

研究报告

为环境科学及生态学专业本科生 开设“环境微生物学实验”课程的探索和实践

段静静 骆苑蓉*

(厦门大学环境与生态学院 福建 厦门 361102)

摘要: 在厦门大学环境与生态学院建院之初,学院就积极探索为环境科学及生态学专业本科生开设生物类实验课程,“环境微生物学实验”就是其中之一。本文从“环境微生物学实验”课程内容设置、基本实验技能和科学素养的培养、实验课程的考核方式、教学效果及评价等方面阐述了为环境科学及生态学专业本科生开设“环境微生物学实验”课的探索和实践。基础性实验和自主设计实验锻炼了该专业本科生的基本技能及综合能力。

关键词: 环境微生物学, 科学素养, 生态学

Exploration on developing Environmental Microbiology Experiment for undergraduate of environmental science and ecology major

DUAN Jing-Jing LUO Yuan-Rong*

(College of Environment and Ecology, Xiamen University, Xiamen, Fujian 361102, China)

Abstract: At the beginning of the founding of college of environment and ecology, Xiamen University, we made great efforts on the establishment of biological and experimental courses for undergraduate of environmental science and ecology major. This article discusses the exploration and practice on developing “Environmental Microbiology Experiment” course for undergraduate of environmental science and ecology major. The discussion content in this paper includes the following aspects: curriculum setting, training of basic experimental skills and cultivation of scientific literacy, experimental curriculum assessment methods, teaching effect and evaluation. Students of environmental science and ecology major master the basic skills and comprehensive ability from basic experiments and independent design experiments.

Keywords: Environmental Microbiology, Scientific literacy, Ecology

Foundation item: The Fundamental Research Funds for the Central Universities (No. 2013121050); Research Project for Young Teachers of Fujian Province (No. JA14001)

*Corresponding author: Tel: 86-592-2880225; E-mail: lyr@xmu.edu.cn

Received: June 18, 2015; **Accepted:** July 27, 2015; **Published online** (www.cnki.net): September 10, 2015

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金(厦门大学基础创新科研基金) (No. 2013121050); 福建省教育厅中青年教师教育科研项目(No. JA14001)

*通讯作者: Tel: 86-592-2880225; Email: lyr@xmu.edu.cn

收稿日期: 2015-06-18; **接受日期:** 2015-07-27; **优先数字出版日期**(www.cnki.net): 2015-09-10

厦门大学环境与生态学院于 2011 年 3 月 30 日成立,是在原海洋与环境学院的环境与工程学科和生命科学学院的生态学科基础上组建而成。在环境与生态学院建院之初,学院就积极探索为环境类本科生开设生物类课程,“环境微生物学实验”就是其中之一。“环境微生物学实验”课程的目标为:使环境科学及生态学专业本科生充分掌握这一环境与生物交叉类别的实验课程的实验技能,丰富其知识结构,培养其科学素养。微生物学是实践性很强的学科,微生物学实验技术是该学科的重要内容。微生物学对学生的实践能力要求很高,目前实验教学中,验证性实验较多,而综合性、设计性实验相对不足的问题很突出^[1-2]。随着科学技术的发展,学科交叉越来越频繁,环境微生物学的兴起就是微生物学与环境科学交叉的必然结果。科学技术越来越多地朝着学科交叉融合的方向发展,科技创新也主要发生在学科交叉地带^[3]。我院环境科学及生态学专业的本科生不仅需要学习环境科学的理论知识和实验技能,也需要了解和掌握微生物学的理论知识和基本的实验技能,才能更好地应对新时代对人才素质的高要求^[4]。环境科学及生态学专业本科生学习微生物学实验技能是培养新世纪复合型、创新型人才的基础。因此,厦门大学环境与生态学院在建院之初就为环境科学及生态学专业本科生开设“微生物学”理论课的同时,还开设了 2 学分、64 学时的“环境微生物学实验”课程。开设综合性、设计性和探索性实验是本科实验教学的趋势,也是“环境微生物学实验”课程探索和实践的方向^[5-6]。“环境微生物学实验”课程将有望在构建环境科学及生态学专业本科生的知识结构中起到重要作用,包括丰富学生知识结构,拓宽学生视野,强化其自主创新能力^[7]。为此,本文将介绍为环境科学及生态学专业本科生开设“环境微生物学实验”课程的探索和实践。

1 “环境微生物学”实验课程内容的设置

“环境微生物学实验”课程内容设置主要分基础

性实验和自主设计实验两部分。由于是为环境科学及生态学专业本科生开设的生物类实验课程,这些学生相比生物专业学生接触生物类实验课程的机会较少,因此基础性实验是必不可少的。同时,掌握基础性实验也是学生开展自主设计实验的前提条件和基础。此外,课程项目还设置了自主设计实验,充分考察学生掌握基础性实验及综合设计实验能力,为将来参与科研课题打下良好的基础。

作为一门基础实验课,“环境微生物学实验”课程是遵循科学性、趣味性以及与环境科学及生态学专业的相关性来设置的。据此,我们从微生物的分离培养、观察、革兰氏染色、大小测定、发酵等方面来设置基础性实验项目(表 1),并由教学经验丰富的教授或副教授担任实验教师,在专门的实验室进行实验教学。这些实验都是微生物学实验的基本操作,“培养基的配制与灭菌”实验和“土壤微生物的分离”实验培养学生如何从环境中分离培养微生物;“放线菌、酵母菌及霉菌的观察”系列实验让学生直观地感受环境中微生物的存在;“革兰氏染色法”、“微生物大小的测定”、“IMViC 与硫化氢实验”等实验训练学生如何科学地对微生物进行分类和测定大小;“水的细菌学检查”、“多管发酵实验测定水中大肠菌群”及“化学因素对微生物的影响”等实验是基础性实验里相对综合的 3 个实验,进一步培养学生的动手能力。这些项目的设置使学生能够循序渐进地掌握微生物学实验的基本原理和实验方法,初步掌握微生物学实验操作的基本技能。在此基础上,为了进一步培养学生的创新能力,充分调动和激发学生积极性和主动性,我们还进行了自主创新实验教学的改革探索,特别增加了自主实验设计内容。根据微生物学实验课程的特点和教学实验室的现有条件,给学生充分的自由,结合个人兴趣进行自主实验设计,提出一个与微生物学有关的实验方案,在合理的时间内完成实验操作,并对实验结果进行幻灯片展示和讨论。自主实验最初方案由学生提出,学生与任课教师针对实验方案和内容的可行

表 1 “环境微生物学实验”基础性实验课程实验项目表
Table 1 Experimental program of basic experiments of Environmental Microbiology Experiment

序号 No.	实验项目 Experiment project	实验内容 Experiment content	学时数 Class hours	每组人数 Number of each group	类型 Type
实验一 Experiment 1	培养基配制与灭菌	掌握配制培养基的一般方法和步骤;了解常用的灭菌方法和原理,掌握高压蒸汽灭菌技术	2	4	基础性
实验二 Experiment 2	土壤微生物的分离	掌握倒平板的方法和几种常用的分离纯化微生物的基本操作技术	2	4	基础性
实验三 Experiment 3	放线菌的形态观察	学习掌握观察放线菌形态的基本方法;初步了解放线菌的形态特征	2	6	基础性
实验四 Experiment 4	酵母菌的形态观察	观察酵母菌的细胞形态及出芽生殖方式;学习掌握区分酵母死、活细胞的染色方法	2	6	基础性
实验五 Experiment 5	霉菌的形态观察	学习观察霉菌的基本方法;初步了解常见霉菌的基本形态特征	2	6	基础性
实验六 Experiment 6	革兰氏染色法	学习并掌握细菌的革兰氏染色法;理解革兰氏染色法的原理	2	4	基础性
实验七 Experiment 7	微生物大小的测定	学习并掌握使用显微测微尺测定微生物大小的方法;掌握对不同形态细菌细胞大小测定的分类学基本要求,增强对微生物细胞大小的感性认识	2	4	基础性
实验八 Experiment 8	IMViC 与硫化氢实验	了解 IMViC 与硫化氢反应的原理及其在肠道菌鉴定中的意义和方法	2	4	基础性
实验九 Experiment 9	水的细菌学检查	学习水样的采取方法和水样中细菌总数测定的方法;了解和学习水中大肠菌群的测定原理和意义;学习和掌握水中大肠菌群的检测方法	3	4	综合性
实验十 Experiment 10	多管发酵实验测定水中大肠菌群	学习测定水中大肠菌群数量的多管发酵法;了解大肠菌群数量在饮水中的重要性	3	4	综合性
实验十一 Experiment 11	化学因素对微生物的影响	了解化学药剂的杀菌和消毒作用,掌握消毒剂的浓度和使用方法	3	4	综合性

性进行详细讨论,经反复修改形成最终的自主设计实验方案。2014–2015 学年度学生共 59 人,分成 10 组,每组 6 人,每组提出一个自主实验设计的题目,如表 2 所示。2014–2015 学年度第一学期共 14 周的上课周,第 1–11 周安排 11 个基础性实验课程;第 12–14 周学生进行自主实验操作、总结汇报,由于每个分组的实验进度各异,因此教学实验室实行全天候开放,学生预约可用。第 8–11 周安排学生开始查阅资料,提出实验设计方案并与任课教师进行讨论、修改。

2 学生基本实验技能和科学素养的培养

在环境微生物学实验课程教学过程中,我们着重培养学生对基本实验技能的掌握和科学素养的提高。在基础性实验环节,根据各实验项目的特点,我们要求学生能够独立完成实验操作,树立正确的无菌观念。要求学生重点掌握基本的实验技能,包括掌握微生物无菌操作技术、显微镜观察技术、细菌染色与观察技术等最基本的微生物学实验操作。而在自主设计实验环节,我们注重培养学生提出实验课题、设计实验思路、自主实验、数据分析处理

表 2 “环境微生物学实验”自主实验设计的实验项目表
Table 2 The experimental program of independent experiment design of Environmental Microbiology Experiment

序号 No.	实验项目 Experiment project	实验内容 Experiment content
实验一 Experiment 1	常用香辛料的抑菌效果探究	考察不同的香辛料对指示菌大肠杆菌的抑菌作用
实验二 Experiment 2	不同镉浓度对微生物生长的影响	探讨重金属镉对微生物生长的影响及危害
实验三 Experiment 3	紫外线诱变选育 α -淀粉酶高产菌株	通过紫外诱变选育 α -淀粉酶高产菌株
实验四 Experiment 4	肥皂的抑菌效果探究	探讨不同的肥皂的抑菌效果
实验五 Experiment 5	手机触摸屏细菌总数的测定	通过测定手机触摸屏中的细菌总数探讨卫生防疫的重要性
实验六 Experiment 6	纸币、硬币带菌数检测实验	通过纸币、硬币中的细菌总数的测定探讨卫生防疫的重要性
实验七 Experiment 7	不同品牌洗手液的杀菌效果比较	考察不同品牌洗手液的杀菌效果
实验八 Experiment 8	分离纯化土壤中产 α -淀粉酶微生物	从土壤环境中分离筛选产 α -淀粉酶微生物并鉴定
实验九 Experiment 9	土壤中产抗生素放线菌的分离纯化	从土壤环境中分离筛选产抗生素放线菌并鉴定
实验十 Experiment 10	培养基中碳源浓度对微生物的生长影响	考察碳源的种类和浓度对微生物生长的影响

及总结和讨论等综合能力。基础性实验是自主设计实验的基础和保障，而自主设计实验又是考察基础性实验掌握水平的试金石。同时，自主设计实验又为将来学生从事科研课题提供良好的基础。学生基本都能很好地完成自主设计实验内容，并对实验结果查找资料加以分析讨论，形成自己独特的见解。由于自主实验是以分组的形式进行，这也培养了学生团队合作的精神。如自主实验 7“不同品牌洗手液的杀菌效果比较”中，学生从不同品牌洗手液的有效成分化学组成和化学性质入手，对不同品牌洗手液抑菌效果的差异进行分析，并且最后建议利用洗手液洗手时自来水冲洗时间为 10 秒左右为宜，形成自己独特的见解。

3 实验课的考核方式

实验课成绩由平时成绩、实验报告成绩和自主实验设计成绩三部分组成。其中，平时成绩占 40%，

实验报告成绩占 20%，自主实验设计成绩占 40%。平时成绩中主要包括出勤情况、课堂表现、实验基本技能的掌握情况等；实验报告成绩主要包括报告的完成情况，原始数据的真实记录和对实验结果的合理讨论分析；实验自主设计的成绩评定采取教师打分和学生互评的方式，在学生完成实验后任课教师组织学生以幻灯片展示的方式进行集中汇报，全体师生在听取小组汇报过程中，对于实验内容的创新性、实验设计的合理性、实验完成情况及实验结果讨论等方面分别打分，最终将所有教师打分和互评分数汇总计算，给出公平的最终成绩。该考核方式突出了对学生基本技能、科学素养和创新能力等综合能力的考核，对学生端正学习态度、展示创新能力、提高科学素养等方面，都起到了积极的推动作用，并为今后从事科学研究打下扎实的基础。2014–2015 学年度学生共 59 人，最终成绩分布如

下: 80 分以下 1 人, 占 1.67%; 80–84 分 25 人, 占 42.37%; 85–89 分 28 人, 占 47.46%; 90 分以上 5 人, 占 8.87%。

4 教学效果

基础性实验是学生开展自主设计实验的前提条件和基础, 自主设计实验则是发挥学生自主创新能力的表现, 同时也为将来参与科研课题实践积累经验。由于有了基础性实验良好的积累, 学生在设计实施自主设计实验过程中显得游刃有余。我们组织学生将实验结果与全班同学一起分享, 通过幻灯片将自主设计实验的结果进行展示, 探讨成功的关键和经验。对于未取得预期结果的, 分析导致实验失败的原因。在此过程中也锻炼了学生将自主设计实验成果进行总结归纳的能力及幻灯片的制作能力。演讲环节也是锻炼学生将成果进行展示和交流的能力。目前来看, 90 后的大学生展示了良好的演讲素质和水平。学生对“环境微生物学实验”课程评价 A 档达到 87.8%, 高于学院的其他实验课程, 综合得分为优。一位学生在心得体会中这样写道: “由于分工明确, 大家各尽其职, 高效迅速地完成了操作, 实验前期及后期的讨论也是各抒己见, 齐力同心, 团队合作非常高效。”总之, 基础性实验和自主设计实验锻炼了环境科学及生态专业本科生掌握“环境微生物学实验”的基本技能及综合能力, 为将来独立从事科研工作打下了良好的基础。

5 展望

当今科学技术的发展日新月异, 中国当前 SCI 论文年发表量已经排在世界前列, 这与中国高校及科研院所众多科技工作者的辛勤劳动是分不开的^[8]。高校作为培养科研人才的基地更是肩负着不可推卸的重任。高校的实验教学中心及实验教学课堂更是科研人才培养的前沿阵地。因此, 各高校为了适应当前科研的快速发展变化也是推陈出新, 改变思路, 在实验教学改革实践中下足了功夫^[9-10]。如南开大学不断将科研内容和科研成果纳入实验课堂教学, 并且从 2002 年起设立了本科生创新科研“百

项工程”, 资助由学生主持立项的百项左右的科研创新项目^[11]。华中农业大学通过大学生科研立项项目、本科生自主科研项目、开放实验项目等多种形式开展研究创新型实验^[12]。厦门大学化学化工学院经过多年的探索和实践在生物工程专业推出了实验教学与科研相结合的教学模式, 将实验教学融入到科研实验室的一线中, 更有利于培养学生的创新意识和科学精神^[13]。厦门大学环境与生态学院实验教学中心于 2012 年成立, 与翔安新校区一起成长, 为了环境科学与工程、生态学两个一级学科的建设和发展, 强化实践教学, 培养创新型人才, 构建高水平的教学实验平台。未来, “环境微生物学实验”课程将在基础实验、自主设计实验的基础上, 并以此为过渡与兄弟院系寻求合作, 将本科的微生物学实验教学融入到科研实践中。

参考文献

- [1] Liu ZW, Qu NR, Gao DW. Opening experiment of microbiology[J]. Microbiology China, 2011, 38(1): 118-122 (in Chinese)
刘志伟, 屈年瑞, 高大威. 微生物学开放性实验的探索与研究[J]. 微生物学通报, 2011, 38(1): 118-122
- [2] Zhou YJ, Liu Y, Dai JF, et al. Exploration and practice on the reformation for the microbiology experiment teaching methods[J]. Microbiology China, 2009, 36(10): 1609-1613 (in Chinese)
周宜君, 刘越, 戴景峰, 等. 微生物学实验教学改革探索与实践[J]. 微生物学通报, 2009, 36(10): 1609-1613
- [3] Wang F, Li P, Jia ZF. Practice and thought of talent training pattern for experiment interdiscipline[J]. Experimental Technology and Management, 2009, 26(4): 190-192 (in Chinese)
王芳, 李萍, 贾泽峰. 实验学科交叉渗透的人才培养模式的实践与思考[J]. 实验技术与管理, 2009, 26(4): 190-192
- [4] Gao SM, Li FL, Zhang ZX. The development of biology and personal qualification[J]. Bulletin of Biology, 2004, 39(9): 32-35 (in Chinese)
高述民, 李凤兰, 张志翔. 生物学发展及其对人才素质的要求[J]. 生物学通报, 2004, 39(9): 32-35
- [5] Liu JY, Luo JZ, Huang SS, et al. On the reform of experimental teaching of the “environmental microbiology” for undergraduates[J]. Journal of Guangdong University of Technology (Social Sciences Edition), 2007, 7(Suppl): 152-155 (in Chinese)
刘敬勇, 罗建中, 黄绍松, 等. 环境类本科专业环境微生物实验教学改革初探[J]. 广东工业大学学报: 社会科学版, 2007, 7(增刊): 152-155
- [6] Jiao YC, Wang H, Xie ZL, et al. Exploration on the design experiment teaching mode of Environmental Microbiology[J]. Science & Technology Information, 2012(20): 197 (in Chinese)
焦迎春, 王虹, 谢占玲, 等. 环境微生物开展设计性实验教学模式的初探[J]. 科技资讯, 2012(20): 197

- [7] Jiang LJ, Wang XL, Yin Y, et al. Reform and exploration on Environmental Microbiological Experiment teaching [J]. Research and Exploration in Laboratory, 2015(3): 226-227,273 (in Chinese)
蒋丽娟, 王晓琳, 尹颖, 等. 环境微生物学实验教学改革与探索[J]. 实验室研究与探索, 2015(3): 226-227,273
- [8] Li T, Zhou WS, Zhu CF. The survey of SCI publication by scientists working in China in 2005[J]. Studies in Science of Science, 2008, 26(Suppl 1): 11-15,10 (in Chinese)
李涛, 周文胜, 朱长飞. 我国2005年 SCI 论文质量状况分析报告[J]. 科学学研究, 2008, 26(增刊): 11-15,10
- [9] Liu JN, Hu JH. Construction of project management platform on experimental teaching reform of university[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2011, 30(6): 119-121 (in Chinese)
刘嘉南, 胡今鸿. 高校实验教学改革项目管理平台的建设[J]. 实验室研究与探索, 2011, 30(6): 119-121
- [10] Xiong HQ, Dai YR, Zheng JM. Research and practice of experiment teaching reformation and laboratory construction planning[J]. Experimental Technology and Management, 2008, 25(10): 1-8 (in Chinese)
熊宏齐, 戴玉蓉, 郑家茂. 实验教学改革与实验室建设规划的研究与实践[J]. 实验技术与管理, 2008, 25(10): 1-8
- [11] Liu F, Diao HX, Zhang JH, et al. Exploration and practice of innovation based experiments[J]. China University Teaching, 2007(5): 82-83 (in Chinese)
刘方, 刁虎欣, 张金红, 等. 开设研究创新型实验的探索和实践[J]. 中国大学教学, 2007(5): 82-83
- [12] Li B, Li HF, Liu ZL, et al. Exploration and practice of research and innovative experiments for biology[J]. Experimental Technology and Management, 2012, 29(3): 27-29 (in Chinese)
李兵, 李鸿飞, 刘中来, 等. 生物学研究创新型实验的探索与实践[J]. 实验技术与管理, 2012, 29(3): 27-29
- [13] Shao WY, Xiao ZY, Chen CQ, et al. Exploration and practice of a teaching mode of combination of experimental teaching and research in bioengineering major[J]. Experimental Technology and Management, 2013, 30(2): 162-164 (in Chinese)
邵文尧, 肖宗源, 陈成泉, 等. 生物工程专业实验教学与科研相结合教学模式的探索与实践[J]. 实验技术与管理, 2013, 30(2): 162-164

征订启事

欢迎订阅《微生物学通报》

《微生物学通报》创刊于1974年,月刊,是中国科学院微生物研究所和中国微生物学会主办,国内外公开发行,以微生物学应用基础研究及技术创新与应用为主的综合性学术期刊。刊登内容包括:基础微生物学研究,农业微生物学研究,工业微生物学研究,医学微生物学研究,食品微生物学研究,环境微生物学研究,微生物功能基因组研究,微生物蛋白组学研究,微生物模式菌株研究,微生物工程与药物研究,微生物技术成果产业化及微生物教学研究改革等。

本刊为中文核心期刊。曾获国家优秀科技期刊三等奖,中国科学院优秀科技期刊三等奖,北京优秀科技期刊奖,被选入新闻出版总署设立的“中国期刊方阵”并被列为“双效”期刊。

据中国科学技术信息研究所信息统计,本刊2012、2013、2014年以国内“微生物、病毒学类期刊”综合评价总分第一名而连续获得“百种中国杰出学术期刊奖”,并入选300种“中国精品科技期刊”,成为“中国精品科技期刊顶尖学术论文(F5000)”项目来源期刊。2014年获得中国科学院科技期刊三等出版基金资助;2015年获得中国科协精品科技期刊工程项目资助。

欢迎广大读者到邮局订阅或直接与本刊编辑部联系购买,2016年每册定价58元,全年696元,我们将免邮费寄刊。

邮购地址:(100101)北京朝阳区北辰西路1号院3号中国科学院微生物研究所《微生物学通报》编辑部

Tel: 010-64807511; E-mail: bjb@im.ac.cn, tongbao@im.ac.cn

网址: <http://journals.im.ac.cn/wwxtbcn>

国内邮发代号: 2-817; 国外发行代号: M413