



世纪高等教育精品大系

Shiji Gaodeng Jiaoyu Jingpin Da Xi

● 主编 沃兴德

生物学实验教程

浙江科学技术出版社



世纪高等教育精品大系

Shiji Gaodeng Jiaoyu Jingpin Da Xi

浙江省高等教育重点教材

生物学实验教程

主 编 沃兴德

副主编 范春雷 丁志山

编 者 (以姓氏笔画为序)

丁志山 卢德赵 李 敏

李 毅 沃兴德 陈宜涛

金 波 范春雷 洪行球

袁小凤 徐 莉 唐利华

程东庆

浙江科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

生物学实验教程/沃兴德主编. —杭州:浙江科学技术出版社, 2009. 3

(世纪高等教育精品大系)

ISBN 978-7-5341-3514-9

I. 生... II. 沃... III. 生物学—实验—高等学校—教材 IV. Q-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 014748 号

丛 书 名 世纪高等教育精品大系·医学系列

书 名 生物学实验教程

主 编 沃兴德

出版发行 浙江科学技术出版社

杭州市体育场路 347 号 邮政编码:310006

联系电话:0571-85170300-61704

E-mail:sd@zkpress.com

排 版 杭州天一图文制作有限公司

印 刷 杭州长命印刷有限公司

经 销 全国各地新华书店

开 本 787×1092 1/16 印 张 28.5

字 数 680 000

版 次 2009 年 3 月第 1 版 2009 年 3 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5341-3514-9 定 价 48.00 元

版权所有 翻印必究

(图书出现倒装、缺页等印装质量问题,本社负责调换)

责任编辑 宋 东

责任校对 顾 均

封面设计 孙 菁

责任印务 李 静

前 言

生物科学的发展日新月异,突飞猛进,已成为引领 21 世纪科学技术发展的重要学科之一。培养我国从事生物科学研究、教学和开发的技术人才是一项重要的任务。

生物科学是实践性很强的学科,工欲善其事,必先利其器,因此对于动手能力、分析问题和解决问题能力的培养尤为重要。在实验教学中如何培养学生的实践动手能力成为一个非常重要的任务。

我们根据多年来的教学实践和经验,编写了本书,全书包括“植物学”“生物化学”“微生物学”“免疫学”“遗传学”“细胞生物学”“分子生物学”等实验技术与方法,基本上涵盖了经典的实验方法和目前的先进技术。为方便教学,还附有实验报告书写和论文写作等内容。

本教程可作为生物科学及相关学科的实验教程,适用于研究生和本科生教学,对从事生物科学及相关学科研究的工作者也是一部良好的参考书。

由于本书涉及内容较多,在编写上可能会出现错误,在教学实践过程中也有可能存在不便之处,请读者及时指正,以便再版时修订改正。

浙江中医药大学生命科学学院

《生物学实验教程》编写组

2008 年 10 月 18 日于杭州

目 录

第一章 植物学实验

实验一	植物细胞内贮藏物质的观察和鉴定	1
实验二	细胞壁的观察及成分鉴定	3
实验三	植物的成熟组织	6
实验四	茎的形态与结构	12
实验五	叶的形态与结构	18
实验六	花的形态与结构	23
实验七	胚的发育与种子的形成	26
实验八	植物界的基本类群	29
实验九	被子植物分类主要形态学基础知识	32
实验十	植物分类(一) 藻类、菌类植物	37
实验十一	植物分类(二) 地衣、苔藓植物	38
实验十二	植物分类(三) 蕨类植物	39
实验十三	植物分类(四) 裸子植物——松科	40
实验十四	植物分类(五) 马兜铃科、蓼科、毛茛科、木兰科	41
实验十五	植物分类(六) 蔷薇科、豆科、十字花科、樟科	43
实验十六	植物分类(七) 五加科、伞形科、马鞭草科、唇形科	45
实验十七	植物分类(八) 玄参科、桔梗科、葫芦科、菊科	47
实验十八	植物分类(九) 百合科、鸢尾科、兰科	49

第二章 生物化学实验

实验一	紫外吸收法测定蛋白质含量	50
实验二	双缩脲法(Biuret 法)测定蛋白质含量	53
实验三	Folin-酚试剂法(Lowry 法)测定蛋白质含量	55
实验四	考马斯亮蓝染色法(Bradford 法)测定蛋白质含量	57
实验五	2,4-二硝基苯肼法测定总维生素 C 含量	59
实验六	茚三酮显色法测定总氨基酸含量	61
实验七	序列超速离心分离血浆脂蛋白	63
实验八	血清脂类硅胶 G 薄层层析	66
实验九	凝胶层析法纯化低密度脂蛋白(LDL)	69
实验十	血清 γ -球蛋白的分离纯化	74
实验十一	亲和层析法分离纯化载脂蛋白 E	77
实验十二	血清脂蛋白琼脂糖凝胶电泳	80
实验十三	血清蛋白质醋酸纤维素薄膜电泳定量测定	82
实验十四	SDS-PAGE 凝胶电泳法测定蛋白质的相对分子量	85
实验十五	等电聚焦电泳法测定蛋白质的等电点	93

实验十六	大鼠肝脏蛋白质的双向电泳分析	98
实验十七	酶作用的高度专一性	102
实验十八	酶活力的影响因素	105
实验十九	血清碱性磷酸酶米氏常数和酶活性的测定	109
实验二十	琼脂糖电泳法测定乳酸脱氢酶同工酶	113
实验二十一	赖氏法测定血清丙氨酸氨基转移酶	116
实验二十二	血糖影响因素与血糖测定	119
实验二十三	血清总胆固醇测定	121
实验二十四	血浆载脂蛋白 A-I(apoA-I)的分离纯化	123
实验二十五	血浆载脂蛋白 B-100(apoB-100)的分离纯化	129

第三章 微生物学实验

实验一	培养基的配制	131
实验二	消毒与灭菌	136
实验三	微生物的分离培养	143
实验四	显微镜的使用	149
实验五	标本制备及染色	158
实验六	细菌培养特征的观察	163
实验七	放线菌、霉菌、酵母的形态观察	166
实验八	从自然环境中分离噬菌体	170
实验九	病毒、噬菌体	172
实验十	担子菌的弹射分离法	176
实验十一	微生物在自然界的分布	178
实验十二	微生物数量的测定	182
实验十三	微生物的生理生化反应	188
实验十四	环境因素对微生物生长发育的影响	195
实验十五	微生物遗传与变异	199
实验十六	酵母细胞的固定化技术	204
实验十七	微生物菌种保藏	206

第四章 免疫学实验

实验一	可溶性蛋白多克隆抗体的制备	211
实验二	直接凝集试验——ABO 血型鉴定	214
实验三	单向免疫扩散试验	216
实验四	双向免疫扩散试验	218
实验五	对流免疫电泳	220
实验六	免疫浊度测定——IgG、IgM、IgA 透射比浊测定	222
实验七	补体溶血试验	224
实验八	酶标记免疫技术——ELISA 检测乙肝表面抗原	226
实验九	放射免疫技术	230
实验十	斑点免疫层析技术——“一步金法”早早孕检测	232

实验十一	外周血淋巴细胞分离法	234
实验十二	E 玫瑰花环试验	236
实验十三	酶免疫组化技术——T 细胞表面 CD3 分子的检测	238
实验十四	淋巴细胞转化试验	240
实验十五	抗体生成细胞检测——溶血空斑试验	243
实验十六	小白鼠巨噬细胞功能测定	246
实验十七	流式细胞检测技术——人外周血 Th1/Th2 细胞亚群检测	248
实验十八	酶免疫印迹技术	253
实验十九	单克隆抗体制备技术	256

第五章 遗传学实验

实验一	有丝分裂	260
实验二	减数分裂	263
实验三	果蝇主要性状观察和雌雄的鉴别	266
实验四	果蝇培养	268
实验五	果蝇单因子试验	270
实验六	果蝇二对因子杂交试验	272
实验七	果蝇的伴性遗传	274
实验八	果蝇的三点测交试验	276
实验九	果蝇唾腺染色体的制作与观察	279
实验十	粗糙链孢霉的分离和交换	281
实验十一	植物多倍体的诱发和观察	284
实验十二	植物有性杂交	285
实验十三	人体外周血淋巴细胞培养及染色体标本制备	287
实验十四	小鼠骨髓细胞染色体的标本制备	290
实验十五	贴壁培养细胞的染色体标本制备	292
实验十六	正常人非显带染色体的核型分析	294
实验十七	X 染色质的标本制备	297
实验十八	微核检测技术	299

第六章 细胞生物学实验

实验一	细胞的形态结构	301
实验二	细胞运动	302
实验三	胞质环流	303
实验四	细胞吞噬	304
实验五	细胞凝聚反应	305
实验六	死活细胞鉴别	306
实验七	细胞膜的渗透性	308
实验八	大鼠肝线粒体的分离	310
实验九	动物细胞微丝束的光学显微镜观察	312
实验十	细胞骨架成分的荧光观察	315

实验十一	酸性磷酸酶的显示方法	319
实验十二	联合复合体的染色与观察	321
实验十三	细胞的冻存技术	323
实验十四	动物细胞培养	325
实验十五	三尖杉酯碱诱导 HL-60 细胞程序性死亡	330
实验十六	利用脂质体对 293 细胞转染重组 GFP	332
实验十七	细胞融合	334
实验十八	爪蟾卵母细胞的显微注射	336
实验十九	MTA 法检测化学药物对体外培养细胞增殖及存活率的影响	338

第七章 分子生物学实验

实验一	DNA 琼脂糖凝胶电泳	340
实验二	质粒的提取及纯化——小量法提取(碱性裂解法)	344
实验三	PCR 扩增	347
实验四	紫外吸收检测核酸的浓度与纯度	350
实验五	大肠杆菌感受态细胞的制备及转化	351
实验六	限制性内切酶的酶切	354
实验七	凝胶电泳法分离、纯化 DNA	357
实验八	重组载体的构建与转化	360
实验九	重组载体的鉴定	363
实验十	外源基因在大肠杆菌中的诱导表达	366
实验十一	哺乳动物组织基因组 DNA 的提取	368
实验十二	真核细胞总 RNA 的提取	371
实验十三	植物基因组 DNA 提取	374
实验十四	核酸探针的 PCR 标记	376
实验十五	Southern 杂交	379
实验十六	RT-PCR	383
实验十七	荧光定量 PCR 技术	386
实验十八	RAPD 技术	389

附 录

附录一	实验常识	392
附录二	生物绘图的要求和方法	396
附录三	植物学基本实验技术	397
附录四	常用试剂的配制	404
附录五	分子生物学实验中的常用数据及换算关系	434
附录六	与分子生物学相关的实验资料	438
附录七	实验记录、实验报告及论文写作	444

实验一 植物细胞内贮藏物质的观察和鉴定

【实验目的】

了解细胞内贮藏物质的形态特点；掌握各种贮藏物质的化学鉴定方法。

【实验用品】

1. 器材 显微镜、刀片、载玻片、盖玻片、滴管、吸水管、培养皿。
2. 试剂 蒸馏水、碘液(I-KI)、苏丹Ⅲ。
3. 材料 马铃薯块茎、蓖麻种子或向日葵种子、小麦或玉米种子。

【实验方法】

1. 淀粉的观察与鉴定 植物细胞中贮藏淀粉以淀粉粒的形式存在,分布在细胞质中,不同植物的淀粉粒的形态大小不同(图 1-1-1)。

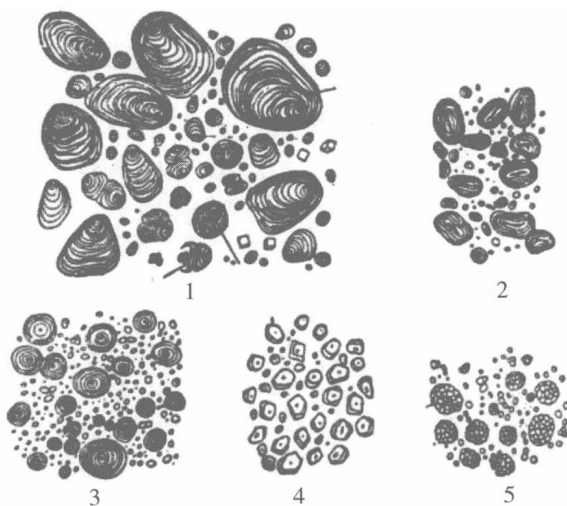


图 1-1-1 各种植物的淀粉粒

1. 马铃薯 2. 豌豆 3. 小麦 4. 玉米 5. 水稻

(1) 淀粉粒的观察 取马铃薯块茎或小麦、玉米种子胚乳,用刀片刮取少许淀粉,直接用蒸馏水封片观察,注意将光调暗些。先在低倍镜下找到淀粉粒,再转高倍镜,配合细调节轮观察,可以看到淀粉粒中心为一暗点,称其为脐。在脐周围有色泽深浅不同的轮纹。仔细识别单粒、复粒、半复粒淀粉粒。

(2) 淀粉的鉴定 取马铃薯淀粉少许,直接用 KI-I₂ 封片观察。淀粉+KI-I₂→蓝紫色反应。

2. 蛋白质的观察与鉴定 贮藏蛋白质多存在于细胞质和液泡中,以蛋白质晶体和糊粉粒形式存在。蛋白质遇 KI-I_2 溶液呈黄色反应。

(1) 观察 取蓖麻种子永久制片,在显微镜下观察,可见到蛋白质以糊粉粒形式存在,是一团无定形的蛋白质(胶质)包藏着一至多个球晶体和拟晶体组成的颗粒。参考示范,仔细观察糊粉粒结构。

(2) 鉴定 取浸泡过的玉米或小麦种子做徒手横切片,用 KI-I_2 封片观察,可见到接近种皮有一层被染成黄色、大而方形的细胞,这就是含有蛋白质的糊粉层,胚乳其他部分因含淀粉则被染成蓝紫色。

3. 脂肪的观察与鉴定 脂肪多呈油滴状分布在某些植物种子的子叶或胚乳中。

取蓖麻种子剥去种皮做徒手切片或者向日葵种子新鲜切片,直接用苏丹Ⅲ溶液染色 15min,封片观察可见到细胞质中或溢出被染成红色的油滴。请识别:有些被挤出细胞、没被染上颜色、发亮的晶体——糊粉粒。

【思考题】

1. 绘制马铃薯块茎中的淀粉粒。
2. 淀粉粒中的轮纹是如何形成的?
3. 糊粉粒中的球晶体和拟晶体与真晶体有何区别?

实验二 细胞壁的观察及成分鉴定

【实验目的】

观察细胞壁的结构特点,掌握鉴定不同性质细胞壁的化学方法;观察细胞壁上的纹孔和胞间连丝,以了解多细胞植物的整体性。

【实验用品】

1. 器材 显微镜、刀片、载玻片、盖玻片、培养皿、镊子。
2. 试剂 碘-氯化锌溶液、25%盐酸溶液、间苯三酚、苏丹Ⅲ。
3. 材料 松茎制片、柿胚乳制片、辣椒果皮或制片、苜蓿老茎或制片、夹竹桃叶、马铃薯块茎、脱脂棉等。

【实验方法】

取夹竹桃叶或角质比较厚的草本植物的叶片,做徒手横切片,用苏丹Ⅲ染色 15min,再用水洗去多余染料,封片观察细胞壁角质化。对马铃薯块茎、苜蓿老茎均作制手横切片。

1. 细胞壁结构与成分的观察和鉴定 细胞壁包围在原生质体外方,是由原生质体分泌的产物形成的。细胞壁是由果胶层(中层、胞间层)、初生壁和次生壁三层构成。

(1) 胞间层的观察鉴定 胞间层为相邻两个细胞共有的一层,其主要成分为果胶质,具有黏性和弹性。

果胶质在钨红作用下呈红色反应,以此来鉴别之。用镊子撕取洋葱鳞叶内表皮一块,用钨红染 5~10min,用水冲去染料,封片观察可见到相邻两个细胞壁中间有一条红线,即含果胶质的胞间层。

(2) 细胞壁(初生壁、次生壁)主要成分的鉴定 纤维素是细胞壁的主要成分,由它构成初生壁和次生壁的基本框架。纤维素可用 $\text{ZnCl}_2\text{-I}_2$ 鉴定。取棉花少许置载玻片上,加一滴碘-氯化锌染 30min,再封片观察,纤维素呈红色反应。

(3) 细胞壁性质变化的观察与鉴定 某些植物细胞在生长过程中,由于细胞壁纤维素框架内不断渗入角质、栓质(脂肪性物质)或木质素(苯基丙烷聚合物)等物质,细胞发生角质化、栓质化或木质化,从而改变了细胞壁原有的性质而具有特殊的功能。

1) 角质化:角质在苏丹Ⅲ作用下呈红色反应。取夹竹桃叶或角质比较厚的草本植物的叶片,做徒手横切片,用苏丹Ⅲ染色 15min,再用水洗去多余染料,封片观察可见到在表皮细胞壁的外侧有厚而红色发亮的一层均匀的物质,即角质层。角质层可增加细胞壁的不透水性。

2) 栓质化:栓质渗入细胞壁内可逐步使细胞壁不透水、不透气,最终使细胞死亡,原生质体消失,仅留栓质细胞壁。

栓质在苏丹Ⅲ作用下呈橙红色反应。取马铃薯块茎做徒手切片,用苏丹Ⅲ染色 15~30min。用水洗去多余染料,加水封片,观察可见块茎靠外几层细胞的细胞壁被染成橙

红色。

3) 木质化:木质素渗入细胞壁内,填充于纤维素分子的微纤丝之间。木质化的细胞壁硬度增加,增强了机械支持力量。

木质素在间苯三酚和盐酸的作用下呈玫瑰红色反应。取苜蓿等草本植物老茎做徒手横切,选取较薄切片置于载玻片上,先加一滴间苯三酚酒精溶液,然后再加一滴 25% HCl 溶液封片,封片时注意擦干切片上溢出的 HCl,以免腐蚀镜头。观察可见木质化的细胞壁被染成玫瑰红色。

2. 纹孔与胞间连丝

(1) 纹孔 在植物的生长过程中,细胞壁(次生壁)并非均匀增厚,而有許多不加厚的区域,这些不加厚的区域即为纹孔。相邻两个细胞间的纹孔常对应而生,形成一对凹穴,称为纹孔对。

纹孔分单纹孔和具缘纹孔两种(图 1-2-1):

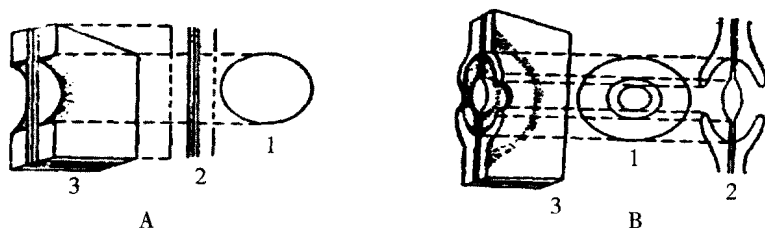


图 1-2-1 单纹孔(A)和具缘纹孔(B)

1. 表面观 2. 切面观 3. 表面观和切面观

1) 单纹孔:纹孔腔的直径上下一样的纹孔称单纹孔。撕取辣椒果实的表皮一块,从内侧将果肉细胞刮净,制成临时装片,在低倍镜下观察。选择薄而清晰的区域,换高倍镜寻找呈念珠状的两相邻细胞的细胞壁,可见其上有多处发生相对的凹陷,即单纹孔对。在凹陷处有胞间连丝从中穿过。实际上,这种增厚的细胞壁仍属初生壁性质,故称原纹孔更为合适。

2) 具缘纹孔:纹孔腔的直径上下不一致,次生壁在纹孔口向腔内延伸,形成一延伸物,该纹孔为具缘纹孔。取松茎的纵切片,或汲取松茎木质部的离析材料,制成临时的管胞装片,在高倍镜下观察其管胞壁上有显著的同心环状的具缘纹孔正面观。

(2) 胞间连丝 取柿胚乳制片在低倍镜下观察,可见柿胚乳细胞的壁很厚,因而细胞腔很小,其内的原生质体往往被染成红色或在制片过程中丢失,使细胞腔成为空腔。在两相邻细胞的细胞壁上有许多很细的原生质丝把两个细胞连接起来,这些细丝即为胞间连丝。选择胞间连丝清晰而且较为密集的部位仔细观察(图 1-2-2)。须明确的是,一般认为柿胚乳细胞是具有生活原生质体的“厚壁细胞”,实际上这种细胞是一种特殊的薄壁组织——贮藏组织,它们与其他贮藏组织的不同之处是将其贮藏的营养物质——半纤维素沉积在细胞壁上,使细胞壁相当地增厚。当种子萌发时,沉积在细胞壁上的半纤维素就会酶解成为其他糖类,供给幼胚发育。

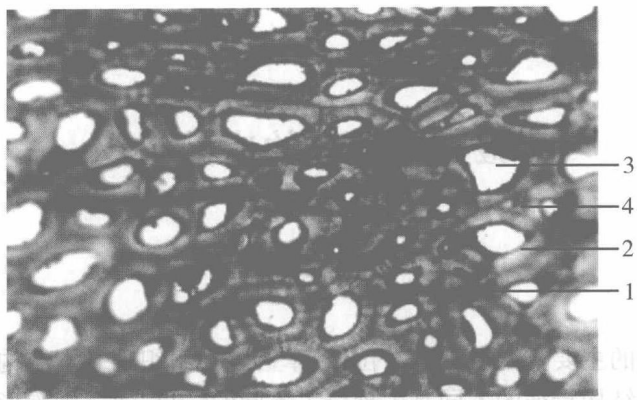


图 1-2-2 柿胚乳细胞的胞间连丝

1. 胞间连丝 2. 细胞壁 3. 细胞腔 4. 胞间

【思考题】

1. 将胞间层、纤维素、角质、栓质、木质的化学鉴定结果列表总结(表 1-2-1)：

表 1-2-1 细胞壁的化学鉴定结果

材 料	鉴定项目	化学试剂	反 应

2. 什么叫纹孔？单纹孔与具缘纹孔在结构上有哪些区别？

实验三 植物的成熟组织

【实验目的】

了解成熟组织的主要类型及其分布位置;掌握各类组织的基本结构和细胞特征,明确各类组织细胞形态结构特征的不同是生理分工不同的结果,建立细胞形态与环境、结构与功能统一的概念。

【实验用品】

1. 器材 显微镜、镊子、刀片、载玻片、盖玻片、滴管、吸水纸。

2. 材料

(1) 马铃薯块茎、蚕豆叶、小豆叶、芹菜叶柄、芦荟叶、天竺葵叶、橘果皮、梨、肉质植物如仙人掌或芦荟。

(2) 女贞叶横切片、黑藻茎横切片、椴树茎横切片、南瓜茎横切片、南瓜茎纵切片、松茎横切片、玉米茎横切片、天竺葵茎、按骨木茎、复叶槭茎、松树茎浸解材料、梨石细胞制片、玉米幼根横切片、小麦叶下表皮装片、蚕豆叶下表皮装片。

【实验方法】

马铃薯块茎、芹菜叶柄、天竺葵叶均做徒手切片。取蚕豆叶,撕取其下表皮一小块,用蒸馏水封片观察。其他的永久制片在光学显微镜下观察。

1. 基本组织(薄壁组织) 由薄壁细胞组成,在植物体内分布较广,具有同化、吸收、贮藏等营养功能。其细胞的共同特点是:细胞壁薄,有胞间隙;液泡明显,细胞体积大;分化程度浅,具潜在的分裂能力。

基本组织依功能不同分为:

(1) 同化组织 取女贞叶横切片(图 1-3-1),观察位于上、下表皮之间的叶肉细胞。注意细胞内富含叶绿体,可进行光合作用。

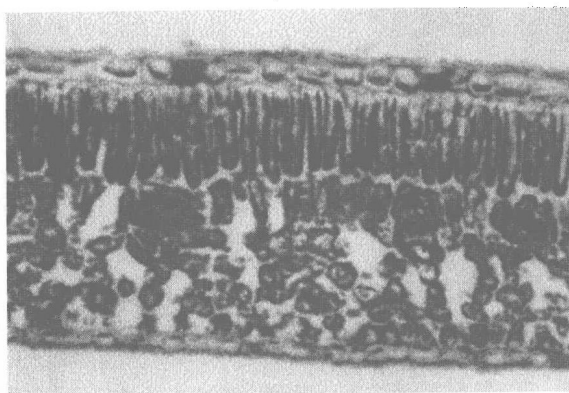


图 1-3-1 女贞叶的同化组织

(2) 贮藏组织 在种子、果实和块茎、块根等器官中存在大量贮藏组织。取马铃薯块茎切片(图 1-3-2)观察,可见到许多近于圆形、壁薄、排列疏松的细胞,内含大量卵圆形的淀粉粒。

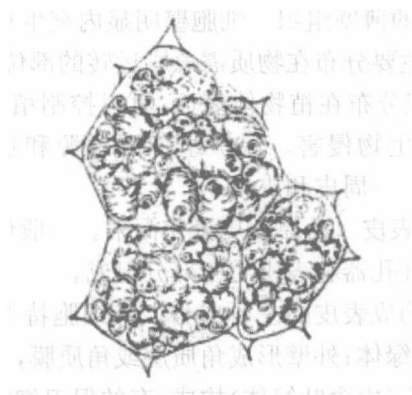


图 1-3-2 马铃薯块茎的贮藏组织

(3) 吸收组织 吸收组织的功能是从外界环境中吸收水分和营养物质。根毛细胞为典型的吸收组织,由表皮细胞特化而来。取玉米幼根横切片(图 1-3-3)观察,注意根毛细胞的结构特点,分析其与表皮细胞有何不同。

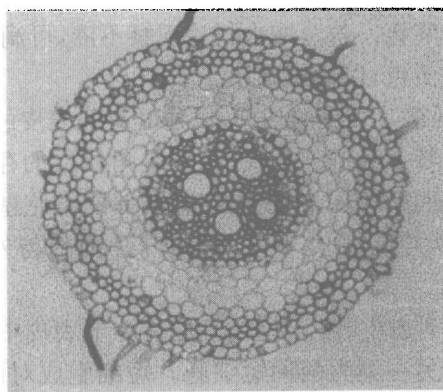


图 1-3-3 玉米幼根的吸收组织

(4) 通气组织 细胞间隙特别发达,形成气腔,贮藏大量空气,如水生植物根、茎。取黑藻茎横切片(图 1-3-4)观察。

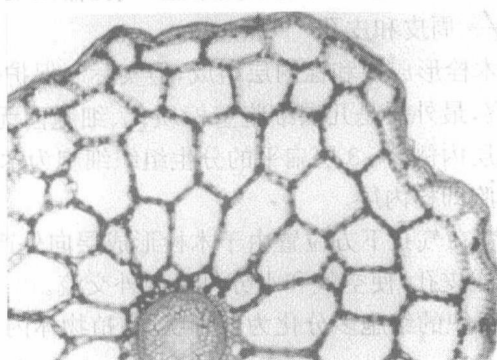


图 1-3-4 黑藻茎的通气组织

(5) 贮水组织 细胞体积大,细胞内液泡十分发达,贮藏大量水分,可适应干旱的环境。取万年青叶或芦荟叶做叶肉组织压片,经蒸馏水封片,制成临时装片后观察,可见许多近球形的大型薄壁细胞,内含大量水分。

(6) 传递细胞 属特殊的薄壁组织。细胞壁明显内突生长,具有吸收和分泌能力,对物质起着短途运输的作用,主要分布在物质需急剧运转的部位。观察电镜照片。

2. 保护组织 保护组织分布在植物体表面,可以控制植物体的蒸腾,防止过度失水和机械损伤,避免受到其他生物侵害。保护组织因来源和功能不同分为:初生保护组织——表皮;次生保护组织——周皮和皮孔。

(1) 初生保护组织——表皮 由原表皮分化而来。一般仅一层生活细胞,少数多层,如夹竹桃叶。由表皮细胞、气孔器和表皮毛三部分组成。

表皮细胞:表皮细胞是构成表皮的主要成分。其细胞特点是:细胞排列紧密无间,互相嵌合;液泡较大,不含叶绿体;外壁形成角质层或角质膜,可防止水分过度蒸腾。

气孔器:由两个保卫细胞(内含叶绿体)构成,有的保卫细胞周围还存在副卫细胞。

表皮毛:由表皮细胞伸长而成,有单细胞毛和多细胞毛之分。

1) 取蚕豆叶,撕取其下表皮一小块,用蒸馏水封片观察。可见在叶下表皮中存在两种形态的细胞:一为形状不规则、普通的表皮细胞,其侧壁凹凸不平,彼此紧密嵌合排列,不含叶绿体;另一种是成对存在的肾形保卫细胞,内含叶绿体,并以凹面相对而生,组成气孔器,两细胞间的窄缝即为气孔。若蒸馏水封片观察不清,可滴加 $KI-I_2$ 溶液,使叶绿体变成紫黑色,而细胞核变成暗黄色,以便于确认。

2) 取蚕豆叶横切片,观察叶表皮的切面,以建立有关表皮的立体概念。注意其上、下表皮细胞的细胞形态、结构特点和排列方式,特别是角质层的存在情况。同时,注意观察气孔器的剖面:保卫细胞小而染色深,与表皮细胞相邻的细胞壁薄,构成气孔的另一面壁厚。在气孔器的里侧是较大空隙的孔下室,这是叶片内部与外界环境进行气体交换的场所。

3) 取小麦叶或玉米叶下表皮装片观察,可见在叶下表皮中存在两类表皮细胞,一是普通的表皮细胞呈长方形,另一类为两种短细胞。短细胞成对而生,其一为硅细胞,另一为栓细胞。两类细胞呈纵行排列。在表皮细胞间,有规律地排列着气孔器。每个气孔器由一对狭长的哑铃形保卫细胞和一对近菱形的副卫细胞组成。保卫细胞的中部狭窄、壁厚,两端呈球形、壁薄,细胞内有叶绿体。副卫细胞壁薄,不含叶绿体。

4) 取天竺葵叶表皮,做临时装片,可见表皮细胞、气孔器以及表皮毛和多细胞腺毛。

(2) 次生保护组织——周皮和皮孔

1) 周皮:由木栓层、木栓形成层和栓内层组成,但实际起保护作用的是木栓层。

取椴树茎横切片观察,最外层是几层细胞壁栓质化、细胞内无细胞质的死细胞,起保护作用,即木栓层。木栓层内侧 2~3 层扁平的分生组织细胞为木栓形成层。而木栓形成层内方的 1~2 层生活细胞即栓内层。

2) 皮孔:木本植物茎,在气孔下方位置由于木栓形成层向外产生大量补充细胞,结果将表皮和木栓层胀破,形成皮孔,使空气和水分可以内外交流。

3. 输导组织 这些组织的细胞多分化为长管状,在植物体内互相联系贯通构成维管组织。

(1) 木质部的输导组织——导管、管胞

1) 导管:是被子植物木质部内输导水分及无机盐的组织。每一个导管由许多导管分子组成。导管分子细胞横壁溶解形成穿孔,而其侧壁木质化加厚而成为死细胞,由于细胞壁加厚方式不同而形成各种花纹。根据导管发育先后和壁增厚的花纹不同,可将导管分为五种类型:环纹导管、螺纹导管(取南瓜茎纵切面观察,在木质部可观察到)、梯纹导管、网纹导管、孔纹导管。取天竺葵茎、接骨木茎、复叶槭茎木质部浸解材料(浸解材料已用番红染料染色)用蒸馏水封片观察,可以见到梯纹、网纹、孔纹各种类型导管。

2) 管胞:是裸子植物和蕨类植物木质部中唯一的输导水分和无机盐的组织。

取松茎木质部浸解材料,用蒸馏水封片在显微镜下可见到每一个管胞由一个细胞组成。管胞为梭形细胞,管胞上、下端以斜面相接。壁木质化,壁上有具缘纹孔,相互之间输送水溶液依靠具缘纹孔,所以输导能力不如导管。此外,管胞还兼有机械支持作用。

(2) 韧皮部的输导组织——筛管和伴胞、筛胞

1) 筛管和伴胞:是被子植物运输同化产物的输导组织。

观察南瓜茎纵、横切片(图 1-3-5)。可见筛管是由许多筛管分子纵向连接而成。筛管分子是一长管状的、无核的生活薄壁细胞。每个细胞旁有一至多个伴胞。伴胞有核,富含细胞质。两个筛管分子上下相连的横壁局部融解打通形成筛孔。具筛孔的横壁称为筛板,筛管运输同化产物便是靠穿过筛孔的原生质来完成的。



图 1-3-5 南瓜茎的输导组织

1. 筛板 2. 筛管分子

2) 筛胞:取白皮松茎树皮的纵切片观察。可见薄壁的筛胞呈纵向排列,其壁上有许多染色较深的筛域。每个筛域上密集生有许多很小的筛孔,这便是裸子植物有机物运输的通道。

4. 机械组织 是由分生组织生长分化适应于在植物体内起机械支持作用的组织,支持植物体本身的重量和承受外界压力。该组织的主要特点:细胞壁纤维素加厚或木质化