

# 提高微生物学实验课教学效果的探索与尝试

袁丽红\* 周 华 韦 萍 欧阳平凯

(南京工业大学制药与生命科学院 南京 210009)

**摘 要:** 针对传统实验教学法造成学生学习被动和积极性不高等问题,在微生物实验教学实践中我们以培养学生能力为重点,对实验教学内容、实验教学方式、实验教学管理以及考核方式等方面的改革进行了探索与尝试。教学实践证明从微生物学实验教学的正确定位出发,规范实验教学大纲,采用基本技能训练模块、综合实验模块和创新实验模块相结合的教学方式和实验室开放教学管理模式是提高微生物实验教学效果的成功之举,对学生综合素质具有重要作用。

**关键词:** 微生物学, 实验课, 课程改革

## Probing and Practising of Improving the Microbiology Experiment Teaching

YUAN Li-Hong\* ZHOU Hua WEI Ping OUYANG Ping-Kai

(College of Life Science and Pharmaceutical Engineering, Nanjing University of Technology, Nanjing, 210009)

**Abstract:** In order to change the situations such as students' passivity and low enthusiasm in the traditional experimental teaching of Microbiology and improve students' comprehensive qualities, exploration and attempt on experimental teaching reforms including teaching contents, teaching modes, laboratory management and evaluation system of examination were done. Teaching practices showed that the normalized experiment syllabus based on the correct orientation of experimental teaching of Microbiology, the actualization of teaching mode of basic skill training-integrated experiment-designed experiment and the management of opening laboratory were effective measures in improving experimental teaching of Microbiology.

**Keywords:** Microbiology, Experimental teaching, Curriculum reformation

微生物学是生物学领域中一门重要的分支学科,其突出特点是具有很强的实验性和应用性。该学科的培养目标是让学生系统学习和掌握微生物学基础理论知识,同时具备一定的实验技能,培养他们分析问题和解决实际问题的能力—微生物学的综合素质。可见,微生物学实验是微生物学的重要组成部分,是微生物学教学的重要环节。传统的实验教学认为实验课的目的是验证课堂讲授的理论内容,因

此,传统的实验教学存在诸多不足,如学生实验兴趣低下、实验内容陈旧、验证实验过多等<sup>[1]</sup>,而且每次实验课只有 3 学时,一些连续性实验无法在一次课内完成,学生动手机会比较少,示教内容较多,学生基本处于被动学习状态,对实验过程及结果印象不深。面对 21 世纪高等教育要培养大批高素质的生物工程人才的历史任务,在教学改革中如何改革教学方法,包括实验课的教学方法,培养学生创新

能力和实践能力是目前教学改革中的重要课题之一。近年来,我们以培养学生能力为重点,逐步改革实验课的教学,在实验内容、实验教学方式、实验管理方法以及实验考核等方面的改革进行了探索与尝试。

## 1 加强对实验课的重视,重新设置微生物学课程

微生物学实验是与微生物学理论相配套的课程,长期以来一直附属于理论课,实验课时不多,实验课的成绩仅占总成绩的30%,不考试,也不单独计算学分,学生没有压力,只要提交实验报告即可轻松过关。因此,这种课程设置暴露出来的普遍问题是学生对实验课重要性认识不足,对实验课的重视程度不够,对实验课的兴趣不大、积极性不高,实验操作技能薄弱,综合实验素质低。随着现代生命科学的迅猛发展,以及生物技术产业化带给人类的巨大影响,对生物技术重要性的认识不断加强。联系微生物学科的特点,有必要从现代素质教育的高度对微生物实验课给予重新认识,提高微生物实验课的地位并对该课程及其教学内容进行重新设置,改变微生物学实验课的从属地位,将其设立为独立的一门课程,同时加大微生物实验课的学时数,已由过去的30学时增加到现在的64学时。在教学形式上按照理论和实验技术兼顾的原则组织教学,并结合实验课的特点加强平时实验操作能力的全面训练、单独实行实验课的理论考核和操作技能考核,全面评定学生实验课的成绩,从根本上提高学生对实验课的重视。

## 2 明确微生物学实验教学质量标准,规范实验教学大纲

教学大纲是开展教学的依据,微生物实验教学应有规范的教学大纲和明确具体的质量标准。我院现有生物工程、生物技术、制药工程、药物制剂和食品工程等5个专业。虽然每个专业培养目标不同,但均将微生物学实验作为其专业基础课和主干课程。因此,我们根据各专业的培养目标重新修改、完善并规范了实验教学大纲。新大纲包括微生物实验教学课程的定位与目标,并据此重新安排和整合

实验内容,形成具有各专业特色的实验教学体系。此外,在大纲中对各实验内容应达到的基本要求相应地制定了课程质量标准、教学方法与教学手段(技术)指南、成绩考核等细则。例如,我校生物工程专业的培养目标是要求学生掌握现代生物工程技术及其产业化科学原理、工艺过程和工程设计等基础理论、基本技能,能在生物工程领域从事设计、生产、产品研发和工厂管理的高级工程技术人才。针对该目标,微生物实验教学定位于在培养学生基本实验操作技能基础上提高学生综合实践的素质和能力。因此,我们根据新大纲的要求把微生物实验教学分成循序渐进的3个教学环节,即基本操作技能训练、综合实验训练和创新实验训练。这样学生通过微生物实验系统学习,不仅能够熟练掌握和运用了微生物基本操作技术,而且也培养了学生观察、思考、分析问题、解决问题和提出问题的能力,培养学生养成实事求是、严谨认真的科学态度,以及勇于开拓创新和团结协作的精神。

## 3 重视培养学生对实验课的兴趣,讲好绪论课的绪论

兴趣是学习的最大动力,只有学生具有学习兴趣,才会主动花时间和精力钻研所学的内容。对于一门课程来说,绪论是该课程的缩影,是学习该课程的开端,讲好绪论对于引发学生对今后该课程的学习极为重要。因此,为了激发学生对微生物学实验的兴趣,我们在微生物学理论课的绪论部分,将微生物实验的重要的方法、技术作为绪论的重要内容之一。例如,我们在讲微生物发展史时,介绍一些著名科学家所作的贡献与他们兴趣、好奇和探索欲望密切相关。Anton van Leeuwenhoek发现了微生物世界,奠定了微生物学形态学时期,这些杰出的贡献归功于他的兴趣。他是一位业余科学家,他制作了显微镜,不仅如此,他还具有非凡的好奇心,他用显微镜观察了几乎每一件想看到的东西,同时通过这个实例将微生物学的基本技术之一——显微镜技术介绍给学生。通过这些生动的实例不仅使学生了解了该学科发展史,而且也深刻地体会到科学实验对该学科发展的重要性,同时通过大量的图片等资料也使学生对一些微生物实验的主要方法、技术有了较为系统的认识。

## 4 培养学生学习自主性, 加强实验的课前预习

实验前的预习是微生物实践教学的重要环节之一。该环节的加强是决定微生物实验教学效果的重要方面。以往采取的方式是学生交一份预习报告, 也就是照抄一遍实验讲义, 其结果是在实验前根本没有对所要做的实验做到心中有数。现在我们采用自主开发的一套微生物实验预习与管理系统, 该系统包括学生模块和教师模块两部分。学生模块包括实验内容选择、实验要求、实验操作视频演示、模拟操作实验、学生自评等内容。教师模块主要对学生网上预习情况进行管理, 包括学生是否及时预习、预习效果如何等。实践证明, 微生物实验预习与管理系统的运用一是使学生在实验前更加直观地了解熟悉实验原理、实验设备的使用方法、实验的步骤与操作方法, 达到充分预习的目的, 保证学生进入实验室能自主实验; 二是为学生进行自主实验时提供了一个“电子指导教师”的作用; 三是指导教师更加方便而准确地了解学生预习情况, 发现实验难点和学生的问题, 及时调整教学重点, 从而有效地利用实验课时间, 达到好的实验效果。

## 5 培养学生创造性以及解决实际问题的能力, 重新组织实验课内容

微生物学是生物学中第一门具有一套自己独特操作技术(如显微镜技术、制片技术、无菌操作技术、纯种分离技术和培养技术等)的学科, 因此, 需要对学生进行操作技能训练<sup>[2]</sup>。为了使学生在有限的时间牢固掌握微生物学实验的基本技能, 并且能够真正提高本科生实验动手能力、独立思维和分析问题、解决问题能力和创新能力, 达到培养学生的综合素质的目标, 必须改变传统的实验教学与管理模式, 并重新组织实验课内容。为此, 我们探索与尝试了实验室开放-实验滚动与基本技能训练-综合实验-创新实验的实验教学与管理模式, 将微生物学实验整合3个模块: 基本技能训练模块、综合实验模块和创新实验模块。

(1) 基本技能训练模块: 为了使实验更具有系统性, 将原来以教师准备为主的单元型实验整合成以学生为主的实验内容, 由学生首先进行培养基的

配制和灭菌、玻璃器皿的清洗、包扎和干热灭菌, 再进行微生物接种培养和微生物形态观察测定等<sup>[3]</sup>。这些实验内容基本上涵盖了显微镜技术、制片技术、无菌操作技术、接种和培养技术等。这些实验同时开出, 学生可随时进入实验室在教师指导下进行严格的基本功训练并进行阶段性的实验基本技能的考核, 考核合格者后进入综合实验阶段。

(2) 综合实验模块: 很多教师和学生都有这样的感受, 在做毕业论文或以后从事科研工作发现学生整体性、系统性思维能力比较薄弱, 虽然有的学生基本实验操作技能很强, 但并不知道如何开始一个实验, 这就要求在教学实验中教师要有意识地培养学生系统的思维能力, 指导学生如何进行实验设计, 教师的作用应在于“授之于渔而非鱼”。为此, 我们在微生物学实验中增加了综合实验内容, 突出培养学生综合实验技能。该部分实验由教师列出综合实验菜单, 学生根据个人的兴趣任选1~2个实验, 学生自由结合, 3~4人一组, 这样组成的小组既具有良好的实验配合的基础, 同时也加强了学生团队协作精神, 培养了学生在工作中的协调能力。综合实验内容由课程组根据各专业的培养目标为学生准备实验命题。例如综合实验菜单中大肠菌群检验实验, 针对食品专业让学生检验乳、肉、饮料、糕点、发酵制品等样品中的大肠菌群; 药物制剂专业让学生检验口服制剂、注射制剂、丸剂等样品中的大肠菌群; 特定微生物的分离、筛选和鉴定实验, 我们也针对不同专业让学生分离筛选不同的目标微生物。此外, 在该实验模块针对药物制剂和制药工程专业根据新版药典内容安排了一些药品质量检定实验, 例如无菌检查、微生物限度检查和细菌内毒素检查等实验<sup>[4]</sup>, 这些实验内容的补充丰富了学生的专业知识。

(3) 创新实验模块: 部分优秀本科生完成综合实验后对微生物实验兴趣大大提高, 同时也有极大成就感, 不再满足已有的综合实验内容, 希望开始进行一定的学术研究。为此, 我们为这一部分学生提供了创新实验平台。创新实验选题主要来自于学校实验室开放基金项目、创新基金项目和部分综合实验内容的延续, 一部分命题也来自于教师有关的科研项目。例如“耐有机溶剂脂肪酶产生菌分离和多样性研究”来自学校实验室开放基金项目, “脂肪酶产生菌产酶工艺条件探索及脂肪酶分离纯化和酶学

性质研究”是学生综合实验的延续,“乳酸杆菌冻干发酵剂制备”是来自于教师的科研项目。进入创新实验阶段,学生确定选题后即开始查阅文献并设计出实验方案,方案中包括实验的基本原理、实验材料、操作步骤、时间安排及进度。然后由实验指导教师组织并邀请相关教师进行开题报告并论证各课题组实验方案的可行性。该过程的组织也使学生对科研课题的立项有关程序也有一定的了解。此外,创新实验结束后要求学生提交一份研究论文或结题报告,这一点与传统实验教学方式截然不同。学生在撰写研究论文和结题报告过程中,不仅学会了对实验数据的分析、总结和归纳能力以及论文或报告的写作方法,而且增强了学生的责任心,培养了严谨的学术态度<sup>[5]</sup>。可见,创新实验的开设一方面拓宽了学生的知识面,进一步提升学生综合运用所学知识的能力,而且对后续课程如生物工艺学、酶工程等课程的相关知识以及其它相关学科和领域的知识和方法开始有所了解和掌握,更重要的是学生开始真正感受到科学工作者从事科学研究工作的氛围。实践证明,科研与实验教学相结合,不仅加深了实验课教学内容的深度和广度,而且培养了学生的科研能力和学生严谨的治学态度和工作作风,消除了学生对科研的畏惧和神秘感,大大提高了学生对科研的兴趣和自信。

## 6 培养学生树立严谨的学风,加强实验考核和完善实验考核方法

考核是教学过程中的重要环节,同时也是实验教学内容的延续。没有严格有效的考核机制,单靠平时的严格要求,不一定会收到良好的教学效果。长期以来,在学生头脑中似乎已形成学习成绩的考核主要是以笔试为依据,但是在实践教学中,单纯的笔试考试方式对学生的评估是不全面的,也不利于学生综合素质的培养。因此,有必要采用综合评分的考核方式。我们将微生物实验考核内容分为4个部分:1) 基本技能操作考核:该部分建立了一套标准化的考核试卷并占总成绩的30%,这一比例的分配一方面强调掌握微生物实验基本操作技术的重要性,另一方面也起到督促学生平时对自己要严格要求,养成严谨治学的态度;2) 综合实验设计和综合实验报告的评价:占40%。综合实验阶段学生选

题后的首要工作就是进行实验设计,而实验设计的前提和基础是查阅文献,学生对文献的查阅、运用和设计实验方案是反映学生综合能力和素质的重要方面之一。实验报告写作是对所取得实验结果再认识的过程,该过程要求学生能够对实验中出现的现象、结果独立地进行思考,并进一步查阅文献进行分析、讨论和比较,因此,实验的写作对培养独立思维和分析问题、解决问题的能力 and 严谨的学术作风非常重要。3) 实验理论考核:该部分采用闭卷方式,占15%;4) 平时成绩:占15%,包括实验预习情况、平时实验过程综合表现、基本技能训练模块中实验报告的写作以及实验的良好习惯等。由教师制定考核标准,并在实验开始前予以公布。应强调考核成绩不是单纯以实验结果好坏评定,而且要看学生的实验的综合能力,包括对实验原理的理解程度、实验操作技术、实验结果及分析、综合能力等。通过考核,不仅加强了学生对实验课的重视,而且有利于学生增强分析问题、解决问题的能力并培养了勤奋和严谨的学风。同时,还可以使指导教师及时发现教学中存在的问题。经过几年的实践,这种考试方法取得良好的教学效果,获得同学们的好评。

## 7 新的教学模式的认识和评价

微生物学实验是微生物学不可分割的一部分。通过近几年的教学改革与实践,我们充分认识到从微生物学实验教学的正确定位出发,规范实验教学大纲,以提高学生学习兴趣,培养学生学习自主性、创造性和分析问题、解决实际问题的能力为目标,教学方式采用基本技能训练模块-综合实验模块-创新实验模块相结合,实验教学管理采取开放式实验管理模式是改革微生物实验课程、提高实验教学效果的成功之举,对学生综合素质能力的培养已见成效。通过丰富的实验课形式和内容不仅调动学生学习积极性和主动性、提高了学生独立思考和科学实验的能力,使学生开阔了眼界,增长了外围知识,增强了学生的思维能力、写作表达能力,而且也充分发挥了实验室的潜能和功能。但同时实验教学过程中有几个问题必须要注意:1) 开放式实验给了学生很多自主机会,但有的学生自理能力差,要求教师给予及时引导,不能放任自流,这对实验指导教师来说是一种压力和挑战;2) 综合实验阶段

有的学生基础较差,实验指导教师要根据学生的知识面和知识结构及时帮助他们选择适合的题目,这是搞好开放实验的关键,要求学生的选题既可望又可及,通过学生自己的努力达到预期的结果;3) 开放式实验给实验室的管理带来一定的难度,同时也要求实验指导教师投入大量的时间和精力,教师和实验室技术人员对实验课教学投入了很高的热情、做了很多的无私奉献,但相应的教学与管理体制并未与之配套。因此,要使开放式实验教学能够持续健康发展,如何完善教学与管理体制也是今后急需解决的课题<sup>[6]</sup>。

(上接 p.554)

## 参考文献

- [1] 刘森林. 微生物学实验创新教学体系的研究与实践. 微生物学通报, 2005, 32(4): 153-155.
- [2] 潘利华, 郑志, 罗水忠, 等. 改革微生物学实验教学, 提高学生实验技能. 生物学杂志, 2005, 22(5): 51-53.
- [3] 张玲, 贺新生. 重组内容, 建立科学的微生物学实验体系. 实验科学与技术, 2004, 3: 37-38.
- [4] 国家药典委员会编. 中华人民共和国药典(三部). 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [5] 辛明秀, 王纯, 孙正刚, 等. 微生物学自主设计实验教学探索. 中国大学教学, 2005, 2: 30-31.
- [6] 毛露甜, 王绍芬. 微生物学实验教学中开展设计性实验的做法与体会. 微生物学通报, 2007, 34(3): 614-616.

## 征稿简则

### 3.4 摘要写作注意事项

#### 3.4.1 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的还是作者的; 2) 建议用主动语态, 被动语态表达拖拉模糊, 尽量不用, 这样可以避免好多长句, 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。

#### 3.4.2 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。凡被录用的稿件将及时发出录用通知, 对不录用的稿件, 一般在收稿 1 个月之内通过 E-mail 说明原因, 打印稿不退。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网址上传电子版修改稿, 待编辑部复审后将给作者发送稿件录用通知单, 请作者将修改稿纸稿和签字盖章后的承诺书一并寄回编辑部, 按照稿号顺序进入排队发表阶段。

#### 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、赠送样刊及单行本。

## 6 联系我们

地址: 北京市朝阳区大屯路中国科学院微生物研究所《微生物学通报》编辑部 (邮编: 100101)

Tel: 010-64807511

E-mail: tongbao@im.ac.cn

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