

主编 黄 海 丁道群

中学生物学实验技术

湖南教育出版社

中学生物学实验技术

主编：黄 海 丁道群

编委：黄 海 丁道群

孙药华 陈临军

杨曼利 曾庆里

刘永吉 黎 芳

丁 颀 李青兰

张秀明

湖南教育出版社

中学生物学实验技术

丁道群 黄 海 主编

责任编辑：刘百里

湖南教育出版社出版发行（东风路附1号）

湖南省新华书店经销 湖南省新华印刷二厂印刷

787×1092毫米 32开 印张：17.5 字数：390,000

1993年2月第1版 1993年2月第1次印刷

ISBN 7—5355—1546—0/G·1541

定 价：6.80元

前 言

生物学是一门以实验为基础的科学，离开了实验，生物学将无法进行教与学，生物学本身也不可能产生和发展。

重视中学生物课的实验教学，是提高生物学教学质量的重要一环。学生在教师的指导之下，在实验室、实验园地或野外，应用仪器和设备进行独立操作，观察生物标本和实物，自己动手采集、解剖、观察、分析、讨论、研究，才能牢固地掌握生物的形态、结构、机能、生态和分类等基本知识，同时掌握生物实验的一些基本技能和方法。也只有这样才能激发学生的学习兴趣，使学生把实验操作中动脑、动手和动脑有机地结合起来，总之，生物学实验使学生把掌握基础知识和训练基本技能与发展智力和培养能力结合起来，因此，对提高教学质量是十分重要的。在实验中还可以培养学生分析问题和解决问题的能力，培养严谨认真的工作作风。

编写本书的目的，是为了帮助中学教师和学生解决实验中遇到的困难。本书共分五大部分：实验仪器、基本实验、实验技术、课外小实验和附录。实验仪器部分介绍了常用仪器的使用方法，有些还介绍得比较具体，实用。如显微镜高倍油镜头的使用，许多人就不会，或错误使用，尤其在滴香柏油时，只知道滴在油镜头与盖玻片之间，而忽略了在聚光器与载玻片之间也要滴香柏油。这样才能发挥显微镜的最佳放大倍数、提高

分辨率。基本实验部分，对实验材料的采集、模型、标本的制作，仪器、药品的准备都作了详细的叙述。有些实验，介绍得很清楚、具体，这是为了给学生和教师提供丰富的参考资料，有利于准备好实验和做好实验。课外小实验部分是为了帮助师生搞好课外活动而专门设置的，学生可以在教师指导下，或独立的进行实验，这样可提高学生的学习兴趣。附录部分内容较丰富，可供不同读者的需要，查找有关的材料。

1993年，我国将第一次派队参加国际中学生生物奥林匹克竞赛。竞赛的主要内容之一，就是生物学实验，它占总分的50%，能否得到金牌，生物学实验能否做得圆满，这是重要的一环。本书可为准备各种类型竞赛的师生提供参考。由于作者水平有限，生物学实验技术包罗万象，编写中难免有谬误之处，恳请读者批评指正，不胜感激！

作者

1992年9月于北京

目 录

实验仪器

一、生物显微镜	(1)
附：显微镜清洁剂的配制、使用、保存	(11)
二、立体显微镜	(12)
三、轮转式切片机	(16)
附：半导体冰冻机的使用方法	(18)
四、光电比色计	(22)
五、酸度计	(27)
六、幻灯机	(31)
七、恒温箱	(33)
八、电冰箱	(37)
九、高压蒸气灭菌器	(42)

基本实验

实验一 植物形态解剖制片法	(45)
实验二 植物细胞的观察	(54)
实验三 植物组织的观察	(61)
实验四 根的观察	(63)
实验五 茎的观察	(66)
实验六 叶的观察	(68)
实验七 花的观察	(70)

实验八	植物组织含水量的测定	(71)
实验九	蒸腾强度的测定	(73)
实验十	叶面积测定	(74)
实验十一	植物组织水势的测定	(75)
实验十二	植物灰分元素分析	(77)
实验十三	比色法测定叶绿体含量	(80)
实验十四	光合强度的测定(半叶法)	(82)
实验十五	呼吸强度的测定	(84)
实验十六	植物细胞成分的组织化学鉴定	(86)
实验十七	植物组织中酶的定位鉴定	(90)
实验十八	花粉生活力的速测	(93)
实验十九	种子生活力的速测(染色法)	(94)
实验二十	植物激素类物质的应用	(97)
实验二十一	破除休眠促进枝条冬季开花	(101)
实验二十二	植物标本的采集和制作	(102)
实验二十三	叶片托印及叶脉标本的制作	(108)
实验二十四	营养繁殖	(111)
实验二十五	大型真菌的采集、培养、标本制作和保藏	(117)
实验二十六	水生藻状菌的采集、培养和观察	(129)
实验二十七	藻类的采集、标本的制作和保藏	(134)
实验二十八	藻类的分离和培养	(147)
实验二十九	草履虫的采集、培养和观察	(156)
实验三十	大变形虫的采集、培养和观察	(161)
实验三十一	绿眼虫的采集和观察	(164)
实验三十二	水螅的采集、饲养和观察	(167)
实验三十三	真涡虫的采集、饲养和观察	(171)

实验三十四	寄生蠕虫卵的检查.....	(176)
实验三十五	环毛蚓的外形和内部构造.....	(180)
实验三十六	蝗虫的外形和内部构造.....	(187)
实验三十七	鲤鱼的内脏解剖.....	(194)
实验三十八	蟾蜍的内脏解剖.....	(198)
实验三十九	乌龟的内脏解剖.....	(204)
实验四十	家鸽的内脏解剖.....	(208)
实验四十一	家鸽的骨骼系统.....	(214)
实验四十二	家兔的内脏解剖.....	(218)
附：生态平衡.....		(225)
实验四十三	昆虫标本的采集.....	(229)
实验四十四	昆虫标本的制作.....	(233)
实验四十五	两栖、爬行动物的采集.....	(239)
实验四十六	两栖、爬行动物标本的处理和保存.....	(243)
实验四十七	鱼类骨骼透明标本制法.....	(245)
实验四十八	鱼类剥制标本制法.....	(247)
附：鱼类浸制标本.....		(250)
实验四十九	鸟类剥制标本制法.....	(251)
实验五十	石蜡切片介绍.....	(268)
实验五十一	用新鲜材料观察四种基本组织.....	(273)
实验五十二	红细胞比容.....	(275)
实验五十三	血液凝固及影响血液凝固的因素.....	(276)
实验五十四	渗透压对血细胞形态的影响.....	(278)
实验五十五	血液流动的观察.....	(280)
实验五十六	血涂片的制作与观察.....	(283)
实验五十七	细胞运动的观察.....	(285)
实验五十八	血型的鉴定.....	(286)

实验五十九	唾液对淀粉的作用	(288)
实验六十	胃液对蛋白质的消化作用	(290)
实验六十一	小肠的吸收功能	(292)
实验六十二	甲状腺和碘对蝌蚪变态的影响	(293)
实验六十三	蛙(或蟾蜍)生骨神经腓肠肌标本制作	(295)
实验六十四	蟾蜍心搏过程的观察与描记	(298)
实验六十五	脊髓反射与反射弧分析	(300)
实验六十六	去大脑半脑鸽的观察	(303)
	附: 家鸽一侧迷路破坏的效应	(305)
实验六十七	摘除鼠的肾上腺对动物的影响	(306)
实验六十八	破坏鼠一侧小脑的影响	(309)
实验六十九	小动物条件反射的建立	(310)
实验七十	兔综合实验	(314)
	附: 呼吸中枢的定位	(318)
实验七十一	妊娠试验	(319)
实验七十二	人唾液分泌条件反射	(320)
实验七十三	人体几种反射的简易检查	(321)
实验七十四	盲点的检查与测量	(323)
	附: 青少年体格检查	(324)

实验技术

一、常用实验动物和实验基本知识	(335)
二、常用溶液的配制	(354)
三、生物试验统计方法	(364)

课外小实验

一、蚯蚓的视听反应	(393)
二、昆虫用什么辨滋味	(396)

三、昆虫有两种眼睛·····	(397)
四、蜜蜂分辨颜色的本领·····	(399)
五、蜜蜂分辨香味的本领·····	(401)
六、鱼能分辨颜色吗? ·····	(403)
七、鱼能听到声音吗? ·····	(405)
八、改良土壤的能手·····	(407)
九、昆虫的行走表演·····	(410)
十、蜜蜂真会嗡嗡叫吗? ·····	(412)
十一、蜜蜂飞行时的能量消耗·····	(414)
十二、蜗牛的力气有多大? ·····	(416)
十三、鱼怎样停留在一定的水层? ·····	(418)
十四、鱼身上的“桨”和“舵”·····	(420)
十五、怎样测定蜜蜂的产蜜量? ·····	(423)
十六、蚂蟥、泥鳅识天气·····	(425)
十七、虾和蟹怎样呼吸? ·····	(427)
十八、昆虫怎样呼吸? ·····	(428)
十九、龙虱的氧气瓶——贮气背囊·····	(430)
二十、孑孓的呼吸管·····	(432)
二十一、有肺的螺和有鳃的螺·····	(433)
二十二、离开了水的鱼·····	(435)
二十三、从鱼鳔到蛙肺·····	(437)
二十四、蛙身上的“活风箱”·····	(438)
二十五、蛙的皮肤呼吸·····	(440)
二十六、蛋壳上的小孔有什么用? ·····	(442)
二十七、血液内的基本成员·····	(444)
二十八、凝血的秘密·····	(446)
二十九、血液都是红色的吗? ·····	(448)

三十、动脉血和静脉血的检定·····	(450)
三十一、怎样证明血液里有铁质? ·····	(452)
三十二、生理盐水·····	(453)
三十三、离开了身体的心脏还能跳动吗? ·····	(455)
三十四、钠、钾、钙盐对心跳的影响·····	(457)
三十五、心跳与温度高低的关系·····	(459)
三十六、滴水“世界”下的一个镜头·····	(461)
三十七、身戴“指环”的动物·····	(463)
三十八、蚯蚓的再生能力·····	(465)
三十九、蝶的一生·····	(468)
四十、给菜粉蝶指定产卵的地点·····	(470)
四十一、蚜虫的孤雌生殖·····	(471)
四十二、昆虫的求偶·····	(473)
四十三、鱼鳍剪掉了能再生吗? ·····	(475)
四十四、鱼的年龄推算·····	(476)
四十五、让鲤鱼和鲫鱼配亲·····	(478)
四十六、金鱼的人工杂交·····	(480)
四十七、吃素的蝌蚪和吃荤的蝌蚪·····	(482)
四十八、蛙卵怎样变成蝌蚪? ·····	(484)
四十九、燕子的生活·····	(486)
五十、侧面观察·····	(489)
五十一、细菌的形态观察·····	(491)
五十二、微生物的培养·····	(493)

附录

一、中学生物学实验常用的仪器、玻璃器皿和药品 ·····	(496)
二、中学生物学实验常用的标本和模型·····	(503)

三、一些国家的国鸟·····	(506)
四、地质年代表·····	(509)
五、我国主要自然保护区·····	(510)
六、常用度量衡表和换算·····	(516)
七、与医学有关的计量单位·····	(517)
八、中国珍稀濒危保护植物名录·····	(523)
九、国家重点保护野生动物名录·····	(539)
十、希腊字母表·····	(545)
主要参考书目·····	(546)

实验仪器

一、生物显微镜

生物显微镜是精密的光学仪器，它的结构比较复杂，类型也比较多，但其基本原理和基本结构则大同小异，都是由光学系统和机械装置两部分组成的。常用的叫复式明视野显微镜。

(一)生物显微镜的光学系统

光学系统是显微镜的重要组成部分，由下列各部件构成：

1. 目镜

(1) 目镜的用途：①目镜能使物镜映来的放大的倒立实像，再次加以放大；②目镜能校正物镜余留下来的球面像差和色差；③目镜可将物像投射到一定的位置上，便于作显微放映和显微照相。

(2) 目镜的组成：显微镜的目镜一般是由两块或两块以上的平凸透镜组合而成。上面与眼镜接触的叫接目透镜，下面的透镜叫视野透镜或场镜。在两块透镜的中间或在视野透镜的下面装有一个金属圆环，叫做光栏。在光栏上面可以安放目镜测微尺，供显微测量使用，有时可将睫毛粘在光栏上，用它来指示标本构造的某一部分。

(3) 目镜的种类：①负目镜：负目镜的结构如图1所示。生物显微镜一般都配有这种目镜。负目镜是由两块平凸透镜组成，并

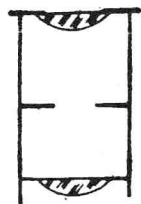


图1 负目镜纵剖面示意图

且其凸面均向下安装。光栏安装在这两个透镜中间。

视野透镜的作用是汇聚由物镜射来的光线，并使之聚焦成像于光栏处；接目透镜的作用是物镜映来的像，再次放大成像；

②正目镜：正目镜的结构如图2所示。这种目镜同样是由两块平凸透镜组成，不过它的两块透镜的凸面是对着安装的，光栏也移在视野透镜的下面，由物镜映来的像也落在视野透镜下面的光栏处。③补偿目镜：补偿目镜的结构如图3所示。这种目镜的结构比较复杂，它能把复消色差物镜带来的残留色差消除。研究用显微镜或宽视场显微镜均使用此种目镜。

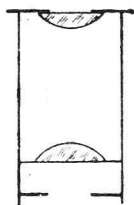


图2 正目镜纵剖面示意图

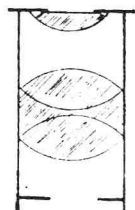


图3 补偿目镜纵剖面示意图

4) 目镜的放大倍数：显微镜的放大倍数和目镜的放大倍数有关系。一般每台显微镜都配有 $5\times$ 、 $10\times$ 、 $15\times$ 等不同放大倍数的目镜，每个目镜的放大倍数都在其上面注明。目镜的放大倍数(M)可用下式计算：

$$M = \frac{250 \text{ 毫米 (明视距离)}}{f \text{ 毫米 (目镜焦距)}}$$

明视距离就是指从眼球的晶状体到目镜所放大的虚像之间的距离，明视距离为250毫米。

例如：目镜焦距为25毫米时，求这个目镜的放大倍数：

$$M = \frac{250 \text{ 毫米}}{25 \text{ 毫米}} = 10\times$$

显微镜的分辨力和镜像亮度有关系，而镜像亮度又与目镜

的放大倍数有关系，目镜的放大倍数越高，镜像亮度就越低，如 $15\times$ 的目镜的亮度，要比 $5\times$ 的目镜的亮度低7倍。如果用目镜 $5\times$ 与物镜 $40\times$ 配合使用时，其总放大倍数为 $200\times$ ；若用目镜 $20\times$ 与物镜 $10\times$ 配合使用，其总放大倍数也是 $200\times$ 。但是，后者的亮度比前者低9倍，因此后者的分辨力不如前者高。

在与一定放大倍数的物镜配合使用时，必须选择一个最高的和最合适的目镜的放大倍数，选择的方法可用下式计算：

$$M = \frac{1000 \times N \cdot A (\text{物镜的数值孔径})}{W (\text{物镜的放大倍数})}$$

例如，在使用 $100\times$ 的物镜时，所配用目镜的最高放大倍数应为：

$$M = \frac{1000 \times 1.25}{100} = 12.5\times$$

上式说明，在使用 $100\times$ 物镜($N \cdot A = 1.25$)时，配用最高和最适宜的目镜的放大倍数为 $12.5\times$ 。如果目镜的放大倍数超过 $12.5\times$ 时，则镜像亮度变暗，分辨力降低；若目镜的放大倍数低于 $12.5\times$ 时，则使显微镜总放大倍数降低，这是使用显微镜时应当注意的问题。

2. 物镜

(1) 物镜的作用：物镜是显微镜的最重要的组成部分。它能把微小的物体或微细的结构清楚地加以放大，即可获得第一次放大的倒立的实像，并把其投射到目镜的光栏处。物镜的放大倍数愈高，它的结构就愈复杂。

(2) 物镜的种类：①消色差物镜：生物显微镜的物镜多为消色差物镜，即物镜的每一块透镜，都是由一片双凸透镜和一片平凸透镜粘合而成，如图4所示。



图4 消色差物
镜镜片

双凸透镜和平凹透镜两者所产生的球面像差和色像差的方向是相反的，将这两块透镜粘合在一起，可使它们的色像差相抵消，所以称为消色差镜片。消色差物镜是由消色差镜片组成的。②复消色差物镜：复消色差物镜，即能消除色像差，又能消除球面像差。研究用显微镜均配有这种物镜。由于复消色差物镜不能将色差完全消除，还必须配合补偿目镜使用，以除掉这种物镜的残留色差。复消色差物镜的结构如图5所示。

(3) 物镜的放大倍数：物镜的放大倍数，均标注在物镜镜头上。放大倍数由 $5\times$ 至 $20\times$ ，为低倍物镜； $40\times$ 至 $80\times$ 为高倍物镜； $90\times$ 至 $100\times$ 为油镜。

物镜的放大倍数(W)可用下式计算：

$$W = \frac{160 \text{ 毫米 (光学筒长)}}{f \text{ 毫米 (物镜焦距)}}$$

例如，物镜的焦距是16毫米，与160毫米筒长的显微镜配合使用，此时物镜的放大倍数为：

$$W = \frac{160 \text{ 毫米}}{16 \text{ 毫米}} = 10\times$$

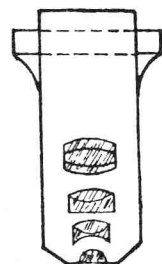


图5 复消色差物镜剖面示意图

光学筒长，是由物镜的上焦点平面到目镜的下焦点平面之间的距离。光学筒长一般为160毫米，也有170毫米长的。

显微镜的总放大倍数，等于目镜的放大倍数乘以物镜的放大倍数。

(4) 物镜的数值孔径：数值孔径又称镜口率，常用 $N\cdot A$ 或 A 来表示。物镜的数值孔径愈大，其吸收光量亦愈多，分辨率也愈高。物镜的数值孔径等于物镜与标本之间介质的折射率(n)和二分之一镜口角的正弦之乘积，

$$N\cdot A = n \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

常用物镜的放大倍数与数值孔径对应表

物镜的放大倍数	2.5×	5×	10×	20×	40×	60×	100×
数值孔径(N·A)	0.08	0.10	0.28	0.40	0.65	0.85	1.25

(5) 物镜的分辨力：物镜的分辨力是指分辨被检查物体细微结构的能力，即分辨微小物体两点之间的最短距离的本领。物镜的分辨力和数值孔径有关系，数值孔径愈大，吸收的光量就愈多，镜像亮度就愈高，标本像就愈清晰。即数值孔径和分辨力成正比。显微镜的分辨力公式如下：

$$R = \frac{\lambda \cdot C}{2 \times N \cdot A}$$

R：两点之间的最短距离(毫微米)

λ ：选用光线的实际波长

C：常数为1.22

N·A，物镜的数值孔径

光学显微镜的分辨力和物镜的数值孔径有关系，还与选用的光线波长有关系。可见光的波长 λ 为400—700毫微米。根据分辨力公式，只有减少使用光线的波长才能提高分辨力。如选用的 $\lambda=550$ 毫米，物镜的N·A=1.25时，其最高分辨力为：

$$R = \frac{\lambda C}{2 \times N \cdot A} = \frac{550 \times 1.22}{2 \times 1.25} = 268.4 \text{ (毫微米)}$$

光学显微镜的分辨能力是有极限的，根据公式，显微镜的最高分辨力268.4毫微米就是它的分辨极限。268.4毫微米的长度，接近于光线波长的二分之一。光学显微镜是用可见光来看物体的，当光波遇到标本微粒的时候，可能出现两种情况：当标本微粒的长度大于或等于光线波长的二分之一时，标本微粒