶？

2. 观察桌上的各种复叶，各属于那一类型。

II. 双子叶植物叶的結構：

1. 取大叶黄楊或迎春叶，摺成数叠或夾于胡蘿卜块內，進行橫切，取其薄片，放置滴有蒸餾水的載片上，加上盖面后观察；亦可加少許蕃紅液（使叶脉着色）進行染色后，再行观察：

（1）表皮：可分上下表皮。上表皮位于上方，是一層排列紧密，不含叶绿体的長方形細胞組成，外壁具有較厚的角質層。下表皮位于切片的最下面，構造与上表皮相同，在下表皮上，能見到由二个保衛細胞所組成的气孔，在气孔上方处能見到由一些排列疏松的叶肉薄壁細胞所組成的气腔。

（2）叶肉：包括柵欄与海綿組織兩部分，位于上下表皮之間。靠上表皮的为1—2層排列整齐的柱狀薄壁細胞，称柵欄組織；在柵欄組織之下为一些不規則、排列疏松的橢圓形薄壁細胞所組成，这种組織叫海綿組織，中具有細胞間隙。在柵欄与海綿組織的細胞中都含有叶绿粒，但前者較后者为多。

（3）叶脉：在叶肉中可見到橫切与縱切后的两种叶脉。叶脉中木質部靠上方；韌皮部靠下方，在叶脉的周圍有机械組織的厚壁細胞所包围。

2. 取夾竹桃叶橫切片观察：

注意观察表皮上有无角質層？在上表皮下方能否見到大形，不含叶绿粒的細胞，这些細胞称貯水細胞。再观察叶肉中的主脉在木質部之上下方，是否排列着韌皮部？最后注意观察下表皮上，气孔外圍的气室中，是否具毛？从夾竹桃的叶观察所得結果，应属于早生、中生或水生植物叶的类型？

III. 單子叶植物叶的結構：

观察玉米叶橫切片，可以看到下面各部。

1. 表皮：上表皮由二种形狀和結構不同細胞組成，一种是普通的表皮細胞，另外一种是大形的扇狀細胞，称自动細胞，当大量失水后，可以使叶子卷起來。下表皮是一層排列整齐的細胞，可以見到气孔，气孔是由两个保衛細胞和两个助細胞構成；在上表皮亦能看到。

2. 叶肉：細胞形狀排列較紧密，沒有柵欄組織和海綿組織的区分，細胞內含多量叶绿体。

3. 叶脉：在切面上可以看到大小两种維管束間隔排列，較大維管束的上下兩端有兩堆厚壁組織，紧接上下表皮，在維管束的外面有一圈薄壁細胞，其中有木質部和韌皮部，木質部在上韌皮部在下。較小的維管束分佈在叶肉中間，接近下表皮，其周圍有几个大形的薄壁細胞，叫站細胞，木質部和韌皮部的細胞較少。

IV. 針叶的結構（示范）：

橫切松叶：做成裝片在顯微鏡下觀察，其整個叶形為半圓形，最外面是一層表皮細胞，外壁強烈角質化，表皮下具有厚壁的機械組織，氣孔內陷。葉肉為許多具有皺折細胞壁的薄壁細胞組成。含很多葉綠體。葉肉細胞間分布着樹脂道。葉的內皮層明顯，內含淀粉。葉的中間有兩束維管束，木質部在上由管胞組成，韌皮部在下，維管束周圍是一些薄壁細胞。

V. 雙子葉及單子葉氣孔觀察（示范）：

分別取天竺葵及小麥葉表皮，制成裝片放置顯微鏡下，讓學生了解氣孔的形狀結構。着重在觀察兩種植物氣孔的組成細胞之差異，也可附帶看看兩種植物葉表皮細胞形態的不同。（在觀察天竺葵時注意腺毛形狀）

作業：

1. 用文字敘述單葉與復葉的區別？并舉出各種類型復葉的一個代表植物。
2. 繪黃楊或迎春葉一部分構造圖。
3. 繪玉米葉一部分構造圖。

植物學實驗 九

題目：根、莖、葉的變態。

目的：1. 認識各種植物的變態。

2. 觀察異型葉性和葉鑲嵌，以了解植物對環境的適應。

儀器：解剖針、解剖刀、放大鏡。

材料：洋蔥、唐葛蒲、荸薺、姜、菱角、天竺葵、仙人掌、皂角、文竹、葡萄、洋槐、葫蘆、甘薯（地瓜）、馬鈴薯（土豆）、蘿卜、胡蘿卜、甜菜……等。

方法與說明：

I. 變態：植物因環境條件的改變，以及在生活上需要完成某種特殊機能的適應，它們的器官發生了形態和結構上的變化，形成了不同於一般根、莖、葉的變態器官。

1. 根變態：

A. 肥大直根

某些具有直根系的植物，其主根發達膨大，在薄壁細胞內貯藏大量的養料，能渡過寒冬，供次年植物生長的需要。如蘿卜、胡蘿卜、甜菜根等。

B. 塊根：植物的側根或不定根膨大成塊狀，有貯藏養料的機能，也用以營養繁殖。如甘薯、大麗菊的根。

C. 同化根：菱的根除普通根外，在水里還有許多帶綠色的片狀根，具有光合作用。

D. 寄生根——某些寄生植物如桑寄生、槲寄生等，寄生在其他植物上，有一種具有吸收作用的假根，叫吸器，用以吸取寄主內的營養物質和水份。

E. 支柱根——玉米靠近地面的莖節上形成許多不定根，具有支持的作用。

2. 變態莖：

（1）地下莖的變態：

A. 塊莖——塊莖是地下枝條末端膨大而成的肉質莖，常見的如馬鈴薯。其上有頂芽和