

高等院校生命科学与技术实验教材

普通遗传学 实验指导

(第2版)

吴琼 林琳 张贵友 主编



清华大学出版社

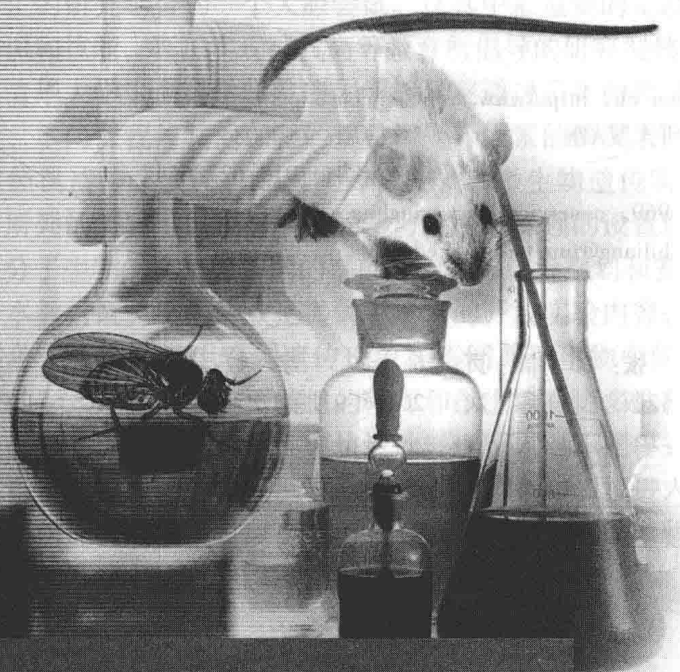
高等院校生命科学与技术实验教材

普通遗传学 实验指导

(第2版)

吴琼 林琳

张贵友 主编
张 书



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本教材分基础实验和开放实验两部分。基础实验涵盖了经典且易行的遗传学实验,包括利用不同染色手段对不同状态下的染色体进行观察,对遗传物质在个体间的传递过程进行探索,对遗传物质进行人为操纵等各个方面的实验。在新版的实验教材中,基础实验部分着重添加了一些近些年发展起来的遗传操作新技术、新手段,如多片段酶切连接、荧光定量 PCR 等,力求让学生及时了解技术前沿。开放实验主要以果蝇、线虫、酵母、拟南芥等多个在生命科学研究中非常常用的经典模式生物为研究对象,涵盖了遗传学基本定律的验证、对遗传物质的检测和操纵等实验,实验难度有易有难,教师和学生可根据情况进行选择。这部分的实验指导仅给予一些必要的知识的辅助,引导和鼓励學生自行设计具体的实验流程与操作,以求调动学生的自主学习能力和兴趣,使学生对实验及其原理有更深层次的理解。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

普通遗传学实验指导 / 吴琼, 林琳, 张贵友主编. -- 2 版. -- 北京: 清华大学出版社, 2016
高等院校生命科学与技术实验教材
ISBN 978-7-302-44138-0

I. ①普… II. ①吴… ②林… ③张… III. ①遗传学—实验—高等学校—教材 IV. ①Q3-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 139088 号

责任编辑: 罗 健
封面设计: 戴国印
责任校对: 刘玉霞
责任印制: 王静怡

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦A座 邮 编: 100084

社总机: 010-62770175 邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者: 北京国马印刷厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm 印 张: 11 插 页: 6 字 数: 294千字

版 次: 2003年1月第1版 2016年9月第2版 印 次: 2016年9月第1次印刷

印 数: 1~2500

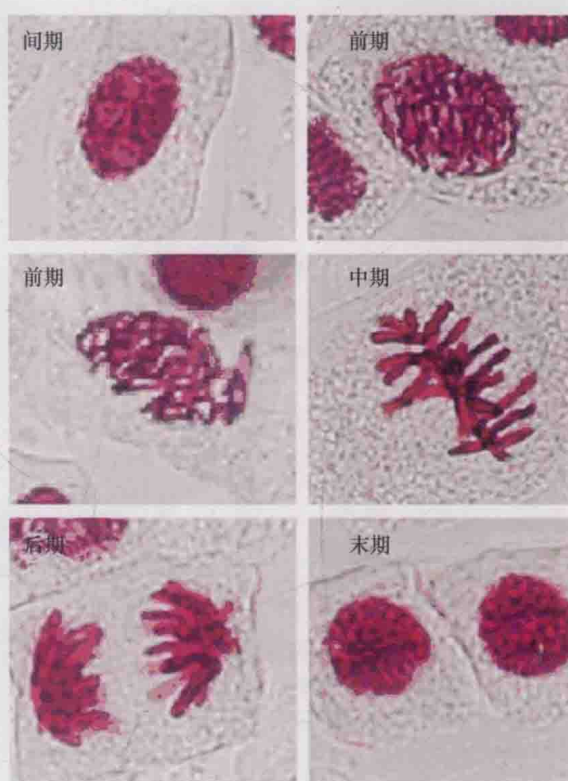
定 价: 29.80元

产品编号: 051254-01

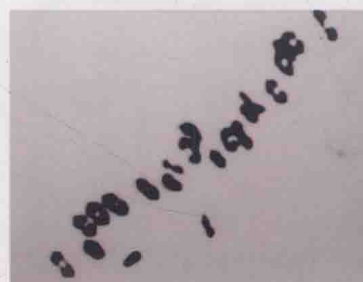


彩图 1-2 染色体

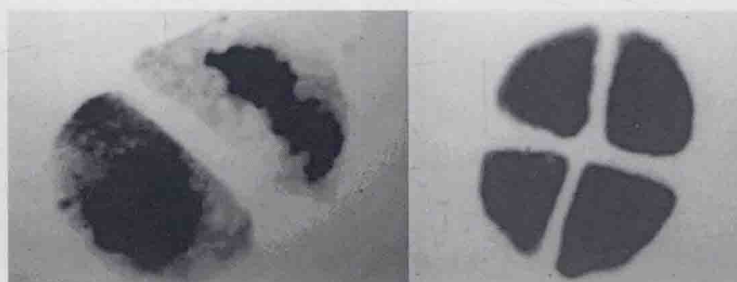
a. 小冰麦异附加系 TAI-14t 的体细胞染色体，示一对端着丝粒染色体（韩方普供稿）；b. 六倍体小黑麦根尖细胞染色体 ($2n=42$) (苏木精染色)



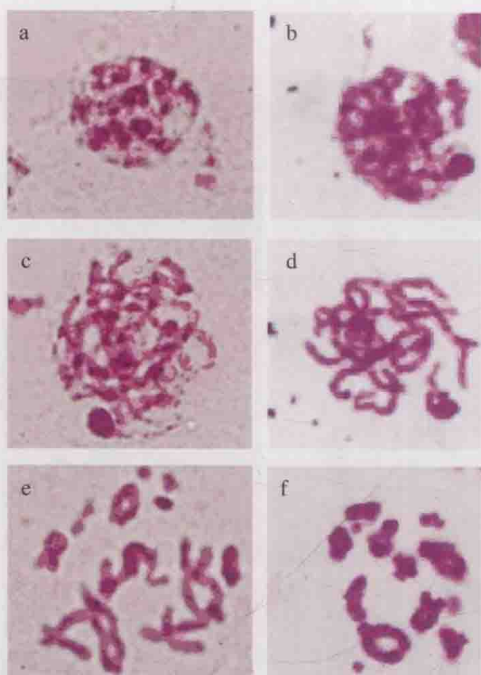
彩图 1-3 洋葱根尖有丝分裂



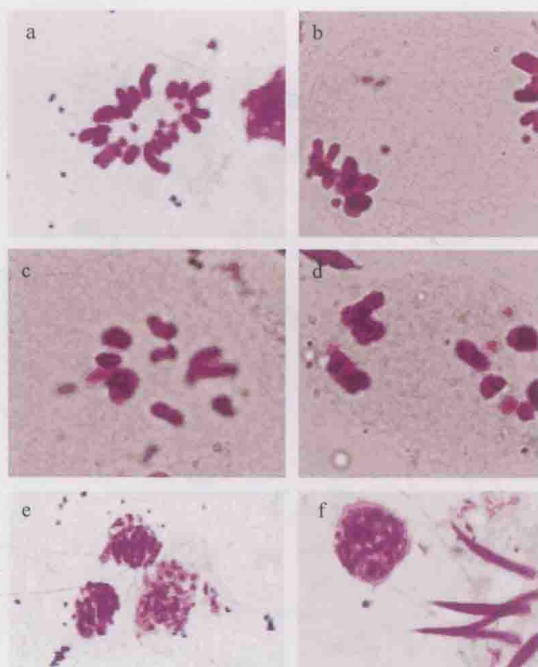
彩图 2-1 六倍体小黑麦减数分裂中期 I，苏木精染色



彩图 2-2 六倍体小黑麦减数分裂，二分体（左）和四分体（右），苏木精染色



彩图 2-3 蝗虫精巢减数分裂一
a. 精原细胞; b. 细线期; c. 偶线期,
d. 粗线期; e. 双线期; f. 终变期



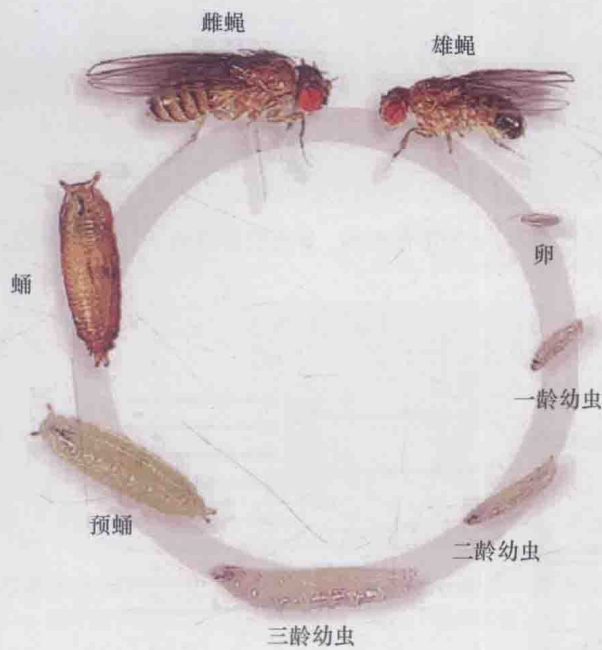
彩图 2-4 蝗虫精巢减数分裂二
a. 中期 I; b. 后期 I; c. 中期 II; d. 后期 II;
e. 末期 II (左侧); f. 精子 (右侧)









彩图 3-1 解剖镜下观察的果蝇唾液腺及脂肪体



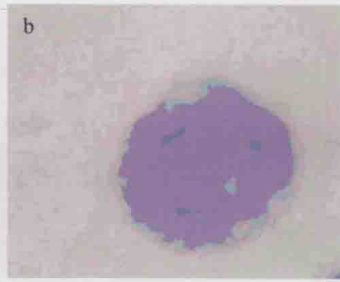
彩图 3-2 显微镜下观察的果蝇
多线染色体



彩图 4-1 果蝇完全变态发育过程

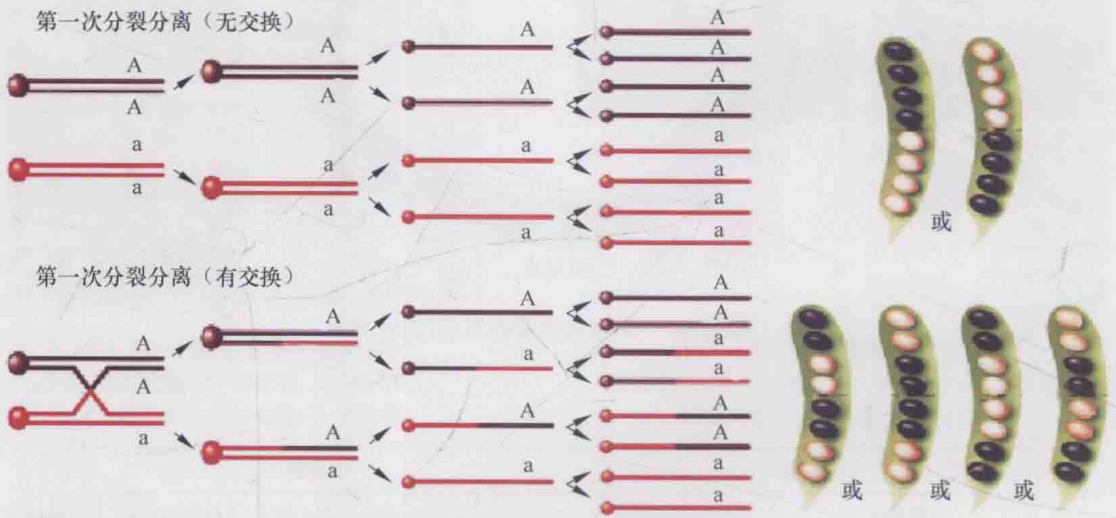
雌蝇 ♀		雄蝇 ♂	
体型较大			体型较小
腹节背面五条黑纹			腹节背面三条黑纹 最后一条延伸至尾部最末端成一黑斑
无性梳			第一对足第一跗节有黑色性梳
腹侧腹节尾端的外生殖器无色，尾部较尖			腹侧腹节尾端的外生殖器红褐色，复杂，尾部较圆

彩图 4-2 雌、雄果蝇的差异



彩图 5-1 油镜下观察巴尔小体 (a 为阳性细胞, b 为阴性细胞)

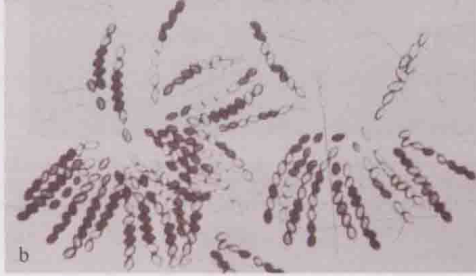
彩图 6-2 小鼠骨髓细胞染色体



彩图 12-1 基因 A、a 与着丝粒之间的交换



彩图 12-2 试管内培养的粗糙链孢霉野生型和赖氨酸缺陷型



彩图 12-3 粗糙链孢霉的分离和交换

a. 成熟的子囊果；b. 散开的子囊



彩图 13-2 蚕豆根尖染色体

a. 正常二倍体细胞；b. 染色体加倍后的细胞



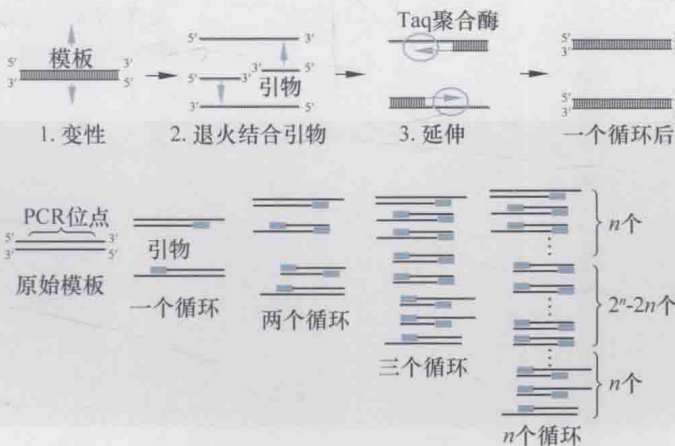
彩图 13-3 洋葱根尖染色体

a. 正常二倍体细胞；b. 染色体加倍后的细胞

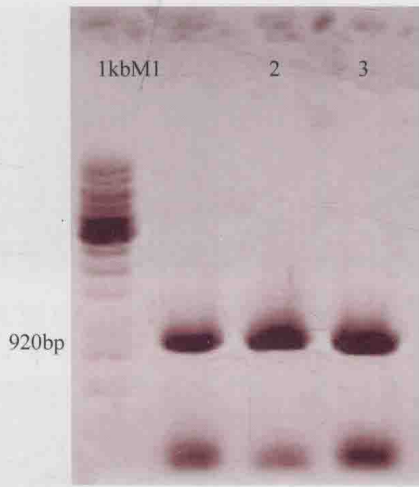


彩图 15-1 植物细胞悬浮培养

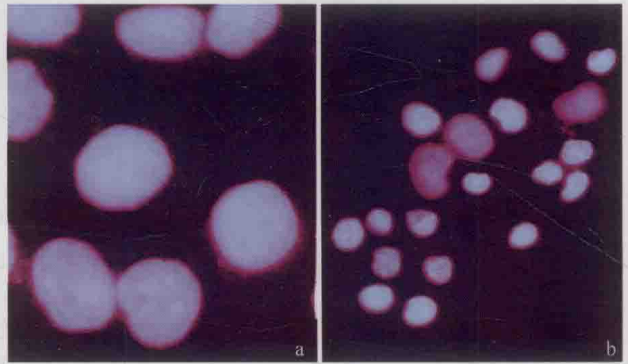
a. 水稻愈伤组织培养；b. 悬浮细胞培养



彩图 17-1 PCR 的原理示意图

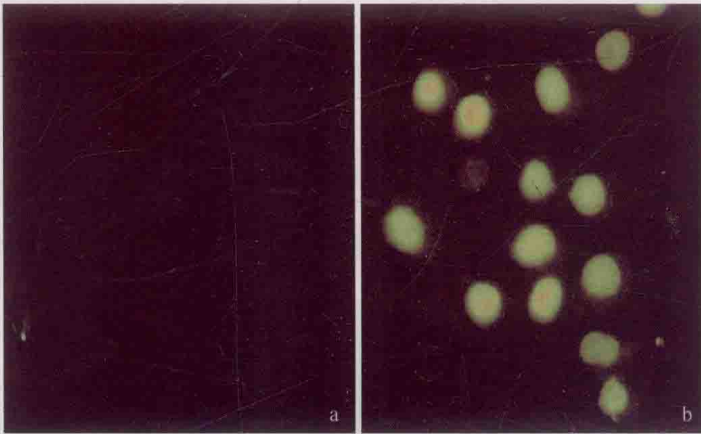


彩图 17-2 PCR 产物凝胶电泳检测



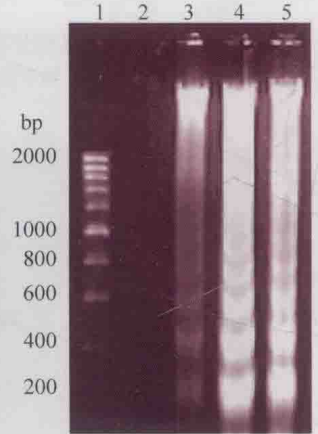
彩图 18-1 羟自由基诱导海拉细胞凋亡

a. 为对照组; b. 为用 0.1mmol/L FeSO₄ 和 0.6mmol/L H₂O₂ 处理 24h 的效果



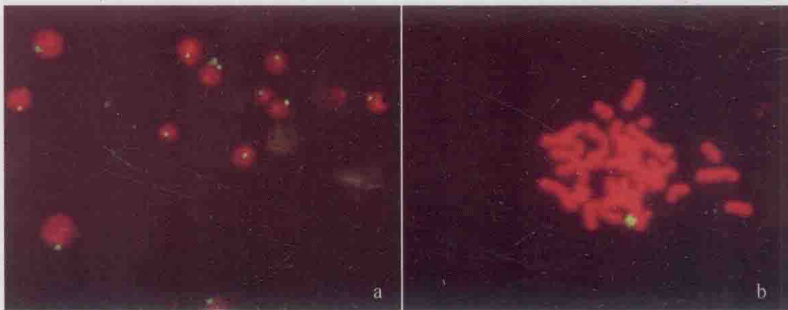
彩图 18-2 TUNEL 检测细胞凋亡

a. 为对照细胞; b. 为 0.1mmol/L FeSO₄/0.6mmol/L H₂O₂ 处理 24 小时的效果



彩图 18-3 DNA 梯状电泳

列 1: DNA marker; 列 2: 对照细胞;
列 3: 用 0.1mmol/L FeSO₄ 和 0.3mmol/L H₂O₂ 处理 24h 的海拉细胞; 列 4: 用 0.1mmol/L FeSO₄ 和 0.6mmol/L H₂O₂ 处理 24h 的海拉细胞; 列 5: 用 0.1mmol/L FeSO₄ 和 0.9mmol/L H₂O₂ 处理 24h 的海拉细胞

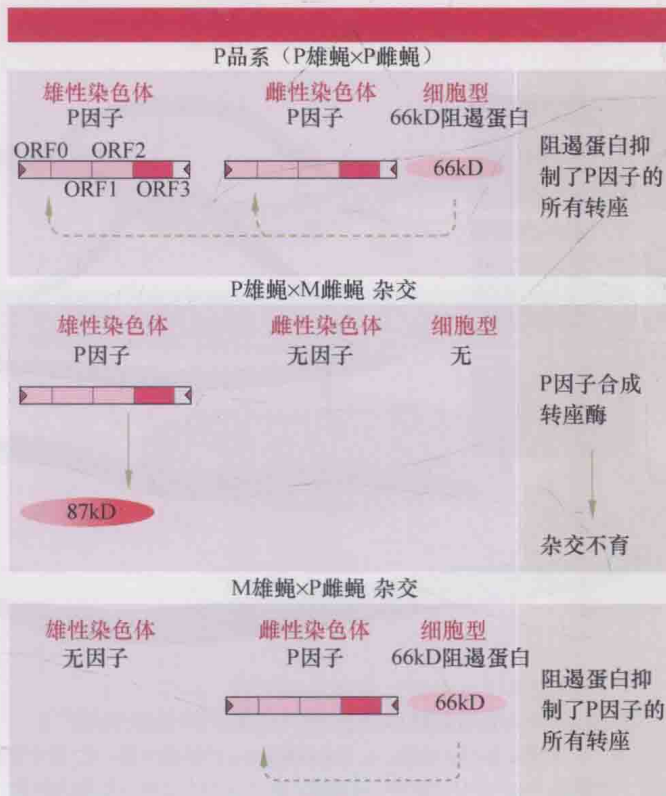


彩图 19-1 荧光原位杂交

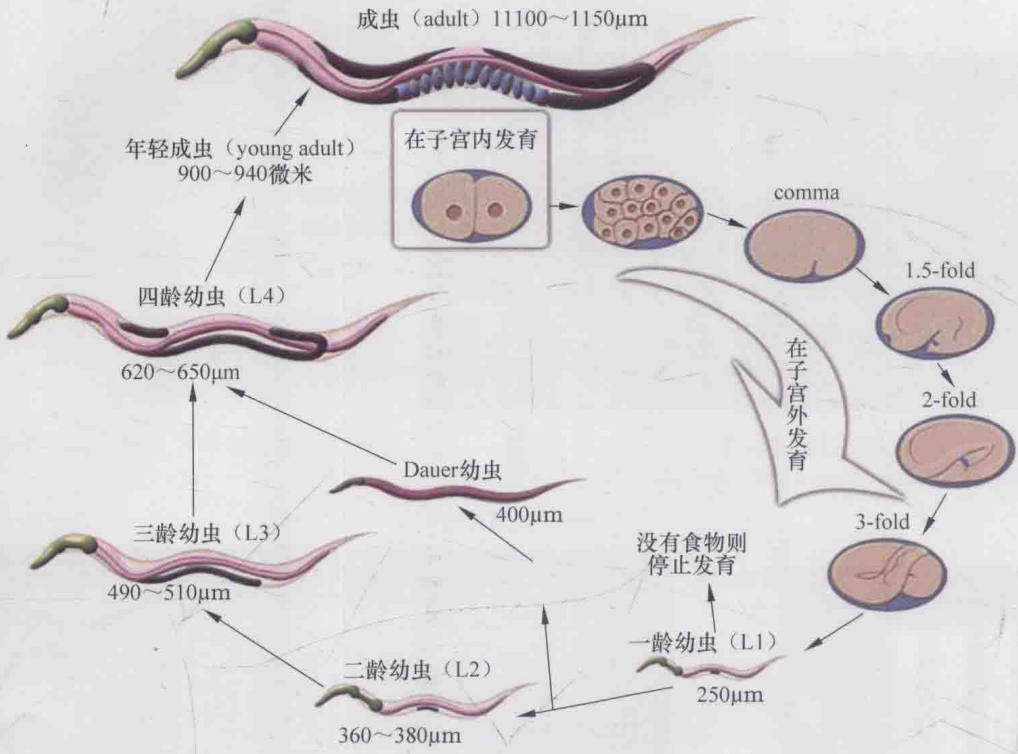
a. 间期细胞; b. 中期细胞, Y 染色体荧光标记探针



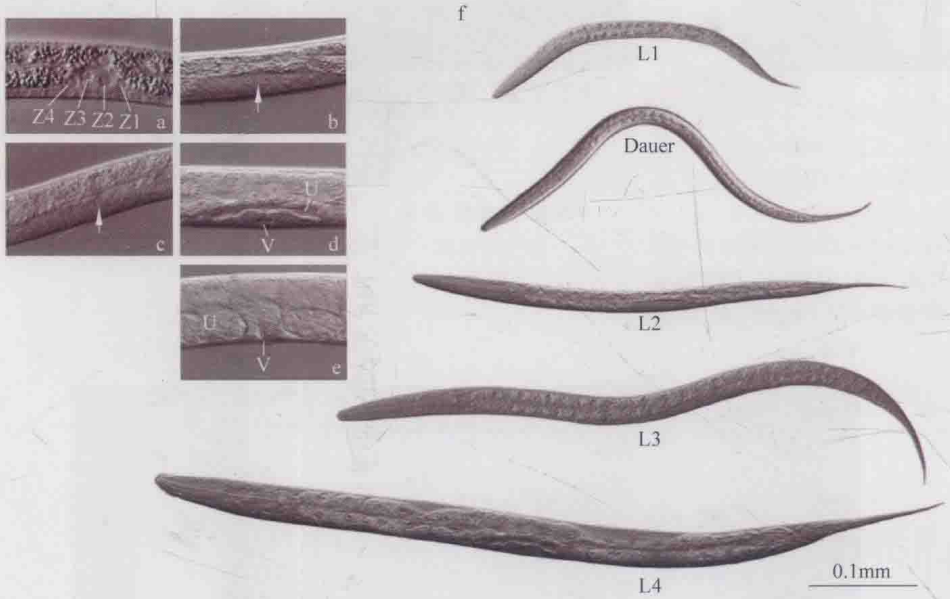
彩图 25-1 果蝇 P 因子转录示意图



彩图 25-2 母源阻遏蛋白对 P 因子杂交不育性别定向的影响



彩图 27-1 秀丽线虫的生活史 (22°C) [3]



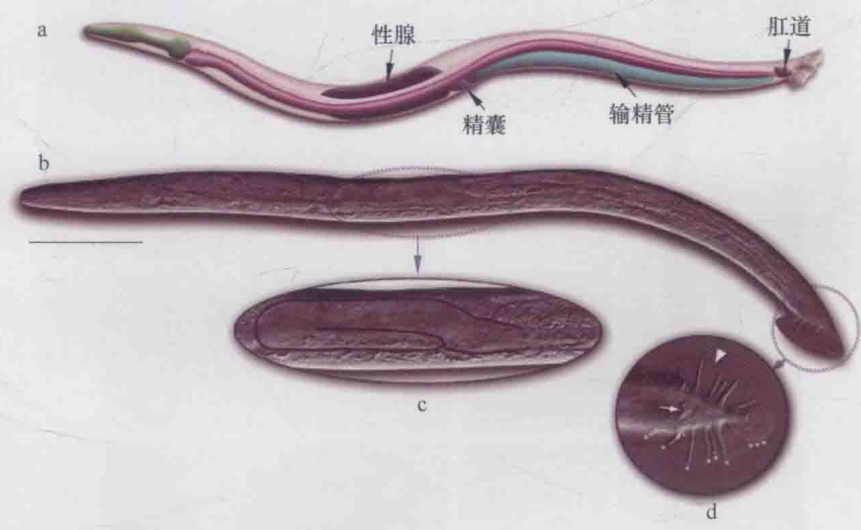
彩图 27-2 不同时期线虫幼虫的相差干涉显微镜图 [3]

a. L1 性腺细胞; b. L2 性腺; c. L3 性腺; d. L4 性腺; e. 产卵器外翻; f. 各个发育阶段的幼虫 V. 产卵器 (vulva) U: 子宫 (uterus); d~f 中的白色箭头所指为性腺



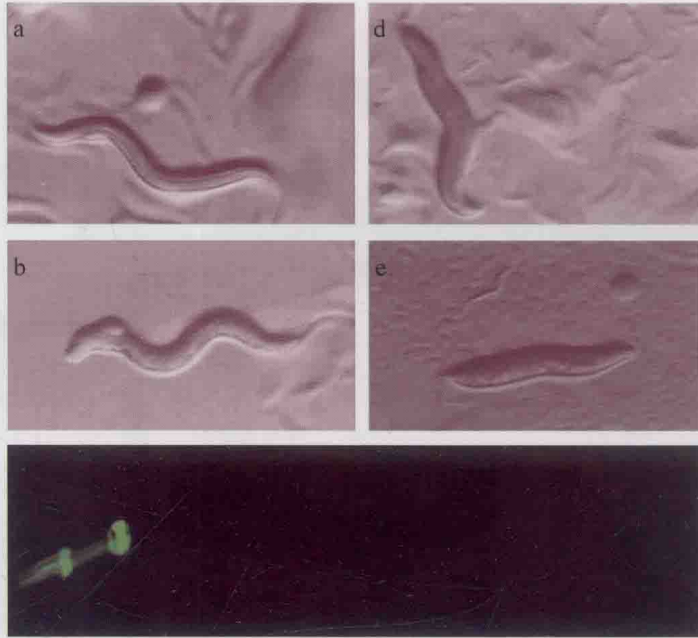
彩图 27-3 秀丽线虫雌雄同体成虫形态结构^[3]

a. 用相差干涉显微镜拍摄的成年雌雄同体线虫；b. 成年雌雄同体线虫解剖模式图
图中标尺为 0.1mm



彩图 27-4 秀丽线虫雄虫（成虫）形态结构^[3]

a. 成年雄虫解剖模式图；b. 用相差干涉显微镜拍摄的成年雄虫全长；
c. 放大的生殖腺远端；d. 放大的雄虫尾部
图中标尺为 0.1mm



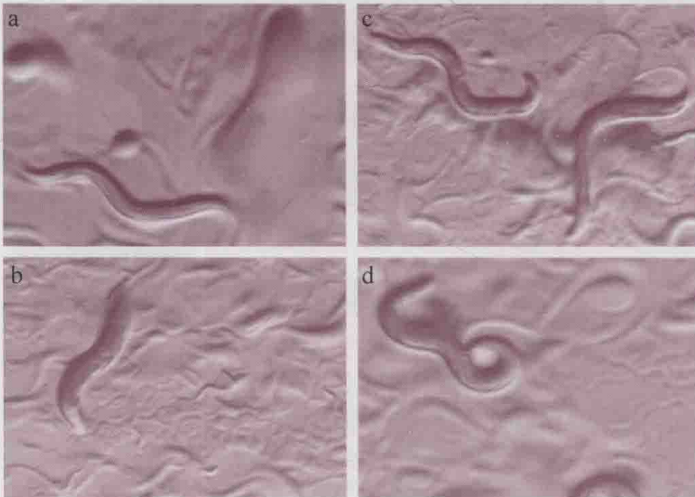
彩图 31-2 实验材料中各线虫品系表型

a. N2; b. *bli-5(e518)*; c. hT2; d. *unc-62(e644) dpy-11(e224)V*;
e. *dpy-5(e61) unc-75(e950)*



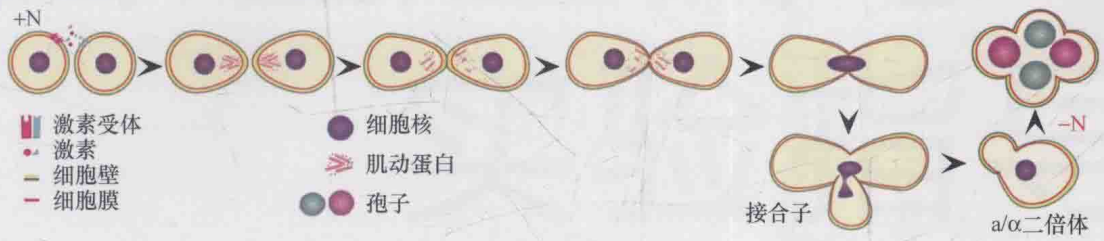
彩图 32-3 实验材料中各线虫品系表型

a. N2; b. *dpy-18(e364) bli-5(e518) III*; c. *unc-71(e541) III*

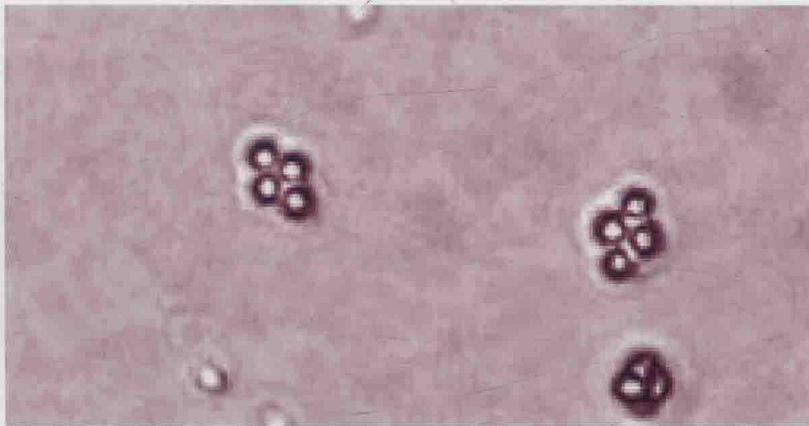


彩图 34-1 实验材料中各线虫品系表型

a. N2; b. *dpy-5(e61) I*; c. *unc-71(e541) III*; d. *unc-75(e90) I*



彩图 36-2 酿酒酵母的交配过程^[3]



彩图 37-2 显微镜下酿酒酵母的四分孢子囊

前 言

我们跨入 21 世纪已经近 20 年,如果说“21 世纪是生命科学的世纪”在过去的 30 年间一直有争议的话,随着生命科学及相关学科的发展,它的重要性已经毋庸置疑,它对其他学科所起的推动作用已经被工程学、信息学、人文社会科学等各学科方向的学者所认可,更毋庸说与数学、物理、化学等基础自然科学的相互融合。与此同时,生命科学与医学的关系也日益紧密,作为一个相辅相成的整体给人类的生活带来了巨大的变化。

遗传学一直都是生命科学中重要的组成部分。传统遗传学关注的核心问题是遗传与变异,然而随着近年来与生命科学其他研究方向的结合,遗传学在多个方面展现出了交叉特质,细胞遗传学、分子遗传学、微生物遗传学、数量遗传学等都得到了充分的发展。随着人们对遗传特性认识的不断深入,新兴的表现遗传学等对中心法则也做出了全新的理解和补充。现代遗传学已经完全跳出了传统的认知框架和学科限制,可以说一切生命现象都是和遗传紧密相关的,而对生命信息的传递更是一切生命现象的本质。我们迎来了对遗传学认识完全不同的时代,这也是清华大学普通遗传学实验课程改革和本实验教材编写的初衷。

第 2 版教材是在第 1 版的基础上调整、补充和延伸的。在第 1 版教材中,普通遗传学实验作为配合遗传学理论教学而设置的一门基础课程,教材的编著、实验课的教学力求使学生能够对遗传学的基本理论和概念有更加深刻的认识,激发同学们探索遗传学规律的浓厚兴趣;更为重要的是,在实验过程中培养同学们发现问题、分析问题和解决问题的能力,锻炼同学们实际操作能力。第 2 版教材通过设置基础实验和开放实验,希望学生在掌握基本理论知识之外,能够更主动地进行自主性学习,通过开放实验了解一个真正的研究是如何从一个科学问题和研究对象开始的,根据已有的知识设计和完成实验,也是将基础遗传学实验和真正的研究结合的一个大胆尝试。这其中最重要的是鼓励学生按研究思路去学习基础生物学知识和技能,真正实现现代高等教育所倡导的研究型教学方式。

清华大学生命科学学院遗传学教研室通过多年的教学实践,在综合考虑培养目标、学时设置、本门课程与其他课程的重叠情况等因素的情况下,选用了本书所包括的实验内容,其中有经典遗传学实验、细胞遗传学实验、微生物遗传实验、植物遗传学和分子遗传学实验等。所列的实验可以根据学生的学习及院系课程的设置情况,与微生物实验、细胞生物学实验、分子生物学实验等不同的基础实验一起统筹规划和安排。

本教材最突出的特点是提供了丰富的开放实验内容,尤其是增添了多种模式生物作为研究对象,希望让学生看到遗传现象在不同典型生物中的展现。这些实验可以采用开放或半开放的形式进行,让使用教材的教师和学生能有更多选择的空间,既可以围绕一种模式生物并结合基础部分进行贯穿性模块设计,也可以对不同模式生物和遗传技术进行组合学习。在此基础上,也鼓励学生根据自己的基础生物学知识或进入实验室的科研情况自主调整实验方案,因而课程的设置可以更自由,可以为不同年级的生物学专业或非生物学专业的学生提供个性化的教学支持。

本教材采用的图片(除特殊说明外),均为本实验室工作人员在遗传学研究和实验教学过程中所拍摄和制作的。许多教师和工作人员在教学实践中对实验内容和教学方法提出过许多宝贵的意见和建议,使得遗传学实验的教学得到不断完善。多位助教为这版教材的编著提供了大量的帮助,并参与了不同部分的编写。其中胡皖桐负责果蝇部分相关内容的撰写及整个教材的整理和校稿,赵培博士全面参与设计了线虫相关实验,姜双英、罗周卿协助了酵母相关实验的内容的完善,于泳涛协助了植物遗传学相关实验的设计和编写,姚绎和黄彬璐则负责对前一版中沿用的基础实验进行了重新的整理和补充。对此我们深表谢意!

由于时间仓促以及我们的水平有限,教材中可能会有许多不妥之处,希望各位同仁批评指正,我们将不胜感激。

作者于清华园

2016年8月

目 录

基础实验 (实验 1~实验 20)	1
实验 1 植物染色体常规压片技术及核型分析	3
实验 2 减数分裂与配子形成	12
实验 3 果蝇唾液腺染色体标本的制备和观察	16
实验 4 果蝇生活史观察	18
实验 5 性染色体: 人体 X 染色体观察	21
实验 6 小鼠骨髓细胞染色体观察	24
实验 7 显微摄影	27
实验 8 大肠杆菌非中断杂交实验	38
实验 9 大肠杆菌普遍性转导	42
实验 10 大肠杆菌紫外诱变实验	48
实验 11 大肠杆菌的转化实验	53
实验 12 四分子遗传分析: 粗糙链孢霉的分离和交换	56
实验 13 植物多倍体诱导及其细胞学鉴定	59
实验 14 小麦花药培养诱导单倍体植株	62
实验 15 植物细胞的悬浮培养	67
实验 16 DNA 的酶切与连接	71
实验 17 聚合酶链式反应	76
实验 18 羟自由基诱导肿瘤细胞凋亡的检测	79
实验 19 人类染色体分析: 外周血培养制备染色体标本及荧光原位杂交技术	85
实验 20 遗传平衡定律	90
开放实验 (实验 21~实验 39)	93
实验 21 利用果蝇进行遗传定律的验证	95
实验 22 果蝇基因图距的测量 (三点测交)	99
实验 23 转基因果蝇的重组 (一)	101
实验 24 转基因果蝇的重组 (二)	105
实验 25 观察 P 品系果蝇的杂交不育	108
实验 26 嵌合眼果蝇	110
实验 27 秀丽线虫生活史观察	113
实验 28 线虫的 EMS 诱变及突变体的筛选	122
实验 29 利用线虫进行遗传定律的验证	126
实验 30 互补测试在秀丽线虫基因定位中的应用	129