

普通生物学 实验与实践

Experiment and Practice of
Common Biology

主 编 袁小凤
副主编 柴 惠



ANG UNIVERSITY PRESS

工大学出版社

普通生物学实验与实践

主 编 袁小凤

副主编 柴 惠



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

普通生物学实验与实践 / 袁小凤主编. —杭州:
浙江大学出版社, 2018. 1

ISBN 978-7-308-17632-3

I. ①普… II. ①袁… III. ①普通生物学—实验
IV. ①Q1-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 277319 号

普通生物学实验与实践

袁小凤 主编

责任编辑 王 波

责任校对 陈静毅 王安安

封面设计 续设计

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州中大图文设计有限公司

印 刷 浙江省临安市曙光印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 8.25

字 数 163 千

版 印 次 2018 年 1 月第 1 版 2018 年 1 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-17632-3

定 价 20.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行中心联系方式 (0571)88925591; <http://zjdxcs.tmall.com>



前言

“普通生物学实验与实践”是生物科学基础课或专业课的系列实验课程,是针对生物科学范围内基础性实验的教学,目的是为了提高学生的实验实践能力、思维能力和团队协作能力。

生物科学是实验性很强的一门学科,其每一点成就都建立在大量的实验数据的基础上,对科研动手能力要求极高,而《普通生物学实验与实践》一书就是可为学生打下坚实的实验基础。工欲善其事,必先利其器,九层之台,起于垒土,对学生实验能力的培养与提高是当前教学的重要任务。做实验的过程,不仅可锻炼学生的实验技能,也可强化学生的动手能力,培养学生发现、思考与解决问题的习惯,提高学生的团队意识,为学生今后的科研道路打下良好的基础。

我们根据多年来的教学实践和经验编写了本书,全书包括“植物学实验”“动物学实验”“生态学实验”等内容,基本上涵盖了经典的实验方法和技术,并结合实际,附上了最新的普通生物学实验方法。为方便教学,还附有实验报告书等内容。

本书可作为生物科学及相关学科的实验教材,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好的参考书。

由于本书内容较多,在编写上可能会出现失误,在教学实践过程中也可能有不便之处,请读者及时指正,以便再版时改正。

编者

2017.10



目 录

第一章 植物学实验	1
实验一 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	13
实验五 叶的形态与结构	19
实验六 花的形态与结构	25
实验七 植物微型标本的制作	29
实验八 植物界的基本类群	30
第二章 动物学实验	33
实验一 原生动物	33
实验二 腔肠动物门、扁形动物门	36
实验三 环节动物	39
实验四 节肢动物	42
实验五 昆虫标本的制作	47
实验六 人工琥珀标本的制作	51
实验七 脊椎动物—鱼纲	53
实验八 脊椎动物—两栖纲	58
实验九 脊椎动物—哺乳纲	62
实验十 动物多样性的观察	64

第三章 生态学实验 68

 实验一 环境因子(水)对植物结构的影响 68

 实验二 Lincoln 指数法估计种群数量大小 71

 实验三 去除取样法估计种群数量大小 73

 实验四 生命表的编制 75

 实验五 植物居群的比较研究 77

 实验六 植物群落物种多样性的测定 79

第四章 野外实践 84

 实践一 野外实习手册 84

 实践二 校园植物观察 90

附 录 92

 附录 1 显微镜的构造与使用 92

 附录 2 植物基本操作 97

 附录 3 生物绘图方法 99

 附录 4 常用染色液的配制 100

 附录 5 实验报告 105

参考文献 125

第一章

植物学实验

实验一 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。



实验原理

植物细胞内贮藏物质有淀粉、蛋白质和脂肪三类。观察并识别三类贮藏物质的形态结构和在细胞内的分布位置,并用化学方法鉴定之。



实验用品

1. 器材:显微镜、镊子、刀片、载玻片、盖玻片、解剖针。
2. 试剂:蒸馏水、碘—碘化钾溶液(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。



实验内容及方法

一、淀粉的观察与鉴定

植物细胞中贮藏的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亦不同(图 1-1-1)。

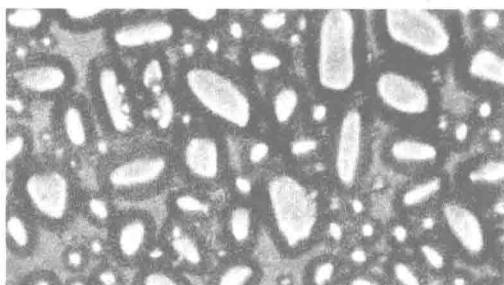


图 1-1-1 马铃薯的淀粉粒(细胞外)

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,用蒸馏水封片观察。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 I-KI 溶液封片观察。

淀粉 + I-KI → 蓝紫色反应。

二、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 I-KI 溶液反应呈黄色。

1. 观察

取蓖麻种子(或向日葵种子)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,是一团无固定形状的蛋白质(胶质)包藏着几个球晶体和拟晶体组成的颗粒。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 I-KI 溶液封片观察,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。

三、脂肪的观察与鉴定

脂肪多呈油滴状态分布在某些植物种子的子叶或胚乳细胞质中。

取蓖麻种子剥去种皮做徒手切片,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的被染成红色的油滴。请识别:有些被挤出细胞、没被染上颜色的、发亮的晶体——糊粉粒。

实验二 细胞壁的观察及成分鉴定



实验目的

1. 观察细胞壁的结构特点,掌握用化学方法鉴定不同性质的细胞壁。
2. 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

脱脂棉、夹竹桃叶、马铃薯块茎、苜蓿老茎、辣椒果皮、松茎制片、柿胚乳制片等。



实验器材

显微镜、镊子、刀片、载玻片、盖玻片、解剖针、培养皿。碘—氯化锌溶液、25%盐酸溶液、间苯三酚、苏丹Ⅲ溶液。



实验内容及方法

一、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。细胞壁由果胶层(中层、胞间层)、初生壁和次生壁三层构成(图 1-2-1)。

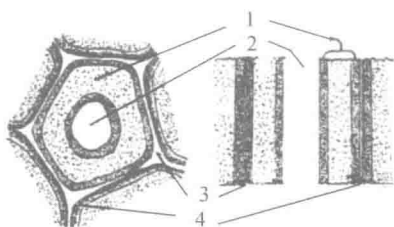


图 1-2-1 细胞壁的分层结构

1. 次生壁 2. 细胞腔 3. 胞间层 4. 初生壁

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。纤维素可用碘—氯化锌溶液鉴定。取棉花少许置于载玻片上,加一滴碘—氯化锌溶液染 30min,再封片观察,纤维素呈蓝色反应。

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,细胞壁纤维素框架内由于不断渗入角质、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红色、厚而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。取马铃薯块茎作徒手切片,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。取苜蓿等草本植物老茎做徒手横切片,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% 盐



酸溶液封片,封片时注意擦干切片上溢出的盐酸,以免腐蚀镜头。观察可见木质化的细胞壁被染成玫瑰红色。

二、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,而是有许多不加厚的区域,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 1-2-2)。

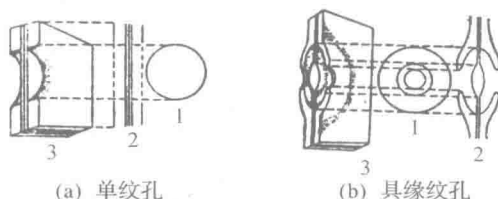


图 1-2-2 纹孔

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 1-2-3)。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”,实际上这种组织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,使其细胞壁极大地增厚。当种子萌发时,沉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。

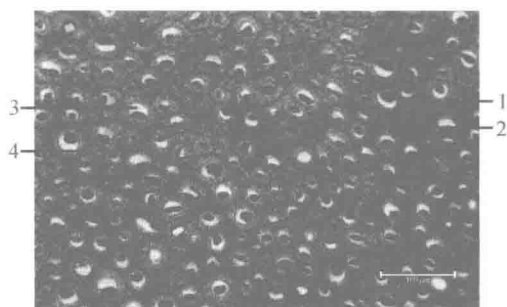


图 1-2-3 柿胚乳细胞的胞间连丝

1. 胞间连丝 2. 胞间 3. 细胞腔 4. 细胞壁

实验三 植物的成熟组织



实验目的

1. 了解成熟组织的主要类型及其分布位置。
2. 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由于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. 马铃薯块茎、蚕豆叶、小豆叶、芹菜叶柄、天竺葵叶、万年青叶、橘皮、三叶橡胶。
2. 女贞叶横切片、玉米幼根横切片、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。
3. 天竺葵茎、接骨木茎、复叶槭茎、松树茎浸解材料。



实验器材

显微镜、镊子、刀片、载玻片、盖玻片、解剖针。



实验内容及方法

一、基本组织(薄壁组织)

基本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以下几种。

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。

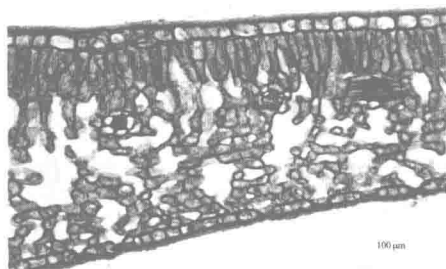


图 1-3-1 女贞叶的同化组织

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。

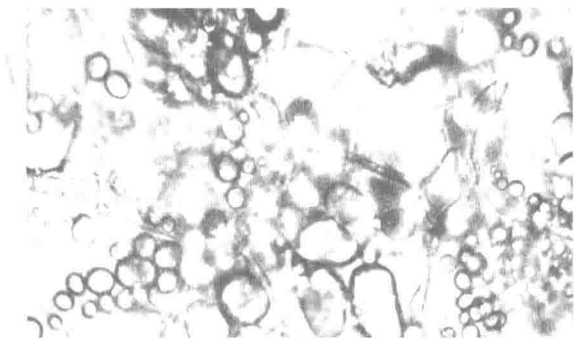


图 1-3-2 马铃薯细胞内的淀粉粒

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,其与表皮细胞有何不同?

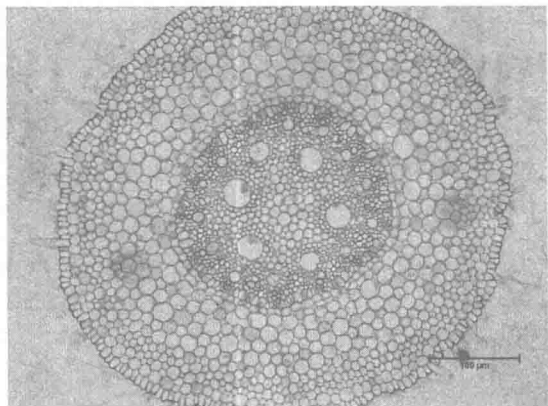


图 1-3-3 玉米根吸收组织

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。

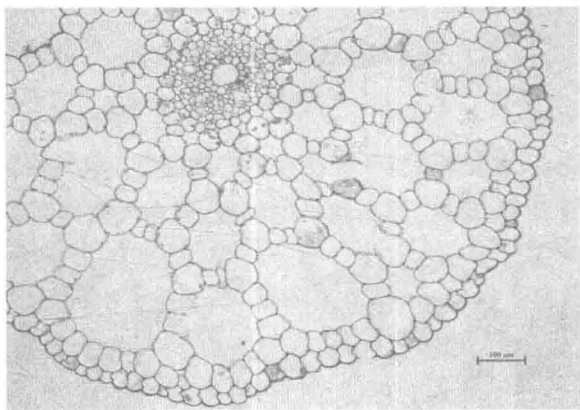


图 1-3-4 黑藻茎通气组织

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,可见许多近圆球形的大型薄壁细胞,内含大量水分(图 1-3-5)。

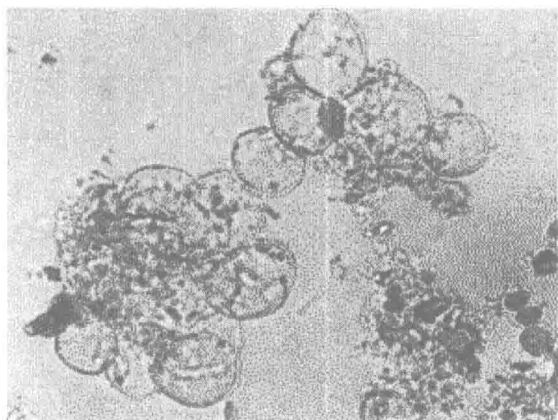


图 1-3-5 万年青叶的贮水组织

6. 传递细胞

传递细胞属于特殊的薄壁组织。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。

二、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,避免其他生物侵害。保护组织按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

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。

a. 表皮细胞:表皮细胞是构成表皮的主要成分,其细胞特点是:细胞排列紧密无间隙,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。

b. 气孔器:由两个保卫细胞(内含叶绿体)构成,有的保卫细胞的周围还存在副卫细胞。

c. 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)取青菜叶,撕取其下表皮一小块,用蒸馏水封片观察(图 1-3-6)。可见在叶下表皮中存在两种形态的细胞:一种是形状不规则、普通的表皮细胞,其侧壁凹凸不平,彼此紧密镶嵌排列,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 I-KI 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。

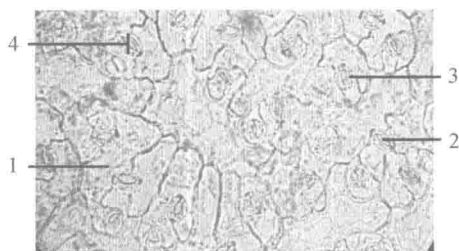


图 1-3-6 青菜叶下表皮

1. 表皮细胞 2. 气孔 3. 保卫细胞 4. 气孔器(两个保卫细胞和气孔)

(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观念。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观: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)取小表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:一类是普通的表皮细胞,呈长方形;另一类为两种短细胞,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。每个气孔器是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,细胞内存在叶绿体。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、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,起保护功能,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 层生活细胞即为栓内层。

(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。

三、输导组织

输导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: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: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是靠具缘纹孔,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: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、横切制片(图 1-3-7),可见筛管是由许多筛管分子纵向连接而成的。筛管分子是一长管状的、无核的生活薄壁细胞。每个细胞旁有一到多个伴胞。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索来完成。

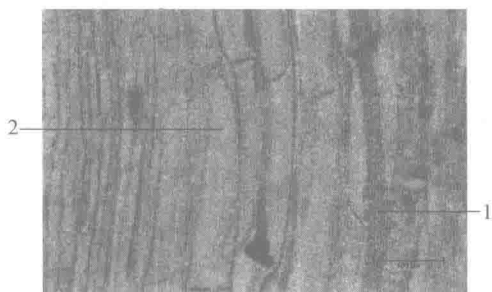


图 1-3-7 南瓜茎输导组织纵切面

1. 筛板 2. 筛板分子

(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。

四、机械组织

机械组织是由分生组织生长分化适应,于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加厚。该组织依其细胞壁加厚方式和成分不同分为厚角组织和厚壁组织。

1. 厚角组织

常见于草本茎、叶柄、叶脉表皮细胞下方部位,是长梭形生活细胞,常成束存在。细胞壁