



普通生物学 实践教程

A PRACTICAL GUIDE TO
GENERAL BIOLOGY

李连芳 陈铁山/主编



科学出版社

普通生物学实践教程

李连芳 陈铁山 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书针对农业院校特点,注重科研成果的转化,重点强调对学生实验技能和科学问题探究能力的培养。实验设计强调开放性和探究性,注重过程,采用逐步引导的方法编写,学生具有一定的自主性。全书分为4个部分:16个基础性实验、6个综合性实验、6个研究性实验以及野外实习。此外,还包括精美彩图近300幅。

本书可作为各类农业院校普通生物学实验、课外活动和野外实习教学的教材,也可供其他高校教师和生物学工作者以及中学生物学教师参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

普通生物学实践教程/李连芳,陈铁山主编. —北京:科学出版社,2012
ISBN 978-7-03-034776-3

I. ①普… II. ①李… ②陈… III. ①生物学-实验-高等学校-教材
IV. ①Q-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 123232 号

责任编辑:丛楠 贺窑青 / 责任校对:钟洋
责任印制:闫磊 / 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>

盛 志 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012年8月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2012年8月第一次印刷 印张:14 插页:25

字数:348 000

定价:35.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

编委会成员及分工

主 编 李连芳 陈铁山

副主编 孙 权 姚庆智 康友敏

编写人员及分工（按编写顺序排列）

李连芳（中国农业大学）	编写前言、实验十七、实验十八、 实验二十三和实验二十四
孙 权（沈阳农业大学）	编写实验一至实验四
李文燕（西北农林科技大学）	编写实验五、实验六和实验七
陈铁山（西北农林科技大学）	编写实验八、附录 5 和附录 6
韩 锋（西北农林科技大学）	编写实验九和实验十
王晓静（西北农林科技大学）	编写实验十一
郑雪莉（西北农林科技大学）	编写实验十二和实验十三
卜书海（西北农林科技大学）	编写实验十四
田杰生（中国农业大学）	编写实验十五
杨大祥（中国农业大学）	编写实验十六、实验二十和实验二十一
李德文（中国农业大学）	编写实验十九
康友敏（中国农业大学）	编写实验二十二和实验二十五和附录 3
王 羽（河北农业大学）	编写实验二十六和实验二十七
李 萍（山西农业大学）	编写实验二十八
姚庆智（内蒙古农业大学）	编写野外实习一至四和附录 4
肖红梅（内蒙古农业大学）	编写野外实习一至四和附录 4
宝力道（内蒙古农业大学）	编写野外实习一至四和附录 4
吴凯峰（内蒙古农业大学）	编写野外实习一至四和附录 4
王宝青（中国农业大学）	编写野外实习五、附录 1 和附录 2

前 言

当今,生物科学正在以前所未有的速度发展,知识内容庞大,分支学科众多,知识更新迅速。生物科学分为实验生物学与系统生物学两大体系,但由于生命活动的复杂性及学科发展现状,目前生物科学还未全面发展到预测阶段。随着该学科不断发展,数学工具的不断引入和创新,生物科学必将走向成熟,成为自然科学的领头学科。

纵观整个学科,基本上仍然处于实验阶段。普通生物学作为高等农业院校的重要基础课,选修学生人数众多、涉及专业广,必须高度重视实践教学。因此,编著一本既能够全面反映学科发展状况,又有利于学生能力培养的实践教材已迫在眉睫。

本书基于6所农业院校充分研讨、仔细剖析各教学环节、凝练知识点而编著,力求充分反映农业院校的教学特色。主要反映在以下方面。

紧密结合农业院校专业和教学特点。本书实验部分被分为基础性实验、综合性实验和研究性实验,基本可以满足农业院校各专业的教学需要。

着重强调对学生实验技能和科学问题探究能力的培养。其中,综合性实验和研究性实验可由学生选做,旨在培养学生对科学问题的探究能力。所有实验均采用逐步引导的方法编写而成,学生具有一定的自主性。

注重作者的科研转化。作为大学教材不仅要突出学科前沿和最新进展,而且要注意科研成果的及时转化。在实验的设计上,不仅考虑到一般教学所需,而且根据需要将作者成熟的成果转化为综合性实验和研究性实验。

实验设计充分体现了生命科学不同领域之间的关系。在综合性实验和研究性实验编写过程中,力求将植物科学、动物科学、生态科学、遗传学等相关学科的知识联系起来,引导学生从实验设计到结果分析,综合探究科学问题,并构建合理的知识体系。

此外,本书增加了生物学野外实习部分,包括各学校野外实习教学中的一些共性问题。当然,该部分也会对学生课外小组活动提供帮助。

本书得到中国农业大学“普通生物学课程及团队建设”项目和“本科教材重点项目(中央高校基本科研业务费专项资金资助,2012JW042)”的资助。全书由李连芳和陈铁山统稿。在教学团队建设和教材编写过程中,得到了中国农业大学教务处和生物学院教学中心的支持,尤其得到刘国琴副院长的关怀与帮助。衷心地感谢科学出版社给予的支持。



教材编写委员会认真研讨教材编写

从左到右，前排：王羽，康友敏，张东，丛楠；后排：郝兴宇，陈铁山，孙权，李德文，李连芳，杨大祥，姚庆智，王宝青

本书虽然基于广泛交流和认真研究编写而成，凝聚了6所学校多年的教学经验，但由于水平有限，疏漏及不当之处还望广大师生及读者批评指正。

编 者

2012年6月于北京

生物学实验须知

1. 做好预习工作。学生在实验课前必须预习，仔细研读实践教程，明确实验目的，掌握实验内容及基本步骤。
2. 自备用品的准备。包括实验报告纸、HB 绘图铅笔、橡皮、铅笔刀、直尺等。
3. 实验前准备。上课前 5min 左右，同学应进入实验室，按预先分好的小组和编定的位置就座，做好实验前的各项准备工作。
4. 保持良好的实验教学秩序。学生要认真听讲，始终保持实验室安静，不得随意走动或大声喧哗。需要讨论问题时，应在小范围内进行，切勿影响其他同学。
5. 生物学实验经常会接触一些有毒、有害试剂，操作不当容易造成中毒、烧伤或腐蚀伤害。如遇紧急事故必须及时告知教师，查明事故原因，在教师的指导下及时采取有效的处置措施。实验时要严格按操作规范进行实验，注意安全，防止发生意外事故。
6. 实验过程中要细心观察、分析、思考实验现象，积极提问并接受指导教师的询问，实验后实事求是地完成实验报告。
7. 爱护仪器设备，爱惜药品、材料。所有仪器、药品和材料未经实验教师同意，不得带出实验室。
8. 实验完毕，应整理仪器并清点实验用品，按要求排列整齐，搞好清洁卫生，关好水源、电源等。
9. 学生在实验中损坏仪器，应主动向老师报告。凡故意违反操作规程而损坏仪器的，应报请学校酌情处理。
10. 实验课不得无故缺席、迟到或早退，如有特殊原因必须事先向指导教师申请。

生物学野外实习纪律

1. 服从带队老师的统一安排，一切行动听指挥。
2. 未经指导老师许可，不准私自离队，单独活动，不准下水游泳、夜不归宿、攀登悬壁。
3. 不得损坏当地居民或旅馆的任何财产，不准与任何人发生争执、斗殴。
4. 遵守实习地的有关规章制度，爱护自然，保护环境，不乱扔杂物、随意践踏植被、捕猎动物，树立良好的大学生形象。
5. 注意安全，如遇特殊情况，应立即向指导老师汇报。
6. 实习用品必须妥善保管，不得随意丢失或毁坏，否则照价赔偿。
7. 发扬团队精神，提倡互相关心、互相爱护、互相帮助。
8. 严格遵守作息時間，保证实习计划的完成。
9. 有恐高症、过敏症、高血压、心脏病、癫痫等病史的同学，在实习前必须告知指导教师。

目 录

前言

生物学实验须知

生物学野外实习纪律

第一部分 基础性实验

实验一 细胞的观察	2
实验二 植物的组织	7
实验三 被子植物营养器官的结构	12
实验四 植物的生殖器官与发育	18
实验五 原核生物、原生生物和真菌的观察	22
实验六 颈卵器植物的观察	29
实验七 植物形态多样性	33
实验八 被子植物分类	49
实验九 动物的组织	61
实验十 动物的生殖和胚胎发育	66
实验十一 无脊椎动物的解剖观察	72
实验十二 脊椎动物的解剖观察	81
实验十三 无脊椎动物多样性观察	91
实验十四 脊椎动物多样性观察	98
实验十五 土壤微生物培养与多样性研究	107
实验十六 果蝇唾腺染色体标本的制备与观察	112

第二部分 综合性实验

实验十七 地栖昆虫与植物多样性研究	118
实验十八 昆虫传粉生物学观察与研究	121
实验十九 光照对鹌鹑生殖的影响	123
实验二十 果蝇的伴性遗传分析	127
实验二十一 果蝇求偶行为观察	135
实验二十二 不同类群动物血细胞的形态观察	139

第三部分 研究性实验

实验二十三 植物居群的比较研究	142
实验二十四 植物生长素对种子萌发影响的研究	145
实验二十五 小鼠淋巴细胞的培养及转化实验	148
实验二十六 植物蛋白质电泳技术及谱带分析	151
实验二十七 质粒 DNA 的制备和定量分析	155
实验二十八 气候变化对植物生长发育的影响	158

第四部分 野外实习

野外实习的目的与要求·····	162
预察业务的准备·····	162
实习的组织、实施与管理·····	162
安全防护的基本知识·····	164
小专题研究·····	165

参考文献 ·····	167
-------------------	-----

附录

附录 1 显微镜的构造与使用 ·····	171
附录 2 生物绘图方法 ·····	175
附录 3 常见试剂制备和溶液制备 ·····	176
附录 4 生物标本的采集与制作 ·····	179
附录 5 常见种子植物分科检索表 ·····	192
附录 6 常见动物检索表 ·····	204

图版

- 图版 1 常见的维管植物
- 图版 2 常见的无脊椎动物
- 图版 3 常见的脊椎动物



第一部分 基础性实验

细胞的观察

细胞是生物有机体最基本的形态结构单位。除病毒外，一切生物有机体都是由细胞组成的。植物细胞由细胞壁和原生质体两大部分组成，而动物细胞没有细胞壁。生物体之所以能够不断地生长、壮大，除了细胞本身体积增大以外，更主要是通过细胞分裂进行增殖，以增加细胞的数量。本实验通过制作临时水装片利用生物显微镜进行观察的方法，使学生掌握动、植物细胞的基本结构。

【实验目的】

- (1) 掌握动植物细胞的基本结构，临时水装片的制作方法。
- (2) 了解植物细胞中质体的类型与特征；植物细胞内几种主要后含物的形态结构及鉴定方法；植物细胞有丝分裂各期的主要特征。
- (3) 领会真核细胞的进化，细胞各结构的功能。

【实验准备】

(一) 材料

洋葱鳞叶、提灯藓、红辣椒果实、吊竹梅、马铃薯、菜豆、花生、紫鸭趾草、人口腔上皮细胞、洋葱根尖有丝分裂纵切片。

(二) 器材

生物显微镜、载玻片、盖玻片、镊子、刀片、培养皿、消毒牙签、吸水纸等。

(三) 试剂

浓碘液、稀碘液、0.9%生理盐水、0.1%~0.5%的高锰酸钾溶液、苏丹Ⅲ、50%乙醇、蒸馏水。

【实验内容】

(一) 动植物细胞的基本结构

1. 植物细胞的基本结构 采用临时水装片法制片。取洋葱肉质鳞叶一片，用刀片在内表面（外部鳞叶老，内表皮细胞长方形，液泡大；内部鳞叶幼嫩，细胞短，液泡小）轻划 0.5cm^2 的小方块，用镊子撕下，将撕取的表皮放在滴有蒸馏水的载玻片上，制成临时水装片。放材料时要注意，把表皮的光滑面朝上，若表皮卷曲，可用解剖针挑平，盖上盖玻片，放在低倍镜下观察。然后，选择最清晰的部分移到视场中央，再换高倍镜仔细观察细胞的结构。在光学显微镜下，洋葱鳞叶的表皮细胞略呈长方形，端壁平或呈斜形，排列紧密，无细胞间隙，可以观察到细胞壁、细胞质、细胞核和液泡。

为了使材料在观察时更清晰，可用浓碘液染色。在盖玻片的一侧滴一滴碘液，用吸水纸

从盖玻片的另一侧吸去盖玻片下的水分，将染料引入盖玻片与载玻片之间，使材料着色。材料经碘液染色后，细胞壁不着色，细胞核被染成黄褐色，细胞质被染成淡黄色（图 1-1）。

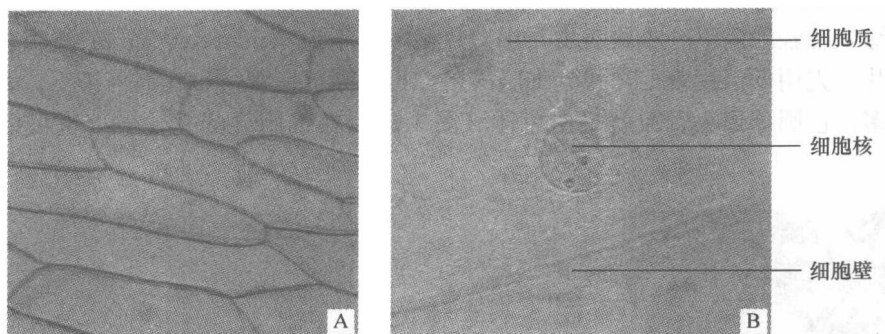


图 1-1 洋葱鳞叶表皮细胞

A. 10×10 ; B. 10×40

2. 动物细胞的基本结构 在清洁的载玻片中央滴 1 滴 0.9% 生理盐水，用凉开水漱口，将牙签浸入 0.1%~0.5% 的高锰酸钾溶液里消毒后，伸入口腔里，在口腔内的侧壁上轻轻刮几下，使牙签附着一些碎屑，将牙签上的碎屑在载玻片的水滴中涂开（按刮口腔内的侧壁时相反方向涂抹，使堆在一起的细胞容易展开），盖上盖玻片。为了观察得更清楚，可在盖玻片一侧滴 1 滴稀释碘酒或稀释蓝墨水进行染色，将制好的临时水装片放在显微镜下观察，注意辨认细胞的细胞膜、细胞质和细胞核（图 1-2）。

（二）植物细胞质体的观察

1. 叶绿体的观察 用镊子取一片提灯藓叶片，放在滴有蒸馏水的载玻片上，加上盖玻片，制成临时水装片。首先用低倍镜观察，找到最清晰的部位（中肋两侧的叶片较薄而透明），并且使其处于视野中央，然后更换高倍镜观察，可以清楚地看到提灯藓叶细胞的形状为六边形，每个细胞含有许多颗粒状的叶绿体（图 1-3）。若将显微镜视野内的光线稍微调暗，并调节细调焦螺旋，可看到叶绿体中有数个较小的深绿色圆形颗粒，这就是基粒。

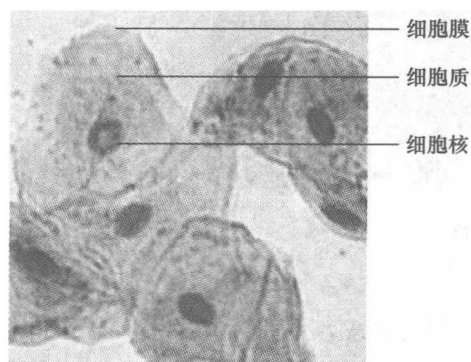


图 1-2 人口腔上皮细胞 (10×10)

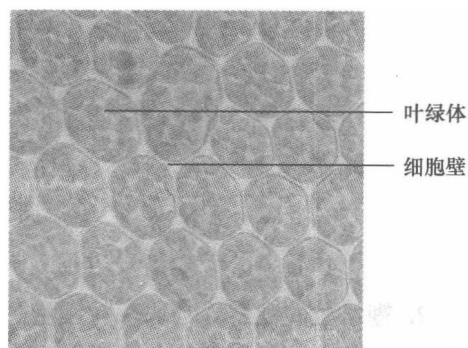


图 1-3 提灯藓叶细胞中的叶绿体 (10×40)

2. 有色体的观察 取一块新鲜（或浸软的）红辣椒果皮，平放在硬纸板上，光面朝下，用刀片均匀地刮去果肉至果皮透明为止，然后用刀片切取大小约为 $0.5\text{cm}\times 0.5\text{cm}$ 的小块，使果皮光面朝上，制成临时水装片。在显微镜下可以看到红辣椒果皮的细胞壁很厚，在

细胞质中有许多各种形状橙红色的小颗粒，这就是有色体（图 1-4），在细胞壁上还可观察到纹孔。

3. 白色体的观察 取吊竹梅的叶，用刀片在叶片表面划一个小口，然后用镊子夹住切口的边缘，轻轻地撕下一小块表皮，用刀片截取大小为 $0.5\text{cm} \times 0.5\text{cm}$ 的透明表皮，制成临时水装片。先用低倍镜观察，找到细胞核后，再用高倍镜观察。在高倍镜下，表皮细胞核周围的许多白色圆球形小颗粒就是白色体（图 1-5），在细胞质的其他各处也可以看到少量的白色体。

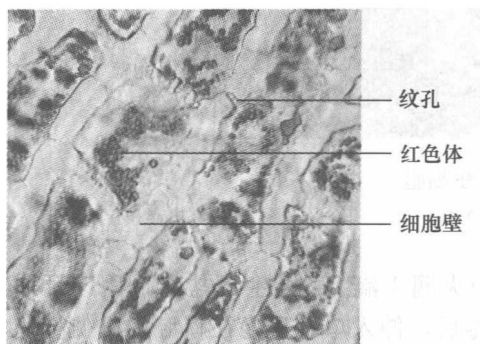


图 1-4 红辣椒果皮细胞 (10×40)

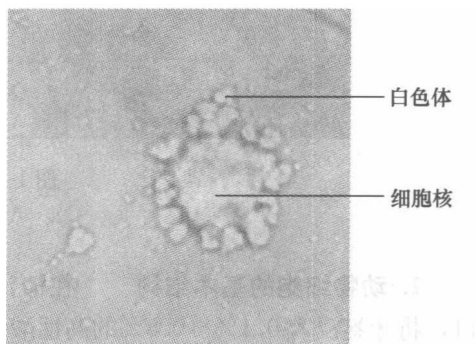


图 1-5 吊竹梅表皮细胞中的白色体 (10×40)

（三）植物细胞后含物

1. 淀粉粒的观察 取马铃薯块茎，用刀片刮取少量汁液，放在滴有稀碘液的载玻片上，分散均匀，盖上盖玻片在显微镜下观察。可看到许多大小不等的卵圆形颗粒，并染成淡蓝色，此即为淀粉粒。换中倍或高倍镜仔细观察，看到淀粉粒上有许多偏心轮纹，轮纹围绕一个核心形成，这个核心称为脐点（图 1-6）。

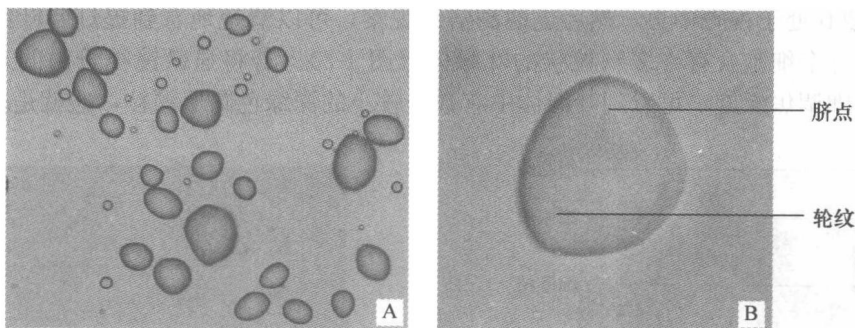


图 1-6 马铃薯淀粉粒

A. 10×10 ; B. 10×40

2. 糊粉粒的观察 取一粒浸泡过的菜豆种子，剥去种皮，用刀片将菜豆种子子叶横切成许多薄片，放入盛有水的培养皿中。用镊子选取较薄的切片放在载玻片上，加一滴碘液，制片观察。观察时可以看到菜豆子叶由许多薄壁细胞组成，细胞中充满贮藏物质，其中被染为蓝紫色的部分是淀粉粒，被染为金黄色的部分是糊粉粒。

3. 油滴的观察 取花生种子的肥厚子叶，用刀片切成薄片放在载玻片上，用苏丹Ⅲ染色 $30 \sim 50\text{min}$ ，若室温低可在酒精灯上轻微加热，促进着色。出现红色后，立即用 50% 乙

醇冲洗，除去多余的染料，封片观察。在显微镜下，可以观察到细胞内有许多大小不等的球形或不规则形状的橙红色小油滴。

4. 晶体的观察 取紫鸭趾草茎，做横切徒手切片，制成临时装片，在显微镜下观察，可以看到基本组织中有针形结晶，即针晶及单晶等（图 1-7）。

（四）植物细胞的有丝分裂

有丝分裂是细胞分裂中最普遍的一种方式。植物细胞的有丝分裂可分为间期和分裂期。取洋葱根尖纵切片，置于生物显微镜下观察其分生区，可见分生区细胞体积小、排列整齐而紧密，细胞质浓、细胞核大且形态发生明显变化，出现了染色体和纺锤丝。植物细胞有丝分裂期可分为前期、中期、后期和末期（图 1-8）。

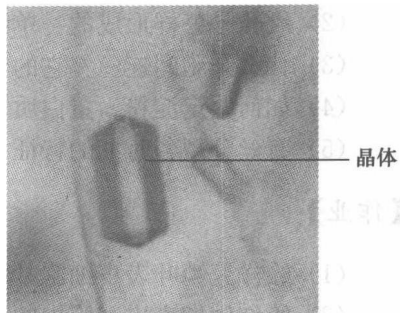


图 1-7 紫鸭趾草茎内晶体 (10×40)

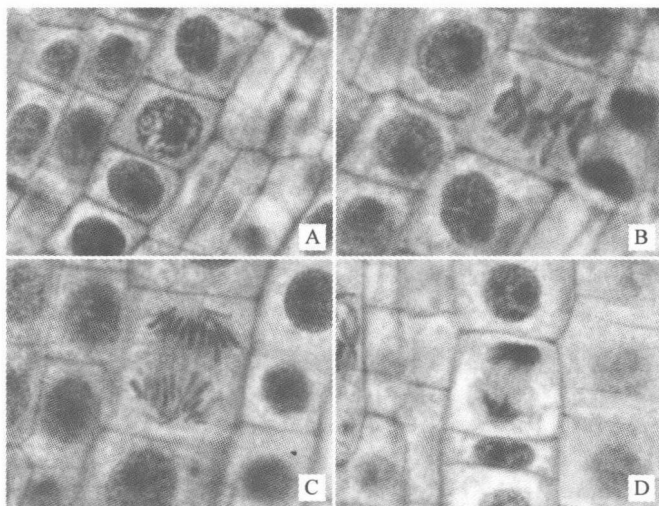


图 1-8 洋葱根尖有丝分裂示分生区 (10×40)

A. 前期; B. 中期; C. 后期; D. 末期

1. 前期 细胞核膨大，核内染色质丝开始螺旋缠绕而逐渐缩短增粗，成为念珠状细丝；继续缩短变粗，成为一个明显的染色体，同时核膜瓦解，核仁消失。此时染色体是由两条染色单体组成，仅在着丝点相连。

2. 中期 染色体向细胞中央移动，最后排列在细胞中央的赤道板上，并且在细胞两极出现纺锤丝，形成纺锤体，多数纺锤丝一端同染色体的着丝点相连，另一端云集在两极；还有些纺锤丝由一极延伸至另一极，不与染色体相连。

3. 后期 每个染色单体从着丝点分开形成独立的染色体，向两极移动。

4. 末期 移到两极的子染色体，逐渐解螺旋变成细丝状，核仁、核膜重新出现。随着纺锤体的消失，在细胞中央形成成膜体，并逐渐形成细胞板，将细胞质分成两部分，形成两个子细胞。

【结果辨析与思考】

(1) 为什么在成熟的洋葱鳞叶表皮细胞中，有的细胞核位于细胞中央？

- (2) 纹孔是怎样形成的？单纹孔与具缘纹孔的区别是什么？
- (3) 什么是胞间连丝？它的作用是什么？
- (4) 如何鉴定淀粉、蛋白质和脂肪？
- (5) 有丝分裂各时期的特征与生物学意义？

【作业】

- (1) 绘洋葱鳞叶表皮细胞基本结构图，并注明各部分结构名称。
- (2) 绘红辣椒表皮细胞中的有色体及细胞壁上的单纹孔。
- (3) 绘马铃薯块茎中的淀粉粒。
- (4) 植物细胞与动物细胞有哪些区别？

实验二

植物的组织

植物细胞生长和分化的结果导致植物体中产生多种类型的细胞。通常将在个体发育中来源相同、形态结构相似、担负一定生理功能的细胞组合称为组织。构成植物体的组织种类很多,根据其生理功能不同和形态结构差异一般分为分生组织、保护组织、基本组织、机械组织、输导组织和分泌结构。

【实验目的】

- (1) 掌握植物各主要组织的分布和形态结构特点。
- (2) 了解植物组织的多样性。
- (3) 领会植物各主要组织的功能与适应。

【实验准备】

(一) 材料

洋葱根尖纵切片、杨树木纤维切片、南瓜茎纵切片、松茎切片、紫鸭趾草、棉花叶横切片、水稻茎横切片、杨树茎、芹菜叶柄、梨、油松管胞、甜橙果实、蒲公英根、马铃薯块茎。

(二) 器材

生物显微镜、放大镜、载玻片、盖玻片、镊子、刀片、培养皿、吸水纸等。

(三) 试剂

苏丹Ⅲ、50%乙醇、1%番红、1%NaOH溶液、稀碘液、蒸馏水。

【实验内容】

(一) 分生组织

取洋葱根尖纵切片,置于显微镜下观察原分生组织和初生分生组织。原分生组织紧靠根冠内方,位于根尖生长点最先端,细胞体积小、细胞壁薄、细胞质浓、细胞核大,细胞排列整齐而紧密,为等径多面体。初生分生组织位于原分生组织后方区域,从外向内依次可以观察到原表皮、基本分生组织和原形成层。原表皮靠近根的最外层,细胞很扁,呈砖形;基本分生组织细胞为多面体,呈长方形,细胞壁薄,液泡开始增大;原形成层细胞质较浓,染色最深,细胞呈细长棱柱状(图2-1)。

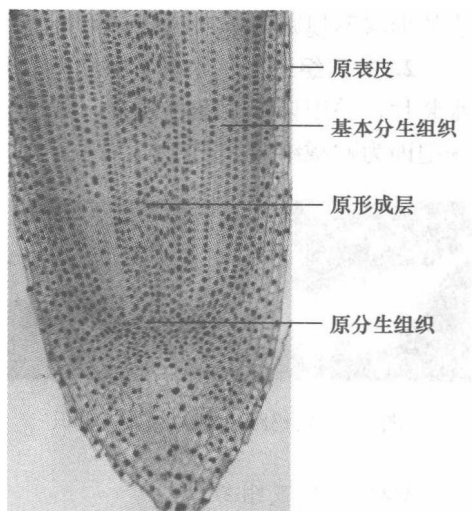


图2-1 洋葱根尖纵切,示原分生组织和初生分生组织(10×10)