



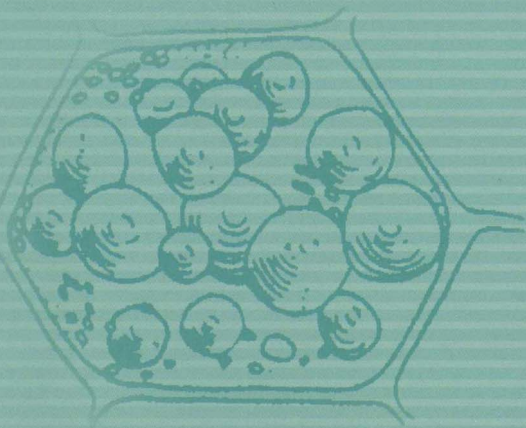
21世纪全国高校创新型人才培养规划系列教材  
国家级实验教学示范中心建设专项资助



ZHIWUXUE SHIYAN

# 植物学实验

贺晓 燕玲 主编



中国林业出版社

高校创新型人才培养规划系列教材  
实验教学示范中心建设专项资助

# 植物学实验

贺晓 燕玲 主编

中国林业出版社

## 内容简介

本书将过去教材内容多为验证型的实验，改为验证型、综合型与设计型相结合的实验，比较系统、全面地阐述了植物学实验的基本理论、基本技能和方法。全书共分为三部分：第一部分为植物学基本技能，包括显微镜的构造与使用方法，植物学基本的显微观察技术与方法；第二部分为种子植物个体发育过程中的形态结构特征观察与实验；第三部分为植物各大类群及被子植物分类，包括植物界基本类群的主要特征观察，被子植物代表性科的特征识别与分类。

本书可作为高等农林院校农学及林学类专业的植物学实验课教材，也可作为其他大专院校生物学及相关专业研究生教学用参考书。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

植物学实验 / 贺晓, 燕玲 主编. —北京: 中国林业出版社, 2011. 8

ISBN 978-7-5038-6320-2

I. ①植… II. ①贺… ②燕… III. ①植物学-实验-高等学校-教材 IV. ①Q94-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 180071 号

出版 中国林业出版社 (100009 北京市西城区德内大街刘海胡同 7 号)

电话 (010) 83224477

发行 新华书店北京发行所

印刷 三河市祥达印装厂

版次 2011 年 9 月第 1 版

印次 2011 年 9 月第 1 次

开本 787mm × 1092mm 1/16

印张 8

字数 200 千字

印数 1 ~ 5000 册

定价 22.00 元

# 《植物学实验》编写人员名单

主 编：贺 晓 燕 玲

编 者：（以姓氏笔画为序）

王立群 李 红 李造哲 金 洪

赵金花 贺 晓 嘎日迪 燕 玲

# 前 言

植物学实验是植物学课程学习的重要组成部分，是学习和探究植物学知识、培养植物学科学素养必备的基础。植物学实验应紧密结合理论课程的学习，一方面验证植物学理论知识，另一方面培养学生分析问题和解决问题的能力，更有利于培养学生自主性和创新性学习，提高学生应用知识的能力和科学素养。本书兼顾不同专业对植物学知识、创新型人才培养的需求和大学一年级学生的认知与思维能力，努力帮助学生理解植物个体发育的形态结构特征、植物界不同类群、不同种类植物识别与分类的方法，以及获取相关知识和能力所必需的实验技能。教材按知识模块将实验内容分设为验证型实验、综合与设计型实验两个层次。验证型实验能帮助学生进一步理解和消化课本知识，树立理论源于实践的科学思想。综合与设计型实验可有效地激发学生的求知欲，提高学生分析、解决问题的能力。

在2008—2010三年的实践教学改革中，本着“强化理论知识，注重能力培养”的教学理念，在实验内容、实验方法、实验设计等方面进行了大胆的改革尝试，重新调整了实验教学大纲，编写了《植物学实验指导》试用教材，并通过草业科学、农学、林学3个专业5个教改试点班的两轮试用，得到了学生的热情支持和肯定，同时也获取了一些宝贵意见和建议。总结两年来教改试点的经验、教训，并学习兄弟院校实验教学改革的经验，在此基础上，我们对试用教材进行了全面修改，编写出了现在的《植物学实验》教材。

本书注重知识的系统性，力求做到编排合理、层次清晰、概念准确、举例典型，体现针对性、实用性、多样性和先进性。语言表述力求规范通畅。全书图文并茂，内容与方法指导具体明确，可操作性强，利于教学。

本教材共分三部分：第一部分为植物学基本实验技术与方法；第二部分为种子植物形态解剖；第三部分为植物各大类群及被子植物分类。每次实验所列实验材料和内容较多，以便于不同院校及专业根据具体情况选择使用。

本教材的编写分工为：燕玲和李红撰写植物学实验技术及细胞部分；贺晓撰写组织和器官变态；赵金花撰写种子和幼苗；王立群撰写根；金洪撰写茎和叶；嘎日迪撰写繁殖；李造哲撰写系统与分类；全书由贺晓负责统稿。在编写过程中，还得到了教研室其他老师的技术支持；段醇清拍摄和扫描了部分切片，赵淑文对部分图片进行了处理。在此对所有参与本教材审稿、绘图和给予本教材编写以帮助和支持的同志们，表示诚挚的谢意！

欢迎兄弟院校使用本教材。由于时间短、任务紧迫，加之编者水平有限，书中的不完善和错漏之处在所难免，恳请各位读者对本书的缺点、错误给予批评指正，以便改进和提高。

编 者  
2011.4.15

# 目 录

## 前 言

绪 论	1
第一部分 实验基本技能	2
实验一 光学显微镜的构造和使用方法	2
实验二 植物学基本制片技术	7
第二部分 植物形态解剖部分	11
实验三 植物细胞的显微结构	11
实验四 植物细胞的繁殖	17
实验五 植物组织的类型及细胞特征	22
实验六 种子的结构及幼苗的形成	32
实验七 根的形态结构及其发育（一）	38
实验八 根的形态结构及其发育（二）	42
实验九 茎的形态结构及其发育（一）	48
实验十 茎的形态结构及其发育（二）	53
实验十一 叶的形态与结构	59
实验十二 营养器官的变态	64
实验十三 花的形态与结构	67
实验十四 胚的发育及种子的形成	72
第三部分 植物系统分类部分	75
实验十五 植物界的基本类群	75
实验十六 被子植物分类形态学基础	81
实验十七 被子植物分科	97
实验十八 利用工具书鉴定一定区域内的植物	117

# 绪 论

## 一、实验课的教学目的与意义

1. 验证理论知识，把课堂教学中讲授的理论应用到对实际材料的观察中，并加深和巩固所学的理论知识，开发学生的学习能力，启发学生的学习兴趣。
2. 掌握有关植物学实验和研究的基本技术，培养独立工作的能力。
3. 培养独立思考和唯物辩证的思想方法。
4. 培养严肃认真的科学态度与实事求是的工作作风。

## 二、实验室规则

1. 学生应按时进入实验室，不迟到、不早退，实验时保持安静。
2. 按号使用显微镜和解剖镜，使用前需检查，使用后要擦拭、整理，妥善保管，如发现损坏或发生故障要及时报告指导教师。
3. 爱护仪器和标本，节约药品和水电，损坏物品时应主动向指导教师报告，并及时登记。
4. 室内严禁吸烟，小心使用酒精灯和电炉，注意安全。
5. 要经常保持实验室的整洁，不准随地吐痰和乱抛纸屑、杂物。每次实验结束后，学生要自觉清理好桌面，整理好工具箱，并由值日生轮流打扫卫生。
6. 最后离开实验室的人要负责关灯及锁门。

## 三、实验课的要求

1. 实验前必须预习“实验指导”的有关部分，了解实验的基本内容，并把需要个人准备的物品带到实验室。
2. 必须提前5分钟进入实验室，做好实验前的准备工作。
3. 指导教师应于实验开始前明确对当天工作的要求并讲解实验操作过程中的重点和难点。实验时，学生需根据实验指导，按要求进行独立操作，仔细观察，认真分析比较，作好记录与绘图。遇有困难时，应积极思考，分析原因，自己排除障碍，实在难以解决时，再请教指导教师。
4. 认真完成并按时呈交实验报告。实验报告书写要求简明扼要，条理清楚。
5. 必须严格遵守实验室规则。

## 四、实验仪器及用具

1. 每位同学配有1台显微镜；每组配有一套工具（包括解剖针、镊子各6个，刀片、纱布、载玻片、盖玻片若干）。
2. 学生个人自备：实验指导，实验记录本，实验报告纸，HB和2H铅笔各1支，橡皮1块，格尺1把，小刀1把。

# 第一部分 实验基本技能

## 实验一 光学显微镜的构造和使用方法

### 一、目的与要求

- ① 熟悉光学显微镜的构造与成像原理。
- ② 掌握光学显微镜的使用方法和保养知识。

### 二、材料与用品

红绸制片，“上”字制片，显微镜。

### 三、内容与方法

#### (一) 光学显微镜的构造

光学显微镜是以透射光作为照明光源，用玻璃制作透镜的显微镜。可分为单式显微镜与复式显微镜两类。单式显微镜结构简单，常用的有如放大镜，由一个透镜组成，放大倍数在10倍以下；结构稍复杂的单式显微镜为解剖显微镜，也称实体显微镜，由几个透镜组成，放大倍数在200倍以下。放大镜和解剖显微镜放大的物像都是直立的虚像。

复式显微镜结构比较复杂，至少由两组以上的透镜组成，放大倍数可达1250倍，最高分辨力为 $0.2\mu\text{m}$  ( $1\mu\text{m} = 1/1000\text{mm}$ )，是研究植物细胞、组织和器官结构最常用的显微镜(图1-1)。

显微镜的构造可分为保证成像的光学系统和用以安装光学系统的机械系统。

#### 1. 机械系统

(1) **镜座和镜柱** 镜座是显微镜的底座，有方形、圆形等，起稳定和支持整个镜体的作用。内置人工光源型显微镜的镜座是中空的，称为灯室，里面装有显微镜灯。

(2) **镜臂** 镜臂是垂直于镜座的柱状部分，上部向前折伸，为手提之处，连接并支撑镜筒、载物台等机械部分。

(3) **镜筒** 镜筒是镜臂前方中空的金属结构。镜筒上接目镜，下接物镜转换器。从物镜的后缘到镜筒尾端的距离称为机械筒长(国际标准筒长为160mm)，直接影响到显微镜的放大倍数和成像质量。双目显微镜有两个镜筒。

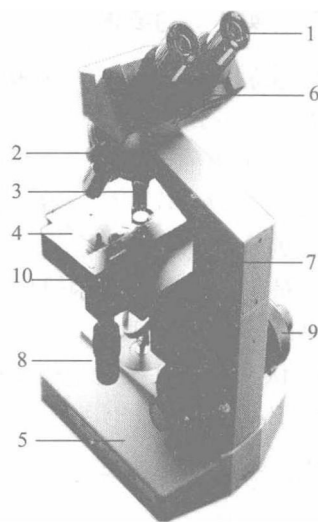


图1-1 双目复式显微镜

1. 目镜
2. 物镜转换器
3. 物镜
4. 载物台
5. 镜座
6. 镜筒
7. 镜臂
8. 标本移动器
9. 调节轮
10. 聚光器



(4) **物镜转换器** 物镜转换器是镜筒下端的圆盘状结构,由两个凹面向上的圆盘构成。上盘固定不动,下盘通过中央的螺旋与上盘相连,可自由转动。下盘上有3~4个圆孔,用来安装不同放大倍数的物镜。转动转换器,可调换不同倍数的物镜。当物镜固定在使用位置上时,可保证物镜与目镜的光线合轴。

(5) **载物台** 载物台为圆形或方形平台,是放置玻片标本的地方。载物台中央有一个通光孔,为光线通路。载物台上安装有玻片标本移动器、压片夹等。

(6) **调节轮** 调节轮装置在镜臂两侧,分大小两种。大的为粗调节轮,转动一圈,载物台升降10mm,使用低倍物镜观察材料时必须先用其校准焦距;小的为细调节轮,转动一圈,载物台升降0.1mm,可精确地调整焦距;主要用于高倍物镜下的观察。

## 2. 光学系统

光学系统包括物镜、目镜、聚光器、内置光源或反光镜等。物镜和目镜直接参与显微镜的成像,聚光器、虹彩光圈起调节光强度和改变入射光线的作用。

(1) **物镜** 物镜安装在物镜转换器上,由1~5组透镜组成,其功能是聚集来自标本的光线,使标本第一次放大成一个倒立的实像。物镜成像的质量,对分辨力起着决定性的作用。物镜的性能取决于镜口率(或称数值孔径),物镜的镜口率常标注在物镜的外壳上,镜口率数值越大,物镜的分辨率越高,物镜的品质也就越高。光学显微镜通常安装3~4个不同放大倍数的物镜,物镜的放大倍数也标刻在物镜的外壳上,有4×到100×。常用的低倍镜是10×,高倍镜是40×,油镜是100×(使用时以香柏油为介质)。放大倍数越大,物镜越长。

(2) **目镜** 目镜由两块透镜组成,上端的称“接目镜”,下端的叫“场镜”。在两个透镜之间或在其下方,装有金属结构的环状光阑,物镜放大后的中间像就落在光阑平面处,所以可在其上安装目镜测微尺和指针。目镜的功能是将由物镜放大的倒立实像进一步放大并形成正立的虚像,而不增加显微镜的分辨力。一般目镜有数个,放大倍数分别是5×,7×,10×,15×等。

(3) **聚光器** 聚光器安装在载物台下的聚光器架上,由聚光透镜、虹彩光圈和聚光器升降螺旋等组成,其作用是将反光镜反射或内置光源照射出的光线聚焦到被检物体上,以得到最亮的照明,使物像获得明亮清晰的效果。聚光器的聚光透镜一般由2~3个凸透镜组成,起汇集光线、加强对被检物体照明的作用。利用聚光器升降螺旋可调节聚光器的高低以使焦点落到被检物体上,从而得到最大亮度。在聚光透镜的下方装有由十几个金属薄片组成的虹彩光圈,其外侧伸出一柄,调节它可以改变光圈的大小,从而调节进光量。

(4) **反光镜或内置光源** 反光镜安装在聚光器的下方,可向各方向转动。反光镜的作用是把光源射出的光线反射至聚光器或通光孔。反光镜分平、凹两面,凹面镜有聚光作用,在光源微弱时使用,如光源充足则用平面镜。现在常用的显微镜镜座中央的灯室内装有人工光源,可通过电流调节螺旋调节电流大小来调节照明强度。

## (二) 光学显微镜的成像原理

显微镜通过透镜放大被检物体,其成像原理和光路图如图1-2所示。被检物体AB放在物镜( $L_1$ )前方的1~2倍焦距之间,则在物镜( $L_2$ )后方形成一个倒立的放大实像 $A_1B_1$ ,这个实像正好位于目镜( $L_2$ )的焦点之内,通过目镜后形成一个放大的虚像 $A_2B_2$ 。这个虚像通过调焦使其落在眼睛的明视距离处,使所看到的物体最清晰,也就是说虚像

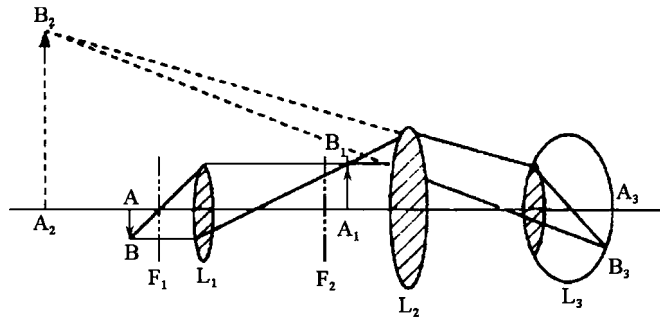


图 1-2 显微镜成像原理

AB. 被检物体  $L_1$ . 物镜  $A_1B_1$ . 倒立实像  $L_2$ . 目镜  $A_2B_2$ . 放大的倒立虚像  
 $L_3$ . 眼球晶状体  $A_3B_3$ . 视网膜上正立像  $F_1$ 、 $F_2$ . 分别是目镜和物镜的焦平面

$A_2B_2$ 是在眼球晶状体的两倍焦距之外，通过眼球后在视网膜形成一个倒立的  $A_3B_3$  缩小像。

### (三) 光学显微镜的主要性能

显微镜的主要性能包括分辨力、放大率、焦点深度、工作距离、镜像亮度、视场亮度等。

分辨力是分辨被检物体细微结构的能力，即判别相近两点间最小距离的本领。分辨力是衡量显微镜质量的主要根据。低倍镜的分辨力是  $1\mu\text{m}$ ，高倍镜为  $0.42\mu\text{m}$ ，油镜为  $0.22\mu\text{m}$ 。

放大率也称放大倍数，指最终成像的大小与原物体大小的比值。显微镜的总放大倍数可用物镜放大倍数和目镜放大倍数的乘积表示。

工作距离指物镜最下层透镜的表面到玻片标本上表面之间的距离。物镜的放大倍数越大，工作距离越小。低倍镜的工作距离为  $6.5\text{mm}$ ，高倍镜  $0.6\text{mm}$ ，油镜仅有  $0.2\text{mm}$ 。

焦点深度指视野中垂直范围内所能清晰观察到的界限。焦点深度和总放大率和镜口率呈反比。总放大率和镜口率越大，焦点深度越浅。

镜像亮度是显微镜下的图像亮度的简称，指在显微镜下所观察到的图像的明暗程度。镜像亮度与镜口率的平方成正比，与总放大倍数的平方成反比。

视场亮度指显微镜下整个视场的明暗程度，不仅与目镜、物镜有关，还直接受聚光器、光阑、光源等因素的影响。

### (四) 光学显微镜的使用方法和保养知识

显微镜是一种结构精密的仪器，使用时必须细心，严格按照规程进行操作。

(1) **取镜** 取镜指观察前将显微镜取出并放置在桌面适当位置的过程。取镜时，右手握住镜臂，左手托住镜座，使镜体保持直立平稳，以防反光镜和目镜滑脱甩出。将显微镜轻轻放在实验桌上，一般放在左侧，距离桌边  $3\sim 4\text{cm}$  处，镜臂对向自己胸前，以便于观察。防尘罩取下、叠好后放在实验桌抽屉中。

(2) **对光** 对光指在观察玻片标本前让光线均匀地进入视野的过程。首先选择光源，有内置光源的显微镜需插上电源插座，打开显微镜的电源开关，并利用电源调节旋钮调节光照强度；对于没有内置光源的显微镜，将反光镜朝向光源。旋转显微镜的物镜转换器，使低倍镜转向载物台中央的通光孔。然后，将虹彩光圈调至最大，用双眼从目镜中观察。

同时，注意光源、聚光镜、虹彩光圈的配合使用，不断调节光的强度，使视野内的光线既明亮、均匀，又不刺眼。

(3) **装片** 装片是将玻片标本安放在载物台上并使所观察对象移至通光孔正中央的过程。装片时，先抬升镜筒或降低载物台，在镜头和载物台之间留出便于安装玻片的空隙。装片时要认清玻片的正反面，让有盖玻片的一面朝上，否则用高倍镜观察时无法调焦，而且玻片易被损坏。然后用切片夹将玻片卡紧，转动玻片移动器的螺旋，使欲观察的材料对准通光孔中央。

(4) **低倍镜观察** 观察任何标本时，须先使用低倍镜，因为其视野大，易发现目标和确定要观察的部位。

观察时，首先旋转粗调节轮，使镜头距玻片约 5mm 处。然后一边从目镜向下观察，一边慢慢旋转粗调节轮，直至视野中被检物体清晰时为止。若镜头已距标本过高，仍看不到物像，则应检查被检物体是否在光轴线上，调整好后再放下镜筒或抬升载物台，重新调焦，直至物像出现和清晰时为止。同时注意虹彩光圈和聚光器的配合调整。

为了使物像更加清晰，此时可使用细调节轮，轻微转动到物像最清楚时为止。但切忌连续转动多圈，以免损坏仪器的精确度。当细调节轮转动不动时，说明已升降至极限，不可硬拧，需重新调整粗调节轮，使物镜与标本间的距离稍微拉开，然后再旋转细调节轮直至物像清晰。

(5) **高倍镜观察** 当物体需要进一步放大观察时，可进行高倍镜观察。

首先，用低倍镜调好焦距，物像清晰，将需观察的部位移至视野中央。

然后，小心转动物镜转换器，使高倍镜头对准载物台中央，这时物像大致仍在焦点，但并不十分准确，只需稍微旋转细调节轮，即可使物像清晰。转动细调节轮时，只能旋转半圈，不能超过 180°。经过调焦仍不能发现物像，应退回低倍镜，检查物像是否在视野中央。将物像移至视野中央后，再换高倍镜，调焦至物像清晰。因高倍镜的工作距离很短，操作时要十分仔细，以防镜头碰击玻片，尤其不可使用粗调节轮。

最后，可通过虹彩光圈或聚光器调节视野内光的强弱，求得反差清晰，形象清楚。

(6) **油镜观察** 在使用油镜前，必须先用低倍镜找到被检物体，再用高倍镜调焦，待被检物体移至视野中央后，再换油镜观察。

使用油镜时，一定要先在盖玻片上滴加一滴香柏油（镜油）。

在油镜下观察标本时，绝对不允许使用粗调节轮，只能用细调节轮调焦。如盖玻片过厚，则不能聚焦，需重新调换，否则就会压碎玻片或损伤镜头。

油镜使用完毕，需立即用棉棒或擦镜纸蘸少许清洁剂（乙醚和无水乙醇的混合液），将镜头上残留的油迹擦去。待香柏油干燥后，很难擦净，且易损坏镜头。

(7) **显微镜使用后的整理** 观察完毕，必须退回低倍镜，然后取下玻片，切不可在高倍镜或油镜下取之，避免擦伤镜头。

放还显微镜之前，应检查其是否清洁，擦拭干净后将镜头、镜臂、聚光器、反光镜等退回原位，放回镜箱内。

(8) **光学显微镜的保养知识**

① 显微镜是精密仪器，操作时动作要轻，不允许随便拆卸。如有故障，应及时报告指导教师处理。不同显微镜之间，不可随便调换目镜或物镜。

② 观察临时制片时，不要让玻片中的水分流到载物台上，更不能使酸、碱及其他化

学药品与显微镜接触。

③ 发现物镜或目镜不清洁时，要用擦镜纸作直线方向擦拭。切不可用手指、手帕、棉布等擦拭，以免划坏或沾污镜头。若镜头上有油污，可先用擦镜纸蘸少许二甲苯擦拭，然后再用干净擦镜纸擦拭。

#### (五) 显微镜的使用操作练习

了解了显微镜的使用方法后，可开始实际操作练习。按要求从镜箱中取出显微镜，首先熟悉显微镜各部分构造的名称、用途和性能，然后进行操作练习。先用低倍镜进行对光练习，注意反光镜或光源、虹彩光圈、聚光镜的配合使用。换至高倍镜，注意其视野亮度与低倍镜下的区别，思考如何调整其亮度。

取“上”字片，倒置于显微镜下，在低倍镜下注意观察字体是正立的还是倒立的，领会显微镜的成像原理；同时体会要使字体前后左右移动，应如何操作玻片移动器。

取红绸制片，先用低倍镜调焦，再换高倍镜观察，注意比较高、低倍镜下视野范围和焦点深度的差异。

#### 四、作业与思考

- ① 使用显微镜怎样对光？应特别注意哪几点？为什么？
- ② 使用高倍镜为什么必须用细调节轮调焦？
- ③ 聚光器有何用处？怎样使用？

## 实验二 植物学基本制片技术

### 一、目的与要求

① 掌握玻片标本的基本制作方法，充分认识制片技术是植物科学研究的必要手段，是了解和认识植物细胞组织或器官细微构造、观察形态变化或生理变化的重要方法。

② 培养学生的实验操作技能，提高独立分析问题、解决问题之综合能力。

### 二、材料与用品

#### 1. 实验器材

显微镜，解剖针，镊子，刀片，载玻片，盖玻片，吸水纸，培养皿，毛笔或滴管，酒精灯。

#### 2. 化学试剂

蒸馏水，番红染液，固绿染液，1N 盐酸，碘液，醋酸洋红，叔丁醇，正丁醇，45% 醋酸，酒精，二甲苯，中性树胶。

#### 3. 实验材料

洋葱鳞茎，天竺葵叶柄，苜蓿嫩茎，葱花序。

### 三、内容与方法

#### 1. 临时装片法与实验操作

临时装片法是将新鲜的植物材料（如单个细胞、表皮或切片等）放在载玻片上的水滴中，盖上盖玻片制成玻片标本的方法。此方法制成的标本，可保持材料的生活状态和天然的色彩，一般多作为临时观察使用，也可根据需要经染色制成永久性标本。

取一个洋葱（鳞茎），剥下一片新鲜的肉质鳞叶，用镊子从其内表面撕取一块透明的、薄膜状的上表皮（凹下的一面），再用刀片切取 2~3mm 见方的小块，迅速将其平整地放入已滴好蒸馏水或碘液（I-KI）的干净载玻片上；若发生卷曲，需用解剖针或镊子将其展开。再用镊子轻轻夹起盖玻片，使盖玻片边缘与材料左边水滴的边缘接触，然后慢慢向下落，放平盖玻片。尽量避免在盖玻片下留有气泡，同时注意让水分充满整个盖玻片而不要溢出。如果水或染液少，可在盖玻片一侧加滴一滴水液，然后在盖玻片的另一侧用吸水纸把液体吸过去，以使液体布满整个盖玻片。

将制得的玻片标本置于显微镜下观察，检查制片中材料是否平展，结构是否清晰，有无气泡产生等制片效果，并分析其原因。如需短期保存，可滴入 10%~30% 甘油水溶液，平放在培养皿中，再加盖以减少水分蒸发并防尘。

#### 2. 徒手切片法与实验操作

徒手切片法是从事教学、科研及生产技术工作中最常用的、最简便的观察植物内部构造的方法，无需复杂的设备，仅用普通的双面刀片，即可随时而迅速地观察到植物的生活细胞及各器官内部组织的生活状况和天然的色彩。

徒手切片法仅适合软硬适度的植物根、茎或叶等，材料不宜太硬、太软或太薄。切较软的材料时，可用马铃薯块茎、胡萝卜根或通草作夹持物，将欲切的材料夹住，一起进行切片。有些叶片也可卷成筒状再进行切片。

截取苜蓿嫩茎或天竺葵叶柄一小段，一般面积以不超过 $3 \sim 5\text{mm}^2$ ，长度以 $2 \sim 3\text{cm}$ 较便于手持并进行切片为宜。将材料放入盛有清水的小培养皿中以保持其新鲜。切片时，用左手的姆指、食指和中指捏住修整好的材料，使其垂直向上并稍超出手指，以免刀口损伤手指。右手紧握双面刀片，刀片蘸水以增加刀刃的光滑和粘材料的效果，刀平放在左手的食指上，刀口向内，且与材料垂直，以均匀的动作，自左前方向右后方滑行切片，注意要用整个手臂向后拉（手腕不必用力）。切片时动作要敏捷，材料要一次切成，厚薄均匀，切面完整。连续切下许多薄片后，将薄片轻轻移入盛水的培养皿中备用。然后用毛笔或滴管挑选薄而透明的切片，取出并放在载玻片上，制成临时装片，也可用其制成永久性玻片标本。

将制得的玻片标本置于显微镜下观察，检查制片中切片的厚度、切片的均匀度、材料是否完整、结构是否清晰、有无气泡产生等制片效果，并分析其原因。

### 3. 压片法与实验操作

压片法是将植物的幼嫩器官，如根尖、茎尖和幼叶等压碎在载玻片上的一种非切片制片方法。主要用于植物细胞遗传学，尤其是染色体数目统计、核型分析等方面。

(1) **取材** 先将洋葱置于盛满清水的广口瓶上培养幼根（将洋葱下部浸入水中，放在温暖处，每天换清水1次）， $3 \sim 5$ 天后，待幼根长出 $1 \sim 2\text{cm}$ 长时，上午8:40~9:30切取其先端约 $4\text{mm}$ 。此时洋葱根尖细胞分裂最旺盛。

(2) **预处理** 将洋葱根尖放在盛有蒸馏水的小瓶中，放入冰箱冷藏室中 $0 \sim 1^\circ\text{C}$ 低温下处理24h，或将根尖移入 $0.002\text{M}$ 的8-羟基喹啉溶液中预处理 $2 \sim 3\text{h}$ 。

(3) **固定** 用卡诺固定液处理 $2 \sim 24\text{h}$ ，再移入70%酒精中保存。

（以上步骤由于实验时间有限可由实验指导教师预先完成）

(4) **解离** 取经过预处理和固定后的根尖若干个，用蒸馏水清洗后移至 $1\text{mol}$ 的盐酸溶液中，于 $60^\circ\text{C}$ 温箱中解离 $15\text{min}$ ，使细胞呈离散状态。

(5) **染色与压片** 将解离后的材料用蒸馏水清洗2次，将根尖放在干净的载玻片上，用镊子将此根尖压碎，滴上2滴醋酸洋红染液进行染色，加盖盖玻片，用铅笔的橡皮头或镊子柄，对准盖玻片下的材料轻轻敲击，使材料压成均匀的、单层细胞的薄层。用吸水纸吸去溢出的药液，即可在显微镜下观察。此时的细胞彼此分离，清晰可见。若此时细胞核内的染色质和染色体的颜色尚浅，不呈暗红色，可手持玻片标本在酒精灯上微微加热 $1 \sim 2\text{min}$ ，注意保持一定距离，其温度以不灼手为宜，可增进染色和使细胞伸展的效果。必要时可反复烘烤多次，但避免染液沸腾和烘干。如染液烘干，可再补加1滴，直到染色体着色清晰为止。如果染色过深，可加1滴45%醋酸进行分色。此法制作的玻片标本，既可用作临时观察，也可制成永久性玻片标本。

实验过程中，在压片的同时随时进行镜检。将玻片标本置于显微镜下观察，检查制片中细胞的散开度、处于分裂中期的细胞数量、染色体的重叠情况、是否可清晰地观察到染色体的2条染色单体和着丝点、染色的深浅等制片效果，并分析其原因。

### 4. 涂布法与实验操作

涂布法是将材料均匀地涂抹在载玻片上的一种非切片制片技术。适用于植物的疏松组织。现主要用于减数分裂和花粉粒发育的观察和研究。

(1) **取材** 上午8:00~9:00摘取大葱幼嫩、绿色、大小不同的新鲜花蕾。

(2) **固定与保存** 将采集的花蕾用卡诺固定液处理 $2 \sim 24\text{h}$ ，逐级换入95%和85%酒

精浸洗，然后换入 70% 酒精中保存。注意浸洗要干净，以免材料受腐蚀。将固定后的材料置于 4℃ 的冰箱中，随用随取，可作长期保存（以上步骤由于实验时间有限可由实验指导教师预先完成）。

**(3) 染色与涂布** 取固定好的材料转入 50% 酒精或蒸馏水清洗后，取出一个花药置于清洁的载玻片上，加 1 滴醋酸洋红染液进行染色。为加快染色速度，可手持玻片标本在酒精灯上微微加热 1~2min。用刀片切去花药的一端，用镊子夹住花药，用其断面在载玻片上涂沫；或用刀片将花药中部切断，再用解剖针从花药的两端向中部切开处压挤，挤出不同分裂时期的花粉母细胞，并涂沫成一薄层，去掉药壁的残渣，再滴 1 滴 45% 醋酸使花粉母细胞软化与分色。盖上盖玻片，用铅笔头或镊子柄轻压盖玻片，使花粉母细胞均匀散开，即可观察。此时细胞核和染色体均被染成鲜艳的紫红色，细胞质无色或仅显淡粉色。此法制成的临时玻片标本，也可经过处理制成永久性的玻片标本。

将制得的玻片标本置于显微镜下观察，检查制片中花粉母细胞的发育状况、是否可清晰地观察到处于各个分裂时期的花粉母细胞、染色的深浅等制片效果，并分析其原因。

#### 5. 永久性玻片标本的制作

**(1) 组织切片永久性玻片标本的制作** 在显微镜下挑选适用的徒手切片、表皮组织等，按下列步骤简单处理。

① 固定。将材料放入盛有 FAA 固定液的培养皿中，处理 30min 至 24h，使其尽可能地保持原有结构与状态。

② 染色。用 0.5%~1% 番红酒液，染色 1~24h，使材料染成深红色。再用 50% 酒精洗去多余的浮色。

③ 脱水。用 70%、85%、95% 至 100% 的酒精逐级浸泡材料 1~3min，以减少细胞中的水分。

④ 复染。用 0.3% 固绿染液染色 30s 左右，有些材料需延至几分钟（有些材料不必复染）。

⑤ 透明。将材料浸入 1/2 纯酒精和 1/2 二甲苯的混合液中，1~2min 后，换入纯二甲苯中透明 3~5min。

⑥ 封片。经镜检，选取符合要求的材料，置于洁净的载玻片上，滴 1 滴中性树胶，盖上盖玻片，烘箱中烘干，即可制得永久性玻片标本。

**(2) 细胞分裂永久性玻片标本的制作** 在显微镜下进行镜检，选择染色体染色效果好、分散好的临时压片或涂布玻片标本，放无尘处，或加盖的大培养皿中，或 36℃ 干燥箱中风干或烘干后，可用下列方法之一制成永久性玻片标本。

1) 酒精—叔（正）丁醇法 准备 4 套直径为 12cm 的培养皿，在每一培养皿中放入一段玻璃棒，按下列编号顺序分别加入以下药液：

① 95% 酒精和 45% 醋酸各半，5~6min；

② 95% 酒精，3~5min；

③ 95% 酒精和叔（正）丁醇各半，3~5min；

④ 100% 叔（正）丁醇，透明 3~5min。

操作时，先将临时制片翻转，使盖玻片朝下，浸入①号培养皿中，注意载玻片的一端架在玻璃棒上，呈倾斜状态。经过一段时间，盖玻片自然滑落于药液中。此时用镊子分别将载玻片和盖玻片转移至②号培养皿中脱水，3~5min，再分别转入③和④培养皿中透明

各 3 ~ 5min, 最后取出置于吸水纸上, 将有材料的一面朝上, 吸去多余的叔丁醇, 用尤帕拉尔胶 (euparal) 或溶于叔丁醇的加拿大树胶封片。

2) 冷冻法 在显微镜下镜检。选择染色体染色效果好、分散好的临时压片或涂布玻片标本, 放在培养皿中, 置于冰箱冷冻室内冷冻 10 ~ 15min, 或冷冻切片机的制冷台上迅速冷冻。取出后迅速用双面刀片揭开盖玻片 (冰箱冷冻时需对盖玻片的位置作标记以便复位), 使盖玻片有材料的一面朝上放在载玻片上, 一并放入 36℃ 干燥箱中烘干 10 ~ 15min, 再转入盛有二甲苯的培养皿中透明 3 ~ 5min。取出后 (在复位标记处) 用加拿大树胶或中性树胶封片。

#### 四、作业与思考

- ① 通过实验操作, 你认为几种制片方法最关键的步骤各是哪些?
- ② 实验过程中, 选用染液的原理各是什么?
- ③ 做临时装片的意义是什么? 制片时应注意哪些问题?
- ④ 做好徒手切片的关键是什么?



## 第二部分 植物形态解剖部分

### 实验三 植物细胞的显微结构

#### 一、目的与要求

- ① 掌握植物细胞在光学显微镜下的基本构造，认识植物细胞的结构特点。
- ② 了解植物细胞质体的形态特点和分布规律。
- ③ 了解细胞内贮藏物质的形态与分布特点，掌握各种贮藏物质的化学鉴定方法。
- ④ 掌握细胞壁的结构特点及鉴定不同性质细胞壁的组织化学方法。
- ⑤ 观察细胞壁上的纹孔和胞间连丝，充分认识多细胞植物的整体性。
- ⑥ 学习生物绘图方法。

#### 二、材料与用品

##### 1. 实验器材

显微镜，镊子，刀片，载玻片，盖玻片，解剖针，吸水纸，培养皿。

##### 2. 化学试剂

蒸馏水，碘液（I-KI），苏丹Ⅲ，碘-氯化锌溶液，25% 盐酸溶液，间苯三酚，钨红溶液。

##### 3. 实验材料

洋葱鳞茎，紫鸭跖草叶，红辣椒果实，马铃薯块茎，蓖麻种子，向日葵籽，莠麦种子，玉米种子，松树茎制片，柿树胚乳制片，苜蓿老茎，夹竹桃叶，脱脂棉。

#### 三、内容与方法

##### （一）基础型实验

##### 1. 植物生活细胞的基本结构

取洋葱鳞茎的上表皮，利用临时装片法制成玻片标本，显微镜下观察植物生活细胞的形态与基本结构。先用低倍镜观察洋葱鳞茎叶内表皮细胞的形态与排列状况（图3-1）。选取其中1~2个细胞，换用高倍镜仔细观察典型植物细胞的基本构造，识别以下各结构部分（图3-2）。

（1）**细胞壁** 细胞壁为植物细胞所特有，包围在细胞原生质体的外面，比较透明，因此只能看到细胞的侧壁。在高倍镜下仔细调节细调节轮和虹彩光圈可看到该层细胞壁包括3层：两侧为相邻两个细胞的细胞壁，中间为粘连两个细胞的胞间层。

（2）**细胞质** 细胞质为无色透明的胶状物，紧贴在细胞壁的内侧，被中央大液泡挤成一薄层，仅在细胞的两端较清楚。当缩小光圈使视场变暗时，在紧贴细胞壁部分及细胞核周围，可见有淡黄色、含颗粒物质的部分即为细胞质（为碘液所染）。