

## 分子生物学实验课程改革与创新

杨 静

上海科技大学生命科学与技术学院 上海

**【摘要】**分子生物学及其实验课是现代生命科学中最重要的学科之一。在巩固学生的理论基础的同时,设立合适的教学改革体系,提高学生的自主设计和综合分析能力,是提高分子生物学实验课程教学质量的重要条件。上海科技大学生命科学与技术学院对分子生物学实验课进行教学内容更新、教学体系和考核方式改革,建立了一套由理论到实践的分子生物学实验课课程体系,以期对提高教学质量和培养综合性人才提供有益参考。

**【关键词】**实验课, 分子生物学, 教学改革

### Teaching Reform and Innovation of Experiments in Molecular Biology

Jing Yang

School of Life Science and Technology, ShanghaiTech University, Shanghai, China

**【Abstract】** Molecular biology and molecular biology experiments course are one of the most important subjects in modern life science. While consolidating the theoretical basis of students, setting up an appropriate teaching reform system and improving students self-design and comprehensive analysis ability are important for improving the teaching quality of molecular biology experiment course. We updated the teaching content, reformed the teaching system and the examination method of the molecular biology experiment course. We established a set of molecular biology experiment course system from theory to practice in School of Life Science and Technology, ShanghaiTech University, in order to provide useful references for improving teaching quality.

**【Keywords】** Experiments; Molecular biology; Teaching reform

#### 背景

分子生物学是从分子水平研究生物大分子结构、形态、遗传信息及传递规律的一门学科,是现代生物学最基础的主干学科之一<sup>[1]</sup>。近几十年来,分子生物学发展日新月异,在生命科学领域的应用广泛,影响深远。分子生物学及其实验课是生命科学专业本科生的主干课程之一,通过本课程的教学,使学生能够系统掌握分子生物学及实验课的基本原理和概念,掌握基本的分子生物学实验技能,提高独立提出问题、分析问题和解决问题的能力,为将来的科研或工作打下扎实的基础。因此本课程不是一门单独的课程,而是一系列的系统改革,提倡在理论教学打下扎实理论基础的同时,加强对本科生实践教学方面的培养,强调实践操作,提高动手能力,

扩展课程边界,给学生提供较多的自主设计实验,完成课题的机会。在上海科技大学,根据学校建校理念,本学科的学科特点,从培养学生综合能力入手,引导本科生从理论出发,完成基础实验,进一步进行自主综合性实验,提倡进入高水平科研团队和参加国内外本科生生物竞赛,促进小规模、精英化教育,培养产学研一体的创新性人才。此次,我们对分子生物学实验课及相关学科进行改革,形成了独具特色的教学模式,并取得较好的教学成果。

#### 1 本科生分子生物学实验课遇到的问题

分子生物学是一门微观学科,其知识点繁杂并抽象,同时新的理论与技术层出不穷,学生普遍感觉难以理解和记忆,导致缺乏学习热情;这是目前分子生物学及其实验课面临的一大问题。

同时,目前的本科生分子生物学实验课由于受到课时和场地的限制,多采用传统教学,即多为验证性实验,或验证性实验结合少量自主设计性实验。在这个过程中,很难保证分子生物学理论与实践的连贯性,这个过程中,虽然能够给本科生打下扎实的实验基础,但是对于提升学生的自主设计和综合解决问题的能力帮助不大。

另外,在教学过程中,我们常常遇到的一个问题是学生能力的分层,导致统一标准的课堂实验教学往往不能兼顾所有学生的能力,而导致同样的内容对于有些学生比较困难,而对有些已经在课题组参与科研课题的学生相对比较容易。针对以上的这些问题,需要我们对课程进行调整和改革,形成一个能够从理论到实践,覆盖各能力水平学生,全面提高生物专业本科生各方面能力的教学体系。

## 2 建构理论到实践的本科分子生物学实验教学体系

分子生物学实验课的基础是分子生物学理论及相关技术的理论,因此在本科生的培养中,我校首先开设了分子生物学理论课以及现代生物学实验理论两门课程,分子生物学理论课主要侧重于分子生物学的理论和规律的讲授,除了经典的分子生物学理论内容,压缩了与其它课程重复的基础理论部分,而更多的增加了分子生物学相关的新理论和新进展。现代生物学实验理论这门课是我校专门开设的,共32个课时,主要针对现代生物学主要实验技术的原理、发展和应用进行讲授的一门课,其内容涉及到在现代生物学实验室包括分子生物学实验课最常用的八大技术:离心技术,电泳技术,PCR,测序技术,显微镜技术,细胞培养技术,免疫技术和动物模型。这几部分内容由于发展历史长,内容繁杂,分类较多,应用范围广;如果在实验课上进行讲授,受到课时的限制,往往无法全面和深入。因此开设现代生物学实验理论这门课可以在实验课开始之前,使学生能够对分子生物学以及其它相关实验课所涉及的实验技术的原理、分类和发展历史有系统的了解;提高了学习效率,为分子生物学实验课打下了扎实的理论基础。

随后开设的分子生物学实验课是我校生物专业本科生初级实验课主干课程之一,该课程是从分子水平上认识生命现象本质深入认识理论知识和培养实验技能的系统训练。在我们的教学中,坚持以理

论内容为背景,教学与研究相结合,科研指导教学,以培养具有较强动手能力和创新能力的综合性人才为目标<sup>[2]</sup>。在课程的设置上,我们对传统的分子生物学实验课进行了较大的改革,总课时在48学时左右,其中自主设计性实验占到课程的50%以上。其中主要涉及到两大部分:第一部分为“分子进化-微生物的菌种分离与鉴定”,包括微生物基因组提取、PCR和测序及进化树绘制几部分,要求学生根据自己的兴趣提出小课题,根据前面所学到的理论知识和基础实验技能设计实验方案并完成课题。第二部分为“载体的构建”,这部分实验我们分为采用传统酶切酶连方式的验证性实验部分和采用CRISPR-Cas9技术的自主设计性实验部分。学生根据自己的基础和兴趣选做验证性实验还是自主设计性实验,或者同时采用两种方法。验证性实验部分我们主要进行传统课堂讲授和课堂实验的方式完成,自主设计实验部分我们采用提出问题,自主设计和完成目标载体,开放本科生实验室,由学生自由安排时间完成,这样既适应了学生的不同能力水平,培养了学生的学习积极性,也提高了学生自主进行实验设计和解决问题的能力。

在初级的分子生物学实验课完成之后,为了全面提升学生的综合能力以及培养学生解决科研问题的能力,多位相关实验课教师共同组织并开设了中级生物学实验课,这门课程浓缩了科研实验室经典的科研体系,涉及到包括分子生物学和细胞生物学等多门学科的实验技术,其内容包括从构建载体、载体的转染、目的蛋白在mRNA和蛋白质水平表达的检测(RT-PCR和WesternBlot),到目的蛋白的组织特异性检测(免疫组织化学)。整个课程为期9周,多数实验采用自主设计并自行安排实验计划完成的形式,完成该课程后,学生基本可以适应大多数研究型实验室的工作,并独立完成一定的项目。

为了巩固学生经过这样一个“理论-初级实验-中级实验”的学习效果,进一步提升生物专业本科生的科研能力,学生在大三阶段后期,进入高级实验课,该课程主要针对学生自己的科研兴趣,进入学院相关的科研型实验室,独立或是和同学合作,在课题组导师的指导下设计一个小课题,并利用之前学到的理论以及实验技术完成实验并提交结题报告。如果课题有进一步深入的价值,可以继续将课题延续到后期的科研实践乃至毕业论文的完成。至

此, 经过“理论-初级实验-中级实验-高级实验及毕业论文”这样一个层层递进的过程, 不断强化本科生对理论知识的认识, 提高学生的分子生物学及相关学科实验技能, 培养了独立提出问题和自主设计及解决科研问题的能力, 提升了学生对于理论和实验学习的积极性, 为我们培养科技创新型人才提供了完整的培养体系。

### 3 教学内容与教学手段全面更新

分子生物学及其实验课是现代生物学专业的主干课程之一, 其理论和技术日新月异。以往的教学过程中, 有部分内容与遗传学或生物化学重复, 而分子生物学相关的前沿技术稍显不足。因此, 在我们的课程设计中, 去掉了与其它课程重复的部分, 重点增加了分子生物学特有的最新理论与技术。例如在现代生物学实验理论中的测序部分, 我们重点讲述了从 Sanger 测序到高通量测序技术的发展历史, 最新的三代测序技术的突破以及各种技术在各领域的应用, 使得学生对分子生物学实验手段具有一个系统的认识, 并接触最前沿的技术。在分子生物学实验课中, 我们基于理论课的理论和技术原理, 删除了现代科研型实验室使用较少的技术, 安排了研究型实验室最常用的实验, 以及最新的实验技术例如 CRISPR-Cas9 技术, 对于学生打下扎实的实验和理论基础, 掌握最新的实验技术有很好的效果。在中级实验-高级实验及后期毕业论文的完成中, 更是给予学生最大的自主性和实验条件, 可以使用最新的技术手段和实验室及科研平台仪器来完成课程, 大大提高了学生的积极性, 加深了其对于分子生物学理论与实践的认识。

### 4 多角度课程考核体系的构建

为了适应课程不同阶段对学生的要求, 避免单一形式的考核方式, 我们制定了灵活多样的考核方式。在现代生物学基础实验理论和分子生物学理论课中, 主要集中于理论学习, 在每部分课程结束部分, 安排学生进行 15-20 分钟的课堂小测验, 以检验课堂学习效果, 这部分作为平时成绩占总成绩的 20% 左右; 另外的 80% 为期末考试成绩。而分子生物学实验主要集中于考核学生的动手能力, 分析和解决问题的能力, 以及自主设计实验的能力, 因此在验证性实验部分, 我们采用实验报告+课堂操作报告两部分结合打分的方式, 该部分侧重中考学生在课堂实验操作的规范性、如何分析实验结果的能力和

遇到问题如何分析和解决的能力。在自主设计性实验部分, 我们采用课程论文+实验设计+实验操作部分, 该部分主要侧重于整体实验设计的合理性和可行性、实验过程中的操作规范性及实验完成程度、对实验结果的分析和问题解决能力及课程论文的完成程度。最终结合两部分成绩给出最终课程成绩。在中级实验部分, 由各部分负责教师根据各自部分验证性和设计性实验的比例, 给出各部分评分, 其中自主设计性水平较高的两部分分子克隆及细胞实验部分占总比例较高, 各占 30%, 另外两部分各占 20%。而高级实验、科研实践以及毕业设计部分主要根据学生在各课题组的平时表现情况及在课题设计、完成和分析中的成果进行打分。通过多角度的考核系统, 能够公平公正的评判每位学生的成绩, 调动学生的学习积极性和对生物专业的热情, 最终达到全面培养学生自主设计和综合分析的能力。

通过以上的课程探索和不断改进, 以及取得了初步的成效, 多名本科生毕业进入国内外知名院校深造, 选择就业的本科生也大部分进入对口的国内外知名公司或研究单位。我们希望能够进一步加深对分子生物学及其实验课教学理念的理解, 提高教学质量, 从整体上优化教学模式, 促进教学改革, 构建由理论到实践的分子生物学实验课教学体系, 充分提高学生的自主学习能力, 为进一步满足对研究型人才的需求打下良好的基础。

### 参考文献

- [1] 葛荣朝, 齐志广, 周春江, 等. 分子生物学实验教学改革的探索与实践[J]. 实验室科学, 2010, 13(1): 47-49.
- [2] 夏守之, 王若田, 张昱. 开放实验室教学改革障碍的研究[J]. 化工高等教育 2006(5): 94-96

收稿日期: 2022 年 8 月 24 日

出刊日期: 2022 年 10 月 21 日

引用本文: 杨静, 分子生物学实验课程改革与创新[J]. 细胞与分子生物学研究, 2022, 2(1): 8-10.

DOI: 10.12208/j.ijcmbr.20220002

检索信息: RCCSE 权威核心学术期刊数据库、中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

版权声明: ©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。 <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS