



普通高等教育“十二五”规划教材
能力培养型生物学基础课系列实验教材

动物学实验教程

(第三版)

ZOOLOGY
EXPERIMENT

孙虎山 主编



科学出版社

能力培养型生物学基础课系列实验教材
山东省高等学校优秀教材

动物学实验教程

(第三版)

孙虎山 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书分为基础性实验、综合性实验和研究性实验三部分。基础性实验按照动物进化系统从低等到高等的顺序排列,共 28 个。该部分的主要目的是指导学生学习动物学基本实验方法与技术。综合性实验共 6 个,目的是使学生将学过的分散的动物学知识串联起来,注重培养学生综合分析和解决问题的能力。研究性实验以经典动物学的研究内容为主,结合其他学科的知识与技术,目的使学生得到动物学科学研究的初步训练。

本书可作为高等师范院校动物学实验教材,也可供综合、农业、水产类院校相关专业学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

动物学实验教程 / 孙虎山主编. —3 版. —北京:
科学出版社, 2015. 4

能力培养型生物学基础课系列实验教材 山东省高等学校
优秀教材

ISBN 978 - 7 - 03 - 044083 - 9

I. 动… II. ①孙… III. 动物学—实验—高等学
校—教材 IV. ①Q95 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 075242 号

责任编辑: 陈 露 侯彩霞
责任印制: 谭宏宇 / 封面设计: 殷 靓

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>

南京展望文化发展有限公司排版

江苏省句容市排印厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004 年 8 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2015 年 4 月第 三 版 印张: 10 3/4

2015 年 4 月第十一次印刷 字数: 242 000

定价: 30.00 元

能力培养型生物学基础课系列实验教材

第三版编委会

主任委员：安利国

副主任委员：郭善利 徐来祥 孙虎山 黄 勇

委 员：(按姓氏笔画排序)

王洪凯	朱道玉	刘林德	刘顺湖
刘淑娟	安利国	孙虎山	李师鹏
李荣贵	林光哲	姚志刚	徐来祥
郭善利	黄 勇	曹 慧	焦德杰

《动物学实验教程》第三版编写人员

主 编：孙虎山

副主编：朱道玉 郭承华

编 者：(按姓氏笔画排序)

万永霞	王宜艳	王彦美	申保忠
冯道俊	朱道玉	闫华超	孙虎山
沙未来	张红梅	陈艳珍	赵东芹
郭承华	郭祖宝	曹善东	

第三版前言

本书出版十年来,在部分高校生物科学、生物技术和水产养殖等专业作为教材使用,反映良好。该实验教材 2009 年获山东省高等学校优秀教材二等奖。动物学为专业基础课,有的学校把动物学与植物学一起放在大学一年级开设。本次修订,增加了显微镜使用的内容。根据读者的意见,还对教材第二版的不妥之处进行了订正。

本教材第三版的编写分工情况如下:实验 14、实验 29、实验 30,以及第三部分和附录由孙虎山编写;实验 15、实验 16 和实验 31 由朱道玉编写;实验 11 和实验 12 由郭承华编写;实验 1 和实验 2 由万永霞编写;实验 18、实验 32~实验 34 由王宜艳编写;实验 27 和实验 28 由申保忠和王彦美编写;实验 13 由冯道俊编写;实验 3~实验 6 由闫华超编写;实验 25 和实验 26 由张红梅和沙未来编写;实验 19 和实验 20 由陈艳珍编写;实验 7~实验 10 由赵东芹编写;实验 17、实验 23 和实验 24 由郭祖宝编写;实验 21 和实验 22 由曹善东编写。全书由孙虎山统稿。

由于编者水平有限,不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

孙虎山
2015 年 1 月

目 录

第三版前言

第一部分 基础性实验

第一章 动物的细胞和组织	(2)
实验 1 显微镜的使用及人口腔上皮细胞的观察	(2)
实验 2 动物的四大类基本组织	(5)
第二章 原生动物	(8)
实验 3 草履虫及其他纤毛纲动物	(8)
实验 4 眼虫、变形虫、疟原虫及其他非纤毛纲原生动物	(11)
第三章 刺胞动物	(16)
实验 5 水螅及其他水螅纲动物	(16)
实验 6 海月水母、海葵及其他非水螅纲刺胞动物	(19)
第四章 扁形动物	(23)
实验 7 三角涡虫及其他涡虫	(23)
实验 8 华枝睾吸虫、猪带绦虫及其他吸虫和绦虫	(25)
第五章 假体腔动物	(29)
实验 9 猪蛔虫及其他线虫	(29)
实验 10 轮虫及其他非线虫假体腔动物	(32)
第六章 软体动物	(35)
实验 11 河蚌及其他双壳纲动物	(35)
实验 12 褐云玛瑙螺及其他非双壳纲软体动物	(40)
第七章 环节动物	(45)
实验 13 环毛蚓及其他环节动物	(45)
第八章 节肢动物	(50)
实验 14 沼虾和虾蛄及其他甲壳纲动物	(50)
实验 15 蝗虫的外形及内部解剖	(56)
实验 16 昆虫纲的分类	(59)
第九章 棘皮动物	(66)



实验 17 海盘车及其他棘皮动物	(66)
第十章 原索动物及圆口纲	(69)
实验 18 文昌鱼、柄海鞘及其他原索动物和圆口纲动物	(69)
第十一章 鱼纲	(73)
实验 19 鲤(或鲫)的运动、外形和内部解剖	(73)
实验 20 鱼纲的分类	(79)
第十二章 两栖纲	(89)
实验 21 青蛙(或蟾蜍)的外形和内部解剖	(89)
实验 22 两栖纲的分类	(92)
第十三章 爬行纲	(95)
实验 23 鳖(或蜥蜴)的外形和内部解剖	(95)
实验 24 爬行纲的分类	(98)
第十四章 鸟纲	(104)
实验 25 家鸡的外形和内部解剖	(104)
实验 26 鸟纲的分类	(108)
第十五章 哺乳纲	(117)
实验 27 家兔的外形和内部解剖	(117)
实验 28 哺乳纲的分类	(125)

第二部分 综合性实验

实验 29 水螅、涡虫、蛔虫和蚯蚓的比较解剖	(132)
实验 30 常见淡水浮游动物的识别与检索	(133)
实验 31 校园昆虫的采集、识别及标本制作	(138)
实验 32 脊椎动物骨骼标本的制作及比较观察	(141)
实验 33 脊椎动物血管注射标本的制作及循环系统的比较观察	(146)
实验 34 脊椎动物脑标本的制作及比较观察	(149)

第三部分 研究性实验

一、目的要求	(154)
二、方法步骤	(154)
三、参考实验题目	(154)
四、作业	(156)

附录

附录 1 实验须知	(157)
附录 2 实验报告范文	(158)

参考文献	(162)
------------	---------

第一部分

基础性实验

第一章 动物的细胞和组织

细胞是生物体结构和功能的基本单位。动物细胞的形态虽然多样,但结构上都是由细胞膜、细胞质和细胞核三部分构成的。在多细胞动物中,一群相同或相似的细胞及其非细胞物质彼此以一定的形式连接并形成一定的结构、担负一定的功能,即为动物的组织。根据结构和功能的差别常将动物组织分为上皮组织、结缔组织、肌肉组织和神经组织四大基本类型。

实验 1 显微镜的使用及人口腔上皮细胞的观察

显微镜是研究生命科学的重要科学仪器之一。对显微镜的熟练使用,是生命科学研究者必须具备的最基本的技能。人口腔上皮细胞薄而透明,对其进行显微观察,有助于学生更好地掌握显微镜的使用方法,并了解动物细胞的基本结构。

【目的要求】

1. 了解普通光学显微镜的基本结构及各部分的功能,掌握显微镜的使用方法。
2. 学习动物细胞的临时制片方法。
3. 了解动物细胞的基本结构。

【材料与用品】

1. 材料
人口腔上皮细胞。

2. 用具和药品

显微镜、载玻片、盖玻片、吸管、擦镜纸、吸水纸、牙签、0.1%亚甲蓝、0.9%NaCl 溶液、二甲苯、香柏油、蒸馏水。

【实验步骤】

1. 显微镜的构造

普通光学显微镜的构造可分为两大部分,即用以装置光学系统的机械部分和保证成像的光学部分。

- (1) 机械部分

- 1) 镜座 位于镜体的最下端,呈马蹄形,支持镜体,使之放置稳固。
- 2) 镜柱 镜座上面的直立短柱,支持镜体上面的各部分。
- 3) 镜臂 弯曲如臂,下连镜柱,上连镜筒,起支持作用,也是取放显微镜时手握的部分。有的显微镜在镜柱与镜臂连接处还有倾斜关节,可使镜体在一定的范围内后倾以便于观察。

- 4) 载物台 放置玻片标本的平台,中央有一通光孔。有的台上两旁装有两个弹性金属片,称压片夹,用以固定玻片标本。有的则在载物台上装有机移动器以固定玻片标



本,利用移动器的操作钮可使玻片标本前后左右移动。

5) 镜筒 镜臂上部圆形中空的金属圆筒,上端放置目镜,下端与物镜转换器相连,其作用是保护成像的光路和亮度。

6) 物镜转换器 接于镜筒下端的圆盘,其上有 3~4 个螺旋圆孔,用于安装物镜,物镜转换器可左右转动,便于交换使用各种不同倍数的物镜。

7) 调焦装置 又称调焦器。位于镜柱或镜筒两侧,有大小调焦螺旋各一对,旋转时可使载物台或镜筒上下移动。大的调节幅度大,旋转一周可使镜筒移动 20 mm 左右,称为粗调焦螺旋;小的调节幅度小,旋转一圈可使镜筒移动 0.1 mm 或更小,称为细调焦螺旋。调焦装置的作用是调节物镜与标本之间的距离,使之与物镜的工作距离相等,以得到清晰的图像。

(2) 光学部分:光学部分是显微镜的主要部分,由成像系统和照明系统组成,成像系统包括目镜和物镜。

1) 目镜 圆筒形,安装在镜筒的上端,其上标有“5×”、“10×”、“16×”等字样,即代表放大 5 倍、10 倍、16 倍的意思。目镜可以向上抽出,根据需要更换不同放大倍数的目镜。

2) 物镜 安装在镜筒下端的转换器上,根据放大倍数不同,物镜可分为低倍镜(一般有 4×、10×)、高倍镜(一般为 40×)和油镜(100×)。物镜的作用是将物体作第 1 次放大,目镜是将物镜所成的像再一次放大。整个显微镜的放大倍数等于目镜与物镜放大倍数的乘积。例如,目镜是 10×,物镜是 40×,则放大倍数为 $10 \times 40 = 400$ (倍)。

3) 聚光器 位于载物台圆孔的下方,由一组透镜组成,有集射光线聚焦于物体的作用。

4) 可变光阑 聚光器附近有一组由金属片组成的可变光阑,其侧面伸出一光阑杆,可前后移动使光阑开闭。光阑开大则光线较强,适于观察色深的物体;光阑缩小则光线较弱,适于观察透明(或无色)的物体。

5) 电光源 在聚光器正下方的镜座上,有一内置的电光源。光源位于镜座内靠后方,在镜座右侧有光源按钮,此按钮可前后移动,以调节光线的强弱。也有的电源开关在镜座后侧,在另一侧有光量调节器。旧式显微镜采用外光源,在聚光器正下方有一反光镜,可将光线反射至聚光器。此镜一面平,一面凹。凹面具有较强的反光性,多用于光线较暗的情况下。光线较强时用平面镜。

2. 显微镜的使用

(1) 放置:将显微镜放置桌上时,动作要轻,防止震动,放置的位置是在使用者左侧,使显微镜的后方离桌子边缘 5~10 cm 处,以便于观察和防止由台面滑落地上。

(2) 对光:使双筒目镜对着观察者(旧式显微镜镜臂向着自己),摆好显微镜。转动粗调焦螺旋,使物镜与载物台相距约 2 cm,转动物镜转换器,使低倍镜对准载物台孔。两眼对着双筒目镜,移动瞳距调节板,使瞳距适于自己,再进行观察(如为单筒目镜,则两眼睁开,用左眼看)。打开光源按钮,向前向后移动,当视野(即从镜内看到的圆形部分)呈现一片均匀的白色时即可。如为旧式外光源显微镜,则可打开可变光阑,用手翻动反光镜,使其正对着光源,但不可对着直射的阳光,调节光线至适宜强度。

(3) 低倍镜的使用:光线调好后,取一标本装片放在载物台上,使标本正对着载物台孔,用标本移动器卡紧固定标本玻片。然后调焦,转动粗调焦螺旋调节低倍物镜与载物台



间的距离,从侧面观察,使物镜距玻片约 5 mm。再由目镜观察,如果标本未全在视野中,可调节标本移动器,同时慢慢转动粗调焦螺旋,至视野内标本清晰为止,此后改用细调焦螺旋,稍加调节焦距,使物像最清晰(转动标本移动器旋钮,上下左右轻轻移动玻片,视野中物像的移动方向如何?原因是什么?)。

(4) 高倍镜的使用:如观察材料的某一部分需要继续放大时,则将要放大的部分移到视野中央,然后转动物镜转换器,移开低倍镜,转换高倍镜,此时也要用双眼在镜筒左侧观察,避免镜头与玻片相撞。如果转换高倍镜有困难,则需要稍向上提高镜筒,以防压碎玻片和损伤镜头。然后由目镜向下观察,在正常的情况下,当高倍镜转正后,视野中即可见到模糊的物像,只要略微调整细调焦螺旋,就可获得清晰的图像。如果视野中看不到图像,应重新调整焦点,即还要从侧面注视物镜,并小心转动粗调焦螺旋,使镜筒慢慢下降到镜头几乎与玻片相接触时,再由目镜向下观察,同时缓慢转动粗调焦螺旋,使镜头慢慢远离玻片直至看到物像,再用细调焦螺旋调至能看到最清晰的物像。在换高倍镜时,由于视野变小变暗,应开大光阑,调高视野亮度。观察完毕后,将物镜转换为低倍镜后,方可取下玻片(为什么这样操作?)。

(5) 油镜的使用:用油镜观察前,必须先用低倍镜观察,将要观察的部分放在视野的最中央,然后提升镜筒约 2 cm,转动物镜转换器,将低倍镜转换成油镜。再在玻片的镜检处滴一滴香柏油,注意不要移动玻片。从侧面注视,下降镜筒,使油镜浸在香柏油中,其镜头几乎与标本相接,动作要轻,要特别注意油镜不能压在玻片上,以免压碎玻片,损坏油镜。然后由目镜观察,先用粗调焦螺旋将镜头慢慢远离玻片至看见物像,再由细调焦螺旋调节清晰。如果油镜已离开油面而仍未见到物像,应再下降镜筒,重复以上操作,直到看清为止。观察完毕,要立即擦净镜头。方法是:镜头远离玻片,用擦镜纸拭去镜头上的香柏油,再用擦镜纸蘸少许二甲苯擦去镜头上残留油迹,最后用干净的擦镜纸擦去残留的二甲苯。

(6) 使用和保存显微镜的注意事项

- 1) 显微镜是精密仪器,使用时必须严格按照操作规程进行操作。
- 2) 取显微镜时,要平拿轻放,一手握住镜臂,一手托住镜座,使显微镜直立于胸前,不得倾斜,以防目镜从镜筒上端滑出。
- 3) 观察时,不要随意移动显微镜的位置,观察任何物体都必须先用低倍镜,再用高倍镜,观察时必须两眼都睁开,以免疲劳,且左眼窥镜,右眼观察绘图。
- 4) 由低倍镜转换高倍镜时,不要直接扳动物镜,而要转动物镜转换器进行转换,以防物镜脱落。
- 5) 临时装片上的标本要加盖玻片,必须两面擦干之后方可放置于载物台上观察,并且不可使用倾斜关节,以免水液流出污染镜体。
- 6) 不要随意转动调焦螺旋,使用细调焦螺旋时用力要轻,转动要慢,如果转不动,一定不要硬转,以免磨损齿轮。
- 7) 如发现机件使用不灵,不要用力转动或私自拆修,应立即报告指导教师以及及时排除故障。
- 8) 用完显微镜后,要移去载玻片,用纱布擦拭机械部分。光学部分如有灰尘污垢,必须先用镜头毛刷拂去或用吹风球吹去,再用擦镜纸轻轻擦拭,千万不要用手指或纱布擦拭



光学部分。然后转开物镜呈八字形,恢复原状。

3. 人口腔上皮细胞的观察

(1) 人口腔上皮细胞临时装片的制备: 清水漱口后, 用牙签的粗端轻轻地在口腔颊部刮几下(注意不要用力过猛, 以免损伤颊部)。将刮下的白色黏性物薄而均匀地涂在干燥洁净的载玻片上(载玻片必须在制作前用清水和乙醇溶液清洗), 加一滴 0.9% NaCl 溶液, 不宜过多, 恰好在盖玻片之下为宜, 然后加盖玻片(可用吸水纸吸去多余水分, 注意盖玻片的盖片方法), 在低倍显微镜下观察。

(2) 显微观察: 人口腔上皮细胞临时装片首先在低倍镜下观察, 口腔上皮细胞常多个连在一起。由于上皮细胞薄而透明, 光线需要暗些。找到口腔上皮细胞后, 将其放在视野中心, 再转换高倍镜观察。口腔上皮细胞呈扁平多边形。试辨认细胞核、细胞质、细胞膜。若观察不清楚时, 可在盖玻片一侧加一滴 0.1% 亚甲蓝, 另一侧放一小块吸水纸。如此, 可使染液流入盖玻片下面, 将细胞染成浅蓝色, 核染色较深。注意染液不可加得过多, 以免妨碍观察。

【实验报告】

1. 显微镜使用的注意事项有哪些?
2. 绘制人口腔上皮细胞图(绘 2~3 个细胞, 详绘其中 1 个细胞)。

实验 2 动物的四大类基本组织

观察和了解动物组织的基本类型、结构和功能, 是动物学学习和研究中显微结构观察的基础。该实验可进一步训练动物组织临时装片的制备技术和显微镜的使用技能。

【目的要求】

1. 学习动物组织的临时制片方法。
2. 了解动物组织类型的多样性及其与功能多样性的关系。
3. 掌握动物四大类基本组织的基本结构。

【材料与用品】

1. 材料

活蛙或蟾蜍、蝗虫浸制标本、蛙肠系膜装片(镀银法, 苏木精复染)、食道横切片、疏松结缔组织装片、兔肌腱纵切片、各类脊椎动物代表动物血涂片装片、透明软骨染色切片、猫胃的横切片、平滑肌分离装片、心肌切片、兔脊髓横切片、牛脊髓涂片。

2. 用具和药品

显微镜、载玻片、盖玻片、解剖器、吸管、吸水纸、牙签、0.1% 及 1% 亚甲蓝、0.7% 及 0.9% NaCl 溶液、蒸馏水等。

【实验步骤】

1. 上皮组织

(1) 单层扁平上皮: 将蛙肠系膜装片置于低倍镜下, 选择标本最薄的部分观察, 在黄色或淡黄色的背景下, 显现出黑棕色或黑色的波形线, 这是细胞之间的边界。用高倍镜观察, 可以看到细胞为多边形, 细胞边缘呈锯齿状, 相邻细胞彼此镶嵌, 在每个细胞中都可看到一个染成淡蓝色的椭圆形的细胞核。



(2) 复层扁平上皮: 取食道横切片, 先用低倍镜找到上皮, 转高倍镜观察。上皮的基层为排列整齐的一层柱状细胞, 最外层为多层扁平细胞。

2. 结缔组织

(1) 疏松结缔组织: 取活蛙或蟾蜍经麻醉或处死后, 剪开腹部的皮肤, 用细镊子从皮肤与肌肉层之间取下一小片结缔组织(两栖类的皮下结缔组织不发达)。放在干净的载玻片上, 加一滴 0.7% NaCl 溶液。用解剖针将其展薄, 加数滴 1% 亚甲蓝。2 min 后, 用 0.7% NaCl 溶液冲去多余染液, 加盖玻片在镜下观察。也可直接观察疏松结缔组织永久装片。可见胶原纤维和弹性纤维均不着色。胶原纤维成束, 弯曲成波浪状; 弹性纤维细而具分支, 不成束, 无波浪状弯曲。结缔组织细胞不甚规则, 细胞核着色深而清楚, 细胞质色浅能辨认出细胞界限。

(2) 致密结缔组织: 观察兔肌腱纵切片, 肌腱中的胶原纤维成束密集平行排列, 成纤维细胞成行平行排列在纤维束中。高倍镜下, 成纤维细胞呈长梭形, 其长杆状细胞核着色深(肌腱的功能是什么? 疏松和致密两种结缔组织在结构、分布和功能上有何差异?)。

(3) 血液组织: 解剖蛙或蟾蜍, 用吸管从心脏(最好在动脉圆锥处)取出血液, 放一小器皿中, 加入少许 0.7% NaCl 溶液稀释。吸此液一滴, 制成临时装片, 在镜下观察。蛙的红细胞呈扁椭圆形, 单个红细胞呈极浅的黄色, 中央有一较大的椭圆形细胞核。红细胞间的无色液体称为血浆(实际已被稀释)(血液为何呈红色? 有何功能?)。观察爬行类、鸟类和哺乳类代表动物的血涂片装片, 比较不同类群血液组织的差异, 注意人或兔等哺乳动物成熟的红细胞无细胞核(哺乳动物红细胞无核可说明哪些问题?)。

(4) 软骨组织: 观察透明软骨的染色切片, 可见大部分底质被染成相同的均匀颜色, 此即为软骨基质, 基质中有许多圆形或卵圆形的窝, 称为胞窝, 常 2 个或 4 个并列在一起, 胞窝内有软骨细胞, 细胞核染成深色, 细胞膜界限很清晰, 细胞质染色极浅, 不太清楚。

3. 肌肉组织

(1) 横纹肌: 从蝗虫浸制标本胸部用镊子取下一小束肌肉, 放在载玻片上, 加 1~2 滴水, 用解剖针仔细分离(越细越好), 加盖玻片置于镜下观察。蝗虫的肌肉为横纹肌, 肌肉组织由长形的肌纤维组成。外面有一层薄膜叫肌膜。细胞中与其长轴平行排列着许多细丝状物, 此为肌原纤维。肌原纤维有明暗相间的横纹(为什么?), 可在高倍镜下详细观察。在细胞膜下面分布有许多椭圆形的细胞核, 故横纹肌为多核的合胞体。若观察不够清楚时, 可用 0.1% 亚甲蓝染色。

(2) 平滑肌: 取猫胃的横切片, 在低倍镜下观察, 肠壁被染成粉红色的部分为肌肉层, 将光线调节得略暗些, 可见肌肉由很多细梭形的细胞所组成, 此即为平滑肌细胞(能否看到横纹?), 细胞核呈椭圆形, 被染成蓝紫色。也可直接观察平滑肌分离装片。

(3) 心肌: 低倍镜下观察心肌切片, 同一张切片上常可看到各种不同的心肌切面(为何有此现象?)。选择典型的纵切面的部分, 换高倍镜观察。心肌细胞为短柱状、有分支, 各心肌细胞以分支相连成网, 一个线心肌细胞一般有 1 个核位于细胞的中心部分。观察心肌细胞的横纹(与骨骼肌细胞的比较有何差异?)。高倍镜下可见横过心肌纤维的染色深的短线条为闰盘, 是两心肌细胞的连接面(闰盘的作用有何特殊性? 与心脏所担负功能的特点有何联系?)。



4. 神经组织

肉眼观察脊髓横切片,中央为蝴蝶状的灰质,灰质较狭的一端为后角,较宽的一端为前角。包围在灰质周围染色较淡的部分是白质。将切片置于低倍镜下,脊髓灰质前角移至视野中央,观察神经元。可见在前角内有许多较大的多突起细胞,即脊髓前角运动神经元,为多级神经元。神经元胞体上的突起包括树突和轴突,但不容易区分,一般可根据轴突基部的轴丘处染色较浅(无尼氏体)来识别轴突。选择一个胞体较大、突起较多、核清晰的神经元移至视野中央进行高倍镜观察,可见核大,呈囊泡状,位于细胞中央,核内有染色较深的核仁。

镜下观察牛脊髓涂片。神经细胞形状不规则,被染成蓝色。细胞核位于细胞中央,色较浅,核仁着色较深。细胞树突较多、基部较粗,而轴突粗细均匀,涂片中不易看到。

【实验报告】

1. 绘制蝗虫横纹肌细胞图并注明其基本结构。
2. 总结四大类基本组织的结构特点与主要机能。

第二章 原生动物

原生动物是最简单、最原始、最低等的动物。原生动物的身体是由单个细胞构成的,这个细胞既具有一般细胞的基本结构,又具有一般动物所表现的生活机能。原生动物的单个细胞和多细胞动物体内的一个细胞不同,它以其细胞质分化形成的各种细胞器来完成全部生命活动,是一个完整的、独立的动物有机体。

原生动物的身体微小,一般需用显微镜才能观察到。这类动物分布很广,多在海水、淡水及潮湿的土壤中生活,也有一些种类是寄生的。

实验 3 草履虫及其他纤毛纲动物

尾草履虫(*Paramecium caudatum*)是原生动物中个体较大的种类,具有分布广、易采集、繁殖快、易培养、结构典型、观察方便的特点,被作为原生动物的代表动物和理想的实验材料,也是研究细胞遗传的好材料。

【目的要求】

1. 学习草履虫的采集、分离和培养的方法。
2. 通过对草履虫形态结构的观察,掌握纤毛纲动物的基本特征。
3. 通过部分基础生理实验,学习观察单细胞动物的行为、应激性等生命现象和规律的方法,并学习实验现象的分析方法。
4. 通过学生自行查阅文献、选择实验项目、设计实验方案和合理安排实验程序,利用原生动物完成多个实验项目,初步培养学生独立设计实验、充分合理利用实验材料及采用多种实验技能进行综合的能力。

【材料与用品】

1. 材料

活草履虫、稻草、麦粒、大米粒、草履虫装片、草履虫生殖装片、小瓜虫装片、棘尾虫装片、钟虫装片、喇叭虫装片。

2. 用具和药品

显微镜、解剖镜、培养箱、电炉、电子天平、载玻片、盖玻片、微吸管、试管、试管架、烧杯、玻璃棒、滴管、广口瓶、培养皿、表面皿、擦镜纸、滤纸、精密 pH 试纸、吸水纸、棉花纤维、镊子、纱布、5% 亚甲蓝、1% 醋酸洋红、1% NaCl 溶液、10% 的甲基纤维素、墨汁或 0.01% 中性红、蔗糖、乙酸、蓝黑墨水、牛肉膏。

【实验步骤】

1. 草履虫的采集和培养

(1) 草履虫的采集:草履虫喜欢生活在水流缓慢、有机质丰富的污水沟或池塘里。在春、夏、秋三季生长繁盛,喜浮游聚集在水面。为了确保采集到草履虫,可选择多个地方的



水体表面边缘采集水样。采集到的样液不要加盖,以免草履虫因缺氧死亡。回到实验室后,用显微镜镜检,看到有草履虫,就可进行培养。

草履虫的包囊常附于新鲜的稻草等水草的茎秆上,取茎秆近根部的1~2节,剪成3 cm的段,加5倍的水,放于温暖(20~25℃)、光亮处,培养一周也可得到草履虫。

(2) 草履虫的分离和培养

1) 培养液的制备 下列4种草履虫培养液可任选其一。

● 稻草(或狗尾草)培养液: 取洁净的稻草剪成2~3 cm长的小段,按10 g 稻草/1000 ml 蒸馏水的比例放入烧杯中煮沸20 min,并用蒸馏水补足蒸发掉的水分。于烧杯口上盖上双层纱布,放置晾凉。

● 麦粒培养液: 按5 g 麦粒/1000 ml 蒸馏水的比例加入烧杯中煮到麦粒裂开,用蒸馏水补足蒸发掉的水分。于烧杯口上盖上双层纱布,放置晾凉。

● 大米粒培养液: 称取10 g 大米粒放入容器中加1000 ml 蒸馏水,煮沸15 min,冷却、过滤、定容后分装备用。

● 牛肉膏培养液: 称取0.3 g 牛肉膏,放入容器中加100 ml 蒸馏水,搅拌均匀使其充分溶解分装备用。制备好的培养液,先调整pH在7.2左右,然后放进恒温培养箱中在25~30℃条件下培养1~2 d,目的是促使培养液长出细菌以便接种草履虫后供草履虫索饵。

2) 草履虫的纯化和培养 取少量野外采集的水样置于培养皿中,在解剖镜下,用微吸管(口径不大于0.2 mm)吸取看到的草履虫,接种到制备好的培养液内,每毫升培养液中至少2个。然后放进培养箱中在25~30℃条件下培养,1~2周后,对着光线用肉眼观察,如果看到水中有小白点不停地游动,就是草履虫。若长时间培养,需要每隔2~3 d用滴管吸取培养液底部的沉淀物,然后加入等量的新鲜培养液。

2. 草履虫活体的观察

(1) 草履虫临时装片的制备: 为限制草履虫的迅速游动,先在载玻片上铺上适量的棉花纤维(注意不要太多,太多后会有怎样不好的效果?)或涂一滴10%的甲基纤维素(方法任选其一),然后用滴管吸取草履虫培养液滴一滴在障碍物中,盖上盖玻片。

(2) 草履虫形态构造的观察: 在低倍镜下找到草履虫后,分辨出前端、后端。前端较圆,后端较尖(观察并思考虫体周身纤毛的摆动和虫体如何旋转前进,以及草履虫遇到障碍时如何反应)。选1个游动缓慢的草履虫,转高倍镜观察。

1) 表膜和刺丝泡 表膜相当于细胞膜。表膜之内可以见到刺丝泡,为一些小杆状结构,略呈透明状,整齐地与表膜垂直排列。

2) 纤毛 布满在虫体的表面,长短相近,协调一致地不断摆动。观察时,应调节光圈,使视野中光线减弱一些。

3) 口沟 在虫体一侧,从前端斜向后端的凹口,下通胞口。口沟处纤毛较长。

4) 胞咽 与胞口后端相连并深入内层的弯曲短管。其壁上生有由长纤毛联合形成的波动膜(观察口沟纤毛和胞咽波动膜的波动,此波动有何功能?)。

5) 食物泡 草履虫体内大小不一的泡状物。可在盖玻片边缘一侧滴加0.01%中性红染液或墨汁。10 min后可观察着色的食物通过口沟、胞咽在草履虫体内形成食物泡和食物泡在体内环流的路线。

6) 伸缩泡和收集管 在虫体的前端和后端,可看到每隔1 min左右交替收缩的两个



透明的小泡,这就是伸缩泡。在其收缩时,周围出现 6~7 个辐射状排列的收集管(注意前后两个伸缩泡之间及伸缩泡与收集管之间在收缩上有何规律?)。

7) 细胞核 在内质中央有大小两种细胞核,生活时的草履虫不易见到细胞核。在盖玻片一侧滴一滴 1% 的醋酸洋红,2~3 min 后,就可看到细胞核被染成紫红色,大核肾形,其凹陷处有一点状小核。

3. 草履虫的生理性实验

(1) 刺丝泡的发射:先制作草履虫临时装片,然后在盖玻片一侧滴一滴用蒸馏水稀释 20 倍的蓝黑墨水或 5% 亚甲蓝溶液,在另一侧用吸水纸慢慢吸取染液。高倍镜下观察,可见在草履虫身体周围刺丝泡中的刺丝放出,呈放射状的蓝丝。

(2) 草履虫对糖的反应:取一张载玻片,先滴一滴稀释的蔗糖溶液,再在 1~2 cm 处滴一滴含草履虫的培养液,然后用细管在两液滴之间划一道,使溶液在中间连通(观察草履虫的趋向)。

(3) 草履虫对酸的反应

1) 配制乙酸溶液 用滤纸过滤草履虫培养液,用冰醋酸和滤液配成浓度为 0.01%、0.02%、0.04% 的乙酸溶液。

2) 草履虫对酸刺激的反应 先在 3 张载玻片上分别滴 3~4 滴草履虫液。再用毛细滴管分别吸取 0.01%、0.02%、0.04% 的乙酸溶液,分别滴一滴在草履虫液滴中央(注意:滴加乙酸溶液时,最好通过滴管尖端与玻片上草履虫液面接触而使酸液缓缓进入草履虫液层中),在体视镜下观察草履虫动态。用 pH 试纸分别轻轻浸入液层中草履虫聚集处和滴入酸液处,检测其 pH(分析草履虫对不同 pH 的趋性。草履虫最喜酸度是多少?你能否设计出其他相关的应激性反应实验?)。

(4) 草履虫对盐度变化的反应

1) 不同浓度的 NaCl 溶液的刺激 取 5 张干净的载玻片,第 1 片滴入蒸馏水作对照,其余 4 片分别滴入 0.1%、0.3%、0.5%、0.7% 的 NaCl 溶液,再用毛细滴管吸取密集草履虫培养液分别滴一小滴于各载玻片的溶液中(注意:草履虫培养液不宜过多,以免稀释盐溶液),混匀,均于 5 min 后观察(注意:安排好时间)。

2) 伸缩泡收缩频率的变动 在低倍镜下选 1 个清晰又不太活动的草履虫,转高倍镜观察其伸缩泡收缩频率的变化。用秒表记录伸缩泡的收缩周期,重复 3 次,取平均值,并推算每分钟的收缩频率。再取 2 只草履虫,重复以上计数,最后得出 3 只草履虫伸缩泡的平均收缩频率(伸缩泡收缩频率的变化有何规律?伸缩泡有何功能?为何要重复计数和计算平均收缩频率?)。

按以上记录,计算并比较草履虫在蒸馏水和不同浓度 NaCl 溶液中伸缩泡的收缩频率(注意观察草履虫在 0.7% NaCl 溶液中,其形体和运动有何变化。以上现象说明什么?分析伸缩泡调节水分平衡的机制)。

4. 草履虫生殖装片的观察

(1) 草履虫的分裂生殖:取草履虫分裂生殖装片,或吸取生长旺盛的草履虫培养液,于低倍镜下观察(草履虫的无性生殖是横裂还是纵裂?)。

(2) 草履虫的接合生殖:取草履虫接合生殖装片,或将高密度草履虫培养液吸出放入培养皿中,加入 10~15 倍的清水,置于暗处,12 h 后就有 20% 的草履虫进行接合生殖,吸