

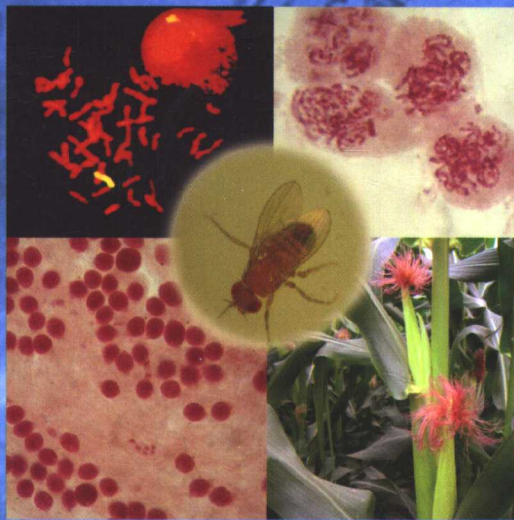


21世纪 高等院校教材

生物科学系列

# 遗传学实验

杨大翔 编著



科学出版社

www.sciencepress.com

21 世纪高等院校教材——生物科学系列

# 遗传学实验

杨大翔 编著

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书参考多部国内外遗传学名著, 特为初学遗传学的学生所作。全书内容和结构编排新颖, 使得对学生的启发性较强, 力图培养学生的综合实验能力, 而不仅仅是简单的实验操作技能。全书共计 20 个实验, 主要集中在经典的孟德尔遗传、细胞遗传、数量遗传、微生物遗传等方面。

本书广泛适于普通高等院校生物学相关专业学生使用, 也可对相关人员进行参考使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

遗传学实验/杨大翔编著. —北京: 科学出版社, 2004.9

21 世纪高等院校教材——生物科学系列

ISBN 7-03-013881-3

I. 遗… II. 杨… III. 遗传学-实验-高等学校-教材 IV. Q3-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 069738 号

责任编辑: 周 辉 单再东 宋立明/责任校对: 李奕莹

责任印制: 安春生/封面设计: 陈 敬

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>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2004 年 9 月 第 一 版 开本: B5(720×1000)

2004 年 9 月 第一次印刷 印张: 11

印数: 1—2 500 字数: 194 000

定价: 18.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈新欣〉)

**精密仪器在现代科学研究中有重要作用，  
但……科学研究中最重要的工具必须始终是人的  
头脑。**

—W. I. B. Beveridge: *The Art of Scientific Investigation*

**实**验课的功用究竟是什么呢？我认为，实验课不仅给学生提供了一个验证理论知识、学习这一领域中有关实验技术的机会，也给他们提供了一个当科学家的机会。实验可以训练他们观察、记录、分析、判断、推理等的能力；训练他们科学地解释实验结果，清晰而富有逻辑地将结果表达出来的能力。从某种意义上说，实验课是学生正式走上科学研究或其他工作岗位前的一种培训，而不仅仅是照着实验指导完成一系列操作、最后交一份报告的课程。仔细观察、随时记录等基本素质的训练应该贯穿于每一堂实验课中，使它们最终成为学生良好的工作习惯。就好比练太极拳，初学时每招每式都有意识地“沉肩坠肘、含胸拔背”，无数次锤炼后，这些规矩将成为无意识的习惯，举手投足自然就中规中矩了。

有些学生实验指导书仅注重介绍一个实验的操作步骤，似乎学生实验的目的仅在于完成一系列的机械操作。如“果蝇唾腺染色体的制备”、“减数分裂过程中染色体行为的观察”，介绍完如何取材、如何压片后就嘎然而止了。记得我当学生做这些实验的时候，问了老师这么几个问题：唾腺染色体的几条臂如何识别？人们是如何找出唾腺染色体的几条臂与有丝分裂中期的染色体臂间的对应关系的？同源染色体是大小相等、形态相同的，在显微镜下无法区别。那么，怎么知道在减数分裂后期，同源染色体是随机分向两极的？等等。而我成为教师讲授同样实验的时候，学生问得最多的也是这些问题。看来这是有正常的好奇心与逻辑思维能力的学子都渴望了解的。背景知识对学生深入理解与掌握一个实验是必要的。试想学生连几条臂如何区分都不知道，你让他观察什么呢？我们在开始一项研究之前，不也要大量地阅读相关的文献吗？脑子里有了大量背景知识，才有深入观察的可能，才有判断推理的基础，才有准确解释一个结果的可能。所以我写这本书的时候，第一个想到的就是在篇幅许可的范围内，尽可能介绍一些与实验有关的知识，将一个实验的来龙去脉说清，力图让学生在充分地了解一个实验的基础上再动手。同学们进入实验室前最好也能主动地到图书馆查阅些相关的资料，有了丰富的背景知识做起实验来才不会盲目。一个学生实验所能涉及的面是很小的，这种狭小的视野将限制学生对一种实验手段的深刻理解。为弥补这个不足，我原想尽可能收集一些相关的实际的研究结果（原始数据或照片），附在相应的实验后面，作为练习让学生分析，也借此机会让学生了解一个实验手段在实践中的应用，但这部分的工作由于时间关系没有完成。

大多数教学实验在技术上是比较成熟、易于成功的。但我们不应该因此而轻

视它，而应认真地去完成每一个实验。当你压完片子，静静地坐在显微镜前，真正地看懂一种结构或一个过程的时候；当你在实验室中情不自禁地大叫一声：“哈哈，我懂了！”的时候，你可能真正地完成了一次认识上的飞跃，那种喜悦将是刻骨铭心的。

本书大部分实验都有完整的记录表，使学生能将实验的结果及时记下来。我觉得这些记录表不是阑尾式的附录，而是一个完整实验不可或缺的一部分。记录是科研或其他工作中最基本的能力。不知道是否是错觉，似乎我们很少系统地训练学生记录的能力。国内的许多实验教材似乎也没把它太当回事。有的学生迫于考试或是其他压力，随便找一个本子，用只有他自己看得懂的符号随手记两笔，课程结束后记录也不知去向了。有的学生有心想记却不知如何下手。这真不是一件好事。建议同学们能买一本正式的笔记本，认真做实验记录。记什么呢？实验的名称、时间得记，实验做了些什么得记，实验的结果（包括得出的数据、观察到的图像）得记。有些实验持续时间较长，例如果蝇的杂交实验，你需要将中间的结果记下来，将出现的意外情况记下来。一个实验往往有一个最关键的步骤，越过它，你就成功了一半。你必须将如何跨越这一关键步骤的心得体会记下来。你可以把成功的经验、失败的教训记下来，你可以把转瞬即逝的主意（其中可能就有好主意）记下来；你可以记下你的老师处理某种问题独特的技巧、独到的心得（那可能是书本上找不到、却可使你少走不少弯路的有效的办法）；你可以记下课后读到的相关的内容……用功日久，你就能感受到记录的妙处了。比如日后做类似实验的时候，这些记录可能就是一个很有效的参考。且当大学四年过去的时候，这本厚厚的记录也是一个回忆录呢！

多数实验的“实验材料、器具与药品”这部分内容，主要是参照 Mertens T R, et al. 1998. *Genetics laboratory investigations*, 11<sup>th</sup> ed. Prentice-Hall, Inc. 一书的写法写的，尽可能将一个实验所需应用之物精确量化。同样，对每一个实验步骤的描述也尽可能做到明确与精确，对一个实验持续的时间或某种试剂的用量等，也尽可能准确地量化。这样会使准备实验或做实验方便不少。在大部分的实验末，都附一张或数张实验结果照片，以备对照之需。

我相信这“1.0版”中肯定存在不少“bug”，但我的写作态度是很认真的，这点读者自会评断。一个作者企图愚弄读者无异于掩耳盗铃。书中所列的实验，绝大部分我都亲自验证过。我诚挚希望得到前辈专家及诸位同行的指正，更希望使用本书的同学能给我一些反馈意见。我的 e-mail 是 dxyoung@163.com。我相信这本小书将会越做越好。

杨大翔

2004年6月于北京

## 鸣谢

衷心感谢在本书成书的过程中给我大力支持与帮助的诸位老师和同学！尤其感谢中国农业大学生物学院前院长敖光明教授、前副院长汪矛教授的热情支持与鼓励，几年来，他们一直在关注着这本小书的修改、完善工作；现任副院长宋渊教授和动物学及动物生理学系系主任崔胜教授在物质上、精神上给我不小的帮助；李浚明教授曾相当仔细地阅读了本书的初稿，并提出了许多宝贵的修改意见；在初稿修改的过程中，中国农业大学作物学院李惟基教授不仅提出了许多具体的修改意见，且给我提供了不少的参考资料。科学出版社的周辉、单冉东等编辑，为本书的出版付出了很大的努力。作者同样衷心感谢以下女士和先生，他们耐心地解答了我的许多疑难问题，提供了不少很好的实验方法，并指出部分书稿中存在的问题，使本书增色不少。

北京大学

戴灼华 李美琴

北京师范大学

黄远樟 李仲来 刘来福 张桂芳 张愉

中国农业大学

戴景瑞 李颖 武崇光 解超杰  
夏国良 余炳生 袁红莉 张建福

中国农业科学院

凌忠专

# 实 验 安 排

| 周次 | 实 验 内 容 |
|----|---------|
|    |         |
|    |         |
|    |         |
|    |         |
|    |         |
|    |         |
|    |         |
|    |         |
|    |         |
|    |         |
|    |         |
|    |         |
|    |         |
|    |         |
|    |         |
|    |         |
|    |         |
|    |         |

\* 如临时有变动，另行通知。



自序

鸣谢

实验安排

实验一 果蝇的性别鉴定、性状观察及饲养方法..... 1

实验二 孟德尔分离定律和自由组合定律的验证 ( I ) ..... 11

实验三 孟德尔分离定律和自由组合定律的验证 ( II ) ..... 19

实验四 果蝇的伴性遗传 ..... 27

实验五 果蝇 X 染色体上基因相对顺序和距离的测定 ..... 33

实验六 果蝇唾腺染色体标本的制备与观察 ..... 39

实验七 植物有丝分裂过程中染色体行为的观察 ..... 47

实验八 动植物减数分裂过程中染色体行为的观察 ..... 53

实验九 应用去壁低渗火焰干燥法制备植物染色体标本 ..... 65

实验十 植物染色体的 Giemsa 分带..... 71

实验十一 核型分析 ..... 75

实验十二 人类性染色质小体的制备与观察 ..... 85

实验十三 植物的有性杂交 ..... 91

实验十四 数量性状的遗传分析 ( I ): 农作物遗传力的估算..... 99

实验十五 数量性状的遗传分析 ( II ): 人类指纹的分析 ..... 105

实验十六 粗糙脉孢菌 (*Neurospora crassa*) 顺序四分子分析 ..... 111

实验十七 大肠杆菌 (*Escherichia coli*) 的转化 ..... 121

实验十八 利用梯度转移进行大肠杆菌的基因定位..... 127

实验十九 植物组织培养..... 139

实验二十 植物总 DNA 的提取与鉴定 ..... 145

附录一 染色体标本制备·显微镜·观察记录及其他..... 151

附录二  $\chi^2$  测验 (The Chi-square Test) ..... 159

## 实验一

# 果蝇的性别鉴定、性状观察及饲养方法



Thomas Hunt Morgan (1866 ~ 1945), 美国生物学家、遗传学家。约从 1909 年始, 以果蝇为材料进行遗传学研究, 为现代遗传学奠定了基础。主要成就包括: 确立了染色体遗传理论, 发现了连锁遗传定律等。1933 年获诺贝尔生理学或医学奖。

照片转引自: Herskowitz H L, 1973

**遗**传学实验中经常面临着选择材料和选择方法的问题。在研究材料已确定的条件下, 选择合适的研究方法是主要问题。反之, 在明确研究问题的情况下, 寻找一种合适的物种就是一个关键问题。一般说来, 理想的遗传学实验材料应具备以下几个特征:

- 所选物种最好是二倍体, 染色体基数宜少。
- 具有较多可观察、测定的变异性状, 相对性状之间差异明显。
- 交配可以控制, 可以按实验目的自由选择亲本进行杂交。这对我们系统研究一种生物的遗传规律是很有利的。
- 世代周期短。这样我们获得实验结果的周期也短。
- 一次交配产生的子代个体多。突变性状产生的频率通常较低, 子代群体大则增加了获得这些突变体的机会。从一个大群体中获得的结果也更准确、可靠。
- 易于管理。所选的生物应易于饲养、培养或种植, 且管理费用不高。

选用符合上述条件的实验材料, 往往可以将问题化难为简, 做到事半功倍。所以在遗传学研究中, 我们通常选择果蝇 (*Drosophila*)、玉米 (*Zea*) 等而不选择大象、加利福尼亚的巨杉。这个策略实际上包含了一个逻辑假设: 不同的生物中存在着相同的生命运动规律。正如我们所看到的, 这个假设对大部分生物来说是成立的。孟德尔在豌豆中发现的定律, 在果蝇中同样可以见到。

果蝇是遗传学实验中最常用的动物。属于昆虫纲 (Insecta)、双翅目 (Diptera)、果蝇科 (*Drosophilidae*)、果蝇属 (*Drosophila*)。全球均有分布, 现已发现 3000 多

种。遗传学研究通常用黑腹果蝇(*Drosophila melanogaster*)。约在 1909 年,摩尔根(Thomas H Morgan)开始用果蝇做遗传学实验。在前后 30 余年时间里,他与他的学生、同事利用这种昆虫解决了一系列重大的遗传学问题。摩尔根等的成功,很大一部分得益于他的选材。因为果蝇作为遗传材料具有很多突出的优点:染色体数目少, $2n=8$ ;具有许多可遗传的突变性状;世代周期短,在 25℃ 下约 9~10 天就能完成一个世代;个体小,易于饲养,培养费用低廉;繁殖能力强,可以产生较大的子代群体供观察、统计及遗传分析。正因为如此,果蝇至今仍是遗传学、细胞学、发育生物学等研究中最好的模式动物。

寻找实验材料的目的是为了充分利用材料,而能否很好地利用材料则取决于我们对实验材料的了解程度。要顺利完成一个遗传实验,至少得弄清以下问题:①该生物如何饲养或种植,有哪些环境因子将影响它们的生长和繁殖。因为我们首先要保证生物能够很好地生长并顺利繁衍后代,必要时还要利用某些因素促进或延缓其生长。②生活周期与生殖特性。遗传育种实践中采用的杂交方式以及保证杂交成功的各种措施因生殖方式、特性之不同而不同。因此,生活周期与生殖特性的知识对保证成功的杂交是必要的。③该生物有哪些可以利用的突变性状。

在这学期的遗传实验中,我们将以果蝇为材料,花费约 5 周的时间,完成一系列的杂交实验。在开始这个“长征”之前,需要先了解有关果蝇的一些基本生物学知识,学会识别雌雄,认识几种性状,并掌握饲养的方法。

## ■ 实验材料、器具和试剂

### ● 每一个学生

体视显微镜(又称“解剖镜”或“实体显微镜”)、白色塑料板或硬纸板(约 7cm×12 cm)、小毛笔或解剖针、麻醉瓶<sup>①</sup>、培养皿、滤纸条。

---

如无体视显微镜,可以将麻醉的果蝇倒在一张载玻片大小的白色硬纸板上,放在低倍显微镜下观察(此时不用显微镜的底光源而用侧光源)。

---

### ● 每小组(两个或四个学生)

饲养的野生型果蝇,表型为黑檀体、残翅、三隐性(白眼、小翅、焦刚毛)的突变型果蝇原种;其他果蝇原种;

---

① 用一只容量在 250ml 左右的广口瓶或类似的透明容器,加上一个棉塞即成一个麻醉瓶。培养果蝇的容器可用类似的器皿,也可用适当大小的平底试管(如 35mm×150mm, 35mm×50mm)。参加实验的学生人数较多时使用试管尤为方便,瓶塞(或管塞)可用脱脂棉或海绵制备(后者更理想)。在本书中,我们将装有培养基的果蝇培养器皿称为培养瓶,内装或不装果蝇,其含义视上下文而定。

乙醚(装在滴瓶中);尸体盛留器(取一容器,内装70%的乙醇或自来水即成)。

### ● 整个实验班

两个生化培养箱或能将温度稳定地控制在10~30℃范围内的类似设备;  
高压蒸汽灭菌锅或最高温度可达160℃左右的烘箱1~2个、培养瓶;  
配制果蝇培养基的药品:玉米粉、蔗糖(食用白砂糖即可)、酵母粉(市售酵母粉即可)、丙酸、琼脂、水(蒸馏水或自来水均可)。

## ■ 实验步骤

### ● 果蝇麻醉及观察的方法

选择亲蝇进行杂交或观察果蝇的性状时,都要先将果蝇麻醉,使之处于不活动状态。麻醉果蝇的操作步骤如下。

1. 准备好培养瓶、麻醉瓶及乙醚。轻拍瓶壁,让果蝇震落到培养基上。如瓶塞上附着果蝇,则稍稍晃动瓶塞,并将它们拍落到培养基上。
2. 拔去麻醉瓶塞与培养瓶塞,迅速将培养瓶口倒扣在麻醉瓶口上。轻拍培养瓶让果蝇落入麻醉瓶中(如果培养基已很稀松,则切勿倒扣,应将两瓶口横着对接,小心地将果蝇驱入麻醉瓶)。当麻醉瓶中果蝇的数量足够时,将两瓶迅速分开各自盖好。
3. 把麻醉瓶中的果蝇拍落瓶底,拔出瓶塞,在塞子上滴几滴乙醚,重新塞入麻醉瓶。麻醉约半分钟后果蝇便不再活动,纷纷落入瓶底,麻醉即告完成,此时果蝇的翅膀是收紧的。长时间麻醉可使果蝇死亡,麻醉而死的果蝇翅膀外展,与身体垂直。
4. 将麻醉的果蝇倾倒在一张干净的白纸板上,置于体视显微镜下用小毛笔或解剖针轻轻地拨动观察;或按前文所述方法在低倍显微镜下观察。如果在观察过程中果蝇苏醒过来,可用一培养皿罩住果蝇,再在一滤纸条上滴一滴乙醚伸入培养皿中,形成一个临时麻醉小室再行麻醉。

如果观察后果蝇不再需要,则将它们倒入尸体盛留器中。

把麻醉的果蝇移入新的培养瓶时,应将瓶横卧,用毛笔将果蝇轻轻挑入,待其苏醒后再将培养瓶竖起,以免果蝇粘在培养基上导致死亡。

### ● 果蝇的生活周期

果蝇属完全变态的昆虫,一个完整生活周期可分为卵、幼虫、蛹和成虫4个明显的时期(图1-1,图1-2)。在25℃下,成蝇一般在交配一、两天后即开始产卵。卵长约0.5mm,白色椭圆形,前端背面有一对触丝使卵能附着在食物或瓶壁上。受精卵在24小时内就可以孵化成幼虫,幼虫经两次蜕皮成为三龄幼虫。三龄期幼虫

的体长可达 4~5mm, 用肉眼观察即可见其一端稍尖, 上有一黑色钩状口器, 幼虫生活 4 天左右开始化蛹。化蛹前三龄幼虫停止摄食, 爬到相对干燥的表面上(如培养瓶壁), 逐渐形成一个菱形的蛹。从蛹壳中羽化出来的果蝇 8~12 小时即可交配, 交配后精子可在雌蝇的受精囊中贮存一段时间, 然后逐渐释放到输卵管中。所以, 在杂交实验中母本必须选用未交配的雌蝇(处女蝇)。

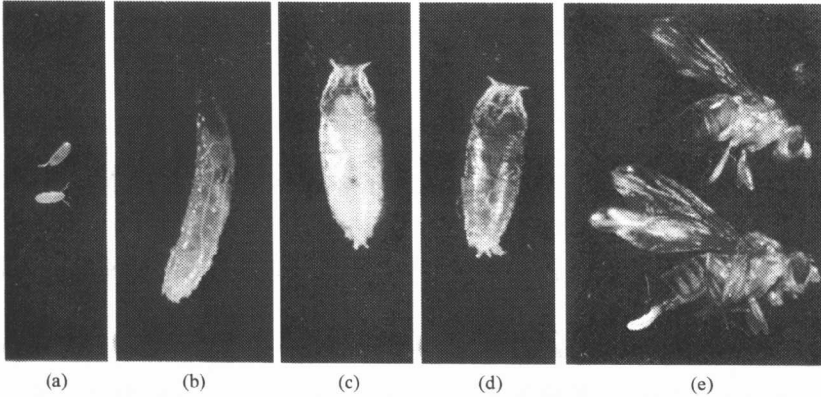


图 1-1 果蝇不同时期的形态特征  
(a)卵, (b)幼虫, (c)早期的蛹, (d)后期的蛹, (e)成蝇

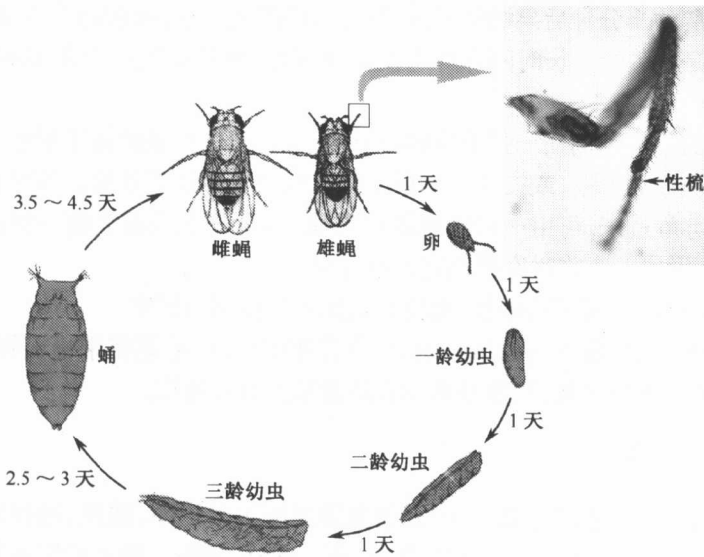


图 1-2 果蝇的生活周期  
右上角显示雄蝇第一对足上的性梳, 足上硬而直的毛即是刚毛

## 收集处女蝇的方法

按实验方案,选择一个果蝇生长良好、含有较多即将羽化的蛹的培养瓶,清除其中所有成蝇。清除成蝇后的12小时(8小时更为可靠)内,从该瓶中收集到的雌蝇即为处女蝇。灵活地安排收集的时间,例如,可以在第一天晚上8:00清除培养瓶中所有成蝇,第二天早上7:00左右收集一次,晚上8:00左右再收集一次。反复收集直至足够应用为止。处女蝇单独存放在一个新的培养瓶中。如果仍不放心,还可以在晚上收集完处女蝇后将培养温度调至18℃,低温延长果蝇的发育,这样次日早收集到处女蝇的把握更大些,次日早收集完再转回25℃培养。

辨别雌雄蝇的方法见下文。刚孵出的果蝇,腹部背面的条纹等特征可能不够明显,需要根据外生殖器的结构将雌雄蝇区分开。

最好在距杂交实验前一星期左右开始收集处女蝇。这样能将收集到的处女蝇存放几天以检验“处女性”。如培养3~5天后瓶中出现幼虫则说明收集失败,得重新收集。不同时间收集的处女蝇最好分开存放。

果蝇生活史的知识可以帮助我们有效地控制果蝇杂交实验的进程。例如,我们必须在杂交实验开始后的10天内清除亲蝇,否则将导致亲子蝇混杂。

### ● 雌雄果蝇的辨别

识别雌雄蝇的一个简单方法是观察腹部腹面末端外生殖器(这其实也是识别其他昆虫雌雄的通用方法)。雄蝇的外生殖器色深,雌蝇的色浅(图1-3)。同时,黑腹果蝇雌雄蝇的一些形态特征差别很明显,存在雌雄二型(dimorphisim)现象。我们也可利用这些形态特征“综合”判定一只果蝇的雌雄(图1-2):

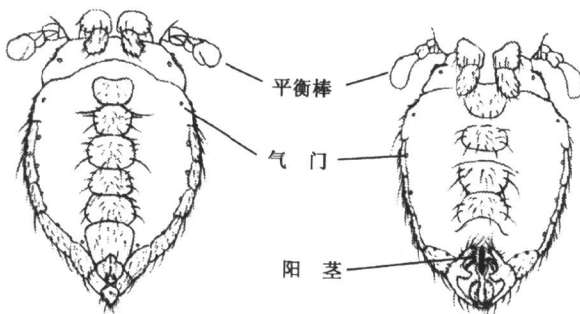


图1-3 雌雄果蝇腹部结构

雄蝇外生殖器的构造比雌蝇复杂,颜色很深,雌蝇则很浅,这是区分雌雄的一个特征。在果蝇的翅与第三对附肢之间有一对平衡棒(halter),这是双翅目昆虫调整姿势保持平衡的器官

- (1) 大小 雌体通常比雄体大些。
- (2) 形态 雄体腹部钝圆,而雌体腹部稍尖,向后突出;雄体腹部相对窄小呈柱状,而雌体腹部较宽厚呈卵圆形。
- (3) 条纹 雌体腹部背面有宽窄相近的 5 条黑色条纹,而雄体腹部的背面只有三条,上部两条窄,最后一条宽且延伸至腹部腹面,呈一明显黑斑。
- (4) 性梳(*sex comb*) 果蝇胸足的跗(音 fū)节共有 5 个亚节。在雄蝇第一对胸足跗节的第一亚节基部有一个黑色鬃毛结构,形似一个小梳,称为性梳。放大 100 倍左右可以清晰地看到这一结构。雌蝇不具这一结构。性梳的有无是鉴别雌雄蝇的可靠标志之一。

熟练之后,在放大镜下或用肉眼即可辨别雌雄。

### ● 突变性状的观察

已知的果蝇突变性状有 400 余种。这些突变性状一般明显而稳定。辨明各种突变性状,有利于我们正确选择亲本,准确地识别杂交后代中的不同子蝇的表型。我们在这本书中拟用四种果蝇做亲本,完成一系列的杂交实验。它们是:**野生型**(wild type)果蝇,表型为**黑檀体**(ebony body, *ee*)、**残翅**(vestigial wing, *vgvg*)。请查查英汉字典,弄清 vestigial 的准确含义)及表型为小翅(miniature wing, *mm*)、白眼(white eye, *ww*)、焦刚毛(singed bristle, *sn<sup>3</sup>sn<sup>3</sup>*)的突变体。因小翅、白眼、焦刚毛三个突变性状均为隐性,本书中简称这种突变体为**三隐性**。

本书的果蝇杂交实验涉及四种性状:体色、眼色、翅形、刚毛的形态。这里着重说说翅形与刚毛。野生型、黑檀体的翅为长翅,三隐性的翅长与腹尖平齐,为小翅,

#### 野生型及几种突变型果蝇性状的观察记录

实验者:

| 性 状  | 表 现 型 |     |    |     |  |
|------|-------|-----|----|-----|--|
|      | 野生型   | 黑檀体 | 残翅 | 三隐性 |  |
| 体 色  |       |     |    |     |  |
| 眼 色  |       |     |    |     |  |
| 翅 形  |       |     |    |     |  |
| 刚毛形态 |       |     |    |     |  |
|      |       |     |    |     |  |
|      |       |     |    |     |  |

记录时间            年    月    日

仅留残迹、翅脉不清的为残翅。果蝇体表粗、硬、长的毛是刚毛，细、软、小的毛是体毛。这四种突变体有只两种类型的刚毛，野生型、黑檀体、残翅是直刚毛，三隐性是焦刚毛。在显微镜下很容易将两者区分开。

如果指导教师安排观察其他突变种，将观察结果一并填入上表中。

## ● 果蝇的培养

### 1. 培养基的制备

- (1) 培养瓶的灭菌 果蝇的培养基要装在经过灭菌处理的培养瓶中。灭菌可防止真菌污染，也可以杀死培养瓶中可能残留的幼虫或蛹，防止混杂。灭菌的方法是：将带塞的培养瓶在 160℃ 恒温箱中干热灭菌 1 小时，或在高压蒸汽灭菌锅中，在 1kg/cm<sup>2</sup> 大气压、121℃ 条件下灭菌 15~20min。
- (2) 培养基的配制 酵母菌是果蝇的幼虫和成虫的主要食物，凡是能发酵的物质都可成为它们的培养基。早期果蝇研究者是将香蕉捣成泥做培养基，现在则多用玉米粉或米粉。果蝇培养基的配制方法很多，这里给出的是作者所在实验室使用的配方及其配制方法。以配制 1 L 培养基为例说明配制的过程。按表 1-1 称取玉米粉、蔗糖、琼脂。量取 1 L 水，将大约一半倒入一干净的锅中，加入琼脂加热溶解；水开后，加入蔗糖，搅拌均匀，将玉米粉加入剩余的水中，搅拌均匀，再沿着锅边慢慢倒入，边倒边搅拌（这样玉米粉不易结块）。继续煮 10 多分钟，锅中的培养基成为一种糊状物时即可离火。加入丙酸（用以防腐）及酵母粉，搅拌均匀即可分装。每瓶培养基厚约 2cm，室温下干燥 2~3 天，待培养基完全凝固，表面坚硬时再行接种，培养基太软会粘住果蝇致其死亡。

表 1-1 果蝇培养基成分

|     |       |     |         |
|-----|-------|-----|---------|
| 水   | 1 L   | 琼脂  | 7.5 g   |
| 玉米粉 | 105 g | 丙酸  | 6.25 ml |
| 蔗糖  | 75 g  | 酵母粉 | 20 g    |

温度较高的培养基倒入瓶中冷却后，瓶中的水蒸气常凝成水珠挂在瓶壁上，水珠顺着瓶壁下流，有时会在培养基表面形成积水，使得培养基发软或环壁的培养基松动。为避免发生这个问题，可以等培养基稍干时，将培养瓶倒放（棉塞朝下）1~2 天。

果蝇的培养基通常不需要灭菌，配制与分装在非无菌条件下进行即可。这点与其他培养基（如植物组织培养基）的制备方法不同。但如果培养基经常出现



污染,亦可考虑将培养基进行灭菌处理:按上述方法将琼脂、玉米粉、蔗糖煮成糊状物,再将糊状物盛于一容器中,用厚纸封口,用高压灭菌锅在 $120^{\circ}\text{C}$ 、 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ 下灭菌15分钟,在超净台中加酵母粉、丙酸后分装。使用本方法制备的培养基一般极少出现污染。

配好的培养基如暂时不用,可放在 $4^{\circ}\text{C}$ 下贮存。

## 2. 果蝇培养

温度对果蝇的生长发育影响很大, $25^{\circ}\text{C}$ 是最适生长温度; $30^{\circ}\text{C}$ 以上的高温则可能致死果蝇;在 $10\sim 20^{\circ}\text{C}$ 环境中生活周期延长;低于 $10^{\circ}\text{C}$ 则可能影响生活力。我们可利用此特性调节果蝇生长的速度,控制其群体的大小。如,原种培养旨在保种,可将培养瓶置于 $18\sim 19^{\circ}\text{C}$ 温度下培养;杂交实验需要较大的群体,则可将培养温度设为 $25^{\circ}\text{C}$ 。培养时避免日光直射。

原种培养每2~4周换一次培养基。每一原种至少保留两套,接种之前先麻醉果蝇,检查有无混杂,一般每瓶接5~10对种蝇。培养瓶外贴标签,注明名称、接种日期。

---

如果下周开始果蝇杂交实验,则在完成雌雄识别、观察完各种突变性状后,迅速完成以下工作:配制足量的培养基,待其干燥后(约一天),开始分组收集所需要的处女蝇。最好是几个同学共同完成这个工作。在将收集的处女蝇放入新的培养瓶前,最好经几个同学“验明正身”。

---

### 进一步的问题

1. 除果蝇外,请再列举几种遗传研究中常用的动物、植物、微生物,并写出它们的拉丁学名。这些拉丁学名是阅读文献时要用到的,故而最好能记住。你知道这些模式生物主要应用于遗传学哪些分支学科的研究中吗?

2. 在本书“果蝇X染色体上基因顺序的测验”这一实验中,附有一张果蝇的遗传学图(genetic map),请查一查本次实验所涉及的几种突变基因都位于哪些染色体上。