

植物学实验指导

编写 杨晋彬 罗玉明 李才生

淮阴师范学院
生物学实验教学中心
淮安 2005

目 录

第一部分 基础性实验

实验一 显微镜和生物绘图	4
实验二 植物细胞和组织	10
实验三 根和茎的形态结构比较.....	14
实验四 叶的形态和解剖.....	19
实验五 花的结构、花粉的形态及胚胎发育	22
实验六 果实和种子的形态、结构和比较.....	25
实验七 藻类植物	27
实验八 真菌、地衣和苔藓植物.....	30
实验九 蕨类植物、裸子植物.....	34
实验十 被子植物各种类型花的解剖观察	37
实验十一 植物分类检索表的编制和使用.....	38

第二部分 综合应用性实验

实验十二 植物界的基本类群和多样性.....	40
实验十三 淡水藻类植物的采集和培养	41
实验十四 植物标本的采集与制作技术	43
实验十五 种子植物的鉴定	45
实验十六 公园与淮师校园认识种子植物.....	46

第三部分 研究性实验

实验十七 淮安市园林植物种类的调查与分析	47
实验十八 淮安地区维管植物资源调查	48
参考文献	49

第一部分 基础性实验

实验 1 显微镜和生物绘图

显微镜是观察研究植物细胞结构、组织特征和器官构造的重要的工具。显微镜的种类很多,可分为光学显微镜和电子显微镜两大类。以可见光作光源的光学显微镜又可分为单式与复式两类。单式显微镜结构简单,常用的如放大镜,由一个透镜组成,放大倍数在 10 倍以下。构造较复杂的单式显微镜为解剖显微镜,也称实体显微镜、体视显微镜、解剖镜等,是由几个透镜组成的,其放大倍数在 200 倍以下。单式显微镜放大的物像都是和实物方向一致的虚像。

植物绘图是通过绘图的方式,来表现植物的一些重要形态解剖特征的常用方法。通过绘图,有助于对植物结构及其特征的认识和理解,是学习植物学必须掌握的技能,也是从事植物形态解剖以及分类学研究必备的常用技能之一。

一、实验目的

- 1 了解普通光学显微镜构造及其维护,初步掌握显微镜使用方法。
- 2 学习生物绘图的方法。

二、材料与用品

- 1 材料 相关玻片标本、一些可以用来在体视显微镜下观察的植物材料
- 2 用品 生物显微镜、体视显微镜、载玻片、镊子、擦镜纸等

三、实验内容与方法步骤

(一) 显微镜的构造与使用

I 生物显微镜及其使用方法

1 生物显微镜的构造(图 1-1, 图 1-2) 复式显微镜的结构复杂,至少由两组以上的透镜组成,放大倍数较高,是植物形态解剖最常用的显微镜。其有效放大倍数可达 1 250 倍,最高分辨率为 $0.2\mu\text{m}$ 。复式显微镜虽然有单目、双目或三目,结构繁简不同,但基本结构包括两大部分,即保证成像的光学系统和用以装置光学系统的机械部分。

(1) 机械部分

- ①镜座:显微镜基座,用以支持镜体的平衡,装有反光镜或照明光源。
- ②镜柱:镜座上面直立的短柱,连接、支持镜臂及以下部分。
- ③镜臂:弯曲如臂,下连镜柱,上连镜筒,是取放显微镜时手握的部位。直筒显微镜镜臂的下端与镜柱连接处有一活动关节,称倾斜关节,可使镜体在一定范围内后倾,便于观察(一般倾斜不超过 30°)。
- ④镜筒:显微镜上部圆形中空的长筒,其上端放置目镜,下端与物镜转换器相连。双目斜式的镜筒,两筒距离可以根据两眼距离及视力来调节。镜筒一般长 160mm 或 170 mm。镜筒的作用是保护成像光路与亮度。
- ⑤物镜转换器:装在镜筒下端的圆盘,可作圆周转动。盘上有 3-5 个螺口,在螺口上面可按顺序安装不同倍数的物镜。旋转转换器,物镜即可固定在使用的位置,保证目镜与物镜光线合轴。
- ⑥载物台:放置标本的平台,中央有一孔以通过光线。两旁装有标本压夹,以固定玻片标本。研究用显微镜装有标本移动器,用以固定或移动标本。移动器上装有游标尺,用以计算标本大小或标记被检标本的部位。镜台有固定式或移动式。
- ⑦调焦装置:为了得到清晰的物像,必须调节物镜与标本之间的距离,使它与物镜工作距离相等,这种操作叫调焦。镜臂两侧有粗、细调焦轮各一对,旋转时可使镜筒上升或下降。大的一对是粗调,每旋转一周,可使镜筒升降 10mm,用于低倍物镜检查标本时使用;小的是细调,每旋转一周,使镜筒升降 0.002mm ,用于高倍物镜观察时使用,转动细调不可超过 180° ,使用时,必须先低倍、后高倍。
- ⑧聚光器调节螺旋:安装在镜柱的左侧或右侧,旋转它时可以使聚光器上下移动,借以调节光线。但简单显微镜无此装置。

(2) 光学部分 由成像系统和照明系统组成。成像系统包括物镜和目镜。照明系统包括反光镜

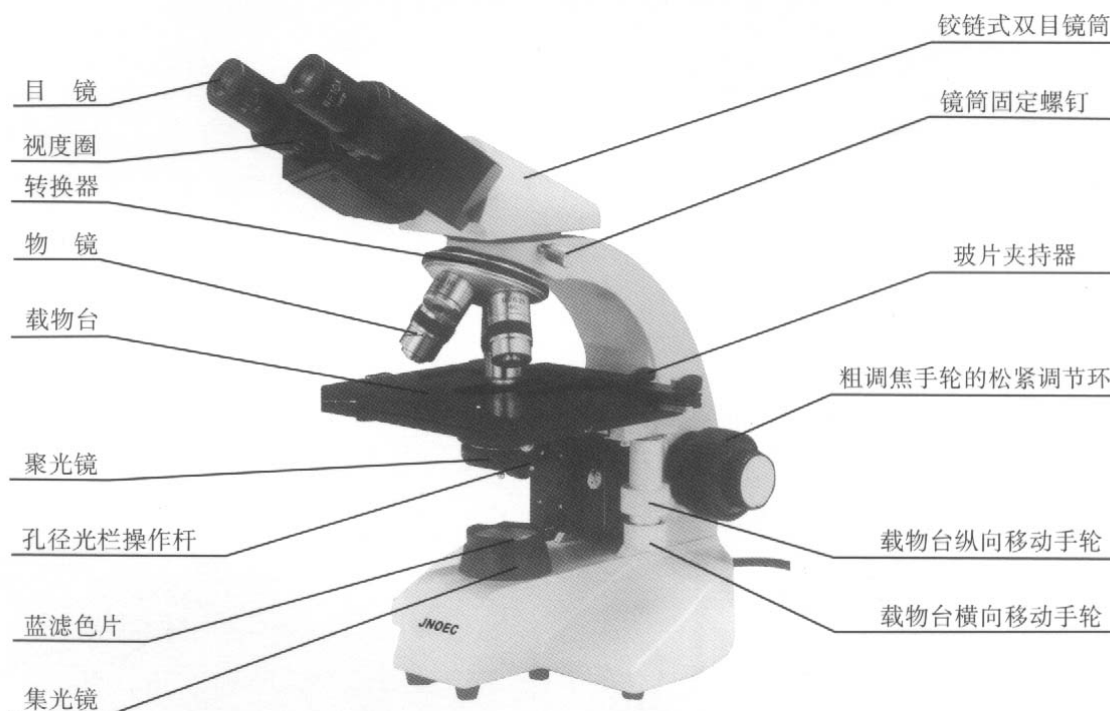


图 1-1 XS-212-202 型生物显微镜(一)

或电光源、聚光器或光圈调节盘。

①物镜：物镜是决定显微镜性能（如分辨率）的最重要部件。物镜的作用是将标本第一次放大成倒像。一般显微镜有几个放大倍数不同的物镜，例如 4×、10× 为低倍物镜，40× 为高倍物镜，这类物镜与标本之间不需要加任何液体介质进行观察的称为干燥物镜；而 100× 的称为油浸物镜，使用时需在标本和物镜之间加入折射率大于 1，而与玻片折射率相近的液体，如香柏油作为介质。

在物镜上刻有“40 / 0.65 160/0.17”等字样。40 表示物镜放大倍数，0.65 表示数值孔径（ $N.A = n \sin \alpha / 2$ ，其中 n 为物镜与标本之间介质的折射率； α 为物镜的镜口角，是指物镜主光轴上的物点与物镜前透镜的有效直径边缘所张的角度）即镜口率，镜头倍数不同，镜口率也不同，如 10× 物镜镜口率为 0.25，镜口率愈大工作距离（指物镜透镜表面与盖玻片表面之间距离（表 1-1））愈小，分辨能力越高。所谓分辨率是指显微镜能分辨两点之间最小的距离

（ $d = 0.61 \lambda / N.A$ ，其中 d 为分辨距离，单位 nm； λ 为照明光波长，单位 nm； $N.A$ 为数值孔径）。分辨两点间的距离越小，分辨率越大。160 表示镜筒长 160mm，0.17 表



图 1-2 XS-212-202 型生物显微镜(二)

示要求盖玻片的厚度为 0.17mm。

②目镜：安装在镜筒上端，其作用是将物镜放大所成的像进一步放大，便于观察。其上刻有放大倍数如 5×、10×或 16×等，可根据观察需要而选择使用。学生用显微镜在目镜内光栏上可用凡士林粘贴安装一段头发，在视野中则成一黑线，叫“指针”，可用它指示所观察部位。根据需要，目镜内也可安装目镜测微尺，用以测量所观察物体的大小。

显微镜放大倍数=物镜放大倍数×目镜放大倍数

③聚光器（聚光镜）：装在载物台下方的聚光器架上，由聚光镜（几个凸透镜）和光圈（可变光阑）组成，它可以使散射光汇集成束、集中一点，以增强被检物体的照明。聚光器可上下调节，如用高倍物镜时，视野范围小，则需上升聚光器；用低倍物镜时，视野范围大，可下降聚光器。

④光圈：装在聚光器内，拨动操作杆，可使光圈扩大或缩小，借以调节通光量。

⑤反光镜：装在聚光器或光圈盘下方的镜座插孔中，它可以朝任一方向旋转以对准光源。反光镜有平、凹两面，平面镜能反光；凹面镜兼有反光和聚光作用，一般在光线充足时使用平面镜，光线不足时使用凹面镜。

2 显微镜成像原理 显微镜的成像放大系统由物镜和目镜两组透镜组成。标本经物镜第一次放大在目镜焦点平面上形成倒置的实像，再经目镜第二次放大达到人的眼球，最后所看到的标本，成为一个方向相反倒置的虚像。因此使用显微镜时，标本移动的方向常和人眼所观察的物像相反。这样倒置的像常使初学使用显微镜的人发生困难，需要经过一段时间的实践，才能操作自如。（图 1-3、图 1-4）

3 使用显微镜的方法及步骤 显微镜使用主要包括两个方面：一是光度调节，二是焦距调节。具体使用方法如下：

（1）取镜和放镜 从显微镜柜中按座号取出显微镜，右手握住镜臂，左手平托镜座，保持镜体直立，特别不允许单手提着镜子走，防止目镜从镜筒中滑出，放置在座位桌子左侧距桌边 5~6 cm 处，以便于观察和防止显微镜掉落。要求桌子平稳，桌面清洁，避免直射阳光。然后用纱布揩拭镜身机械部分的灰尘，用特制擦镜纸擦拭光学部分。

（2）对光 一般用由窗口进入室内的散射光（应避免直射阳光），或用日光灯作光源，或直接打开电学源开关用电光源照明。对光时，先将低倍物镜转到中央，对准载物台的通光孔，然后用左眼（或双眼）从目镜向下观察，同时用手转动反光镜，使镜面向着光源（在光弱时用凹面镜，

表 1-1 XS-212-202 型生物显微镜物镜的主要技术参数

放大倍数	数值孔径(NA)	盖玻片厚度(mm)	工作距离(mm)	工作方式
4×	0.1	0.17	26.9	干
10×	0.25	0.17	6.4	干
40×	0.65	0.17	0.6	干
100×	1.25	0.17	0.098	油

光强时用平面镜），当光线从反光镜表面向上反射入镜筒时，在镜筒内就可看到一个圆形、明亮的视野，这时再利用聚光器或光圈或光圈调节盘调节光的强度，使视野内光线既均匀、明亮又不刺眼。

（3）低倍物镜使用 观察任何标本，都必须先用低倍物镜观察，因为低倍物镜视野范围大，易于发现观察目标和确定观察部位。

①放置玻片标本：升高镜筒或降低载物台，把玻片标本放置载物台中央（或玻片推进器内），使材料正对通光孔中心或物镜的正下方。

②调焦距：两眼从侧面注视物镜，向顺时针方向转动粗调焦轮，使镜筒徐徐下降或载物台徐徐上升至物镜距玻片 5mm 处。接着用左眼或双目注视镜筒内，同时按反时针方向慢慢转动粗调焦轮使镜筒慢慢上升或载物台慢慢下降，直至看到清晰的物像为止（注意：决不能在观察时下降镜筒或上升载物台，否则会压碎玻片，损坏镜头）。

如果一次调焦看不到物像,可以重新移正材料,再重复上述过程,直至物像出现和清晰为止。

为了使物像更加清晰,可稍微转动细调焦轮,至物像最清晰为止。

③低倍物镜观察:焦距调好后,移动标本移动器,根据需要,前后左右移动玻片,将观察部分移到最好的位置上。找好物像后,还可根据材料厚薄、颜色、成像反差强弱是否合适等再进行调节。如果视野太亮,可调低光源亮度,或降低聚光器,或缩小光圈,反之则调升光源亮度,或升高聚光器,或开大光圈。

(4)高倍物镜观察 在低倍物镜观察基础上,需要观察细微结构或较小的物体,可使用高倍物镜观察。

①选好目标:由于高倍物镜视野范围较小,因此使用高倍物镜前应在低倍物镜下选好欲观察的目标,并移至视野中央,然后转动物镜转换器,换上高倍物镜,使之合轴,即使其进入光路中。

使用高倍物镜时,由于物镜与标本之间距离很近,因此操作时要特别仔细,以防镜头碰击玻片。

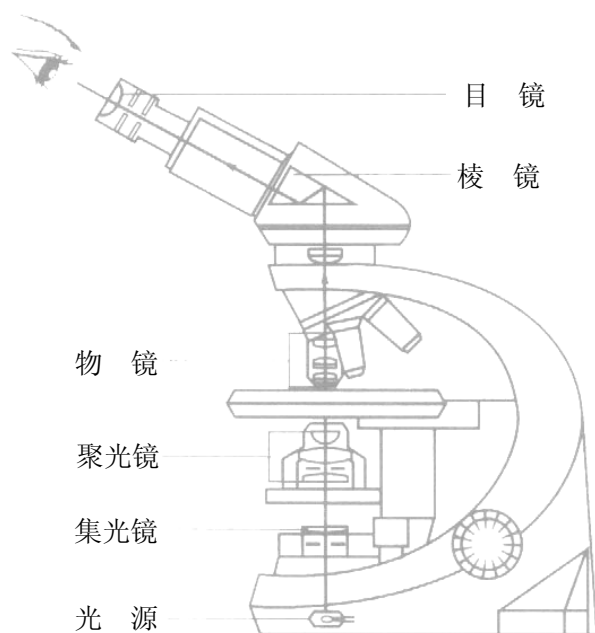


图 1-3 生物显微镜的光路图

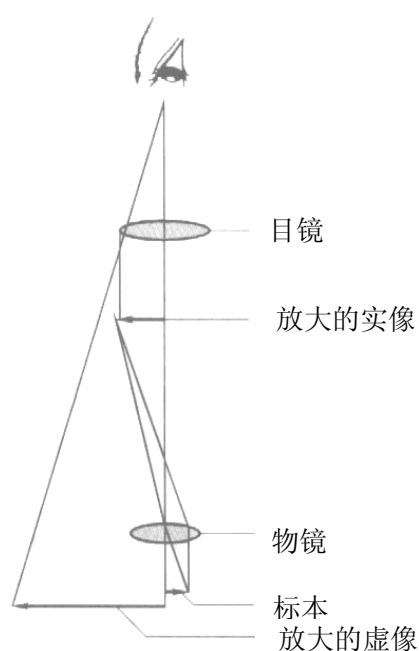


图 1-4 生物显微镜工作原理

②调整焦点:在正常情况下高倍物镜转动后,在视野中即可见到模糊的物像,只要稍许调节一下细调焦轮,就可获得清晰的物像。

③调节光亮度:在换用高倍物镜时,视野变小变暗,所以要重新调节视野亮度,此时可调升光源亮度或升高聚光器或放大光圈。一般情况下,不要将照明亮度调至最强状态,否则会使灯泡在满负荷下工作而缩短灯泡寿命。

(5)孔径光栏的调节 孔径光栏是为数值孔径的调节而设计的,不是调亮度。通常,当孔径光栏开启到物镜出瞳的 70~80%时,就可以得到足够对比度良好图像。欲观察孔径光栏像,可取下目镜,从空目镜筒中往下看物镜出瞳。(图 1-5)

(6)调换玻片标本 观察完毕,如需换看另一玻片标本时,转动物镜转换器,将高倍物镜换成低倍物镜,取出玻片,换上新玻片标本,然后重新从低倍物镜开始观察。千万不要在高倍物镜下换片,以免损坏镜头,而且也不易寻找目标。

(7)显微镜使用后的整理 观察结束,关掉电源开关,拔下插头,将载物台降低,取下玻片标本,转动物镜转换器,使高倍物镜头转离通光孔,再升高载物台到适当高度,并将玻片移动器移到适当位置,擦净镜体,回复到实验前的状态。

4 保养和使用显微镜应注意事项

(1)显微镜是精密仪器,使用时一定严格遵守操作规程。不许随意拆修,如某一部分发生故

障时，应及时报告老师处理。

(2) 要随时保持显微镜清洁，不用时及时收回镜箱或用塑料罩罩好。如有灰尘，机械部分用纱布块擦拭，光学部分用镜头毛刷拂去或用吹风球吹去灰尘，再用擦镜纸轻擦，或用脱脂棉棒蘸少许酒精乙醚混合液（3：7）由透镜中心向外进行轻擦（图 1-6），切忌用手指、纱布等擦抹。

(3) 观察临时装片，一定要加盖盖玻片，还须将玻片四周溢出水液吸干才能进行观察，以免水、药液流出污染镜体，损坏镜头。不要让显微镜在阳光下曝晒。

(4) 使用 4×物镜观察，视野内往往出现外界景物，此时可慢慢下降聚光器至景物消失。

(5) 观察显微镜时，坐姿要端正，双目张开，不要睁一眼闭一眼。画图时，可以用左眼观察，右眼作图。

(6) 保养显微镜要求做到防潮、防尘、防热、防剧烈震动，保持镜体清洁、干燥和转动灵活。箱内应放一袋蓝绿色的硅胶干燥剂。不用镜头应用柔软清洁的纸包好，置于干燥器内保存，霉雨季节要注意检查和擦拭镜头。

II 体视显微镜及其使用方法

1 体视显微镜的结构（图 1-7）

2 体视显微镜的特点及使用方法 体视显微镜下的物像不是倒立的。通常，光线从物体斜上方照射在标本上，因而观察的是标本的表面。与普通生物显微镜相比，体视显微镜的焦点深度较大，可放置较大的样品，如茎、叶、花等植物器官，观察者还可以进行体视镜下的解剖操作。其放大倍数是物镜、变倍物镜和目镜三者的乘积。但物镜一般不使用，一旦使用物镜，则观察的视野小了，焦深也小了，视野中的光线也变暗了。

①根据物体颜色，选择工作台黑白之一面，将所需观察的物体放在载玻片或培养皿中再放在工作台上。

②选择适当的放大倍率，换上所需的目镜（10×或 20×）。如在 80×以下观察，则可取下 2×大物镜，其有效工作距离为 87mm，如加上 2×大物镜，放大倍率可达 160×，则有效工作距离为 26mm，调节工作距离，可松开锁紧手轮，通过拉出或压入活动支柱来达到。

③操作时，将物体移至工作台板中心位置，转动升降手轮，使左侧目镜能看到清晰的物像，如果右侧目镜的像不清晰，则可以转动目镜调焦环，使之得到与左侧目镜同样清晰的物像，这样就看到了具有立体感的清晰的物像，调焦工作基本完成。为得到适当的放大倍率，可通过转动倍调节圈，改变变倍物镜的放大倍率来达到。变倍物镜的放大倍率可以在读数圈上读取。在必要时，可调节直角棱镜组，改变目镜间的距离，以适合观察者双眼之上瞳孔距。松开支紧螺丝，可以使显微镜绕轴作任意位置的旋转。

3 体视显微镜的保护与清洗方法 与一般生物显微镜一样。需要注意的是，载物台上不能直接放置观察材料进行动物或植物的解剖等，应在待解剖的生物下放一容器，如培养皿等。

（二）生物绘图

1 绘图的基本要求

为保证所绘制的植物图示的形象与科学，应注意以下几点：

(1) 科学性和准确性 绘植物图不同于一般的美术创作，它必须具有高度的科学性和准确性。这就要求我们必须认真观察要画的对象——切片或标本等，学习与之有关的文字记载及描述，正确理解了各部分的特征，然后还要选出正常的典型材料，才能在绘图时保证形态结构的准确性。

(2) 点、线要清晰流畅 线条要一笔画出，粗细均匀，光滑清晰，接头处无分叉和重线条痕迹，切忌重复描绘。植物图一般用圆点衬阴，表示明暗和颜色的深浅，给予立体感。点要圆而整齐，大小均匀，根据需要灵活掌握疏密变化，不能用涂抹阴影的方法代替圆点。

(3) 比例要正确 绘图要按植物各器官、组织以及细胞等各部构造原有比例绘出，绘放大的解剖图或形态图时，最好要注明放大的倍数，也可以用单位短线表示出长度。倍数一般以长度的比例为准。

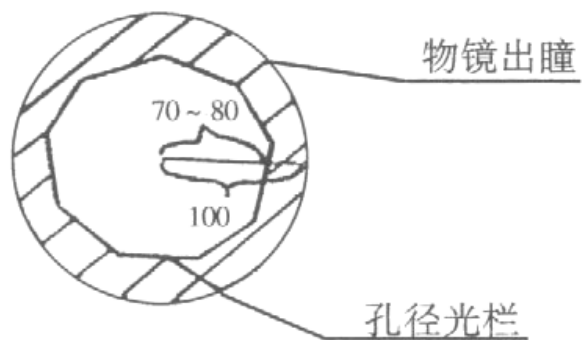


图 1-5 孔径光阑的调节

(4) 突出主要特征 植物学绘图中允许重点描绘植物的主要形态特征而其他部分可仅绘出轮廓, 以表示其完整性。

(5) 图纸及版面要保持整洁 绘图完成后, 图纸及版面要整洁清晰。

(6) 准确的标注 图注一律用正楷书写, 应尽量详细, 并要求用水平的直线引出, 最好在图的右侧, 必须整齐一致。作为实验报告, 图及图注一律要求用铅笔, 通常用 2H 或 3H 铅笔, 不要用钢笔、有色水笔或圆珠笔。实验题目写在绘图报告纸的上方, 图题和所用植物材料的名称和部位写在图的下方。

2 绘图的一般步骤

绘制植物图常常要运用多种测量、描绘的仪器用具, 已达到描绘精确的目的。但对一个普通的植物学工作者或研究人员, 只需要掌握最简单的绘图技能, 即用铅笔直接绘图。一般应遵循以下步骤:

(1) 构图 根据所要表达植物材料的内容要求, 设计好所要绘制的各个部分各自所占位置, 避免因画面设计不合理造成排列的混乱与失衡, 影响绘图的质量。

(2) 先绘草图再绘成图 用尖的软铅笔 (HB) 轻轻地在图纸上勾画出图形轮廓的草图, 以便于修改。勾画时, 要注意对照观察所画轮廓大小是否与实物相符合。正式绘制时要用 2H 或 3H 的绘图硬铅笔, 按顺手的方向动笔, 描出与物体相吻合的线条。线条要均匀, 最好一次成图, 不绘重线, 以免模糊。

(3) 概绘全图、细绘局部 在绘植物的宏观解剖图时要先绘全形图, 后绘部分的解剖图。边解剖观察, 边描绘作图, 严格地按一定次序解剖绘图。因材料放置的时间越短, 特征就越明显, 越不易遗漏。如绘花的外形图后, 取出各花瓣一次摆在玻璃板上, 一一绘出; 然后绘雄蕊与雌蕊的子房、花柱及柱头等。

(4) 绘轮廓时可采用各种辅助方法 如比例尺、坐标纸及实物测量等。如果绘的图是要出版或发表的, 则还需要用绘图笔细致地描在硫酸纸上, 或直接用电脑绘图。



图 1-6 显微镜镜头的擦拭方向

四、作业与思考

- 1 使用显微镜如何调光线、调焦点?
- 2 由低倍物镜转高倍物镜时应特别注意哪几点?
- 3 总结自己使用显微镜的优缺点。

4 绘一幅表皮细胞图, 要求图为长方形且必须有两个以上的完整细胞, 并尽量进行正确的标注。

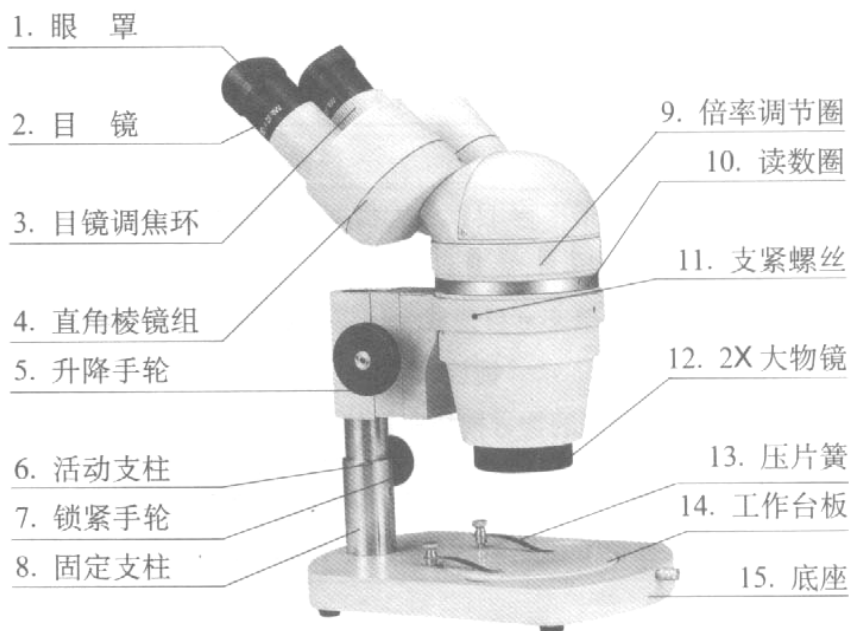


图 1-7 XTB-1 型连续变倍体视显微镜

实验 2 植物细胞和组织

细胞是生物形态结构和生命活动的基本单位。在进化过程中,植物细胞形成了特有的结构,具有细胞壁、质体和液泡。在光学显微镜下可以观察到植物细胞的细胞壁、细胞质、细胞核、质体和液泡。运用特殊的染色方法或使用相差显微镜可以观察到线粒体。利用电子显微镜除可观察到上述结构外,还可以观察到质膜、内质网、高尔基体、核糖体等超微结构。在新陈代谢旺盛的细胞中可观察到细胞原生质运动。

种子植物的组织结构按照其发育特点,可分为两大类,即分生组织和成熟组织。分生组织细胞在植物的一生中始终具有分裂能力,一方面增加新细胞到植物体中,另一方面使自己永存下去。成熟组织是由分生组织分裂的一些细胞在后来的生长发育过程中陆续分化而失去分裂的能力,所形成的有特定功能的细胞。按成熟组织的功能又可以分成营养组织、保护组织、输导组织、机械组织和分泌组织。在不同种植物、植物体不同的器官和植物发育的不同阶段,组织结构有所不同。

一、实验目的

- 1 熟练使用光学显微镜观察植物的细胞,并能在显微镜下辨认植物细胞的基本结构。
- 2 能识别植物的分生组织、薄壁组织、保护组织、输导组织和机械组织,并说出它们的基本形态结构特点。
- 3 学会制作植物表皮、果肉等临时装片;学习徒手切片技术,掌握动作要领。

二、材料与用品

1 材料 洋葱鳞茎、红辣椒果实、番茄果实、玉簪叶、具有表皮毛的叶(如向日葵、茄、天竺葵等)、柑橘果实、芹菜叶柄、大叶黄杨或海桐的叶及其嫩茎;柿胚乳装片、玉米或洋葱根尖纵切片、黑藻或丁香茎尖纵切片、南瓜茎横切及纵切片、松茎的横切及纵切片;松、泡桐、杨树等木本植物茎(2年生以上)等的离析材料。

2 用品 显微镜、载玻片、盖玻片、解剖针、镊子、解剖刀、酒精灯、吸水纸、滴管、烧杯和小瓶等。

I₂-IK 水溶液、Janus 绿水溶液;铬酸离析液、改良碱性品红染色液和 45%冰乙酸。

三、实验内容与方法步骤

(一) 植物细胞的基本结构和装片技术

1 洋葱鳞叶表皮细胞

(1) 洋葱鳞叶表皮细胞临时装片 剥除洋葱外部较老的鳞叶,取中部鳞叶的内表皮约 2 mm×2 mm 制作临时装片。制片时,用刀片在鳞叶内表面划出“#”字,用镊子撕取中间方形部分。将取下的材料尽快放到水中,用解剖针将材料展平。

(2) 植物细胞结构的观察 低倍镜下观察洋葱鳞叶表皮细胞及其表皮细胞的排列方式。然后转入高倍镜,可以观察到细胞壁、细胞质、液泡、细胞核和白色体。在细胞壁上可以找到初生纹孔场,液泡与细胞质之间的界限不易观察,可以在细胞角隅处发现这种分界。紫色品种洋葱的材料中有些细胞液泡是紫色的,想想这是为什么?在高倍镜下仔细观察细胞质,并观察细胞质中的颗粒是否运动。

(3) 染色观察 将 I₂-IK 染液滴在盖玻片的一侧,在另一侧用吸水纸将染料吸入后,待表皮材料呈淡黄色时,观察细胞核及核仁。注意观察:细胞核的形状和在细胞中的位置;细胞核中核仁数量;液泡与细胞质之间的界限。线粒体较小,需经一定的染色方可在光学显微镜下观察。在培养皿中,加入 Janus 绿水溶液(0.001%),将被观察的材料(如洋葱鳞叶表皮等)放入,染色约 15 min 后,制作临时装片,在高倍镜下观察线粒体是否呈蓝绿色。

可选成熟番茄果肉细胞、苹果或香蕉的果肉细胞进行上述同样内容的观察。

2 红辣椒果实的表皮细胞

取红辣椒果实的一块果皮,将表皮向下放在载玻片上,用镊子夹住材料,以解剖刀刮去果肉,刮至无色或半透明的浅橙色,这时仅留下表皮。将其制成临时装片,可观察到细胞中有许多红色的颗粒(有色体),并可在细胞壁上观察到一些较薄的部位,多呈念珠状——初生纹孔场。

3 芹菜叶柄徒手横切片制备和观察

可以观察到叶柄表皮细胞、厚角细胞、薄壁细胞等。

4 柿胚乳永久制片

柿胚乳细胞壁较厚，在细胞壁上可见到横贯细胞壁的细丝，这就是胞间连丝。

5 植物细胞的原生质运动

活的细胞一般都具有原生质运动现象。通过显微图像电脑处理系统的放大，洋葱表皮细胞、芹菜叶柄横切、蚕豆茎横切等临时制片中都可看到原生质运动现象。在新陈代谢旺盛的细胞中更易观察到原生质运动的现象，如：

(1) 黑藻，取回的材料放在光下培养。实验时取其接近茎尖的、发育成熟的叶，制成临时装片。在显微镜下选取叶脉处的长形细胞（其附近的细胞中原生质运动的现象比较明显），可以看到绿色颗粒状的叶绿体在随细胞质运动。

(2) 采集轮藻，取其小枝制成临时装片观察。在低倍镜下即可观察到单细胞的结构中原生质环流的现象。

(3) 采集紫竹梅或紫露草花，用镊子剥开花冠，从雄蕊基部夹取花丝表皮毛，制成临时装片。用高倍镜观察可见其中的细胞质颗粒在向着一定的方向运动。

(二) 植物的各种组织

1 分生组织

(1) 取玉米或洋葱根尖纵切永久制片，先在低倍镜下观察，再用高倍镜。植物根尖顶端有一帽状的根冠，其内圆锥状的部分染色深，细胞小，细胞核相对较大，细胞质浓厚，没有明显的液泡，无分化，为原分生组织。原分生组织上方略有分化的组织，为初生分生组织，其表面是原表皮，表皮以内染色较淡的是基本分生组织，中央染色较深的部位为原形成层。注意观察：初生分生组织的细胞形态特点，有无正在分裂的细胞；如果观察到了正在分裂的细胞，注意观察其分裂的方向；初生分生组织的细胞之间有无细胞间隙？

(2) 取黑藻或丁香茎尖纵切永久制片观察，茎尖切片中有很多幼叶，幼叶之中包藏着顶端分生组织。茎的顶端分生组织同样也有原分生组织和初生分生组织，初生分生组织中同样分化为原表皮层、基本分生组织和原形成层，注意与根中的区别是什么？

在茎尖切片中，除最先端的原分生组织外，还可找到位于茎尖侧芽原基中的原分生组织，在一些发育较早的侧芽中还可以看到原形成层。

(3) 将木本植物茎的“树皮”剥开，能体会到最易剥开的部位，特别是春天植物生长旺盛的时候，即为形成层所在的部位。从“树皮”被撕开的面上用刀刮取一薄层细胞制作临时装片，可以从中间观察形成层细胞的形态特点。由于较难刮到真正的形成层，这些细胞仅仅是与形成层形态相近的细胞。想想这是为什么？

2 保护组织

(1) 撕取玉簪叶表皮制成临时装片，观察其表皮细胞、气孔器的形态结构。可用 I_2-KI 染液染色，观察细胞核的位置和叶绿体的分布。注意细胞间的排列、细胞间有无间隙。

(2) 取一些具表皮毛的叶，在体视镜下观察其表皮毛的形态。表皮毛有不同的形态结构特点，想想不同类型的表皮毛是如何起保护作用的？

3 输导组织

(1) 取南瓜茎横切永久制片，用放大镜观察找到 10 束排列成星状的维管束，这些维管束被埋在薄壁组织中。在低倍镜下，可以看到维管束中有数个直径很大的导管，中空，其壁被染成红色。具有导管的部分是木质部，从木质部向外，可以找到形成层，形成层外侧和木质部内侧是韧皮部。用高倍镜观察，维管束细胞排列紧密，可以见到有些细胞有具很多筛孔的筛板，有些较老的筛板被染成红色。韧皮部中大部分筛管（直径与筛板相似的细胞）没有被切到筛板的横切面，其细胞质稀薄，无细胞核。在一些筛管之间，还有规则地排列着一些直径较小的细胞，即伴胞。伴胞的细胞质浓，具有细胞核。

(2) 观察南瓜茎的纵切永久制片，找出木质部中的导管、韧皮部中的筛管和伴胞，并仔细观察筛板。在维管束外，可以观察到被染成红色的长形的细胞，成群分布，此为木纤维。

4 利用离析材料观察茎中的组织

在显微镜下，从泡桐、杨树等被子植物茎木质部的离析材料中可以观察到导管、管胞、木纤维和薄壁细胞的单个细胞。比较导管、管胞、木纤维的异同。在松茎中，只能找到管胞，而找不到导管和木纤维。注意观察松茎管胞上的具缘纹孔。

5 厚角组织的观察

用芹菜叶柄徒手切片置于显微镜下，观察叶柄的棱角处，在表皮和维管束之间有一团厚角组织，细胞壁较厚，并有光泽。

6 分泌组织

(1) 在松茎的永久制片中，木质部及韧皮部中都有树脂道。树脂道的上皮细胞分泌树脂至空腔中。注意观察上皮细胞的特点。

(2) 取柑橘外果皮，观察其上透明的小囊，挤压果皮，小囊中有什么物质溢出？将果皮制成切片，在显微镜下观察，小囊为一空腔，其中有什么物质？

四、作业与思考

- 1 绘洋葱表皮细胞图，并注明各部分结构名称。
- 2 植物不同组织在分布、形态和功能上各有什么特点？
- 3 徒手切片技术的动作要领有哪些？要求课后进行练习。

[附]

一、临时装片制作

临时装片是用新鲜的少量植物材料（如表皮或将植物体的幼嫩器官切成薄片，单细胞或丝状藻类等），放在载玻片上的水滴中，加盖盖玻片做成的玻片标本。其优点是可以保持材料的生活状态和天然色泽，一般多作为临时观察或用某些化学试剂做组织化学反应。也可选择适宜染料染色，制成永久制片。其方法如下：

1. 揩擦玻片 用干净纱布（或其他布块）揩擦载玻片时，左手拇指和食指夹住载玻片两侧，右手将纱布夹住玻片上下两面，朝一个方向揩擦干净为止。擦盖玻片时，右手大拇指和食指用布块夹住盖玻片，左手拿住盖玻片两侧并转动，擦时手指用力要轻而均匀、否则容易损坏玻片。

2. 滴液 用吸管吸取蒸馏水或其他溶液，滴一滴于载玻片中央。

3. 放置材料 用镊子撕取植物一小块表皮（或其他材料）放置于载玻片上的水滴中，注意勿使材料重叠或皱缩。

4. 加盖玻片 用镊子夹住盖玻片一侧，使另一侧先接触载玻片水滴的边缘，再慢慢放下盖玻片以利排除空气、防止气泡产生。如果盖玻片下水分过多溢出盖玻片外，可用吸水纸从盖玻片一侧吸去溢出的水分。若水未充满盖玻片则可从一侧滴入一小滴水，以赶走气泡便于观察。

5. 染色或药剂处理 可在盖玻片一侧适量加一滴染液或其他药剂，在相对一侧用吸水纸吸去多余染液以使药液渗入材料，切勿使镜头等污染。

6. 临时制片短期保存 可在临时制片材料上滴加一滴 10% 甘油水溶液，加盖玻片，平放于培养皿中、加盖以减少蒸发，可保持一周。

二、徒手切片法

徒手切片法是指手拿刀片把植物新鲜材料切成薄片，所作的切片通常不经染色或经简单染色后，制成临时的水装片用于观察，亦可以通过脱水与染色制成永久制片。徒手切片的优点是简单、方便，不需要复杂的设备，不经过化学药物的处理，基本上保留了植物活体的状态。

1 用品与材料的准备

(1) 实验用品 显微镜、载玻片、盖玻片、双面刀片、毛笔、培养皿、滤纸和滴管。双面刀片必须锋利。

(2) 实验材料 对于软硬适中、便于手持的材料，可将实验材料截成适当小块，一般以长 2-3cm，切片断面不超过 3-5 mm² 为宜。而对于过于柔嫩的器官，可选用胡萝卜根、马铃薯块茎或塑料泡沫作为夹持物，夹住材料后再进行切片。有些叶片可以卷成圆筒再进行切片。

2 操作过程

在小培养皿中放入清水。用左手大拇指、食指和中指拿住材料，拇指略低于食指与中指，并使材料略为突出在指尖上面，这样可以避开伤到手。右手持刀，将刀片平稳的放在左手食指之上，与材料切面平行。然后以均匀的动作，自左前方向右后方，斜着向后拉切，切时用臂力而不用腕力。如此循环多次，切下许多薄片后，用湿毛笔将这些薄片放入培养皿中。用毛笔挑选透明的薄片，放在载玻片上，用吸管滴一滴水滴在载玻片上，盖上盖玻片，制成临时装片进行观察。

注意在切片前，要不断地用水湿润材料和刀片。切片时，两只手应该保持活动状态，不要使它们紧靠身体或实验台，且用力不要过猛，不能用刀片挤压材料或来回切割材料。动作要敏捷，材料

要一次切下，不要追求切片形状的完整。

3 简单的组织化学染色

经徒手切片法切下的薄片，可以进行简单的组织化学染色，这样更容易分辨细胞的结构，同时可以观察到细胞各部分的化学成分。

- (1) 1%番红水溶液 木质化、栓质化的细胞壁及细胞核染成红色。
- (2) 25%硫堇水溶液 组织呈现从粉红到蓝紫的多色反应，区分含纤维素、木质素的细胞壁。
- (3) 间苯三酚反应 木质化的细胞壁成红色，颜色深浅与木质化程度有关。
- (4) I_2 -KI 染色 淀粉粒呈蓝色，细胞核呈黄色。

实验 3 根和茎的形态结构比较

根生活在地下，具有固着、吸收、输导和合成的功能。根的最先端是根尖，由根冠、分生区、伸长区和根毛区组成。从分生区到根毛区，根由原分生组织细胞分裂、分化形成初生分生组织，进一步发育形成初生结构。根的初生结构包括表皮、皮层和维管柱。表皮具根毛，有吸收的功能；皮层的最内层为内皮层，细胞有凯氏带加厚，使根对物质的吸收具有选择性；维管柱的最外层是中柱鞘，中柱鞘细胞与形成层、木栓形成层和侧根的发生有关。维管柱的中心是辐射状排列的初生木质部，在木质部辐射角之间是初生韧皮部。初生韧皮部和初生木质部相间排列，两者之间保留有未分化的原形成层。由于形成层和木栓形成层的活动，形成根的次生结构。根的次生结构包括周皮、次生韧皮部、形成层、次生木质部和初生木质部。在次生结构中具有维管射线和宽大的次生维管射线。

茎是植物地上部分的轴，具有支持和输导的作用。茎尖分为分生区、伸长区和成熟区。从成熟区（横切）可观察茎的初生结构。茎的初生结构由表皮、皮层和维管柱组成。维管柱分为维管束、髓和髓射线。维管束是复合组织，由初生韧皮部、初生木质部以及两者间的束中形成层组成。维管束之间是髓射线。髓位于茎的中心部分。茎的初生结构形成以后，由维管束中保留的原形成层细胞恢复分裂的能力，形成束中形成层，同时维管束之间的部分髓射线细胞脱分化形成束间形成层，两者共同组成维管形成层。形成层细胞向外分裂产生次生韧皮部，向内分裂产生次生木质部，次生木质部占茎次生结构的大部分。

一、实验目的

- 1 学习和研究根和茎的初生结构与次生结构。
- 2 从根和茎的外部形态及内部结构的发育上比较观察，从而清楚地掌握根和茎的异同。
- 3 分清单双子叶植物在茎的结构上的不同。
- 4 了解木材结构的基本研究方法和三向切面的结构特点，区分部分变态的根或茎。
- 5 在操作技能上进一步巩固学习徒手切片技术。

二、材料与用品

1 材料 小麦或玉米根尖、鸢尾根、蚕豆茎、3年生木本植物的枝条（如杨树、桃、大叶黄杨等）及它们的根、一些植物的根及根状茎；洋葱或玉米根尖纵切永久制片、蚕豆或向日葵幼根横切永久制片、蚕豆根横切永久制片、蚕豆根纵切永久制片、毛茛根横切永久制片、玉米幼根横切永久制片、棉老根横切永久制片、菟丝子寄生根纵切永久制片、花生或大豆根瘤和花生或大豆根瘤永久制片、向日葵幼茎横切永久制片、向日葵老茎横切永久制片、玉米和小麦茎横切永久制片、丁香或大叶黄杨茎尖纵切制片、3-4年生椴树茎横切永久制片、松木材三切面永久制片、洋槐形成层永久装片；部分变态的根、茎，不同植物的芽标本等。

- 2 用品 显微镜、放大镜、载玻片、盖玻片、双面刀片、毛笔、培养皿、滤纸和滴管等。
 I_2 -KI 溶液、0.1%番红溶液、50%酒精溶液。

三、实验内容与方法步骤

I 根

1 根尖的外形与结构

（1）根尖的外形与分区 选择经吸涨萌发 5~7 天的 wheat 或玉米的幼苗，取其直而生长良好的幼根置于载玻片上，进行观察。幼根上有一区域密布白色绒毛，为根毛区（成熟区）。根尖的最先端微黄而略带透明的部分是根冠，呈帽状罩在分生区外面。紧接其后的是分生区，在分生区与根毛区之间是伸长区。注意：成熟区与根冠分界十分明显，而分生区和伸长区的界限并不清楚，想想这是为什么？

（2）根尖的内部结构 取玉米或洋葱根尖纵切永久制片，置于显微镜下，由根的最先端逐渐向上观察根尖的各区，注意各区细胞的特点。

- ①根冠 在根尖的最先端，由薄壁细胞组成，像一个套在分生区前面的帽子，在根冠的外侧，

可见到某些正在脱落的细胞。

②分生区 根冠之内，紧接根冠的一段区域。由排列紧密的等径细胞组成，其细胞壁薄、核大、细胞质浓厚。细胞分裂能力强，常可以见到正在有丝分裂的细胞。

③伸长区 位于分生区的上方，从靠近分生区略微伸长的细胞到接近成熟区的长形细胞，细胞逐渐伸长并液泡化，向成熟区过渡。伸长区的细胞仍具有分裂的能力，边分裂，边分化，可以见到正在分裂的细胞，并有了初步的组织分化。在伸长区如何区分原表皮、基本分生组织和原形成层？在制片上常可见到宽大的成串长细胞，想想这些细胞将来分化成根的什么结构？

④成熟区（根毛区） 位于伸长区上方，表面密生根毛的区域。在根毛区细胞分裂停止，分化成各种成熟组织时，可见到成熟的环纹、螺旋导管。注意根毛的起源以及结构特点。

2. 根的初生结构

（1）双子叶植物根的初生结构 取蚕豆或向日葵幼根永久制片，也可以取其幼根的成熟区做徒手切片，置于显微镜下，由外向内观察双子叶植物根的初生结构。

①表皮 幼根的最外层细胞，是径向扁平、排列整齐的一层细胞，外壁具有角质膜，有些细胞向外突起形成根毛。

②皮层 表皮之内的多层薄壁细胞。紧接表皮之下的是一层排列紧密的薄壁细胞叫外皮层，皮层的最内层细胞称为内皮层，也是一层排列紧密的细胞。在其径向壁和上、下壁上常有局部木质或栓质的加厚，彼此联结成环带状，这就是凯氏带。由于在径向壁上观察凯氏带仅为一个小点，亦称为凯氏点。想想外皮层的作用是什么？凯氏带在根中的作用是什么？

③维管柱 幼根的中央部分是维管柱，由中柱鞘、初生木质部和初生韧皮部构成。中柱鞘是中柱的最外层，紧接内皮层，是1~2层排列整齐而紧密的薄壁细胞，在根的进一步发育过程中有着重要作用。初生木质部位于维管柱的中央，呈星芒状，主要由导管和管胞组成，这些管状分子的孔径大小不同，观察不同孔径管状分子的分布规律，找出原生木质部和后生木质部的位置，想想根的初生木质部属于何种发育方式？观察木质部脊的数目想想双子叶植物常为几原型？初生韧皮部位于初生木质部两个辐射角之间，由筛管和伴胞构成。在初生木质部和初生韧皮部之间，有1~2层薄壁细胞，想想其来源如何？在蚕豆幼根的中心部分，有一群薄壁细胞，如何解释这个现象？

取毛茛根横切永久制片置于显微镜下，同样从外向内观察，注意其与蚕豆或向日葵根的区别。特别注意内皮层细胞壁的加厚情况，其细胞壁为全面加厚。内皮层中不加厚的细胞是通道细胞，根的物质交换通过内皮层的通道细胞进入维管柱。

（2）单子叶植物根的初生结构 取鸢尾根进行徒手横切并制成临时装片，不染色或用0.1%番红染色后在显微镜下观察，由外向内分为表皮、皮层和维管柱三部分：

①表皮 根的最外层细胞，排列整齐，有根毛。

②皮层 外皮层细胞1-2层，细胞小，排列整齐。在较老的根中，外皮层细胞壁增厚，木质化或栓质化。内皮层细胞幼时与一般双子叶植物结构差不多，有凯氏带加厚。随着发育的进行，内皮层细胞出现五面加厚，并栓质化，仅外切向面为薄的，在横切面上呈马蹄形。注意内皮层通道细胞的位置。

③维管柱 由中柱鞘、初生木质部和初生韧皮部组成。中柱鞘为紧贴内皮层的一层薄壁细胞。初生木质部和初生韧皮部相间排列，木质部脊数目较多，为多原型。维管柱中央是薄壁细胞组成的髓。

也可以取玉米根横切永久制片观察。

3 侧根的产生与形成

取蚕豆根的横、纵切永久制片，观察侧根的产生与形成。注意侧根在根中的起源、发生和形成过程，侧根突破主根的位置，侧根发生的数目与根的原型之间的关系。也可以选取生长良好的蚕豆幼根，从根毛区或根毛区的上方做徒手切片，观察侧根的发生过程。

4 根的次生结构

（1）形成层的发生 取蚕豆根横切永久制片，观察形成层的发生。首先在初生木质部和初生韧皮部之间出现形成层，呈圆弧形（观察其数目与木质部脊的数目是否一致，想想它们起源于什么细胞？），以后这些圆弧形的形成层向两侧扩展，同时在木质部脊的中柱鞘细胞，也恢复分裂的能力，两者互相连接形成一个波浪状的形成层环，其形状与木质部脊相似。形成层细胞进行切向分裂，在初生木质部和初生韧皮部之间的形成层细胞分裂较多，最终形成层环呈圆形。

（2）根的次生结构 取棉老根横切永久制片，在显微镜下由外向内进行观察，分别为周皮、次

生韧皮部、形成层、次生木质部和初生木质部。(图 3-1)

①周皮 棉老根最外面的几层细胞,包括木栓层、木栓形成层和栓内层。木栓层居最外侧,横切面呈扁方形,径向壁排列整齐,为没有细胞核的死细胞。在木栓层的内方,是一层木栓形成层细胞,具有生活的原生质体和细胞核。栓内层细胞与次生韧皮部细胞难以区分。想一想根中的木栓形成层起源于什么细胞?

②次生韧皮部 形成层向外平周分裂形成次生维管组织,它包括筛管、伴胞、韧皮薄壁细胞和韧皮纤维。韧皮纤维与韧皮部的其他成员在半径方向相间排列。在次生韧皮部的外侧,有时可见到被挤毁的初生韧皮部细胞。此外,还可以见到由薄壁细胞组成的韧皮射线,其在韧皮部呈喇叭口状。

③维管形成层 在次生韧皮部和次生木质部之间的几层细胞,呈扁长形。理论上维管形成层为一层细胞,为什么在观察时常见到几层细胞?

④次生木质部 在横切面上占大部分的是次生木质部,由导管、管胞、木纤维和木薄壁细胞组成。常被番红染成红色。孔径较大的是导管,孔径较小的是难以区分的管胞和木纤维。此外,还可以见到由薄壁细胞组成的木射线,沿半径方向呈放射状排列,并与韧皮射线相连,合称维管射线,对着木质部脊的维管射线特别宽大,叫次生维管射线。

⑤初生木质部 初生木质部仍位于根的中心被保留下来。

II 茎

1 茎的形态

取3年生木本植物的枝条,观察节与节间、顶芽与腋芽、叶痕、束痕与芽鳞痕,以及皮孔的形态特点。注意区别植物的长枝和短枝。与根进行比较区别。

2 茎的顶端分生组织

取丁香或大叶黄杨茎尖纵切制片,置于显微镜下,从茎尖的最先端往后观察。顶端分生组织明显地分成原体与原套两部分,注意原体和原套的特点,以及识别茎尖的芽原基和叶原基。在原分生组织之下是已开始分化的初生分生组织,原表皮是最外面的一层细胞,原形成层为细胞质浓厚并纵向伸长的细胞,纵切面上分布在器官的两侧。基本分生组织细胞近乎等径,分布在器官的中央以及原表皮和原形成层之间(图 3-2)。

3 茎的初生结构

(1) 双子叶植物茎的初生结构 观察向日葵幼茎横切永久制片,由外向内分辨表皮、皮层和维管柱。(图 3-3)

①表皮 表皮细胞一层,排列紧密,外壁具有角质层。细胞具核,但缺少叶绿体。有些表皮细胞形成表皮毛(有单细胞毛和多细胞毛)。表皮细胞中常可见到两个较小的细胞和两个细胞之间的缝隙,这就是保卫细胞和气孔,气孔之下是孔下室。

②皮层 表皮以内、维管柱以外的细胞。紧接表皮之下是几层厚角组织,细胞相对较小。其内是数层薄壁细胞,薄壁细胞中散布有小型的分泌腔。

③维管柱 维管束在茎的横切面上排成一环,将皮层和髓分隔开。韧皮部在维管束外方,木质部在内方,两者之间是束中形成层(无限维管束)。髓在茎的中央,由薄壁组织构成,细胞排列疏松,有贮藏的功能,常可见到含有晶体或单宁的细胞。在维管束之间的薄壁组织是髓射线,连接皮层和髓,想想它的作用是什么?观察时注意比较茎的初生韧皮部和初生木质部的组成成分与发育方式、束中形成层来源与根有什么异同。

(2) 单子叶植物茎的初生结构 取玉米和小麦茎横切永久制片进行观察。注意单子叶植物茎与双子叶植物茎的区别。

①表皮 茎的最外层细胞,排列整齐,外壁具有较厚的角质膜。气孔的两边除了两个较小的保卫细胞外,还有两个稍大的副卫细胞。

②维管束 玉米茎中维管束散生分布。靠近边缘部分维管束小、数目较多,在茎中部的维管束大,但数目较少。由于维管束的散生分布,因此没有皮层和髓的界限。仔细观察一个维管束,其外围有一圈厚壁细胞组成的维管束鞘,鞘内只有外方的初生韧皮部和内方的初生木质部,两者间没有形成层(有限维管束)。在初生韧皮部最外方的原生韧皮部有时被挤毁,失去了输导的功能,内侧的后生韧皮部由排列规则的筛管和伴胞组成。初生木质部由3-4个导管组成,在横切面上呈V形。V形的底部是原生木质部,由1-3个较小孔径的导管和薄壁细胞组成。常由于茎的伸长将导管拉破,在V形底部形成一个空腔(气腔或胞间道)。V形上半部两侧各有一个孔径较大的导管,是后

生木质部，这两个大导管之间有一些管胞分布。在小麦茎中维管束呈两轮分布，外轮维管束小，分布在厚壁组织细胞中，与含有叶绿体的同化组织相间排列。内轮维管束大，分布在薄壁细胞中。维管束的结构与玉米相似。

③基本组织 表皮和维管束之间的所有细胞称之为基本组织（因没有皮层和髓的界限）。玉米中，靠近表皮的数层细胞体积小，排列紧密，细胞壁增厚并木质化，是厚壁组织，称外皮层。维管束之间的细胞为薄壁细胞，细胞较大，排列疏松，有胞间隙。越靠近中央，细胞的个体越大。小麦中，靠近表皮有数层厚壁细胞，除有维管束分布外，还有与其相间排列的成群同化组织。厚壁细胞之内是较大的薄壁细胞。在小麦茎干的中央形成髓腔。

4 茎的次生结构

（1）双子叶植物草本茎的次生结构 取向日葵老茎横切永久制片，观察茎的次生结构。向日葵茎次生生长的变化主要表现在维管柱。在初生韧皮部的外方，出现成堆的厚壁细胞，为韧皮纤维。束中形成层细胞有 3-5 层，向外分裂形成韧皮部的各种细胞，向内分裂分化出本质部的细胞。还可观察到由部分束间形成层活动形成的小型维管束。

（2）双子叶植物木本茎的次生结构 取椴树（3-4 年生）茎横切永久制片，由外向内依次观察双子叶植物木本茎的次生结构。

①表皮 基本脱落，仅留下部分残片。

②周皮 观察木栓层、木栓形成层和栓内层三部分所组成的周皮，并注意各层细胞特点。注意周皮是否有皮孔形成及皮孔的结构如何？试想木栓形成层的来源。

③皮层 在周皮和维管柱之间所保留的数层厚角组织和薄壁组织。

④韧皮部 主要是次生韧皮部。形状呈梯形，与喇叭口状的韧皮射线在圆周方向相间排列。韧皮纤维与韧皮部的其他成员沿半径方向相间排列。注意识别筛管、伴胞和韧皮薄壁细胞。初生韧皮部仅在最外侧留下韧皮纤维（亦称中柱鞘纤维）。

⑤形成层 理论上为一层细胞，但观察时可见到 3~5 层细胞，试想这是为什么？

⑥木质部 主要是次生木质部，在靠近髓的部分有几束初生木质部。注意年轮和年轮线，并分辨早材和晚材。

⑦髓 位于茎的中心，多为薄壁细胞，杂有少数石细胞。外围是一圈小型细胞，称环髓带。髓细胞除含有淀粉外，还包含有一些异细胞，在这些异细胞中，可见到簇晶、单宁和粘液。

⑧髓射线 内连髓外接皮层的薄壁细胞。在木质部为 1~2 列细胞，称之为木射线。在韧皮部细胞变大，并沿切向方向扩展呈喇叭口状，称之为韧皮射线。

⑨维管射线 短于髓射线。不能同时连接髓和皮层。与髓射线一样，在木质部叫木射线，在韧皮部叫韧皮射线。

取 3 年生木本双子叶植物如杨树或桃树茎，用切片机演示木本茎切片方法，将切下的薄片制成装片，与永久制片作对照观察。可用番红染色。

（3）维管形成层的组成和类型 取杜仲或洋槐形成层永久装片，注意观察维管形成层的细胞组成，辨别叠生形成层和非叠生形成层。试想叠生形成层和非叠生形成层细胞分裂的样式有什么不同？

（4）裸子植物茎的次生结构 裸子植物茎的次生结构与双子叶植物木本茎的结构相似，所不同的只是细胞的组成类型。它们的次生木质部形成了木材。其结构可通过横切面、径向纵切面和切向纵切面 3 个切面来观察各种细胞的特点。

①横切面 可观察木材的年轮、早材和晚材、边材和心材的特征。在裸子植物（纵向系统主要由管胞组成）的横切面上见到的是管胞的横断面观，细胞的孔径比较均匀，细胞的组成比较简单。木射线展示的是长和宽。

②径向纵切面 可见到长形的管胞及壁上的具缘纹孔。木射线像一堵砖墙，展示的是长和高。

③切向纵切面 木射线展示的是高和宽，有时在较大的木射线中，可见到横向的树脂道。

5 根和茎的变态

观察部分根和茎的变态材料，分清哪些是根变态，哪些是茎的变态？注意变态后的功能以及鉴别依据。

四、作业与思考

- 1 绘玉米或小麦茎横切面简图，详绘一个维管束，并注明各部分结构的名称。
- 2 绘鸢尾根的横切面图（四分之一部分），并注明各部分名称。
- 3 列表比较根与茎在结构上的异同。

- 4 根据根尖分生区到根成熟结构的观察，如何理解细胞分化的含义？
- 5 列表比较单子叶植物与双子叶植物根结构的异同。
- 6 比较单子叶植物和双子叶植物茎结构的差异。
- 7 如何区分木材的三切面？

实验 4 叶的形态和解剖

叶是植物的重要光合作用器官。一个完全叶由叶片、叶柄和托叶组成。叶片是叶的主体，大部分叶片都是扁平的。叶片的结构分为表皮、叶肉和叶脉三部分。表皮覆盖在叶片的表面，具气孔和表皮毛的分化。叶肉分布在上、下表皮之间，靠近上表皮的柱状细胞构成栅栏组织，以其长轴与表皮垂直，排列紧密，且细胞内含有较多的叶绿体；靠近下表皮的细胞构成海绵组织，细胞形状不规则，细胞间隙大，且细胞中含有少量的叶绿体。由于栅栏组织与海绵组织含有的叶绿体数目不同，而使叶片上下两面呈现不同的颜色，这样的叶称异面叶。有些植物叶肉细胞没有分化，均由同样的细胞组成，这样的叶称等面叶，如禾本科植物。

一、实验目的

- 1 了解叶的外部形态，掌握鉴别叶的各部分包括叶脉、叶序、单叶及复叶的基本原则；观察两面叶、等面叶、旱生叶及水生植物叶的构造。
- 2 学习叶的徒手切片技术。

二、材料与用品

- 1 材料 单、双子叶植物及其相关的叶；雪松叶；迎春叶横切片、棉叶片平皮切面片、小麦叶横切片、玉米叶横切片、松针叶横切片、夹竹桃叶横切片、睡莲叶横切片、眼子菜叶横切片等。
- 2 用品 显微镜、载玻片、盖玻片、双面刀片、毛笔、培养皿、滤纸和滴管，等酒精、浓盐酸

三、实验内容与方法步骤

1 被子植物叶的一般结构

(1) 叶片的一般结构 取迎春叶（或其它双子叶植物叶）横切永久制片，置于显微镜下观察，分清上下表皮、叶肉和叶脉三部分。

①表皮 一层排列整齐而又紧密的细胞。横切面上呈长方形，外壁较厚，其外有角质层。在表皮细胞中有成对、较小的细胞即保卫细胞，两个保卫细胞之间的缝隙是气孔。在表皮上还可以见到表皮毛。注意观察细胞中是否有叶绿体，以及上下表皮气孔的数目的差异。

②叶肉 注意观察栅栏组织和海绵组织的细胞特点，以及孔下室的分布位置。试想这些特点与环境及功能有什么关系？

③叶脉 叶肉中的维管组织，主脉较大，由主脉进行分支形成侧脉。主脉包埋在基本组织中，上方表皮下有厚角组织，下方基本组织中有厚壁细胞分布。叶脉维管束的木质部在近轴面，而韧皮部在远轴面。在较大叶脉的木质部与韧皮部之间有一层形成层细胞。侧脉维管束的组成趋于简单，木质部和韧皮部只有少数几个细胞，但一般具有薄壁细胞形成的维管束鞘。在切片中可以见到各种走向的叶脉，试想其原由。

取棉叶片平皮切面永久制片，观察栅栏组织和海绵组织在平皮切面的结构特点以及叶脉在叶片中的分布。

(2) 叶柄的结构 取丁香、芹菜等植物的叶柄，作徒手切片进行观察。可以见到表皮、基本组织和维管束。维管束在不同的植物中形态不同，注意不同植物叶柄的结构差异。

2 禾本科植物叶的结构

(1) 小麦叶的结构 取小麦叶横切永久制片，置于显微镜下逐项观察。

①表皮 细胞一层，其外壁具有较厚的角质层。在表皮中有成对的保卫细胞，体积较小。在保卫细胞的两侧是略大一些的副卫细胞。上表皮中还有一些较大的细胞，常几个连在一起，在横切面上略成扇形，叫泡状细胞，因其与叶片的卷曲有关，也被称为运动细胞。此外，还可见到表皮毛。

②叶肉 无栅栏组织和海绵组织的分化，细胞比较均一。叶肉细胞均富含叶绿体。若将叶肉细胞解离，可发现每个细胞的长壁呈有峰和谷之分的深的波浪状。

③叶脉 维管束与茎中一样都为有限维管束，木质部位于近轴面，而韧皮部在远轴面。维管束外有两层维管束鞘，外层细胞较大，壁薄，含有叶绿体；内层细胞小，壁厚。维管束的上下两侧具有厚壁细胞，一直延伸到表皮之下。试想这些厚壁细胞的作用是什么？

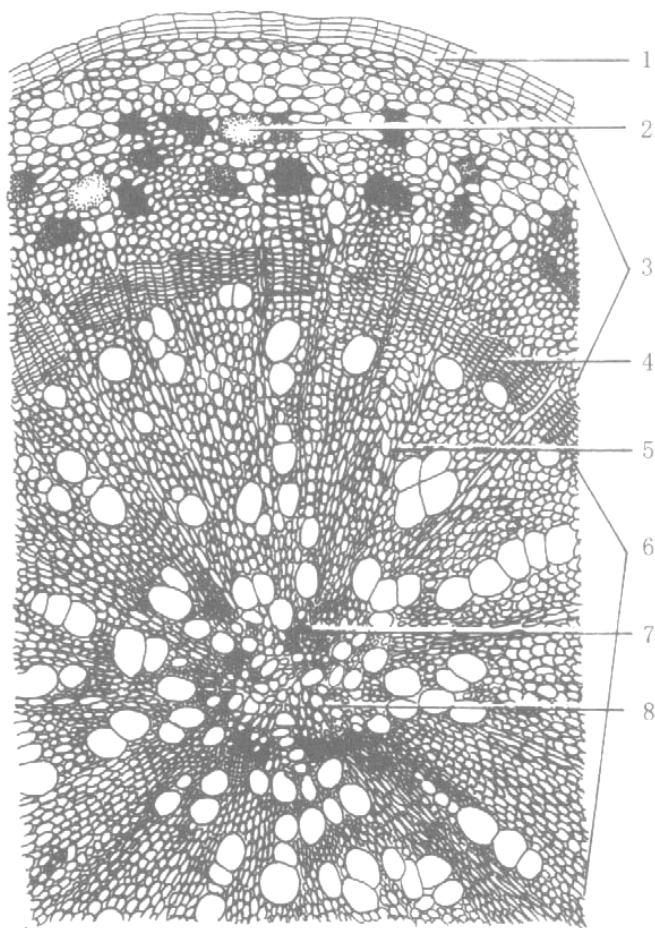


图 3-1 棉老根横切（示次生结构）

1-周皮；2-分泌腔；3-韧皮部；4-维管形成层；5-射线；
6-次生木质部；7-原生木质部；8-后生木质部

胞质内富含叶绿体。在叶肉组织中有树脂道分布。树脂道由两层细胞围成，外层是厚壁的鞘细胞，内层是薄壁的上皮细胞。树脂道的数目与分布的不同可作为种的鉴别特征。

④内皮层 叶肉细胞里面的一圈排列整齐的细胞，其径向壁上有类似凯氏带的加厚。

⑤维管组织 位于针叶的中央，内皮层以内，有1~2个外韧维管束。木质部在近轴面，韧皮部在远轴面。木质部和韧皮部的细胞均成径向排列，木薄壁细胞与管胞各自成行，相间排列；筛管和韧皮薄壁细胞排列也是如此。韧皮部外侧有几个成堆分布的细胞，含有浓厚的细胞质，是蛋白质细胞。内皮层和维管柱之间排列紧密的细胞是传输组织，包括常含有鞣质的生活薄壁细胞和壁稍厚略为木质化且壁上有具缘纹孔的管胞状细胞，前者占传输组织的大部分。

取雪松或黑松的叶作徒手切片观察。

4 不同生态环境下生长的植物叶结构特点

（1）旱生植物夹竹桃叶横切永久制片

①表皮 细胞排列紧密，壁厚，外壁上有厚的角质层。下表皮有一部分细胞构成下陷的窝，窝内有表皮细胞形成的表皮毛，毛下有气孔分布。表皮细胞2~3层形成复表皮。

②叶肉 上、下表皮之内都有栅栏组织，栅栏组织由

（2）玉米叶的结构 观察玉米叶的横切永久制片，并与小麦叶比较。玉米的维管束鞘只有一层大的薄壁细胞，含有大的叶绿体。维管束鞘与其外侧相邻的一圈叶肉细胞共同形成“花环状”结构，这是C₄植物的结构特征。

3 松针叶的结构

取松针叶横切永久制片，由外向内观察。

①表皮 细胞一层，排列紧密。细胞壁厚，胞腔小，外壁覆盖有厚的角质层。

②下皮层 由1至多层厚壁细胞构成。气孔下陷到下皮层，由一对保卫细胞和一对副卫细胞组成。保卫细胞侧壁与下皮层细胞相连。副卫细胞在保卫细胞的上方，拱盖着保卫细胞，侧壁与表皮细胞相连。二者的胞壁都有不均匀的加厚，气孔下是下陷的孔下室。

③叶肉 位于下皮层以内，叶肉细胞的细胞壁内折，

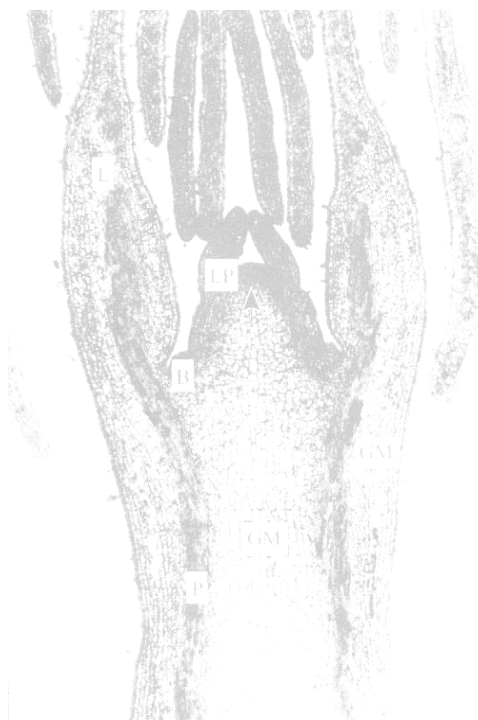


图 3-2 丁香茎尖纵切

L-幼叶 LP-叶原基 B-芽原基 P-原形成层 GM-基本分生组织（箭头示茎尖生长点）

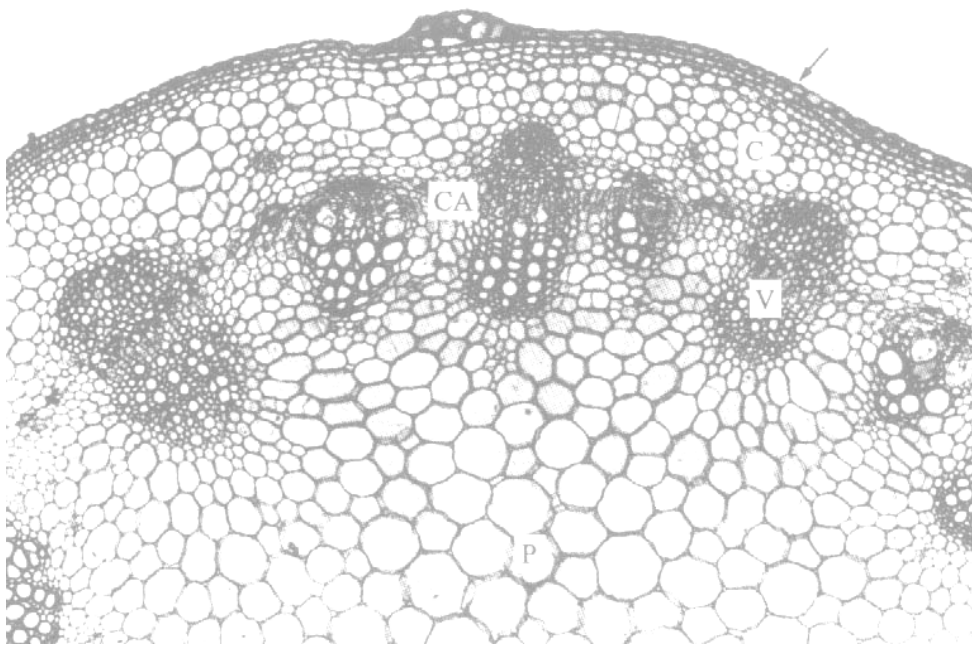


图 3-3 向日葵茎横切（部分）

C-皮层 P-髓 V-维管束 CA-形成层 箭头-示表皮

组织和海绵组织的分化明显，栅栏组织在上方，细胞含有较多的叶绿体；而海绵组织在下方，有十分发达的气腔和一些分支石细胞分布。维管组织特别是木质部不发达。

②眼子菜叶横切永久制片观察 表皮无气孔，也没有角质层，但表皮细胞中含有叶绿体，试想这是为什么？叶肉细胞不发达，有1至几层细胞组成。在靠近主脉处，叶肉细胞形成大的气腔。叶脉的木质部导管和机械组织都不发达。

四、作业与思考

- 1 绘图：迎春叶横切面结构详图，注明各部分结构。
- 2 如何从结构上区分小麦叶和玉米叶？

多层细胞构成，细胞排列非常紧密。海绵组织位于上、下栅栏组织之间，细胞层数较多，胞间隙不发达。在叶肉细胞中常含有簇晶。

③叶脉

维管束发达。主脉很大，为双韧维管束。

(2) 水

生植物睡莲和眼子菜叶横切永久制片

①睡莲叶

横切永久制片观察 上表皮有气孔。叶肉的栅栏

实验 5 花的结构、花粉的形态及胚胎发育

花由着生在花托上的萼片、花瓣、雄蕊和雌蕊组成。一般认为花是变态的枝条，花的各部分可看作为变态的叶子。花的形成与被子植物的生殖有关。植物的亲缘关系相近，花的结构与组成也相近。因此，认识花的结构，也是识别植物的重要基础。

花药由花药壁、药隔、花粉囊和其中的花粉组成。幼小的花药是一个四棱外形的结构。在四棱结构的表皮下有一个孢原细胞，孢原细胞平周分裂，产生一个初生壁细胞和一个造孢细胞。初生壁细胞平周分裂，形成药室内壁、中层和绒毡层，与表皮一起构成花药的壁。造孢细胞进一步发育，形成小孢子母细胞。小孢子母细胞减数分裂产生小孢子。小孢子是雄配子体的第一个细胞，经有丝分裂形成有 2 或 3 个细胞构成的雄配子体即成熟花粉。花粉的形态具有极其多样性，其形态结构特征已经成为现代植物分类学的重要研究内容。

胚珠位于被子植物雌蕊的子房中，在胚珠的珠心中产生大孢子母细胞，约 70% 的被子植物的大孢子母细胞减数分裂后产生 4 个大孢子，其中胚孔端的 3 个退化，合点端的 1 个发育成具有 7 个细胞 8 个核的成熟胚囊（雌配子体）。成熟胚囊包含 1 个卵细胞、2 个助细胞、3 个反足细胞和一个中央细胞。这种发育方式属蓼型胚囊。有些植物的 4 个大孢子核都参与胚囊的发育，这种胚囊的发育方式属贝母型。受精卵经过一段时间的休眠后开始分裂，形成两个细胞的原胚，其中珠孔端较大的细胞是基细胞，合点端较小的细胞是顶细胞。顶细胞进一步发育，经球形胚、心形胚、鱼雷胚阶段，最终发育为成熟胚。基细胞参与或不参与胚的发育。与此同时，极核受精形成的受精极核发育形成胚乳。胚与胚乳构成种子的两个重要部分。

一、实验目的

1 在理解有关花的形态术语的基础上，认识花的基本形态和构造；了解雄蕊构造、花粉发育过程及花粉形态的多样性；学习观察胚胎发育的方法，了解植物胚胎发育的过程。

2 掌握解剖花的正确方法，并学会使用花程式和花图式描述花的结构。

二、材料与用品

1 材料 桃花、白菜或油菜花、豌豆或紫藤花、苹果或海棠花、月季花或蔷薇花、枇杷花、棉花或木槿花、向日葵和多种花序标本，如荠菜、白菜、苹果、车前、毛白杨、丁香、胡萝卜、向日葵、半夏、棕榈、无花果、益母草、附地菜、葱、多种植物成熟花药；不同发育时期的百合花药切片、不同发育时期的百合子房横切片、不同发育时期荠菜角果的纵切片，等。

2 用品 显微镜、体视显微镜、酒精灯、放大镜、解剖针、载玻片、盖玻片、镊子和解剖刀等。

改良苯酚品红染液、甘油明胶

三、实验内容与方法步骤

I 花的结构

1 花的解剖观察

花的解剖方法有两种，一种是经过花的中轴作纵剖；另一种是自外向内按顺序剥取花的各部分，逐层观察。一般来讲，在开花时，雌蕊较小，注意从形态和结构上分辨单雌蕊、离雌蕊和复雌蕊。合生心皮可以通过分离的柱头或花柱判断心皮的数目，也可以通过横剖子房观察，这样既可以了解心皮的数目，还可以观察到不同的胎座类型。

取不同植物的花进行解剖观察。注意下列不同植物花的特点，以及雌蕊的数目和胎座类型。

①桃花 花托杯状，因其子房壁不与花托结合，故为子房上位。

②月季花 花托杯状，心皮多数，生长在下凹的花托上，子房上位。

③苹果花 花托杯状（或称壶状），子房壁与花托结合，为子房下位。

④白菜花 6 枚雄蕊中有 4 枚长 2 枚短，称 4 强雄蕊。

⑤紫藤花 花冠 5 枚，排列成蝶形，称蝶形花冠。注意观察其对称方式是哪种？雄蕊 10 枚，分为两组，称二体雄蕊。

⑥棉花 雄蕊为单体雄蕊，花丝基部结合成一雄蕊管，套在雌蕊子房外。

⑦向日葵花 有两种花，在花序的边缘是舌状花，不育。花序的中央是管状花，子房下位，雄蕊的花药联合成聚药雄蕊，萼特化成为2托片，花冠联合，管状。

2 花瓣的排列方式

植物花瓣的排列方式有3种：镊合状、螺旋状和覆瓦状（图5-1），在花蕾期观察更为明显。取葡萄、牵牛、木槿、黄瓜、繁缕、紫荆、豌豆、酸橙和桃花的花蕾，观察花瓣在芽内的排列，判断属于何种排列方式。

3 花序类型

取芥菜、白菜、苹果、车前、毛白杨、丁香、胡萝卜、向日葵、半夏、棕榈、无花果、益母草、附地菜和葱等不同植物的花序标本，观察其形态特点，并判断属于何种花序类型。

II 花粉的形态结构和发育

1 用镊子将花药从花蕾中取出，置于洁净的载玻片上；再用镊子的另一端轻轻一抹，将花药碾碎，或用刀片将花药的一端切开，再用镊子从花药的另一端轻轻挤压，将花粉囊中的物质挤出；滴上改良苯酚品红染液，盖上盖玻片，用滤纸条吸去多余的水分，置于显微镜下观察，可观察花粉发育的各个时期，是三细胞型的还是二细胞型的。

将绿豆大的一团甘油明胶滴在载玻片上，放在酒精灯上加热至甘油明胶融化，并将新鲜花粉或经过固定的花粉撒在胶上，盖好盖玻片，显微镜下观察花粉的外部形态。注意观察花粉粒萌发器官的数目、位置和形状，以及外壁的纹饰和花粉粒的形状等。

也可取各种新鲜花朵的花粉于载玻片上，置生物显微镜上进行观察。调节光照及焦距，可以看到花粉的外部形态等。

2 取不同时期花药切片，如棉花成熟花药切片，可以看到花粉的形态、结构等。

3 花药壁与花粉的发育过程

取不同发育时期的百合花药横切片，首先在低倍镜下观察，区分出药隔、药壁及花粉囊；然后对准一个花粉囊，转入高倍镜下从外向内观察。

①造孢细胞时期 花药壁已经基本分化完成。花药壁分为四层，从外向内分别是表皮、药室内壁、中层和绒毡层，注意各层的细胞特点。绒毡层细胞染色深，是花药壁的最内层。花药的中央部分为造孢细胞，呈多角形。

②小孢子母细胞时期 造孢细胞转变为小孢子母细胞，也称花粉母细胞。细胞形态发生变化，由多角形变为圆形，并彼此分离。花药壁各层发生变化，药室内壁细胞变大，出现淀粉粒；中层细胞逐渐被压扁；绒毡层有双核细胞形成。

③减数分裂时期 花药壁层与晚期的造孢细胞时期一样。花粉母细胞外形成了厚的胼胝质壁，进行减数分裂。一般一个花粉囊中所有花粉母细胞的减数分裂都是同步进行的。

④四分体时期 花药壁的绒毡层充分发育，细胞质浓厚，细胞伸长。每一花粉母细胞经过减数分裂，形成了4个连在一起的小孢子，称四分体。

⑤小孢子时期 四分体的胼胝质壁分解，小孢子释出。这时绒毡层已开始退化。

⑥二细胞花粉时期 百合中成熟花粉有生殖细胞和营养细胞，因此这个时期相对较长。早期的二细胞花粉，营养细胞中还有大液泡，生殖细胞贴在花粉内壁上，绒毡层解体，但中层依然存在。较晚的时期，花粉中的液泡缩小，生殖细胞变圆，或成梭形，进入营养细胞的细胞质中，营养细胞中的液泡变小，并积累一定的营养物质。中层也逐渐退化，药室内壁细胞壁上出现了纤维状的加厚。两药室之间有唇细胞，是药室开裂的部位。注意生殖细胞和营养核的区别，前者细胞核较小，染色深，周围常可见一薄层细胞质；而后者较大，常染色较淡。在成熟花粉粒上，可见明显的网状的花粉外壁。花药壁层只剩下表皮和药室内壁，中层消失，绒毡层在原位解体。

III 胚胎发育

1 子房和胚珠结构观察

取不同发育时期的百合子房横切片，注意观察切片上子房中小室的数目及每室中胚珠的数目。从横切片上选择一个切到胚囊的胚珠，在高倍镜下，注意观察百合的胚珠是倒生的还是直生的？胚珠有几层珠被和珠心有几层细胞？切片上能否看到珠孔？如果不能看到，你认为是什么原因？

观察从孢原细胞时期到成熟胚囊等不同发育时期的切片，注意倒生胚珠的发育过程。

2 胚囊发育的观察

取不同发育阶段的切片观察胚囊的发育进程：

①大孢子母细胞阶段 大孢子母细胞位于珠心表皮下，细胞较大，胞质浓厚，核明显。

②减数分裂不同阶段 第一次分裂后细胞质不分裂，形成有 2 个游离核的胚囊（前二核阶段），减数分裂的第二次分裂后形成 4 个游离核的胚囊（前 4 核阶段）。在这个阶段的早期，4 个核均匀地分布在胚囊中，而在晚期，合点端集中了 3 个核，另 1 个核在接近珠孔的位置。

③核的融合与分裂 合点端的 3 个核在进入有丝分裂中期时纺锤体合并，然后分裂形成 2 个三倍体的核，同时珠孔端的 1 个单倍体核也完成了分裂过程，此时胚囊中有 4 个核，称后四核阶段，与前四核阶段不同的是有 2 个三倍体的核，这种核的体积较大。还可以从胚囊的大小和核的位置区别前四核时期和后四核时期。后四核阶段的胚囊继续发生游离核的分裂，4 个核分别再分裂 1 次，形成有 8 个核的胚囊。具完整的 8 个核的胚囊片子极少见到，请想一想这是为什么？

3 成熟胚囊的结构

成熟胚囊中有 7 个细胞 8 个核：

①卵细胞 位于胚囊的珠孔端，呈梨形或长椭圆形。卵核位于细胞远珠孔一侧，液泡位于近珠孔一侧。

②助细胞 位于胚囊的珠孔端，与卵组成了卵器。与卵细胞不同的是，助细胞在珠孔端具有丝状器，其核位于近珠孔一侧。

③中央细胞 占据了胚囊的大部分空间，有发达的液泡。2 个极核中较大一个是 3 倍体，另 1 个较小是单倍体。

④反足细胞 3 个，位于合点端，含 3 倍体的核。核仁数目较多，核较大。形状不规则。

4 荠菜的种子发育过程

取不同发育阶段的荠菜子房纵切永久制片，观察其中的胚珠。注意观察珠被、胚乳、胚及胚柄的结构。

①原胚阶段 从受精卵分裂开始，到胚未分化成各种器官的阶段。从两细胞开始到球形胚，均属此阶段。此时的胚乳为游离核阶段，分布于胚囊的周围，胚囊中央是大液泡。注意观察胚和胚柄的形态。

②分化胚阶段 即心形胚与鱼雷胚阶段。此阶段的胚开始出现器官的分化。胚的两侧细胞分裂快，形成了子叶原基，此时胚呈心形，为心形胚时期。注意观察此时胚乳的发育状态。在鱼雷胚阶段，子叶明显地伸长。在胚囊的珠孔端，胚乳已经开始形成细胞，而在合点端，还有一些没有细胞壁的胚乳游离核。

③成熟胚阶段 胚体明显地伸长，并分化出子叶和胚根等。胚已经发生弯曲，胚乳大部已被吸收，还残存有少量胚乳细胞。

在整个胚发育过程中，胚囊合点端有一团细胞质浓厚的细胞，这团细胞来自于珠心细胞，其功能还不清楚。珠被的最内层染色深，其中可能含有单宁和一些色素，与种皮的颜色有关。

四、作业与思考

1 绘图：根据解剖观察，绘出一种或两种花的花图式，并写出它的花程式。

2 绘图：绘出一个成熟花粉粒的结构，并注明各部分名称。

3 绘图：绘出一个胚珠的结构简图，注明各部分名称，详细绘制其中的胚囊，并分析这个胚囊所处的发育时期。

4 绘图：绘出一个荠菜胚珠，详细绘出其中的胚。

实验 6 果实和种子的形态、结构及比较

植物的果实是由受精后雌蕊的子房膨大发育而成，其中子房壁发育形成果皮，胚珠发育形成种子。由子房发育而成的是真果，而由于房和子房以外的部分发育成的果实为假果，由一朵花发育形成的果实为单果，由花中多个离生雌蕊发育形成的果实为聚合果，而由花序发育而来的果实为聚花果。另外，根据成熟时果皮的形态（是否肉质化、是否成熟时开裂、是否有翅等）、子房的结构和胎座类型等，可以将果实分成不同的类型。

种子是种子植物特有的器官。种子植物的胚珠经传粉、受精后发育形成种子。一般来说，成熟的种子包括种皮、胚乳和胚三部分。胚是其中最重要的结构，由胚芽、胚根、胚轴和子叶组成，是新一代植物体的幼体。常根据种子中胚乳的有无，将种子分为有胚乳种子和无胚乳种子。

一、实验目的

1 在掌握果实的基本结构和常见的果实类型的基础上，理解真果、假果、聚花果、聚合果的概念以及果实与种子对不同传播方式的适应。

2 观察各种类型种子的形态和结构，认识不同类群植物种子的特点，理解种子在植物个体发育中的重要作用。用简单的显微化学方法鉴别种子内的贮藏物质。

二、材料与用品

1 材料 不同植物果实标本，如桃、苹果、梨、番茄、草莓、毛茛、菠萝、桑、瓜、葡萄、花生、大豆、八角茴香、棉、白菜、板栗、玉米、槭、向日葵和蒲公英等；不同类型植物的种子，如蓖麻种子、小麦籽粒、蚕豆或大豆种子、花生种子、玉米胚纵切永久制片和小麦胚纵切永久制片等。

2 用品 显微镜、放大镜、载玻片、盖玻片、双面刀片、培养皿、毛笔、滤纸、烧杯、滴管、直尺、镊子和解剖针等。

I_2 -KI 溶液、0.1% 苏丹Ⅲ溶液。

三、实验内容与方法步骤

I 果实的形态、结构及分类

1 果实的基本结构

①观察桃的果实，区分外果皮、中果皮和内果皮。

②通过不同果实的观察，区分真果与假果。试想果实上方有花柱脱落痕迹的是真果还是假果？果的上方有残存花被的为真果还是假果？

③通过观察，区别单果、聚合果和聚花果。单果的果柄（来自于花柄）上仅有一果；聚合果的许多果生于一花的花托上，常在花托上见到残存的花被。聚花果由花序发育形成，其花序的花序轴和花被片等参与果的发育，每一小果上常有花被的残存物或肉质化的产物，而花序基部没有花被片的残存。

④观察不同植物的果实，将结果记入表 6-1：

II 种子的形态结构

1 有胚乳种子

（1）蓖麻种子

取蓖麻种子，观察外形、颜色、花纹以及种阜、种脐等结构（观察新鲜果实里的种子种脐更为明显）。另取新鲜种子或经浸泡过的种子，剥去种皮，并做纵切，观察胚乳和胚的结构，注意观察，子叶的数目和特点以及种孔的位置（必要时可用放大镜）。

（2）玉米或小麦籽粒

①取新鲜或经浸泡过的玉米籽粒，观察外形，顶端残留有花柱的痕迹，下端是果柄，去掉果柄可见到黑色的种脐。然后，沿胚的长轴作籽粒的纵切，用放大镜从纵切面观察果皮与种皮，胚乳、胚。区分胚根、胚芽、胚轴和子叶四部分。用 I_2 -KI 染色，观察各部分的颜色变化。

②取玉米胚纵切永久制片，在显微镜下观察胚的各部分结构，注意观察胚根鞘和胚芽鞘，以及与胚乳相接触处的子叶表皮细胞有什么特点。

③取浸泡过的小麦籽粒，观察外形、腹沟和果毛。其他观察同玉米。另取小麦胚纵切永久制片

观察，注意与玉米胚的差异。

④取玉米或小麦的胚乳做徒手切片，用 I_2 -KI 染液染色，在细胞中可观察到蓝色的淀粉粒。注意观察单、复粒淀粉以及脐点和轮纹。

2 无胚乳种子

(1) 大豆种子

取已浸泡过的大豆种子，观察外形、颜色、种脊、种脐和种孔。轻捏泡涨的种子有水从种孔处溢出。

种脐紧靠着种孔。想想种脊应该在什么位置？剥去种皮，是两片肥厚的子叶，子叶着生在胚轴上。胚轴对着种孔的一端是胚根。另一端是胚芽，有两片幼叶，挑开幼叶，可见到生长点和叶原基。

(2) 蚕豆种子

取已浸泡过的蚕豆种子，观察外形、颜色、种脐和种孔。注意它与大豆种子的区别。

(3) 落花生种子

取花生的种子，观察外形、颜色、种脊、种脐和种孔。注意它与大豆种子、蚕豆种子的区别。剥去花生的种皮，取其子叶做徒手切片，用 0.1% 苏丹Ⅲ染色，在细胞中可见到被染成橙红色的油滴。

四、作业与思考

- 1 填写表 6 - 1 。
- 2 绘图：蓖麻种子剖面图，注明各部分结构。
- 3 绘图：大豆种子剖面图，注明各部分结构。
- 4 从发育上说明果实和种子的不同及关系。

实验 7 藻类植物

蓝藻门属于原核藻类，它是生物界中最低等、最简单的类群之一，也是植物发展史中最早出现的类群。蓝藻门植物的最主要的特征是原核，没有有性生殖，为光合自养生物。

绿藻门是藻类植物中种类最多的一个大类群，分布极广，在淡水、海水、湿地、树皮以及高山积雪上都有生长。绿藻门植物含有与高等植物一样的叶绿素 a、b，藻体多为绿色，它们的形态、结构、生殖方式各式各样。

褐藻门几乎全为海产，只有几个种生于淡水中，且藻体多大型。由于褐藻门植物色素体内含有较多的墨角藻黄素，故藻体一般为褐色。

一、实验目的

认识蓝藻门、绿藻门和褐藻门的代表植物，掌握它们的主要特征；认识藻体及生殖方式由简单到复杂、由低级到高级的演化规律。

二、材料与用品

1 材料 颤藻属、念珠藻属（发菜、地木耳）、鱼腥藻属（满江红）等；衣藻、水绵、团藻、小球藻属、刚毛藻属等活体或玻片标本；干制或浸制的海带孢子体、海带带片横切制片、海带配子体制片。

2 用品 显微镜、解剖针、镊子、吸管、双面刀片、载玻片、盖玻片、烧杯、培养皿和吸水纸等。

0.1%亚甲基蓝水溶液、I₂-IK 溶液。

三、实验内容与方法步骤

I 蓝藻门 (*Cyanophyta*)

1 颤藻属 (*Oscillatoria*)

此属分布最为广泛。污水沟和湿地上最多，温暖季节生长最旺盛，常在浅水底形成一层蓝绿色膜状物，或成团飘浮在水面上。一年四季都可采到。为了得到干净的实验材料，可在实验的前一、两天将采来的材料放在小烧杯的水中，它们可借滑行、摆动而移到杯壁上。

用小镊子或解剖针挑取杯壁上的蓝绿色丝状物。置于载玻片的一滴水中，盖上盖玻片，制成临时装片，在显微镜下进行观察。

(1) 藻体的形态和运动 颤藻是由一系列细胞组成的不分枝的丝状体。注意观察颤藻是如何运动的？理解颤藻名字的由来。

(2) 细胞结构 在低倍镜下选择丝状体较宽、细胞界限较清楚的种类，然后换高倍镜仔细观察。其藻丝是由单列细胞所组成，无异形胞。注意两端的细胞有何特点？注意区分藻丝中的死细胞和隔离盘。死细胞和隔离盘均为双凹形，但死细胞是空的，在镜下看起来发亮；而隔离盘内含胶质，色深绿。死细胞和隔离盘所间隔的一段藻丝是一个藻殖段。想想藻殖段有何作用？

随后，从盖玻片一侧加一滴 0.1% 亚甲基蓝水溶液，染色后在高倍镜下观察。中央质被亚甲基蓝染成深蓝色，可与色素质区分开。

另挑取少量颤藻新鲜材料于载玻片上做临时装片，并从侧面加一滴 I₂-KI 溶液，可观察到蓝藻淀粉粒变为红褐色。此外，还有蓝藻颗粒体，多为分布在细胞横壁附近的大小不等的颗粒。

2 念珠藻属 (*Nostoc*)

实验前几十分钟将地木耳（普通念珠藻 *N. commune*）或发菜（*N. flagelliforme*）浸泡在温水中。用镊子取芝麻粒大小的胶质小块或胶质丝置于载玻片中央，加一滴清水，先用镊子或解剖针将胶质小块适当破碎，然后盖上盖片，并用手指轻压盖片，使材料均匀散开，即可在显微镜下观察。观察时需注意：散布在胶质中的藻丝的数量和形状，是否分枝？每条藻丝外有无胶质鞘？组成藻丝的细胞有几种？异形胞在细胞列中的分布有何特点？特别要注意观察异形胞在大小、结构和颜色等方面与营养细胞以及厚壁孢子有何不同？异形胞和营养细胞相连接的两端可看到发亮的折光性较强的节球。

3 鱼腥藻属 (*Anabaena*) 用吸管吸一滴含有鱼腥藻的标本液制成临时装片，或取数枚满江红的叶片，置于载玻片中央的水滴中，用镊子反复挤压，去掉叶片残渣，盖上盖玻片，然后在显微镜下观察。注意每条鱼腥藻藻丝中的营养细胞、异形胞和厚壁孢子，并和念珠藻属进行比较，二者有

何异同点?

II 绿藻门 (*Chlorophyta*)

1 衣藻属 (*Chlamydomonas*) 为绿藻纲团藻目中单细胞藻类的代表。分布广泛,多生于有机质丰富的池塘、水坑或积水缸中。在春季和夏季可采到纯群的衣藻标本,实验室中也容易培养成活。

用吸管取一滴含有衣藻的培养液,制成临时装片。先在低倍镜下观察,注意衣藻的形态、大小及其运动,并在运动中观察它的立体形态。然后选择个体较大的移至视野中央,换高倍镜仔细观察其细胞结构:

①叶绿体 注意叶绿体的数目、位置、大小和形状。观察时可适当缩小光圈,最好在光路中安装蓝色滤光片。

②眼点 注意眼点的位置和颜色。想想它在细胞的何种结构中?有何功用?

③伸缩泡 在细胞前端的细胞质中,光镜下看为两个发亮的小泡。

④蛋白核 注意蛋白核的位置、数目、大小和形状。

⑤鞭毛 在较暗视野时,可以看见不动或微动的衣藻的鞭毛。

⑥细胞壁、细胞质和细胞核 细胞核是最难观察的,需要在杯状叶绿体凹陷处的细胞质中寻找。加一滴 I_2-KI 溶液于盖玻片一侧,另一侧用吸水纸吸过去,将细胞杀死并染色,进一步观察

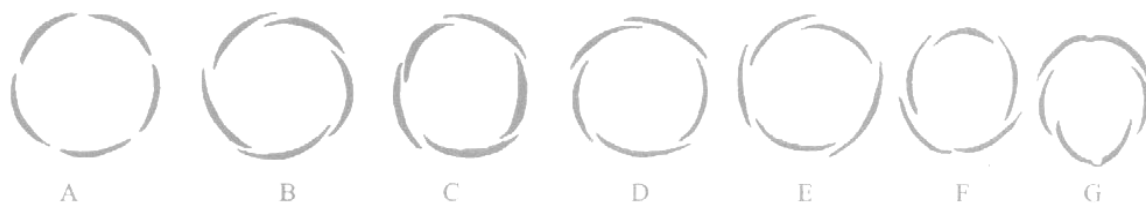


图 5-1 花瓣的排列方式

A-镊合状 B-螺旋状 C-覆瓦状 D-螺旋覆瓦状 E-双覆瓦状 F-上升覆瓦状 G-下降覆瓦状

蛋白核会发生什么变化?为什么?鞭毛由于吸碘而膨胀加粗,故更为明显。显微镜下看见的鞭毛好似两条灰白色的胶质线,由细胞顶端伸出。注意它们的长度,想想它是茸鞭型还是尾鞭型?细胞核被碘液染成了棕黄色。

取经过染色的衣藻永久制片,在显微镜下观察衣藻的叶绿体及鞭毛。

在实验材料中经常可以看到有些衣藻没有鞭毛,并且不能游动,而且细胞内又有 2、4、8 个子原生质体,这是衣藻在进行无性生殖,此时的衣藻已转变成游动孢子囊,待游动孢子形成后,这些游动孢子通过母细胞壁破裂后释放出来。

衣藻的有性生殖有时在春季采到的纯群衣藻标本中看到。如果观察到具 4 条鞭毛和 2 个蛋白核的衣藻,说明衣藻在进行有性生殖,想想这是衣藻有性过程的那一阶段。有时在视野中会看到橘红色、壁厚并具有刺状突起的小球形体,这是衣藻的成熟合子。

2 水绵属 (*Spirogyra*) 属接合藻纲,为淡水池塘和沟渠中最常见的一类丝状绿藻。

先用手指触摸水绵丝状体感觉是否很粘滑?再用镊子取少量水绵丝状体作临时装片(注意用针把丝状体拨散开),在显微镜下依先低倍镜后高倍镜的方式观察其形态和细胞结构。

①藻体的形态 水绵为单列细胞组成的不分枝的丝状体,注意有无细胞分化。

②细胞结构 最明显的是每个细胞中都有螺旋绕生的带状叶绿体。但要注意的是不同的植物种叶绿体的数目是不一样的,而且螺旋间距和螺旋数也不同。在叶绿体上蛋白核的数目和排列方式有何特点?然后从盖玻片一侧加一滴 I_2-KI 溶液并在另一侧用吸水纸使具吸过去。选择一条藻丝较宽又仅为一条叶绿体的水绵,仔细观察一个细胞的结构:包括细胞壁、叶绿体及其上的一系列蛋白核、细胞质、细胞核以及胞质丝。观察的难点是细胞核和胞质丝,在观察时要注意以下 3 点:第一,细胞核应在细胞的中部寻找。第二,不要把细胞核和蛋白核混淆,蛋白核遇碘后其上的淀粉变为蓝紫色,而细胞核则呈棕黄色。第三,要注意细胞核是被一团细胞质所包围的,并有放射状的胞质丝,把细胞核周围的细胞质与被液泡挤到紧靠细胞壁处的细胞质联系起来。

③接合生殖 水绵在春季和秋季多发生接合生殖。此时藻体的颜色由鲜绿变为黄绿,且常成片飘浮在水面上。用镊子取少量有接合生殖的藻丝制作临时装片按上述方法观察,如没有这种材料,

可以观察永久制片。要详细观察接合生殖的整个过程。注意成熟合子的形状、颜色和壁上的花纹。在观察的同时想想水绵是否有性的分化?所观察的水绵的接合生殖属于哪种类型?

课后选做实验:在自然水体中生长的水绵,接合生殖只在春、秋季才能见到。通过下面所介绍的方法,诱导水绵的接合生殖,并观察接合生殖的过程。数日后对培养的材料进行镜检,记录观察结果,并回答问题。

水绵的接合生殖诱导方法:首先将从野外采集的水绵在室内培养1~2天。然后将水绵取出,放入敞口的容器中,加入适量水将水绵淹没,放入冰箱冷冻使其凝结成冰块。数日后取出,在室温下自然融化,倒入培养皿中于室温下光照处培养,或置于冰箱的贮藏室(4℃)中培养。

回答问题:(1)冰冻水绵的目的是什么?(2)观察到哪几种接合方式?

3 绿藻门其他植物(示范)

①团藻属(*Volvox*) 观察永久制片,注意区分营养细胞、生殖细胞和母体中的子体。

②刚毛藻属(*Chladophora*) 观察藻体外形,并用手指揉搓,比较和水绵的手感有何不同?注意观察网状叶绿体、多核和多蛋白核的特点。

III 褐藻门(*Phaeophyta*)

1 海带(*Laminaria japonica*) 在实验观察中要注意把海带生活史各阶段联系起来。观察的难点主要是海带的喇叭丝和对雌、雄配子体的区分。观察可按下述步骤进行:

①孢子体外形 取海带腊叶标本观察,区分带片、带柄和固着器三部分。注意各部分的形状和相对长度。想想这三部分各有什么功能?找出海带生长点的部位。

②带片上的孢子囊区域 取浸制的成熟的海海带带片观察,注意在带片两面寻找有微微高出带片表面的深褐色的斑块,这就是海带的孢子囊区域。

③带片的内部结构及孢子囊结构 取浸制的海带带片(浸制的材料最好一面有孢子囊,另一面或其中一部分没有孢子囊,以便对比和了解孢子囊的发生,并将这些材料切成2cm长,0.5cm宽的小片)作徒手切片,选择其中较薄而完整的数片作水装片,在显微镜下观察,先分出产生和未产生孢子囊的部分,再从无孢子囊的部分由外向里辨认表皮、皮层和髓三部分。表皮位于带片两面最外边,由1~2层小形、排列紧密并具色素体的细胞组成。皮层在表皮下方,由多层细胞组成。注意在皮层内还可看到粘液腔。带片的中央部分为髓部,是由细长的髓丝和细胞一端膨大的喇叭丝所组成,但一般徒手切片不易看清喇叭丝的形态,可将浸泡的靠近带柄的带片从髓部撕开,再用刀片刮取撕开后露出的髓部组织,制成临时装片,则可在显微镜下看出喇叭丝和髓丝。想想带片各部分结构的主要功能是什么?

观察完带片的内部结构后,再选有孢子囊的部分观察:海带的孢子囊为单细胞,棒状,里面是尚未放出的游动孢子。在孢子囊之间夹生有许多细长的侧丝。特别注意侧丝下部细长无色,需反复扭动细准焦螺旋方可看清。侧丝上部膨大,其内含多个金黄色的色素体,正好是侧丝比孢子囊高出的一段。侧丝顶端有透明的胶质冠,由胶质冠连成胶质层。

取带孢子囊的海海带带片横切永久制片进行对照观察。

④雌、雄配子体及幼孢子体 取海带配子体制片在显微镜下观察,区分雌、雄配子体及幼孢子体。雄配子体是几个到十多个细胞组成的分枝丝状体,细胞较小,色淡,每个细胞均可形成一个精子囊。雌配子体一般为一个大的球形或梨形细胞(也有的为几个细胞组成),褐色。最后在制片中观察合子萌发出的几个至几十个细胞的幼孢子体,外观为棒状。

2 褐藻门其他植物(示范)

①裙带菜(*Undaria pinnatifida*) 海带目。带片羽状分裂,具明显的中肋,孢子囊生于柄部两侧木耳状皱褶的两面。

②马尾藻属(*Sargassum*) 藻体明显分为固着器、主干和各种类型的分枝。我国沿海最常见的是海黍子(*S. kjellmanianum*)和海蒿子(*S. pallidum*),比较二者的外形有何异同。

四、作业与思考

1 绘图:念珠藻属丝状体一段,示营养细胞、异形胞、厚壁孢子和藻殖段等结构。

2 绘图:水绵的细胞结构,示细胞壁、细胞质、叶绿体、蛋白核、细胞核、胞质丝和中央大液泡等。

3 绘图:海带带片横切,示带片结构和孢子囊等。

实验 8 真菌、地衣和苔藓植物

真菌植物的共同特征是没有根、茎和叶的分化，生殖结构为单细胞，合子或受精卵不发育成胚。真菌门包括鞭毛菌亚门、接合菌亚门、子囊菌亚门、担子菌亚门和半知菌亚门，其中鞭毛菌亚门和接合菌亚门为低等真菌，营养体为单细胞或由无隔多核的菌丝组成的菌丝体。子囊菌亚门除极少数为单细胞外，均由有隔菌丝组成的菌丝体，且绝大多数形成子实体。担子菌亚门与子囊菌亚门同属于高等真菌，其营养体亦为有隔菌丝组成的菌丝体，大多数种类形成子实体。担子菌亚门最突出的特点是具有双核菌丝、锁状联合、形成担子和担孢子。

地衣是一类很特殊的生物，它是由真菌和一些蓝藻或绿藻形成的共生体。

苔藓植物是一群小型的非维管高等植物。植物体大多有了类似茎叶的分化，但无真根，无维管组织分化，多生活于阴湿的环境中。苔藓植物的有性生殖器官为精子器和颈卵器，受精卵均发育成胚，生活史类型为配子体发达的异型世代交替，孢子体不能独立生活，寄生于配子体上。

一、实验目的

1 观察真菌门各纲的代表植物，掌握它们基本构造和一般特征；了解真菌为异养生物，以腐生或寄生的方式获得营养；认识真菌是以孢子进行繁殖。

2 了解地衣门是藻类与真菌共生的特殊类群，认识地衣的三种生长类型；了解苔藓植物是孢子繁殖的低级高等植物类群，认识苔藓植物门的代表植物，了解其结构特征。

二、材料与用品

1 材料 水霉属、根霉属、酵母菌属、青霉属、曲霉属、虫草属、伞菌目、银耳属、木耳属、灵芝属；茶渍属、梅衣属、石蕊属和松萝属；地钱、葫芦藓、地钱雄器托纵切制片、地钱雌器托纵切制片等。

2 用品 解剖刀、解剖针、镊子、载玻片、盖玻片、培养皿、双面刀片、显微镜、体视显微镜等。

5%KOH 溶液、番红水溶液、I₂-KI 溶液。

三、实验内容与方法步骤

I 真菌门 (*Eumycota*)

1 鞭毛菌亚门 (*Mastigomycotina*)

代表种类 水霉属 (*Saprolegnia*)

先观察鱼类标本上的水霉，外观似一团白色的绒毛。用小镊子从鱼体上取少量丝状体慢慢放在滴有一滴 5%KOH 溶液的载玻片上，用解剖针细心地将其向外分开，盖上盖玻片，切忌不能乱搅动，否则，菌丝体就搅成一团，无法观察。观察时注意菌丝有无横隔？在菌丝顶端能否看到稍膨大的游动孢子囊？并注意其基部有无横隔与菌丝隔开。

2 接合菌亚门 (*Zygomycormia*)

代表种类 根霉属 (*Rhizopus*)

首先观察琼脂培养基或馒头上培养的根霉的菌丝体，其中的黑色小点为孢子囊。用解剖针挑起少量白色绒毛状的菌丝体，按水霉的方法作水装片，在显微镜下观察，注意根霉的菌丝体有无横隔？仔细检视根霉略带黄褐色并分枝的假根，由假根处开始寻找匍匐生长的菌丝和直立的菌丝。

根霉的无性生殖多在假根处向外产生直立的菌丝即孢囊梗，其顶端膨大形成球形的孢子囊，仔细辨认囊轴、囊壁和孢子囊中的孢囊孢子。注意从破裂的孢子囊上看清半球形的囊轴，还可另取根霉的永久制片对比观察。

取根霉有性生殖的永久制片，观察根霉的接合过程：注意观察原配子囊及配子囊的形成，配子囊配过程以及成熟的接合孢子。

3 子囊菌亚门 (*Ascomycotina*)

①酵母菌属 (*Saccharomyces*) 半子囊菌纲。单细胞。取液体培养基培养的酿酒酵母 (*S. cerevisiae*) 一滴，作临时装片，在显微镜下观察酵母的形态、大小，主要观察酵母苗的出芽生殖情况。

取制片观察酵母菌子囊和子囊孢子。想想酵母菌的子囊是怎样形成的？每个子囊内通常有几个

子囊孢子?形成子囊果吗?

②青霉属 (*Penicillium*) 不整囊菌纲。实验用的材料一定要大多数是白色的菌丝体。用解剖针或小镊子挑取青霉的白色菌丝体,用 5%KOH 水溶液封片,在显微镜下观察青霉的菌丝体的颜色和分枝情况,加一滴番红水溶液,注意菌丝有无横隔?它和水霉、根霉有何不同?同时注意观察青霉扫帚状的分生孢子梗和成串的分生孢子,其颜色如何?想想分生孢子和根霉的孢囊孢子有何不同?

③曲霉属 (*Aspergillus*) 不整囊菌纲。观察曲霉菌的菌丝体、分生孢子梗、球状孢囊及其上呈放射状排列的小梗,每个小梗顶端都有一串分生孢子。注意与青霉的区别。

④虫草属 (*Cordyceps*) 核菌纲。如冬虫夏草 (*C. sinensis*)。观察鳞翅目蝙蝠蛾幼虫虫皮及其从其口部长出的柄部和顶端棒状的子座。想想虫皮以内是什么结构?子囊壳在什么部位产生?弄清虫草的生活史。

4 担子菌亚门 (*Basidiomycotina*)

(1) 伞菌目 (*Agaricales*), 属层菌纲。材料可用蘑菇属 (*Agaricus*) 如双孢蘑菇等、鬼伞属 (*Coprinus*) 如晶粒鬼伞等、侧耳属 (*Pleurotus*) 如平菇等、香菇属 (*Lentinus*) 如香菇等。

①子实体(担子果)外部形态观察 取以上伞菌类各属任一种子实体观察菌盖和菌柄的特征。首先观察菌盖的形状、颜色和大小,再用镊子撕开菌盖的表膜,即露出了菌肉部分。在菌盖的下面则是很多呈放射状排列的薄片即菌褶。想想伞菌类的子实层生于什么部位?观察伞菌类菌柄的特征时重点是菌柄在菌盖上的位置,是在菌盖中央?还是偏离中央?还是生于菌盖的边上?在菌柄上有无菌环或菌托(想想它们是如何形成的)?这些都是伞菌类的重要分类依据。

②菌褶和子实层的观察 取蘑菇、鬼伞或平菇的菌盖一小块,做徒手横切或纵切,用毛笔将切片扫入培养皿的清水中,挑取较薄的切片作水装片,在显微镜下观察菌褶的结构。在菌褶的两面为子实层,其内方是子实层基,注意这一部分的细胞有何特点?菌褶中央为菌髓。但要注意观察的重点是子实层的结构。必须分清无隔担子、担孢子和侧丝,还要注意有无囊状体?若有,其大小和形态与担子和侧丝有何不同?

为了把菌褶的结构看得更清楚,可取蘑菇属或鬼伞属的菌褶永久制片进行观察对比。

③锁状联合的观察 蘑菇属的子实体中较少见有锁状联合,而平菇和鬼伞则很容易观察到。用镊子取一小点菌肉作临时装片(注意用镊子将菌肉捣碎,尽量使菌丝散开),在显微镜下根据锁状联合的喙状连接的特征即可辨认。想想锁状联合发生的过程如何?加一滴番红水溶液可看得更清楚些。

(2) 其他种类观察

①银耳属 (*Tremella*) 属层菌纲,银耳目。腐生于阔叶树枯立木上。先观察其胶质的子实体的外形,鲜时半透明,乳白色,由许多丛生瓣片组成。干后收缩。然后用镊子取一绿豆大小的子实体小块(如是干制的标本需先用水煮沸 20 min),放在载玻片中央的一滴 5%KOH 水溶液中,用镊子将其压碎,加盖玻片,并用铅笔的橡皮头轻压盖玻片使材料均匀散开,置显微镜下观察银耳的纵隔担子和锁状联合。

观察纵隔担子需注意从底面和侧面加以区分。底面观时为“田”字形(即下担子);最好选择其中的一些侧面观,即可看清纵隔的 4 个细胞的下担子,也可看清 4 条细长的管状的上担子。在上担子顶端各产生一枚担孢子。

银耳也是观察锁状联合的好材料。注意缩小光圈而且反复扭动细准焦螺旋,可大体上看出菌丝体上发生锁状联合的过程。

②灵芝属 (*Ganoderma*) 属层菌纲,非褶菌目。担子果木质,表面具漆一样的光泽。无菌褶,菌盖下为无数菌孔。另在示范镜下观察菌管横切,重点观察子实层。

③木耳属 (*Auricularia*) 属层菌纲,木耳目。担子果耳状、叶状或杯状。观察横隔担子和锁状联合的方法同银耳,材料需要事先浸泡。

II 地衣门 (*Lichenes*)

1 观察地衣的 3 种生长型

(1) 壳状地衣 取最常见的生于岩石上的茶渍属 (*Lecanora*) 标本,并试试能否用手从岩石上剥下?注意其上生长的许多小盅状物,即子囊盘。它是由组成地衣的子囊菌的有性阶段产生的子实体,其子实层位于子囊盘的上面。

(2) 叶状地衣 取最常见的梅衣属 (*Parmelia*) 标本,观察贴地一面(腹面)的结构。另外可观察叶状体上表面有无粉状颗粒,此即为粉芽堆,可取一些作封片,在显微镜下观察粉芽的组成。

(3) 枝状地衣 取石蕊属 (*Cladonia*) 和松萝属 (*Usnea*) 的标本观察, 并比较它们和壳状地衣、叶状地衣有何不同? 它们的子囊盘生长在何部位?

2 观察地衣的解剖构造

(1) 异层地衣 取叶状地衣切片, 从上而下的观察上皮层 (由菌丝紧密交织而成)、藻胞层 (由藻类细胞所组成)、髓层 (由疏松菌丝组成) 和下皮层 (也由菌丝密集交织而成)。这种藻类细胞集中在上皮层之下排列者称为异层地衣 (如梅衣属)。

(2) 同层地衣 地衣体无藻细胞层和髓层的分化, 共生藻分散在菌丝和胶质衬质中, 如胶衣属 (*Collema*)。取同层地衣永久制片, 观察比较和异层地衣有何不同? 特别是藻类的排列有何特点? 能否判断其中的藻类是属哪个门类?

III 苔藓植物

1 地钱 (*Marchantia Polymorpha*) 为世界广布种。生于阴湿的土壤上。在林内、田园、墙角、沟边、井边以及花盆等处都可采到。

(1) 叶状体 (即配子体) 外形 取地钱叶状体观察, 看看它是否有分枝, 想想地钱的生长点在哪里? 注意区分背腹面, 贴地的一面为腹面, 其上有假根和鳞片; 背地的一面为背面, 用放大镜或实体镜可观察到表面上有许多菱形的网纹, 想想这是地钱的什么结构? 地钱的气孔在哪里?

(2) 叶状体内部结构 取叶状体横切的永久制片在显微镜下观察。辨认表皮、烟囱状的气孔、同化组织、气室及气室间隔层、薄壁细胞、下表皮和其下的多细胞组成的紫色鳞片及单细胞假根等各部分结构。

(3) 胞芽杯和胞芽 取含有胞芽杯的地钱叶状体, 在实体镜下观察胞芽杯, 可见其内生有许多绿色小片, 此即为胞芽。用针从杯底挑取几片胞芽, 制成临时装片, 在显微镜下观察胞芽的形态结构。想想胞芽是怎样发育成地钱叶状体的?

(4) 雄生殖托和雌生殖托 地钱雌雄异体。分别取雄株及雌株观察, 注意先从外部形态上区分雄生殖托和雌生殖托, 然后再用放大镜或实体镜观察。在雄生殖托上表面有许多小孔, 这是精子器腔的开口。观察雌生殖托时应将其托柄剪去, 腹面向上置于实体镜下, 用解剖针沿两条芒线之间找出 2 片膜片, 即蒴苞; 2 片蒴苞之内就有 1 列颈卵器。

分别取地钱雄生殖托、雌生殖托纵切制片观察: 雄生殖托的托盘上有许多精子器腔, 其内各有一个卵圆形的精子器, 注意有无精子器的壁? 为几层细胞组成? 其内是什么细胞? 是否形成精子?

注意把从切面看到的精子器腔的开口和表面观联系起来对比分析。在雌生殖托纵切制片中, 可清楚地看出芒线间的托盘下面倒悬的一系列颈卵器, 膨大的腹部在上, 颈部细长, 注意辨认颈沟细胞、腹沟细胞和卵细胞。由于颈卵器的发育成熟时间不同, 观察时要注意不同发育时期的结构特点。在切片中可以看到在颈卵器的周围有一层包被, 即假蒴萼。

(5) 孢子体 先取标本观察, 成熟的雌器托则由绿变为灰褐色, 在其两芒线之间可见悬挂着的一系列头状体, 这就是地钱孢子体的孢蒴。注意孢蒴外的假蒴萼以及每列孢蒴两侧的膜状蒴苞。想想这些结构在地钱的生殖过程中有何意义?

取地钱孢子体纵切制片, 详细观察其内部结构, 区分它的基足、短的蒴柄和球形的孢蒴三部分。仔细观察孢蒴中的弹丝和孢子。想想二者是怎样产生的? 弹丝在散布孢子过程中有何作用? 同时注意观察在孢子体外的三层保护结构, 即颈卵器的壁、假蒴萼和蒴苞。

2 葫芦藓 (*Funaria hygrometrica*) 是小型的土生藓类。分布很广, 常见于田园、庭院和路边。

(1) 配子体外形 取新鲜的配子体或浸制标本, 在清水中洗去泥土, 测量其高度, 用镊子轻轻将植物体分开, 辨认茎和叶, 注意茎是否有分枝? 在观察叶时, 要注意叶的形状、分布特点以及排列方式, 然后取几片叶作临时装片, 在显微镜下观察其叶的形状和叶细胞, 注意中肋和中肋以外的叶细胞有什么不同? 再从植株基部取下一一些带假根的部分, 作临时装片, 在显微镜下观察假根的颜色、形态和细胞组成。

(2) 精子器和颈卵器 取已形成生殖器官的葫芦藓的浸制或新鲜材料, 用放大镜或实体镜区分雌枝和雄枝。

将雄枝放于载玻片上, 在实体镜下用解剖针剥掉雄苞叶, 加一滴水盖上盖玻片在显微镜下观察, 首先区分精子器和侧丝, 然后仔细观察精子器的形状、颜色和数目。轻压盖玻片, 在显微镜下观察有无精子释放。注意观察精子的形状和运动。并用 I_2-KI 液染色观察精子的鞭毛。

用同样的方法观察雌枝顶端的颈卵器, 由于在雌枝顶端的颈卵器的数目较少, 一般只有 1 至数

个，剥离雌苞叶时应特别仔细。在显微镜下观察时要注意区分颈卵器的颈部和腹部，辨认出颈沟细胞。

植物名称	果实种类	单果 / 聚花果 / 聚合果	果皮肉质 / 果皮干燥	是否开裂	真果 / 假果	备 注

注：表格不够用可以在实验报告上添加行
胞、腹沟细胞和卵细胞，并比较颈卵器发育的不同时期。颈卵器的腹部下面还有多个细胞组成的短柄。

取雌枝和雄枝枝端的纵切永久制片，与自己解剖的材料进行对照观察。

（3）孢子体 在剥离颈卵器的标本时，常可见有些已经受精并发育成长形的胚，注意颈卵器壁的变化。

取寄生在配子体枝端的孢子体，观察其形态，区分蒴柄、孢蒴和蒴帽，想想蒴帽是怎样产生的？能否看见基足？为什么？

将孢蒴从蒴柄上剪下，在实体镜下用针轻轻拔掉蒴盖，此时可看到环带及其卷落的情形，而且蒴齿也暴露出来。注意蒴齿有多少条，可以用针拨开外蒴齿观察内蒴齿。比较二者有何异同。最后捅破孢蒴，可看到内部的蒴轴和大量的孢子。

取孢蒴纵切的永久制片，详细观察内部结构。首先区分蒴盖、蒴壶和蒴台三部分，然后重点观察蒴壶的结构：注意从侧面由外向里依次辨认表皮、蒴壁、同化丝、气室、外孢囊、孢原组织、内孢囊和中央的蒴轴。这里需要注意的是，当孢原组织发育形成孢子后，在蒴壁以内至蒴轴之间全部充满了孢子，同化丝则被破坏。在蒴盖和蒴壶之间，还能观察到环带和蒴齿等结构。

（4）原丝体及芽体 用解剖针挑取少量在琼脂培养基上培养的绿色丝体制成临时装片，在显微镜下可以清晰地看到原丝体是绿色的，是由很多细胞组成的分枝的丝状体，细胞内含有很大大的叶绿体，外形很像丝状绿藻，细胞的横壁多与长壁垂直。在原丝体上还可可见芽体，在芽体的下面生有很多假根，其细胞横壁多与长壁斜生。以后每个芽体发育为一个新的配子体。

四、作业与思考

- 1 绘图：青霉属分生孢子梗和分生孢子。
- 2 绘图：伞菌目菌褶的一部分，注明各部分结构。
- 3 绘图：叶状地衣（异层地衣）纵切图，示各部分结构。
- 4 绘图：葫芦藓配子体及孢子体形态图。
- 5 总结苔藓植物有哪些适应陆生生活的特征。为什么说苔藓植物是植物界进化中的一个侧支？

实验9 蕨类植物、裸子植物

蕨类植物是一群进化水平最高的孢子植物，也是孢子体世代占优势的植物类群。蕨类植物的孢子体内有了维管组织的分化，绝大多数具有根、茎、叶的分化；其配子体多为背腹性的绿色叶状体，能独立生活，有性生殖器官为精子器和颈卵器。

裸子植物是具有维管组织和颈卵器，能形成球花，产生花粉管，形成种子，且种子外面没有果皮包被的高等植物。裸子植物种子的形成，有助于植物的散布、胚的保护和幼孢子体的成长；其花粉管的产生使受精作用摆脱了水的限制。它的孢子体发达，并占绝对优势，而配子体则退化，寄生于孢子体上，因此，更有利于陆生生活。

一、实验目的

1 了解蕨类植物门是一类以孢子进行繁殖的维管植物，认识常见的蕨类植物，理解蕨类植物的主要特征，掌握观察和鉴定蕨类植物的基本方法。

2 认识常见的裸子植物代表种，掌握裸子植物的主要特征和常见裸子植物的分类依据。学会识别常见裸子植物的科、属、种的能力。

二、材料与用品

1 材料 肾蕨（孢子体和配子体）、问荆（营养枝及生殖枝）、蕨原叶体装片、一些常见蕨类植物或腊叶标本；侧柏、水杉、柳杉、黑松等的雌球果、雄球花，银杏的种子，常见裸子植物新鲜材料或腊叶标本

2 用品 显微镜、实体镜、放大镜、镊子、解剖刀、解剖针、载玻片、盖玻片、玻璃皿、刀片和培养皿等。

I₂-KI 溶液、醋酸洋红染液

三、实验内容与方法步骤

I 蕨类植物

1 肾蕨 *Nephrolepis auriculata*，属真蕨目，骨碎补科。本地区常见的观赏蕨类植物。

（1）观察肾蕨的孢子体外形、孢子囊、孢子囊群的形态及着生特点等。

（2）原叶体（配子体）和生殖器官的观察 取培养的肾蕨原叶体置于载玻片上，先观察其外形，然后，滴一滴水，把原叶体的腹面朝上制成临时装片，在显微镜下观察其营养细胞及生殖器官。颈卵器和精子器皆生于原叶体的腹面。颈卵器一般产于原叶体凹入口的后方及其附近，精子器多生于中后部及边缘；颈卵器腹部埋于原叶体中，颈部露出，略向后弯，从侧面可观察到两列5~7个细胞的颈部；精子器球形，突出表面；颈卵器数目较少，精子器数目较多。往往在一种原叶体上只见一种生殖器官。其原因之一就是精子器和颈卵器发生的时间不同，精子器先发育，颈卵器晚发育。若掌握好培养时间，可以在同一原叶体上看到两种生殖器官。

（3）精子的释放 在原叶体临时装片上可观察到精子的释放过程。原叶体遇水后，一个个精子从精子器的顶端开口涌出，由于外面包有一层圆形的膜状物，精子不能马上游动，稍过片刻，膜状物溶解，螺旋形精子便活跃地游动起来。一个精子囊大约可产生30~50个精子。可加一滴I₂-KI液染色，然后观察精子的鞭毛。

取原叶体永久装片，在显微镜下对照观察颈卵器和精子器的结构。

（4）幼孢子体 注意幼孢子体和原叶体的关系，比较幼孢子体和成熟孢子体在形态上的差异。

2 问荆 (*Equisetum arvense*)

属楔叶亚门、木贼科。淮安比较常见的蕨类植物。

（1）孢子体 取浸制的孢子体腊叶标本观察。注意比较地下茎和地上气生茎有什么异同？营养枝和生殖枝在形态、发生时间和功能上有何不同？

（2）孢子叶球 取浸制的孢子叶球，先观察其外形和表面，辨认孢囊柄的盘状体。然后用镊子小心地从孢子叶球的轴部取下一个完整的孢囊柄，在放大镜或实体镜下观察，用针轻轻拨动，可看出孢囊柄是由六角形的盘状体和其下部中央的一个细长的柄部组成，在盘状体下部侧缘内着生5~10枚长筒形的孢子囊。

(3) 孢子和弹丝 从孢囊柄上取1个孢子囊置于载玻片上,用针将孢子囊捅破,移去孢子囊残壁,盖上盖玻片,迅速在显微镜下观察,看看有什么现象发生?然后,再从盖片一侧加一滴水仔细观察每个孢子上共有几条弹丝及其连接点。想想问荆孢子外面的弹丝对散发孢子有何意义?

3 节节草 *Hippochaete ramosissimum* 与问荆同属木贼科,木贼属。淮安地区及淮师校园常见的蕨类植物。

4 其他蕨类植物及蕨类植物腊叶标本的观察

满江红、石松、水韭、松叶蕨、紫萁、铁线蕨、海金沙、贯众、瓦韦和槐叶苹等。

II 裸子植物

1 在实验室内对采集来的裸子植物新鲜材料进行观察,并初步进行分类。

2 仔细观察黑松、雪松、柳杉、水杉、侧柏、桧柏、银杏等植物的雌球花(果)、雄球花、种子等。

(1) 银杏 (*Ginkgo biloba*) 雄球花及种子的解剖观察 银杏的雄球花成柔荑花序状,小孢子叶(雄蕊)多数。取一个小孢子叶,观察其上着生几个小孢子囊?将成熟银杏的种子纵剖,识别肉质的外种皮、骨质的中种皮、纸质的内种皮以及胚和胚乳。值得注意的是,内种皮又分为上下两半,上半又分为两层,红色的内层是由珠心的表皮和珠被分离的部分形成的。

(2) 侧柏 (*Platycladus orientalis*) [或圆柏 (*Sabina chinensis*)] 雌、雄球花的解剖观察 先取侧柏或圆柏的一个雄球花,在实体镜下解剖观察,看小孢子叶是如何排列的?每个小孢子叶的背面有几个小孢子囊?然后取一雌球花观察,注意珠鳞和苞鳞合生,交互对生,以及每个珠鳞着生的胚珠与雪松有什么不同?

(3) 柳杉 (*Cryptomeria fortunei*) 雌球果、雄球花的解剖观察

(4) 雪松 (*Cedrus deodara*) 雌球果、雄球花的解剖观察

3 常见裸子植物的标本观察

(1) 浸制标本 苏铁的小孢子叶球、银杏的种子。

(2) 干制标本 苏铁的种子;油松、华山松、红松、杉木、水杉、侧柏和圆柏的成熟球果。

(3) 腊叶标本 银杏、油松、马尾松、白皮松、华山松、红松、杉木、水杉、侧柏、圆柏、罗汉松、三尖杉、红豆杉、草麻黄和买麻藤等。

4 校园裸子植物的现场教学

四、作业与思考

1 绘图:蕨原叶体,表示出其腹面的结构。

2 银杏在外形上很像杏,它们之间有什么本质的区别?

3 仔细观察和区别校园内的裸子植物,找出它们之间的异同点。

[附]淮安常见裸子植物名录

1 雪松 *Cedrus deodara* (Roxb.) G.Don

2 水杉 *Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng

3 圆柏(桧柏) *Sabina chinensis* (L.) Ant.

4 龙柏 *Sabina chinensis* (L.) Ant. cv. 'Kaizuca'

5 侧柏 *Platycladus orientalis* (L.) Franco.

6 北美香柏(美国香柏) *Thuja occidentalis* L.

7 日本柳杉 *Cryptomeria japonica* (Linn. f.) D.Don

8 黑松 *Pinus thunbergii* Parl.

9 翠柏(粉柏) *Sabina squamata* (Buch.-Ham.) Antoine cv. 'Meyeri'

10 银杏 *Ginkgo biloba* L.

11 池杉 *Taxodium ascendens* Brongn.

12 苏铁 *Cycas revoluta* Thunb.

13 柳杉 *Cryptomeria fortunei* Hooibrenk ex Ott. et Dietr.

14 千头柏 *Platycladus orientalis* (L.) Franco. cv. 'Sieboldii'

15 日本五针松 *Pinus parviflora* Sieb. et Zucc.

16 南洋杉 *Araucaria cunninghamia* Sweet.

17 罗汉松 *Podocarpus macrophyllus* D.Don.

18 刺柏 *Juniperus formosana* Hayata.

实验 10 被子植物各种类型花的解剖观察

被子植物是植物界最繁盛、最进化的植物类群，自新生代以来，它们就在地球上占着绝对的优势。被子植物具有真正的花，典型的被子植物花由花萼、花冠、雄蕊、雌蕊等四部分组成，其花的各部在数量上、形态上有极其多样性的变化。在被子植物的分类上，花部的特征是最主要的特征之一。

一、实验目的

- 1 通过对被子植物各种代表花的结构观察，掌握被子植物各大类的主要特征，了解被子植物花的原始特征和演化发展方向，为认识和鉴别打下基础。
- 2 学习解剖观察被子植物花的基本操作方法，学会编写花公式。

二、材料与用品

- 1 材料 各大主要类群代表植物的花
- 2 用品 实体镜、放大镜、镊子、解剖刀、解剖针、双面刀片、玻璃皿、载玻片和盖玻片等。

三、实验内容与方法步骤

- 1 根据实验的具体时间和植物开花的季节，采集或购买各种新鲜的花，尽量是有代表性的植物的花。如以下一些科的植物的花，木兰科、毛茛科、桑科、石竹科、蔷薇科、十字花科、蝶形花科、苏木科、唇形科、杨柳科、锦葵科、葫芦科、大戟科、伞形科、菊科、百合科、禾本科、天南星科、莎草科等。
- 2 观看被子植物花的解剖（课件），学习花的解剖方法，并认识一些植物。
- 3 解剖观察各种植物的花，归纳总结各主要科的花部特征，并写出各种花的花公式。

四、作业与思考

- 1 列举实验室内具有 2 种以上代表植物的科的花部主要特征。
- 2 写出实验室内每一种植物的花程式。
- 3 简述木兰科、石竹科、蔷薇科、十字花科、唇形科、蓼科、菊科、百合科、禾本科等的主要识别特征。

实验 11 植物分类检索表的编制和使用

检索表是植物分类中识别和鉴定植物不可缺少的工具，是独立认识植物的“字典”。它根据法国拉马克（Lamarck）二歧分类原则，把原来一群植物相对的特征、特性分成对应的两个分支，再把每个分支中相对的性状又分成相对应的两个分支，依次下去直到编制到科、属或种检索表的终点为止。为了便于使用，各分支按其出现先后顺序，前边加上一定的顺序数字，相对应的两个分支前的数字或符号应是相同的。

检索表编制是采取“由一般到特殊”和“由特殊到一般”的原则。首先必须将所采到的地区植物标本进行有关习性、形态上的记载，将根、茎、叶、花、果和种子的各种特点进行详细的描述和绘图，在深入了解各种植物特征之后，再按照各种特征的异同来进行汇同辨异，找出相互差异和相互显著对立的主要特征，依主、次要特征进行排列，将全部植物编制成不同的门、纲、目、科、属、种等分类单位的检索表。其中，主要是分科、分属、分种三种检索表。

一、实验目的

- 1 学习植物分类检索表的编制，理解检索表的结构。
- 2 学会使用植物分类检索表。

二、材料与用品

- 1 材料 银杏、雪松、侧柏、龙柏、桧柏（园柏）、柳杉等植物新鲜标本材料；毛茛科、木兰科、十字花科、蝶形花科或唇形科等的一些适宜检索的有花、有果的植物新鲜标本
- 2 用品 体视显微镜、放大镜、镊子、解剖刀、双面刀片、载玻片、盖玻片等，
《中国高等植物图鉴》、《江苏植物志》、《安徽植物志》、《植物学野外实习指导》（内有各级分类检索表可供学生使用）等工具书

三、实验内容和方法步骤

1 检索表的编制方法

（1）编制定距检索表（等距检索表）

在这种检索表中，相对立的特征编为同样的号码，且在书页左边同样距离处开始描写，如此继续下去，描写行越来越短，直到检索到科、属或种的学名为止。例如，芸苔属（*Brassica*）分种检索表如下：

- 1.植物体具块茎或块根。
 - 2.植物体具块茎且露出地面，叶厚，蓝绿色..... 1 擘蓝 *B. caulorapa* Pasq.
 - 2.植物体具块根。
 - 3.块根无辛辣味，叶绿波状或浅裂..... 2 芜菁 *B. rapa* L.
 - 3.块根具辛辣味，叶缘具不规则的尖齿..... 3 芥菜疙瘩 *B. napiformis* Bai.

1.植物体不具块茎或块根。

- 4.叶厚、蓝绿色，种子长 2-3 毫米，圆形，无棱角。
 - 5.叶互相包卷成圆球形..... 4 圆白菜 *B. oleracea* L. var. *capitata* L.
 - 5.花序大而短，肉质化成球形..... 5 菜花 *B. oleracea* L. var. *botrytis* L.
- 4.叶薄，绿色，种子短于 2 毫米，常具棱角。
 - 6.基生叶的柄，具有叶片下延的翅..... 6 白菜 *B. pekinensis* Rupr.
 - 6.基生叶的柄，不具叶片翅..... 7 小油菜 *B. chinensis* L.

（2）编制平行检索表

在这种检索表中，每次一相对立的特征描写紧紧并列，便于比较，在相邻的两行中也给予一个数字号码，如 1:1；2:2；3:3 等，而每一项条文之后还注明下一步依次查阅的号码或已查到对象的学名。例如：

- 1.植物体具块茎或块根.....2
- 1.植物体不具块茎或块根.....

根。.....	3
2.植物体具块茎且露出地面，叶厚，蓝绿色。.....	1 擘蓝 B. caulo-rapa Pasq.
2 . 植 物 体 具 块 根。.....	4
3.叶厚、蓝绿色，种子长 2-3 毫米，圆形，无棱角.....	5
3.叶薄，绿色，种子短于 2 毫米，常具棱角。.....	6
4.块根无辛辣味，叶绿波状或浅裂。.....	2 芜青 B. rapa L.
4.块根具辛辣味，叶缘具不规则的尖齿。.....	3 芥菜疙瘩 B. napiformis Bai.
5.叶互相包卷成圆球形。.....	4 圆白菜 B. oleracea L. var. capitata L.
5.花序大而短，肉质化成球形。.....	5 菜花 B. oleracea L. var. botrytis L.
6.基生叶的柄，具有叶片下延的翅。.....	6 白菜 B. pekinensis Rupr.
6.基生叶的柄，不具叶片翅。.....	7 小油菜 B. chinensis L.

2 学习编制定距检索表

仔细观察所给裸子植物的几种标本材料，编制一个简单的直接分种的定距检索表，以下特征供编制时选择使用：银杏—阔叶，扇形，二叉叶脉，种子核果状；雪松—叶针形，在短枝上簇生，雌球果、雄球花的特征如果用，可以自查；侧柏—叶全为鳞形叶，小枝侧扁，雌球果、雄球花的特征自查；龙柏—为桧柏的栽培变种，叶多为鳞形，少为刺形叶，枝及整个树形有旋转感，雌球果、雄球花的特征自查；桧柏（园柏）—树冠整齐，叶二型，鳞叶和刺形叶，雌球果、雄球花的特征自查；柳杉—叶全为锥形，先端向茎微弯，雌球果、雄球花的特征可查；罗汉松—叶线状披针形。

也可任意选几种特征明显的植物给学生练习编制分种检索表。

3 植物分类检索表的使用

（1）在应用检索表鉴定植物时，必须首先将所要鉴定的植物各部分形态特征，尤其是在鉴定被子植物时，要对花的构造进行仔细的解剖和观察，掌握所要鉴定的植物特征，然后沿着纲、目、科、属、种的顺序进行检索，初步确定植物所属科、属、种，再用植物志、图鉴、分类手册等工具书，进一步核对已查到的植物生态习性、形态特征，以达到正确鉴定的目的。

（2）以某一种植物，如紫藤或益母草等为例，带领学生使用《植物学野外实习指导》中的江苏省内的维管植物分类检索表，实际体验检索到该植物种名的过程。

（3）取某一种不认识的植物，检索出它的种名和拉丁文学名。
这种植物是：_____

四、作业与思考

- 1 将课堂上自己编制的定距检索表写在实验报告上，要求格式要正确。
- 2 你第一次通过植物分类检索表自己独立认识的植物是什么？要求写出科名、种名、学名，以及这种植物的详细描述（参照工具书内容），注意描述的先后顺序。

第二部分 综合应用性实验

实验 12 植物界的基本类群和多样性

植物界可以分为藻类植物、苔藓植物、蕨类植物、裸子植物和被子植物，以及菌类与地衣。藻类植物是最低等的植物类群，生活环境很复杂，水中、陆地、树皮上都可以有不同的藻类植物生活；苔藓植物也是一类低等的植物类群，其地位相当于动物界中的两栖动物，其精子和卵细胞的结合离不开水的限制，是植物进化的一个盲支，也是一类非维管的高等植物，配子体比孢子体发达；蕨类植物是真正的陆生高等植物，其有性生殖已经完全脱离了水的限制，具有发达的维管组织，一般配子体和孢子体都能够独立生活，但孢子体时期发达；裸子植物可以用种子进行繁殖，但种子是由裸露的胚珠发育来的，没有果皮包被；被子植物是当今地球上最进化的植物类群，孢子体更加发达，配子体极度退化，具有真正的花、更加发达的维管组织、双受精现象，以及种子被果皮所包被和保护等特征。菌类是一类异养型的植物，没有叶绿素，不能进行光合作用；地衣则是一类特殊的植物类群，是由某些藻类植物与真菌的共生而形成的。

一、实验性质和项目来源

应用性实验，本实验项目转化于复旦大学网上公布的实验项目

二、实验目的与要求

- 1 通过对校园内或公园内植物的初步观察，了解植物界的大类及其形态结构和它们的生活习性，了解植物界的多样性及其与生境条件间的关系。
- 2 增加学生植物学野外实际工作的经验，增强植物主要类群的感性认识，为未来野外独立工作准备条件。
- 3 学生在课前必须对植物基本类群知识进行一定的了解。

三、实验计划学时数和分组情况

本实验计划学时数为 3，以实验教学班为单位

四、实验内容和方法步骤

- 1 方法是由教师带实验小班进行现场教学。
- 2 按照一定的路线，完成校园或公园的植物基本类群及其生活环境和物种多样性的考察，学生做好详细的记录。

五、作业与思考

- 1 列表比较校园内或公园内各植物基本类群的分布、数量、生境、代表种类及其形态结构等。
- 2 在此次实验的基础上，学生每 6 人为一组，对某一类群进行彻底的物种多样性调查，完成格式规范的小论文《淮师校园或____公园____（植物类群）资源调查》。

参考资料

1. 中国科学院植物研究所.中国植物志(相关分册).
2. 江苏省植物研究所.江苏植物志(上册).南京:江苏人民出版社,1977
3. 江苏省植物研究所.江苏植物志(下册).江苏科学技术出版社(下).1982
4. 中国高等植物图鉴(1~5 册).
5. 杨晋彬,赵利琴,罗玉明等.植物学野外实习指导.淮阴师范学院讲义.2005.5

实验 13 淡水藻类植物的采集和培养

藻类植物是自然界中非常重要的一大类生物类群，它们不仅是用于科学研究的良好材料，在医药、食品、精细化工、环境保护、水产养殖等方面都有着广泛的应用。研究观察藻类不但有一定的理论意义，也具有重要的应用价值。

一、实验性质和项目来源

综合性实验，转化于本系生物科学专业课程《生物学实验技术》的实验项目

二、实验目的与要求

1 藻类植物的分布很广，种类也很多，学生通过对淡水生藻类植物进行调查、采集和培养，可以增加学生藻类植物工作的经验，培养学生参加科研工作的积极性，提高学生科研工作的能力。

2 学生在课前必须大量阅读与藻类植物相关的知识，特别是淡水藻类的一些知识。

三、实验计划学时数和分组情况

本实验计划学时数为 6，每组 6 人

四、材料与用品

显微镜、显微图像采集系统、采集瓶、培养瓶、吸管、镊子、刀、标签、记录本、浮游生物网、台纸等，相关工具书

4% 的甲醛溶液、碘液

五、实验内容和方法步骤

1 学生 6 人为一组，一起完成实验；计划在 4 周内完成，6 个学时数。

2 淡水藻类标本的采集方法

淡水藻类以其生长环境不同可分成两类：一类是水生藻类；一类是气生藻类。采集的方法如下：

(1) 水生藻类标本的采集

水生藻类依其形体大小可分为丝状种类和微小浮游种类。丝状种类可用镊子采集。对固着于石块等物体上的藻可用刮刀将藻从基部刮下或连同附着物一起采集。将采集到的标本放入标本瓶中并加入一些水，但水不要加得太满，应留有一定的空间，标本瓶盖应注意密封，防止样品流失。标本瓶上要贴上标签，标签上须用铅笔注明该标本采集的地点、日期和采集者。

浮游种类要用专用的浮游生物网采集，如无专用工具，也可用市售的 300 目尼龙筛绢对水体进行过滤，滤出的藻体可用少量水冲洗入标本瓶中。

标本采集时还应用记录本记下各标本的采集环境、气温、水温、pH 值、藻的附着基质、水体透明状况、藻体的手感是否滑腻等，这些都是鉴定藻类的参考条件。因此应注意详细记录。

新鲜的藻标本不宜久存，应尽快对标本进行观察鉴定，好的标本可用 4% 的甲醛溶液（福尔马林溶液）固定保存。

(2) 气生藻标本的采集

气生藻类多生长在阴湿的地面、墙壁以及树干的背阴面。这类藻可用小铲刀采集，用牛皮纸包好，风干后保存。对气生藻进行观察时，可用镊子镊取少许藻体，放在载玻片上，滴一小滴水浸润后在显微镜下观察形态。

3 几种常见藻类的采集、观察和保存

(1) 水绵 在春秋季节较清洁的水体中较常见，用手指捻摸有滑腻感，在显微镜下观察藻丝无分枝，叶绿体呈典型的螺旋带状，如在样品上加一点碘液（或碘酒）可见排列于叶绿体上的淀粉颗粒染成深褐色。鞘藻和刚毛藻也是很常见的丝状绿藻，与水绵不同的是这两种藻多生长于污染水体中。鞘藻不分枝但手摸无滑腻感，较老的细胞两端不等宽，进行有性生殖时形成大球形合子，易与水绵区分；刚毛藻手摸有粗糙感，藻丝分枝。

(2) 硅藻 在雨后浅积水、小水沟等水质清澈的水体底部，呈棕色的表层中均有大量的硅藻生长，硅藻一般个体较小，显微镜下可见多为舟形，会缓慢滑动。

(3) 颤藻 各种水体中均可见，以污水中较多，呈粘滑膜片状，深绿至黑褐色。显微镜下观察藻丝不分枝，细胞中仅见均匀小颗粒。

(4)衣藻 多出现于春秋季节富含有机物的临时小水体中，可大量繁殖使水体呈绿色。在显微镜下观察，藻体游动，呈卵圆形，高倍镜下仔细观察顶端有两条等长鞭毛。衣藻标本固定一般用 I_2 -KI 溶液以防止鞭毛脱落。固定后的标本一般可保存数周至几个月。裸藻也是一种单细胞游动藻类，细胞为梭形，顶部一根鞭毛。

(5)绿球藻 生长于树皮上，呈绿色粉末状。显微镜观察为绿色圆球状。

3 对采集来的藻类植物进行分离、培养、鉴定和制作标本。

六、作业与思考

- 1 完成一套本地区淡水藻类植物标本/小组。
- 2 完成格式规范的论文一篇，题目自拟。

参考资料

中国科学院植物研究所.中国植物志(与藻类植物相关的分册).

实验 14 植物标本的采集与制作技术

大多数植物材料都可以制成干制标本来保存。植物腊叶标本就是在植物分类研究和植物教学中最常用的一种干制标本。“没有腊叶标本，也就没有植物分类学”。植物腊叶标本优点是易于制作，便于保存，使用方便。植物腊叶标本主要适用于种子植物和蕨类植物，也适用于部分苔藓、地衣、菌类、藻类植物。其制作的基本步骤是：采集 - 整理 - 压制 - 换纸 - 消毒 - 上台纸。

一、实验性质与项目来源

综合应用性实验，来源于淮阴师范学院杨晋彬等自编讲义《植物学实验指导》（2002）

二、实验目的与要求

学习植物腊叶标本的采集、制作、鉴定等一整套实用技术，并为生物标本馆植物标本室积累标本。

因时间地点的不同，可以采到的植物种类和标本会有许多不同，所以，本实验的实验时间要求比较长，应至少持续一年时间。

三、实验计划学时数与分组情况

本实验计划学时数为 6 个，4 个学生为一个实验小组

三、材料与用品

- 1 材料 部分已做好的植物腊叶标本（示范用）
- 2 用品 标本夹、绳子、小铲、吸水纸、采集袋或采集箱、枝剪、高枝剪、手锯、钢卷尺、放大镜、小纸袋、号签、记录签、台纸（8 开）、照相机、恒温干燥箱、针、线、胶水、固体胶、剪刀等。

1%升汞酒精溶液

四、实验内容与方法步骤

1 植物标本采集和制作的方法

1 植物标本采集的方法

（1）采集标本时应注意的几点

①必须采集完整的标本。被子植物尽量采到花、果和种子，草本植物要求尽量根、茎、叶、花、果实和种子采全。对一些有地下茎的种类，必须采集这些植物的地下部分，否则将难以鉴定。

②雌雄异株的植物，应分别采集雌株和雄株。

③乔木、灌木或特别高大的草本植物，只能采取其植物体的一部分。但必须注意采集该植物具有代表性的部分。

④水生草本植物的采集，可用硬纸板从水中将其托出，并一起压进标本夹中。

⑤对寄生植物的采集，应注意连同寄主一起采下，并要分别注明。

⑥采集标本的份数，一般要采 2-3 份，给以同一个编号。

⑦采集标本时应注意爱护资源，特别是稀有植物。

⑧要时刻注意保护环境。

（2）必须认真做好野外记录

主要内容包括植物的产地、生长环境、性状、花的颜色和采集日期等，对于标本的鉴定和研究有很大的帮助。一张标本价值的大小，常以野外记录详细与否为标准。此外，在野外工作中，对有关人员的调查访问工作，也是很重要的。如对当地植物的土名、利用情况和有毒植物的情况的调查访问等的记录与整理。

2 植物标本的整理

采回的标本首先应进行整理，较大的材料要根据台纸的大小，把过多过长的枝叶剪掉；过长的草本植物可折成“V”或“N”字形。再大时可截取根、茎中部（带叶）、茎上部（带叶、花和果）三段压制，但三部分均应系上相同的采集号码牌；大型叶（单子叶）应由叶脉一侧约剪去一半（留叶尖和叶基），大型羽状复叶可将叶轮一侧小叶剪去，但先端的小叶不能剪；每种标本都要有少数叶片背面朝上，以便对叶片作两面观察：叶子不能重叠，多者可剪掉，但要留叶柄，以观察叶子着生

情况；肉质多汁叶、根、块茎、鳞茎等先用沸水烫死，再切成薄片压入夹中，否则不易压制；花应展开，以便看到内部结构。大的果实要切成薄片再压。

3 标本的压制

整理好的标本逐份夹入标本夹中。具体方法如下：打开标本夹，有绳的一扇平放着做底，上面放5张吸水草纸，然后放入第一份标本，再盖两三层吸水纸，以后每放一标本就盖两三层吸水纸，这样反复到最后一份，再盖几张吸水纸，然后将另一扇夹板放在上面，尽量压紧标本绑牢夹板。

4 标本的换纸

换纸关系到标本质量的好坏，换纸越勤，标本干得越快，原色就保存得越好。标本压入标本夹后的头两三天。每天换纸2-3次，以后可每一两天换一次纸。每次换下来的潮湿纸，要及时晒干或烘干，以供继续使用：第一次换纸时，要用镊子整理每一朵花，每一片叶，凡是有折叠的部分都要展开。换纸过程中脱落的叶、花、果以及蕨类植物的孢子、鳞毛等都应仔细装入纸袋，编上统一号码，单独存放。

5 标本的消毒

干制后的标本常有害虫和虫卵，必须进行消毒，方法有两种：一种是将标本放在置有剧毒药物的密封铁箱内进行熏杀消毒，时间约三天。另一种是用升汞酒精溶液消毒，具体做法是：在方瓷盘内倒入一些1%左右的升汞溶液（用95%酒精配制）在另一方盘内放入要消毒的腊叶标本，用刷子粘一点升汞酒精溶液涂在标本上（两面都要涂），然后将标本再夹入标本夹内，干后便可上台纸了。也可用1%的升汞溶液浸泡标本10分钟进行杀虫消毒。为了防止人接触药品而中毒，还可将标本放在恒温干燥箱中，在95℃左右温度下烘1—2天，进行高温杀虫消毒，但要将标本压紧，以免起皱折。

6 标本的上台纸

承托腊叶标本的白板纸，称作台纸。通常为八开，大约长38cm、宽27cm。每张台纸上只能固定相同采集号的一种标本。先将腊叶标本按自然状态摆在台纸上，注意在台纸右下角和左上角留出一些空间，以备贴标本名签和野外记录的复写单。然后固定标本，固定方法有3种：①订线 适于枝条粗硬的标本，用针引线，从粗的茎或粗的叶柄基部两侧穿过作套勒紧，再将线两端于台纸背面打结，然后用小块纸片粘贴线结压平；②纸条固定 用小刀在茎或粗大的叶柄两侧的台纸上左右各切一纵口，再把细白纸条从该纵口穿入，同时用手在台纸背面捏住纸条两端轻轻拉紧，然后用胶水粘在台纸的背面；③纸条贴压 适于枝条纤细的标本。把细纸条压在茎或粗大的叶柄上，两端涂抹浆糊，分别粘在台纸上。固定完毕还要贴上名签和记录的复写单。

如有脱落下来的花、果、种子、叶、孢子、鳞片等应将收集的纸袋贴在同一标本台纸的右上角，袋上要注明同一标本的采集号。为了防止标本磨损，最后还需在台纸上面贴上盖纸（一般为半透明的油光纸），这样一份腊叶标本就制成了。

II 学生采集、压制植物标本

本实验建议4个学生一组，每个小组可以采集一个类群的植物种类或不受限制，广泛采集。

III 标本的消毒和上台纸

五、作业与思考

- 1 完成一套不低于100个种的植物腊叶标本/小组，并在植物标本室进行展出评比。
- 2 每生完成一篇植物标本采集制作的心得体会，并在同学中进行交流。

实验 15 种子植物的鉴定

植物种类的检索与鉴定是从事植物科学研究的重要技能之一。学会植物的检索与鉴定，等于掌握了识别植物的一把钥匙。

一、实验性质与项目来源

综合应用性实验，项目来源于淮阴师范学院杨晋彬等自编讲义《植物学实验指导》（2002）

二、实验目的与要求

通过实验，全面检测学生独立运用一定的工具书检索、鉴定植物的实际工作能力。

三、实验计划学时数及分组情况

本实验计划学时数为 3，每小组 1 人

四、材料与用品

- 1 材料 植物学野外实习采来的植物标本
- 2 用品 放大镜、体视显微镜、镊子、探针、双面刀片、枝剪等；工具书，如《中国植物志》、《中国高等植物图鉴》、《江苏植物志》（上、下）、《安徽植物志》（1~5）、《植物学野外实习指导》（内有华东地区种子植物分科检索表、江苏省的维管植物检索表等）等。

五、实验内容与方法步骤

- 1 将野外实习以小组为单位采集来的，已经压干的标本，平均分到该小组每个人，进行上台纸。上台纸的方法见本实验指导的相关内容。
- 2 学生利用工具书，并根据野外记录情况，对标本进行准确的鉴定，给出所做标本的种名、学名、科名等，经指导老师认可后，录入电脑“淮阴师范学院生物标本馆 植物腊叶标本”标签中。
- 3 对学生录入结果进行校对，无误后打印，切割。
- 4 学生将标签统一贴在标本的右下角。

六、作业与思考

- 1 完成一定数量的植物腊叶标本。
- 2 实验报告上要列出所鉴定的每一种标本的详细情况，包括所属科、属、种、学名及主要的特征描述。

实验 16 公园与淮师校园认识种子植物

植物分类学是一门实践性很强的学科。只有课堂上的理论知识是不够的，要以大自然为课堂，培养自己的观察辨别能力和实际工作能力。走进活生生的植物世界，见多才能识广。

一、实验性质与项目来源

综合应用性实验，项目转化于淮阴师范学院杨晋彬等自编讲义《植物学实验指导》（2002）

二、实验目的和要求

利用公园和淮师校园，认识本地区常见种子植物 100 种左右，掌握有关科属的主要特征及系统地位，了解植物的生活习性及其经济用途，增加学生对植物分类的感性认识，并培养学生运用理论知识解决实际问题的能力。

三、实验计划学时数与分组情况

本实验计划学时数为 6，分两个时段进行，以实验教学班为单位

四、实验内容与方法步骤

1 实验地点的选择及时间分配 公园或大型公共绿地 1 次，校园 1 次

要求学生一定要记住集中的地点、时间，来去的路线、交通，讲课的时间，以及安全问题等。

2 实验动员和对实验纪律等提出要求

①要有时间观念。②遵守纪律。③对所观察的花草树木一律只能看，一般不能动手。④要多看、多问、多记。⑤实验后要总结实验成果，写出实验报告，对所认识的植物要进行简要的记述。

3 实验的组织实施

学生自己通过检索表认识一部分，师生合作认识一部分，教师讲解一部分

五、作业与思考

1 学生通过归纳、查资料，在实验报告中列出所认识种的种名、学名及每一种的科属名，形成校园种子植物名录或某公园种子植物名录。

2 进一步调查淮师校园或某公园的种子植物情况，在种类和每一种的数量上完善“1”的种子植物名录。

3 调查本地区农田杂草的种类及其主要危害状况，并写出调查报告。

4 调查和分析本地区某一科或亚科或属植物的资源利用状况及其开发利用前景，并写出调查报告。（注：第 1 题必做，第 2、3、4 题可以任选一题完成。）

第三部分 研究性实验

实验 17 淮安市园林植物种类的调查与分析

园林建设在城市规划中很受人们的重视，园林植物的种类也变得非常丰富。认识园林植物，进而对园林植物进行一定研究，是我们生物系学生，特别是园艺专业学生的历史任务。

一、实验性质与项目来源

研究性实验，本实验项目转化于淮阴师范学院生物科学专业 2000 级学生的毕业论文。

二、实验目的和要求

- 1 学生综合运用所学的理论知识，对淮安市的园林植物应用种类进行摸底调查，并进行一定的分析，培养学生植物分类学的野外工作能力和科研能力。
- 2 为筹建中的淮安市园林植物网准备资料。

三、实验计划学时数和分组情况

本实验计划学时数 9，每小组 6 人

四、材料与用品

数码照相机，电脑，采集工具、标本压制工具、号签、记录签、镊子等，工具书

五、实验内容与方法步骤

- 1 确定调查地点、调查工作的方法、工作时间等。
- 2 进行相关资料的搜索和查找。
- 3 进行实地调查，并获取照片和标本。
- 4 归类、统计和分析。
- 5 形成电子文档。

六、作业与思考

- 1 完成一篇格式规范的论文/组。
- 2 完成所有调查种类的电子照片 1 份及部分或全部的标本 1 套/组。

实验 18 淮安地区维管植物资源调查

一、实验性质与项目来源

研究性实验，本实验项目转化于淮阴师范学院 2000 级生物科学专业学生的毕业论文及对植物学实验教学实践的思考中。

二、实验目的和要求

学生综合运用所学的理论知识，对淮安地区的维管植物资源进行彻底的调查，摸清地处苏北腹地—淮安的维管植物资源概况，及其利用情况，培养学生植物分类学的实际工作能力和科研能力。

三、实验计划学时数和分组情况

本实验计划学时数为 12，以小组为单位，每小组 6 人。

四、材料与用品

数码照相机，电脑，采集工具、标本压制工具、号签、记录签、镊子等，工具书

五、实验内容与方法步骤

- 1 查阅和搜索相关资料，论证此项研究的首创性和可行性。
- 2 确定调查方法、调查路线，进行工作时间安排。
- 3 开始实地调查，并获取照片和标本。
- 4 归类、统计和分析。
- 5 形成电子文档。

六、作业与思考

- 1 完成 1—2 篇格式规范的论文或调查报告/组。
- 2 完成所有调查种类的电子照片 1 份及部分或全部的标本 1 套/组。

参考文献

1. 王英典,刘宁.植物生物学实验指导.北京:高等教育出版社,2001
2. 何凤仙.植物学实验.北京:高等教育出版社,2000
3. 周仪.植物形态解剖学实验.北京:北京师范大学出版社,1987
4. 尹祖棠.种子植物实验及实习.北京:北京师范大学出版社,1993
5. 高信曾.植物学实验指导(形态、解剖部分).北京:高等教育出版社,1986
6. 周云龙.植物生物学.北京:高等教育出版社,1999
7. 张耘生等.生物学技术.北京:高等教育出版社,1994
8. 周云龙.孢子植物实验及实习.北京:北京师范大学出版社,1993
9. 江苏省植物研究所.江苏植物志(上册).南京:江苏人民出版社,1977
10. 陆时万等.植物学(上).北京:高等教育出版社,1982
11. 吴国芳等.植物学(下).北京:高等教育出版社,1983

