



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

B o t a n y E x p e r i m e n t

植物学实验

(第2版)

姚家玲 主编



高等教育出版社
Higher Education Press



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

植物学实验

(第2版)

姚家玲 主编

B o t a n y E x p e r i m e n t



高等教育出版社
Higher Education Press

内容提要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是在何凤仙主编的《植物学实验》(2000年版)的基础上,融入近年来植物学实验教学改革成果编写修订而成的。

全书分为基础实验、综合实验实习、基本实验技术和附录4个部分。实验内容以植物形态结构和系统分类为主线,分基础和综合两个层次组织设计。基础实验中运用了“动手与观察”、“观察与思考”等图标,设计了大量的提示性问题,以引导学生动手操作、用眼观察、用脑思考。选编了9个综合实验实习项目,以引导学生自主探究式学习,旨在培养学生综合运用植物学知识和实验技术的能力。在“基本实验技术”中汇集了植物学的常用技术和研究方法,并将其贯穿在整个实验过程中,以强化学生的实验技能训练。附录提供了实验须知、实验准备相关知识以及拓展植物学知识面的资料,以方便读者查阅。全书有170多幅插图、照片,4个彩版插页。

本书具备完整性、系统性和可操作性,可作为高等农林、师范院校和其他综合性大学的植物学实验教材,也可供中学生物教师及相关领域的植物爱好者参考。

图书在版编目(CIP)数据

植物学实验/姚家玲主编.—2版.—北京:高等教育出版社,2009.2

ISBN 978-7-04-025343-6

I. 植… II. 姚… III. 植物学-实验-高等学校-教材 IV. Q94-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第207563号

策划编辑 潘超 责任编辑 孟丽 封面设计 张楠 责任绘图 尹莉
版式设计 王艳红 责任校对 殷然 责任印制 朱学忠

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
总机 010-58581000

经销 蓝色畅想图书发行有限公司
印刷 河北新华印刷一厂

开本 787×1092 1/16
印张 16.5
字数 400 000
插页 2

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版次 2000年7月第1版
2009年2月第2版
印次 2009年2月第1次印刷
定价 20.40元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 25343-00

《植物学实验》(第2版)编写人员

主 编:姚家玲(华中农业大学)

副主编:丁春邦(四川农业大学) 何凤仙(华中农业大学)

编写人员(按内容先后顺序排列):

I 基础实验:

魏 星(华中农业大学)

姚家玲(华中农业大学)

丁春邦(四川农业大学)

彭卫东(山东农业大学)

II 综合实验实习:

姚家玲(华中农业大学)

丁春邦(四川农业大学)

魏 星(华中农业大学)

III 基本实验技术:

姚家玲(华中农业大学)

魏 星(华中农业大学)

龙 鸿(华中农业大学)

附录一~十一:

姚家玲(华中农业大学)

魏 星(华中农业大学)

何凤仙(华中农业大学)

第2版前言

植物学的新知识和新技术随着分子生物学和生物技术的快速发展在不断更新,这就需要对传统植物学的内容进行精简和重新设计。实验教材作为学生学习知识和培养能力的一个载体,既要体现对植物学教学体系和内容的整合和优化,又要反映以培养学生能力为中心的教学理念。本书融入了我们近年来植物学实验教学改革成果,在何凤仙主编的《植物学实验》(2000年版)的基础上编写修订而成。全书分为基础实验、综合实验实习、基本实验技术和附录四个部分。

本教材较系统地阐述了植物学实验的基本知识和基本方法,在内容的组织和编排形式上力求反映启发式、探究式的教学理念。

选编的20个基础性实验项目,内容涉及植物细胞和组织的基本组成、植物器官的形态结构、植物界的主要类群、被子植物分类等。基础实验中设计了“动手与观察”、“观察与思考”等小栏目,并设计了大量的提示性问题,以引导学生动手操作、用眼观察、用脑思考。基础实验不仅验证植物学的基础理论和基本知识,而且注重学生基本实验技能的训练。在每次实验后附上该实验方法或知识在生产、生活或科研中的一些应用,这种简单的评述使学生明白学以致用道理。考虑到我国不同地区植物种类的差异和不同学校教学学时的差异,每次实验所列的实验材料和内容较多,便于使用者根据具体情况选择安排。

综合实验实习部分,为学生提供了9个参考选题,内容包括细胞和组织的显微化学鉴定、植物叶片的形态结构与生境的适应性、植物传粉生物学观察、植物资源调查方法与检索表编制等。每个选题仅介绍有关背景知识、基本实验方法,学生可根据自己的兴趣,在进一步查阅相关文献资料的基础上选定1~2个小课题,自行制订更详细的实验方案,自主完成实验准备、实验实施、结果记录和分析。综合实验实习的设置为学生自主探究式学习提供了一条途径,旨在培养学生综合运用植物学理论知识和实验技术的能力。

基本实验技术部分,汇集了植物学实验中常用的方法和技术,主要介绍了徒手切片、压片、整体制片、组织离析制片、冷冻切片、石蜡制片等多种制片技术,以及显微测量方法、植物标本制作方法、生物绘图法等。对每种实验技术特点和应用的简介,为学生独立开展植物学相关研究提供了参考。突出基本实验技能训练的目的在于培养学生实际动手能力,因此基本实验技能训练是每次实验实习的主要内容之一,贯穿在整个教学过程中。

书后附录提供了较全面的植物学相关信息和资料,以方便读者查阅。简要介绍了植物学实验须知、常用显微镜的种类与用途、实验室常用药品试剂的配制与使用、实验材料的准备与保存、植物检索表的编制与类型、中国主要珍稀濒危植物名录、中国主要入侵植物名录、抗污染、净化空气植物名录等。附录的内容有的强化了实验的安全意识和环境保护意识,有的是实验准备的相关知识,有的是扩大植物学知识面的内容。

作为本科基础课实验教材,本书注重与课堂教学内容的呼应和联系,但又相对独立,以强化

实验实习在学生植物学知识掌握和能力培养中的作用。我们力求使之具备完整性、系统性和可操作性,以满足高等农林、师范院校和综合性大学开设植物学实验的教学需要。

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,编写修订工作由来自四川农业大学、山东农业大学和华中农业大学的数位教师共同完成,全书由姚家玲统稿。植物细胞组织显微结构彩图由华中农业大学生命科学技术学院冯燕妮拍摄,被惠许使用华中农业大学植物学教研室相关显微切片。植物形态学彩色照片由华中农业大学生命科学技术学院李应祥、魏星、龙鸿拍摄。全书编修过程中还得到华中农业大学何凤仙教授和植物学教研室其他教师的支持和关心,在此深表谢意!

限于学识和水平,书中谬误和疏漏之处在所难免,恳请使用本书的师生和读者不吝指正。

编者

2008年10月

第1版前言

在教育部实施的“高等教育面向21世纪教学内容和课程体系改革计划”的课题研究改革试点中,针对高等农林教育对实验课重视不够的现状,高等农林教育本科生物系列课程改革研究项目组提出了必须提高实验课质量和地位,加强学生独立思考、分析问题和解决问题的能力,以及培养实验操作技能的方案,将植物学实验部分从原来“植物学”课程中分离出来。独立设置的“植物学实验”课是植物生产类各专业的必修基础课。

在三年的教学改革试点中,我们新编写了《植物学实验》教材,通过1997、1998两年在果树、蔬菜、花卉三个专业,七个教改试点班两轮试用,得到学生的热情支持和肯定,同时也提出了一些宝贵意见和建议。我们总结了两年来教改试点的经验、教训,学习了兄弟院校教学改革的经验,并在此基础上,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。

本教材将过去绝大部分实验从单纯验证性的改为综合性、技能性的实验。以基本技能训练和研究植物形态解剖方法、植物分类的方法为主线,比较系统地阐述了植物实验的基本知识、基本理论和基本技术。通过录像片、电视显微投影、幻灯片等电化教学手段,反映现代科学的新技术、新成就。这一方面扩大了学生的知识面,另一方面提高了实验课的效率。通过实验,不仅使学生掌握植物学研究的基本方法、基本技能,而且要培养其独立工作和创新能力,为今后学习和工作打下良好的基础。

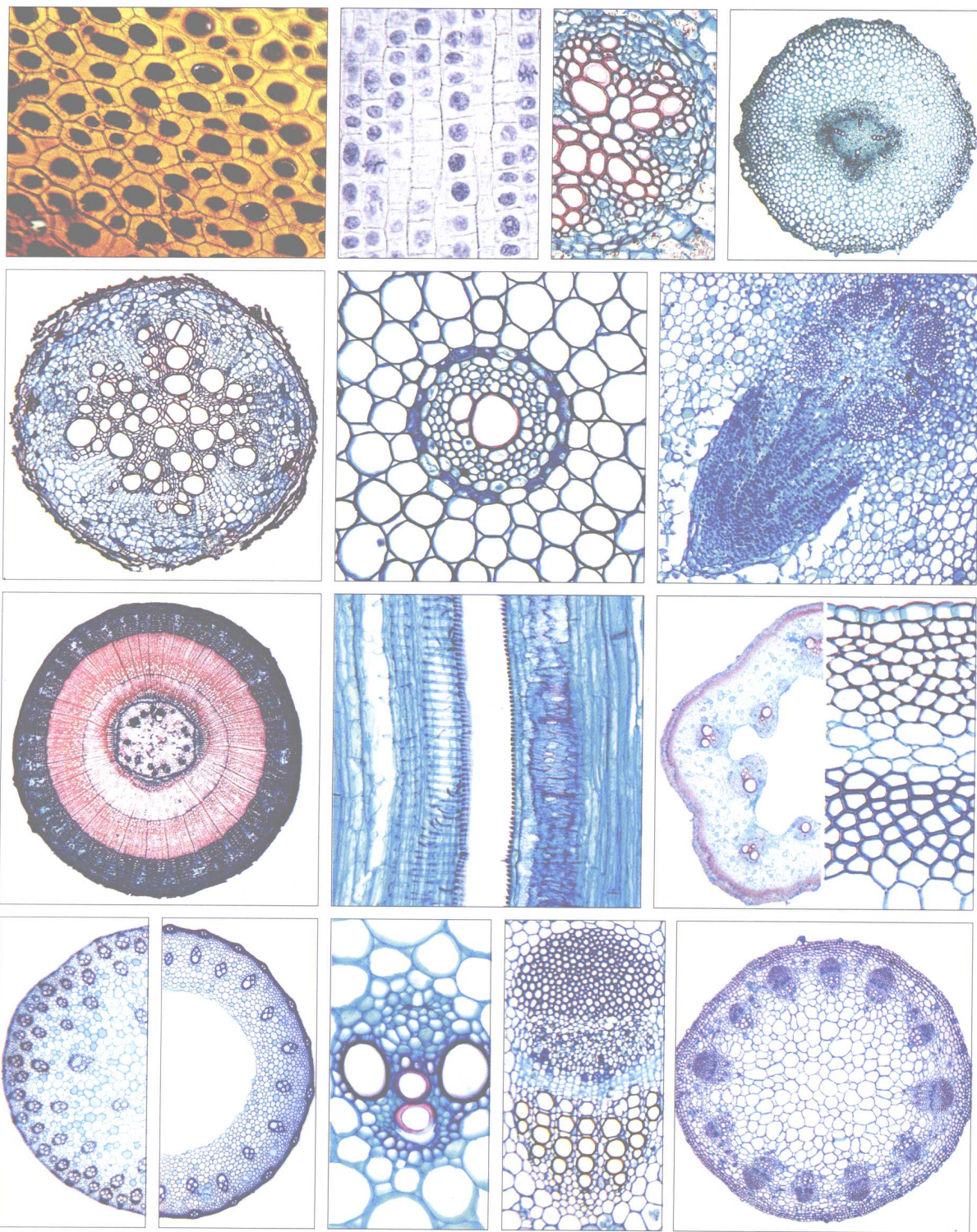
本教材共有两篇五章:第一篇为种子植物形态解剖;第二篇为低等植物、颈卵器植物、被子植物分类及教学实习。每次实验所列实验材料和内容较多,以便于不同地区的农业院校根据具体情况选择使用。

本教材的编写人见各章或各实验后的署名,全书由何凤仙统稿。本书承蒙武汉大学利容千教授和华中农业大学陈志远教授审稿。由王宇欣、宋要武绘制部分插图。在编写过程中,还得到了华中农业大学“植物学”课程教学改革小组成员以及教研室同仁的帮助和支持。

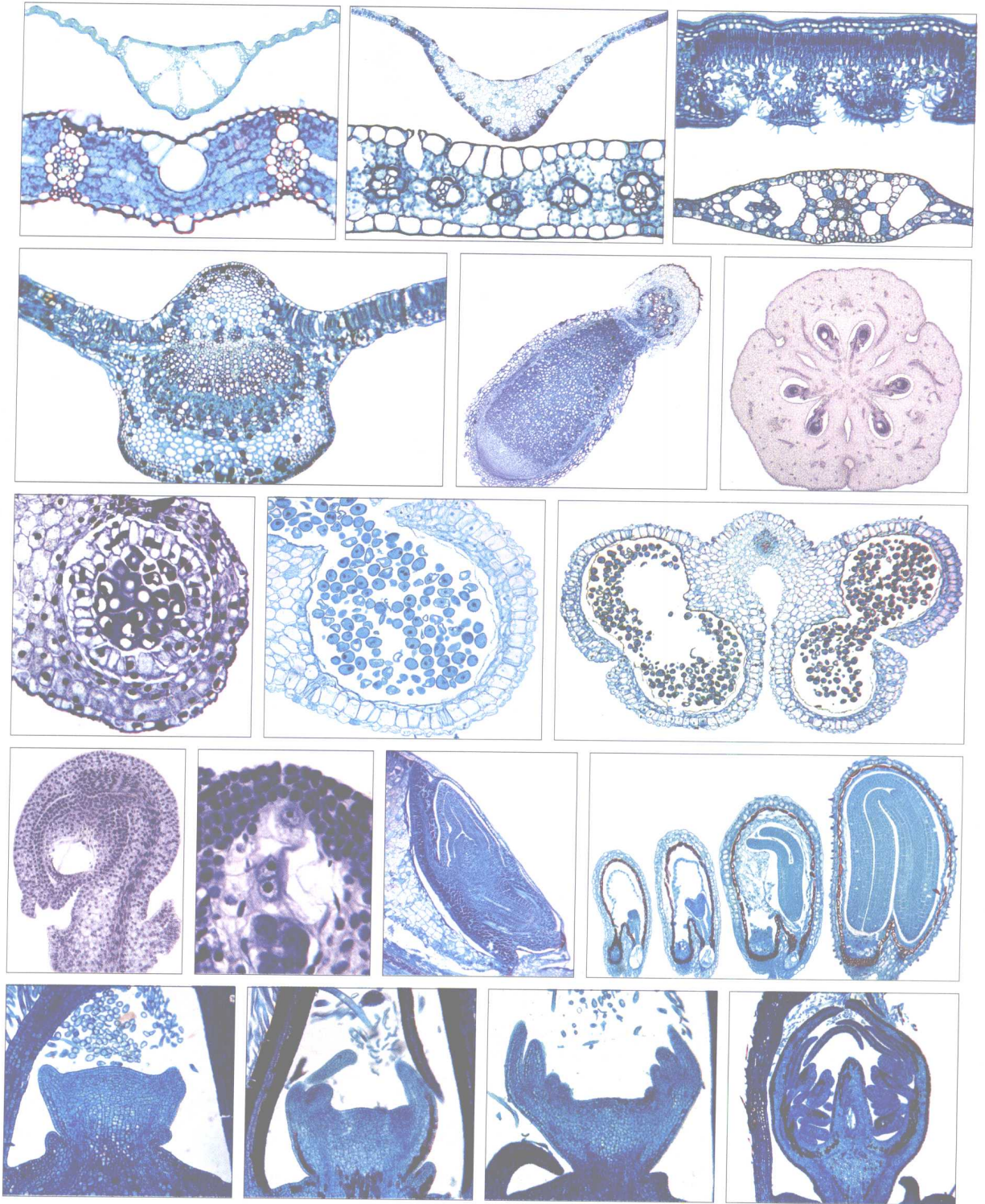
请允许我们在此对所有参与本教材审稿、绘图和给予本教材编写以帮助和支持的同志们,表示诚挚的谢意!

欢迎兄弟院校使用本教材。限于水平,谬误之处在所难免,敬请各位读者对本书的缺点、错误给予批评指正。

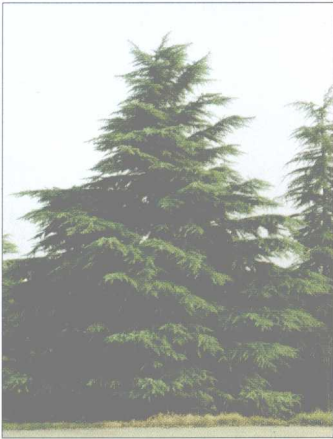
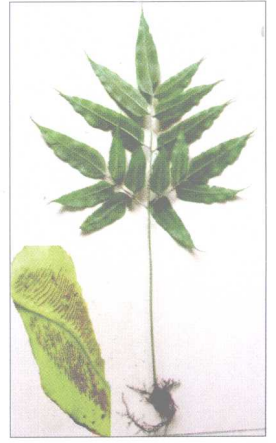
编者
1999年9月



1	2	3	4	1. 柿胚乳胞间连丝	2. 洋葱根尖示有丝分裂	3. 毛茛幼根示凯氏点	4. 蚕豆幼根		
5	6	7		5. 菜豆老根横切	6. 韭菜根横切示中柱	7. 蚕豆侧根发生			
8	9	10		8. 椴树茎横切	9. 南瓜茎纵切	10. 南瓜茎横切(左)及其厚角与厚壁组织(右)			
11	12	13	14	15					
					11. 玉米茎	12. 水稻茎	13. 玉米茎维管束	14. 菊芋茎维管束	15. 菊芋茎横切



1	2	3	1. 水稻叶横切	2. 玉米叶横切	3. 夹竹桃叶(上)与菹草叶(下)
4	5	6	4. 棉叶横切	5. 蚕豆根瘤	6. 丝兰子房横切
7	8	9	7. 百合幼花粉囊	8. 百合成熟花粉囊	9. 百合成熟花药横切
10	11	12	10. 丝兰胚珠	11. 小麦胚囊	12. 小麦成熟胚
		13			13. 芹菜胚
		14			14. 桃花芽分化



1	2	3	4	1. 地钱 <i>Marchantia polymorpha</i>	2. 问荆 <i>Equisetum arvense</i>	3. 陕西粉背蕨 <i>Aleuritopteris shensiensis</i>	4. 凤丫蕨 <i>Coniogramme japonica</i>
5	6	7	8	5. 雪松 <i>Cedrus deodara</i>	6. 圆柏 <i>Sabina chinensis</i>	7. 侧柏 <i>Platycladus orientalis</i>	8. 荷花玉兰 <i>Magnolia grandiflora</i>
9	10	11		9. 玉兰 <i>Magnolia denudata</i>	10. 樟 <i>Cinnamomum camphora</i>	11. 蜡梅 <i>Chimonanthus praecox</i>	
12	13	14		12. 枫杨 <i>Pterocarya stenoptera</i>	13. 构树 <i>Broussonetia papyrifera</i>	14. 锦葵 <i>Malva sinensis</i>	



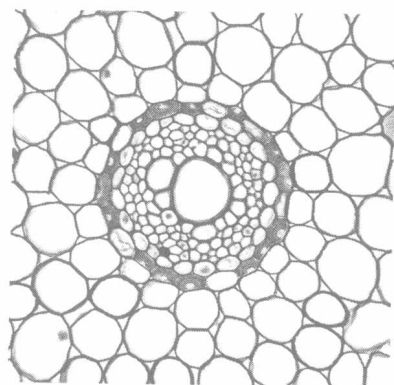
1	2	3	1. 苦瓜 <i>Momordica charantia</i>	2. 翻白草 <i>Potentilla discolor</i>	3. 火棘 <i>Pyracantha fortuneana</i>
4	5	6	4. 野山楂 <i>Crataegus cuneata</i>	5. 紫荆 <i>Cercis chinensis</i>	6. 蚕豆 <i>Vicia faba</i>
7	8	9	7. 颠茄 <i>Atropa belladonna</i>	8. 活血丹 <i>Glechoma longituba</i>	9. 一串红 <i>Salvia splendens</i>
10	11	12	10. 黄金条 <i>Forsythia viridissima</i>	11. 弹刀子菜 <i>Mazus stachydifolius</i>	12. 阿拉伯婆婆纳 <i>Veronica persica</i>
13	14	15	13. 蒲公英 <i>Taraxacum mongolicum</i>	14. 狭叶香蒲 <i>Typha angustifolia</i>	15. 鸭跖草 <i>Commelina communis</i>

目 录

I 基础实验	1
实验一 显微镜的构造、使用及植物细胞的基本结构	3
实验二 植物的各种组织	12
实验三 种子与幼苗	20
实验四 根的形态结构与发育	28
实验五 茎的形态结构与发育	38
实验六 叶的组成与结构、营养器官的变态	49
实验七 花的组成和发生、花药和花粉的结构	63
实验八 雌蕊、种子和果实的结构与发育 ..	71
实验九 原核藻类与真核藻类	79
实验十 颈卵器植物	86
实验十一 被子植物分类的形态学基础(一)	97
实验十二 被子植物分类的形态学基础(二)	107
实验十三 被子植物分类的基本方法	118
实验十四~二十 被子植物分科	123
II 综合实验实习	179
一、植物细胞和组织的显微化学鉴定	181
二、植物叶片的形态结构与生境的适应性	183
三、常见观赏植物器官颜色的观察分析 ..	185
四、植物细胞全能性与器官形态发生	187
五、植物传粉生物学观察	189
六、杂草调查与种类鉴定	191
七、植物资源调查方法与检索表的编制 ..	193
八、资源植物的初步定性分析	195
九、主要抗污染植物、环境监测植物的调查	197
III 基本实验技术	199
一、临时装片法	201
二、徒手切片法	203
三、根尖压片法	206
四、组织离析制片法	208
五、整体制片法	210
六、石蜡制片法	212
七、冰冻切片法	217
八、显微测量方法	219
九、植物标本制作方法	220
十、生物绘图法	226
附录一 植物学实验须知	229
附录二 常用显微镜种类与用途	230
附录三 玻璃器皿的清洁	233
附录四 实验室常用药品试剂的配制与使用	234
附录五 实验材料的准备与保存	239
附录六 植物检索表的编制与类型	240
附录七 被子植物形态结构演化规律与分类依据	241
附录八 中国珍稀濒危植物名录及主要种的识别	242
附录九 中国主要入侵植物名录	247
附录十 抗污染、净化空气植物名录	249
附录十一 常见杂草植物名录	251
主要参考文献	253

I

基础实验



选编的 20 个基础性实验项目,内容涉及植物细胞和组织的基本组成、植物器官的形态结构、植物界的主要类群、被子植物分类等。基础实验中设计了“动手与观察”、“观察与思考”等小栏目,并设计了大量的提示性问题,以引导学生动手操作、用眼观察、用脑思考。基础实验不仅验证植物学的基础理论和基本知识、而且注重学生基本实验技能的训练。在每次实验后附上该实验方法或知识在生产、生活或科研中的一些应用,这种简单的评述使学生明白学以致用道理。

实验一 显微镜的构造、使用及植物细胞的基本结构

植物细胞是构成植物体形态结构和生命活动的基本单位,植物个体是由细胞构成的。虽然构成植物体的细胞在形态、大小、功能等方面各有不同,但其基本结构有共同之处。细胞的发现和研究与显微镜的发明和使用是分不开的,由于显微技术的发展,细胞的神秘面纱被逐步揭开。

一、目的与要求

1. 掌握显微镜的使用方法,学习临时装片法和生物绘图法。
2. 掌握植物细胞的基本结构和形态特点。
3. 了解植物细胞中主要细胞器的结构和功能。
4. 识别和检验植物细胞中贮藏的主要后含物。

二、材料与器具

(一) 实验材料

洋葱鳞片叶、红绸玻片、柿胚乳永存片、红苋菜、彩叶草或红色花瓣、成熟的番茄果实、藓叶片、鸭跖草叶片、红辣椒果实、马铃薯块茎和花生子叶。

(二) 器材和试剂

显微镜、电视显微镜、载玻片、盖玻片、镊子、刀片、培养皿、吸水纸、擦镜纸、纱布块、 $I_2 - KI$ 溶液和苏丹Ⅲ溶液。

三、内容与方法

(一) 生物显微镜的构造及其使用

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工具。显微镜的种类很多,本次实验仅介绍光学显微镜的一般构造和使用。

1. 生物显微镜的构造

生物显微镜有单筒、双筒之分,结构繁简不同,但其基本结构主要包括机械部分和光学系统(图 I-1-1)。

(1) 机械部分

① 镜座:显微镜基座,用以支持镜体的平衡,装有照明光源或反光镜。

② 镜臂: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有倾斜关节,可使镜体在一定范围内后倾,便于观察(一般倾斜不超过 30°)。

③ 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。

④ 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。

⑤ 载物台:放置标本的平台,中央有一通光孔以通过光线。

⑥ 标本推进器:载物台上用以固定和移动玻片标本的结构。推进器上装有游标尺,用以计算标本大小或标记被检标本的部位。

⑦ 调焦装置:为了得到清晰的物像,必须调节物镜与玻片标本之间的距离,达到物镜的工作距离,这种操作称为调焦。调焦装置有粗调焦轮和细调焦轮,旋转时便可调焦,直到看清玻片标本中的结构。

⑧ 光调节旋钮:用于调节内置光源光的亮度。

⑨ 聚光器调节:调节它时可以使聚光器上下移动,借以调节光线。

(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,照明系统包括内置光源或反光镜、聚光器或光圈调节盘。

① 物镜:物镜是决定显微镜性能的最重要部件。一般显微镜有几个放大倍数不同的物镜,例如 $4\times$ 、 $8\times$ 、 $10\times$ 为低倍物镜, $40\times$ 、 $65\times$ 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,称为干燥物镜;而 $90\times$ 或 $100\times$ 的称为油浸物镜,使用时需要在标本和物镜之间

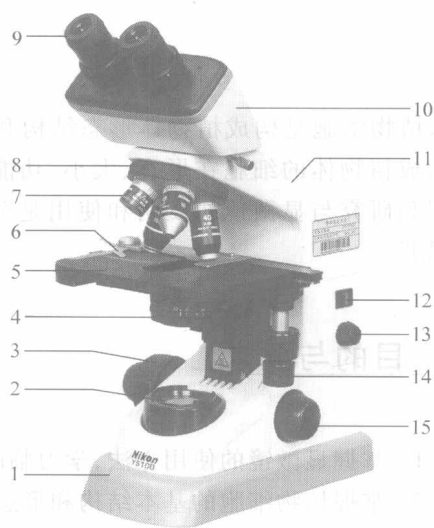


图 I-1-1 生物显微镜

1. 镜座 2. 光源 3. 粗调焦轮 4. 聚光器 5. 载物台 6. 玻片夹 7. 物镜 8. 转换器 9. 目镜 10. 镜筒 11. 镜臂 12. 电源开关 13. 光调节旋钮 14. 推进器 15. 细调焦轮

加入折射率大于1,而与玻片折射率相近的液体作为介质,如香柏油。

在物镜上刻有“40、0.65、160、0.17”字样,40表示物镜放大倍数,0.65表示数字孔径(NA)即镜口率,镜头倍数不同,镜口率也不同,如 $10\times$ 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的距离)愈小,分辨率越高。所谓分辨率是指显微镜能分辨两点之间最小的距离,分辨的距离越小,分辨率越高。目前光学显微镜的分辨率可达 $0.2\ \mu\text{m}$ 。160表示镜筒长160 mm,0.17表示要求盖玻片的厚度为0.17 mm。

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 $5\times$ 、 $10\times$ 或 $15\times$ 等,可根据观察需要而选择使用。目前常用显微镜的有效放大倍数为1250倍(显微镜放大倍数=物镜放大倍数 \times 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)和虹彩光圈(或称可变光栏、孔径光栏)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 内置光源或反光镜:内置光源又称照明器,通常位于镜座内,安装有高亮度的卤素灯,可以利用镜座右侧的光调节旋钮调节光线强弱。反光镜装在聚光器或光圈调节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。

2. 显微镜的使用

(1) 取镜和放镜 取出显微镜时,一手握住镜臂,一手平托镜座,保持镜体直立,放置在桌子左侧距桌边 $5\sim 6\ \text{cm}$ 处,以便于观察和防止显微镜掉落。

(2) 对光 具有内置光源的显微镜,接上电源线,打开开关,将光线调到合适的亮度,注意不要太刺眼。没有内置光源的显微镜一般用散射光或日光灯作光源,注意避免直射阳光。对光时,先用物镜转换器将低倍镜转到中央,对准载物台的通光孔,在目镜中观察并用手转动反光镜,使镜面向着光源,光弱时用凹面镜,光强时用平面镜。当在镜筒内看到一个圆形、明亮的视野时,再利用聚光器或虹彩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。

使用要点

根据需要,目镜内可安装目镜测微尺,用以测量所观察物体的大小;目镜内也可安装“指针”,在视野中成一黑线,可用它指示所观察部位。

(3) 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:把红绸玻片(或其他玻片标本)放置于载物台中央(或推进器内),有盖玻片一面向上,注意不要放反。使材料正对通光孔中心,然后用玻片夹固定住载玻片两端。

② 低倍镜观察:将低倍($10\times$)镜对准通光孔,两眼从侧面注视物镜,向顺时针方向转动粗调焦轮,使载物台徐徐上升(或镜筒下降)至物镜距玻片约 $5\ \text{mm}$ 处,眼睛对准目镜观察,同时慢慢转动粗调焦轮,直至看到清晰的物像为止。