

中学生科学素养阅读系列
(由实践爱上理科学学习专辑)

最神奇有趣的 生物实验

鲁志远 邓纪勇 沈娟 汪久佳 郑钥洲 编著

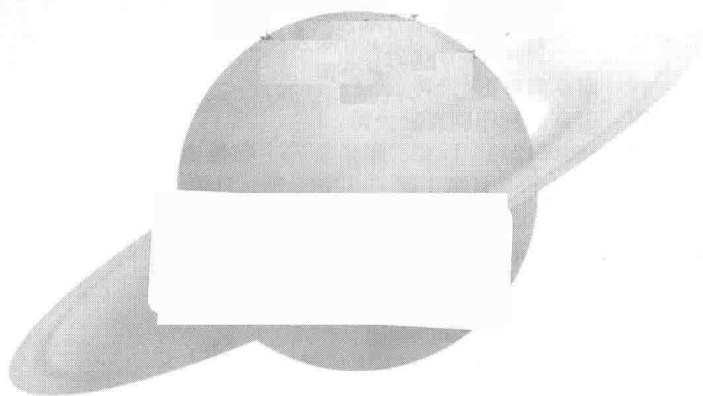


当被问“提高科学素养是否比掌握科学知识更重要”时，诺贝尔物理学奖获得者丁肇中回答：“做科学，尤其是做最前沿的科学，最重要的是兴趣，其他事情都是次要的，只有这样才有可能成功。”

中学生科学素养阅读系列
(由实践爱上理科学习专辑)

最神奇有趣的 生物实验

鲁志远 邓纪勇 沈娟 汪久佳 郑钥洲 编著



南京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

最神奇有趣的生物实验 / 鲁志远等编著. —南京:
南京大学出版社, 2013. 3
(中学生科学素养阅读系列. 由实践爱上理科学学习专
辑)

ISBN 978 - 7 - 305 - 11022 - 1

I. ①最… II. ①鲁… III. ①生物学—实验—青年读
物②生物学—实验—少年读物 IV. ①Q-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 003663 号

出版发行 南京大学出版社
社 址 南京市汉口路 22 号 邮 编 210093
网 址 <http://www.NjupCo.com>
出 版 人 左 健
丛 书 名 中学生科学素养阅读系列(由实践爱上理科学学习专辑)
书 名 最神奇有趣的生物实验
编 著 鲁志远 邓纪勇 沈 娟 汪久佳 郑钥洲
责任编辑 江宏娟 编辑热线 025-83621412
照 排 南京南琳图文制作有限公司
印 刷 南京新洲印刷有限公司
开 本 880×1230 1/32 印张 8.75 字数 206 千
版 次 2013 年 3 月第 1 版 2013 年 3 月第 1 次印刷
ISBN 978 - 7 - 305 - 11022 - 1
定 价 19.00 元
发行热线 025-83594756 83686452
电子邮箱 Press@NjupCo.com
Sales@NjupCo.com(市场部)

* 版权所有,侵权必究

* 凡购买南大版图书,如有印装质量问题,请与所购
图书销售部门联系调换

致读者

ZHI DU ZHE

生物学是国家基础教育中学阶段必修的基础课程,生物学实验教学是生物学教学的重要组成部分,是国家基础教育课程改革的重要内容,是培养学生动手实践能力、创新思维习惯与能力的重要手段,是提高学生生物学素养的重要举措。但在现实教学中,我们发现由于实验条件、评价制度的影响和制约,老师讲实验的多,做实验的少。学生虽然对实验有较为浓厚的兴趣,但为了应付考试,往往也是背实验的多。学校实验课开设率普遍过低,尤其是在农村和西部等教学硬件比较薄弱的地区。市场上关于生物实验的专门书籍可谓寥寥。经过编者的辛苦努力,这本《最神奇有趣的生物实验》终于和读者见面了。

《最神奇有趣的生物实验》之所以最神奇有趣,首先在基础,包含了基本的生物学实验技能讲解,包含了基本的实验动手技巧的讲解,包含了基本的生物学实验原理的运用,甚至包含了基础的观察手段和方法的介绍。

其次在趣味。我们认为趣味是阅读的第一要素,更是科学探索的原始动力。本书中收集了如《叶脉书签的制作》、《水果中维生素C的含量比较》等实验,不仅阐述了一定的生物学道理,而且趣味性浓

郁,简单易操作,是即使在日常生活甚或在家庭中,就可以动手完成的一些小实验。

第三在经典。在人类探索生物学的艰难历程中,无数的生物学爱好者以及科研工作者为此做出贡献,但能像孟德尔、达尔文等在科研探究史上留下浓墨重彩一笔的科学家并不多。孟德尔的遗传实验、恩格尔曼的光合作用实验等之所以堪称经典,要么实验选材科学合理,要么实验方法精辟独到,要么实验设计别具匠心,无不充满着科学家独到的视角,闪耀着科学家智慧的光芒。

第四美在实验本身对人们生活产生巨大影响,甚至对人们现行的道德、法律以及伦理产生巨大冲击。袁隆平的杂交水稻解决了世界近四分之一人口的温饱。试管婴儿的诞生解决了人类的不孕不育的难题,使得成千上万个家庭享受到天伦之乐,而克隆、转基因的成功在让人们对未来充满无限遐想的同时,也让人类充满不安与困惑。

同时,《最神奇有趣的生物实验》所编录的实验都来自中学课本,但又高于课本,为广大生物实验爱好者提供了一本实验参考书。

我们在编撰实验的过程中,还特意增加了一些相关实验的研究背景、科学家介绍、知识链接、延伸阅读以及给我们的一点启示等小的板块,使本书文学性较强。在涉及较多、较深的专业知识的时候,我们尽量使语言通俗化,并配有一些插图,增强直观性,因此也具有了较强的可读性。

但由于编者水平有限,时间也较为仓促,在编写的过程中,可能有一些考虑欠周的地方,有些实验我们无法用语言详细地说出其复杂的实验过程,只能用一些图示表示,或简单介绍大体的实验步骤,甚至可能出现一些错误,敬请读者批评指正。

目 录

MU LU

第一章 观察类	001
第 1 节 普通光学显微镜的使用.....	002
第 2 节 玻片标本的制作.....	007
第 3 节 凸显观察对象的实验方法.....	011
第二章 生物化学类	023
第 1 节 淀粉遇碘液变蓝色.....	024
第 2 节 鉴定细胞内含有还原性糖.....	027
第 3 节 蔬菜水果中的神秘物质——维生素 C ...	029
第 4 节 鉴定细胞内含有脂肪.....	034
第 5 节 鉴定细胞内含有蛋白质.....	036
第 6 节 细胞内 DNA 的粗提取与鉴定	038
第 7 节 血红蛋白的提取与分离.....	041
第 8 节 口水也神奇——唾液消化淀粉的实验	050
第 9 节 制作果胶酶.....	054
第 10 节 验证酶的高效性实验	057
第 11 节 验证酶的专一性实验	058
第 12 节 验证酶的催化效率受温度的影响	060
第 13 节 固定化酶技术	062

第 14 节	固定化细胞技术	065
第三章	细胞类	070
第 1 节	使用光学显微镜观察细胞	070
第 2 节	观察植物细胞的有丝分裂	072
第 3 节	人鼠细胞融合实验	075
第 4 节	植物组织培养	077
第 5 节	克 隆	083
第 6 节	植物体细胞杂交	088
第四章	植物类	092
第 1 节	种子萌发的实验——种子的力量	092
第 2 节	环境污染物的蚕豆根尖微核试验	097
第 3 节	植物茎向光生长	100
第 4 节	乙烯对香蕉的催熟作用	105
第 5 节	解开光合作用之谜	109
第 6 节	植物细胞吸水和失水的实验	117
第 7 节	植物体内有机物的运输——节瘤实验	129
第 8 节	叶绿体中的色素提取和分离	131
第 9 节	植物的呼吸作用产生二氧化碳实验	134
第 10 节	果树的嫁接实验	140
第五章	动物类	145
第 1 节	草履虫的应激性实验	146
第 2 节	坐骨神经—腓肠肌标本的实验	147
第 3 节	皮肤表面触压觉感受器分布的测定实验	150
第 4 节	习惯成自然——条件反射实验	153
第 5 节	瞳孔变化的实验	157

第 6 节	蚂蚁是如何进行信息交流的·····	159
第 7 节	动物心脏灌水实验·····	162
第 8 节	观察小鱼尾鳍内的血液流动·····	165
第 9 节	酒精对水蚤心率的影响·····	166
第 10 节	ABO 血型测定·····	168
第 11 节	“鳍”心协力——观察鱼鳍在游泳中的作用 ·····	172
第 12 节	硬壳蛋变软壳蛋·····	178
第 13 节	小动物呼吸速率的测定·····	180
第 14 节	草鸡蛋胚盘的观察·····	182
第六章	微生物类·····	185
第 1 节	桂花酒酿制作实验·····	185
第 2 节	巴斯德鹅颈瓶实验·····	189
第 3 节	探究酵母菌的呼吸方式·····	192
第 4 节	细菌培养的基本技术·····	195
第 5 节	不同药物的杀菌试验·····	199
第 6 节	家庭酸奶制作·····	201
第 7 节	果酒和果醋的制作·····	204
第 8 节	发酵工程·····	207
第七章	遗传与变异类·····	211
第 1 节	孟德尔的豌豆实验·····	213
第 2 节	肺炎双球菌的转化实验·····	225
第 3 节	噬菌体侵染细菌实验·····	228
第 4 节	DNA 双螺旋结构模型的确立·····	232
第 5 节	DNA 半保留复制方式的确立·····	240
第 6 节	基因工程·····	244

第 7 节	杂交育种.....	252
第 8 节	试管婴儿	255
第八章	进化与生态类.....	260
第 1 节	米勒实验.....	261
第 2 节	制作生态瓶.....	263
第 3 节	调查不同生物种群密度的方法.....	267

1 CHAPTER

第一章

观察类

观察是指人们有目的、有计划地对自然发生状态下或在人为施加作用条件下发生的事物进行认真细致的观看考察,发现并捕捉研究对象所提供的各种信息的研究方法。可分直接观察与间接观察。

直接观察一般是指人们通过自己的感觉器官对客观事物进行直接感知的过程。而间接观察通常是指人们借助观察器具间接获得事物信息的一种感知过程。

观察是科学认识经验层次中第一和基本的认识过程,科学研究的初始阶段往往离不开观察,因为它是外界信息输入的窗口。《昆虫记》就是法布尔以毕生的时间与精力,通过仔细的观察后,将区区小虫的话题书写成多层次意味、全方位价值的鸿篇巨著。《昆虫记》誉满全球,在自然科学史与文学史上都有它的地位,被誉为“昆虫的史诗”,这样的作品在世界文学史上也属空前绝后。“观察、观察、再观察”是前苏联的著名生理学家巴甫洛夫的座右铭。因发明青霉素而获得诺贝尔奖的英国细菌学家弗莱明,在接受奖金时深有感触地说:“我的唯一功劳是没有忽视观察。”

观察是智慧之源。观察不仅是在科学研究中获得成功的不可缺少的前提和基础,也是一种重要的方法和过程,而且还是培养、训练人的思维能力的有效活动方式。观察不可能是孤立的,人在对某一事物或现象进行观察的同时,必然伴随有大脑紧张的思维活动,对通过观察所获得的信息进行初步的分析、加工、整理、总结、判断。这一



系列的思维活动对正在生长发育中的中小学生显得尤为重要。

观察还能够有效地增强人的记忆力。有数据表明：人的记忆力85%靠眼睛，11%靠耳朵，3%和4%靠触觉和嗅觉。人们在进行有目的的观察时，必然要对观察到的现象进行记录、分类、比较，需要交流时还要通过语言或文字进行描述，这些活动都能对大脑皮层中的记忆神经突触进行良性刺激和强化。

综上所述可以看出，观察是对人们进行科学方法、科学意识、科学思维训练的入门课程。有目的地对儿童的观察能力、观察方法进行训练和强化，对人类的发展有非常重要的作用和意义。

人们借助观察的器具很多，解剖器械、放大镜、望远镜等等，不一而足。但如果说对人类的观察产生变革性影响的，显微镜的诞生与发展当之无愧，因为，从此人类对事物的观察进入了微观时代。

第1节

普通光学显微镜的使用



普通光学显微镜的发展

1604年，荷兰眼镜商札恰里亚斯·詹森把两块磨好的透镜同轴间隔一定距离装在铜管子里，用它来观察街道上的建筑物。在当时的条件下，这是一件十分了不起的发明，所以轰动一时。受此启发，詹森制成了有史以来第一架被称为显微镜的复式放大镜，它仅能放大大约20倍。詹森因此成为显微镜的奠基人。

1665年，胡克创造的复式显微镜是早期最出色的显微镜。他用一个半球形单透镜作为物镜，一个平凸透镜作为目镜。镜筒长6英寸，可以拉长，底下还有一只灯用来照明，灯上附装有一个球形聚光

器,可见它是现代显微镜的雏形。荷兰亚麻织品商人安东尼·凡·列文胡克(1632—1723年)自己学会了磨制透镜。他第一次描述了许多肉眼看不见的微小植物和动物。1673—1677年期间,列文胡克制成单组元放大镜式的高倍显微镜,其中9台保存至今。胡克和列文胡克利用自制的显微镜,在动植物机体微观结构的研究方面取得了杰出的成就。列文胡克所制作的显微镜,至今还有一架珍藏在荷兰雷敦大学博物馆内作为陈列品。因此,不少学者主张把荷兰人列文胡克作为显微镜的首创者。

英国物理学家、天文学家罗伯特·胡克一生致力于仪器制造,先后制成了空气唧筒、望远镜和显微镜等多种仪器。他制作了一架能放大40~140倍的复式显微镜,目镜和物镜各由两块透镜组成,胡克用它观察了棉布、纤维、羽毛、家蝇和跳蚤等。他描写跳蚤的形态像“身着闪闪发光的盔甲,上面布满状似豪猪身上的尖刺”。1665年,他撰写出版了《显微镜图志》,其中最著名、最引人注目的要算是木栓组织的细胞图解。他观察到了木栓组织的

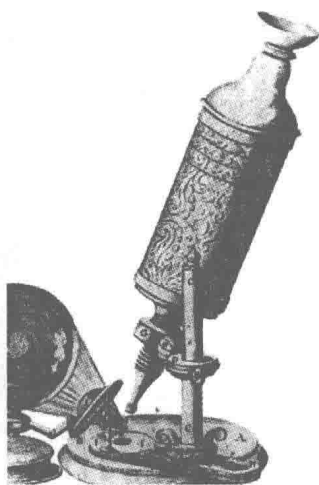


图 1-1-1 列文胡克的显微镜

的细胞壁是排列成许多小格子(或称小室)的状态,于是这位学者将它定名为细胞(cell)。细胞这个名词一直沿用至今。



普通光学显微镜的使用

1. 显微镜的取送:① 右手握镜臂;② 左手托镜座;③ 置于胸前。
2. 显微镜的旋转:① 镜筒朝前,镜臂朝后;② 置于观察者座位



前的桌子上,偏向身体左侧,便于左眼向目镜内观察;③ 置于桌子内侧,距桌沿 5 cm 左右。

3. 对光:① 转动粗准焦螺旋,使镜筒徐徐上升,然后转动转换器,使低倍物镜对准通光孔。② 用手指转动遮光器(或片状光圈),使最大光圈对准通光孔,左眼向目镜内注视,同时转动反光镜,使其朝向光源,使视野内亮度均匀合适。

4. 低倍物镜的使用:① 用手转动粗准焦螺旋,使镜筒徐徐下降,同时两眼从侧面注视物镜镜头,当物镜镜头与载物台的玻片相距 2~3 mm 时停止。② 用左眼向目镜内注视(注意右眼应该同时睁着),并转动粗准焦螺旋,使镜筒徐徐上升,直到看清物像为止。如果不清楚,可调节细准焦螺旋至清楚为止。

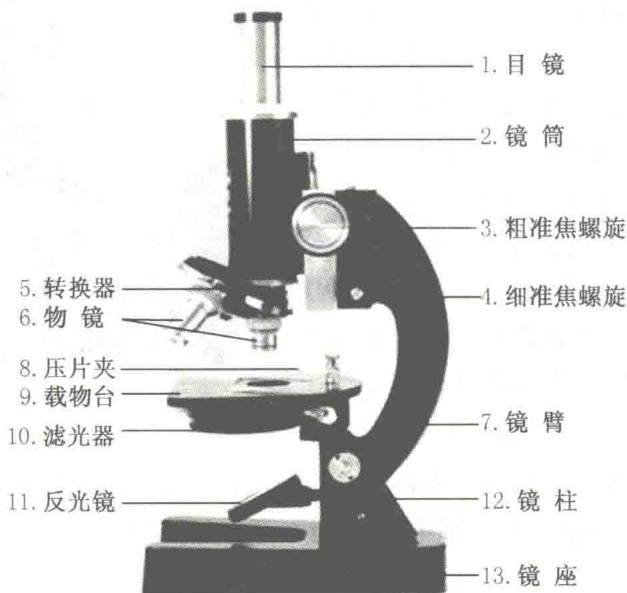


图 1-1-2 普通光学显微镜结构图

5. 高倍物镜的使用:使用高倍物镜之前,必须先用低倍物镜找到观察的物像,并调到视野的正中央,然后转动转换器再换高倍镜。

换用高倍镜后,视野内亮度变暗,因此一般选用较大的光圈并使用反光镜的凹面,然后调节细准焦螺旋。观看的物体数目变少,但是体积变大。

6. 反光镜的使用:反光镜通常与遮光器(或光圈)配合使用,以调节视野内的亮度。反光镜有平面和凹面。对光时,如果视野光线太强,则使用反光镜的平面,如果光线仍旧太强,则同时使用较小的光圈;反之,如果视野内光线较弱,则使用较大的光圈或使用反光镜的凹面。

知识链接

1. 显微镜的放大倍数=物镜放大倍数 $\times$ 目镜放大倍数。
2. 视野中的物像是被观察物体的倒像。
3. 低倍镜放大倍数小,观察的视野大,便于寻找目标;高倍镜放大倍数大,观察的视野小,便于观察目标。
4. 使用较小的光圈和平面反光镜可使视野变暗。反之,使用较大的光圈和凹面反光镜可使视野变亮。
5. 观察时,一般只能使镜筒缓慢上升,因此,观察前,一般要眼看物镜,使镜筒下降至几乎接触载玻片。

延伸阅读

电子显微镜

1937年,德国人鲁斯卡等研制出了第一台电子显微镜。电子显微镜,简称电镜,是根据电子光学原理用电子束和电子透镜代替光束和光学透镜,使物质的细微结构在非常高的放大倍数下成像的仪器。电子显微镜由镜筒、真空装置和电源柜三部分组成。电子显微镜按结构和用途可分为透射式电子显微镜、扫描式电子显微镜、反射式电子显微镜和发射式电子显微镜等。透射式电子显微镜常用于观察那些用普通显微镜不能分辨的细微物质结



构;扫描式电子显微镜主要用于观察固体表面的形貌,也能与 X 射线衍射仪或电子能谱仪相结合,构成电子微探针,用于物质成分分析;发射式电子显微镜用于自发射电子表面的研究;透射显微镜在电子束穿透样品后,再用电子透镜成像放大而得名,它的光路与光学显微镜相仿,可以直接获得一个样本的投影。而扫描显微镜的电子束不穿过样品,仅以电子束尽量聚焦在样本的

一小块地方,然后一行一行地扫描样本。入射的电子导致样本表面被激发出次级电子,显微镜观察的就是这些点散射出来的电子。放在样品旁的闪烁晶体接收这些次级电子,通过放大后调制显像管的电子束强度,从而改变显像管荧光屏上的亮度。显像管的偏转线圈与样品表面上的电子束保持同步扫描,这样显像管的荧光屏就显示出样品表面的形貌图像,这与工业电视机的工作原理相类似。

随后,荧光显微镜、声波显微镜、核磁共振显微镜等又相继问世。它们将光学显微镜只能将物像放大 2 000 倍的能力扩大到 100 万倍。

目前显微镜在世界各国已经得到了高度的发展。不仅如此,随着信息化的发展,显微镜也步入了数字化时代。



图 1-1-3 数字化光学显微镜

第2节

玻片标本的制作

由于在光学显微镜下观察的物体必须是薄而透明的,因此,为了便于显微操作和观察,往往需要把被观察的对象制成玻片标本。



临时玻片标本的制作过程

1. 擦:指的是擦净载玻片,防止载玻片上的杂质等污染物影响观察效果。

2. 滴:主要指在载玻片中央滴加液体。根据所做装片不同,滴加的液体不同。观察的对象如果属于植物或微生物,一般在载玻片中央滴一滴清水;如果属于动物,一般滴生理盐水。

3. 取:指取要观察的物体。

4. 放:将所取的物体放在载玻片液滴的中央。

5. 盖:指盖盖玻片。先使盖玻片的一端接触载玻片的水滴,然后慢慢地放下,防止出现气泡,影响观察效果。

6. 滴:指滴加染色液。染色液滴到盖玻片的一端,滴加得不宜过多。

7. 吸:用吸水纸从盖玻片的另一端吸引,使染液浸透所取物体。如果观察的物体无需染色,则第6、7步骤可以省去。

知识链接

根据实验室制作临时玻片所取物体的形态和方法不同,实验观察的玻片标本可分三种:切片——生物体上切取的薄片制成,



如菠菜叶纵切面切片制作；装片——从生物体上撕取或挑取的材料制成，如洋葱鳞片叶表皮细胞装片和人口腔上皮细胞装片制作；涂片——液体的生物材料涂抹而成，如血涂片。制作切片时，因材料不同，切取的方法和手段也有所差异，因此，取材也显得至关重要。这三种标本都可以制成永久的和临时的。

延伸阅读

永久切片制作

永久切片和临时切片制作过程基本一致，只是在染色时需要预先将材料染色，且需防止材料中的细胞脱水变形，所以需要进行封片——用加拿大树胶密封载玻片和盖玻片，防止水分蒸发。值得注意的是，所有永久切片制作时都要将材料浸在生理盐水中，目的是保持细胞的形态。这里介绍一种常用的石蜡切片的制作方法。

1. 取材。应根据要求选取材料来源及部位。例如植物细胞有丝分裂多选取洋葱根尖，细胞分裂快又便于切取；猪的肝小叶边界清晰明确，材料必须新鲜，搁置时间过久则产生蛋白质分解变性，导致细胞自溶及细菌的滋生，而不能反映组织活体时的形态结构。

2. 固定。用适当的化学药液——固定液浸渍切成小块的新鲜材料，迅速凝固或沉淀细胞和组织中的物质成分，终止细胞的一切代谢过程，防止细胞自溶或组织变化，尽可能保持其活体时的结构。固定能使组织硬化，有利于切片的进行，而且也有媒浸作用，有利于组织着色。固定液的用量通常为材料块的 20 倍左右，固定时间则根据材料块的大小及松密程度以及固定液的穿透速度而定，可以从 1 小时至数天，通常为数小时至 24 小时。

3. 洗涤与脱水。固定后的组织材料需除去留在组织内的固定液及其结晶沉淀，否则会影响以后的染色效果。多数用流水冲洗；使用含有苦味酸的固定液固定的则需用酒精多次浸洗；如果组织