

# 体现不同专业特色的微生物学实验教学改革研究

贾艳萍\* 张兰河 郑胜

(东北电力大学 化学工程学院 吉林 吉林 132012)

**摘要:** 总结了微生物学实验教学的改革与实践。根据专业特点设置基础验证性实验以加强基本操作技能训练, 开设有专业特色的综合、设计性实验强化学生综合实践能力培养, 利用创新性实验促进培养学生创新能力, 并依托网络化的实验教学信息平台与完善的实验室管理制度实施开放实验, 构建了体现专业特色的微生物学实验教学体系。实践证明, 体现专业特色的微生物学实验教学改革, 提高了实验效率与实验教学质量。

**关键词:** 微生物学, 特色实验, 改革, 实践

## Study on the teaching reform of microbiology experiment based on different specialized characteristic

JIA Yan-Ping\* ZHANG Lan-He ZHENG Sheng

(School of Chemical Engineering, Northeast Dianli University, Jilin, Jilin 132012, China)

**Abstract:** In this paper, reform and practice were summarized in the teaching of microbiology experiment. According to the specialized characteristic, the basic experiments were set up to strengthen the training of basic experiment skills, and comprehensive and designing experiments based on specialized characteristic were set up to cultivate the students' comprehensive practical ability, and innovative experiments were set up to enhance students' creative ability, and open experiments were established depended on the information platform of network experiment teaching and prefect lab management institution, which established new microbi-

基金项目: 吉林省教育厅 2012 高等教育教学研究课题; 城市水资源与水环境国家重点实验室项目(No. QA201013); 东北电力大学教学改革项目(2011, 2012); 东北电力大学博士科研启动基金项目(No. BSJXM-201112)

\*通讯作者: ✉: jiayanping 1111@sina.com

收稿日期: 2012-06-14; 接受日期: 2012-11-12

ological experiment teaching system of the specialized characteristic. It was proved that the characteristic reform and practice could adequately improve the efficiency and teaching quality of microbiology experiment.

**Keywords:** Microbiology, Specialized experiment, Reform, Practice

微生物学是现代生物技术的重要基础,是高等院校生物工程专业的必修课,同时也是我校环境工程、轻化工程以及应用化学等相关专业的基础课。而微生物学实验不仅是微生物学理论教学的基础,它的操作技术特点也与基础化学实验明显不同。为体现专业特色,在不同专业设置的综合性实验也不一样,例如:环境工程专业的“有机磷农药污染土壤(水体)中微生物群落结构的分析”、轻化工程专业的“多组分造纸防腐杀菌剂产品的筛选”等,都是紧密围绕学科特点,体现专业特色的实验。因此,从培养学生的动手能力,训练学生的思维习惯,以及提高学生的实践能力和创新精神,体现高等院校工科专业培养人才的特色,落实我校“十二五”本科教学改革与建设 272 工程的精神实质和内涵入手,加强微生物学实验教学的改革势在必行<sup>[1-3]</sup>。为此,我们在总结多年教学经验的基础上,会同有关专家学者,并结合毕业生反馈回来的信息,对微生物学实验教学进行了一些改革尝试,取得了较好的效果。

## 1 体现生物工程、环境工程、轻化工程、应用化学专业特色,构建微生物学实验教学新体系

我校微生物实验室除面向生物工程专业的学生外,还承担了环境工程专业、轻化工程专业以及应用化学专业的微生物实验课程,因此,构建有利于培养学生综合实践能力的微生物学实验教学新模式就变得十分重要。我们结合各个专业的培养目标和教学要求,力求保证专业特色,构

建了模块式的实验教学新体系<sup>[4]</sup>,即将微生物实验分为三个模块,分别为基础验证性实验、综合设计性实验以及研究创新性实验。

### 1.1 加强基础性实验以强化基本操作技能

基础验证性实验:该部分内容 4 个专业共用,主要是基本操作技能的训练,所占比例为 40%。由于我院 4 个专业办学特色各不相同,依专业不同所选取的内容也不一样,微生物课程设置时的名称也依专业特点来进行设置。如应用化学专业主要是培养在电力、石油、化工、煤炭、轻工、环境等领域从事水处理、金属腐蚀与防护等工作的高素质应用型专业人才,为该专业开设的“水处理微生物学”课程总学时 40 学时,实验课仅有 10 个学时;轻化工程专业主要侧重于培养制浆造纸工程及纸的深加工、轻工包装、环境保护等轻工领域的高素质应用型人才,该专业的“轻化工程专业微生物学”课程总学时 40 学时,其中实验为 10 学时;环境工程专业主要是培养在电力、化工、石油、化纤、医药、发酵、印染煤炭等相关领域,从事环境污染治理、环境监测以及环境影响评价等方面的高素质应用型人才,该专业的“污染控制微生物学”课程总学时 56 学时,其中实验为 18 学时;而“微生物学”是生物工程专业的主干基础课,总学时为 90 学时,其中实验 28 学时,要求除掌握基本的微生物实验技术外,还需掌握一些综合性较强的微生物实验技术,如菌株的筛选及其基因的克隆与表达等。

微生物学的基本实验操作技术十分重要,有必要对不同专业的学生通过基础性实验加以强

化训练,帮助学生理解微生物学的基本原理,在日后的工作中熟练运用微生物学的相关知识。微生物学实验是一个与基础化学实验明显不同的实验体系,它的基本操作技术可分为四大类:即无菌操作技术、显微镜技术、纯培养技术和纯种分离与鉴定技术。其中,无菌操作技术是微生物学实验操作的基础和核心。从进入实验室的第一天起,就让学生树立起无菌操作的概念,实验过程中不发声喧哗、不随便走动、不随便丢放实验过程中产生的废弃物,严格遵守实验操作规程。使学生从第一节课就认识到无菌操作是实验成败的关键,是开展一切微生物实验研究的基础,从微生物的接种分离、培养以及菌种保藏等环节均以无菌操作为前提。而纯种分离技术是微生物学独特的实验操作技术,为了从混杂的微生物群体中获得某一种微生物,需要进行微生物的分离与纯化。最简单的微生物纯种分离方法是平板划线法,它是指将混杂在一起的微生物不同种的不同个体或同一种的不同细胞,利用接种环在培养基表面做多次划线,最终得到独立分布的单个细胞,经培养后即成单菌落,通常把这种菌落当作分离微生物的纯种。有时这种单菌落并非都由单个细胞繁殖而来的,故必须反复分离多次才可得到纯菌落,这就要求学生在实验过程中要有耐心,反复镜检观察、进行生理生化鉴定,直至得到纯种。

## 1.2 体现专业特色与综合实践能力的综合、设计性实验

微生物学综合、设计性实验是在学生掌握一定的微生物学理论知识和基本操作技能的基础上,运用微生物学知识和专业课知识,对实验方法和实验技能进行综合训练的一种复合性实验<sup>[5]</sup>。结合专业特色和目前的研究热点,设置的实验项目也各不相同,如应用化学专业侧重于微生物的检验与鉴定及利用生物法进行水的处理;轻化工

工程专业侧重于对制浆造纸工业中有害微生物的检验与控制及造纸用防腐杀菌剂的开发;环境工程专业侧重于污水及有机固体废物处理和水体、土壤及大气污染自净过程中涉及到的微生物学实验技术;而生物工程专业由于其是主干基础课,要求相对较高,不仅会进行菌株的筛选,还要掌握基因的克隆与表达等技术。这样针对不同专业分别设置4个实验项目:(1)碱性蛋白酶高产菌株的选育及其基因的克隆与表达;(2)有机磷农药污染土壤(水体)中微生物群落结构的分析;(3)不同环境下水中微生物的富集、分离和鉴定;(4)多组分造纸防腐杀菌剂产品的筛选。分别由生物工程、环境工程、应用化学、轻化工程4个专业来完成,各个专业在选择必须完成的实验项目外,还可结合个人兴趣分别选取其它题目来做。例如:我校的应用化学专业主要方向是各行业的水处理,所以应用化学专业的学生必须选取实验(3)不同环境下水中微生物的富集、分离和鉴定这一实验项目,项目确定后可将学生分成若干个组,每组4-6人,分别选取不同的水源,如电厂用水、本市松花江水、食品行业用水、寝室用水、不同品牌桶(瓶)装矿泉水、纯净水、食堂用水、家属区生活用水、生活污水等。由于实验材料都是与学生日常生活息息相关的样本,极大地调动了学生做实验的兴趣,实验中学生思维活跃。此外,由于采集的样本不同,因此每组设计的方案与内容都有差别。教师必须有针对性地对学生设计的实验方案给予指导,学生在教师的指导下完成实验方案设计、修改,并通过对结果的汇总整理、分析讨论,写出实验报告。这种实验设计不仅培养了学生的团队协作和科研创新精神,还使他们的实验动手能力以及独立分析问题、解决问题的综合能力得到进一步提高。

## 1.3 培养学生创新能力的研究、创新性实验

如果说基础验证性实验与综合设计性实验主

要是培养学生的动手能力与实践能力, 那么完成一个即使很小的科研课题则是对学生创新能力与科学思维能力的锻炼<sup>[6-7]</sup>。

**1.3.1 依托大学生课外实践创新中心鼓励开展创新性课题研究:** 为了更好地培养本科生的创新意识和科研能力, 我校于 2000 年开始创建了以应用化学专业为依托的“英华园”大学生课外实践创新中心, 在中心内成立了“微生物学实验研究创新基地”, 为本科生的科研训练提供经费支持。基地内采用指导教师分组制, 每名指导教师根据其相对固定的方向指导 1-2 个实践创新团队, 为学生搭建了一个进行微生物研究的平台。学生依据自身专业的特点并结合自身的兴趣与能力, 通过“自助式实验教学模式”开展创新性课题研究。近几年来, 根据专业不同学生自行设计的与微生物相关的实验包括: 生物工程专业的“吉林地区趋磁细菌筛选及其应用研究”、“高浓度二氧化碳耐受微藻菌株的筛选及烟气吸收装置的研究”、“芦荟、罗布麻等药用植物内生真菌的分离纯化及抑菌活性物质的研究”、“甜玉米酸奶生产菌株的分离、筛选及驯化”等; 环境工程专业的“细菌纤维素固定化好氧反硝化菌对染料废水处理性能的初步测定”、“应用于环境监测的血红蛋白生物传感器的研究”、“基于城市生活污水处理的微生物菌剂构建研究”、“金属离子对 MBR 微生物群落结构影响的研究”等; 应用化学专业的“电厂循环水污垢微生物对溴氯海因耐药性机理的研究”、“微生物燃料电池的搭建与运行条件优化”、“不锈钢管型换热器对微生物污垢形成的动态模拟研究”、“循环冷却水模拟系统中微生物黏泥形成条件及过程的研究”等; 轻化工程专业的“固定化白腐真菌处理造纸废水”、“云芝处理造纸废水的研究”等。

通过开展这些创新性课题的研究, 极大地激发了学生进行微生物实验的热情, 并提高了综合

运用微生物理论知识的能力, 也为将来从事科学研究打下坚实的基础。

**1.3.2 让学生参与教师科研活动, 提高学生科研素养:** 结合各专业教师的科研项目和专业特色, 积极组织学生参与微生物学有关的科研项目。如组织学生参与应用化学专业教师的科研项目“重金属镍抗性菌的筛选及其浸出镍铁矿的研究”、“换热设备传热表面微生物污垢形成机理及对策研究”等; 环境工程专业教师的科研项目“脱臭生物滴滤塔生物膜活性表征及微生物群落结构解析”、“基于生态学原理的生物菌剂构建及在污水处理中的应用研究”等, 由教师依托学科实验创新平台对学生进行科研指导。这样不仅加强了微生物学的基本操作技能训练, 又使学生了解了本学科领域科学研究的现状, 激发了各专业学生对微生物的学习热情, 实现了教学与科研的良好互动。

**1.3.3 鼓励和支持学生参加各类实践创新及科研竞赛:** 为激励更多学生参与课外实践创新活动, 学院规定学年综合测评成绩核定时给予获奖同学加分奖励: 在大学生科技活动竞赛中获国家级奖励或名誉者, 一等奖加 10 分, 二等奖加 8 分, 三等奖加 6 分; 获省级奖励或名誉者, 一等奖加 5 分, 二等奖加 4 分, 三等奖加 3 分。所有获奖的学生可申请学校“创新奖学金”, 并尽可能给予现金奖励。在研究生入学考试免试生选拔时, 同等条件下给予优先考虑, 这样的政策极大地激发了学生的参与热情。从 2007 级到 2010 级的本科生, 共参加各类实践创新及科研竞赛 54 项, 其中与微生物学实验相关项目 26 项, 占 48.1%。如 2009 级生物工程专业学生参与的“双极室微生物燃料电池的搭建及产电性能的研究”获第二届全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛三等奖; 2008 级环境工程专业学生参与的“串并联反硝化菌燃料电池组的构建及对废水的连续式处理”获首届

吉林省大学生生命科学创新实验大赛三等奖, 申请发明专利 1 项; 2008 级应用化学专业学生的“高性能微生物太阳能电池的构建”获第三届全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛国家级三等奖等, 并参与发表了一些高水平的科研论文。不同专业的学生在掌握微生物学基础性实验的基础上, 能够结合自己的专业特色进行选题, 通过参加各类实践创新及科研竞赛, 提高了微生物学知识的综合运用能力, 并激发了学生参与科研的热情。

## 2 依托网络化的实验教学信息平台与完善实验室管理制度促进开放实验

### 2.1 完善实验室管理, 保障实验开放

由于应用化学专业、轻化工程专业微生物实验仅为 10 学时, 对于超净工作台、灭菌锅等这些台数较少的设备, 只有少部分学生在操作, 其他学生只能在旁边观看, 极大地抹杀了学生对微生物学习的兴趣, 无法实现微生物实验教学的目的。因此, 在院领导的重视和支持下, 将微生物实验室实行全面开放, 并不断完善这种教学模式。首先, 由于 4 个专业的学生受到专业和知识背景的限制, 因此, 对于非生物工程专业的学生在开始实验前, 需要进行微生物基本操作技能的考核, 包括玻璃器皿的清洗、包扎与灭菌、显微镜的使用技术、培养基的制备与灭菌、微生物的接种分离与培养技术等。考核合格的学生方可进行与微生物实验密切相关的自选科研项目; 其次, 建立健全微生物实验室各项开放实验管理规章制度, 明确微生物实验教师职责, 并通过仪器管理、项目管理、网络管理等, 建立多元化考核机制。微生物实验室借助于已有的校园网, 发布实验室的开放信息, 学生可以进行网上预约。

### 2.2 为保障实验开放提供必要的支持和保障

开放实验室是一个系统的工作, 绝不是简单

的把门打开。特别是微生物实验室, 一旦实施实验室开放, 将涉及到仪器设备的操作培训、菌种的保管及实验室无菌环境的保持等工作。我院 4 个专业的微生物学理论学时与实验学时各不相同。首先制定适合各专业开放实验教学的大纲, 即根据学生的专业知识和掌握的微生物学知识, 制定适合各专业开放实验的教学大纲, 使其成为开放实验教学的行动指导和理论依据; 其次, 为同时满足本科教学与实践创新任务需要, 及时添置、更新满足微生物实验项目要求的仪器设备, 并成立“微生物开放实验室运行基金”, 以保障微生物开放实验室的顺利运行<sup>[8-9]</sup>。

## 3 结语

微生物学实验通过以上的改革措施, 结合近两年、共 4 个专业的学生反馈, 有 89.4% 的学生认为通过微生物学实验教学改革, 提高了微生物实验教学的质量和效率, 对学生掌握微生物学知识, 提高实验技能确实起到了一定的促进作用; 有 95% 的学生认为通过微生物学实验教学改革, 在观察、思考、分析问题以及解决问题的能力上有了较大提高, 并对微生物学产生了浓厚的兴趣。但微生物实验教学改革是一项长期的系统工程, 要在更高层次上进行尝试和改革, 还需进一步解放思想、勇于探索、不断完善和提高。

## 参考文献

- [1] 陆娟, 屈长青, 朱茂英, 等. 微生物学实验室管理与实验教学改革探讨[J]. 安徽农学通报, 2011, 17(9): 230-232.
- [2] 李姣清. 微生物学实验课的创新式教学[J]. 实验科学与技术, 2012, 10(2): 121-123.
- [3] 李宝盛, 刘阳, 王海洪. 微生物学实验课教学方法初探——基础实验与综合性实验的结合[J]. 微生物学通报, 2006, 33(3): 167-169.

- [4] 肖春玲, 王安萍, 邹小明, 等. 微生物学模块式实验教学体系的构建与应用[J]. 井冈山大学学报: 自然科学版, 2011, 32(2): 127-131.
- [5] 温洪宇, 韩征. 微生物学综合性实验的探讨与实践[J]. 微生物学通报, 2009, 36(2): 281-284.
- [6] 金叶飞, 尹军霞, 沈国娟. 微生物学实验与科研课题结合教学模式探索[J]. 实验科学与技术, 2011, 9(3): 103-104.
- [7] 周俊宜, 骆晓枫, 颜少平, 等. 开放性实验教学与学生科研创新能力的培养[J]. 中国高等医学教育, 2006, 1(11): 3-4.
- [8] 刘胜贵, 邹娟, 吴镛, 等. 微生物实验三级开放教学模式的探索[J]. 实验室研究与探索, 2011, 30(4): 111-113.
- [9] 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.

(上接 p.608)

## 征 稿 简 则

### 3.3 摘要写作注意事项

3.3.1 英文摘要: 1) 建议使用第一人称, 以此可区分研究结果是引用文献还是作者得出的; 2) 建议用主动语态, 被动语态表达拖拉模糊, 尽量不用, 这样可以避免长句, 以求简单清晰; 3) 建议使用过去时态, 要求语法正确, 句子通顺; 4) 英文摘要的内容应与中文摘要一致, 但可比中文摘要更详尽, 写完后务必请英文较好且专业知识强的专家审阅定稿后再返回编辑部。5) 摘要中不要使用缩写语, 除非是人人皆知的, 如: DNA, ATP 等; 6) 在英文摘要中, 不要使用中文字体标点符号。

3.3.2 关键词: 应明确、具体, 一些模糊、笼统的词语最好不用, 如基因、表达.....

## 4 特别说明

### 4.1 关于测序类论文

凡涉及测定 DNA、RNA 或蛋白质序列的论文, 请先通过国际基因库 EMBL (欧洲)或 GenBank (美国)或 DDBJ (日本), 申请得到国际基因库登录号 (Accession No.)后再投来。

### 4.2 关于版权

4.2.1 本刊只接受未公开发表的文章, 请勿一稿两投。

4.2.2 凡在本刊通过审稿、同意刊出的文章, 所有形式的 (即各种文字、各种介质的)版权均属本刊编辑部所有。作者如有异议, 敬请事先声明。

4.2.3 对录用的稿件编辑部有权进行文字加工, 但如涉及内容的大量改动, 将请作者过目同意。

4.2.4 文责自负。作者必须保证论文的真实性, 因抄袭剽窃、弄虚作假等行为引发的一切后果, 由作者自负。

### 4.3 审稿程序及提前发表

4.3.1 来稿刊登与否由编委会最后审定。对不录用的稿件, 一般在收稿 2 个月之内通过 E-mail 说明原因, 作者登陆我刊系统也可查看。稿件经过初审、终审通过后, 作者根据编辑部返回的退修意见进行修改补充, 然后以投稿时的用户名和密码登陆我刊系统上传修改稿, 待编辑部复审后将给作者发稿件录用通知单, 稿件按照投稿先后排队发表。

4.3.2 对投稿的个人和单位一视同仁。坚持文稿质量为唯一标准, 对稿件采取择优先登的原则。如作者要求提前发表, 请在投稿的同时提出书面报告, 说明该研究成果的重要性、创新性、竞争性和提前发表的必要性, 经过我刊的严格审查并通过后, 可予提前刊出。

## 5 发表费及稿费

论文一经录用, 将在发表前根据版面收取一定的发表费并酌付稿酬、赠送样刊。

## 6 联系方式

地址: 北京市朝阳区北辰西路 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(100101)

Tel: 010-64807511

E-mail: tongbao@im.ac.cn

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