

# 植物学 实验教程

主编 陆自强

Zhiwuxue Shiyan Jiaocheng



中国农业大学出版社

ZHONGGUONONGYEDAXUE CHUBANSHE

# 植物学实验教程

主 编 陆自强  
副主编 陈惠萍 李德荣  
杨 芳 李孙文

中国农业大学出版社  
• 北京 •

## 内 容 简 介

全书内容包括植物学验证性实验、植物学综合性实验、植物学基本实验技术、附录四大部分,其中验证性实验设 21 个实验,综合性实验设 12 个实验。验证性实验主要涉及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识别特征与分类。综合性实验强调植物的外部形态与内部结构的一致性、植物形态结构与功能的一致性、植物形态结构与环境的相关性,着力培养学生的观察能力、操作能力和研究能力。此外,基本实验技术及附录介绍了研究和学习植物学相关知识所必需的实验技术与方法等内容。

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植物学实验教材,亦可供其他相关专业师生使用和参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

植物学实验教程/陆自强主编. —北京:中国农业大学出版社,2012.5  
ISBN 978-7-5655-0496-9

I. ①植… II. ①陆… 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(2012)第 029430 号

书 名 植物学实验教程

作 者 陆自强 主编

策划编辑 孙 勇 申海涛

封面设计 郑 川

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

电 话 发行部 010-62818525,8625

编辑部 010-62732617,2618

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

经 销 新华书店

印 刷 北京时代华都印刷有限公司

版 次 2012 年 5 月第 1 版 2012 年 5 月第 1 次印刷

规 格 787×980 16 开本 17 印张 310 千字

印 数 1~3 000

定 价 26.00 元

责任编辑 韩元凤

责任校对 陈 莹 王晓凤

邮政编码 100193

读者服务部 010-62732336

出 版 部 010-62733440

e-mail cbsszs @ cau.edu.cn

图书如有质量问题本社发行部负责调换

## 编写人员

**主 编** 陆自强(云南农业大学)

**副主编** 陈惠萍(海南大学)

李德荣(江西农业大学)

杨 芳(云南农业大学)

李孙文(云南农业大学)

**参 编** 黄 瑾(海南大学)

代卫东(云南农业大学)

尤丽莉(海南大学)

王 静(江西农业大学)

杨 燕(云南农业大学)

王建军(云南农业大学)

黄 鹤(云南农业大学)

丁联成(云南农业大学)

张海涛(云南农业大学)

**主 审** 郭凤根(云南农业大学)

# 前 言

植物学是农学类专业学生必修的专业基础课程,是学习后续课程和进行科研、生产工作的基础。植物学实验是植物学教学中的一个重要环节,它不仅是理论知识的验证与补充,同时又是培养学生科学思维方法、科学研究方法、观察与分析能力以及实际动手能力的重要手段。

近年来,随着我国高等教育教学改革的不断深入,各高校农学类专业的课程体系作了较大的调整,强化了实践教学,综合性、设计性实验比重逐渐增加。为此,在中国农业大学出版社的支持、指导和帮助下,由云南农业大学、海南大学、江西农业大学等学校共同编写了这本《植物学实验教程》。

本教材是在各校植物学教学大纲基础上,以内部实验教材为蓝本,对实验内容做了必要的补充和扩展。本教材具有以下特点:安排了培养学生基本实验技能的验证性实验,增加了与农科类专业生产实际相关的综合性实验和研究性实验,旨在培养学生综合分析能力和创新能力,激发学生的学习兴趣,为培养学生的综合素质奠定良好的基础;在部分实验中,增加了连续徒手切片的内容,有利于学生建立植物器官的整体性概念;每个实验均设计了引导学生思考与讨论的问题,以培养学生的观察能力及分析能力,同时还拓展了实验教学内容,增强了实验教学与理论教学的联系;书中图片很多都是在显微镜下拍摄的照片,直接针对教学内容,能够真实反映各结构的特征,可提高学生的学习效率;附有植物学基本实验技术、植物学实验常用试剂与染料、被子植物分科检索表等内容,可以作为工具书使用。

本教材由植物学验证性实验、植物学综合性实验、植物学基本实验技术、附录4部分组成。其中验证性实验设21个实验,综合性实验设12个实验。本教材可供高等农、林、医药院校相关专业师生使用,也可供中学生物学教师用作教学参考书。各学校可以根据本校《植物学》教学大纲、实验条件及本地植物种类等不同要

求,增减实验内容或选择其他本地易找到的实验材料完成实验。

本教材第一章实验一、二、三、四、五、二十、二十一,第二章实验一、二、三、四及第三章第一节由海南大学编写;第一章实验六、七、八、九、十、十八、十九,第二章实验九、十、十一、十二及第三章第二节由江西农业大学编写;第一章实验十一、十二、十三、十四、十五、十六、十七、二十一(泽泻科),第二章实验五、六、七、八,第三章第三节及附录由云南农业大学编写。最后由陆自强对全书统稿。

为了突出本教材的实用性,部分内容及图片借鉴了国内外的相关教材和专著,特在此说明,并向这些资料的作者表示诚挚的谢意。本书由云南农业大学郭凤根教授担任主审,在编写过程中得到了他的精心指导和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平和实践经验有限,书中难免有错误和疏漏之处,恳请大家批评指正,以利于我们不断修正和改进。

编 者

2011年12月

# 目 录

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| <b>第一章 植物学验证性实验</b> .....       | (1)   |
| 实验一 植物细胞基本结构的观察.....            | (1)   |
| 实验二 植物细胞的质体、后含物、纹孔及胞间连丝的观察..... | (4)   |
| 实验三 植物细胞的有丝分裂和减数分裂.....         | (9)   |
| 实验四 植物组织和组织系统 .....             | (13)  |
| 实验五 根的形态与结构 .....               | (23)  |
| 实验六 茎的形态与结构 .....               | (32)  |
| 实验七 叶的形态与结构 .....               | (40)  |
| 实验八 营养器官的变态 .....               | (45)  |
| 实验九 花的基本组成及雄蕊的结构 .....          | (51)  |
| 实验十 雌蕊的结构及胚的发育 .....            | (57)  |
| 实验十一 低等植物类群及代表植物 .....          | (60)  |
| 实验十二 高等植物类群及代表植物 .....          | (74)  |
| 实验十三 被子植物分类的形态术语(一)根、茎及叶.....   | (82)  |
| 实验十四 被子植物分类的形态术语(二)花及花序 .....   | (90)  |
| 实验十五 被子植物分类的形态术语(三)果实.....      | (101) |
| 实验十六 被子植物分科(一).....             | (106) |
| 实验十七 被子植物分科(二).....             | (113) |
| 实验十八 被子植物分科(三).....             | (120) |
| 实验十九 被子植物分科(四).....             | (128) |
| 实验二十 被子植物分科(五).....             | (139) |
| 实验二十一 被子植物分科(六).....            | (145) |
| <b>第二章 植物学综合性实验</b> .....       | (154) |
| 实验一 植物细胞形态结构与功能相关性观察.....       | (154) |

|      |                                |       |
|------|--------------------------------|-------|
| 实验二  | 不同生境下植物营养器官形态结构比较·····         | (156) |
| 实验三  | 不同植物淀粉粒形态的观察·····              | (157) |
| 实验四  | 不同植物分泌结构的观察·····               | (159) |
| 实验五  | 不同植物叶片表皮结构的观察及比较·····          | (160) |
| 实验六  | 不同植物叶片解剖结构的比较·····             | (164) |
| 实验七  | 植物各营养器官间的组织联系·····             | (167) |
| 实验八  | 植物花粉生活力测定技术·····               | (170) |
| 实验九  | 观察比较常见植物的新鲜花粉粒·····            | (173) |
| 实验十  | 植物分类知识的综合运用·····               | (175) |
| 实验十一 | 植物特征观察与分种检索表的编制·····           | (177) |
| 实验十二 | 花粉母细胞减数分裂、小孢子形成与花部发育时期观察 ····· | (181) |
| 第三章  | 植物学基本实验技术·····                 | (186) |
| 第一节  | 植物显微技术·····                    | (186) |
| 第二节  | 常用植物制片技术·····                  | (192) |
| 第三节  | 植物标本制作技术·····                  | (205) |
| 附录一  | 被子植物分科检索表·····                 | (215) |
| 附录二  | 植物学实验常用试剂与染料·····              | (253) |
| 附录三  | 植物学野外教学实习注意事项·····             | (261) |
| 参考文献 | ·····                          | (262) |

# 第一章 植物学验证性实验

## 实验一 植物细胞基本结构的观察

### 一、实验目的与要求

1. 了解光学显微镜的构造,熟练使用光学显微镜。
2. 学习制作临时装片。
3. 观察植物细胞,掌握植物细胞基本结构。

### 二、实验用品与材料

1. 实验用品

药品:碘-碘化钾溶液、水。

用具:显微镜、盖玻片、载玻片、吸水纸、纱布、刀片、镊子等。

2. 实验材料

新鲜材料:洋葱鳞茎。

### 三、实验内容及方法步骤

#### (一)临时装片的制作方法

临时装片是用新鲜的植物材料切成薄片,放在载玻片上的水滴中,加盖盖玻片做成的玻片标本。其方法如下:

(1)清洁玻片。用干净纱布清洁玻片时,左手拇指和食指夹住载玻片两侧,右手将纱布夹住玻片上下两面,朝一个方向揩擦干净为止。擦盖玻片时,右手大拇指和食指用纱布夹住盖玻片,左手拿住盖玻片两侧并转动,擦时手指用力要轻而均匀,否则容易损坏玻片。

(2)滴液。用吸管吸取水,滴一滴于载玻片中央。

(3)放置材料。用镊子取切好的植物薄片或表皮等材料,放置于载玻片上的水滴中,注意勿使材料重叠或皱缩。

(4) 加盖玻片。用镊子夹住盖玻片一侧,使另一侧先接触盖玻片水滴的边缘,再慢慢放下盖玻片以利排除空气,防止气泡产生。如果盖玻片下水分多溢出盖玻片外,可用吸水纸从盖玻片一侧吸去溢出的水分。若水未充满盖玻片则可从一侧滴入一滴水,以赶走气泡便于观察。

(5) 显微镜观察。先低倍物镜观察,在低倍观察基础上,如放大倍数不够,可进行高倍观察。

### (二) 用洋葱鳞叶表皮观察植物细胞的基本结构

#### 1. 制作洋葱鳞叶表皮临时装片

(1) 将载玻片和盖玻片擦干并在载玻片中央加一滴水或稀蔗糖水溶液。

(2) 取材。剥去洋葱鳞茎外部的老鳞叶。取一片鲜嫩的鳞叶,用刀片将凹面处的表皮划破成边长 3~5 mm 的小块,用镊子撕下表皮小块并将其浸入载玻片上的水滴中,再用镊子和解剖针将材料展平。

(3) 加盖玻片制成临时装片。

#### 2. 观察植物细胞的基本结构

将洋葱鳞叶表皮临时装片放在显微镜载物台中央,用低倍物镜观察,可见洋葱鳞叶表皮像一个网状结构,每一个“网眼”即是一个细胞(图 1-1-1)。洋葱鳞叶表皮是由一层细胞构成的。转动标本推动器移动装片,选择几个清楚的细胞置于视野中央,换用高倍物镜仔细观察一个植物细胞的基本结构(图 1-1-2),识别下列各部分:

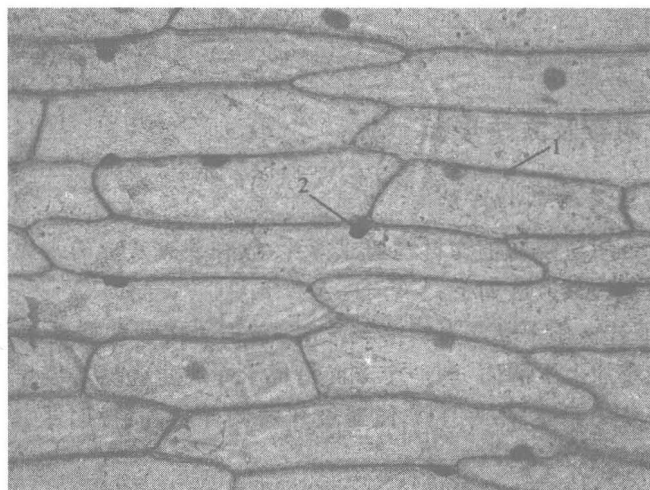


图 1-1-1 洋葱鳞叶表皮细胞(100×)

1. 细胞壁 2. 细胞核

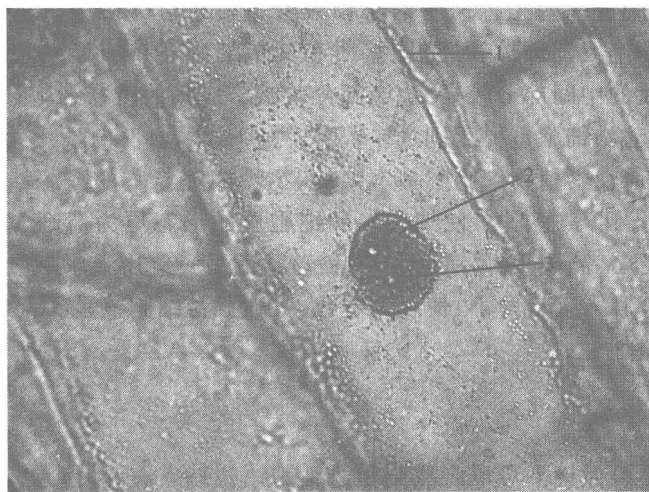


图 1-1-2 洋葱鳞叶表皮细胞(400×)

1. 细胞壁 2. 细胞核 3. 核仁

(1)细胞壁 细胞壁是位于植物细胞最外层的一个坚韧的外壳,是植物细胞特有的结构。由于细胞壁比较透明,因此只能看到细胞的侧壁。两个相邻细胞之间的细胞壁实际上有3层,即各个细胞的初生壁和连接两个相邻细胞的胞间层。但由于普通光学显微镜难以分辨胞间层,故在显微镜下观察时,两个相邻的细胞间似乎只有一层细胞壁。

(2)细胞核 在光学显微镜下可观察到细胞中有一个圆形或椭圆形的小球体,该小球体就是细胞核。在成熟的植物细胞中,由于中央大液泡的形成,细胞核总是位于细胞的边缘,紧贴着细胞壁。当细胞核贴近细胞的侧壁时,只能见到它的窄面(呈椭圆形);当细胞核贴近细胞的上下面壁时,就可以看到核的宽面(呈圆形)。因此,细胞核实际上是扁圆形的小球体。在细胞核中还可以看到1~3个核仁(图1-1-2)。

(3)细胞膜 又称为质膜,是包围于细胞质外面的一层膜,由于它很薄,通常又紧贴细胞壁,因此在光学显微镜下较难观察到正常细胞的质膜。如果实验中采用高浓度溶液处理材料,使原生质体失水收缩,与细胞壁发生分离(即质壁分离),就可以看到质膜的外面。

(4)细胞质 充满于细胞膜和细胞壁之间的物质是细胞质。细胞质包括胞基质和细胞器两部分。胞基质是看不出特殊结构的细胞质部分,细胞器就包含在胞基质中。在显微镜下能观察到的洋葱鳞叶表皮细胞中的细胞器有白色体和中央大

液泡。胞基质中有一些无色透明的小颗粒就是白色体。中央大液泡位于细胞中间,占据细胞的绝大部分体积,把胞基质和其他细胞器挤成紧贴细胞壁很薄的一层,因此细胞质的中间部分较亮,边缘部分较暗。成熟的植物细胞具有中央大液泡是植物细胞与动物细胞重要区别之一。

为了更好地观察植物细胞的基本结构,在观察完新鲜的洋葱鳞叶表皮细胞之后,可用碘-碘化钾溶液染色,使细胞核和细胞质的形态更为清晰。染色时可先在盖玻片一侧滴上一滴碘-碘化钾溶液,在盖玻片的另一侧用吸水纸吸去盖玻片下面的水分,把染液吸入盖玻片下,使材料着色。染色后,细胞核呈深黄色,细胞质呈淡黄色。

#### 四、重点与难点

重点:光学显微镜下可以观察到植物细胞结构特点。

难点:细胞内部结构与功能之间的相互关系。

#### 五、课堂作业

绘 1~2 个洋葱鳞叶表皮细胞图并引线注明各部分名称。

#### 六、思考与讨论

1. 洋葱表皮细胞是否具有细胞核? 你所制作的临时装片上每个洋葱表皮细胞都具有细胞核吗? 为什么?

2. 观察临时装片上的洋葱细胞,它们的细胞核是位于细胞的哪个位置? 为什么?

### 实验二 植物细胞的质体、后含物、纹孔及胞间连丝的观察

#### 一、实验目的与要求

1. 认识植物细胞中 3 种质体的形态及功能。
2. 认识植物细胞中常见后含物的种类及鉴定方法。
3. 学习显微化学鉴定技术。
4. 了解纹孔及胞间连丝的形态特征及生理功能。

## 二、实验用品与材料

### 1. 实验用品

药品:蒸馏水、苏丹Ⅲ溶液、碘-碘化钾溶液。

用具:显微镜、镊子、单面刀片、双面刀片、吸水纸。

### 2. 实验材料

新鲜材料:马铃薯块茎、大豆或花生种子、蓖麻种子、番薯叶、紫万年青叶、闭鞘山姜叶片、红辣椒果皮。

永久制片:柿胚乳细胞永久制片。

## 三、实验内容及方法步骤

### (一)植物细胞质体和纹孔的观察

#### 1. 观察番薯叶肉的叶绿体

用撕片法撕取番薯叶叶肉,制成临时制片,首先在显微镜下观察,找到标本最清晰的部位,并且使它处于视场中央,然后更换高倍镜观察,在细胞中可以观察到许多绿色的呈球状或杆状的结构,这就是叶绿体。

#### 2. 观察紫万年青下表皮细胞中的白色体

白色体为不含色素的最小一类质体,多存在于植物体幼嫩或不见光部的细胞中,有些植物叶表皮细胞也有,白色体在细胞核周围,呈无色透明圆球状颗粒。

用撕片法撕取紫万年青下表皮,制成临时制片,首先在显微镜下观察,找到标本最清晰的部位,并且使它处于视场中央,然后更换高倍镜观察,在高倍镜下能观察到许多有色的细胞(细胞液中溶有花青素而呈现的颜色),观察细胞核周围,可看到有无色、圆球状颗粒——白色体,在细胞质的其他地方也可以看到少量白色体。

#### 3. 观察红辣椒果皮细胞中的有色体及细胞壁上的初生纹孔场

有色体常存在于花瓣或成熟的果实细胞中。

取红辣椒果皮,做徒手切片或直接刮取一点果皮,制作成临时制片,首先在低倍镜下观察,选取薄而清晰的区域转换到高倍镜下观察,可以看到许多橘红色颗粒状或杆状的有色体(图 1-2-1)。

在观察有色体的同一临时制片上,红辣椒果皮细胞的细胞壁厚度不均匀,细胞壁呈腊肠状或念珠状,凹陷的结构称为初生纹孔场。

### (二)植物细胞后含物的观察

#### 1. 观察马铃薯块茎细胞内的淀粉粒

马铃薯块茎的薄壁组织细胞中充满了淀粉粒,是观察淀粉粒的良好实验材料。

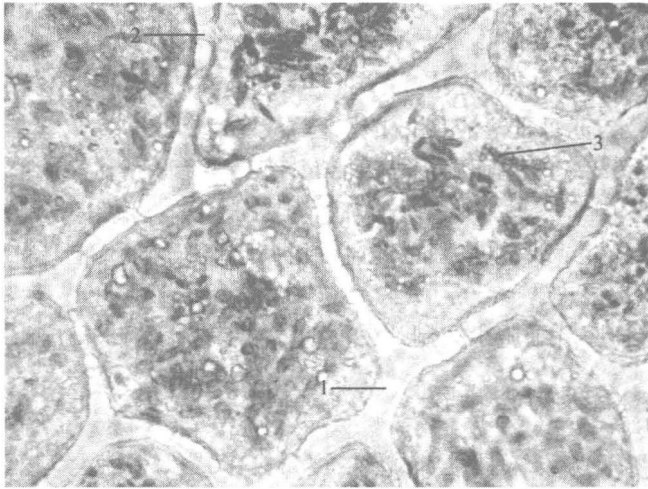


图 1-2-1 辣椒果皮细胞中的有色体和纹孔

1. 细胞壁 2. 纹孔 3. 有色体

取一小块马铃薯块茎,用刀片从切面处刮取少量破裂细胞流出的白色液汁或将材料切成薄片,制成临时装片进行观察。在低倍物镜下可看到许多大小不等的椭圆形和球形颗粒,这些颗粒就是淀粉粒。转换高倍物镜并调节细准焦旋钮和虹彩光圈进行观察,可见淀粉粒中有偏向一侧的核心,该核心称为脐点。围绕脐点有许多明暗交替的轮纹。马铃薯块茎中有 3 种类型的淀粉粒,即单粒淀粉粒、复粒淀粉粒和半复粒淀粉粒。单粒淀粉粒只有一个脐点,有许多轮纹围绕这个脐点;复粒淀粉粒有两个以上的脐点,各脐点分别有各自的轮纹环绕;半复粒淀粉粒也有两个以上的脐点,但各脐点除有自己的轮纹环绕外,外面还包围着共同的轮纹。在马铃薯块茎中单粒淀粉粒最多,复粒和半复粒淀粉粒很少(图 1-2-2)。

观察并绘完淀粉粒图后,取下临时装片,在盖玻片一侧加一滴碘-碘化钾溶液,用吸水纸从盖玻片的另一侧吸引,将碘-碘化钾溶液吸入盖玻片下,可见淀粉粒变成蓝色。这种显微镜观察和化学反应相结合,用以鉴定细胞或组织内物质性质的方法称为显微化学鉴定技术。

注意:在制作临时装片或观察时,不要挤压盖玻片,以免把淀粉粒压破。

2. 观察蓖麻种子胚乳细胞中的糊粉粒

蛋白质是以糊粉粒形式存在(遇碘液呈黄色的小颗粒就是糊粉粒)。

贮藏蛋白质常储存于种子中,这种蛋白质处于非活性的比较稳定的状态,且常以无定形成或结晶状存在细胞中,形成糊粉粒。

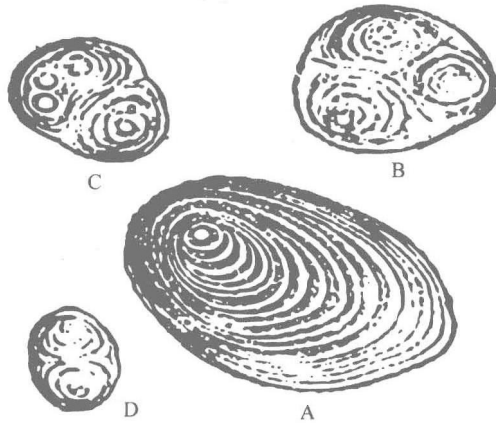


图 1-2-2 马铃薯淀粉粒

A. 单粒淀粉粒 B、C. 半复粒淀粉粒 D. 复粒淀粉粒

(引自李扬汉, 1984)

取蓖麻种子除去外种皮, 将其胚乳部分作徒手切片(要切得非常薄, 否则不易观察), 制成临时制片(在滴液步骤用碘-碘化钾溶液代替水)后在显微镜下观察。可观察到细胞内有许多被染成黄色的小颗粒, 这就是糊粉粒。在每一糊粉粒内, 有多边形的拟晶体与圆形的球晶体(图 1-2-3)。

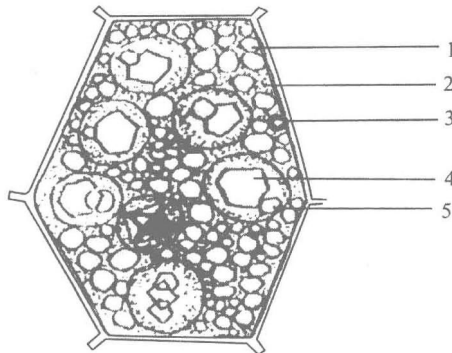


图 1-2-3 蓖麻细胞中的糊粉粒

1. 油脂 2. 细胞质 3. 糊粉粒 4. 蛋白晶体 5. 蛋白球体

(引自李扬汉, 1984)

### 3. 观察花生种子子叶细胞中的油脂

在植物细胞中, 油和脂肪可少量的存在于每个细胞内, 大量的存在于种子和果

实中,常呈小油滴或固体状,在常温下呈液体的称为油,呈固体的称为脂肪。脂肪遇苏丹Ⅲ呈橙红色。

用花生种子的子叶做徒手切片或刮取少量粉末做成临时制片,用苏丹Ⅲ染色后,置于显微镜下观察,细胞内或水溶液中有许多大小不等的球形及不规则状的橙红色油滴,即是脂肪。

### 4. 花青素和晶体

(1)花青素 可撕取红苋菜、鸡冠花、紫竹梅等红色茎、叶的表皮细胞,也可取红色、蓝紫色的花瓣,紫皮色的洋葱鳞叶表皮制成临时装片观察。

(2)晶体 草酸钙结晶普遍存在于植物的叶片、皮层、髓等薄壁细胞中,有方形、针状、柱状,也可聚集成晶簇。可选取鸭跖草科、凤仙花属、秋海棠属和马齿苋等植物的茎叶,用撕取表皮或徒手切片的方法,制成临时装片,在显微镜下可找到不同形态的晶体。

### (三)观察柿胚乳细胞壁中的胞间连丝

胞间连丝是穿过胞间层和初生壁的细胞质细丝,以此连接相邻细胞间的原生质体。

取柿胚乳细胞永久片置低倍镜下观察,可见到无数多边形的细胞,有明显加厚的细胞壁(初生壁)和较小的细胞腔,其内原生质体往往被染成深色或制片过程中已丢失,使细胞成为空腔。注意观察相邻两细胞加厚壁上有贯穿两细胞的细丝,即胞间连丝,它通过的地方即初生纹孔场(图 1-2-4)。

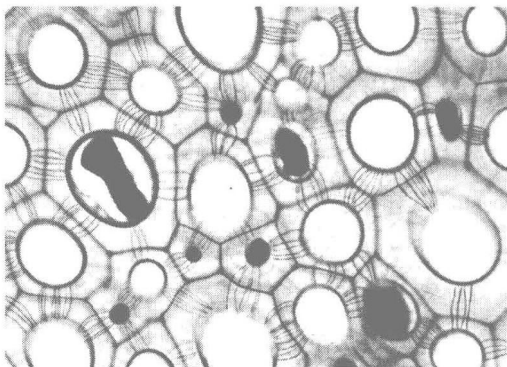


图 1-2-4 柿胚乳细胞的胞间连丝

## 四、重点与难点

重点:细胞壁上纹孔与胞间连丝的主要生理功能。

难点:有色体与花青素的鉴别。

## 五、课堂作业

1. 绘马铃薯淀粉粒图。
2. 植物细胞中常见的后含物有哪几种？怎么鉴定？

## 六、思考与讨论

1. 为什么说辣椒表皮细胞的细胞壁上的凹陷是初生纹孔场或原纹孔，而不是真正的纹孔？
2. 植物体的根、茎、叶、花、果实和种子为什么会呈现不同的颜色？
3. 如何识别有色体和花青素？
4. 通过实验，如何理解多细胞有机体中每一细胞并不是孤立存在的，不论从结构上还是生理机能上都是相互统一的整体？

# 实验三 植物细胞的有丝分裂和减数分裂

## 一、实验目的与要求

1. 观察了解植物细胞有丝分裂和减数分裂，掌握有丝分裂和减数分裂各时期的主要特征。
2. 学习并掌握压片法。

## 二、实验用品与材料

### 1. 实验用品

药品：冰醋酸-酒精溶液（冰醋酸 1 份 + 95% 酒精 3 份）、50% 酒精、70% 酒精、酒精-浓盐酸（95% 酒精 1 份 + 浓盐酸 1 份）、醋酸洋红染液、1% 龙胆紫、20% 醋酸（50% 酒精配制）。

用具：显微镜、水杯、剪刀、培养皿、烧杯、指形管、滴管、载玻片、盖玻片、吸水纸、刀片、镊子、解剖针、纱布、酒精灯。

### 2. 实验材料

新鲜材料：洋葱根尖（蒜根尖）。

永久制片：洋葱根尖纵切永久制片、百合幼嫩花药横切面永久制片、百合花粉（小孢子）母细胞减数分裂永久制片。