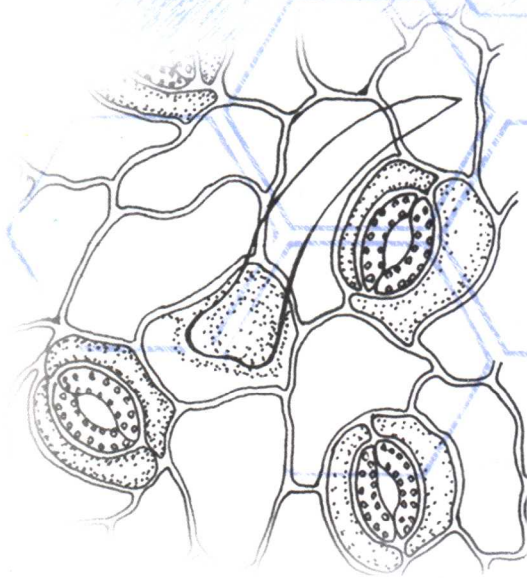




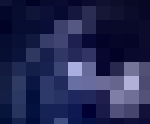
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

植物学实验与技术

● 金银根 主编



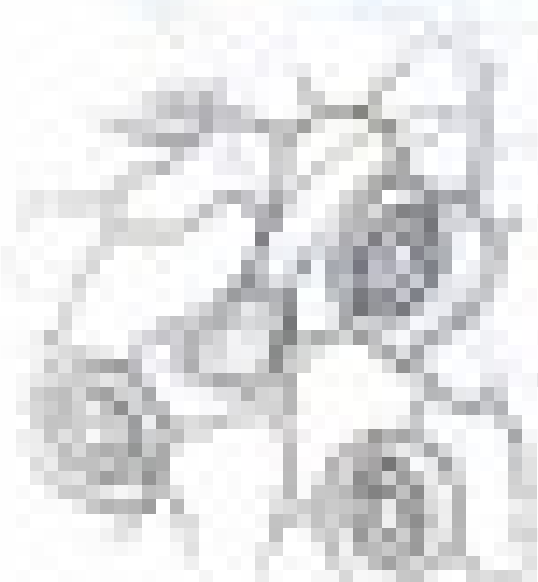
 科学出版社
www.sciencep.com



中国轻工业出版社 中国轻工业出版社

植物学实验与技术

· 实验指导 · 实验



中国轻工业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

植物学实验与技术

金银根 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

全书内容包括植物的形态与结构、植物界的类群与识别和植物形态结构观察和植物分类识别的一般技术三大部分。主要介绍植物个体发育过程中的形态结构特征、植物界的系统发育与进化、不同植物类群以及典型而有代表性科的特征识别与分类。此外,还介绍了研究和获取相关知识所必需的实验技术与方法等内容。强调植物的外部形态和内部结构的一致性、植物形态结构和功能的统一性、植物形态结构和功能与环境的相关性,着力培养学生的观察能力、操作能力和探究能力。

本书可作为高等农林院校大农学类各专业、师范院校和综合性大学生物学等专业的教材,亦可作为相关专业研究生培养的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

植物学实验与技术/金银根主编. —北京:科学出版社,2007
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
ISBN 978-7-03-019831-0

I. 植… II. 金… 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(2007)第 134949 号

责任编辑:甄文全 / 责任校对:李奕莹
责任印制:张克忠 / 封面设计:耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

铁 成 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 8 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2007 年 8 月第一次印刷 印张:16 3/4

印数:1—5 500 字数:376 000

定价:25.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈铁成〉)

《植物学实验与技术》编写委员会

主 编 金银根

副主编 丁雨龙 王庆亚 方炎明 甘小洪 尚富德 何金铃
季祥彪 燕 玲 王艳辉 孙炳耀 陈之欢 蒯本科

编写人员 (按姓氏拼音排序):

陈之欢 (北京农学院)
邓 蕾 (扬州大学)
丁雨龙 (南京林业大学)
冯大领 (河北农业大学)
甘小洪 (西华师范大学)
高红明 (扬州大学)
何金铃 (安徽农业大学)
何井瑞 (扬州大学)
季祥彪 (贵州大学)
金银根 (扬州大学)
景望春 (西华师范大学)
蒯本科 (复旦大学)
李 明 (河北农业大学)
刘伟元 (扬州大学)
刘 霞 (河北农业大学)
尚富德 (河南大学)
孙炳耀 (苏州大学)
田秀英 (内蒙古农业大学)
王庆亚 (南京农业大学)
王艳辉 (河北农业大学)
王明辉 (扬州大学)
吴晓霞 (扬州大学)
燕 玲 (内蒙古农业大学)
袁 艺 (安徽农业大学)
赵 锦 (河北农业大学)
赵书岗 (河北农业大学)

显微图片拍摄 金银根 何井瑞 赵 锦 田秀英
王明辉 王庆亚 何金铃 季祥彪

前 言

植物学实验与技术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。

以实验教学为载体,以培育和提高学生的自主学习、创新意识与创新能力为目标,以学生为主体、以教师为主导,开展层次性、个性化实验教学是现阶段植物学课程教学改革的主旨之一。因此,要提高教学质量和教学效果,教师应转变教育观念,明确新的教学目标,充分运用现代教育手段和方法,倡导反思性教学方法,促进学生动手动脑,培养学生科学思维能力和实践创新精神,变“要我学”为“我要学”。

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性实验、综合性实验和设计性或探究性实验三个层次。验证性实验,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。综合性实验可有效地激发学生的求知欲,提高学生的综合思辨能力。设计性或探究性实验能有效培养学生发现问题、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,提高学生内化知识的能力和科学素养。

验证性实验是基础性必做实验,虽然内容量大面广,且在传统教学模式下要花费较多的时间和精力,但随着数字化互动教学系统的推广应用,验证性实验内容可更加准确、真实和快捷地完成。学生和教师都可以节省出较多的时间和精力去做一些更复杂、要求更高的实验。综合性实验是提高性实验,需要对相关知识综合理解和灵活运用,需要多种实验保障条件组合应用,同时对教师和学生能力也有较高的要求。设计性或探究性实验是能力型实验,是对未知问题的探究过程,对知识量的要求、对试验保障系统的要求、对教师和学生要求都将更高、更严,但其过程和结果却更有意义。因此,各高校可根据自身专业设计的特点、教学要求、学时数和学生的志趣,在完成验证性内容的基础上,选择、改进或增减综合性和探究性实验内容。提倡运用反思性教学法进行植物学的综合性、设计性或探究性的实验教学。

反思性实验教学需要注意以下几点:

第一,“依据内容,明确问题”。学生在对每次实验内容充分预习与复习、掌握实验内容所及的基础知识、了解实验的材料、条件、步骤等的基础上,教师启发引导学生对实验内容、条件、要求和可能的结果进行不同层次的反思:实验材料是否唯一性,改用其他材料或改变实验条件结果有何不同,同种(或不同种)植物在同一(或不同)条件的影响下,其结果又将如何等等,进而设计出一个个子课题供学生选择。

第二,“围绕问题,确定目标”。在教师的指导下,学生根据反思出的问题,自行选定探究课题,自主设计和实施探究方案,并对结果进行预测,对可能出现的变化准备对策。

第三,“设计方案,撰写计划”。针对要探究的问题,根据实验室条件和学生的能力,采用大组协作、小组分工的形式,让学生对实验材料和实验条件等进行组合、自行设计,提出假设和探究方案。探究方案包括探究目的、探究重点和难点、探究的材料用品与用具、探究的方法与步骤以及探究过程中的注意事项等。

第四,“实施探究方案,开展探究活动”。根据学生的意愿,将不同的子课题分配到各小组进行实施。其中一个小组进行验证性实验,以便与探究性实验进行比照,其他各小组则分别选择不同材料或不同处理条件进行探究性实验。根据实验设计,逐一观察记录探究过程和结果,然后进行大组交流和总结,完成实验报告。

第五,“大组讨论,全班交流”。同学们在大组内交流和讨论实验中得出的结论和体会,在形成一致意见的基础上,全班交流讨论,教师在明确学生怎样学、学会了什么、存在哪些不足、应做哪些提高的基础上,认真总结、提出指导性意见和建议,布置作业。实验报告的内容包括实验课题、实验目的、材料用具、设计思路、设计方案、实验结论以及感悟等。

实践证明,探究性实验教学不仅能帮助学生了解从事植物科学问题探究的一般过程、技术方法和步骤,培养学生的科学素养和团队精神,提高学生学习的主动性、积极性,提高教学效果,而且能培养学生的创新思维能力、科学探究能力和实践创新能力,提高学生科学素养。同时,也能促进教师不断深入研究教学中的新问题,把自己锻炼成学者型教师,真正实现教学相长。

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,增强可读性。全书图文并茂,内容与方法指导具体明确,可操作性强,更利于教学。

教材的编写分工主要是:第一篇(金银根、季祥彪、赵锦、王艳辉、何金铃、袁艺、燕玲、田秀英、刘伟元等),第二篇(金银根、丁雨龙、方炎明、孙炳耀、尚富德、甘小洪、景望春、陈之欢、邓蕾),第三篇(金银根、蒯本科、高红明、吴晓霞、甘小洪、何井瑞),附录(金银根、甘小洪、赵锦、王明辉)。全书由金银根负责统稿。

本书的编写出版,得到了中国科学院植物研究所徐克学研究员、华东师范大学马炜梁教授、南京师范大学施国新教授、丁小余教授的热情支持和帮助,得到了江苏省精品教材建设基金和扬州大学教材出版基金的大力资助。扬州大学副校长刘超教授、焦新安教授、扬州大学纪委书记严华海老师、扬州大学教务处顾松明教授、扬州大学生物科学与技术学院院长梁建生教授、副院长魏万红教授、生物工程系副主任淮虎银副教授、实验中心张彪高级实验师以及崔月花、夏于琴和金明蔚等对本书的编写出版均给予了大力支持。谨此,衷心感谢各位专家、教授对本书的编写出版所给予的关心、支持和帮助。也诚挚地感谢江苏省教育厅、扬州大学和所有参加、关心、支持与帮助本书编写出版的其他所有高校和科学出版社等的各有关部门的同志们。

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。恳请使用者赐教,以便改进和提高。

扬州大学 金银根

2007年6月

植物学实验室规则

植物学实验室是开展植物学实验教学和科学研究的场所，进入植物学实验室后，必须严格遵守下列规则。

一、充分准备，有备而进

每次实验前，每位学生必须认真复习与本次实验内容有关的知识，预习本次实验的目的与要求、内容与方法，准备好实验报告纸及铅笔（2H、HB 各 1 支）、橡皮、直尺等。

二、认真实验，遵守秩序

学生应提前进入实验室，不得迟到、无故缺席；进入实验室后按照指定位置就座；动手实验前，应先检查实验器材和材料是否齐全，如有缺损，及时报告老师请求补发或调换，不得任意到其他实验台上拿取；实验过程中，学生应根据实验教材和教师的指导严肃认真地开展实验，严格遵守实验操作步骤和仪器操作规范，细致观察和分析实验现象，如切实做好实验记录，一丝不苟地完成实验报告。严禁在实验室内大声喧哗、打闹；实验结束后，应将实验用具擦洗干净、清点数量后整齐地放回原处，经指导老师许可后，方可离开。

三、爱护公物，厉行节约

学生应自觉爱护实验室的所有设备、器具。实验过程中，应严格按照仪器设备的操作规程进行操作，并做好仪器设备使用记录；实验过程中，如有仪器设备损坏或出现故障时，应及时报告指导老师，以便及时处理；严禁故意损毁器具；严禁私自调换仪器；严禁擅自将实验室内的用具和物品带出实验室；实验器材如有损毁及丢失，教师应根据具体情况处置赔偿责任。

在保证实验正常进行的情况下应尽可能节约使用水、电和易耗品（如纱布、擦镜纸、滤纸、染料、试剂、盖玻片和实验材料等）。

四、注意安全，讲究卫生

实验过程中，要保持实验室清洁整齐，不得在实验室吸烟，严禁随地吐痰，实验器材和用具要保持清洁、摆放整齐，带到实验室的书包、衣帽、雨伞等非实验用物应按指定位置有序摆放。正确用电，谨慎使用易爆、易燃和有腐蚀、有毒危险物品及刀片等锋利器具，注意安全防范，严防一切事故的发生；每次实验完毕，学生分组轮流值日，搞好清洁卫生工作；最后离开实验室的同学要确保水、电、门、窗等关闭严实。

目 录

前言

植物学实验室规则

第一篇 植物的形态与结构

第一章 植物细胞与植物组织	3
实验一 植物细胞	3
一、目的与要求	3
二、材料与器具	3
三、内容与方法	4
四、作业	9
实验二 植物组织和组织系统	10
一、目的与要求	10
二、材料与器具	10
三、内容与方法	10
四、作业	17
综合·设计·探索	18
一、不同类型植物细胞的特征比较观察	18
二、后含物的识别与鉴定	19
三、旱生植物与水生植物根或茎的机械组织、输导组织的特征差异比较观察	22
第二章 种子植物营养器官的形态和结构	23
实验三 根的形态和结构（一）	23
一、目的与要求	23
二、材料与器具	23
三、内容与方法	23
四、作业	30
实验四 根的形态和结构（二）	30
一、目的与要求	30
二、材料与器具	30
三、内容与方法	31
四、作业	33
实验五 茎的形态与结构（一）	33
一、目的与要求	33
二、材料与器具	33

三、内容与方法	34
四、作业	38
实验六 茎的形态与结构 (二)	38
一、目的与要求	38
二、材料与器具	39
三、内容与方法	39
四、作业	40
实验七 叶的形态与结构	41
一、目的与要求	41
二、材料与器具	41
三、内容与方法	42
四、作业	46
实验八 营养器官的变态	46
一、目的与要求	46
二、材料与器具	47
三、内容与方法	47
四、作业	52
综合·设计·探索	52
一、不同植物根、茎、叶形态结构差异比较	52
二、双子叶植物茎结构的发育动态观察	54
三、禾本科植物茎的解剖结构与抗倒性的关系探讨	54
四、同功器官与同源器官的结构观察	55
五、幼苗形成与植物分枝方式的观察	56
第三章 被子植物生殖器官的形态和结构	58
实验九 花的组成与花芽分化	58
一、目的与要求	58
二、材料与器具	58
三、内容与方法	58
四、作业	63
实验十 雄蕊与雌蕊的发育和结构	63
一、目的与要求	63
二、材料与器具	63
三、内容与方法	63
四、作业	69
实验十一 种子与果实的发育和结构	70
一、目的与要求	70
二、材料与器具	70
三、内容与方法	71

四、作业	79
综合·设计·探索	79
一、花芽分化各时期与外部形态特征的对应关系探讨	79
二、花芽不同发育时期雄蕊与雌蕊在结构上发育的对应关系观察	80
三、不同植物的花粉在蔗糖培养基上的萌发与生长特征观察	81
四、不同植物的子房结构特征差异观察	82
五、制作临时装片观察胚的发育过程和特征	83

第二篇 植物界的类群与识别

第四章 植物界的基本类群与特征	87
实验十二 低等植物类群与代表植物	87
一、目的与要求	87
二、材料与器具	87
三、内容与方法	88
四、作业	98
实验十三 高等植物类群与代表植物	98
一、目的与要求	98
二、材料与器具	98
三、内容与方法	99
四、作业	105
综合·设计·探索	105
一、调查与鉴别不同水质中的藻类植物	105
二、常见真菌的培养、分离与鉴定	107
第五章 被子植物分科概述	109
实验十四 被子植物分类的形态学基础	109
一、实验目的	109
二、实验用品	109
三、内容与方法	109
实验十五 双子叶植物纲	120
一、目的与要求	120
二、材料与器具	121
三、内容与方法	121
四、作业	137
实验十六 单子叶植物纲	138
一、目的与要求	138
二、材料与器具	138
三、内容与方法	138
四、作业	144

综合·设计·探索·····	145
一、利用检索表鉴定一定区域内的常见植物·····	145
二、对若干种常见植物进行特征描述,并编制检索表·····	146
 第三篇 植物形态结构观察和植物分类识别的一般技术	
第六章 显微镜的构造和使用·····	151
第一节 生物显微镜·····	151
一、光学显微镜的构造和使用·····	151
二、暗视野显微镜·····	157
三、荧光显微镜·····	158
第二节 体视显微镜·····	158
一、体视显微镜的一般构造·····	159
二、体视显微镜的光学原理·····	159
三、体视显微镜的使用·····	159
第三节 生物显微镜电视示教互动系统·····	160
一、显微镜电视示教系统·····	160
二、数码显微互动实验教学系统·····	161
第七章 常用的植物切制片技术·····	165
第一节 植物临时玻片标本的制片·····	165
一、材料与器具·····	165
二、临时玻片标本制作的步骤·····	165
第二节 植物永久玻片标本的制作·····	167
一、植物材料的采集与分割·····	167
二、材料的固定与抽气·····	168
三、脱水与预染·····	169
四、渗透与包埋·····	169
五、修块与切片·····	170
六、贴片与烤片·····	170
七、脱蜡·····	170
八、染色·····	171
九、脱水与透明·····	172
十、封片与贴标签·····	172
第三节 常用的几种植物切制片方法简介·····	173
一、徒手切片法·····	173
二、石蜡制片法·····	174
三、冰冻切片法·····	176
四、树脂切片法·····	177
五、涂压制片法·····	180

六、离析制片法	181
七、装片法	182
第八章 植物图片的绘制和数码摄影	183
第一节 植物图片的绘制	183
一、植物图片绘制的要求与技巧	183
二、植物学绘图例说	185
第二节 植物数码摄影技术	187
一、数码摄影系统与成像原理	187
二、植物图片的数码拍摄举例	188
第九章 植物标本的制作技术	192
第一节 植物材料的采集与腊叶标本的制作	192
一、植物材料采集的一般工具	192
二、植物材料的采集	192
三、腊叶标本的制作	194
第二节 植物浸渍标本的制作	196
一、植物防腐浸渍标本的制作	196
二、植物原色浸渍标本的制作	196
主要参考文献	198
附录 1 观察植物组织与细胞常用的药剂	199
附录 2 种子植物分科检索表	209
附录 3 种子植物常见科的识别要点与代表植物	235
附录 4 植物组织培养技术	242
附录 5 实习注意事项	250
附录 6 植物学实验室常用的仪器设备与药品	252
编后记	254

第一篇 植物的形态与结构

细胞是生命有机体进化发展到一定阶段的产物，是进行各种生命活动的场所，是组成多细胞群体、多细胞有机体的基本单位。细菌、蓝藻等的细胞中无细胞核、质体和线粒体等结构，真核的植物细胞结构复杂，细胞内的结构和功能的分工明显区域化。

组织是由形态结构相似、功能相同的一类或几类细胞组成的结构和功能单位，也是组成植物器官的结构单位。在高等植物体内，组织的类型、结构和功能是复杂多样的。在同一植物体内，组织与组织之间在形态结构、功能和分布上都是相对独立的。按组织的发育程度、生理功能和形态结构特征，通常将组织分为分生组织、保护组织、基本组织、机械组织、输导组织和分泌结构等不同类型。

植物的器官包括根、茎、叶及花、果实和种子等，它们都是由形态、结构和生理功能相同或不相同的组织组成的。

种子在适宜的条件下萌发、生长，形成了在形态、结构和功能上各不相同的根、茎、叶等结构，它们是与植株的营养生长有关的营养器官。在营养生长的基础上形成了花芽，开花结实后产生了果实和种子。花、果实和种子是植物的生殖器官。

本篇要求学生通过实（试）验观察分析，掌握被子植物营养器官和生殖器官的形态发生、结构建成规律以及植物体的形态、结构和功能与环境间的统一性和适应性特征，为进一步认识植物的多样性奠定基础。

第一章 植物细胞与植物组织

植物细胞的结构包括细胞壁和原生质体两部分。在光学显微镜下，细胞壁具有层次性，包括胞间层和初生壁，有的还有次生壁。细胞壁上有初生纹孔场、纹孔和胞间连丝，它们是细胞间物质、信息和能量交换的通道。原生质体由细胞膜、细胞质和细胞核组成。在光学显微镜下，原生质体内的细胞核（包括核仁、染色质或染色体）、液泡、质体（包括白色体、有色体和叶绿体）和细胞的后含物等清晰可见，线粒体需经特定的染色处理才能看到。细胞的其他结构，如细胞质膜、胞基质、内质网、高尔基体、微体、圆球体、溶酶体以及微管、微丝等细胞器或质体、线粒体、细胞核等的更细微结构则只能在电子显微镜下放大几千倍甚至数万倍才能观察清楚。观察细胞的结构，对了解组织的类型、发育时期和与环境的关系有着重要意义。观察和识别细胞的后含物对认识组织的特性、鉴别所在器官的特性物种鉴定及其品质检验等亦有很高价值。

组织是由同类或不同类型细胞组合而成的结构单位。不同类型的组织在体内的分布位置、形态结构和功能不同。学习和掌握组织的发育特性、组织与组织间的区别和联系、组织的分布、特征与功能以及组织的形态结构与环境间的相互关系，能够正确认识植物的发育、生长与调节的规律，更好地指导种植业生产。

实验一 植物细胞

一、目的与要求

- (1) 了解光学显微镜的构造并掌握使用光学显微镜的方法。
- (2) 掌握植物细胞在光学显微镜下的基本结构。
- (3) 了解质体的类型和特征。
- (4) 观察细胞壁上的纹孔和胞间连丝，了解多细胞植物的整体性。
- (5) 掌握植物细胞有丝分裂、减数分裂各时期异同特征。
- (6) 初步掌握植物临时玻片标本的制作方法。

二、材料与器具

(1) 实验材料。①永久装片：藓 (*Funaria* sp.) 叶装片、柿 (*Diospyros kaki* L. f.) 胚乳细胞横切切片、松 (*Pinus* sp.) 茎径向纵切片。洋葱根尖纵切片、百合 (*Lilium brownie* var. *viridulum* Baker) 花粉母细胞减数分裂永久切片等。②植物材料：洋葱 (*Allium cepa* L.) 鳞茎、鸭跖草 (*Commelina communis* L.) 叶、黑藻 (*Hydrillia verticillata* Royle) 叶、辣椒 (*Capsicum annuum* L.) 红色果实、小麦 (*Triticum aestivum* L.) 籽粒等新鲜材料。

(2) 实验器具。普通光学显微镜、刀片、镊子、盖玻片、载玻片、滴瓶、擦镜纸、吸水纸等。

(3) 实验药剂。碘-碘化钾溶液或碘-氯化锌溶液、蒸馏水等。

三、内容与方法

(一) 显微镜的构造与使用 (参见第三篇第六章)

(二) 洋葱鳞叶表皮临时装片与植物细胞的一般结构

1. 洋葱鳞叶表皮临时玻片标本的制作

先准备好干净的载玻片和盖玻片,并在载玻片中央滴一滴蒸馏水。取经自来水浸泡过的洋葱鳞茎的一片新鲜鳞叶,用双面刀片在其内表面轻轻地划井字格(每格 $5\text{mm} \times 5\text{mm}$ 左右大小),用镊子从井字格的一角轻轻夹起,并撕下一块鳞叶内表皮,将其表皮正面朝上浮于水滴上,然后缓缓盖上盖玻片即可。

2. 洋葱表皮细胞结构

先用低倍镜观察洋葱鳞叶临时玻片标本。可以看到洋葱表皮由许多无色透明的、排列紧密的、近于长方形的细胞构成。选定一个表皮细胞,移至视野中央,再换高倍镜进行观察。认真辨认细胞的细胞壁、细胞质、细胞核和液泡。为了观察得更清楚,可以用吸管吸1滴碘-碘化钾溶液(或碘-氯化锌溶液)滴在盖玻片的一边,在对侧用吸水纸吸水,以拉动染液加速向盖玻片下扩散,使材料着色,这样就可以使洋葱表皮细胞的构造显得更加清晰。用碘-碘化钾溶液染色后,细胞壁仍无色透明,但细胞核染色成深黄色,核外面是核膜,核里面有2~3个发亮的颗粒,即为核仁;细胞质则染成浅黄色;在成熟的表皮细胞里,还可以看到中央大液泡,它虽然不能染上颜色,因它周围是细胞质,所以观察整个细胞时,看到中央也是淡黄色(但颜色较浅)。如用氯化锌碘染色,则细胞壁染成紫色,细胞质淡黄色,细胞核呈棕色(图1-1)。

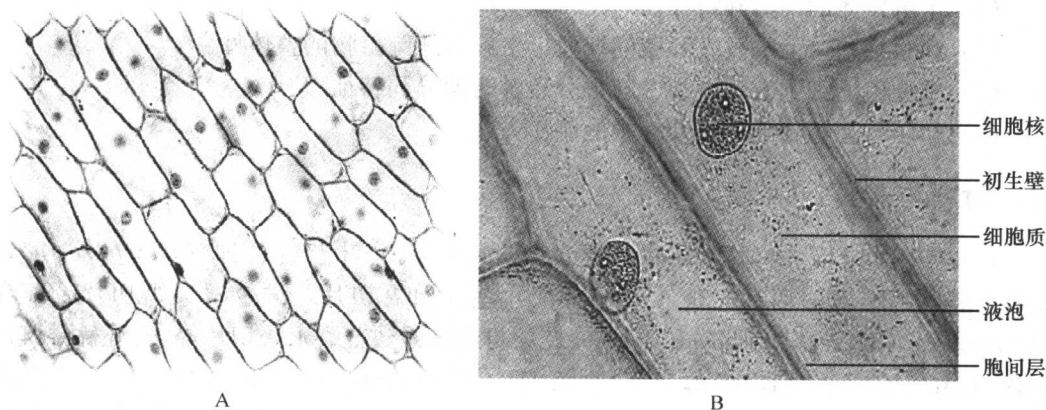


图 1-1 洋葱鳞叶内表皮细胞

A. 部分细胞; B. 细胞局部放大