



# “DNA的粗提取与鉴定”实验教学的优化

苏州市教育科学研究院,江苏苏州(215004) 马建兴

江苏省苏州工业园区第二高级中学(215121) 陈旗建

**摘要** 从“DNA的粗提取与鉴定”实验教学的现状出发,通过优化实验教学目标、实验材料选择、小组合作学习,来优化实验教学流程、降低实验教学成本,提高实验教学效益,提升学生科学探究的水平,加深对重要概念的理解,从而真正提升学生的核心素养,以期能更好地发挥实验教学的功能。

**关键词** 实验教学目标;实验材料;实验设计;优化

**文章编号** 1005-2259(2016)5-0050-04

## 1 问题的提出

“DNA的粗提取与鉴定”是《生物·选修3·现代生物科技专题》“简述基因工程的诞生”部分的一个学生活动。学生通过亲历实验的过程,既能了解“DNA存在于细胞内”“DNA的理化性质”等事实,又能掌握诸如“溶液配制”“搅拌和过滤”“物质鉴定”等实验操作技能,还能理解“基因工程赋予生物新的遗传特性”这一重要概念,因而该实验是高中生物学课程中重要的分子水平类的物质提取与鉴定实验。

由于受评价方式、教学观念、课时及实验成本等因素的限制,中学生物实验教学的现状并不乐观。笔者对苏州地区72所高中学校进行了连续3年(2012年~2014年)的追踪调查,发现“DNA的粗提取与鉴定”实验的学年平均开设率仅为42.32%。究其原因,主要是受“纸笔化考试为主要形式、考试分数高低为价值取向”思想的影响,导致“做实验题”的“纸笔式实验”盛行,这是有悖于课程改革初衷的。因此,笔者以优化“DNA的粗提取与鉴定”实验为例,探究如何更好地发挥实验的教学价值。

文献研究表明,在过去的十年乃至更长时间内,该实验的研究主要集中在对实验的仪器、设备和方案的优化上,而“如何优化实验教学”“如何优化实验的课程资源”“如何利用现代教育技术优化实验教学”以及“如何促进教师实验技能持续发展”的研究相对

偏少。因此,本研究也是对该实验教学研究现状的积极回应。

## 2 优化目标

通过抽样调查发现,40.50%的教师将“DNA的粗提取与鉴定”作为一个“纸笔式实验”进行处理,还有17.18%的教师将其作为演示实验,仅42.32%的教师将其作为分组实验组织学生开展。在分组实验中,大多数教师将教学目标确定为“了解DNA的粗提取与鉴定的原理”“模仿教师进行实验操作,粗提取获得DNA”“知道DNA遇二苯胺沸水浴显蓝色,并运用这个原理鉴定提取的DNA”。通过亲身实践和教学研讨,并在系统分析《课程标准》和教材相关内容的基础上,笔者将“DNA的粗提取与鉴定”实验的教学目标划分为认知、操作和情感等3个领域,并将“科学探究及其所获取的事实性知识服务于‘基因工程赋予生物新的遗传特性’这一重要概念的建构”确定为本实验的重要目标。认知领域的主要目标为:至少掌握一种粗提取DNA的原理和方法,知道二苯胺在加热条件下能与DNA发生特异反应并显蓝色。操作领域的主要目标为:能根据确定的实验方法选择正确的实验器材,并熟练使用有关工具规范地进行实验操作;提取获得一定量的DNA并进行鉴定;实验后按规范整理器材。情感领域的主要目标为:乐于合作,善于交流,敢于表达观点;认同“DNA广泛存在于细胞

项目资助:江苏省第9期教研立项课题“优化高中生物实验教学策略的研究”,课题编号:JK9-L074。

作者信息:马建兴(1973—),男,大学本科学历,中学高级教师,E-mail:839290245@qq.com

中,通过恰当的方法可以分离获得DNA,DNA分子的结构非常微小”等事实,从而有助于理解基因工程的工具和操作步骤,并为后续学习“PCR扩增目的基因”“电泳分离DNA分子片段”等知识奠定基础。

笔者分别以“DNA粗提取和鉴定的原理”认知领域目标的优化(表1)、“粗提取鸡血细胞中DNA正确运用玻璃棒搅拌”操作领域目标的优化(表2)为例,分析其优化策略及意义:

表1 “DNA粗提取和鉴定的原理”认知领域目标的优化

认知目标	优化前	优化后
理解DNA粗提取的原理	理解DNA在不同浓度NaCl溶液中的溶解度不同	(1)理解DNA存在于细胞中,要使细胞破裂才能释放DNA至溶液中;可采用研磨、吸水涨破等方法让不同的细胞破裂;(2)理解DNA在不同浓度NaCl溶液中的溶解度不同;反复的溶解、析出有助于纯化DNA;(3)理解可利用酶解、盐析和加热等方法去除提取物中的蛋白质等杂质;知道DNA不溶于酒精,而蛋白质溶于酒精,利用该特性可进一步提纯DNA
理解DNA鉴定的原理	DNA遇二苯胺沸水浴显蓝色	(1)理解DNA遇二苯胺沸水浴显蓝色,知道这一反应是一种特异性的颜色反应;(2)知道沸水浴加热是该显色反应的必要条件,加热过程中就能观察到加入二苯胺的提取液显蓝色,冷却后蓝色更明显

表2 “粗提取鸡血细胞中DNA正确运用玻璃棒搅拌”操作领域目标的优化

操作目标	优化前	优化后
向鸡血细胞中加入蒸馏水,用玻璃棒搅拌,让红细胞吸水涨破,释放DNA	模仿操作:跟着教师的讲解或示范,用玻璃棒搅拌,让红细胞吸水涨破。对学生操作的规范性要求不高,搅拌速度慢,方向不一致,DNA释放不充分	模仿操作:能跟着教师的讲解或示范,用玻璃棒沿一个方向快速搅拌,用力均匀,促进红细胞吸水,并使之涨破,操作过程时间短、质量高
向浓度为2 mol/L NaCl溶液的滤液中加入蒸馏水,并用玻璃棒搅拌,析出滤液中的DNA	模仿操作:跟着教师的讲解或示范,向滤液中加入蒸馏水并用玻璃棒搅拌,让DNA析出。学生往往将玻璃棒插至烧杯底部,或者搅拌过快,导致DNA分子断裂,难以获得较完整的DNA分子。部分同学在DNA丝状物出现后即停止加蒸馏水并搅拌	意识操作:依据“DNA分子在不同浓度的NaCl溶液中溶解度不同”的原理,向滤液中加入蒸馏水并用玻璃棒缓慢搅拌,让DNA析出,到丝状物不再增加时停止加蒸馏水、搅拌。搅拌过程中保持玻璃棒在烧杯中溶液的中间位置
向浓度为2 mol/L NaCl溶液的滤液中加入等体积冷却的酒精,用玻璃棒搅拌,卷起丝状物	模仿操作:跟着教师的讲解或示范,向滤液中加入冷却的酒精,并用玻璃棒搅拌,卷起丝状物。学生往往将玻璃棒插至烧杯底部,或者搅拌过快(导致DNA分子断裂)、搅拌时间短,卷起的丝状物过少	定型操作:依据“DNA不溶于酒精,而糖类、蛋白质等溶于酒精”的原理,向滤液中加入冷却的体积分数为95%的酒精,静置2~3 min,出现白色丝状物后,再用玻璃棒沿一个方向缓慢搅拌,卷起丝状物,动作比较熟练,且操作过程时间短、质量高
将丝状物溶解于2 mol/L的NaCl溶液中,用玻璃棒搅拌使其溶解(加入二苯胺试剂后沸水浴加热鉴定)	意识操作:依据“DNA分子在不同浓度的NaCl溶液中溶解度不同”的原理,向2 mol/L的NaCl溶液中加入提取的丝状物,并用玻璃棒搅拌,让DNA溶于其中。因试管口较小,学生不能熟练地使用玻璃棒搅拌	定型操作:依据“DNA分子在不同浓度的NaCl溶液中溶解度不同”的原理,向2 mol/L的NaCl溶液中加入提取的丝状物,并用玻璃棒搅拌,让DNA溶于其中。动作比较熟练,且操作过程时间短、质量高

实验教学目标对实验教学起着导向和调节作用,既是实验教学的出发点和归宿,也是实验教学质量的评估依据。因此,制订明确具体、切实可行的实验教学目标,对于改进实验教学、提高实验教学质量是至关重要的。通过实验教学应使学生掌握实验的基本原理、方法和操作技能,并具备一定的科学素养,初步养成良好的实验习惯。

### 3 优选材料

“工欲善其事,必先利其器”。合理选择实验材料,的确可以起到简化实验操作步骤、降低实验成本、让实验现象更加明显的作用,但实验教学中的材料选择,还应服务于实验教学的主题——通过实验探究所获取的事实和经验能否服务于重要概念的建构?DNA分子结构微小,通常不易观察,所以学生积累的



感性认知较少,加之受前概念的影响,学生对DNA的认识非常抽象。而教师通常只选取菜花或鸡血等某一种材料进行实验,这对学生发现“DNA广泛存在于生物体的不同细胞中”“不同生物细胞中DNA的含量往往不同”“用恰当的方法处理细胞可以提取并纯化DNA”和“DNA是一种非常微小的物质结构”等事实有一定影响,而且还直接影响了学生对后续基因工程有关知识的学习。因此,教师应该因地制宜,让学生在“提取并鉴定鸡血细胞、菜花中的DNA”的基础上,自主选择感兴趣的其他材料,从而获得丰富、直观的认识,为后续“基因工程赋予生物新的遗传特性”重要概念的建构奠定基础。

在同一生物学实验中,不同种类的实验材料,其实验方法和操作步骤往往不同。“DNA的粗提取与鉴定”实验,往往选取动物组织、植物组织和单细胞的酵母菌等作为实验材料。通常,材料类型不同导致“DNA粗提取”和“破碎细胞以释放其中的DNA”环节有所差异。更有教师深入研究了利用不同材料、不同方法进行DNA提取与鉴定的实验效果,如李培青<sup>[1]</sup>提出了利用鱼白可以“降低实验成本,简化提取过程,缩短操作时间,提高实验成功率”。李五顺<sup>[2]</sup>提出用香蕉作此实验的材料具有“操作简单,步骤简化,成本低廉,节约时间,现象明显,仪器、药品种类少,便于准备,且仪器易清洗”等优点。还有很多教师对不同实验材料进行了比较,如郑焕强<sup>[3]</sup>选择鸡血、香蕉、洋葱等3种材料,从实验成本、教师课前准备、操作过程、析出DNA的量、实验完成时间、显色反应等方面进行了比较,并建议选择香蕉作为理想的实验材料。杨立国等人则以5种常见植物的幼嫩叶片为材料,采用高盐低pH法、SDS法和CTAB法3种不同的DNA提取方法提取其总DNA,用琼脂糖凝胶电泳检测和紫外分光光度法对所得DNA进行比较分析,得出了优化本实验材料选择和方案的建议。这些实验探究开拓了人们的视野,为改进实验教学提供了很好的参考。

在组织实验教学时,实验材料的优化选择不该是教师通过预实验或他人经验来为学生确定好某一种最“优化”的材料,而应因地制宜、多元供给,让学生在亲身体会中去比较分析、自主选择。在该实验的教学中,教师可以提供鸡血、鱼白、洋葱和香蕉等多种材料,让学生在实践中比较不同材料获取DNA的难易程度、成本高低、处理繁简、操作难易、时间长短以及现象是否明显等因素(表3),从而真正懂得如何优选实验材料。

表3 鸡血、鱼白、洋葱、香蕉等实验材料的比较

比较项目	鸡血	鱼白	洋葱鳞片叶	香蕉
材料获取	较难	较易	容易	容易
材料成本	高	高	低	低
材料预处理	离心或沉淀,制备鸡血细胞液	制备鱼白匀浆液	冰箱冷冻	冰箱冷冻
实验操作时间	长	较长	较短	较短
实验效果	成功率较低	明显,成功率高	明显,成功率高	明显,成功率高

通过比较可以发现,具有“成功率高、成本低,易大量准备而便于较多学生开展实验”等优点的洋葱和香蕉比较适合作为该实验的优选材料。而鸡血和鱼白往往难以大量获得,且实验操作耗时长、难度大,并不是本实验的优选材料。

#### 4 优势互补

卡特·勒温认为:“合作性群体的功效明显高于非合作群体。”“DNA的粗提取与鉴定”实验,材料种类多、处理要求高、操作步骤复杂且实验时间较长,所以实验过程特别需要学生间的协同合作。季亚琴科认为:“只有在有交往、有知识和经验存在差异的人的场合,才会有教学的出现。”在“DNA的粗提取与鉴定”实验教学中,采用小组合作、协同探究的教学模式,让课堂具有更多维的互动性,通过建构小组成员间、学生与教师间、学生与互联网间多维互动场景,最大限度地激发学生的学习兴趣、激活学生的思维,激励学生的成长,提升学生的核心素养。本堂课的具体实施如下:

**课前预实验** 利用课外活动时间,提前组织部分学生,特别是感兴趣的学生讨论并形成初步的实验方案,并据此进行预实验。然后根据预实验的过程和采集的数据,适当调整,优化设计,形成最终的实验方案。

**学生分组实验** (1)利用班级QQ群、微信群等平台,展示预实验时所提取的DNA丝状物,并提问:“你知道图中所示的白色丝状物是一种什么大分子物质吗?这种物质主要存在于细胞的什么结构中?又具有怎样的生理作用呢?如果开展研究需要使用这种物质,该如何去提取呢?”(2)按学生知识基础、操作技能、交流表达和信息素养等特质的差异,兼顾实验教学的组织与时效性要求,进行异质化分组,根据班级人数的多少,全班2~4人一组,每组有一位同学做过预实验。每组提供鸡血、鱼白、洋葱鳞片叶、香蕉、食盐、洗涤剂(洗发香波、沐浴液、洗洁精)、95%的冰酒精、水浴箱、嫩肉粉(含木瓜蛋白酶)、研钵、石英



砂、漏斗、纱布、烧杯、玻璃棒、二苯胺等实验器材。要求每一小组至少完成一种动植物材料中 DNA 的粗提取与鉴定。(3)师生讨论实验方案,教师可对实验操作步骤的细节进行解释,学生也可以观看预实验时的实验操作视频。(4)小组合作,开展实验,学生可以

利用 IPAD 上传实验操作过程的视频、实验现象的图片等,师生间、学生间可以实时多向互动。教师需要注意引导学生比较使用不同实验材料时,实验设计方案的异同点以及方法步骤的不同,从而寻找到针对不同材料的更加优化的实验设计方案(表 4)。

表 4 不同实验材料粗提取 DNA 的实验操作流程比较

项目	鸡血	鱼白	洋葱鳞片叶	香蕉
提取 DNA	取 10 mL 提取鸡血细胞的细胞核物质	取 5 mL 鱼白匀浆液	称取 100 g 洋葱,切碎,加入清洁剂 10 mL,1 g 食盐,放入研钵	取 2 cm 长的香蕉,加入清洁剂 10 mL,1 g 食盐,放入研钵
	↓	↓	↓	↓
	加入 2 mol/L NaCl 溶液 40 mL 溶解 DNA	加入 2mol/L NaCl 溶液 40 mL 溶解 DNA	研磨、过滤,制取洋葱研磨液	研磨、过滤,制取香蕉研磨液
	↓	↓	↓	↓
	析出 DNA	析出 DNA	量取 50 mL 滤液	量取 20 mL 滤液
	↓	↓	↓	↓
	再溶解 DNA	再溶解 DNA	加入 50 mL 冷酒精	加入 50 mL 冷酒精
	↓	↓	↓	↓
	滤取 DNA 溶液	滤取 DNA 溶液	粗提取 DNA	粗提取 DNA
	↓	↓		
	粗提取 DNA	粗提取 DNA		

5 延伸探究

G·波利亚认为:“好的教育”的评价标准就是能够让学生发现并解决问题。教育实践表明,科学探究技能不仅是可教的,而且学生一旦掌握了这些技能,就会将其广泛应用,从而提高科学素养。通过实验,学生已经掌握了“从生物材料中提取 DNA 并鉴定”的原理与方法,但可能会产生“不同材料采用相同的提取方法,提取到的 DNA 的量相同吗?”“同一种材料采用不同的提取方法,提取到的 DNA 的量相同吗?”等问题。而这正是延伸探究、拓展思维的最好时机,教师可以因势利导,将“DNA 的粗提取与鉴定”这个定性实验,转化为“比较不同材料、不同提取方法所提取得到的 DNA 的量”这样一个定量实验。教学中,教师应鼓励学生自主设计实验方案,并对实验步骤进行改进、补充,然后实施再探究。

总之,在实验教学中适时进行总结和反思,能更好地帮助学生提炼和归纳科学探究技能,并使科学思想明朗化、科学探究技能体系化和实验方法程序化。

6 反思

学生学习方式的转变关系到教育质量,关系到师生的校园生活质量。新一轮课程改革尤其突出对学生核心素养的培养,特别注重重要概念的传递,关注科学探究作为一种重要的学习策略在生物教学中的运用。而通过对诸如“DNA 的粗提取与鉴定”等实验教学的优化,不仅可以转变学生的学习方式,促进课

堂重构,还可以提升学生的探究技能水平,加深对重要概念的理解,最终提升学生的核心素养。

参考文献

- [1] 李培青.用“鱼白”进行 DNA 粗提取与鉴定[J].中学生物教学,2011(5):25-26.
- [2] 李五顺.香蕉是“DNA 的粗提取与鉴定实验”的好材料[J].实验教学与仪器,2006(2):21.
- [3] 郑焕强.“DNA 的粗提取与鉴定”实验改进[J].生物学通报,2006(5):49.
- [4] 沈秀芳.从高考评卷反思“DNA 的粗提取与鉴定”一节的教学[J].中学生物教学,2011(4):36-38.
- [5] 胡雪芬.“导学——讨论式”教学在 DNA 的粗提取与鉴定实验中运用[J].生物学杂志,2005(2):59-60.
- [6] 陆奇,吴红漫.“DNA 的粗提取与鉴定”的教学设计及实施[J].生物学通报,2015,50(3):48-51.
- [7] 甄宗秋.对“DNA 的粗提取与鉴定”实验的探究活动[J].生物学教学,2008,33(6):39-40.
- [8] 方红.DNA 的粗提取与鉴定:实验的优化设计及成败关键[J].铜仁学院学报,2007(6):124-125.
- [9] 程玉萍.DNA 的粗提取与鉴定实验的改进[J].生物学通报,2007,42(10):24-25.
- [10] 徐美玉.对“DNA 的粗提取与鉴定”探究性实验教学的改进[J].中学生物教学,2014(10):50-51.
- [11] 陈国梁,张向前,刘勇,等.DNA 的粗提取与鉴定实验材料的选择及实验步骤的改进[J].生物学通报,2005,40(3):50-51.
- [12] 张玉.DNA 的粗提取与鉴定实验的改进[J].中学生物学,2011(8):50-51. ▲