



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

生命科学导论实验

(第2版)

主 编 吴 敏

副主编 丁 鸣 黄爱军



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

生命科学导论实验

(第2版)

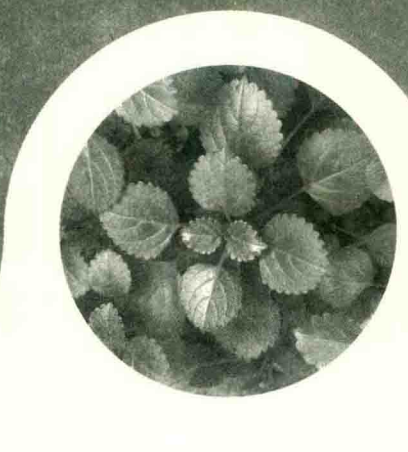
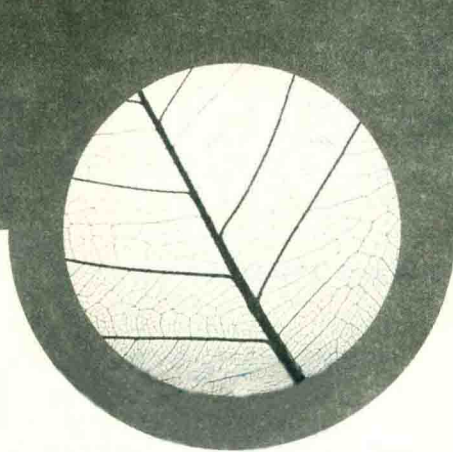
SHENGMING KEXUE DAOLUN SHIYAN

主 编 吴 敏

副主编 丁 鸣 黄爱军

编 者 (按姓氏笔画排序)

丁 鸣 卢建平 朱旭芬 孙 益 吴 敏 陈中云 金文涛
周 宏 赵小立 徐 程 翁晓燕 唐建军 黄爱军 蒋琴素



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容简介

本书是针对非生物类专业本科生开设的“生命科学导论实验”课程教材,教学内容由18个实验组成,分为8个实验单元,包括动物学实验、植物学实验、微生物学实验、生理学实验、生化检测实验、分子生物学实验、植物组织培养实验等内容。书中兼顾不同层次和类型的实验,既有生物学的基础实验,又有现代生物技术内容。本书还配有数字课程,包含3个备选实验与常见生物标本的制作方法等参考资料,供教师和学生根据需要使用。

图书在版编目(CIP)数据

生命科学导论实验/吴敏主编. —2版. —北京:
高等教育出版社,2013.12

ISBN 978-7-04-038605-9

I. ①生… II. ①吴… III. ①生命科学-实验-高等学校-教材 IV. ①Q1-0

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第257884号

策划编辑 王莉
责任印制 刘思涵

责任编辑 潘超 李融

封面设计 姜磊

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印刷 北京明月印务有限责任公司
开本 787mm×1092mm 1/16
印张 5.75
字数 150千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2007年11月第1版
2013年12月第2版
印 次 2013年12月第1次印刷
定 价 12.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究
物料号 38605-00

数字课程（基础版）

生命科学导论实验

（第2版）

- 登录方法：
1. 访问 <http://res.hep.com.cn/38605>
 2. 输入数字课程账号（见封底明码）、密码
 3. 点击“LOGIN”、“进入 4A”
 4. 进入学习中心，选择课程

账号自登录之日起一年内有效，过期作废。
使用本账号如有任何问题，
请发邮件至：lifescience@pub.hep.cn

登录以获取更多学习资源！



<http://res.hep.com.cn/38605>

请在具有IE内核的浏览器下访问该网站。其他浏览器访问，可能造成课程资源无法正常显示。

前言

生命科学是推动 21 世纪自然科学发展与社会进步的关键性学科。为了顺应 21 世纪经济、社会、科技、文化发展对高等教育人才培养的要求，贯彻加强基础，拓宽专业，注重素质，突出能力，促进学生知识、能力、素质协调发展的思想，国内外高校普遍开设了面向非生物类专业学生的生物学基础课，许多学校已经将生物学课程列为全校性的必修课和全校公共理科平台课程。生命科学是一门实验性很强的学科，生物学基础实验课程成为基础生物学教学中的一个重要环节。

浙江大学是全国高校中最早面向非生物类专业学生开设“生命科学导论”类课程的学校之一。为了加深对生命科学的认识，激发学生学习生命科学与生物技术知识的兴趣，并对现代分子生物学技术有所了解，浙江大学在 1998 年开设了“生命科学导论实验”课，作为理论课程的配套实验课，供全校非生物类专业的学生选修。根据生命科学知识的系统性以及非生物类专业学生的生物学背景，我们精心设计了不同层次的 18 个实验，分为 8 个实验单元，每一个实验单元为 4 学时的教学工作量，实验课程为 1.0 学分。考虑到实验中心日常的教学和非生物类专业学生的特点，“生命科学导论实验”课安排在周六和周日，每学期从第二周开始到第五周结束。选修该课程的学生每周周末安排一天的实验课，每个单元实验结束时完成实验报告，根据 8 个单元的实验报告成绩综合评分（百分制），给出每个学生的该课程成绩。

本次修订在原来的基础上，对一些实验内容进行了完善，新增了实验“北虫草的培养”，并在配套的数字课程中安排了 3 个备选实验与常见生物标本的制作方法等参考资料。本教材凝聚了浙江大学生命科学导论课程组 10 多位教师的心血，是浙江大学国家精品课程“生命科学导论”和非生物类专业本科生基础生物学教学成果（国家教学成果二等奖）的组成内容，担任本实验指导的编者都是具体组织和承担各个实验单元教学的教师，他们是丁鸣、卢建平、朱旭芬、孙益、吴敏、陈中云、金文涛、周宏、赵小立、徐程、翁晓燕、唐建军、黄爱军和蒋琴素。

由于编者水平有限，书中缺点和错误在所难免，期待各位同仁指导和交流，并欢迎相关老师和学生提出宝贵意见，以便再版时修改和完善。

编 者

2013 年 8 月于杭州

目 录

第一单元	动物学实验	1
	实验 1 无脊椎动物形态结构的观察	1
	实验 2 人工琥珀标本的制作	5
第二单元	植物学实验	8
	实验 3 藻类植物的观察	8
	实验 4 种子与花的解剖	10
	实验 5 植物微型标本的制作	12
第三单元	微生物学实验	14
	实验 6 微生物形态的观察	14
	实验 7 微生物培养与菌落形态的观察	18
	实验 8 北虫草的培养	22
第四单元	生理学实验	25
	实验 9 血型的鉴定	25
	实验 10 人体动脉血压的测定	27
	实验 11 人体心电图的描记	30
第五单元	生化检测实验	34
	实验 12 维生素 C 的含量测定	34
	实验 13 农药残留的检测	37
第六单元	分子生物学实验 (1)	40
	实验 14 核酸的提取	40
	实验 15 核酸的检测	42
第七单元	分子生物学实验 (2)	46

实验 16 蛋白质的提取	46
实验 17 PCR 扩增基因	49
第八单元 植物组织培养实验	54
实验 18 植物组织培养与烟草试管苗诱导	54
附录 1 光学显微镜简介	61
附录 2 各单元实验报告	68
实验报告 (1—2)	68
实验报告 (3—5)	70
实验报告 (6—8)	72
实验报告 (9—11)	74
实验报告 (12—13)	76
实验报告 (14—15)	78
实验报告 (16—17)	80
实验报告 (18)	82

数字课程

1 备选实验

实验 I 人类外周血细胞培养与染色体标本制作

实验 II 人类体细胞染色体组型分析

实验 III 基因的转移

2 植物腊叶标本的制作

3 青蛙骨骼标本的制作

4 兽类宠物骨骼标本的制作

实验操作

一、草履虫的观察

草履虫（图 1-1）是原生动物亚界的常见种类，生活在淡水池塘、水田、下水道等处。

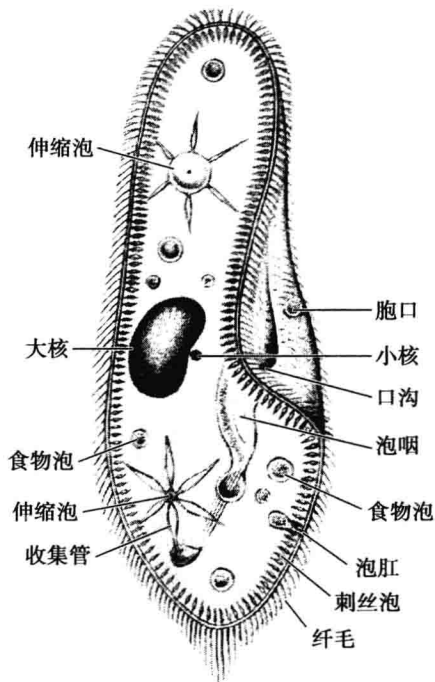


图 1-1 草履虫模式图（自堵南山等，1988）

1. 草履虫的活体观察

在载玻片上放少许棉花纤维，从烧杯边缘吸取一滴草履虫培养液滴于棉花纤维上，盖上盖玻片，移到显微镜低倍镜（ $10\times$ ）下观察。找到被棉花纤维限制在一个小范围内活动的草履虫后，转至高倍镜（ $40\times$ ）下观察草履虫活体。

外形：草履虫外形像一只倒置的鞋底，前端较圆，后端较尖。

表膜：虫体表面具有一层弹性的薄膜。

刺丝泡：表膜内侧与表膜垂直排列的一层杆状小泡。

纤毛：注意观察纤毛的运动、水流流动方向与草履虫运动方式的关系。

口沟：草履虫腹面的一条从前端延伸至虫体中部的凹陷的沟。

胞口：口沟后端凹陷的一个小孔。

胞咽：自胞口向虫体内陷入的一条漏斗状小管。胞咽内具有不断运动的纤毛组。

食物泡：内质中大小不一的圆形小泡。

伸缩泡：前后端各有一个大而圆的小泡。这2个伸缩泡交替收缩舒张。当伸缩泡收缩时还可以见到其周围有6~7条放射状排列的小管。

2. 细胞核与刺丝泡的观察

先在载玻片上放上一层非常薄的棉花纤维，然后从烧杯边缘吸取一滴草履虫培养液滴于棉花纤维上，盖上盖玻片，在盖玻片的一侧加一滴醋酸洋红，另一侧用吸水纸吸掉适量的水。在低倍镜下找到草履虫后，转至高倍镜下观察。

细胞核：具有一大一小两个细胞核。染色后可见到一个染成深红色的肾形或椭圆形的大核，有时在大核的凹陷处可以见到球形小核。

刺丝泡：受到醋酸洋红刺激后，刺丝泡内含物排出，形成比纤毛更长的细丝。

3. 摄食过程的观察

用牙签挑取少许洋红粉末到载玻片上，再在上面放少许棉花纤维，然后吸取一滴草履虫培养液滴于棉花纤维上，盖上盖玻片观察。

高倍镜下可以见到：洋红粉末沿着口沟进入胞口、胞咽，并聚集在胞咽底部，逐渐形成小泡，小泡长大后脱离胞咽形成食物泡。食物泡在原生质内流动，不能消化的食物残渣由胞肛排出。

二、沼虾的观察

1. 头胸部

沼虾头胸部由头部5个体节和胸部8个体节愈合而成，外被头胸甲。头胸甲为较坚硬的几丁质外骨骼。头胸甲背面前端有一长而尖的额剑，额剑上下缘均具齿。头部前端有复眼一对，位于可活动的眼柄上。复眼由许多小眼组成（注意小眼表面成什么形状）。头胸甲的中间有一条横沟，称为颈沟。颈沟后下方的头胸甲部分称为鳃盖，鳃盖下方与体壁分离，形成一空腔，称为鳃腔，内有虾鳃（注意每侧虾鳃着生的位置和数量）。头胸甲背面正后方为胸区，里面有一个三角形的心脏。

2. 腹部

沼虾腹部由7个体节组成，具有关节，可以伸直、弯曲。最后一节为尾节，腹面具有一纵裂的肛门。每一体节的外骨骼可以分为背面的背板和腹面的腹板，以及两侧下垂的侧板。在沼虾腹面正中央有时可以见到腹板内有一条带有色素斑点的束状物，为腹神经束。

3. 附肢的解剖观察

沼虾除尾节外，每节具有一对分节的附肢，一共具有19对附肢（图1-2）。除第一对附肢（小触角）为单肢型外，其余附肢为双肢型。双肢型附肢由原肢、外肢及内肢组成。用镊子由身体后端向前方依次把一侧的腹肢取下，放在培养皿内，并仔细辨认各个附肢。每一对附肢具有各自特殊的功能：第1触角具有嗅觉、触觉和平衡功能；第2触

行器官；腹肢是游泳器官。

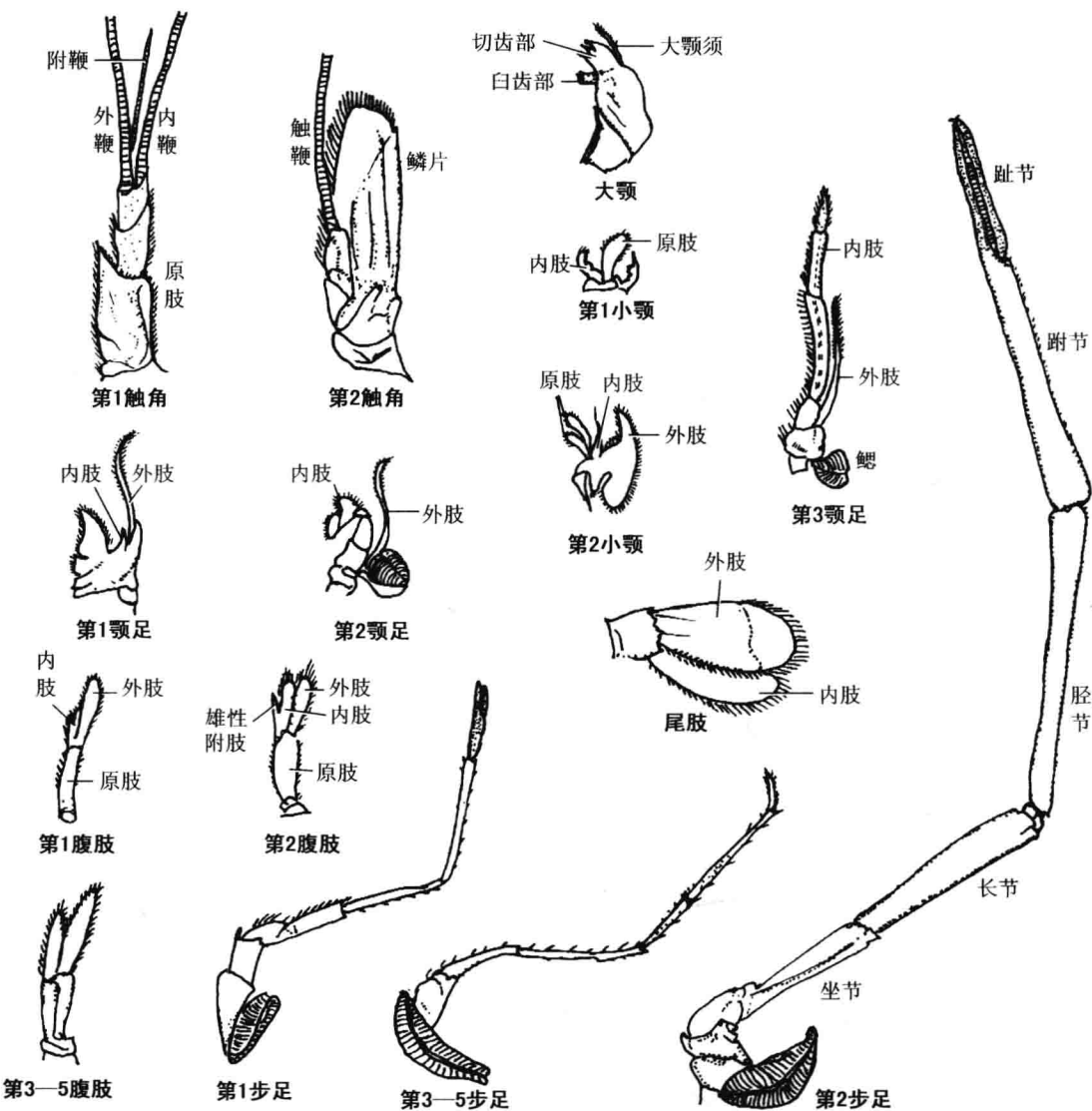


图 1-2 沼虾的附肢 (自姜乃澄等, 2001)

(1) 头胸部附肢

第1触角(小触角):末端具有内外2条触鞭,外鞭内侧又有一短小的附鞭。

第2触角（大触角）：外肢为长方形的鳞片，内肢为触鞭。

大顎：原肢形成咀嚼器，分为扁平而边缘有数枚小齿的切齿部，以及圆而具有小突起臼齿部。

第1小顎：呈小片狀。內肢短小在外側。

第2小颚：内肢细小，外肢宽大成叶片状，具有激动水流、帮助呼吸的作用。

第1颚足：宽大，内肢小，外肢细长。

第2颚足：内肢分5节，外肢细长。

第3颚足：相互愈合，内肢3节，外肢细长。

步足：5对，其中第2步足最为强壮。第1、2对步足末端呈钳状，第3—5步足末端呈爪状。

(2) 腹部附肢

第1腹肢：外肢较长，内肢短小。

第2腹肢：外肢稍长于内肢，内肢具有一短小的内附肢。雄性个体在内附肢背面还具有1雄性附肢。

第3—5腹肢：内肢2节，外肢略长于内肢，内肢均具内附肢。

尾肢：腹部第6对附肢，原肢粗大，内外肢宽大，与尾节构成尾扇。

实 验 建 议

日本沼虾也可以用其他虾类替代，如中国明对虾 (*Fenneropenaeus chinensis*)。

(卢建平 周 宏)

实验2 人工琥珀标本的制作

实验目的

通过学习制作人工琥珀昆虫标本，了解制作昆虫观赏标本的一种方法。

基础知识

昆虫标本的制作方法一般包括：针插干制标本制作法，蝶蛾类昆虫插针展翅法，幼虫标本浸制法，生态标本制作法，成虫剖腹干制法，微小型昆虫标本制作法，昆虫标本还软法等。

琥珀是由古代植物分泌物所形成的一种遗物化石，而琥珀中的昆虫则是一种身体未变的遗体化石。数万年前，松树的松脂流到地面时凝聚成块，树脂逐渐失去挥发成分并聚合、固化形成黄色或其他颜色的透明状或半透明的琥珀。如果松脂正好滴在蚂蚁、蜘蛛

蛛等小动物身上或这些小动物被松脂粘住，形成的琥珀内部就包有这些小动物。

人工琥珀标本是一种具有欣赏价值的观赏标本。人工琥珀标本的制作是利用透明或半透明的树脂或高分子材料，通过聚合把固定好的动植物标本包埋在树脂当中。

实验材料

果蝇 (*Drosophila melanogaster*) 固定标本

试剂与器材

1. 试剂

松香，乙醇，甲基丙烯酸甲酯。

2. 器材

烧杯，量筒，锥形瓶，玻璃棒，电炉，镊子，解剖针，天平，水浴锅，铁架台，铁夹，药匙，温度计，干燥器，玻璃模具，光面硬纸盒，塑料模具。

实验操作

一、以松香为材料

1. 熔化松香

将松香（大约 100 g 松香包埋一块标本）放在烧杯内，加入约占松香质量 10% 的乙醇，在酒精灯的石棉网上加热（若温度太高，松香颜色会加深），用玻璃棒不断搅拌，直到松香熔化，并使乙醇基本上蒸发掉。

2. 制膜

用硬纸折好各种形状的小纸盒，作为包埋用的模具，并在纸盒内衬一层蜡纸。

3. 包埋

选择肢体完整、色泽鲜艳的果蝇固定标本，经过整姿及清洁工作后放入小纸盒内，再把熔化的松香慢慢倒入盒内。

4. 整形

当松香凝结变硬以后，撕去纸盒，用解剖刀小心地削去标本四周的多余部分。这时只有琥珀标本的上面透明，可以看清楚里面的昆虫，而其余的 5 面是不透明的。

5. 洗涤

用手指蘸少许乙醇，在标本不透明的地方反复摩擦，直到看上去透明为止，然后晾干。洗涤一般在 3 ~ 4 min 内完成，否则松香会融化。

6. 保存

人工琥珀昆虫标本不怕虫蛀、不生霉，但松香质地较脆、易碎，需仔细保存。

二、以有机玻璃为材料

1. 树脂

有机玻璃原材料为甲基丙烯酸甲酯。未经预聚合的甲基丙烯酸甲酯单体为无色透明液体；经过预聚合的甲基丙烯酸甲酯为无色透明的黏稠液体，在高温下逐渐聚合硬化，只有在5℃的低温下才能保持液体的状态。甲基丙烯酸甲酯在偶氮二异丁氰引发剂的作用下于86~92℃预聚合1~1.5h，即可达到约20%的聚合率。

2. 包埋标本

将事先采集并整形的新鲜昆虫标本浸入甲基丙烯酸甲酯单体中1h以上，使虫体完全浸透。

选取有一定硬度，且不与甲基丙烯酸甲酯发生反应的塑料模具，模面要光滑齐整。模具大小视标本大小而定，略大于标本即可。浇底板前要将模具擦拭干净。浇铸时，将经过预聚合的甲基丙烯酸甲酯沿玻璃棒倒入模具内，厚度以不超过虫体厚度的一半（0.5cm）为宜。将昆虫标本从甲基丙烯酸甲酯单体中取出，并平整地放在模具中预聚合的甲基丙烯酸甲酯上，用镊子整理虫体的位置和姿态。然后，把模具平衡地放入密封的干燥器中。经过1~2d后，用解剖针试探甲基丙烯酸甲酯聚合程度，如果已聚合成半固体但尚未完全硬化，再注入0.5cm的预聚合的甲基丙烯酸甲酯，放在干燥器中聚合。重复上过程，直至标本全部被包埋为止。但如果是鳞翅目的标本，则必须一次包埋完毕。

3. 整理标本

待标本硬化后，从模具内取出琥珀标本。然后对不平整的边缘等地方稍作修饰整理，如再用抛光机打磨抛光，效果更佳。将制成的琥珀放在特制的标本盒内保存。用此法制得的琥珀标本，晶莹透亮，栩栩如生。

实验建议

实验材料可以选择其他肢体完整、色泽鲜艳、外表皮比较坚硬的小型昆虫的成虫。

（卢建平 周 宏）

第二单元 植物学实验

实验3 藻类植物的观察

实验目的

通过观察一些藻类植物来认识微细的植物个体形态，学习普通光学显微镜的使用方法 & 微细植物体的显微标本制作方法，了解对植物形态进行记录的方法。

基础知识

藻类植物是一群具有光合色素并能独立生活的原植体植物。植物体型多样，有单细胞个体、多细胞群体、多细胞丝状体及叶状体（图3-1）。藻类植物体的大小差别很大，小的只有几微米，在显微镜下才能看到，大的不仅肉眼可见，且有的种类可达60 m以上。

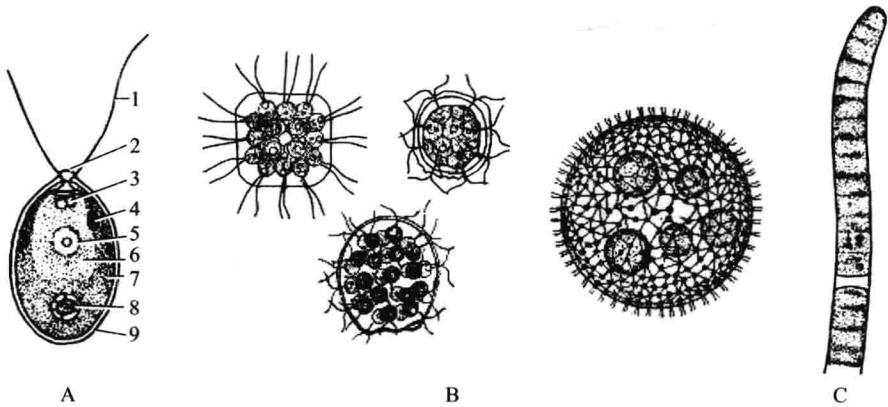


图3-1 藻类植物形态

- A. 单细胞藻类（1. 鞭毛；2. 乳突；3. 伸缩泡；4. 眼点；5. 细胞核；6. 细胞质；7. 杯状叶绿体；8. 蛋白核；9. 细胞壁）；B. 多细胞群体；C. 多细胞丝状体

普通光学显微镜是常用于观察微细植物体形态及生物体内部结构的光学仪器（其构造与使用方法请注意教师的具体讲解）。用于显微镜下观察的标本称为显微标本，它要求被观察物达到一定的薄度并被放置于载玻片与盖玻片之间。

植物体形态结构的记录方法主要有3种：①文字描述法，即用文字描述植物体的形态、结构特征而形成记录的方法。②生物绘图法，按所观察植物体各组成部分的比例，如实绘制其形态、结构的图像而形成记录的方法。③显微拍摄法，利用显微拍摄系统直接将所观察到的植物体形态、结构拍摄成图像而形成记录的方法。

实验材料

1. 永久制片

鼓藻属（*Cosmarium*）植物制片，栅藻属（*Scenedesmus*）植物制片。

2. 新鲜材料

与鱼腥藻属（*Anabeana*）植物共生的满江红植物体，颤藻属（*Oscillatoria*）植物。

试剂与器材

普通光学显微镜，载玻片，盖玻片，镊子，解剖针，刀片，吸水纸，水等。

实验操作

一、藻类植物永久制片的观察

利用普通光学显微镜仔细观察鼓藻、栅藻的制片，绘图记录下它们的形态。

二、鱼腥藻与颤藻的活体观察

1. 鱼腥藻的观察

取少量满江红的叶片放在干净的载玻片上，用镊子柄将叶片压碎，加少量蒸馏水，盖上盖玻片，隔一层吸水纸用大拇指将材料压平，吸去盖玻片周边多余的水，置于显微镜下观察。

2. 颤藻的观察

用镊子或解剖针挑取少量颤藻放在载玻片上的水滴中，用镊子或解剖针将藻体轻轻分开，盖上盖玻片，吸去盖玻片周边多余的水，置于显微镜下观察。

实验建议

1. 如果学生没有使用过普通光学显微镜或对其不熟悉, 教师须首先介绍普通光学显微镜的使用方法和注意事项, 使学生能熟练使用。
2. 藻类植物是学生平时不易见到的植物类群, 因此要注意指导学生对藻类植物形态的认识和判别。

(黄爱军)

实验4 种子与花的解剖

实验目的

通过解剖被子植物的种子和花来认识与植物繁殖相关的器官的结构特征, 学习花部特征的记录方法——花程式记录法, 学习使用体视显微镜。

基础知识

种子是种子植物的繁殖器官之一, 其基本结构包括: 种皮、胚及胚乳 (图 4-1)。其中种皮与胚是所有种子所具有的, 胚乳在有些种子中没有。胚由胚芽、胚根、胚轴和子叶组成。根据胚中子叶的数目和种子中胚乳的有无, 将种子分为几种类型: 双子叶有胚乳种子 (具 2 片子叶、有胚乳)、双子叶无胚乳种子 (具 2 片子叶、无胚乳)、单子叶有胚乳种子 (具 1 片子叶、有胚乳)、单子叶无胚乳种子 (具 1 片子叶、无胚乳)。

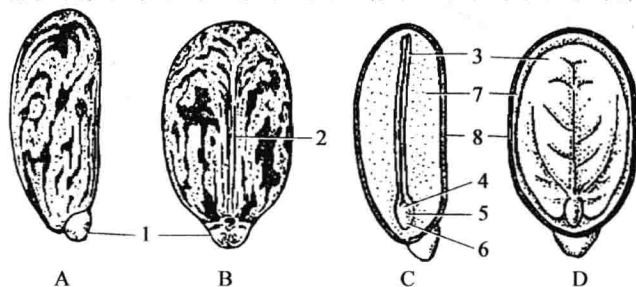


图 4-1 蓖麻种子的结构

A. 种子外形侧面图; B. 种子外形腹面图; C. 与子叶面垂直的正中纵切; D. 与子叶面平行的正中纵切

1. 种阜; 2. 种脊; 3. 子叶; 4. 胚芽; 5. 胚轴; 6. 胚根; 7. 胚乳; 8. 种皮

花是被子植物的繁殖器官之一，其基本组成包括：花柄、花托、花萼、花冠、雄蕊群及雌蕊群（图4-2，图4-3）。花各部分的形态特征常用一个由字母、符号及数字所组成的式子（花程式）来表示，如苹果花的花程式为 $\phi * K_{(5)} C_5 A_{\infty} \overline{G}_{(5,5,2)}$ 。具体内容如下：

（1）字母及含义 P表示花被；K表示花萼；C表示花冠；A表示雄蕊群；G表示雌蕊群。

（2）符号及含义 *表示辐射对称；↑表示两侧对称；♂表示雄花；♀表示雌花；♂♀表示两性花；（）表示连合；+表示多轮； $\underline{G}$ 表示子房上位； $\overline{G}$ 表示子房下位； $\underline{\overline{G}}$ 表示子房半下位。

（3）数字 “0”表示缺少或退化；“∞”表示数目在10个以上或数目不定。雌蕊符号G后有3个数字分别代表：心皮数、子房室数、每子房室中的胚珠数。

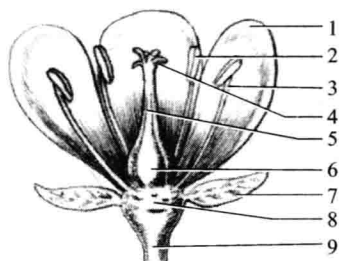


图4-2 花的组成

1. 花瓣；2. 花药；3. 花丝；4. 柱头；5. 花柱；
6. 子房；7. 花萼；8. 花托；9. 花柄

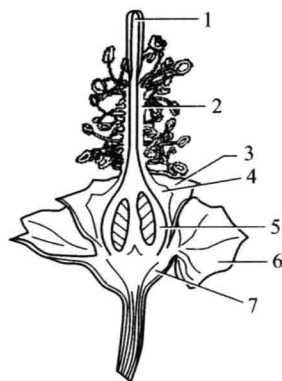


图4-3 棉花的纵切面

1. 柱头；2. 雄蕊柱；3. 花萼；4. 花瓣；5. 子房；
6. 副萼；7. 花托

体视显微镜是用于实体解剖类型的显微镜，可直接在镜下边解剖边观察，常用于细小生物、器官的解剖观察与研究（其构造与使用方法由教师具体讲解）。

实验材料

1. 永久显微标本

小麦（*Triticum aestivum* L.）种子纵切制片。

2. 新鲜材料

油菜（*Brassica campestris* L.）的种子（或其他植物的种子），2~3种植物的花。

试剂与器材

体视显微镜，普通光学显微镜，载玻片，镊子，解剖针，刀片，吸水纸，水等。