

选修2 “生物科学与社会” 生物实验册

广东省教学教材研究室 编
广东科技出版社



班别：_____

姓名：_____

为了配合普通高中生物实验教学，我们根据《普通高中生物课程标准（实验）》的要求和《普通高中课程标准实验教科书（人教版）生物（选修1~选修3）》的内容，组织编写了这套《生物实验册》。本书供采用普通高中课程标准实验教科书（人教版）生物 选修2“生物科学与社会”的学生使用。

本书体现《普通高中生物课程标准（实验）》的精神，以培养学生的创新精神和实践能力为重点，配合《普通高中课程标准实验教科书（人教版）生物》的同步教学。在编写安排上，实验部分的栏目有“目的要求”、“实验原理”、“材料器具”、“方法步骤”、“实验结果与结论”、“讨论”、“巩固拓展”等，探究部分的栏目有“提出问题”、“作出假设”、“制定计划”、“实施计划”、“分析与结论”、“表达与交流”、“进一步探究”、“巩固拓展”等，在内容呈现上，多以表格、公式、图文相结合，力求清晰、明了、易于理解，其特点为问题驱动，引导自主、探究、合作学习。因此，本书特留了许多空白地方让学生在实验探究过程中回答、填写，以发挥学生的自主性和创新精神。

根据教学的实际需要，本书的实验可以在课堂上配合教学同时进行，也可以在专门的学生实验课中进行，本书的内容可以供学生在实验预习、实验操作和做实验作业时参考，也可以作实验报告使用。在新一轮基础教育课程改革中，提倡“一标多本”，本书对使用以《普通高中生物课程标准（实验）》为依据编写的其他版本生物教科书的学生也有一定的参考作用。

《普通高中生物课程标准（实验）》指出：“选修部分是为了进一步提高学生的生物科学素养，以及满足学生多样化发展的需要而设计的”。因此，学校可以根据当地实际情况从《生物实验册》（选修1~选修3）中选做部分实验。

本书由杨计明主编，参加编写的有杨计明、翁兰穗、谭根林、贺建，希望广大师生在使用过程中对本书提出改进意见，以便今后修订。

广东省教学教材研究室

2005年5月

实验指南	(1)
生物实验室规则	(5)
实验与探究的基本要求	(6)
实验1 DNA的粗提取与鉴定	(7)
实验2 多聚酶链式反应扩增DNA片段	(10)
参观1 性教育展览	(17)
调查1 探讨当地主要农作物一种病虫害的防治措施	(21)
调查2 动物疫情的防治措施	(27)
调查3 当地绿色食品生产或消费的情况	(32)
参观2 设施农业	(37)
调查4 发酵食品及其生产状况	(41)
调查5 生物工程技术药物和疫苗	(46)
调查6 生物性污染	(51)
参观3 城市污水处理厂或当地的污水处理设施	(56)
宣传1 生物资源的合理利用	(60)
宣传2 宣传绿色消费观念, 倡导绿色消费行为	(62)
生物实验思维拓展	(65)



实验指南

生物学是研究生命现象和生命活动规律的科学。生物学的发展经历了描述生物学——实验生物学——分子生物学三个主要阶段，生物学是实验性很强的自然科学，因此，要学好生物学，必须重视生物学实验。

依据《普通高中生物课程标准（实验）》的精神，生物新课程倡导探究性学习，提高学生的生物科学素养。人教版生物教科书在探究活动类型中，有实验、探究、模型建构、调查、资料分析、资料搜集和分析、思考与讨论、技能训练、制作、课外实践等栏目，生物实验中主要有实验、探究两大类。下面就实验、探究两大类的相关能力要求及其发展实验技能与科学探究能力方面提出实验实施意见，供教师和学生实验时参考。

《普通高中生物课程标准（实验）》的实验相关能力要求：

一、实验能力目标

1. 能够正确使用一般的实验器具，掌握采集和处理实验材料、进行生物学实验的操作、生物绘图等技能。
2. 能够利用多种媒体搜集生物学的信息，学会鉴别、选择、运用和分享信息。

实验要进一步优化，可以把材料器具分拆为内因的生物材料和外因的器具与方法，再组合创新（见下表）：

生物材料 器具与方法	减 少	增 加	替 换
减 少			
增 加			
替 换			

然后通过不同组合进行对照实验，找出最佳的模式生物和最先进的实验方法。

案例

(一) 生物材料的选择

1. 生物材料

生命层次的增加与减少：细胞——组织——器官——系统——个体——种群……

生殖：嫁接（器官）——组织培养（组织）——细胞融合（细胞）——转基因生物（分子）

生物工程：基因工程（分子）——蛋白质工程（分子）——酶工程（分子）——细胞工程（细胞）——发酵工程（个体）

2. 生物种类的替换

细胞学说：微生物（列文·虎克）——植物（施莱登）——动物（施旺）

基因组计划：人——水稻——拟南芥——大肠杆菌——酵母——线虫——果蝇——小鼠……（模式生物）

(二) 器具与方法的筛选

1. 如观察类（器具）

物理仪器：放大镜——解剖镜——显微镜（低倍——高倍——油镜）——电子显微镜（透射——扫描——扫描隧道）；X线透视——B超——CT扫描——核磁共振

化学试剂：显色剂反应（石灰水——BTB试剂——碘液——斐林试剂——苏丹Ⅲ——双缩脲试剂——二苯胺——甲基绿/吡罗红）

2. 模型建构（方法）

数、理、化等方法：数学建模（种群增长模型）——物理模型（DNA双螺旋结构模型）——化学模型（光合作用方程式模型）

思考

结合当地实际，
可以选择哪些生物材料进行相关的实验？

讨论

联系本学校实验室
的实验条件，怎样进行
简单易行的生物实验？

二、探究能力目标

发展科学探究能力，初步学会：

1. 客观地观察和描述生物现象。
2. 通过观察或从现实生活中提出与生物学相关的、可以探究的问题。
3. 分析问题，阐明与研究该问题相关的知识。
4. 确认变量。
5. 作出假设和预期。
6. 设计可行的实验方案。
7. 实施实验方案，收集证据。
8. 利用数学的方法处理、解释数据。
9. 根据证据作出合理判断。
10. 用准确的术语、图表介绍研究方法和结果，阐明观点。

11. 听取他人的意见，利用证据和逻辑对自己的结论进行辩护以及作必要的反思和修改。

科学探究是人们获取科学知识、认识世界的重要途径，科学探究活动通常包括：**提出问题、作出假设、制定计划、实施计划、得出结论、表达交流**等步骤，按各个步骤的提供情况可以将探究活动进行不同层次的分类。

探究活动的层次（见下表）：

过程 层次	问 题		方 法		结 论	
	提出问题	作出假设	制定计划	实施计划	得出结论	表达交流
6	—	—	—	—	—	—
5	+	—	—	—	—	—
4	+	+	—	—	—	—
3	+	+	+	—	—	—
2	+	+	+	+	—	—
1	+	+	+	+	+	—
0	+	+	+	+	+	+

注：“+”表示活动设计中已经提供，“—”表示活动设计中没有提供，需要学生自己完成。

分析上表，根据探究活动的难易程度以及学生参与探究程度的不同，可以将探究实验划分为不同的层次，其中，0级水平的探究实验指的是活动的各

个步骤在活动之前就已经呈现给学生，这种探究活动通常用于验证先前已经学习和讨论过的知识和概念，即我们通常所说的验证性实验；6级水平的探究从提出问题、作出假设、制定计划、实施计划、得出结论、表达交流的多个环节都是开放的，由学生自己决定探究的问题和方法，最后得出结论，给学生留出充分的机会发挥他们的想像力和创造性，这是最高水平的探究，属于完全探究；1~5级水平属于部分探究，生物教科书中大多数的探究属于这一类。

在不同学段、不同模块，形式不同的探究活动会起到不同的作用，学生应该从多种多样的不同层次的探究活动中学习各种科学探究方法和科学探究技能。

例如，反射弧和“实验与探究”的关系见下表。

反 射 弧				
感受器	传入神经	神经中枢	传出神经	效应器
多观察		多思考		多动手
实 验 与 探 究				

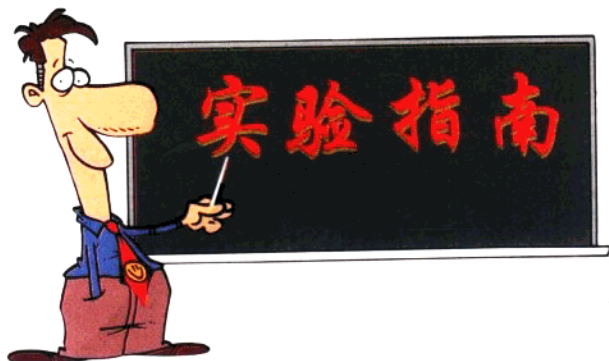
在实验与探究之前，要认真阅读本实验册及其相关的教科书内容，做到心中有数，学习目标明确。在实验与探究过程中，要做到多观察、多思考、多动手。在实验与探究结束之后，要记录分析、讨论交流。

本模块学习结束，将实验与探究的共同点进行归纳，找出实验与探究的规律，以便进一步提高实验与探究的能力。



思考

仔细阅读上表，你会得到什么启示？





生物实验室规则

1. 在实验开始前，反复阅读实验步骤，尤其要遵守注意事项和有关规定。如果对实验的某些部分存有疑问，要及时向老师提出。
2. 进入实验室，首先应仔细检查自己实验台上的材料器具是否齐全，如有遗漏，要及时报告老师，以便补齐。在未经老师允许之前不准随意使用任何仪器，做自己设计的实验也要经过老师同意。
3. 不得在实验室中喧闹。
4. 不准在实验室里吃东西或喝饮料。要随时保持实验工作台的干净、整洁。实验完毕，要清洗或擦净仪器。
5. 爱护实验仪器，注意节约实验用品。





实验与探究的基本要求

1. **课前认真预习。**预习是做好实验的前提，只有搞好预习，才能使实验内容做到心中有数，实验过程才能有的放矢。实验预习的内容包括：

- (1) 预习实验目的要求、原理、方法步骤等教材指定内容。
- (2) 查阅有关书籍、文献资料，预期实验结果，考虑讨论题的答案。
- (3) 若是探究实验，要考虑如何合理安排实验方案。
- (4) 应明确哪些是关键步骤，自己还能做些什么新的探究实验。
- (5) 端正实验态度，保证实验安全。

2. **按操作要求认真做好实验。**实验过程中，学生主动动手是体现学生主体作用的重要因素，百看不如一做，动眼不如动手，要熟练掌握生物实验的基本操作技能，并达到规范化，就必须亲自动手操作、反复练习。当二人或小组合做一个实验时，要大家一起动手，互相配合，避免一人做、其他人看的情况。需独立完成的实验，要认真思考，独立完成。实验过程中一定要按操作顺序和规程进行，切勿颠倒顺序，否则，既不安全，也达不到预期目标。

3. **实事求是地记录实验结果。**在实验的过程中，要细心观察实验现象，并实事求是地做好实验记录，不能抄书上写的实验现象来代替记录，更不能凭想像臆测来填写记录。

4. **分析实验现象，得出结论。**要严肃认真地进行实验并观察实验结果；实事求是地记录实验结果和实验数据；对实验结果进行科学的分析和解释，并判断实验结果是否是预期的，如果出现非预期的实验结果，应分析其可能的原因。提倡根据自己的实验结果提出创造性的见解和认识。

实验若不成功，要分析其原因，如果时间允许，最好重做一遍。要认真完成实验报告。实验报告是学生分析、归纳能力的综合反映，要独立完成，避免抄袭现象。

5. **加强交流与沟通，分享大家的成果。**实验完毕，要注意与其他小组交流实验和探究的过程与结论，并进行认真的思考，尝试对别人的实验和探究的过程与结论提出新的问题。同时，也要听取他人的意见，利用证据和逻辑对自己的结论进行辩护以及作必要的反思和修改。

实验 I

DNA的粗提取与鉴定

一、目的要求

1. 了解提取生物大分子的基本思路和方法。
2. 尝试DNA的粗提取和鉴定的方法，观察提取出来的DNA物质。
3. 通过本实验培养实验操作能力和观察能力。

二、实验原理

1. DNA在NaCl溶液中的溶解度，是随着NaCl的浓度的变化而改变的。当NaCl的物质的量浓度为 0.14 mol/L 时，DNA的溶解度最低。利用这一原理，可以使溶解在NaCl溶液中的DNA析出。

2. DNA不溶于酒精溶液，但是细胞中的某些物质则可以溶于酒精溶液。利用这一原理，可以进一步提取出含杂质较少的DNA。

3. DNA遇二苯胺（沸水浴）会染成蓝色，因此，二苯胺可以作为鉴定DNA的试剂。

三、材料器具

鸡血细胞液（ $5 \sim 10 \text{ mL}$ ）；体积分数为95%的冷酒精，蒸馏水，质量浓度为 0.1 g/mL 的柠檬酸钠溶液，物质的量浓度分别为 2 mol/L 和 0.015 mol/L 的NaCl溶液，二苯胺试剂；烧杯（ 100 mL 1个， 50 mL 、 500 mL 各2个），漏斗，试管（ 20 mL ，2个），玻璃棒，滴管， 100 mL 量筒1个，纱布，镊子，滤纸，铁架台，铁环，三角架，酒精灯，石棉网，载玻片，试管夹。

制备鸡血细胞液

制备鸡血细胞液的方法是：将质量浓度为 0.1g/mL 的柠檬酸钠溶液 100mL ，置于 500mL 烧杯中，注入新鲜的鸡血（约 180mL ），用玻璃棒搅拌，使其充分混合，以免凝血。静置于冰箱内一天，使血细胞自行沉淀（也可以用离心机离心 2min ，转速 1000r/min ），用吸管吸去上清液。

（注：盛放鸡血细胞液的容器，最好是塑料容器，玻璃容器容易吸附DNA。）

二苯胺试剂的配制

A液： 15g 二苯胺溶于 100mL 冰醋酸中，再加 15mL 浓硫酸，置棕色瓶保存。如冰醋酸呈结晶状态，则需加温后待其溶化，再使用。

B液：体积分数为 0.2% 的乙醛溶液。

配制：将 0.1mL B液加入到 10mL A液中，现配现用。

（注：二苯胺是一种有毒性的试剂，同学们在使用时注意不要让药液接触到皮肤，也不要近距离观察。）

四、方法步骤

实验步骤	操作方法	原理
1. 获取含DNA的滤液	向 $5\sim 10\text{mL}$ 鸡血细胞液中加入 20mL 蒸馏水并且搅拌。如果实验材料是植物细胞，则应在切碎的材料中加入洗涤剂和食盐，进行充分的搅拌和研磨。用放有纱布的漏斗过滤，取其滤液	形成外界低渗溶液，加上搅拌的机械作用，使鸡血细胞加速破裂，释放出DNA等核物质。洗涤剂能溶解细胞膜
2. 去除杂质	除去不溶的杂质 将 $40\text{mL } 2\text{mol/L}$ 的 NaCl 溶液加入到滤液中，用玻璃棒沿一个方向搅拌 1min ，过滤，取其滤液	DNA溶解在 2mol/L 的 NaCl 溶液中
	除去可溶的杂质 在滤液中缓缓加入约 300mL 左右蒸馏水并搅拌（直至浓度为 0.14mol/L ），用放有多层纱布的漏斗过滤，获取留在纱布上的DNA黏稠物。也可采用离心法，除去上清液，留下沉淀物	稀释氯化钠溶液，使DNA的溶解度下降，加上不停地搅拌，溶解度下降的DNA逐渐呈丝状物

(续上表)

实验步骤	操作方法	原 理
3. DNA的析出	把黏稠物夹至物质的量浓度为2mol/L的NaCl溶液中,用玻璃棒搅拌3min。加入两倍体积的体积分数为95%冷酒精,用玻璃棒搅拌,获得DNA丝状物	体积分数为95%冷酒精使DNA沉淀、浓缩,形成含杂质较少的DNA丝状物,悬浮于溶液中,并被玻璃棒吸附、卷起
4. DNA的鉴定	取2支20mL的试管,各加入物质的量浓度为0.015 mol/L的NaCl溶液5mL,将丝状物放入其中一支试管并搅拌。然后各加入4mL的二苯胺试剂,用沸水浴加热5~10min。冷却后观察试管内溶液颜色的变化	DNA和二苯胺作用而显现蓝色(溶液呈浅蓝色)

五、实验结果与结论

你观察到的实验结果:

实验结论:

六、讨论

1. 为什么用不同浓度的NaCl溶液反复地溶解与析出DNA,能够去除杂质?除这种方法外,你还知道有哪些去除杂质的方法?

2. 与其他同学提取的DNA进行比较,看看实验结果有什么不同?分析产生差异的原因。如,实验材料的选择、实验步骤和方法的差异等。

实验2

多聚酶链式反应扩增DNA片段

一、目的要求

1. 理解PCR技术的基本原理。
2. 尝试PCR技术的基本操作。

二、实验原理

PCR是聚合酶链式反应(polymerase chain reaction)的缩写, PCR技术是体外酶促合成特定DNA片段的一种方法, 其原理是: 按照DNA复制所需条件, 在体外酶促合成DNA时, 首先必须具备待扩增的目的DNA (DNA合成的模板)、合成DNA时所需的特异引物和原料4种三磷酸脱氧核苷酸(dATP、dGTP、dCTP、dTTP)、起酶促作用的耐热*Taq*DNA聚合酶和作为反应介质的缓冲溶液。其次, 根据DNA的理化特性, 在高温条件下, 双链DNA解旋变为单链DNA(变性); 低温条件下单链DNA又可恢复为双链DNA(复性); 中温条件下能进行DNA合成, 使DNA链延伸。由此, PCR反应过程一般采取“高温变性——低温复性——中温延伸”三个步骤, 促使DNA进行复制。另外, 为了实现DNA的大量扩增, 可以上述反应作为一个周期, 循环进行, 使目的DNA得以迅速扩增, 得到大量的目的DNA片段。

PCR作用的三个步骤反应:

1. 双链DNA分开: 将双链DNA加热至94℃, 这一温度使DNA双链间的氢键打开, 使DNA变性而双链分离, 这叫解链。
2. 与引物结合: 在DNA双链分离开后, 将温度迅速降到40~60℃, 这一降温过程也叫退火, 则引物可与退火后的两个单链的DNA模板分别结合。
3. DNA新链的延伸: 72℃下, 聚合酶可利用4种dNTP组装模板的互补链, 从引物延伸至3'末端。这里的聚合酶是从温泉中的棒杆菌获得的, 命名为*Taq*DNA聚合酶, 其最适作用温度是72℃。

三、材料器具

模板DNA; 1~5u / mL的*Taq* DNA聚合酶, 10×PCR缓冲液, 20mmol/L的dATP、dTTP、dGTP、dCTP溶液, 20mmol / L的引物 I, 20mmol / L的引物 II, 无菌石蜡油, 无菌水; PCR热循环仪 (图1), 离心机, 0.5mL 微量离心管 (EP管) (图2), 微量移液器 (图3), 水浴锅 (图4), 一次性塑料手套等。



图1 PCR热循环仪



图2 微量离心管 (EP管)

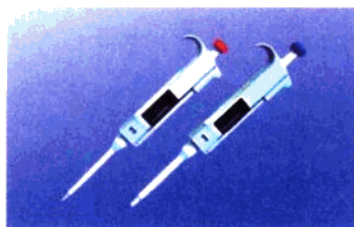


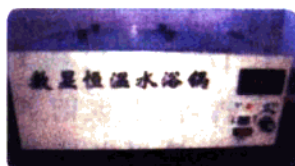
图3 微量移液器



94℃ 变性



55℃ 复性



72℃ 延伸

图4 水浴锅

PCR反应参考体系 (可直接购买试剂盒):

10×PCR缓冲液	5 μL
1~5u / mL的 <i>Taq</i> DNA聚合酶	1~2u
20m mol/L的引物 I	2.5 μL
20m mol / L的引物 II	2.5 μL
20m mol / L的dNTP	1 μL
DNA模板	5~10 μL
无菌水	28~33 μL
总体积	50 μL

四、方法步骤

实验步骤	操作方法	原 理
1. 配置反应成分	在冰浴的EP管中混合PCR反应体系的各种药品,混合均匀后低速离心。每管加入30 μL 无菌石蜡油,防止反应溶液的蒸发 要设置作为对照组的EP管	微量离心管、枪头、缓冲液要高压灭菌;缓冲液和酶应分装成小份,并在 -20°C 储存。使用前,将所需试剂从冰箱拿出,放在冰块上缓慢融化。在微量离心管中添加反应成分时,每吸取一种试剂后,移液器上的枪头都必须更换
2. DNA片段的PCR扩增	方法一:将EP管放入PCR热循环仪中,输入并运行反应程序 方法二:在3个温度不同(94°C 、 55°C 、 72°C)的水浴锅中手工移动含有反应体系的EP管,运行反应程序	PCR反应参考程序: 94°C 变性10min,进入循环程序 94°C 1min $\rightarrow 55^{\circ}\text{C}$ 1min $\rightarrow 72^{\circ}\text{C}$ 2min,运行35个循环后 72°C 10min, 4°C 保温
3. 扩增DNA的检测	方法一:紫外光吸收计算法 方法二:琼脂糖凝胶电泳	可选做其中的一种方法。具体操作见参考案例

参考案例

紫外光吸收计算法

一、实验原理

DNA在260nm的紫外线波段有一强烈的吸收峰。通过紫外分光光度计,测定样品的光吸收值,再根据公式计算出DNA含量。

二、材料器具

紫外分光光度计、比色杯、PCR反应液、蒸馏水等。

三、方法步骤

步骤 \ 方法	样品测定	对照
测定DNA的光吸收值	取2 μL PCR反应液，加入98 μL 蒸馏水成100 μL 的DNA稀释液（稀释50倍），放至比色杯中，测定260nm处的光吸收值	以蒸馏水作为空白对照，在波长260nm处，将紫外分光光度计的读数调节至零
计算DNA的含量	$\text{DNA含量} (\mu\text{g}) = 50 \times (260\text{nm的读数}) \times \text{稀释倍数}$	

参考
案例二

琼脂糖凝胶电泳

一、实验原理

琼脂糖凝胶电泳是一种非常简便的快速分离、纯化和鉴定DNA的方法。琼脂糖凝胶具有大小一致的刚性滤孔，带有大量负电荷的DNA分子在外加电场的作用下可以通过这些滤孔向正极泳动。DNA片段在凝胶中的泳动速率主要取决于其分子的大小，因此大小一致的DNA分子会在凝胶的一定位置形成DNA条带。

二、材料器具

琼脂糖，TBE电泳缓冲液，载样缓冲液，质量浓度为0.5 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 溴化乙锭溶液，电泳仪，水平电泳槽，紫外透射仪，紫外线防护眼镜等。

配制浓度为1%（1 g / 100 mL）的琼脂糖凝胶：在锥形瓶中，称取相应量的琼脂糖粉，加入相应蒸馏水，在微波炉内加热，使琼脂糖粉溶化，然后冷却至60 $^{\circ}\text{C}$ ，倒入电泳槽中，待其凝固。

配制10倍浓缩的TBE缓冲液：Tris（三羟甲基氨基甲烷）108 g，EDTA（乙二胺四乙酸二钠）9.3g，硼酸55 g。将上述物质溶解后，用蒸馏水定容至1 000mL，调节pH为8.0~8.2备用，使用时需稀释10倍。缓冲液中的EDTA能抑制DNA酶的活性，防止PCR产物被降解。

载样缓冲液的成分：核酸电泳常用的指示剂是溴酚蓝，溴酚蓝在碱性条件下呈蓝紫色。指示剂一般与蔗糖、甘油或聚蔗糖400组成载样缓冲液。载样缓冲液的作用是：能够增加样品密度，确保DNA均匀沉入加样孔内；能够在电泳中形成肉眼可见的蓝紫色指示带，从而帮助预测核酸电泳的速度和位置；能够使样品呈现蓝紫色，使加样操作更方便。

三、方法步骤

实验步骤	操作方法	注意事项
1. 制备电泳凝胶板	将梳子架于电泳槽中，倒入配制好的浓度为1%的琼脂糖凝胶，待其凝固。缓缓倒入配制好的电泳缓冲液，以没过胶面2mm为宜。小心移去梳子	不要破坏加样孔。如果样品孔内有气泡，应设法除去
2. 加样	在DNA样品中加入相当于样品 0.2倍体积的载样缓冲液，混匀后，加入样品孔内	把DNA标准溶液加入其中一个样品孔内作对照
3. 电泳	接通电源。DNA样品是由负极向正极移动，因此要保证靠近加样孔一端的电极为负极。电压为1~50 V/cm。当指示剂移动到凝胶边缘时，断开电源，终止电泳	一般红色代表正极，黑色代表负极。长度以两个电极之间的距离计算。一般200~400个核苷酸长度的PCR产物，在50V电压下，电泳20~40 min即可
4. 染色	将凝胶放入溴化乙锭溶液中染色后，在紫外仪上观察电泳带及其位置，判断扩增产物的情况	溴化乙锭(EB)是一种荧光染料，有剧毒，要小心操作；在紫外仪上观察电泳带请戴紫外线防护眼镜