

PBL和模块教学法在《环境微生物学》 实验教学改革中的应用^①

代先祝, 张晓辉

西南大学 资源环境学院/生物能源与生物修复研究中心, 重庆 400716

摘要:《环境微生物学》作为一门基础应用型课程, 实验教学中既需要学生掌握基本的实验技能, 也必须考虑如何锻炼学生的自主思考和学习能力. 验证性实验教学是学生熟练掌握基本实验技能的必要过程, 综合性实验有利于知识的系统性学习, 自主设计性实验教学是激发学生自主学习能力、锻炼学生系统思维方式和提高教学效率的有效手段. 本文首次在《环境微生物学》实验教学中同时引入 PBL 和模块教学法, 将实验教学内容分成了微生物形态观察与比较(验证性实验)、微生物应用与监测(综合性实验)、资源微生物的开发与利用(设计性实验)3个不同教学层次的模块, 每个模块设立核心问题, 并建立了有效的“化整为零”教学模块实施方案及相应的考核体系. 经过教学实施证明, 本文提出的教学改革模式具有良好的可行性, 能有效激发学生自主学习积极性, 提高学生思考、分析和解决问题的能力.

关键词: PBL; 模块教学法; 验证性实验; 综合性实验; 设计性实验

中图分类号: G642.0

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2017)05-0172-05

《环境微生物学》是一门基础应用型学科, 与生产和生活实践紧密联系, 因此实验课是其重要组成部分和重要环节. 实验课不仅可以巩固、加深学生对微生物学理论课程的理解, 还可以为微生物在环境领域的应用奠定良好的基础, 在培养复合型和创新型人才中具有不可替代的重要作用. 但包括我校在内的全国各大高校的本科《环境微生物学》及其相关课程的实验教学主要以验证性实验为主, 实验过程中学生只需按照老师写好的实验步骤做实验, 即可完成学习任务, 不利于培养学生的自主学习能力、科学的思维和动手能力^[1]. 因此, 生物学教学工作者们都尝试在教学过程中引入更多的自主设计性实验教学, 以调动学生的主动性, 提高学生的动手能力^[2-4]. 自主设计性实验教学开展需要学生有一定的实验基础, 熟悉基本的实验操作技能和理论知识. 考虑到学习《环境微生物学》课程的相关专业学生并无前期微生物理论和实验基础, 验证性实验也是必要的. 本文在高校近期提高了实验课课时比例的背景下, 在实验教学中引入 PBL 和模块教学法, 就如何将微生物学验证性实验和设计性实验有机结合开展进行了探讨.

1 教学改革前的《环境微生物学》实验教学模式

西南大学《环境微生物学》是资源环境学院环境科学和环境工程专业学生的必修课程, 包括理论课程与实验课程两部分学习内容, 改革前理论课 42 学时, 实验课 21 学时. 其中实验课共分为 7 次, 每次 3 个学时, 具体实验安排如表 1 所示. 从表 1 中可以看出, 改革前的《环境微生物学》课程内容安排合理, 与理论教学内容及环境科学、环境工程专业实践联系紧密. 但是教学方式以验证性实验为主, 两个综合性实验“土壤

① 收稿日期: 2016-09-08

基金项目: 西南大学教育教学研究项目(2015JY078, 2015JY081); 国家自然科学基金青年基金项目(41301263).

作者简介: 代先祝(1978-), 女, 四川安岳人, 博士, 副教授, 主要从事环境微生物学研究.

通信作者: 张晓辉, 副教授, 硕士研究生导师.

细菌、放线菌与真菌计数”和“水体中大肠菌群的检测”内容简单, 缺乏趣味性和探讨性, 并且整个实验课内容缺乏紧密的联系性, 学生处于一种被动学习的状态, 不利于调动学生的学习积极性, 也不利于提高学生的思考和动手能力.

表 1 《环境微生物学》课程原实验教学内容和安排

序号	实验名称	内容提要	实验学时	每组人数	实验属性
1	显微镜构造及使用、细菌简单染色与观察	显微镜的构造及油镜的原理和使用方法; 细菌简单染色的原理和步骤.	3	1	观察
2	细菌革兰氏染色和芽孢染色	革兰氏染色的原理和步骤; 芽孢染色的原理和步骤; 伴孢晶体的观察	3	1	验证
3	放线菌、霉菌接种与培养及形态观察	放线菌和霉菌的菌丝形态观察与比较; 酵母菌活菌染色法	3	1	验证
4	培养基的配制	PDA、高氏一号和牛肉膏蛋白胨培养基的配制; 高压蒸汽灭菌	3	6	验证
5	土壤细菌、放线菌与真菌计数	稀释涂平板技术; 三大菌群分析	3	6	综合
6	水体中大肠菌群的检测	培养基的配制; 大肠菌群的检测	3	1	综合
7	北碚污水处理厂参观实习	活性污泥法污水处理的微生物学原理; 污泥的资源化	3	1	参观

目前针对环境微生物学相关实验课程的改革研究报道有很多. 如都韶婷等提出的互动教学, 针对实验课程讲解过程中教师与学生互动可以提高上课效率^[5]; 杨朝晖等提到要让科研一线的教师给同学上课, 使课程内容更具前沿性和独创性, 同时将过去独立的小实验设计成一个完整的大实验, 让学生在连续的实验中学习^[6]; 其他关于微生物实验课程的改革研究中也分别提到了在点评实验报告, 改变实验课程内容设置, 或者是在课程中安排更多的设计性实验等方面做出改革^[7-9]. 但这些教学改革都缺乏对整个实验内容的系统思考, 而且很多教学方法仅适合于少部分对本学科兴趣浓厚、积极性高且课余时间充足的学生.

2 基于 PBL 和模块教学法的《环境微生物学》实验教学改革

近期高校提高了实验课时比例, 西南大学《环境微生物学》课程调整后理论课为 45 学时, 实验课 27 学时. 增加的 6 个学时实验课为夯实学生的基本微生物学操作技能和有效开展设计性实验提供了前提条件.

PBL 教学法是一种以问题为基础, 以学生为中心, 培养学生自学能力, 发展学生综合思考能力和解决实际问题能力的教学方法, 目前已成为较为流行的教学模式. 在高校生物学相关学科理论教学中也有进行 PBL 教学法的尝试, 但是在实验教学中应用 PBL 教学法的报道还很少^[10].

模块化教学法(MES)是 20 世纪 70 年代初由国际劳工组织研究开发出来的以现场教学为主, 以技能培训为核心的一种教学模式, 该教学模式以其灵活性、针对性、现实性、经济性的特点, 越来越受教育工作者的关注. 北京大学等高校已经尝试将模块化教学方法应用于微生物学实验课程, 并取得了显著的成效^[11-12].

目前还未见同时将 PBL 和 MES 教学法应用于生物学实验课教学的报道. 本文综合运用 PBL 和模块教学法, 将环境微生物学现有实验课内容组织成具有系统性的模块, 各个模块由多次单个实验课组成, 同一模块内的课程内容具有紧密的相关性或系统性, 同时各个模块设定一个中心问题, 让学生通过实验观察、查阅资料、撰写实验方案和讨论实验结果对问题进行思考和解答, 解答结果纳入实验成绩考核. 既保证了实验课程的整体性、连贯性、实用性和开放性, 又能调动学生的主观能动性, 促进学生自主学习、思考和总结, 具体实施如下:

1) 建立模块. 为保证课程整体性、连贯性、实用性和开放性, 根据原实验课教学内容所涉及的知识, 将实验课程前后联系起来, 将其分为三大模块(表 2), 分别为: 微生物形态观察与比较(验证性实验)、微生物应用与监测(综合性实验)、资源微生物的开发与利用(设计性实验). 模块建立中考虑到了学生基础实验技能学习的必要性, 自主学习、动手能力和思考能力提高的迫切性, 将模块分成了验证性实验、综合性实

验和自主设计性实验 3 个层次. 而已报道的模块教学改革有的只是对个别实验进行了改进, 有的未考虑到如何提高学生的自主学习能力^[11-13].

2) 设定核心问题. 根据教学目标和重点, 在各个模块中设立一个中心问题, 作为学生实验过程中思考或自主实验设计的核心问题. 环境微生物学课程的目标是使学生能全面掌握和了解环境微生物学的基础理论、基础知识, 理解环境微生物学在治理环境污染中基本作用原理; 掌握基本微生物学实验技能, 为学生从事环境工程和环境监测、环境卫生等领域工作奠定较好的理论和技术基础. 因此对应 1) 中的三大模块对应设定的核心问题分别为: 细菌、放线菌、酵母、霉菌个体形态和群落形态异同比较; 微生物在污水处理中的作用及指示微生物监测方法与原理; 如何从环境中获得功能性微生物, 并保证获得的微生物资源的新颖性和性状稳定性.

表 2 教学改革后的《环境微生物学》课程实验教学安排、内容及问题

模块	实验名称序号	内容提要	实验学时	每组人数	实验属性	问题提出与考核
1. 微生物形态观察与比较	1. 显微镜构造及使用、细菌简单染色与观察	显微镜的构造与油镜的原理和使用; 细菌简单染色原理和步骤	3	1	验证比较实验	细菌、放线菌、酵母、霉菌个体形态和群落形态异同
	2. 细菌革兰氏染色和芽孢染色	革兰氏染色、芽孢染色的原理和步骤; 伴孢晶体的观察	3	1		
	3. 放线菌、霉菌接种与培养及形态观察	放线菌和霉菌的菌丝形态观察与比较; 酵母菌活菌染色法	3	1		
2. 微生物应用与监测	4. 北碚污水处理厂参观实习	活性污泥法污水处理的微生物学原理; 采集氧化沟和出水口的水用于大肠菌群检测	2	1	综合性实验	微生物在污水处理中的作用、微生物监测方法、微生物分离培养方法
	5. 水体中大肠菌群的检测	培养基的配制与灭菌; 大肠菌群的检测	4	6		
3. 资源微生物的开发与利用	6. 培养基的配制	根据实验设计自行查阅培养基种类, 计算数量进行配制和灭菌	3	6	设计性实验	如何从环境中获得功能性微生物, 并保证所获得微生物资源的新颖性和性状稳定性
	7. 功能性微生物筛选	选定筛选标记, 从采集的样品中, 分离功能性微生物, 如拮抗菌、有机污染物降解菌等	3	6		
	8. 微生物资源的鉴定	根据各组实验设计通过生理生化或分子生物学方法鉴定菌种	3	6		
	9. 微生物资源的保藏	菌种保藏原理和方法的种类、适用范围	3	6		

3) 化整为零. 很多综合性实验教学改革中, 都未考虑到本科生的实验课程一般为一周一次课(3 个课时), 另外还有培养微生物的时间, 改革后的实验方案很难适应教学安排^[14-17]. 将每个模块下再细分为不同的知识点, 在系统学习思考的基础上化整为零, 分次上课具有更好的可行性. 模块一共分为 3 次课, 分别为显微镜构造及使用、细菌简单染色与观察; 细菌革兰氏染色和芽孢染色; 放线菌、霉菌接种与培养及形态观察. 模块一的目的是让学生认识微生物, 并掌握基本的无菌操作技术. 模块二分为北碚污水处理厂参观实习和水体中大肠菌群的检验. 模块二的目的是让学生掌握微生物实验采样技巧、基本实验操作, 如培养基配制、灭菌和划线分离等. 模块三为设计性实验, 要求学生根据中心问题和课堂学习的理论知识, 分小组查阅资料撰写实验方案, 模块本身由 4 个实验组成, 涵盖了微生物资源开发和利用的基本流程.

4) 实验考核评价体系改革. 原教学过程中, 实验考核方式为上一次实验课每位学生交一份书面实验报告, 学生不注意课次间的联系和系统性, 学习效果不理想. 对应本文的教学改革, 将实验报告的形式分为书面报告和小组报告两种方式. 书面报告不再每次都交, 而是让学生自己思考总结, 将一个模块内的各次实验课综合写成一个报告, 如模块一中的各种微生物形态观察, 涉及到的染色和制片过程有很多重复步骤, 不同的染色方法又有特定的步骤, 让学生在理解这些异同的基础上, 将 3 次实验课的报告整合起来写,

有利于学生思考学习、理解性地记忆所学知识点和实验方法. 小组报告主要针对模块三, 因为实验是分 6 人一组进行的综合性设计实验, 每人 1 份实验报告的考核方式容易导致抄袭现象^[18], 改为各个小组成员讨论总结后做小组报告陈述, 教师随机选择小组成员提问的方式考核既可避免抄袭, 又可调动小组各个成员的积极性, 并且有助于提高学生的分析问题和思考、解决问题的能力.

4 教学改革实施效果

互联网的发展使得网络微生物教学资源不断丰富, 为学生进行自主性实验设计时查阅资料提供了前提^[19]. 在设计性实验方案的撰写过程中, 学生自主查阅文献, 明显扩大了知识面, 提高了获取资源、阅读专业文献、分析和总结知识点的能力, 增强了学习主动性. 在设计性实验方案的实施过程中, 学生的独立思考和动手能力明显增强, 分析问题和解决问题的能力得到了锻炼, 小组成员的协作能力得到了提高. 能针对课堂上提到的一些研究前沿和应用性内容查阅相应资料, 并撰写出具有一定可行性的实验方案.

与采用原有实验教学方法的教学效果相比, 实施了基于 PBL 和模块教学法的教学改革后, 理论课堂的学习气氛明显变好, 实验教学过程中学生的学习主动性和实验操作能力得到了提高, 学生掌握的微生物资源的开发利用及菌种保藏的理论 and 实践知识更系统化, 不再是死记硬背的零散知识点. 在设计实验报告和综合性实验报告的比较撰写过程中, 学生的思考、总结和陈述能力得到了锻炼提高, 对理论知识的掌握更加系统化.

5 教学改革中存在的问题及解决方案

自主设计性实验过程中, 要求各小组的同学根据理论课学习的内容自主查阅资料选择筛选何种功能性微生物. 这样会出现各小组的选择比较分散, 作为教学实验因为耗时或实验材料的准备比较难而不具有可行性. 可以让各小组先查阅资料, 列出多种功能性微生物的筛选方向, 由教师判断可行性后, 建议一个方向, 然后学生再继续查阅资料撰写实验方案. 这样既提高了实验方案的可行性, 学生又可以通过阅读更多的资料, 扩展知识面.

模块一和模块二的实验基础非常重要, 如果在没有完成这两个模块的教学前让学生撰写实验方案, 他们对实验操作毫无切身的体会, 会对模块三的自主设计性实验缺乏实施的信心, 而且写的方案在实验材料的数量和种类的选择和计算往往会出现问题. 因此一定要在确保学生掌握了模块一的微生物观察认识和模块二的培养基配制、划线分离等基础微生物实验操作的前提下, 才让学生开始撰写具体实验方案.

在本文的教学实验方案的实施过程中, 我们发现, 有少数学生对这种教学方法有抵触情绪, 认为增加了他们的学习负担. 这也反映出我们的高校学生习惯了一直以来的填鸭式教学, 希望老师给安排好所有的教学内容, 自己被动学习即可. 这一现象更体现实验教学改革的重要性, 作为实践性课程, 在实验课教学中更容易植入锻炼学生自主学习、思考和动手操作的环节. 当然, 对学生的抵触情绪要注意引导, 让他们认识到被动学习不利的一面, 避免强行要求学生去实施自主设计性实验改革, 这样有悖于激发学生学习兴趣和自主学习能力的教学改革初衷.

6 小 结

本文综合运用 PBL 和模块教学法, 对现有的教学方法进行改革, 将验证性实验、综合性实验和自主设计性实验教学有机地结合起来, 建立了有效的《环境微生物学》实验教学开展模式, 并对实验教学考核方式做了相应的改革. 经过一个学期教学实施结果表明, 本文所采取的教学方法能达到激发学生自主学习能力、锻炼学生的系统思维方式和提高教学效率的目的, 虽然教学改革中存在一些问题, 但是都可以经过调整解决. 该教学方法也适用于其它微生物学相关实验课程.

参考文献:

- [1] 李 宏. 高职食品检验专业食品微生物学实验教学的改革研究 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2015, 40(12): 152—157.
- [2] 胡超珍, 张甲耀, 陈兰洲. 环境微生物学自主设计性实验教学探讨 [J]. 实验技术与管理, 2008, 25(12): 146—147.

- [3] 张小萍, 魏 玲, 孙丽娜. 《细胞生物学实验》教学改革与实践 [J]. 西南农业大学学报(社会科学版), 2011, 9(8): 205—207.
- [4] 严 冰, 牛淑敏, 魏东盛, 等. “微生物学”国家精品课程基础实验教学体系的构建与实践 [J]. 微生物学通报, 2009, 36(12): 1909—1911.
- [5] 都韶婷, 宋英琦. 互动教学为核心的环境微生物实验教学方法探索与实践 [J]. 中国科教创新导刊, 2011(2): 73—74.
- [6] 杨朝晖, 曾光明, 刘云国, 等. 环境工程微生物学教学改革的探索与实践 [J]. 大学教育科学, 2004(3): 45—47.
- [7] 张大全, 郑红艾. 环境工程微生物实验教学改革探索 [J]. 中国科教创新导刊, 2011(28): 26—27.
- [8] 李 靖, 周玉林, 关 杰. 环境微生物学教学改革的探索与实践 [J]. 微生物学通报, 2009, 36(11): 1766—1771.
- [9] 吕蕊花, 丁珠玉, 王茜龄, 等. 红外高温热敏对桑椹菌株病菌子囊孢子的杀灭试验 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2013, 35(6): 10—14.
- [10] 刘佳明, 杜季梅, 曾爱兵, 等. PBL 教学法在《环境微生物学》实验教学中探索与实践 [J]. 中国微生态学杂志, 2013, 25(9): 1109—1110, 1113.
- [11] 洪 龙. 北京大学微生物学实验课模块化教学的探索 [J]. 微生物学通报, 2014, 41(4): 744—747.
- [12] 戴亦军, 何 伟, 袁 生, 等. 模块化微生物学实验课教学体系的探索与实践 [J]. 微生物学通报, 2015, 42(9): 1809—1816.
- [13] 戴亦军, 何 伟, 袁 生, 等. 水质微生物学检验实验模块的教学探索与实践 [J]. 微生物学通报, 2016, 43(1): 211—216.
- [14] 吕 乐, 杜 静, 刘晓璐. 微生物学教学中探究型实验教学改革 [J]. 生物学通报, 2016, 51(2): 45—48.
- [15] 魏东盛, 牛淑敏, 陈容容, 等. 基于应用的基础微生物学实验教学模式的设计与探索 [J]. 微生物学通报, 2016, 43(4): 873—876.
- [16] 韩丽珍, 谢 和, 辛智海, 等. 改进微生物学教学模式 提高学生创新能力 [J]. 微生物学通报, 2016, 43(4): 815—819.
- [17] 陈永敢, 陈川平, 范平杰, 等. 微生物学设计性实验教学的探索 [J]. 生物技术世界, 2016(3): 242—243.
- [18] 赵银娟. 微生物学实验课程的教学改革体会 [J]. 实验室研究与探索, 2013, 32(3): 140—142.
- [19] 肖 翔. 浅谈 MOOC 在《环境微生物学》实验教学中的应用 [J]. 广东化工, 2016, 43(16): 208—209.

Environmental Microbiology Experiment Teaching Reform Based on PBL and Modular Teaching Method

DAI Xian-zhu, ZHANG Xiao-hui

School of Resources and Environment / Research Center of Bioenergy and Bioremediation, Southwest University, Chongqing 400716, China

Abstract: Environmental microbiology is composed of theoretic and practical knowledge. During experiment teaching, both basic experimental techniques and the students' self-thinking and learning ability must be taken into consideration. Verification experiment is helpful for the students to master basic knowledge. Comprehensive experiment is beneficial for them to learn knowledge systematically. Self-designed experiment teaching is an effective way to stimulate students' independent learning ability, exercise students' systematic thinking mode and improve teaching efficiency. In this article, based on PBL (problem-based learning) and MES (Modular Education System) theories, we have reformed the verification and comprehensive experiment teaching of environmental microbiology, added self-designed experiment. The experiments were divided into 3 modules, including the observation of different kinds of microbes (verification experiment), the microbial application and surveillance (comprehensive experiment) and the isolation and utilization of microbial resources (self-designed experiment). A problem was set for each module, and every module was divided into smaller units for the implementation of the reform. Different assessment systems were formed according to the characteristics of different modules. The implementation of the reform proposed in this article showed that it is of good feasibility, raised students' interest and ability of independent study, and improved the students' ability to think, analyze and solve problems.

Key words: problem-based learning; modular education system; verification experiment; comprehensive experiment; self-designed experiment

责任编辑 包 颖