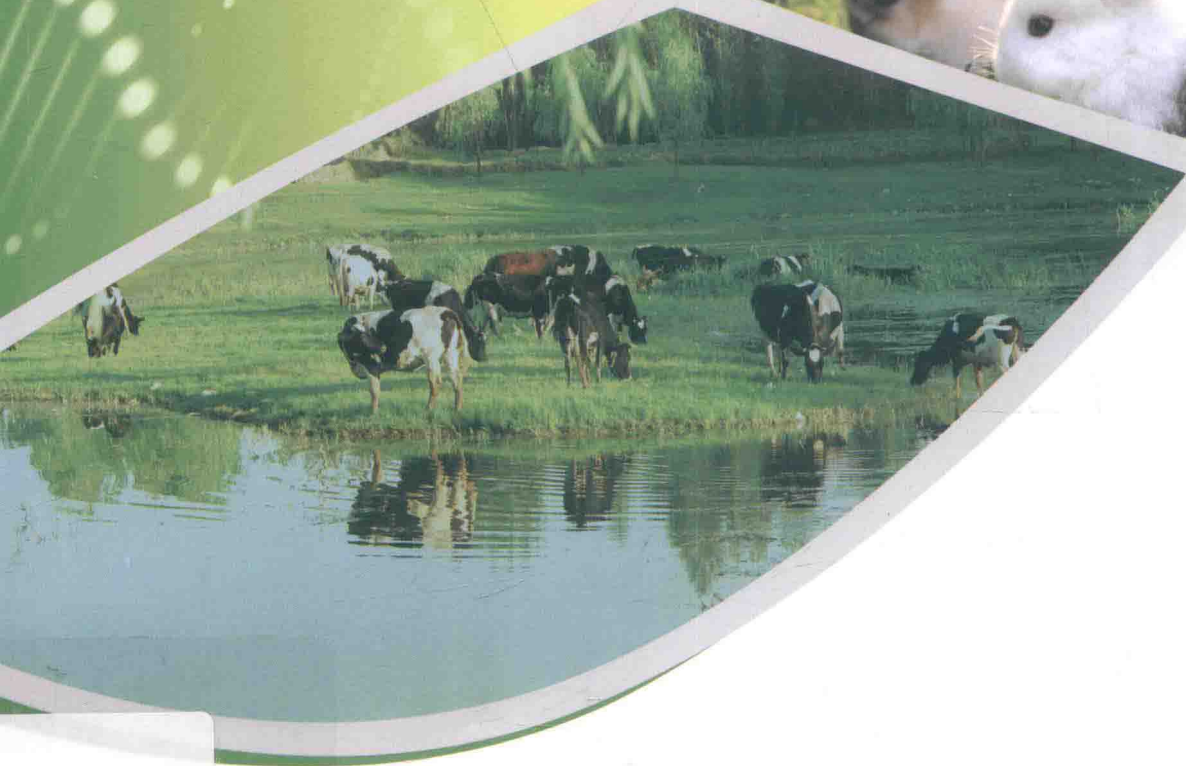


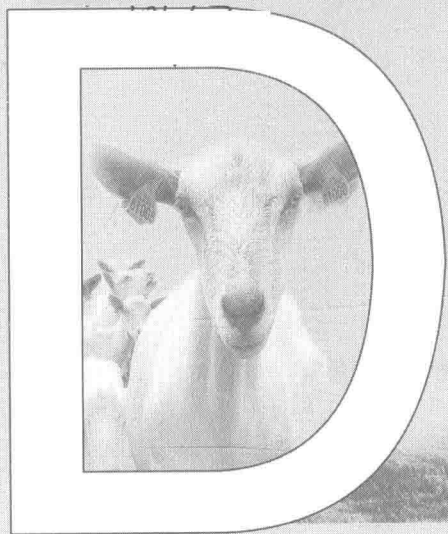


# 动物生物学实验指导

© 李兴霞 齐泽民 段辉国 主编



中国农业科学技术出版社



# 动物生物学实验指导

© 李兴霞 齐泽民 段辉国 主编



中国农业科学技术出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

动物生物学实验指导 / 李兴霞, 齐泽民, 段辉国主编. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2016. 12

ISBN 978 - 7 - 5116 - 2877 - 0

I. ①动… II. ①李…②齐…③段… III. ①动物学 - 生物学 - 实验 - 高等学校 - 教学参考资料 IV. ①Q95 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 307886 号

本书由内江师范学院组织出版

四川省教育厅卓越水产养殖专业人才培养试点项目 (编号: 14J001);

四川省教育厅水产养殖专业综合改革项目 (编号: 13B004);

内江师范学院生物化学与分子生物学重点建设学科 (编号: 04323);

四川省教育厅农科教合作人才培养实践基地项目 (编号: SJ15002);

四川省教育厅本科院校专业 (群) 转型发展改革试点项目。

责任编辑 闫庆健 杜 洪

责任校对 贾海霞

出版者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010) 82106632 (编辑室) (010) 82109702 (发行部)

(010) 82109709 (读者服务部)

传 真 (010) 82106625

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 各地新华书店

印 刷 者 北京昌联印刷有限公司

开 本 787mm × 1 092mm 1/16

印 张 11

字 数 275 千字

版 次 2016 年 12 月第 1 版 2017 年 3 月第 2 次印刷

定 价 28.00 元

# 《动物生物学实验指导》

## 编委会

主 编 李兴霞 齐泽民 段辉国

编写人员 (按姓氏笔画排序)

王永明 付伟丽 史晋绒 张志勇

张楠 李兴霞 李武 李斌

段彬 唐正义 徐丹丹 黄作喜

彭慧娟 蒋佳君 黎勇

# 前 言

进入 21 世纪以来,我国高等教育尤其是高等师范教育的教学内容和课程体系发生了较大的调整和改革。动物学作为高校生物类专业一门传统的专业基础主干课程,随着高等教育改革的不断深入和微生物学的快速发展,同时为适应素质教育的要求,高等学校人才培养模式改革向“宽口径、厚基础、重能力”的方向发展,动物学课程的学时一再被压缩,课程的名称也逐渐演变成“动物生物学”。

动物生物学实验是动物生物学教学中一个重要组成部分,对于提高学生的学习兴趣、实验技能和独立工作能力,培养学生的科学思维能力和创新意识,从而全面提高学生的综合素质都具有重要意义。本教材的编写理念是,从“加强基础、培养能力、提高素质”出发,更多地发挥学生的主体作用。在编写过程中,特别注意了以下 3 点:①系统性:内容全面系统,涵盖基本实验技能、无脊椎动物和脊椎动物的细胞组织、形态、结构、分类等各个方面;按照动物实体观察解剖、动物分类、标本制作、附录 4 个部分编排。②实用性:选入的实验切实可行,且多具应用价值,旨在培养学生观察、标本采集、解剖、分类、标本制作等各方面的技能,操作要求科学、规范,由表及里,兼顾局部与整体的观察,结构与机能的联系。③易行性:选入的实验力求简单、材料易得、有代表性,且易操作;熟悉基本实验技能,提高动手能力及观察分析问题的能力,培养科学严谨实事求是的学风,为后续专业基础课程和专业课程的学习奠定良好的基础。

本教材适用面广、可选择性强,可供普通高校的生物科学、动物科学、动物医学、水产养殖、生物技术等专业师生使用,也可作为中学生物学教师的教学参考书。限于编者水平,书中纰漏和错误在所难免,恳请各位同仁和读者批评指正。

编 者

2016 年 10 月

# 目 录

## 第一篇 实体观察、解剖篇

实验一 动物细胞和组织制片及观察 .....	(3)
实验二 草履虫的形态和生活习性 .....	(7)
实验三 水螅及其他腔肠动物 .....	(12)
实验四 三角涡虫的外形及结构观察 .....	(21)
实验五 蛔虫和环毛蚓的比较解剖 .....	(24)
实验六 河蚌的外形和内部构造 .....	(31)
实验七 螯虾(或日本沼虾)和棉蝗的比较 .....	(36)
实验八 文昌鱼切片的观察 .....	(45)
实验九 鲤鱼(鲫鱼)的外形和内部解剖 .....	(49)
实验十 青蛙(蟾蜍)的外形及内部解剖 .....	(58)
实验十一 家鸽的外形及内部解剖 .....	(70)
实验十二 家兔的外形和内部解剖 .....	(76)

## 第二篇 动物分类篇

实验十三 鱼纲分类 .....	(91)
实验十四 两栖纲和爬行纲分类 .....	(99)
实验十五 昆虫纲分类 .....	(105)
实验十六 鸟纲分类 .....	(115)
实验十七 哺乳纲分类 .....	(123)

## 第三篇 标本制作篇

实验十八 动物标本的采集、制作和保存 .....	(131)
实验十九 脊椎动物剥制标本的制作 .....	(135)
实验二十 脊椎动物骨骼标本的制作 .....	(142)
实验二十一 脊椎动物血管注射标本的制作 .....	(146)

## 附录篇

附录一	动物学实验须知 .....	(151)
附录二	显微镜的构造及使用 .....	(152)
附录三	生物绘图法介绍 .....	(156)
附录四	常用解剖器具及其使用方法介绍 .....	(158)
附录五	固定剂、染液及其他用液制备法 .....	(160)
参考文献	.....	(169)

# 第一篇

---

## 实体观察、解剖篇





## 实验一 动物细胞和组织制片及观察

观察和了解动物细胞和组织的基本类型、结构和功能，是动物学学习和研究显微结构观察的基础，也有助于理解动物类群由单细胞到多细胞、由简单到复杂的进化历程。观察动物细胞和组织的形态结构，常需制备玻片标本在显微镜下观察。

### 一、目的和内容

#### (一) 目的

- (1) 了解动物细胞和动物组织的临时制片方法。
- (2) 了解动物细胞和四类基本组织的结构和功能。

#### (二) 内容

- (1) 细胞：人口腔上皮细胞制片，动物细胞的有丝分裂切片。
- (2) 上皮组织：复层扁平上皮切片。
- (3) 结缔组织：透明软骨切片、疏松结缔组织切片和蛙的血液制片。
- (4) 肌肉组织：横纹肌制片，平滑肌切片。
- (5) 神经组织：脊髓的前角细胞切片。

### 二、实验材料和用品

人口腔上皮、疏松结缔组织及血液组织（活蛙或蟾蜍）、横纹肌（蝗虫浸制标本）、有丝分裂制片、复层扁平上皮、透明软骨、平滑肌及神经组织4种组织的切片。

载玻片、盖玻片、解剖器、吸管、吸水纸、牙签、0.1%及1%的亚甲基蓝、0.7%及0.9%的氯化钠溶液、蒸馏水。

### 三、实验操作及观察

#### (一) 人口腔上皮细胞

用牙签粗的一端，放在自己的口腔里，轻轻地在口腔颊内刮几下（注意不要用力过猛，以免损伤颊部）。将刮下的白色黏性物质薄而均匀地涂在载玻片上，加一滴0.9%氯化钠溶液，然后加盖玻片，在低倍显微镜下观察。口腔上皮细胞常数个连在一起。由于口腔上皮细胞薄而透明，因此光线需要暗些。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%的亚甲基蓝，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。

## (二) 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较发达）。放在干净的载玻片上，加一滴0.7%氯化钠溶液。用解剖针将其展薄，加数滴1%亚甲基蓝后，用0.7%氯化钠溶液冲去多余染液。加盖玻片在显微镜下观察。

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；弹性纤维细而具分枝，不成束，无波浪状弯曲。结缔组织细胞不甚规则，核着色深而清楚，细胞质色浅能辨认出细胞界限（图1-1）。

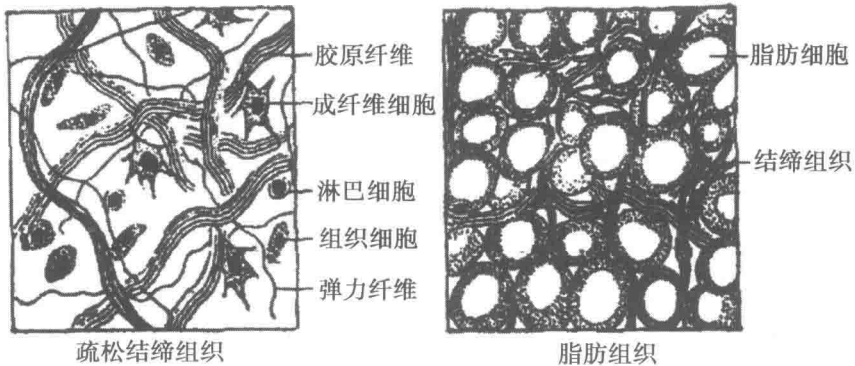


图1-1 疏松结缔组织和脂肪组织

## (三) 血液组织

解剖蛙或蟾蜍，以吸管从心脏（最好在动脉圆锥处）取出血液，放一小器皿中，加入少许0.7%氯化钠I溶液稀释制成悬浮液。吸此液一滴，制成临时装片，在显微镜下观察。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。红血细胞间的无色液体称为血浆（实际已被稀释）。轻轻地敲击载玻片，可看到血细胞在血浆中转动，注意观察红细胞的侧面是什么形状。

## (四) 肌肉组织

从保存的蝗虫浸制标本胸部用细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），加盖玻片置于显微镜下观察。蝗虫的肌肉为横纹肌，肌肉组织由长形的肌纤维组成。肌原纤维有明暗相间的横纹，可在高倍镜下仔细观察。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%亚甲基蓝染色。

## 四、切片观察

### (一) 细胞的有丝分裂

在各示范切片中应辨认了解染色体、中心粒及纺锤体。注意分裂各期的特点。

前期：染色体出现，着色较深。中心粒已分裂为二，向两极移动，形成纺锤体。在前期结束时，核仁及核膜消失。

中期：染色体排列在细胞赤道上，中心粒已达两极，此时纺锤体最大，染色体数目很清楚。

后期：各染色体已纵裂为二，分别向两极移动。细胞已开始分裂，细胞的中部出现凹陷。

末期：细胞分裂为二，染色体消失。重新组成的细胞核出现（图 1-2）。

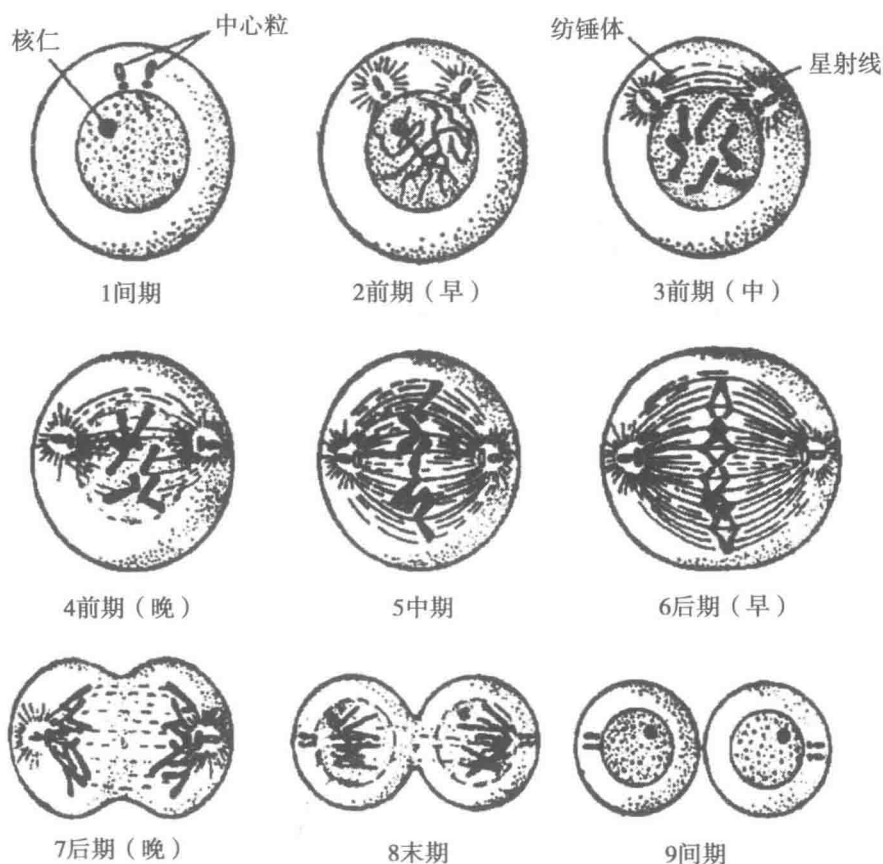


图 1-2 动物细胞的有丝分裂

### (二) 上皮组织（复层扁平上皮）

取食道横切片、用低倍镜找到上皮组织，转高倍镜观察。基层为排列整齐的一层柱

状细胞，最外层为多层扁平细胞。

### (三) 软骨组织

观察透明软骨的染色体切片，可见大部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形的窝，称为胞窝，常常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，细胞膜界限很清楚，细胞质染色极浅，不太清楚。

### (四) 肌肉组织 (平滑肌)

取猫小肠的横切片，在低倍镜下观察，肠壁被染成淡粉红色的部分为肌肉层，将光线调节略暗些，可见肌肉是由很多细梭形的细胞所组成，此即为平滑肌细胞，核呈椭圆形，被染成蓝紫色。

### (五) 神经组织

观察牛脊髓涂片。找到有细胞处，可见细胞被染成淡蓝色，细胞体形状不规则。细胞核位于中央，色浅，核仁着色较深。能看到细胞突起，树突的基部较粗，而轴突则粗细均匀，涂片上不易看到。

## 五、实验报告

- (1) 绘制人口腔上皮细胞 (绘2~3个细胞，详绘其中1个细胞)。
- (2) 绘制蝗虫横纹肌细胞，并注明图中各部分名称。
- (3) 细胞分裂各期有何特点?
- (4) 总结4类基本组织的结构特点与主要机能。

## 实验二 草履虫的形态和生活习性

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，这个细胞即具有一般细胞的基本结构，又具有一般动物所表现的生活功能。原生动物的单个细胞不同于多细胞动物体内的一个细胞，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。

草履虫个体较大，结构典型，观察方便，繁殖快速，易采集培养，是生命科学基础理论研究的理想材料，尤其在细胞生物学、细胞遗传学研究中更具有科学价值。

### 一、目的和内容

#### (一) 目的

- (1) 了解草履虫的基本形态。认识原生动物是单细胞构成的、能独立生活的完整动物有机体。
- (2) 通过了解草履虫的主要特征，了解原生动物并认识一些常见的种类。
- (3) 学会对水中的运动微型动物的观察和实验方法。

#### (二) 内容

- (1) 草履虫的采集和培养。
- (2) 观察草履虫的形态结构。
- (3) 观察草履虫的生活习性。

### 二、实验材料和用品

#### (一) 实验材料的采集和培养

##### 1. 采集

大草履虫属于纤毛纲，全毛目，生活在有机质丰富且不大流动的河沟或池塘中，在春、夏、秋三个季节里生长繁盛，草履虫常在水面浮游，其聚集的地方看上去水面呈灰白色。舀取这样的水体表层，若发现有稀疏的针尖大小的白点在游动，则可断定多半已采集到了草履虫。

草履虫的包囊常附于新鲜的稻草、狗尾草的茎秆上。取其近根部的1~2节，剪成3cm长，加水4~5倍，放在温暖、光亮处，保持温度20~25℃培养5~7d即可得到草履虫。

## 2. 培养

自然环境中得到的水样或培养液中的草履虫密度较小，且混有其他种类的原生动物或其他的水生小生物。若需要大量和纯系的草履虫，应进行分离、纯培养。

取野外获得的水样少量放在表面皿内，置于解剖镜下，用微吸管（口径不大于0.2mm）吸取分离。将吸取的草履虫入培养液中培养，每毫升培养液中至少移入2个草履虫。若移入的虫体太少，则密度过小，培养就不易成功。若要培养纯系的草履虫，则只能吸取1个草履虫放入少量培养液中先培养，待培养增殖到20~30个草履虫时再扩大培养。

(1) 狗尾草（或稻草）液培养草履虫。用洁净狗尾草（或稻草）10g剪成3cm左右的小段，加1000ml自来水，于容器中煮沸20min左右，冷却后用纱布滤出上清液，保存于加盖容器中，24h后即可使用。草履虫喜微碱性的环境，若培养液呈酸性，可用1%碳酸氢钠调到微碱性，但pH值不能大于7.5。

(2) 麦粒液培养草履虫。用麦粒5g加自来水1000ml，煮到麦粒裂开，放入加盖容器中，24h后即可使用。

(3) 玉米培养液法。将5g玉米面粉放于盛有1000ml水的烧杯中，煮沸后，再慢火煮约10min，趁热过滤，滤去较大的颗粒，然后静置1d。将采集的草履虫分离纯化后，接种到制备好的培养液中，在26~28℃的恒温培养箱中进行培养，一般5d左右即可。

(4) 酵母片培养液法。取1000ml蒸馏水加入容器中，然后放入干酵母片0.59g，振荡均匀后备用。然后用很细的玻璃管，在草履虫液的表层吸一滴液体注入配好的培养液中培养，2~3d可有大量草履虫出现。

(5) 沼液培养液法。沼液中含有多种生物活性有机物，包括氮、磷、钾、铜、锌、锰等矿物质及多种氨基酸等，营养成分丰富。取发酵50d左右的沼液，与蒸馏水1:1混合，将混合后的培养液在25℃恒温箱培养2d后，再将采集的草履虫分离纯化后放入制备好的沼液培养液中。在20℃的光照恒温培养箱中进行培养。一般培养3d左右即可。

培养草履虫要放置在温暖的地方，但要避免阳光直射，温度控制在20~25℃，一般培养1周即可得到大量的草履虫。一旦草履虫繁殖过多，培养液中营养减少，代谢物积累，往往引起虫体的大量死亡。因此，在培养过程中每隔2~3d用吸管吸取培养液底部的沉淀物，然后加入等量的新鲜培养液，这样可使草履虫得到长期保存培养。

## (二) 用具和药品

显微镜、解剖镜、载玻片、盖玻片、滴管、吸管、精密pH试纸、吸水纸、脱脂棉、蓝黑墨水、5%的冰醋酸、墨汁、1%氯化钠溶液、1%碳酸氢钠溶液、蒸馏水。

### 三、实验操作及观察

#### (一) 草履虫的形态结构

为限制草履虫的快速游动以便观察，先将少许棉花撕松放在载玻片中部，再用滴管吸取草履虫培养液滴1滴在棉花纤维之间，盖上盖玻片，在低倍镜下观察。如果草履虫的游动仍很快，则用吸水纸在盖玻片的四周吸去部分水（注意不要吸干），再进行观察。

##### 1. 外形

在低倍镜下，将光线适当调暗，使草履虫与背景之间有足够的明暗反差。可看到草履虫形似倒置的草鞋底，前端钝圆，后端稍尖，体表密布纤毛。从虫体前段开始，体表有一斜向后行直达虫体中部的凹沟，此为口沟，口沟处有较长的纤毛。

##### 2. 内部结构

选择虫体大而又不太活动的草履虫转高倍镜观察其内部结构。虫体的表面是表膜，紧贴表膜的一层细胞质透明无颗粒，为外质。外质内有许多与表膜垂直排列的折光性较强的椭圆形刺丝泡。外质向内的细胞质多颗粒，为内质。

虫体口沟的末端有一胞口，胞口后连一深入到内质的弯曲短管，为胞咽，胞咽壁上有长纤毛联合形成的波动膜。内质中有大小不同的圆形泡，多为食物泡。在虫体的前后端各有一个透明的大圆形泡，可以伸缩，为伸缩泡。

大草履虫有大小2个细胞核，位于内质中央。活的草履虫核不易观察到，在盖玻片一侧滴1滴5%的醋酸，另一侧用吸水纸吸水，使盖玻片下的草履虫浸在醋酸中。2~3min后，在低倍镜下可见到虫体中部被染成淡黄色，大核呈肾形。转高倍镜观察，可见大核的凹处有一点状的小核（图2-1）。

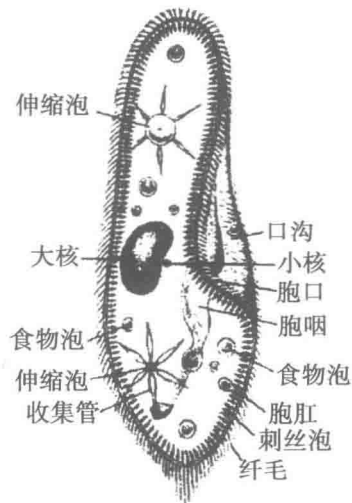


图2-1 草履虫模式图（自堵南山）



## (二) 草履虫的生活习性

### 1. 运动

草履虫运动时, 全身纤毛有节奏地呈波状依次快速摆动, 由于口沟的存在和该处纤毛有力的摆动, 而使虫体绕其中轴向左旋转。沿螺旋状路线前进。低倍镜下将光线调暗些可以见到虫体的游动和纤毛的摆动。

### 2. 食物泡的变化

取1滴草履虫培养液于载玻片中央, 加少许墨汁掺入液滴中, 混匀, 再加少量棉花纤维并加盖玻片。在低倍镜下寻找被棉花纤维圈住但口沟未受压迫的草履虫, 转高倍显微镜仔细观察食物泡的形成、大小的变化以及在虫体内环流的过程。

### 3. 草履虫的应激性

(1) 刺丝泡的发射。用以上方法制成草履虫临时装片。在盖玻片的一侧滴1滴用蒸馏水稀释20倍的蓝黑墨水, 另一侧用吸水纸吸引, 使蓝黑墨水浸过草履虫。在高倍显微镜下观察, 可见刺丝已射出, 在虫体周围呈乱丝状。

(2) 对盐度变化的反应。取5张载玻片, 分别在其中部偏左滴1滴蒸馏水以及0.1%, 0.3%, 0.5%, 0.7%系列浓度的氯化钠溶液。用滴管吸取密集草履虫培养液, 分别滴1滴于各载玻片中部偏右。然后用滴管尖部连划每个载玻片上的左右两液滴, 置于解剖镜下观察, 注意观察草履虫的游动和分布。10min后加棉花纤维和盖玻片, 制成临时装片, 在低倍镜下选定一草履虫, 转高倍镜观察其伸缩泡的收缩。注意各载玻片上草履虫伸缩泡的收缩频率。

(3) 对酸刺激的反应。用滴管吸取密集草履虫培养液滴于2张载玻片上, 将载玻片置于解剖镜下、用毛细滴管分别吸取(0.01%~0.02%)、(0.04%~0.06%)醋酸溶液, 滴1小滴在载玻片上的草履虫液滴中央。在解剖镜下观察草履虫的动态, 并用pH试纸分别轻轻浸入液层中草履虫聚集处和滴入醋酸液处, 检测其pH值。

### 4. 草履虫的生殖

(1) 无性生殖(分裂生殖)。吸取生长旺盛的草履虫培养液滴于载玻片上, 在解剖镜或低倍镜下可见到正在进行分裂生殖的草履虫(图2-2)。

(2) 有性生殖(接合生殖)。将高密度草履虫培养液吸出放入培养皿中, 加入10~15倍清水, 置于暗处, 12h后, 就有20%的草履虫进行接合生殖, 取其液制成临时装片, 置于显微镜下观察接合生殖的过程。

## 四、实验报告

- (1) 绘制草履虫放大详图, 表示出各种结构, 并标出其名称。
- (2) 通过对草履虫的观察, 了解原生动物的主要特征。
- (3) 通过对草履虫的观察, 总结单细胞动物有哪些细胞器的分化, 各有什么功能?

### 附: 绿眼虫的观察

#### 1. 绿眼虫的采集和培养

- (1) 采集。在腐殖质丰富的静水小河沟、池塘或污水坑中, 尤其是呈绿色略带臭