

动物学

实验指导

SHIYANZHIDAO

王 慧 陈万光 ● 主编



中国农业大学出版社

ZHONGGUONONGYEDAXUE CHUBANSHE

动物学实验指导

王 慧 陈万光 主编

中国农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

动物学实验指导/王慧,陈万光主编. —北京:中国农业大学出版社,2008.12
ISBN 978-7-81117-633-9

I. 动… II. ①王…②陈… III. 动物学-实验-高等学校-教学参考资料
IV. Q95-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 184046 号

书 名 动物学实验指导

作 者 王 慧 陈万光 主编

策划编辑 赵 中

责任编辑 孟 梅

封面设计 郑 川

责任校对 王晓凤 陈 莹

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

邮政编码 100193

电 话 发行部 010-62731190,2620

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

E-mail cbsszs @ cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 北京时代华都印刷有限公司

版 次 2008 年 12 月第 1 版 2008 年 12 月第 1 次印刷

规 格 787×980 16 开本 8.75 印张 155 千字

印 数 1~5 500

定 价 14.00 元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

前 言

动物学实验是高等院校生物科学、动物科学、动物医学、生物技术、水产养殖、植物保护和医学类专业的重要基础实验课。随着生物科学的迅猛发展,作为生物科技领域的新一代大学生,应当对丰富多彩的动物有机体结构和功能有全面清楚的认识,并具备扎实的实验操作技能和独立设计生物学实验的创新能力。

本书集编者 22 年的实验教学研究和科研经验,并借鉴国内外同类优秀教材的特色,既保持了经典动物学实验的精华,又适当增加了动物学的新知识、新内容和新观点。兼顾教学和自学的双重特点,充分发挥指导书的作用,一改过去那种学生过分依赖指导教师的窘况,力争步骤清晰、叙述明了、图文并茂、形象直观、一目了然。同时,注重以神秘的知识性和趣味性激发学生主动探究动物精细而微妙结构的欲望,促使学生主动参与实验设计等教学活动,主动寻求实验操作技巧和分析异常结果,使学生过去在实验中找不到细微结构和得不到预期结果的难题迎刃而解。

本书内容包括各门类代表动物的培养、观察、解剖、识别和分类及显微仪器设备的使用和维护等。形态观察和解剖实验注重原貌、原位点操作,强调整体与局部、结构与功能的协调统一关系;从生存环境、遗传变异、进化规律、生态系统和人类的影响等多个角度启示操作者探究典型与特殊器官结构的形成背景和演变;在细胞、组织学观察和形态解剖的基础上,加入了适量的活体取材及一些科研实验性质的操作内容;要求实验者对实验的结果有科学描述和对所发现的问题有分析讨论,以激发其探求生命现象在科学研究中的意义和应用价值的创新思维意识;书中还用星号提示值得探究、思考或易犯错误之处;操作方法和步骤引导学生规范操作;示教展示了相关技术及其发展。

总之,本书适宜作为高等院校生物类、农林类、水产养殖类、医药类专业动物学实验课程的教材,亦可作为生物科学教学和研究人员的参考书。由于生物科学发展迅速,书中若有欠妥之处,敬请各位同仁不吝指正。

编 者

2008 年 9 月

目 录

实验 1	光学显微镜的构造和使用	(1)
实验 2	动物的细胞及组织	(5)
实验 3	鞭毛纲代表动物	(8)
实验 4	肉足纲	(11)
实验 5	孢子纲	(14)
实验 6	纤毛纲	(16)
实验 7	水螅纲	(19)
实验 8	涡虫纲和吸虫纲	(23)
实验 9	绦虫纲	(27)
实验 10	蛔虫	(30)
实验 11	环毛蚓	(33)
实验 12	河蚌(无齿蚌)	(38)
实验 13	螯虾	(42)
实验 14	蝗虫	(50)
实验 15	昆虫纲的分类	(55)
实验 16	常见淡水浮游动物的识别与检索(综合性实验)	(65)
实验 17	半索动物门、尾索动物门和头索动物门	(72)
实验 18	鲤鱼(或鲫鱼)的外形和内部解剖	(76)
实验 19	鱼纲分类	(81)
实验 20	青蛙(或蟾蜍)的消化、呼吸和泄殖系统	(90)
实验 21	两栖纲及爬行纲分类	(94)
实验 22	家鸽(或家鸡)	(102)
实验 23	鸟纲分类	(107)
实验 24	兔的消化、呼吸和泄殖系统	(117)
实验 25	哺乳纲分类	(122)
参考文献		(130)

实验1 光学显微镜的构造和使用

利用显微镜可以从微观领域对生命现象进行深入细致地观察和研究。目前,普通光学显微镜已从单筒式和外光源等最简单的结构形式发展成为今天具有双目镜、内光源和集多功能于一体的复杂而高级的光学显微镜。熟练掌握显微镜的使用,是一个生命科学研究者应具备的基本素质。

一、实验目的

掌握普通光学显微镜的构造和使用方法;了解几种特殊光学显微镜的构造、工作原理和用途。

二、实验材料与用具

生物玻片标本。普通光学显微镜,擦镜纸,二甲苯,香柏油等。

三、实验内容、方法与操作步骤

(一)观察显微镜的构造

普通光镜由机械系统、光学系统及光源系统3部分组成。以双筒显微镜为例(图1)。

1. 机械系统 起支持和调节作用,主要结构有:

(1)镜座与镜柱:起承重和支持作用。镜座(底座)可降低显微镜重心。其后方为镜柱,支持着镜台。

(2)镜臂与镜筒:镜臂是镜柱以上的一个斜柄,便于手把握,其顶端有镜筒和镜头转换器。镜筒内有目镜。左右镜筒的距离可以调节,以适应观察者的眼间距。

(3)载物台与标本移动器:载物台亦称镜台,中央的圆孔起透光作用。镜台上的压片夹(固定标本用)和带标尺的推进器(或称标本移动器)可推动标本前后左右移动。标尺可用于记录和再次寻找所观察目标的位置。

(4)镜头转换器:是装有数个物镜的1个可旋转的圆盘。

(5)调焦螺旋:位于镜柱的两侧,有粗、细2个调焦螺旋,能使镜台升降而调焦。一般先用粗调快速找到目标后,再用微调精确对焦。

2. 光学系统 即成像系统,由目镜和物镜系统构成。目镜可将物镜所放大了

的图像进行再放大,放大倍数有 $5\times$ 、 $10\times$ 和 $12.5\times$ 等。物镜也有多种放大倍数,一般放大 $40\times$ 以下的为低倍镜,如 $4\times$ 和 $10\times$ 等;放大 $40\times$ 以上的为高倍镜,如 $40\times$ 和 $60\times$ 等;放大 $90\times$ 和 $100\times$ 以上的为油镜。★如何计算显微镜的放大倍数?

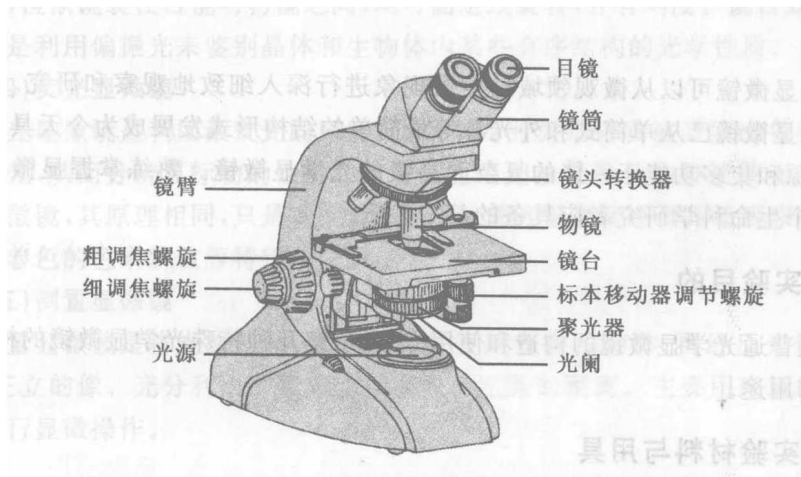


图1 光学显微镜的构造(仿黄诗雯)

3. 光源系统 由光源、聚光器和虹彩光圈构成。

(1)内光源或反光镜:在镜台孔正下方的镜座上有一个内置式电光源,镜座后侧有电源开关,左侧或右侧有光量调节器,用以调节光线强弱。旧式显微镜采用外光源,即在镜台孔正下方的镜座上有一反光镜(平、凹双面镜),接受外来光线并将光线反射到聚光器。平面镜反光较弱,光线较强时用;凹面镜反光较强,光线较弱时用。可以任意角度调节反光镜,以收集不同方向的光线。

(2)聚光器:在镜台孔下方,由2~3块凸透镜组成,用于聚焦增强来自下方的光线,通过镜台孔射入标本上,并使整个视野均匀受光,以提高物镜的分辨力。

(3)虹彩光圈:亦称可变光阑。位于聚光器下面,由许多金属片组成。推动操纵光圈的调节杆可调节光圈大小,使上行的光线强弱适宜,便于观察。

(二)显微镜的使用方法

1. 取放显微镜 右手紧握镜臂,左手平托镜座,轻放于桌上,让目镜对着观察者。检查各部件是否完好,镜身、镜头应清洁。

2. 对光 打开电源开关,调节光量,使视野亮度适宜,同时打开光圈。旧式显微镜应先将虹彩光圈的孔径调至最大,聚光器升至最高点,镜头离载物台约1 cm。这时,把反光器转向光源,调至视野中的光线适宜。在镜检过程中,也可通过扩大

或缩小光圈、升降聚光器等调节光线的强弱。

3. **调焦** 将标本放在镜台上,盖玻片一面朝上,被检目标对准镜台孔正中,用压片夹卡紧。转动粗调,从侧面注视,以镜头和标本间距 5 mm 为度。然后在目镜下缓慢升高镜台调焦。

4. **低倍镜的使用** 用粗调对焦后,再轻轻转动微调,直至得到清晰的物像。
★玻片移动方向与物像移动方向的关系如何?

5. **高倍镜的使用** 在低倍镜下将目标移至视野中央,再转动镜头转换器换高倍镜。适当调节亮度后,只需用微调就可看清物像。★由于被检标本有一定的厚度,故须随时用微调调焦,以观察被检物不同光学平面的结构。

6. **油镜的使用** 滴 1 滴香柏油于标本目标区域。转动粗调焦螺旋,直至油镜头浸没于香柏油内,几乎触及盖片,但不能相碰。然后用粗调缓慢上调对焦,直至目镜中出现物像;再用细调调至物像清晰。★勿使油镜头与玻片相碰而损坏。用完后用擦镜纸擦净镜头等上的香柏油,再蘸少许二甲苯快速擦拭镜头上的油迹,最后擦去残留的二甲苯。★为何忌用手或其他纸擦拭镜头?

7. **复原** 关闭电源,将物镜转开偏离镜台孔,取下标本。擦净载物台和物镜,将各部分还原。

四、示教

几种特殊的光学显微镜。

(一)相差显微镜

相差显微镜在聚光镜下面装有一个环状光阑(加绿色滤光片);物镜是装有相板的相差物镜;还有一个调整光线的“合轴望远镜”(又称“辅助远焦镜”)。环状光阑可形成一个空心的光线锥,造成透过标本的光线分离成直射光和衍射光,分别从相板上的环区和环外区通过,使其微弱的相位差被扩大增强,继而而在上面透镜的收敛作用下,2 组光线复在一条光路上发生干涉效应,使相位差转变成振幅差(即明暗差)。因而使分辨率增强,立体感增强,景深加大。利于观察物体全貌。相差显微镜主要用于观察未染色的活细胞。要求被检物厚度 20 μm 以内;载玻片均匀,厚度 1 mm 以内,盖玻片厚度 0.17 mm 以内。

(二)暗视野显微镜

暗视野显微镜是依丁达尔(Tyndall)光学效应原理,在显微镜基本结构上换装暗视野聚光镜,使照射被检物体表面的光线不能直接入物镜与目镜,而利用被检物表面的散射光线来观察,分辨率可达 0.2~0.004 μm 。成像特点是黑暗的视野中可见明亮的被检物的明细外貌及其运动,但看不见被检物内部的细微结构。暗视

野显微镜要求载玻片厚度在 0.7~1.7 mm。

(三) 偏振光显微镜

在普通光镜的基础上增加了 2 块能使光线偏振的尼科尔棱镜:起偏镜装在聚光镜下,检偏镜装在目镜与物镜之间,均可固定或旋转,并有刻度。镜台亦能旋转。其原理是利用偏振光来鉴别晶体和生物体内某些有序结构的光学性质。

(四) 荧光显微镜

荧光显微镜是利用激发光的照射,使标本内的荧光物质被激发出各种不同颜色的荧光,从而分辨目标物的性质和位置。也可用显微镜外加轻便荧光光源代替荧光显微镜,其原理相同,只是观察效果略差。荧光显微镜主要用于观察标本中荧光染料着色的色素颗粒等特殊成分。

(五) 倒置显微镜

倒置显微镜是将光路反转,光线由上往下照射被检物体,再经反光镜进入目镜,成正立的像。充分利用了聚光镜与载物台之间的距离。主要用来观察培养细胞和进行显微操作。

五、实验结果与分析

1. 如何科学使用显微镜? 你认为还有哪些需要特别注意和改进之处?
2. 分析比较各类光学显微镜的特点、用途和可改进之处。

实验2 动物的细胞及组织

一、实验目的

了解动物细胞的基本结构,认识动物基本组织的结构和功能,巩固细胞及组织的基本概念。

二、实验材料与用具

人口腔上皮细胞,多种组织的制片标本。显微镜、解剖镜、载玻片、牙签、滴管、镊子、中性红溶液、亚甲基蓝(0.1%)、擦镜纸等。

三、实验内容、方法与操作步骤

(一)细胞

1. **自制临时口腔上皮封片** 用牙签轻刮口腔内面两侧,将刮下的白色物置干净的载片中央,加一滴生理盐水,加盖干净玻片,吸去多余水分制成临时装片。先用低倍镜再用高倍镜观察。

2. **显微观察** 细胞三五成群,每个细胞呈扁平多边形,中央有圆形的细胞核,核周围是颗粒状的细胞质,最外是细胞膜。如看不清楚,可用亚甲基蓝(0.1%)染色:在一边加一小滴染液,用吸水纸在另一边吸水,染液即可流入使标本染色。

(二)组织

1. **上皮组织** 分别用低倍镜和高倍镜观察乌贼腕的横切片。★此种上皮由几层细胞所组成?各细胞的形状及彼此间的联系如何?

2. **疏松结缔组织** 镜下观察疏松结缔组织玻片,可见,细胞是分散的,常以突起互相联系,细胞间有很多无细胞结构的纤维。★疏松结缔组织与上皮组织有何不同?

3. **软骨组织** 镜下观察软骨切片。★注意软骨细胞的形状与排列,细胞间有非细胞结构的间质,称软骨基质。

4. **肌肉组织** 用镊子夹取少许保存的蝗虫胸或腿部肌肉,置载玻片上,用解剖针将肌纤维剖开,加生理盐水(0.8%)一滴,制成临时装片,镜下观察。★肌肉由长条状的肌纤维组成,每条肌纤维为一个肌细胞,内有许多椭圆形核。肌纤维的近表

面处细胞膜很薄。肌纤维上有明带和暗带。

5. 平滑肌 低倍镜后高倍镜下观察平滑肌横切片(图2)。★平滑肌由一些菱形细胞组成,注意细胞的形状,区分细胞核与细胞膜。

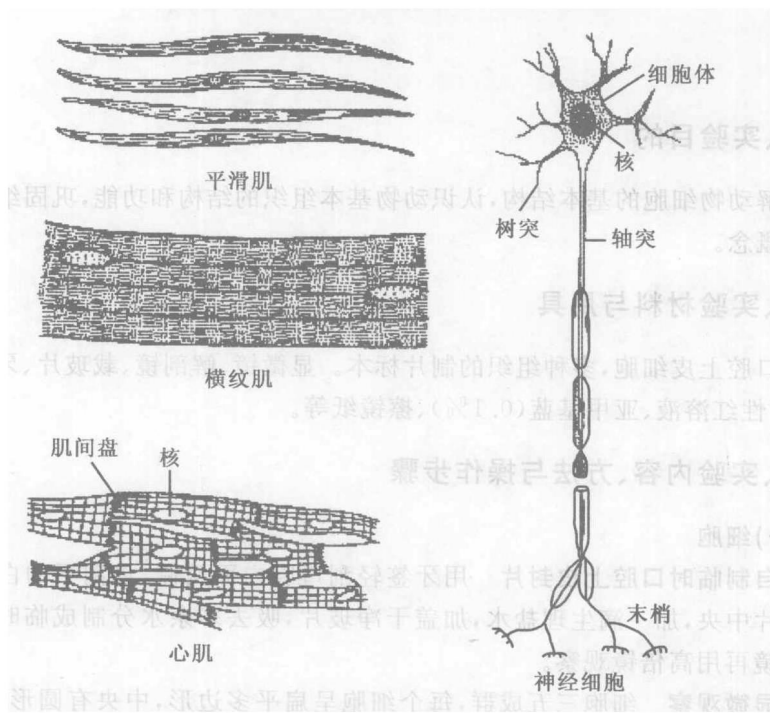


图2 肌肉组织和神经细胞(仿刘凌云)

6. 神经组织 镜下观察兔脊髓切片(图2)。★神经细胞呈椭圆形或多角形,有树突和轴突。

四、示教

1. 骨组织 镜下观察腿骨磨片。注意圆孔形的哈氏管和管周围有许多骨小腔彼此排列成同心圆,骨小腔间由许多骨小管相互联系。生活时骨细胞位于骨小腔中,细胞间通过骨小管彼此联系。

2. 心肌 镜下观察心肌切片。心肌是一种特殊的肌肉,肌纤维较短,呈柱状,有横纹,有分枝,互相连接成合胞体,核呈卵圆形,位于纤维中央。纤维分枝处有染色较深的横线称为闰盘。

五、实验结果与分析

绘口腔上皮细胞、上皮组织、平滑肌和软骨组织图,注明其基本结构。分析比较动物的细胞和 4 种基本组织的结构与功能。

实验3 鞭毛纲代表动物

一、实验目的

以绿眼虫(*Euglena viridis*)为原生动物门鞭毛虫纲的代表,观察其形态,以了解鞭毛纲的一般形态特征及眼虫兼具动物性及植物性的特征,借以了解原生动物在进化上的关系。

二、实验材料与用具

眼虫培养液及眼虫玻片标本;碘液、0.1%甲基蓝、吸水纸、滴管、培养皿、载玻片、盖玻片等;擦镜纸、显微镜等。★眼虫的采集与培养:春夏在水沟和池沼中采集绿色的水或污泥均可找到不同的眼虫。可用米粒液培养:取七八颗米粒,加池水煮沸,冷却后接种眼虫(绿色池水或淤泥),每隔3 d加2颗米粒,眼虫即可大量繁殖,并能长久培养。

三、实验内容、方法与操作步骤

1. 低倍镜观察眼虫的形态和运动 滴一滴眼虫培养液于载玻片上,加盖片制成临时标本,低倍镜下可见有绿色纺锤形颗粒在运动。鞭毛运动:由于鞭毛的不断摆动使虫体向前呈螺旋状运动。眼虫式运动:由于眼虫表面的伸缩使眼虫体形改变,作缓慢的蠕动。

2. 高倍镜观察眼虫的结构 眼虫体呈纺锤状,前较钝,后较尖。体内有许多卵圆形或棒状的叶绿体或色素体。每个色素体中央有一个透明的反光体为淀粉核。细胞质中有许多类淀粉粒。储蓄泡位于虫体前端,为圆形囊状物,前端接胞咽。胞咽为储蓄泡向虫体前端伸出的小沟。虫体前端的红点为眼点,具有感光性。虫体前端胞咽的开口为胞口。伸缩泡位于眼点之后,呈圆形,较储蓄泡小,不易观察。虫体内部的原生质为内质,色素体、类淀粉粒等即分布于其中;虫体外围的一层原生质为外质,内无颗粒,较透明,很薄,较难辨认。虫体表面坚实而富弹性的薄膜称为表膜,视野调暗些可见膜上的斜向条纹(图3)。★结合课堂所学,表膜实际上是什么?其结构如何?

3. 鞭毛的观察 在高倍镜下调节光圈和细调,可见鞭毛,无色、均匀而细长,经

胞咽由胞口伸出。若看不到,可用碘液将鞭毛染色后再观察。

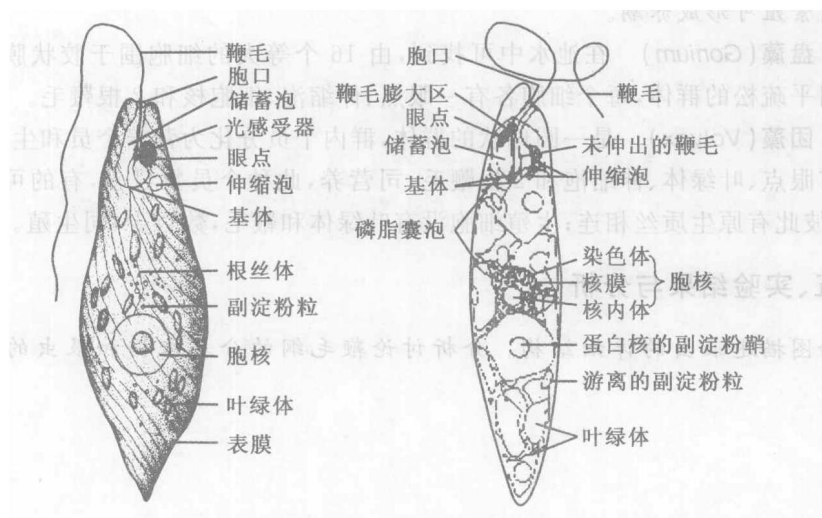


图 3 绿眼虫结构模式图(仿 E. C. Bovee)

4. 核的观察 活眼虫的核不易观察,可用 0.1% 甲基蓝(或甲基绿)染色后或取永久标本观察。核为圆形,在虫体的中后部,核质稀疏有核膜和核内体(★核中一个易染色的部分)。

四、示教

1. 杜氏利什曼原虫 (*Leishmania donovani*) 是黑热病病原,生活史有 2 个期,具有不同的形态。

(1) 细滴型:虫体呈纺锤形,有鞭毛,寄生于白蛉胃中或见于人工培养基中。

(2) 利什曼型(或称利杜体):虫体呈球形乃至椭圆形,寄生于人或犬等的巨噬细胞中。★由于制片原因常见于细胞外。

2. 锥虫 (*Trypanosoma*) 寄生于血液内,呈柳叶状,前尖,后钝。椭圆形的核位于虫体中央,动基体在后端,由此向前发出一根鞭毛,构成波动膜沿体表波浪前行,并在前端游离成鞭毛,经瑞氏染色剂染色,细胞质呈蓝色,核为红色。★结合课堂所学,波动膜与其生活环境是否有关?

3. 角藻 (*Ceratium*) 为海面浮游生物,有铠状壳,上锥部延长形成顶锥角和底锥角 2 个,略平行,左角较大,体表有菱梗,纵横沟各一,其中各具 1 根鞭毛,具有 1 个核。

4. 夜光虫 (*Noctiluca*) 漂浮于海面,受浪击发出荧光,鞭毛小,另有一触手。
★大量繁殖可形成赤潮。
5. 盘藻 (*Gonium*) 在池水中可找到,由 16 个等大的细胞围于胶状膜中所形成的扁平疏松的群体,每个细胞各有一眼点、伸缩泡、细胞核和 2 根鞭毛。
6. 团藻 (*Volvox*) 是一圆球状的群体,群内个员分化为营养个员和生殖个员,前者有眼点、叶绿体、伸缩泡和 2 根鞭毛,司营养,此种个员数目多,有的可达 1 万多个,彼此有原生质丝相连;生殖细胞没有叶绿体和鞭毛,数目少,司生殖。

五、实验结果与分析

绘图描述眼虫的详细结构。分析讨论鞭毛纲的分类依据和眼虫的结构与机能。

实验4 肉足纲

一、实验目的

变形虫(*Amoeba proteus*)为肉足纲的代表,观察其形态构造及运动特点,借以了解肉足纲的一般特征。

二、实验材料与用具

变形虫培养液;醋酸洋红、碘液、吸水纸、吸管、镊子、载玻片、盖玻片;显微镜、擦镜纸等。

★变形虫的采集与培养:采集小池塘、水洼的水面浮渣或腐烂水生植物,放入培养缸,加池水静置后可找到变形虫。培养方法有多种:①麦粒液培养法:取小麦约70粒,加少量池水煮沸约5 min,取出半数麦粒置培养缸中,加水1 000 mL,接入少许含变形虫的水和绿藻,在开始的7~10 d内出现变形虫,不久后变形虫消失,待绿藻生长繁盛时,变形虫重新出现。②粟草液培养法:取3 cm长的粟干草8段,加池水100 mL,煮沸10 min,静置24 h后,接种大量小纤毛虫,将变形虫接入此液进行培养可持续很久。

三、实验内容、方法与操作步骤

(一)变形虫的寻找和鉴别

吸取培养液表面的浮沫少许或刮取荷叶、金鱼藻等腐物上的水膜,制成临时玻片标本。于低倍镜下耐心寻找,调节光圈使光线稍暗。寻找辨认变形虫的方法有以下几种:

1. 根据颜色的变化 原为无色透明状,但有虫时由于光线反射会使变形虫略呈淡绿色。

2. 根据形状 不规则的虫体常有伪足。

3. 根据活动 乍看似不动,仔细等待观察始见伪足伸缩。

(二)高倍镜下观察

虫体呈变形状,伪足突出体表。★伪足的伸出是否有一定的方向?外质在虫体哪个部分较厚?外质之内靠中央的部分为内质,含有食物泡、细胞核及各种颗

粒,颜色较暗。伸缩泡:为一透明的圆形空泡,内含液体,长时间观察,可见其逐渐扩大到一定大小后突然消失,然后重现,再逐渐扩大。食物泡:充满在内质中,形状大小各不相同。其他颗粒:在内质中可见到许多微小的沙粒及其他不能消化的物质颗粒(图4)。

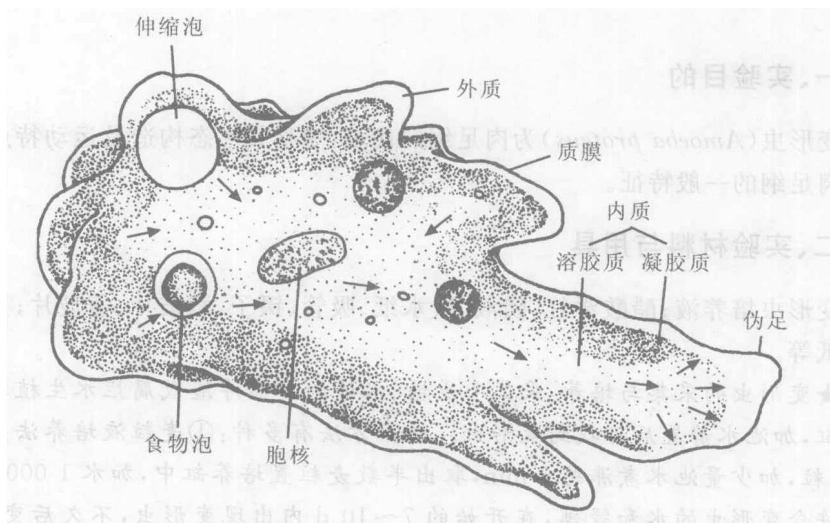


图4 大变形虫的结构模式图(仿刘凌云)

(三)核的观察

核呈扁圆形,位于伸缩泡附近,常在运动着的伪足的相对的一端,看起来特别光亮。★如活体观察不到,可用醋酸洋红或碘液,将变形虫杀死并染色后进行观察。

四、示教

其他肉足纲动物。

1. 痢疾内变形虫(*Entamoeba histolytica*) 寄生于人等脊椎动物的肠道内,能破坏肠壁,引起痢疾。

(1)滋养体:为活动期,生活时伪足向一侧伸出,细胞核的核膜明显,中央有核仁,细胞质内常发现红细胞。红细胞的存在是痢疾内变形虫的鉴别特征之一。

(2)包裹:为圆形,外有较厚的壳,内有2~4个细胞核,具4个核的为成熟包裹。★4核包裹为痢疾内变形虫的感染期。

2. 太阳虫(*Actinophrys*) 淡水产,球形,四周均伸出放射状的伪足,由于伪足