

# 综合性大学遗传学实验教学内容的改革\*

林娟 郭滨 蔡新中 田丽芬 乔守怡

(复旦大学 生命科学学院, 上海 200433)

**摘要** 文章在分析遗传学实验教学改革现状的基础上, 结合现代教育理论和遗传学实验教学内容的特点, 论述了遗传学实验教学改革的基本思路, 分析并探讨了在实验教学中培养学生技能的方式方法, 以期使遗传学实验教学改革在教育理论的指导下稳步发展。

**关键词** 遗传学实验 技能 教学内容 改革

**中图分类号** G642.423 **文献标识码** A

近年来, 由于复旦大学和上海医科大学合并, 以及生命科学专业面拓宽, 遗传学实验室必须面对生物科学、生物技术、医学、药学多个专业的学生。如何根据学生的学习基础和专业特点, 更新遗传学实验教学内容, 选择教学方法, 提高教学质量, 是摆在我们面前的一项重要任务。

## 一、改善实验条件, 明确技能内容

高水平的基础研究实验室既是科学研究的基地, 也是培养和造就高素质人才的摇篮, 对提升高校的办学水平及人才培养具有举足轻重的作用<sup>[1]</sup>。复旦大学生命科学学院拥有“国家理科生物学人才培养基地”、“国家生命科学与技术人才培养基地”和“国家级实验教学示范中心”。遗传学理论和实验课教学是生命科学人才培养中的主要课程之一, 遗传学课程在2003年获国家理科基地创名牌课程项目, 2004年被评为国家级精品课程。根据遗传学科发展的现状, 结合研究型大学对人才培养的具体要求, 应该将遗传学实验的技术训练转变为能力训练, 把生命科学的先进技术引入本科生的实验教学中。为此, 在遗传学实验教学内容改革中, 我们引入了现代分子遗传学的一些基本的实验技术, 如基因克隆技术、生物进化分析技术、遗传标记分析技术、基因定位分析技术、基因功能分析技术、转基因生物检测技术等。

为适应遗传学学科发展对实验教学内容变更的需要, 改善实验条件成为改革实验教学的首要问题, 为此, 在国家“基地建设”和学校的支持下, 先后增添了PCR仪、电泳仪、杂交炉、高速冷冻离心机等分子生物学研究的仪器和设备, 使遗传学实验“硬件”条件得到了改善。随着实验条件的改善和实验内容的变更, 我们把培养学生技能的内容分配到不同类型的实验中, 如“基础实验”、“综合实验”、“研究实验”等, 同时按照技能的学习规律把技能内容进行了详细的划分, 主要包括“技能学习”、“技能体验”和“技能创新与发展”三个部分<sup>[2]</sup>, 这样有利于教师在教学实践中对学生技能的培养有一个明晰的认识。

## 二、改革实验内容, 培养操作能力

### (一) 实验教学内容的现状

\* 收稿日期 2007-05-21  
资助项目 国家基础科学人才培养基金: 复旦大学生物学基地(项目编号: J0630643).  
作者简介 林娟(1962-)女, 山东荣成人, 副教授, 主要从事植物基因工程研究。

遗传学实验是生物、农学、医学、药学等专业一门重要的专业基础课实验,全国各综合性大学、师范、医学或农科大学均开设有遗传学实验。实验内容的总体情况可总结为三多三少<sup>[3]</sup>:一是“染色体操作及经典遗传实验内容多,分子及群体遗传实验内容少”;二是“内容单一具体的验证性实验多,综合设计创新的三性实验少”;三是“课外补助时间完成的实验多,课堂计划学时内完成的实验少”。如在对全国25所院校的遗传学实验调查中显示,开设果蝇唾腺染色体标本的制备与观察的院校有19所,果蝇的性状、生活史观察及饲养的院校有18所,果蝇杂交实验的院校有16所,果蝇的伴性遗传的院校有15所;减数分裂标本制备与观察(动、植物)的院校有15所。而开设发育相关基因的表达、诱变及其功能研究,SNP检测,利用RFLP分子标记验证遗传学三大定律,水稻品种遗传多样性的分子检测等综合性实验的院校只有1所。虽然这一现象并非代表整个教学状况,但至少也说明并反映出了在教学内容上存在的问题。从另外一个角度看,也有人认为遗传学的传统实验中几乎多为验证性实验,创造性实验几乎没有,这不利于培养创新人才;把实验课仅当作验证理论的实践环节是片面的,必须有一定比例综合性实验或课程设计,才能把理论与实践有机地结合起来,提高学生分析问题和解决问题的能力。验证性实验应该大量减少,仅选择理论学习中的重点和难点有选择的做。

## (二) 遗传学实验教学内容改革的思路

我们在现有实验设备的基础上,以遗传分析为主干,以解决遗传学问题为目标,运用多种分析手段,对学生进行培养。注重提高学生的分析、理解和解决问题的能力。在专业培养计划的指导下,建立了“基础型→综合型→研究(设计)型”逐层递进的实验教学体系<sup>[4,5]</sup>。

### 1. 精选“基础性实验”

基础性实验的主要任务是使学生认识实验室的常用仪器设备、掌握其规范的使用方法、掌握基本的遗传实验技术。常用的实验室技术包括三方面的内容:(1)洗涤、称量、试剂配制的基本操作;(2)离心、比色、显微观察、电泳的基本技术;(3)细菌、细胞和组织培养的基本技术。另外,还有一些精密仪器的使用及维护等(这些仪器包括:天平、pH计、离心机、紫外和可见分光光度计、半自动生化分析仪、显微镜、电泳系统、PCR仪、凝胶成像系统、超净工作台、培养箱以及真空冷冻干燥机等)。最基本的遗传实验技术内容有模式生物性状遗传分析(果蝇性状的遗传分析),生物的染色体遗传分析(果蝇唾腺染色体的制片与观察)等。

这一阶段,处于学生“技能学习”时期,重点培养学生学习的主观能动性,变学生被动实验为主动参与实验。实验完成后,要求学生举一反三,加深对所学理论知识的理解,锻炼学生的基本实验技能和独立工作能力。为引导学生重视基础实验,保证学生会基本实验操作,我们要求学生课前必须预习实验内容、明确实验目的与要求。实验课上教师只强调重点和注意事项,侧重解决实验中出现的问题,及时纠正错误或不规范的操作,引发学生对实验结果进行讨论。为确保实验前预习效果,我们还要求学生实验现象或结果进行书面预测,实验过程中对自己的预测进行对比,充分发挥他们的主动性,使他们通过实验现象的思考,加深对基本原理的理解。

值得注意的是,在许多实验改革和研究的文献中,都把“传统实验”、“验证性实验”和“落后”等同起来,这种观点值得商榷。我们认为,操作技能是从事一切实验和科学研究工作的前提和基础。没有了传统的验证性实验,所谓的“创造性”、“创新能力”就成了“无源之水”或“无本之木”。遗传学实验中有关验证实验的内容广泛,技术成熟,操作性强,结果可靠,因此,我们在实验内容中保留了一些经典的如:果蝇突变类型和生活史的观察,果蝇唾腺染色体的制片与观察技术,果蝇的杂交实验。

### 2. 增加“综合性实验”

综合性实验教学是指实验内容涉及本课程的综合知识或与本课程相关课程多个知识点的实验,使学生综合已学的知识来设计和操作实验,对学生实验技能和实验方法进行综合训练的一种

复合型实验,其主要特点是“实验技能的综合性”,主要是培养学生的综合分析能力、实验动手能力、数据处理能力、查阅资料能力,运用多学科知识解决问题的能力<sup>[6]</sup>,学会应用不同的方法和技术来完成预定的实验内容。这一阶段处于学生“技能体验”的时期,学生在初步掌握实验室基本技能的基础上,需要综合地运用所学的技能,去解决相对来说较为复杂的问题。综合性实验主要内容为:基因功能的遗传分析(转座子引起的插入突变、细菌的局限性转导、化学合成双链小RNA干扰绿色荧光蛋白的表达)。

### 3. 优选“研究型(设计型)实验”

研究型(或设计性)实验是结合课程教学或独立于课程教学而进行的一种探索性实验,主要特点是实验过程“研究性”,整个实验由学生“独立设计、独立操作、独立创新”。要求学生综合多门学科的知识 and 多种实验原理来设计实验方案,并充分运用已学到的遗传学基础知识和基本技能,发现“新”问题、分析“新”问题和解决“新”问题<sup>[7]</sup>,主要培养学生创新能力。

设计性实验属个性化培养范畴。这一阶段处于学生“技能发展”的阶段,学生在遗传学学科中发展的“潜力”凸现,一般是在学生经过常规和综合性实验训练后进行的,教师只给出实验题目和要求,学生自己设计实验方案,并在教师指导下进行实验研究。设计性实验的开放将学习的主动权交给了学生自己,学生成了实验的主体,在没有详细讲义,只有设计要求的前提下,学生要从查阅相关资料开始,设计实验方案,测试、分析数据,得出实验结果及结论,并写出小论文式的实验报告。在整个过程中学生把实验中遇到的难点、疑点进行归纳、整理、分析和总结。这有助于进一步提高学生分析问题和解决问题的能力,也培养了学生高度概括实验的能力,促使学生用简洁、准确的语言来表达自己的观点,为毕业论文(或设计)的撰写打下基础<sup>[8]</sup>。

研究型实验的主要内容:生物进化遗传分析、突变的遗传分析和生物亲缘关系遗传分析等。该实验内容比较复杂,涉及的知识面广而多,通过实验既可以锻炼学生的实际动手能力,又能较全面地帮助学生巩固理论基础知识,提高分析解决问题的能力,做到了理论联系实际。而且实验设计的过程,也充分拓宽了学生的思路,培养了学生的探索思维、集体创造思维和创新精神,使得学生全身心地投入实验,各方面都得到充分锻炼。

“课堂内完成→课堂+课外辅助时间完成→课外独立完成”的逐层递进的实验教学体系反映在遗传学的教学形式上,逐渐形成了“一体化、模块式、综合型、开放式”的成长模式。

### 三、加强实验指导,完善评价方法

按照技能的形成规律和综合性大学学生的特点,在实验教学的过程中,教师对学生的监管必须经过三个不同的阶段,即观察指导每一个操作、指导每一段操作和实验设计,在这三个阶段中,前一阶段是后一阶段的基础,后一阶段是前一阶段的发展和必然,不同学校或不同专业的学生或实验,走完每一过程所经历的时间不一、收效各异。

实验指导包括三方面的内容:预习、操作过程、实验报告。为检查落实学生的具体实验,实验要求代教的研究生或老师必须指导和要求学生完成三个方面的报告:(1)预习报告:主要在实验前进行,要求学生必须认真阅读实验指导书和复习有关理论知识,查阅相关资料,明确实验目的、任务,彻底弄清实验原理、具体内容和需要解决的问题,需观察什么现象?测量哪些数据?明确采取的方法和正确的操作步骤等。(2)过程报告:要求学生要认真检查实验记录的项目、数据、单位是否正确?与预期的实验结果是否相符?如果实验失败,则认真寻找原因。(3)总结报告:要求学生用确切简明的形式,将实验结果完整、真实地表达出来。对实验总结报告,要求文字通顺、简明扼要、字迹端正、图表清晰、分析合理、结论正确。当然,在不同的技能培养时期,指导学生的内容和方法是有根本性差异的。学生实验进入设计性实验阶段以后,学生技能培养的重点就发生了转移,因此,教师对学生的指导也就发生了实质性的变化。上述过程也就

成了教师指导下学生自我完善和完成的过程,上述报告形式也就被设计报告、实施报告和分析报告取而代。

合理的考核方法对学生的学习能起到积极的督促作用。在相当一部分学生中存在着对实验技能不够重视的倾向,他们在实验中不认真操作,基本技能掌握不好,但却可以写出很好的实验报告来。为克服这种不良倾向,我们采用综合评分(平时成绩与期末考试成绩)的方法来评定学生的遗传学实验。平时成绩中应包括出勤、实验态度、动手能力、实验结果和实验报告等要素,各要素所占平时成绩的比例由各实验课程的代课老师结合本课程特点自定;期末考试可采取笔试或实际操作考试等形式,也可以是二者并用,期末考试成绩占总成绩的比例由各任课教师自定,但一般不低于30%。

在期末考试中,主要着重于考察学生的基本实验技能和分析、解决实验基本问题的能力。为此,我们在命题时主要坚持以下几点:(1)选择遗传学工作中较为广泛应用的基本实验技术;(2)应具有一定难度,起到举一反三的作用;(3)能够密切联系所学过的基础理论和基本操作;(4)实验室具备这种能力,考核的题目由教师设计,所设计的题目基本涵盖了遗传学基本实验内容,要考核的面较广。通过考核基本可以看出学生掌握遗传学实验技能的程度,明显调动了学生动手的积极性,对少数不重视技能训练的学生效果尤为显著。

遗传学实验室平台承担多门课程实验,采用模块化设计,并将科研项目应用的先进遗传学实验技术引入本科生实验教学,提高实验的高科技含量<sup>[9]</sup>。实验室将部分验证性实验通过多媒体技术进行演示,手段简单清晰,节省课时,减少实验指导过程,效果良好。实验室承担全校不同相关专业遗传学和细胞生物学实验等。精仪学院平台实验教学体系以实验技术和实验技能为主线,体现了专业教学的统一、相关课程的联系和专业基础课与专业课的相互依托关系,在安排实验教学时注意协调各平台实验室的实验内容,保证学生获得专业综合培养方案所规定的实验技术与技能。

新实验教学体系对专业人才的培养目标有明确要求,充分体现了实验教学与课堂教学间必然联系和相互依存的关系,可为多门课程服务。更加注重把握实验教学的基本规律,在实验安排上体现从简单到复杂、从单点到多点的指导思想。完善原有基本知识和基本技能实验,开设独立于某些课程的综合性、设计性试验项目,使实验内容统筹兼顾、循序渐进。实验教学逐步向系列化、模块化发展,大大提高了实验教学效能和学生的参与热情。

#### 参考文献:

- [1] 旷卫民,李海,刘金龙,等.从一流大学看加强实验室建设的重要性[J].文教资料,2006(13):49-50.
- [2] Xuanwei Zhou, Juan Lin, Yizhou Yin, et al. Participation in Research Program: A Novel Course in Undergraduate Education of Life Science [J]. Biochemistry and Molecular Biology Education, 2007, 35 (5): 322-327.
- [3] 熊大胜,席在星.本科生遗传学实验教学的改革探讨[J].遗传,2005,27(5):811-814.
- [4] 王春玲,牛汝良,葛宝臻,等.在改革中强化学科教学平台实验室建设[J].中国高等教育,2006(12):1-3.
- [5] 吴若菁.遗传学实验教学的改革研究[J].实验室研究与探索,2005,25(12):72-74.
- [6] 郭兴军.综合性、设计性实验教学探索[J].潍坊学院学报,2005,5(4):153-154.
- [7] 肖爱萍.综合性和设计性实验教学浅谈[J].中山大学学报论丛,2006,26(7):229-231.
- [8] 何纯莲,赵冰清,黄浩.实施开放性实验教学 创新实验教学模式[J].药学教育,2006,22(1):43-45.
- [9] Xuanwei Zhou, Juan Lin, Lei Zhang, et al. The Development of Biotechnology Education in China [J]. Biochemistry and Molecular Biology Education, 2006, 34 (2): 141-147.