



沈师大

·高等学校试用教材·

普通 遗传学实验

PUTONG
YICHUANXUESHIYAN

主编 卜 宁 马莲菊

吉林人民出版社



普通遗传学实验

主 编 卜 宁 马莲菊

副主编 王升厚 陈 强

吉 林 人 民 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

普通遗传学实验/卜宁,马莲菊主编. — 长春:吉林人民出版社,2006.8
ISBN 7-206-05076-X

I.普… II.①卜… ②马… III.遗传学—实验—师范大学—教材
IV.Q3-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 098068 号

普通遗传学实验

主 编:卜 宁 马莲菊

责任编辑:吴兰萍 封面设计:沈赫

吉林人民出版社出版 发行(长春市人民大街 7548 号 邮政编码:130022)

印 刷:沈阳航空发动机研究所印刷厂

开 本:880mm×1230mm 1/32

印 张:7.375 字数:200 千字

标准书号:ISBN 7-206-05076-X

版 次:2006 年 8 月第 1 版 印 次:2006 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1-1 000 册 定 价:15.00 元

如发现印装质量问题,影响阅读,请与印刷厂联系调换。

前 言

遗传学是具有广泛影响力的核心学科和前沿学科。随着其它相关学科的发展，遗传学逐步实现了从对生命个体的表型描述到向较为精密的实验科学的飞跃，促进了多学科交叉和融合，无可争议地引领着现代生命科学的研究和发展。

遗传学是一门实验科学。从孟德尔的豌豆杂交实验直至今日的人类基因组的测序完成，实现了整体水平、细胞水平及分子水平遗传实验的不断跨越。可以说，遗传学作为这一生命科学研究领域中主车轮的加速转动，其动力是遗传学实验及其实验技术。

普通遗传学实验是配合遗传学理论教学而设置的一门基础课程，通过实验课的教学，应使学生了解基本的遗传学理论和主要的研究方法，初步掌握基本的实验操作技能，激发学生探索遗传规律的浓厚兴趣，培养学生善于观察、勤于思考、勇于创新、独立分析和解决问题的能力，使学生具备进行遗传学及相关学科的研究工作能力。

本书是在我们多年使用的教学讲义的基础上加以修改和充实而编写的。根据普通遗传学教学内容和要求，在综合考虑培养目标、学时设置、实验教学条件和设备及与其它学科交叉重叠等情况下，我们选择编写了34项实验内容，涉及到细胞遗传学、微生物遗传学、分子遗传学、数量遗传学、群体遗传学等领域，其中每一部分既有验证性的基础实验，也有探索性的综合设计

实验。

本书的特点：

1. 在实验材料的选择、实验仪器的配备、实验操作方法、步骤等方面，注重总结和介绍在教学和科研工作中的实践经验，使学生少走弯路。

2. 注意与实验相关知识的介绍，扩大学生的知识面。

3. 增加并展示了在实验教学和科研工作中拍摄、制作的相关照片和图片，使教学更加直观，有利于学生对遗传学理论的进一步理解。

4. 强调学生对实验的总结和思考，注重培养学生独立分析问题、解决问题的能力，力求使它成为一本比较系统、适用、新颖、直观、有特色的基础遗传学实验教材。

本书在编写过程中参阅了许多兄弟院校的遗传学教材和有关的实验技术指导。在此一并表示感谢！

由于编者的知识水平和教学经验有限，再加上编写时间仓促，书中遗漏和错误之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2006年8月

目 录

前 言	1
第一章 绪论	1
第一节 普通遗传学实验课目的与要求	1
一、实验课的目的与要求	1
二、实验课的考核原则	2
三、实验报告的写作要求	3
四、实验室守则	4
第二节 普通遗传学实验的基本方法	6
一、实验方法	6
二、实验室一般药液的配制	12
三、染色液的配制	19
四、培养基的配制	22
五、清洗液的配制及玻璃器皿的清洗方法	29
第二章 细胞分裂与染色体	31
第一节 细胞分裂	31
实验一 有丝分裂的制片和观察	31
实验二 减数分裂的制片和观察	39
第二节 染色体分析	47

实验三	植物细胞染色体组型分析	47
实验四	动物骨髓细胞染色体的观察	54
实验五	人体细胞 X 染色质的观察	59
实验六	人外周血淋巴细胞的染色体标本制片与非显带技术分析	63
实验七	染色体分带技术	71
实验八	姊妹染色单体分区染色和交换	77
第三章 遗传定律及其验证		81
第一节 果蝇实验		81
实验九	果蝇遗传性状的观察及培养基的制备	81
实验十	果蝇唾腺染色体的制备和观察	90
实验十一	果蝇神经节染色体的制备和观察	96
实验十二	环境因素对果蝇性状的影响	100
第二节 遗传定律的验证		103
实验十三	果蝇的杂交实验	103
实验十四	玉米籽粒的遗传: 基因的分离、自由组合与基因互作的验证	111
第四章 染色体畸变		118
第一节 染色体结构与数目变异		118
实验十五	诱发植物多倍体及细胞学鉴定	118
实验十六	诱发植物染色体结构的变异	123
实验十七	果蝇 X 染色体隐性致死突变的检出	126
第二节 遗传毒理实验		131
实验十八	蚕豆根尖细胞微核检测实验	131
实验十九	动物微核检测实验	134
实验二十	小白鼠精子畸形实验	139

第五章 微生物遗传实验.....	142
实验二十一 粗糙链孢菌的杂交实验.....	142
实验二十二 紫外线对枯草杆菌的诱变实验.....	148
实验二十三 λ 的局限性转导.....	152
实验二十四 大肠杆菌的转化试验.....	157
实验二十五 大肠杆菌的接合与基因定位 - 中断 杂交实验.....	163
第六章 分子遗传实验.....	170
实验二十六 动物基因组总 DNA 的分离.....	170
实验二十七 植物基因组总 DNA 的分离鉴定.....	175
实验二十八 人外周白细胞 DNA 的制备.....	181
实验二十九 细菌质粒 DNA 的提取和鉴定.....	184
实验三十 聚合酶链式反应扩增 DNA 片段 (PCR) ...	192
第七章 群体遗传实验.....	196
实验三十一 Hardy - Weinberg 遗传平衡定律的验证 ...	196
实验三十二 人群中 PTC 味觉基因频率的分析.....	201
第八章 数量性状遗传.....	204
实验三十三 人类指纹的遗传学分析.....	204
实验三十四 农作物遗传力的估算.....	211
附 录.....	216
附录 1 常见动植物染色体数目.....	216
附录 2 X^2 值表.....	221
参考文献.....	224

第一章 绪 论

第一节 普通遗传学实验课目的与要求

一、实验课的目的与要求

(一) 目的

遗传学是生物科学专业的一门重要的专业课，遗传学实验是理论联系实践，培养和训练学生掌握科学的思维方法、养成实事求是的科学态度、提高独立的科研动手能力的重要环节和手段。实验的目的在于：

1. 验证理论知识，把理论课堂教学中讲授的知识应用到对实际材料的观察实践中，并加深和巩固所学的理论知识，开发学生的智力，提高学生的学习兴趣。

2. 掌握有关遗传学实验和研究的基本技术，培养独立工作的能力。

3. 通过实验逐步培养学生客观地对事物进行观察、比较、分析的能力，培养学生对综合问题的解决能力、独立思考和创新能力。

4. 培养严肃认真的科学态度与实事求是的工作作风。

(二) 要求

1. 每次实验前必须对实验内容进行充分预习, 以了解实验目的、原理和方法。初步熟悉实验操作中的主要步骤和环节, 对整个实验的安排做到心中有数, 思路清楚, 避免差错。同时结合实验内容复习与实验有关的理论, 做到充分理解, 预测该实验各个步骤应得的结果, 注意和估计实验中可能发生的误差, 做到心中有数, 提高实验的目的性和主动性。

2. 认真听教师的讲授, 按照要求进行各项实验操作。仔细、耐心地观察实验材料和实验过程中的各种现象, 认真、及时做好实验出现的情况和最后结果的详细记录, 对于当时不能得到结果而需要连续观察的实验, 则需记下每次观察的现象和结果, 以便进行资料整理和分析。同时, 实验中实验用器材、物品的摆放力求整齐、清洁, 有条不紊, 便于操作。以小组为单位进行实验时, 要注意分工合作, 发扬团队精神。不得擅自用他人或他组的实验器材和物品, 公用物品使用后应放回原处, 以免影响他人使用。实验结果应及时请指导教师进行审查, 发现问题及时解决。未经教师允许, 学生不得擅自终止实验, 不得擅自离开实验室。

3. 实验结束后, 应将实验器材、物品整理就绪, 擦洗干净, 放回原处。如有损坏或缺少, 及时报告指导教师。认真整理实验记录, 作出实验结论, 按要求书写实验报告。

二、实验课的考核原则

建立规范的实验课成绩评定模式。强调对实验操作过程的考核和评价, 力求使成绩能够真实、合理、客观、公正, 较全面反映每个学生的学习情况和实验技能掌握程度, 以充分调动学生的

学习积极性。

三、实验报告的写作要求

实验报告的书写是遗传学实验课的基本训练之一，是实验课总结和实验结果评价的有效材料，是今后撰写科研论文的良好基础。示教实验和自己做的实验均要求每人书写实验报告，实验报告必须按时完成，按照每一实验的具体要求，认真书写实验报告。书写实验报告应注意文字简练、通顺、清晰、整洁。实验报告的格式和要求如下：

（一）格式

遗传学实验报告

姓名 专业 组别 日期

实验题目

实验目的与要求

实验原理

实验仪器与药品

实验步骤

结果与分析

作业及思考

（二）要求

实验题目应与实验报告的内容一致；实验目的与要求主要写出本次实验要达到的基本目的；实验原理要求文字简练，把原理说清楚即可；实验仪器与药品要求写出本次实验所需的主要仪器和药品；实验步骤则要用简洁的语言对实验过程进行概括；实验结果与分析是实验报告中最重要、最核心的部分。遗传学实验多

数要求将实验结果以绘图形式表示,应将实验过程中所观察到的实验现象如实、正确地在实验结果中描绘、记述或说明。实验中的每项观察都应随时记录。实验结束后,根据记录填写实验报告。不可单凭记忆,否则容易发生错误和遗漏。根据已知的理论知识对实验结果进行解释和分析。结果分析是实验报告的核心部分,必须独立完成。对实验结果进行认真的分析讨论,有助于提高学生分析,综合和文字表达能力,有助于复习巩固理论知识。

实验报告的书写是富有创造性的工作,应严肃认真,不应盲目抄袭他人和书本。

四、实验室守则

为提高实验教学质量,保证实验效果和实验室的安全,避免在实验发生差错和意外事故,要求学生严格遵守实验室规则,认真做好实验前后和实验过程中的各项工作;独立地观察、思考、分析问题和解决问题,严谨、求实,敢于质疑,勇于创新;养成勤俭节约、爱护公物、互相合作的优良作风。具体要求如下:

1. 按时进入实验室,不迟到,不早退,实验时保持安静。
2. 必须保持实验室、工作台、各种仪器、用具、玻璃器皿清洁整齐;必须将各种化学药品、试剂等贴上标签,分门别类,放置于固定位置,便于取用。
3. 使用显微镜或其它贵重仪器时,要求细心操作,特别爱护。切勿使染料或试剂沾污镜头、镜台及所用仪器,如有沾污须随时用擦镜纸擦干净。注意不要把酸、碱等试剂洒落在工作台上,以防腐蚀。对消耗材料和药品等要力求节约,用后仍放回原处。
4. 实验室内保持整洁,勿高声谈话和随便走动。进行实验

第一章 绪 论

操作时必须穿上工作服，离开时脱去，并经常洗涤以保持清洁。非必要的物品不要带进实验室，必须带进的物品（书包、帽子、围巾等）应放在不影响实验操作的地方。

5. 实验完毕须做好清洁整理工作。必须把所用仪器洗净放妥，所用物品放还原处，将实验室收拾整齐，擦净桌面。在实验过程中如有损坏或丢失仪器用具，应填写报损单，按情况予以登记或赔偿处理。

6. 实验过程中，切勿使用乙醇、乙醚、丙酮等易燃药品接近火焰。如遇火险，应先关掉火源，再用湿布或沙土掩盖灭火，必要时使用灭火器。

7. 全班实验结束后，值日生应对实验室全面清理打扫。离开实验室前须关闭仪器电源，关闭水、电、煤气等开关，关好门窗。

第二节 普通遗传学实验的基本方法

一、实验方法

(一) 显微镜的结构和使用方法

1. 显微镜的基本结构

显微镜是观察研究细胞结构所必需的仪器。显微镜的基本结构见图1-1。显微镜中部有一弯曲的柄，称镜臂，基部为镜座。镜座上的短柱叫镜柱。镜臂基部有一个方形或圆形的平台，是载物台。台的中央有一圆孔，可通过光线。两侧有压片夹，用以固定玻片标本。现代的显微镜具有镜台X—Y驱动器，用以固定和移动标本。在圆孔的下面，有一片或数片透镜所组成的聚光器，具有集射光线于物体的作用。聚光器附有一组由金属片组成的可变光阑，其侧面伸出一杠杆，可前后移动使光阑开闭。光阑开大则光线较强，适于观察颜色深的物体；光阑缩小则光线较弱，适于观察透明（或无色）的物体。

在聚光镜下方有反光镜，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，多在光线较暗的情况下使用；光线较强时使用平面镜即可。内光源显微镜的光源位于镜座靠后方，在镜座右侧有光源按钮，此按钮可前后移动，使光阑开闭，用以调节光线的强弱。在载物台的圆孔上方，有一附于镜柄上端的圆筒称为镜筒，其上下两端附有镜头。现代显微镜一般有两个镜筒。镜筒上端有目镜，有高倍和低倍之分，较长的是低倍，一般放大5倍或6倍，较短的是高倍，一般放大10倍、12倍或15倍。镜筒下端有可旋转的圆盘叫旋转器，下面附有2~4

个接物镜（物镜）以螺旋旋入旋转器。接物镜也有高低倍之分，较短的是低倍，一般放大 10 倍；较长的是高倍，一般放大 40 倍、45 倍、60 倍。油物镜放大 90 倍或 100 倍。显微镜的放大倍数是接目镜的放大倍数与接物镜的放大倍数的乘积。镜壁上有粗、细调焦器。现代的显微镜粗、细调焦器常组合在一起，外周粗的螺旋为粗调焦器，中央细的为细调焦器。用调焦器调焦点。粗调焦器升降镜筒较快，用于低倍镜调焦；细调焦器升降镜筒较慢，用于高倍镜调焦。

2. 显微镜的使用方法

将显微镜摆在一个固定而平稳的工作台上，显微镜距台沿的距离至少等于一个横放着的拳头的宽度。使镜臂反向着自己，摆好显微镜。转动粗调焦器，把镜筒向上提起。转动旋转器，使低倍接物镜对准载物台的圆孔。二者相距约 2~3cm 左右，两眼对着双筒接目镜观察。打开可变光阑，用手转动反光镜，使它正对着光源，但不可对直射的阳光。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。如为内光源显微镜，打开光源按钮，向前后移动按钮，调节光线的强弱至适宜强度。

将观察对象（如玻片）放在载物台上，用压片夹（或 X—Y 驱动器）固定。转动粗调焦器，使镜筒下降至低倍接物镜距装片 5mm 左右为度。然后自目镜观察，同时转动粗调焦器，提升镜筒，至视野内的物像清晰为止。再以可变光阑调节光线至适宜强度。

低倍物镜观察后转到高倍物镜下观察。现代显微镜一般在低倍镜下调好焦点后，可直接转换高倍物镜。转换物镜时，不能用两指卡着物镜的“腰”转，这样易使物镜的光轴倾斜，而应当旋转物镜转换器的转动板将镜头扳到位。镜头扳到位的时候，会听到“卡嗒”一声响。

油物镜的使用：首先在高倍物镜（40 倍）下调准焦点，将

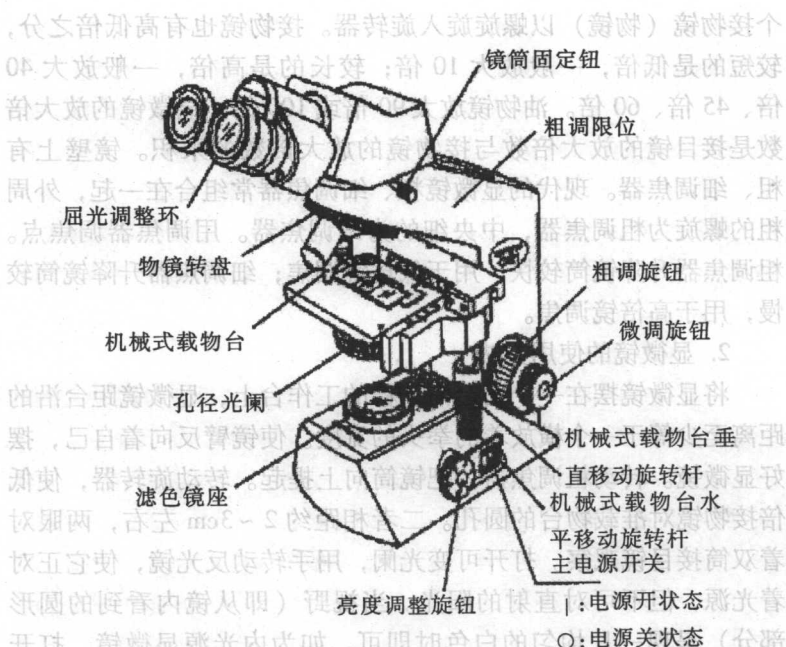


图 1-1 显微镜的结构

要观察的标本某部分移至视野的正中心。然后，转动旋转器移开物镜，在盖片上视野中央的位置滴一滴香柏油或其它浸润油，再将油物镜移至该处，使前透镜与油滴接触。调焦以得到一个清晰的影像。切换镜头时要十分小心，因为油镜的工作距离（指物镜前透镜到被检物体表面之间的距离）很小，仅 0.18mm 左右，不小心则可能毁坏标本或镜头。用完油镜后必须立即清洁。其方法是将油物镜移至旁边，将最低倍物镜移至玻片标本上方，用擦镜纸沾少许二甲苯（或乙醚乙醇混合液，乙醚：乙醇 = 7：3）轻轻拭去镜头上的浸油，弃去；再换一张干净的擦镜纸擦拭。注意，不要太用力。通常是将香柏油与二甲苯装在双层瓶，香柏油

装在上层，二甲苯装在下层。

许多同学平时都佩戴眼镜，观察时最好摘掉眼镜用“两眼”观察。

用完显微镜，要将载物台调到最低，将反光镜直立起来，罩上防尘罩，放入干燥的柜子中收藏。

(二) 其它几种显微镜

1. 相差显微镜：这种显微镜有具环形光阑的相差聚光器、相差物镜（在镜筒上有“PH”字）和相板。它主要是利用折射率的差异（如存在于相物体的）以形成亮/暗反差。光线经过具环形光阑的相差聚光器、物体、相差物镜，将光束分成两部分，一部分是物体结构的折射光，另一部分不受物体影响的光，经过相板二者干涉，形成干涉图像。由于两束光的相移位接近 $\lambda/2$ （半波长），可见反差分明的图像。适于观察较透明的或染色反差小的细胞组织切片或装片。

2. 暗视野显微镜：其外形结构与普通显微镜一致。最主要的不同点是聚光器。由光源来的光线经过聚光器使光束经过物体落在物镜前透镜的外边。因此，视野是黑暗的，通过物体本身的光反射和折射使光线能够进入物镜形成亮的像，即标本在暗的背景上呈现出发亮的图像。这种显微镜适用于观察具较大反射率、不同折射率或较透明的细胞组织切片或装片标本。

3. 实体显微镜或称立体显微镜：这种显微镜因可观察不透明物体表面的立体结构而得名。它具有多种形式的外加光源照明器，也有镜体内同轴垂直照明，使光线落射到所观察的物体上。还有兼具透射光照明器、荧光照明器和许多其它照明系统，扩大了使用范围。对可变焦距立体显微镜（Olympus 生产的齐焦透镜），装在转换器的两物镜使能快速连续地进行观察，一般放大倍数较低。