

## 系统化教学在微生物实验教学中的应用

贾彩凤<sup>(✉)</sup>, 张美玲, 刘敏, 牛延宁, 张伟

华东师范大学生命科学学院, 上海, 200241

**摘要:** 微生物学实验是高校生物学教学的一门专业必修课。本文针对该课程知识点多、内容繁杂的特点, 探索了系统化教学方法在微生物实验教学中的应用。整个课程围绕着“大肠杆菌”, 把原有的实验内容重新组合、串联, 实现了该课程从“点”到“线”的转变, 达到理论和实践的统一, 提高了学生的参与度, 培养了学生创新思维的能力, 取得了较好的教学效果。

**关键词:** 微生物学实验, 系统化教学, 教学改革

## The Application of Systematic Teaching in Microbiology Experiments

JIA Cai-feng<sup>(✉)</sup>, ZHANG Mei-ling, LIU Min, NIU Yan-ning, ZHANG Wei

School of Life Sciences, East China Normal University, Shanghai 200241, China

微生物学实验作为生物学基础实验课程之一, 是高等院校生物类专业一门重要的基础必修课, 也是一门实践性与应用性很强的学科, 在培养学生的实践能力、创新能力和探索精神方面, 发挥着理论教学和其他教学环节不可替代的作用<sup>[1,2]</sup>。扎实的微生物学实验功底, 是深入理解理论课程的关键, 也是今后从事深层次生物学研究的前提<sup>[3]</sup>。此外, 由于微生物学实验与生物化学、细胞生物学、免疫学、植物生理学等学科的交叉性, 使得该课程在现代生物学中发挥着举足轻重的作用。因此, 探索新的微生物学实验教学方法对培养学生专业素质意义重大。

### 1 系统化教学在微生物实验教学中的必要性

#### 1.1 传统微生物学实验教学存在的问题

微生物学实验涉及的知识点多、内容繁杂, 知识

层次错综复杂。传统的微生物学实验通常由相对独立的实验内容组成, 学生不能有效地融会贯通, 以联系性、全面性的思维解决问题。老师在有限的课时内, 往往注重讲解、示范, 学生则被动模仿操作, 这种教学模式, 虽然在传授微生物学基本技能方面起到了一定作用, 但很难调动学生的积极性, 教学效果往往不佳<sup>[4,5]</sup>。此外传统的微生物学实验多为验证性的, 不能有效激发学生的主动性。学生到了工作岗位后缺乏独立思考的能力, 不能将已学过的微生物学基本实验技能串联起来, 进行实验方案的设计。

#### 1.2 系统化教学提升教学效果

研究型高校的一个重要任务是培养学生的创新能力<sup>[6]</sup>, 因此开发新的实验教学模式、最大限度地发挥实验教学在培养学生创新思维和创造能力中的作用, 将成为微生物学实验教学的主要方向。近年来, 我院对微生物学实验进行了教学改革探索, 在现有课时(36课时)不增加的情况下, 对实验内容进行优化调整, 侧重知识的系统性和条理化, 注重各个实验项目

之间的有机组合和衔接,让学生明白“为什么做(why)”和“如何做(how)”,使之能够有效地掌握实验理论和操作技能。通过几届学生的实践,系统化教学极大地提高了学生实验课程的自主性,对学生的创新思维的培养以及科研能力提高效果甚为显著。

## 2 系统化教学在微生物实验教学中的实施

### 2.1 实验内容的优化组合

微生物实验操作的核心包括高压蒸汽灭菌、无菌操作、纯培养技术、染色和显微观察。传统的教学方法按照实验技术进行实验内容的编排,各个实验只是静止的一个“点”,之间缺乏关联。借鉴王秀武等通过蟾蜍这一实验材料进行多个生物学实验的探索<sup>[7]</sup>,我

们采用系统化教学方法对微生物实验内容进行了重组编排,如图1所示。

重组后的实验内容以大肠杆菌为主线,整个实验课程体系从配制分离大肠杆菌用的伊红美蓝培养基开始;接着进行大肠杆菌的分离;然后分离到的大肠杆菌的纯化和保藏;再到大肠杆菌的形态观察(可同时进行其他类微生物的染色和观察);进而对分离保存的大肠杆菌进行生长特性、理化因素影响、生理生化反应的研究;最后结合分子学知识,提取大肠杆菌的基因组DNA,同时进行基因组成的微生物多样性分析。

新的实验体系以一条主线为依托,把原本的这些实验内容进行串联,不仅把微生物学实验操作融合进去,而且实现了由“点”到“线”的转变,整个实验课程设置就是围绕一个菌种展开的故事,实验内容生动有趣。

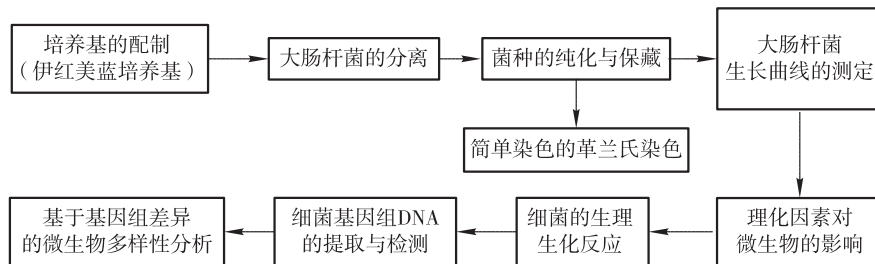


图1 系统化教学对微生物学实验内容的重组

结合任课老师的科研领域,我院的微生物学实验围绕大肠杆菌,不仅把传统的微生物学实验技术整合进去,而且还增加了比较前沿的分子生物学实验。学生从分离常见的大肠杆菌入手,学习了培养基的配制和灭菌以及无菌操作技术。分离后的大肠杆菌进行分纯操作,以得到纯的菌株;纯化的菌株进一步需要进行保藏,以利于后续实验的进行,就可以把纯培养技术和无菌操作技术整合进去。分离到的大肠杆菌是什么形态的?这就促使学生学习染色和显微观察技术。分离到的大肠杆菌如何进行繁殖生长?进一步促使掌握生长曲线测定,使他们感官上认识到微生物生长之迅速,从而意识到无菌操作的重要性。分离到的大肠杆菌有哪些生长特性?这就促使我们用物理和化学的因素对微生物进行干预,观察处理后微生物的生长情况。分离的大肠杆菌是否正确?我们采用标准的大肠杆菌和枯草杆菌做对照,进行宏观的生理生化检测。如果分离的大肠杆菌和标准的大肠杆菌生理生化反应相同,就基本上可以确定自己分离的菌种即是大肠杆菌。进一步为了更加准确地确定,需要我们进行分子

方面的实验,采用大肠杆菌的保守序列进行PCR检测,如果出现条带,则可以确定自己分离的菌即是大肠杆菌。另外,如果条带的位置不同,则表明虽然它们都是大肠杆菌,但是由于微生物具有多样性,不同菌株基因组之间存在差异。

通过实验内容的系统性优化,使单一的分项实验相互串联起来,避免了重复实验的弊端,学生充分掌握了各项实验环节之间的相互衔接和知识的相互联系,既经济高效又扩大了实验教学的信息量<sup>[8]</sup>。另外该实验内容的重组,提供了一个新的微生物学实验教学形式,为学生深入研究某一种微生物提供了范本,对培养学生的科研意识具有很大的启发和引导作用。

### 2.2 学生积极参与整个实验过程

微生物学实验采用系统化教学后,以实验小组(4个同学)为单位,老师课前先进行实验内容、实验技术的讲解和示范。每个小组围绕自己分离的大肠杆菌进行一系列探索实践,这就要求做好以下几点:

首先,必须分离得到大肠杆菌,否则后续的实验无

法进行。这就促使学生提高实验的成功率，激发了学生的有效参与度。实验本身是一个探索性的过程，实验结果的失败在所难免，这就要求老师做好及时的引导和解答。学生为主体的探索性实验并不意味着教师可以不管不问，由于实验的不确定性更要求老师密切注意学生的实验操作和实验现象，发现不当之处及时指出。对实验过程中出现的问题，老师引导学生查阅文献，分析总结经验教训，提高了教学效果和主动学习的能力。

其次，分离得到的大肠杆菌需要各组学生自行保藏并及时传代，这就要求学生充分掌握无菌操作技术、纯培养技术，增强了学生的责任感。教师在该过程中起到了总体协调和监督的作用，同时可以委派大、小组长进行自我管理，包括无菌室使用的登记、菌种的接种和传代记录、每个小组的实验进程安排等，提升学生的团队协作能力。

再次，各组分离到的大肠杆菌来源不同，实验人员不同，因此各组得到的大肠杆菌不可能是完全相同的菌株。各个菌株之间的一些特性，比如理化特性、生理生化反应和基因组序列等，势必存在一定差异，也就是说每个组的实验结果都是未知和特异性的。传统验证性的实验转变成了探索性的实验，不仅增加了学习兴趣，也初步培养了学生的创新思维。

最后，整个实验课程是一个动态的、连续的过程，学生需要及时地进行实验记录，如各种现象的文字描述和图片资料，各种实验数据的收集和整理，以便完成每次实验报告。学期结束后，学生围绕自己分离的菌种，展开诸如《大肠杆菌的分离及特性的初步研究》小论文的撰写，老师给定撰写模板，不仅培养了学生良好的科研习惯及科研作风，也让他们学会如何做科学研究。

### 3 系统化实验教学的考核

由于系统化实验教学是将单一的实验串联起来，实验内容之间即相互独立又彼此关联，前面的实验成功是后续实验的保障<sup>[9]</sup>。考虑到学生基础及操作过程的差异，对于重复两次仍然没有成功的小组，老师允许他们和其他小组资源共享，但是本次实验考评最高仅为及格。对于有些小组失败很多次，仍然课下坚持改进实验，最终得到了好的结果，为了鼓励他们坚忍不拔的科研态度，实验考评为优。对于每次实验考评，老师不仅关注实验结果，更重视学生的操作过程和实验结果的分析总结。

考虑到学生的兴趣点和以后的发展方向，对于一

般的学生我们只要求认真完成每次实验即可。而对于学有余力，并且对微生物方向感兴趣的同学，我们鼓励他们在课程结束时把所有的微生物实验内容整合在一起，撰写科研论文。科研论文的评分比重占到整个微生物学实验的15%，激励学生进行科研尝试。

### 4 总结

通过系统化教学方法对微生物实验内容的调整和重新组合，使原本分散的、单一的验证性实验变成了系统的、探究性的实验体系。实验课时没有增加，教学成本和场地也没有额外增加，同时，也没有过多占用学生的课外时间。该教学方法全面系统地提高学生的理论知识及其操作动手能力，使学生学会了科学研究的过程，同时也能享受到成功带来的喜悦。总之，培养作风务实，有创新思维的年轻人是当前高校教师的历史使命。我们的实验教学改革也要与时俱进，为培养能够适应社会发展的优秀人才做出贡献。

### 参考文献

- [1] 刘永琦, 苏韞, 颜春鲁, 等. 中医院校西医学基础课程实验教学改革创新实践探索 [J]. 中华医学教育杂志, 2007, 27 (4): 98-100.
- [2] 蒋培余, 顾福萍, 徐伯赢, 等. 病原生物学与免疫学实验教学考核评价体系的构建与实践 [J]. 微生物学通报, 2008, 35 (10): 1638-1640.
- [3] 刘建玲, 陈文强, 邓百万. 建设高质量的微生物实验课程探析 [J]. 延安大学学报, 2005, 24 (1): 88-90.
- [4] 黄瑶, 黄翠姬, 伍时华, 等. 改革微生物学实验教学方法, 提高学生综合能力 [J]. 微生物学通报, 2009, 36 (6): 914-917.
- [5] 王玉建, 薛林贵, 李师翁. 生物工程专业微生物学实验课的改革与学生创新能力培养 [J]. 微生物学通报, 2008, 35 (10): 1651-1654.
- [6] 杨良煜, 柴钰, 杨萍. 利用实验教学培养学生创新能力的探索 [J]. 教育教学论坛, 2010, 138 (11): 176-178.
- [7] 王秀武, 栗衍华, 郭无瑕, 等. 用一只蟾蜍做多个生物学实验的探讨 [J]. 实验室研究与探索, 2006, 25 (1), 76-78.
- [8] 胡绍萍. 实验室管理系统设计与实现 [J]. 中国科技纵横, 2009, 8 (2): 65-66.
- [9] 刘秋玲, 黄斌, 赵虎, 等. 培养应用型法医学创新人才的实验教学探讨 [J]. 基础医学教育, 2013, 15 (9): 850-852.

(责编 高新景)