



全国高等农林院校“十三五”规划教材

中华农业科教基金教材建设研究立项项目（NKJ201503039）

植物学实验技术

晏春耕 · 主编



 中国农业出版社

全国高等农林院校“十三五”规划教材
中华农业科教基金教材建设研究立项项目（NKJ201503039）

植物学实验技术

晏春耕 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

植物学实验技术 / 晏春耕主编. —北京: 中国农业出版社, 2017. 2

ISBN 978-7-109-22502-2

I. ①植… II. ①晏… III. ①植物学-实验-高等学校-教材 IV. ①Q94-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 011065 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

责任编辑 刘 梁

北京万友印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

2017 年 2 月第 1 版 2017 年 2 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 9.5

字数: 226 千字

定价: 19.50 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

编写人员名单

主 编 晏春耕

编写人员 (按姓名拼音排序)

陈东红 黄 勇 李巧云

彭晓英 阮 颖 晏春耕

周双德 朱卫平

前 言

植物学是高等农业院校植物生产类和生物科学类专业重要的专业基础课，实验、实习是植物学教学的重要组成部分，也是必不可少的重要环节，更是衡量教学质量高低的显著标志。要想搞好植物学教学，除课堂上紧抓重点、难点，精讲必要的基本理论和基本知识之外，更重要的是通过实验和实习，加强综合技术和基本技能的训练，因为植物学的学习方法主要是依靠观察比较、分析综合和实验、实习，重视理论联系实际，强调为专业培养目标服务。通过实践，不但能帮助学生掌握和理解基本理论及基本知识，加深记忆，扩大知识领域，而且还能培养学生独立思考、独立分析问题和解决问题的能力及创新意识，更有助于实际操作和动手能力的提高。

本教材是根据全国统编植物学教学大纲和教材的要求，在长期的教学实践中编写而成。教材力求简洁、实用和系统，同时顺应当前学科发展，充分反映植物学实验教学改革的新思路。本教材内容包括验证性的观察实验、综合观察分析实验和设计性或创新性实验，从微观到宏观，从细胞到组织、器官、个体、类群，从形态结构分析到分类进化及其与环境的统一性。同时注重知识的完整性和系统性，技能或技术的基础性、综合与创新性，实验材料的代表性。

全书共分三部分，第一部分为植物学基础性实验，是本教材的主要部分，安排了16个实验，主要介绍植物学的基本理论和基础知识，很多地方都留有填空，并对疑难知识点配以插图，以帮助学生加深对所学知识的理解和掌握；第二部分为植物学综合性实验，安排了2个实验，主要是对前面知识的综合训练，以培养学生综合分析问题和解决问题的能力及创新意识。第三部分为植物学实验技术基础，主要介绍学生应当掌握的基本技能，这部分内容可以单独进行，也可以穿插在实验部分中进行。附录部分主要是介绍种子植物常见科的识别特征、校园常见种子植物名录和种子植物分科检索表。此外，许多实验中安排了引导观察的思考

题，以培养学生的独立观察能力及分析问题、解决问题的能力 and 创新意识。

使用本教材时，各专业可以根据其教学大纲的要求及教学计划的安排等，增减实验内容或选择其他更易找到的实验材料完成实验；部分内容也可前后予以调整。

本教材得到中华农业科教基金资助，同时也得到所在学校领导、老师的关心和支持，在此一并表示衷心的感谢！

由于时间仓促和编者水平有限，不妥和错误之处在所难免，敬请批评指正，多提宝贵意见，以便修正。

编 者

2016 年 11 月

目 录

前言

实验室管理规则	1
第一篇 植物学实验	2
实验一 显微镜的构造与使用	2
实验二 植物细胞的基本结构	7
实验三 植物细胞分裂	11
实验四 植物组织	15
实验五 根的外形、根尖分区与根的解剖结构	23
实验六 芽和茎的解剖结构	29
实验七 叶的形态、结构、类型及营养器官的变态	36
实验八 花的组成、雄蕊与雌蕊的结构	45
实验九 花序、果实的类型和种子的结构	51
实验十 低等植物代表类型的观察	59
实验十一 高等植物代表类型的观察	66
实验十二 花程式、花图式及植物检索表与图鉴的使用	74
实验十三 植物蜡叶标本的采集、制作及其鉴定	78
实验十四 徒手切片与临时制片技术	83
实验十五 植物染色体标本制作与染色体核型分析	85
实验十六 野外观察	90
第二篇 植物学综合性实验	92
实验一 植物标本（或校园植物）鉴定	92
实验二 植物形态的综合鉴定	92
第三篇 植物学实验技术基础	94
附录	110
附录一 种子植物常见科的识别特征	110
附录二 校园常见种子植物名录	115
附录三 种子植物分科检索表	127
参考文献	145

实验室管理规则

一、实验室规则

1. 学生应提前 5~10 min 进入实验室，做好实验前的准备工作。若实验提前结束，经指导老师许可后，方可离开。
2. 对号入座，对号使用仪器和药品，不得随意变动。
3. 实验前必须预习每次实验课内容，包括教材中相应章节、课堂笔记及实验教材等，明确实验目的和要求，了解实验内容和步骤，以使实验顺利进行。
4. 保持实验室的整洁和安静，实验要严肃认真，专心观察，不得随意走动，不准随地吐痰和乱扔纸屑、杂物。
5. 爱护实验室内的一切仪器设备和用具，使用前后皆需检查；实验中物品或仪器出现损坏、故障时，应及时报告指导教师，及时登记，以便处理，严禁私自调换仪器。
6. 每次实验结束后，要将显微镜（解剖镜）永久制片、药品及培养皿等物品放回原处；实验用具应清洗干净，放回原处，并按规定上交实验报告。
7. 实验完成后，应派人打扫实验室卫生，最后要检查水、电、门、窗等是否关严。
8. 爱护实验室一切仪器及设备，节约水、电和一切消耗品。实验室内一切用具和物品不得擅自带出实验室。

二、实验课进行方式及对学生的要求

1. 实验前应做好实验预习，明确实验目的、实验内容、操作要领及注意事项。
2. 认真听课，要特别注意听取教师对操作重点、难点和注意事项的讲解。
3. 实验时，学生应按实验教程，独立操作，仔细观察，随时做好记录。遇到问题，应积极思考，分析原因，排除障碍。对于经自己努力仍解决不了的问题，可与同学交流或请指导教师帮助。实验课的时间要充分利用，按时完成课程所要求的实验观察及作业。
4. 实验课不得无故缺席、迟到和早退，如有特殊情况不能参加实验时，须提前向指导教师请假。
5. 实验时应带上实验指导书、课堂笔记、教科书、实验报告纸、绘图铅笔，橡皮、直尺等。
6. 积极开展第二课堂的教学实践活动。学生除了在实验室学习外，还应以校园、实验基地、果园或植物园等作为课堂，加强理论联系实际。
7. 按时完成实验作业。实验报告要求整齐、清洁、简明扼要。

第一篇 植物学实验

实验一 显微镜的构造与使用

一、目的与要求

1. 了解并掌握数码互动显微镜的基本构造及各部件的性能。
2. 学会正确使用显微镜的基本操作方法。

二、仪器、用具与材料

1. 仪器与用具

显微镜、镊子、载玻片、盖玻片、吸水纸、刀片等。

2. 材料

洋葱或大蒜鳞叶表皮永久制片，或用新鲜材料进行临时装片。

三、内容与方法

(一) 显微镜的构造

数码显微互动教室是利用数码显微镜，通过局域网实现双向（多向）沟通的显微形态教学方案，实验室拥有清晰的画面和丰富的交互模式。学生端和教师端均使用高清晰度的数码显微镜，通过 USB2.0 接口与计算机相连，使教师端和每一个学生端均成为相对独立的强大的图像处理单元。各单元之间使用全新的分布式数码互动软件系统进行设备组织与课堂教学，实现了全面的图像数据共享和灵活的语音交流。

显微镜有多种类型，可归纳为光学显微镜和非光学显微镜两大类。光学显微镜是利用人眼可见光（包括不可见的紫外线）作为光源观察物体；非光学显微镜如电子显微镜，则利用电子射线为光源观察物体。

光学显微镜可分为单式和复式两类。单式显微镜由一块或几块透镜组成，制造简单，放大率不高，如放大镜、解剖镜。现在实验室经常使用的光学显微镜多为复式显微镜。

复式显微镜的式样虽繁简不同，但它们的基本结构相同，都是由机械、光学和照明三部分组成。现以 Motic 数码互动显微镜为例，介绍如下（图 1-1）。

1. 机械部分

显微镜的机械部分是显微镜的重要组成部分。机械部分的作用是固定与调节光学镜头，固定与移动标本等。只有机械装置保持良好状态，显微镜才能充分发挥作用。

显微镜的机械部分主要由镜座、镜柱、镜臂、载物台、物镜转换器、镜筒和调焦装置等构成。

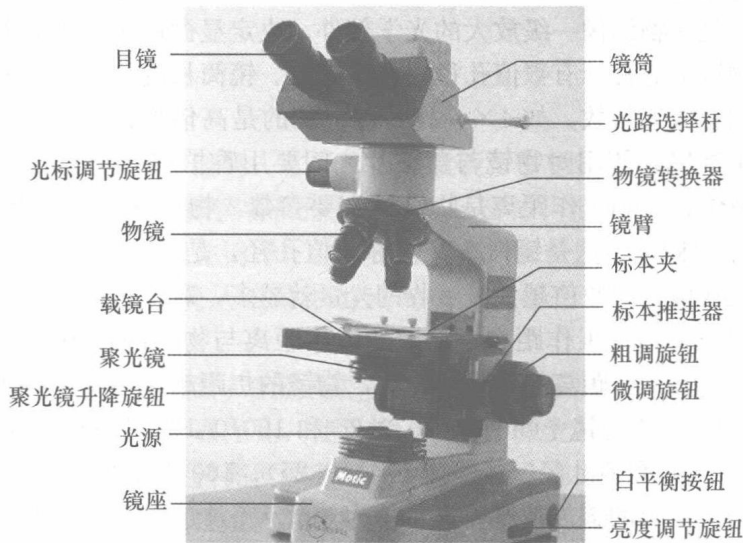


图 1-1 数码互动显微镜

(1) **镜座** 位于显微镜基部，用以稳固和支持镜身，其上有光源、电源开关、光源调节旋钮、白平衡按钮、RCA 接口和电源线接口。

(2) **镜柱** 连接镜座与镜臂的部位，支持镜臂与载物台，其上有粗、微调旋钮。

(3) **镜臂** 连接镜筒与镜柱部位，移动显微镜时手握的部位。

(4) **载物台（镜台）** 方形或圆形，为放置玻片标本的平台，中央有一圆孔，以通过光线，称为通光孔。载物台上装有标本推进器和标本夹，用以固定标本，标本夹与推进器相连，可通过推进器的旋钮前后、左右移动玻片标本，在推进器的纵横两个方向上有刻度尺，用以记录观察玻片标本在视野中移动的位置。载物台下有聚光镜。

(5) **物镜转换器** 位于镜筒下端的金属圆盘，可以自由转动，上面有 4~5 个圆孔，为安装物镜的部位。在实验中常常需要根据标本的大小和观察要求更换物镜，更换物镜时要通过物镜转换器。

(6) **镜筒** 为显微镜上部圆形中空的长筒，上端插入目镜，下端连接物镜转换器，可以使目镜和物镜的配合保持一定的距离，一般是 160 mm，有的 170 mm。镜筒的作用是保护成像的光路与亮度。其上有光路选择杆和光标调节旋钮。

(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，使其与物镜的工作距离相等，这种操作称调焦。调节物镜和标本距离的装置称调焦装置或调节器。调焦装置位于镜柱两侧，旋转时可使载物台或镜筒上下移动，用于调节焦距。大的称粗调（焦）旋钮，旋转一周可使载物台上升或下降 10 mm，用于低倍物镜及粗调焦时应用；与粗调焦旋钮同轴的一对小螺旋称微调（焦）旋钮，旋转一周可使载物台上升或下降 0.1 mm，用于高倍物镜观察时细调焦使用。

(8) **聚光器调节螺旋** 在镜柱的左侧或右侧，旋转它可使聚光器上、下移动，借以调节光线。

2. 光学部分

光学部分包括物镜和目镜。

(1) 物镜 物镜是关乎显微镜质量的重要光学部件，安装于镜筒下端的物镜转换器上。由一组透镜组成，是实物影像一级放大的光学部件，决定显微镜的分辨能力，可将被检物体作第一次放大。物镜上通常标有数值孔径、放大倍数、镜筒长度和工作距离等参数。短的是低倍物镜，外侧刻有放大倍数，如 $4\times$ 、 $10\times$ 等；长的是高倍物镜，有 $40\times$ 、 $100\times$ 等。放大倍数为 100 的是油镜，使用时物镜与盖玻片之间要用香柏油（或甘油、石蜡油）作为介质。放大倍数、数值孔径和工作距离是物镜的主要参数。物镜的金属筒上刻有 N. A. 0.25, 0.5, 0.65 或 1.25 等标记，这是镜口率，或称数值孔径，是指光线经过盖玻片引起折射后成光锥底面的口径数值，此数值越大被吸收的光量就越多，观察起来也越清楚。物镜的前端透镜与物体之间的距离称为工作距离。物镜的工作距离与物镜的焦距有关，物镜的焦距越长，放大倍数越低，其工作距离就越长；反之，物镜的焦距越短，放大倍数越高，其工作距离就越短。例如，10 倍的物镜上可标出 10/0.25 和 160/0.17。此处 10 为物镜的放大倍数（或写为 $10\times$ ）；0.25 为数值孔径（或写成 N. A. 0.25）；160 为镜筒长度（或机械筒长），单位为 mm；0.17 为所要求的盖玻片厚度，单位为 mm。盖片过厚，超过高倍镜或油镜的工作距离，就观察不到标本。

(2) 目镜 装于镜筒上端，通常由两块透镜组成，上面的透镜与眼接触称接目镜，下面一个靠近视野称会聚透镜或视野透镜。目镜的作用是将物镜所成的像进一步放大，即图像进行第二次放大，目镜只起放大作用，不能提高分辨力。常用的放大倍数为 $5\times$ 、 $10\times$ 和 $16\times$ 等，目镜的放大倍数一般在目镜镜头上注明。目镜选配的一般原则是按目镜与物镜的放大倍数乘积为物镜数值孔径的 500~700 倍作为选择参数，最大不超过 1 000 倍，直径越大，视觉观感越好，但切忌片面追求放大倍数而牺牲清晰度、分辨率。目镜按其镜片直径的大小分为普通目镜和大视场目镜（或称广角目镜）两类。规格有 18 mm、20 mm、23 mm、25 mm 等。目镜内有光标，可用以指示所要观察的部位。

3. 照明部分

照明系统包括聚光器、孔径光阑、光源和滤光片。

(1) 聚光器 聚光器装于载物台下方的升降架上，由聚光镜和可变光圈组成，主要作用是汇集光线形成光锥照射于标本，为观察标本提供亮度均匀的照明，从而提高物镜的分辨率。聚光镜由几片凸透镜组成，可以通过螺旋上下调节，以获得适宜光度。向下降落亮度降低，向上提升亮度则加强。

(2) 孔径光阑 位于聚光器下方，也称虹彩光圈、可变光圈，由若干薄金属片组成，中心形成圆孔，拨动操纵杆可任意调节光线强弱、通光量和照明面积。调节聚光镜的高度和可变光圈的大小，可以得到适当的光线和清晰的图像。可缩小或扩大光圈，借以调节光线的强弱。光强时缩小光圈，光弱时放大光圈。

(3) 光源 现代生物显微镜采用电光源照明，光源位于镜座内部。通常采用高亮度、高效率的卤素灯和 LED 光源两种，后者亮度高，光线均匀，热量小，寿命长，唯一不足是光线不如前者柔和，可通过亮度调整旋钮调整其亮度。对于没有电光源照明的老式显微镜大多利用镜臂上的反光镜提供照明。反光镜是一个双面镜，一面是平面，另一面是凹面。使用低倍镜、高倍镜时，常用平面反光镜；使用油镜或环境光线较弱时，则用凹面反光镜。

(4) 滤光片 可见光是由不同波长的光线组成的，如果样本只需要一定波长的光线，就可选用适当的滤光片，以提高分辨率，增加图像的反差和清晰度。滤光片有红、橙、黄、

绿、青、蓝、紫等各种颜色，分别透过不同的波长，有时需要根据样本自身的颜色，在聚光器下加上相应的滤光片。

(二) 显微镜的使用方法

(1) 取镜与放置 两手握持镜臂，水平取出显微镜，平稳地放在自己座位左侧，镜座距离实验台边缘 5~9 cm。检查显微镜各部件是否完好、清洁，电源开关应关闭，亮度调节应至最小。注意：取镜时应右手握住镜臂，左手平托镜座，保持镜体直立，不可歪斜。禁止用单手提着显微镜走动，防止目镜从镜筒中滑出和反光镜掉落。不用时将显微镜放在桌子中央。

(2) 通电与对光 取下防尘套，折叠好后放入抽屉，连接电源，打开电源开关，转动物镜转换器，让低倍物镜对正镜台通光孔，使目镜、物镜、聚光镜三者焦点在同一轴线上，转动物镜转换器时使卡口咬合。旋转亮度调节旋钮，使光亮合适并充满视野，此时再利用聚光镜或虹彩光圈调节光的强度，使视野内的光线既均匀明亮又不刺眼。

在没有内置光源的显微镜中需要对光。一般情况下可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。对光时，先把低倍物镜对准载物台上的通光孔，然后从目镜向下注视，同时用手转动反光镜，使镜面向着光源。一般用平面镜即可，光弱时可用凹面镜。当光线从反光镜表面向上反射入镜筒时，在镜筒内就可以看到一个圆形的、明亮的视野。此时再利用聚光器或虹彩光圈调节光的强度，使视野内的光线既均匀明亮，又不刺眼。在对光的过程中，要体会反光镜、聚光器和虹彩光圈在调节光线中的不同作用。

(3) 固定标本 下降载物台，拉开标本夹，将标本放入载物台，松开标本夹，将标本固定在载物台上，同时，调节标本推进器旋钮使观察的材料对准通光孔。注意：请不要直接移动机械式载物台来移动制片，以免损坏旋钮的传动部件。载物台上的刻度方便确定所观察材料的位置，即使材料移动后也可以很快回到原位。

(4) 调焦 旋动物镜转换器，将低倍镜对准通光孔，调整粗调旋钮，将载物台升至最高点。一边看目镜，一边缓慢调整粗调旋钮下降载物台，直到看到制片中实验材料的影像为止。如果物像不够清晰，可轻轻来回调节微调旋钮，直到图像最清晰。

(5) 瞳间距的调节 使两眼同时看到一个显微镜像，能防止观察时的疲劳。具体方法是：一边看目镜，一边移动双目镜筒上的拉板，让左右视野一致。记住自己的瞳距值，利于下次观察时的调整。

(6) 屈光度的调节 以右眼看右侧目镜，调整调焦旋钮对好焦距，以左眼看左侧目镜，旋转屈光度调整环，对好焦距，使两眼同时看到清晰的显微镜像。

目镜眼罩的使用方法：戴眼镜的时候，将眼罩折叠，可防止眼镜和目镜接触造成擦痕；不戴眼镜时，将眼罩按箭头方向拉长，可防止目镜和眼镜之间射入不必要的光线，利于观察。

(7) 聚光器调节 一般聚光器是在上限位置使用，但是在观察视野亮度不太均衡时，用聚光器上下移动旋钮向下微调聚光器，可获得良好的照明。

(8) 观察

① 低倍镜观察 观察任何标本，都必须先用低倍物镜，因为低倍物镜视野范围大，容易发现目标和确定要观察的部位。使用低倍镜的操作步骤如下：

取标本置于载物台上（注意：盖玻片朝上），放入标本夹中夹好（或压片夹压住载玻片

的两端), 旋转标本推进器, 将所要观察的材料移到载物台通光孔的中央。再将低倍物镜($10\times$) 旋转到中央, 用两眼从侧面注视显微镜, 转动粗调旋钮, 使物镜接近制片 $5\sim 6\text{ mm}$, 然后通过目镜一边观察标本, 一边旋转粗调旋钮, 使载物台徐徐下降或镜筒徐徐上升, 直至物像清晰为止, 此时若影像模糊, 可稍微转动微调旋钮, 使图像清晰。光线太强, 可调节孔径光阑, 使光线变暗。物像看清后, 注意观察移动标本时, 物像的移动方向与之相反。

② 高倍镜的观察 观察较小的材料或细微的结构时可使用高倍物镜($40\times$)。由于高倍物镜只能把低倍物镜视野中心的一小部分加以放大, 因此, 当使用高倍镜观察某一部分的细微结构时, 首先需要在低倍镜下把所要观察的部分移到视场的中央, 然后旋转物镜转换器换成高倍镜进行观察, 此时只需来回调节微调旋钮即可获得清晰的物像。注意: 此时高倍镜离盖玻片距离很近, 操作时要十分仔细, 以免镜头碰挤盖玻片。如果还不清晰, 可换回到低倍镜重新开始上述操作。

观察时注意光线强弱, 尤其是低倍镜与高倍镜转换时, 或实验材料透光强度变化较大时, 注意使用孔径光阑或调节聚光器的高度来调节好光量。

注意: 旋转物镜转换器时, 不要用手指直接推动物镜, 这样时间一长就容易使光轴歪斜, 破坏物镜与目镜的合轴, 使成像质量变差。所以, 旋转物镜转换器时, 应该用手指捏住物镜转换器。

在高倍镜下请勿使用粗调旋钮, 以免损坏制片和镜头。

显微镜的总放大倍数是用目镜与物镜放大倍数的乘积来表示。如用 $10\times$ 目镜与 $10\times$ 物镜相配合, 则物体放大 100 倍 (10×10)。若用 $10\times$ 目镜与 $40\times$ 物镜相配合, 则物体放大倍数为 400 倍 (10×40)。

由于高倍镜与制片的距离非常近, 请勿在高倍镜下直接取放制片。

要使用高倍镜观察, 请一定先在低倍镜看清楚后, 再切换到高倍镜。

③ 油镜的使用 在油浸物镜使用前, 也必须先从低倍镜中找到被检部分后, 再换高倍物镜调正焦点, 并将被检部分移到视野中心, 然后再换用油浸镜头。在使用油镜头前, 一定要在盖玻片上滴加一滴香柏油, 然后才能使用。当聚光器镜口率在 1.0 以上时, 还要在聚光器上面滴加一滴香柏油 (油滴位于载玻片与聚光器之间), 以便使油镜发挥应有的作用。

在用油镜观察标本时, 绝对不许使用粗调旋钮, 只能用微调旋钮调节焦点。如盖玻片过厚不能聚焦, 应注意调换, 否则就会压碎玻片或损伤镜头。

油镜使用完毕, 需立即擦净。擦拭方法是用棉棒或擦镜纸蘸少许清洁剂 (乙醚和无水酒精的混合液, 最好不用二甲苯, 以免二甲苯浸入镜头后, 使树胶溶化, 透镜松动), 将镜头上残留的油迹擦去。否则香柏油干燥后, 就不易擦净, 且易损坏镜头。

(9) 收显微镜 使用显微镜观察结束后, 调节电压调节旋钮, 使光线到最小值, 然后关掉电源, 拔下插头, 旋转物镜转换器, 使两个物镜中央对准通光孔, 取下切片, 将载物台降至原位, 将标本夹移回原位。用清洁擦布 (纸) 擦拭机械部分, 用镜头纸擦拭光学部分。套好罩子, 放回原处, 并在登记本上填写显微镜使用情况。

(三) 显微镜使用时的注意事项

(1) 显微镜是精密、贵重的光学仪器, 使用时必须严格按照操作规程进行操作。

(2) 使用显微镜时应轻取轻放, 防止震动和暴力, 以免造成光学系统的损坏而影响观察。

(3) 使用显微镜时不得自行拆开光学零件, 不要把目镜从镜筒中取出, 否则会使灰尘落入镜筒内, 不易清除。如果必须取出目镜, 应立即用布或其他物品把它盖好。遇有零件失灵或阻滞现象, 不得强力扭动, 应及时报告指导老师, 以便检查修理。

(4) 显微镜应经常保持清洁, 严防潮湿。在使用中要注意避免水滴、试剂、染液等污损物镜和镜台, 如不慎被污染时, 应立即擦拭干净。

(5) 显微镜机械部分沾染的污物与灰尘要用软布擦拭干净。而目镜、物镜和聚光器中的透镜, 只能用专门擦镜纸擦, 切忌用指头、纱布、手帕等擦拭。擦时要先将擦镜纸折叠为几折(不少于四折), 从一个方向轻轻擦拭镜头, 每擦一次, 擦镜纸就要折叠一次。然后绕着物镜或目镜的轴旋转地轻轻擦拭。万一有油污, 可用擦镜纸蘸取乙醚-酒精混合液或二甲苯擦拭, 再用干擦镜纸擦拭。

(6) 载物台或镜筒的升降使用粗调旋钮, 微调旋钮一般用于高倍镜下调节清晰度时使用, 以旋转半圈为度, 不宜尽向一个方向旋转, 以免磨损失灵。

(7) 使用高倍镜观察时, 必须先先在低倍镜观察清楚的基础上, 再转换高倍镜。此时, 只能徐徐转动微调旋钮, 勿使物镜前透镜接触盖玻片, 以免磨损、污染高倍镜头。

(8) 换制片时, 要先把高倍镜移开通光孔, 然后取下或装上制片, 严禁在高倍镜使用的情况下取下或装上制片, 以免污染磨损物镜。

(9) 在观察临时制片时, 标本要加盖盖玻片, 并用吸水纸吸去盖玻片下多余的液体, 擦去载玻片上的液体, 再进行观察。严禁不加盖玻片或在载玻片和盖玻片上有染液或水的情况下进行观察。显微观察时, 必须两眼同时观察, 如用单目显微镜时, 应用左眼观察标本, 右眼用于绘图。

四、作业

总结显微镜各组成部件的名称、使用方法和注意事项。

五、思考题

1. 使用显微镜时, 应注意些什么? 怎样才能保养好显微镜?
2. 在显微镜下观察的物像与用手沿不同方向移动载玻片上的实物时有什么变化, 为什么?
3. 如何正确运用光学显微镜的参数, 使显微镜处于最佳工作状态?

实验二 植物细胞的基本结构

一、目的与要求

1. 了解并掌握植物细胞的基本结构。
2. 了解质体的种类、形状以及在植物体内的部位和作用。
3. 观察胞质运动现象以及胞间连丝及纹孔的特征。
4. 了解细胞内含物的种类、结构和存在部位及细胞化学鉴定方法。
5. 学会临时制片和生物图的绘制方法。

二、仪器、用具与材料

1. 仪器与用具

数码显微镜、镊子、载玻片、盖玻片、吸水纸、刀片等。

2. 材料

(1) 新鲜材料 黑藻、萝卜、红辣椒、马铃薯块茎、蓖麻或花生种子、洋葱或大蒜等的新鲜材料。

(2) 永久制片 洋葱鳞叶表皮永久制片、柿胚乳制片、柑橘叶制片。

(3) 试剂 95%酒精、0.5%硫酸铜水溶液、10%氢氧化钠水溶液、碘-碘化钾溶液、苏丹Ⅲ染液等。

三、内容与方法

(一) 植物细胞的基本结构

取洋葱鳞叶表皮永久制片或取洋葱鳞叶内表皮制临时装片置于显微镜上进行观察。先用低倍物镜观察。在低倍物镜下洋葱鳞叶表皮为一层细胞，呈网状结构，细胞排列紧密，没有细胞间隙，细胞多呈长方形。移动标本，选择几个较清晰的细胞置于视野中央，换用高倍物镜，仔细观察一个典型植物细胞的基本结构（图2-1）。植物细胞分为细胞壁、细胞膜、细胞质和细胞核，细胞中有大液泡。调节微调旋钮可观察细胞在不同层次上的立体结构。

临时装片可采用撕片法，用镊子撕下洋葱鳞叶的表皮，放入载玻片的水滴中，盖上盖玻片即可观察，若用碘-碘化钾溶液进行染色，细胞的细胞核、液泡和细胞质更加清晰，效果更好。与永久制片相比较，它们有什么区别？

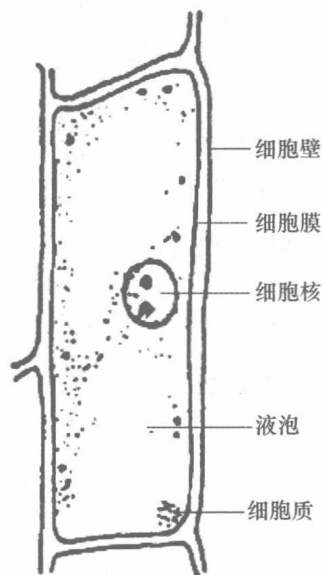


图2-1 洋葱鳞叶表皮细胞
(引自贺学礼, 2004)

(二) 质体及胞质运动的观察

质体是植物细胞所特有的细胞器，在显微镜下一般都能观察到，根据颜色和功能的不同分为叶绿体、有色体和白色体三种。

1. 叶绿体

叶绿体是以含叶绿素为主的绿色质体，能进行光合作用，主要存在植物体的绿色部位，尤其是在叶片中。

取黑藻叶片制成临时装片置于显微镜下观察，细胞近长方形，内含许多绿色椭圆形颗粒状的叶绿体。然后转换高倍物镜观察，注意叶片中脉或边缘处的某些细胞内叶绿体在循一定方向环形流动（即胞质运动），并仔细观察叶片哪部分叶绿体运动最明显。

2. 有色体

有色体是含有大量类胡萝卜素（包括叶黄素和胡萝卜素）的质体，常存在于花瓣、成熟的果实和一些植物的根（如胡萝卜）中，是这些器官颜色的来源。

取红辣椒果皮，做徒手切片或用镊子直接夹取一点果皮的果肉细胞，置低倍镜下观察，选用薄而清晰的区域换高倍镜观察，可见果肉细胞中呈红色的、形状各样的有色体（有圆形、纺锤形、多边形等）。

3. 白色体

白色体是不含可见色素的质体，多存在于植物幼嫩细胞或贮藏细胞中，有些植物叶的表皮细胞中也有白色体。切取萝卜近表皮部分制临时装片，观察可见细胞核周围较多分布的圆球形透明颗粒，即白色体。

（三）后含物的观察及其显微化学鉴定

后含物是细胞在生长分化过程中，以及成熟后由于代谢活动产生的贮藏物质或废物。后含物有的存在于液泡中，有的存在于细胞器内。后含物主要是贮藏物质，其中以淀粉、脂类和蛋白质为主。

1. 淀粉粒

淀粉是植物细胞中最常见的后含物，主要以淀粉粒形式存在于植物细胞中。取马铃薯块茎做徒手切片，制成临时制片，在低倍镜下可看到大小不同的卵圆形或圆形颗粒，即为淀粉粒。选择颗粒互不重叠处，在高倍镜下调暗光线观察，可见椭圆形淀粉粒上有明暗交替的同心圆轮纹围绕着一个核心（脐点）呈偏心排列。视野中的淀粉粒大部分是具有一个脐点的单粒，还有少量有两个或两个以上脐点的复粒和半复粒。半复粒中央部分每个脐点有各自的轮纹，外围有共同的轮纹；复粒脐点只有自己的轮纹而没有共同的轮纹（图 2-2）。在完成上述观察后，可从盖玻片一侧滴加少量碘-碘化钾溶液，从另一侧吸水，使碘-碘化钾溶液逐渐进入盖玻片下，由于淀粉遇碘能显蓝色反应，因此淀粉粒被染成蓝色或紫色。



图 2-2 马铃薯淀粉粒的类型

（引自李扬汉，1984）

取已浸泡过的水稻、小麦和玉米籽粒，徒手切取胚乳细胞，挑选最薄一片，置于载玻片上，制成临时装片，方法同上，比较它们在形状、大小、结构上与马铃薯淀粉粒有何区别。

2. 蛋白质

有些植物细胞内含有贮藏蛋白质，这种蛋白质与作为原生质的基本组成的活性蛋白质不同，是处于非活动、较稳定的一类。多数存在于种子的胚乳和子叶细胞中，贮藏蛋白质以常以糊粉粒的形式存在于细胞质中。

（1）取蓖麻或花生种子，作徒手切片，制成临时制片后在显微镜下观察。可见每个细胞中都含有多数椭圆形的糊粉粒。其形状是外部有无定形的蛋白质薄膜，内含 1~2 个球晶体和 1 至多个多面形的拟晶体。在高倍镜下，薄膜呈淡黄色，球晶体无色（非蛋白质），拟晶体呈黄褐色（蛋白质）（图 2-3）。加碘液前须把切片材料用 95% 酒精清洗 1~2 次，否则效果不好。

蛋白质遇硫酸铜溶液（配法是 0.5% 硫酸铜加 10% 氢氧化钠水溶液）时，呈淡紫红色。

(2) 取小麦颖果制片，在低倍镜下观察种皮内侧胚乳的最外层由方形细胞组成的糊粉层，其细胞中有很多小颗粒状的糊粉粒，换高倍镜下仔细观察。

3. 油滴（脂肪）

在植物细胞中，油和脂肪是重要的贮藏物质，二者可能少量存在于每个细胞内，呈小油滴或固体状，大量地存在于一些油料植物种子或果实内。常温下呈液态的称为油，呈固态的称为脂肪。

取1粒花生种子，剥去红色种皮，用刀片切取极薄的切片，放在载玻片上，滴加苏丹Ⅲ染液染色13 min以上，制成临时装片，置于显微镜下观察，可看到花生子叶细胞内被染成橘黄色、圆形而透明的油滴，有些油滴会逸出细胞之外。

4. 花青素

取美人蕉叶或紫鸭趾草叶表皮制片观察，液泡呈现的颜色即为细胞中花青素存在所致。

(四) 纹孔与胞间连丝

纹孔和胞间连丝是植物细胞壁上的特殊结构，是相邻细胞之间物质和信息传递的通道。纹孔是细胞形成次生壁时，在一定位置上不沉积壁物质而形成一些空隙，这种在次生壁中未增厚的部分称为纹孔。胞间连丝是穿过细胞壁的原生质细丝，是相邻细胞间的原生质体。

1. 纹孔

(1) 用镊子撕取红辣椒果皮的表皮，制临时装片观察，选择薄而清晰的区域，在两个相邻细胞壁上寻找呈念珠状的部位，其上多处发生相对的凹陷即单纹孔对。注意在凹陷处有胞间连丝连接相邻两个细胞。

(2) 取马尾松茎管胞离析制片，其细胞壁上可见具缘纹孔。

(3) 取松茎三切面制片，从低倍镜到高倍镜观察径向切面，可见管胞侧壁上的具缘纹孔剖面和正面壁上的具缘纹孔呈同心圆形。

2. 胞间连丝

取柿胚乳永久制片观察，可见胚乳组织的细胞呈多边形，细胞壁（即初生壁）较厚，细胞腔很小，近于圆形，壁上有小孔（纹孔），孔内有许多细胞质细丝穿过，即为胞间连丝（图2-4）。

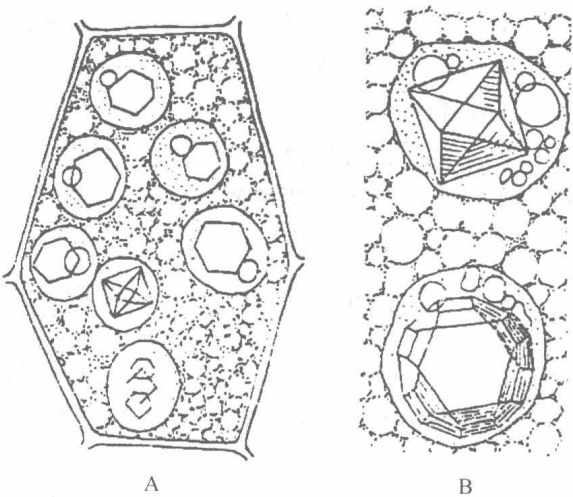


图2-3 蓖麻种子的糊粉粒
A. 一个胚乳细胞 B. A中一部分的放大
(示两个含有拟晶和磷酸盐球形体的糊粉粒)
(引自叶庆华等, 2005)

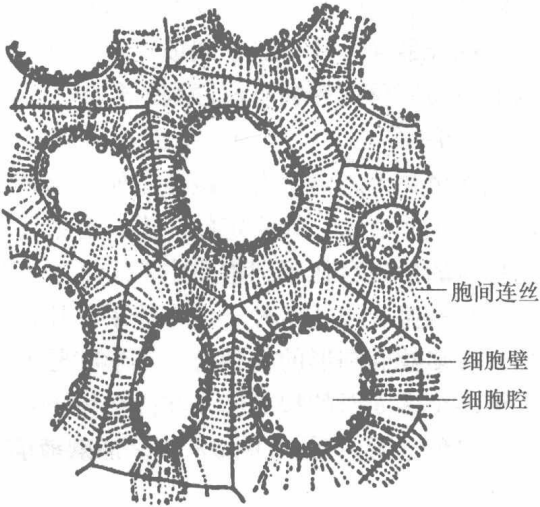


图2-4 光学显微镜下的胞间连丝
(引自李扬汉, 1984)