

创新实验教学体系 促进实践能力培养

——环境微生物学实验教学改革

何宝燕* 尹 华 叶锦韶 秦华明 王立立

(暨南大学环境工程系 广州 510632)

摘 要: 围绕微生物学在环保领域的应用, 以设计研究性实验为龙头, 构建具有专业特色的创新型教学体系, 实行开放式教学模式, 激发学生对环境微生物学的兴趣, 培养学生的创新性思维和解决环境问题的实践能力。

关键词: 环境微生物实验, 开放式教学, 设计型实验, 教学体系, 实践能力

Innovating Experimental Teaching System and Improving Students' Practicing Ability

—— Experimental Teaching Reformation of Environmental Microbiology

HE Bao-Yan* YIN Hua YE Jin-Shao QIN Hua-Ming WANG Li-Li

(Department of Environmental Engineering, Jinan University, Guangzhou 510632)

Abstract: A new experiment curriculum system of environmental microbiology was established centering on applied microbiology in environmental protection field and emphasizing on design and research experiments to motivate the students' interests for the course, which helped them to improve their ability of thinking independently and creatively as well as their practicing ability.

Keywords: Environmental microbiology experiment, Open teaching, Design experiment, Teaching system, Practicing ability

为适应微生物技术在环境领域的迅猛发展, 环境微生物学已被列为众多高校环境类专业学生必修的基础课程^[1,2]。《环境微生物学实验》作为实现专业培养目标的实践性教学环节, 对于巩固微生物学基本理论知识、培养学生运用微生物技术分析、解决环境问题的能力 & 开发学生的创造力至关重要^[3]。但目前国内很多环境工程专业的微生物学实

验内容简单, 缺乏专业特点, 无法满足环境工程微生物教学要求, 学生体会不到实验的意义及微生物在污染控制中的作用^[4]。因此, 我们在总结实验教学经验的基础上, 从教学内容的创新、教学方法和手段的改革等方面, 建立科学的、体现专业特色的环境微生物实验教学体系, 引导学生发挥主动性和创造性, 学以致用, 成为应用微生物学理论解决环境

问题的实践者。

1 教学内容

1.1 教学目的

《环境微生物学实验》这门课涉及的范围较广，包括基础微生物学技术、现代微生物学技术、环境微生物监测与评价技术、污染物微生物处理与资源化技术等诸多领域，旨在使学生掌握微生物学的主要方法与技术，包括经典的、常规的、以及现代的方法与技术，建立起较深刻的微生物学观点，了解微生物的基本特性、生命活动规律并将所学理论应用于环境保护和防治环境污染^[5]。实验课应与环境微生物学基础理论课紧密结合，使学生将理性知识与感性认识有机地结合，在实验中熟练掌握微生物基本操作，并能融会贯通，将获得的理论知识上升到以环境为题的实践，培养良好的环境意识和环境科学素养。

1.2 教学内容设计

我校的环境微生物学实验课开在本科二年级下学期，课时为 36 学时。微生物学涉及面广、发展迅速、实验性和应用性强。在有限的课时内，不能面面俱到，重在使学生掌握课程的精髓。针对上述教学目的，我们教研组在充分调研，认真总结的基础上对实验大纲进行了重新修订，如表 1 所示。器皿包扎、培养基配制、无菌操作、微生物接种技术、微生物培养、显微镜操作、微生物染色、微生物形态观察等实验的开设，着重使学生建立无菌概念，强化对微生物的感性认识，掌握基本操作。生理生

化反应实验的目的是为了让学生了解微生物鉴定的经典方法，掌握微生物代谢与繁殖的重要理论。在高效治污菌种选育的教学方面，本实验课程专门开设了高效功能菌分离和筛选实验，以重污染环境为采样地点，教授学生进行样品采集、微生物分离，并以重金属和难降解有机污染物为处理对象，筛选高效功能菌，在此基础上，对菌种处理污染物的性能作初步的研究。该实验既让学生学习了野外采样的方法、复习了形态观察和生理生化实验等重要的知识点，还显著地提升了学生的实验主动性、参与性，激发了学生的科研灵感。

在现代分子生物学技术教学方面，考虑到该技术如基因工程、原生质体、酶蛋白等涉及遗传学等较为深刻的理论，对于理论基础薄弱的非生物专业学生系统掌握有困难，本课程只选择经典实验，抛砖引玉，为学生建立基本概念和方法。PCR 扩增技术广泛应用于环境微生物检测、微生物群落结构分析、基因工程菌的构建等，是较佳的选择。掌握了这些微生物学中基础和关键性技术，引入以环境应用为主的设计性实验就水到渠成了。根据目前环境微生物领域的发展现状及趋势，我们设置了三类设计性实验：环境中微生物检测、高效功能菌的分离和筛选、废弃物资源化培养微生物。设计性实验知识点多、摸索过程长、探索性强，要求学生有充足的时间，因此占了整个实验课程的 1/3 学时。

纵观整个实验大纲，内容涵盖了完整的微生物教学体系，包括微生物的采集、形态结构观察、微生物代谢、微生物的营养与生长、微生物的遗传与

表 1 环境微生物实验项目简况
Table 1 Experimental projects of environmental microbiology course

| 项目名称 Project name | 内容提要 Content summary | 实验类型 Experiment type | 学时 Teaching period |
|----------------------|----------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 器皿包扎和培养基配制 | 实验室器皿的包扎；液态、半固态、固态培养基的配制及灭菌 | 验证性 | 3 |
| 无菌操作和微生物接种技术 | 微生物无菌操作技术；液体、斜面接种及平板分离技术 | 验证性 | 4 |
| 显微技术和微生物形态观察 | 显微镜的结构、原理和操作方法；细菌、酵母和霉菌的形态观察 | 验证性 | 4 |
| 微生物染色技术 | 细菌的单染色技术；革兰氏染色技术 | 验证性 | 4 |
| 微生物生理生化反应 | 过氧化氢酶实验；甲基红实验；利用柠檬酸盐实验；葡萄糖氧化发酵实验 | 验证性 | 4 |
| 聚合酶链式反应 | PCR 扩增 β -actin | 验证性 | 3 |
| 环境卫生监测与评价(自选) | 生产、生活要素中微生物检测；利用微生物检测环境污染程度 | 设计性 | 14 |
| 高效功能菌分离和筛选(自选) | 微生物的分离、鉴定和保藏；微生物对污染物处理 | 设计性 | 14 |
| 废弃物资源化培养微生物(自选) | 以废弃物为替代培养基的微生物发酵 | 设计性 | 14 |

变异、微生物的生态、微生物的分类鉴定、基因工程、生物处理等相关内容, 结构合理, 与微生物理论教学相辅相承。

1.3 设计性实验多样化

开展设计性实验的目的在于培养学生独立的思维能力、严谨的科学态度、百折不挠的工作作风, 相互协作的团队精神, 勇于开拓的创新意识。以实践为目的的设计性实验讲究灵活性和个性化原则, 以学生为主体, 自主设计、完成实验, 并对实验结果作出评价, 教师从实验教学管理的各个环节为学生服务。环境微生物学是应用性的课程, 重在使学生建立科学的、完整的思维体系, 在实践过程中将书本知识转化为解决实际问题的能力。对大纲中的设计性实验我们力求引导学生根据个人兴趣自主选题, 题目多样化, 内容贴近生产、生活实际和研究热点。环境中微生物的检测方面, 让学生选择自己最关心、最感兴趣的作为研究对象, 如对日常饮用的不同厂家的矿泉水进行检测和评价; 选择学生宿舍、校园、教室、饭堂、超市等不同生活场所, 监测细菌、酵母和霉菌总数, 了解整个校区的环境状况与微生物的关系; 不同品牌化妆品的卫生状况测试; 活性污泥中原生动物与微生物群落构成调查等。调查结果参照国家相关环境和卫生标准进行评价。这些调查项目与生活、生产息息相关, 充分调动了学生的积极性, 同时也加强了他们的环境卫生意识。

生物降解和生物吸附是目前环境微生物研究与应用的热点, 高效功能菌的筛选是环境治理领域的关键环节, 本设计性实验的开设有助于让学生了解学科的发展前沿。同学们通过文献调研选择的研究项目包括: 多环芳烃降解菌的筛选及性能研究; 重金属吸附剂的制备及应用; 生物表面活性剂的制备及性能测试; 生物絮凝剂产生菌的筛选及絮凝条件优化等。废弃物资源化方面主要有: 味精废水、乳品废水、蜜糖、米糠等做替代培养基生产醇类、蛋白和制备环保菌剂等, 使学生切实体会到实施清洁生产, 发展循环经济, 走可持续发展道路的重要性。这些设计性实验使学生对专业有了更广、更深的了解, 激发了他们的主动性和创造性。

2 教学手段

2.1 以学生为主的开放式教学模式

验证性实验由每位同学独立完成, 并进行中期

考核, 考察学生的基本实验操作技能。设计性实验采用“学生自主, 教师点拨为辅”的开放式教学模式。由老师指定实验范围, 学生查阅资料、自选题目、自主设计实验方案(实验步骤、时间安排、实验试剂)、自己准备材料和配制试剂、自己动手完成实验、自己观察分析实验结果, 并解决实验中出现的问題、撰写出规范的实验报告。采取开放式教学, 实验室对学生实行全面开发, 学生可随时开展实验, 实验员提供仪器、药品, 教会学生使用和维护仪器, 学生根据自己的实验合理安排时间, 不限于上课。教师充当引导者、指导者、监督者和服务者的角色, 引导学生合理选题、制定切实可行的方案, 听学生定期汇报实验进程, 启发学生解决实验问题, 批改实验报告。

2.2 设计性实验与大学生创新活动相结合

鼓励学生多查阅资料, 了解国内外的科研动态, 将设计性实验进一步拓展和深入, 为参加大学生“挑战杯”和大学生创业大赛做准备, 并针对有兴趣的同学安排创新实验环节的训练。部分学生对实验课选题进行了深入的研究, 由此衍生的项目“广州市超级市场和普通菜市场空气致病微生物研究”、“污水生物处理的生物安全性研究与评价”获得广东省“挑战杯”大学生课外学术科技竞赛二等奖, 并在核心期刊发表论文数篇, 学生创新意识得到了空前的提高。

2.3 注重实验过程和结果分析

实验过程中, 实验目的是明确的、唯一的, 但实验条件是可以选择的, 是多样化的。因此, 学生可以通过不同的途径和方法达到实验目的, 从根本上改变了千人一面的传统教学模式, 有利于创新人才的培养, 体现了以人为本的教学思想。但要防止以实验结果的好坏作为评判成绩的唯一标准, 应该注重实验过程和结果分析。鼓励学生不断尝试新方法, 容许失败, 重视结果分析和经验总结。在实验操作过程中, 要求学生养成做实验记录的好习惯, 对于试剂配制方法、仪器状态、实验现象、测试数据等都要详细记录。微生物实验丰富多彩, 建议学生运用影像技术对微生物的形态、生长情况、采样地点、废水处理结果等进行拍照, 不仅生动形象地保留了原始记录, 更增强了学生的成就感。

3 教学效果

从实际教学效果来看, 实施开放式教学, 开设

有专业特色的研究设计性实验, 对培养学生的实践能力和创新精神取得了良好的成效。验证性实验中的“独立操作”和设计性实验中的“分工明确”避免了个别同学在实验中“袖手旁观”的懒惰思想。实验内容兼顾基础和前沿, 为学生建立了合理的知识和技能结构。学生自主的设计性实验培养了学生独立思考的习惯和较强的执行力。通过记录实验过程和分析实验结果, 养成了学生实事求是的科学态度和灵活运用知识的创新意识。以“挑战杯”和“创新工程”为契机, 将设计性实验进一步延伸至研究项目, 为具备科研潜力的同学提供了深入探索的机会和条件, 也为部分同学的本科毕业论文奠定了良好基础。值得一提的是, 实验课学习过程中, 学生兴

趣浓厚、积极主动、增强了对专业的信心。

参 考 文 献

- [1] 王家玲, 李顺鹏, 黄 正, 等. 环境微生物学. 北京: 高等教育出版社, 2004, pp.10-100.
- [2] 秦华明. 以学为中心 - 基于建构主义的环境微生物学多媒体教学的思考. 高等理科教育, 2007, 5: 84-86.
- [3] 王士芬, 施鼎方. 浅析环境微生物学实验教学. 实验技术与管理, 2005, 22(10): 110-112.
- [4] 王国惠. 环境工程微生物学实验教学改革研究. 微生物学通报, 2005, 32(2): 144-145.
- [5] 英 荣, 王怡平, 吴旺宝. 环境科学专业微生物学教学探讨. 微生物学通报, 2007, 34(3): 606-607.

征订启事

2009 年《腐植酸》杂志征订启事

《腐植酸》杂志于 1979 年创刊, 由中国腐植酸工业协会主办, 是全国唯一的腐植酸类专业科技期刊, 面向国内外公开发行人。本刊为国际标准大 16 开, 内设 60 页。《腐植酸》杂志为双月刊, 国际刊号 ISSN1671-9212; 国内刊号: CN11-4736/TQ。《腐植酸》杂志集学术性、专业性和实用性于一身, 内容广泛、指导性强、信息量大, 自 1979 年创刊以来, 深受广大读者的关注与好评。主要栏目包括: “卷首语” “专题评述” “研究论文” “译文” “腐植酸文摘” “腐植酸专利简介” “腐植酸环保应用” “协会(专业)标准讨论” “腐植酸质量检测” “‘两会’动态” “信息传真” “‘乌金杯’采风” 等。

在“腐植酸是关怀人类的新产业”主题思想的指引下, 我国腐植酸产业呈现了蓬勃发展的大好形势。《腐植酸》杂志在 2009 年将把更新的内容、更高的质量、更优的服务展现给广大读者。欢迎各位新老读者及时订阅! 如需要过刊, 请直接与编辑部联系。

2009 年《腐植酸》杂志每期定价 15.00 元(含邮费), 全年 6 期, 年定价 90.00 元(含邮费)。

《腐植酸》杂志订购时, 请从邮局汇款至编辑部。

地址: 北京市西城区六铺炕街 1 号《腐植酸》编辑部收 邮编: 100011

电话: 010-82784950 传真: 010-82784970

邮箱: chaia@126.com 网址: www.chinaha.org