

# 加强微生物学基本操作技能训练，提高学生的 主观能动性

南旭莹\* 陈海敏 王江 张海花 丁先锋 童富淡

(浙江理工大学 生命科学学院 基础实验中心 浙江 杭州 310018)

**摘要:** 为了加强学生对微生物学基本操作技术的掌握,培养学生的创新精神和实践能力,从微生物学实验课程的教学内容安排、教学方式方法以及微生物学实验考核方式等几个方面进行了改革,阐述了具体措施与成效。

**关键词:** 微生物学实验课, 基础实验, 综合实验

## Enhancement of the basic operating techniques training and improvement of student's initiative in Microbiological Experiment Class

NAN Xu-Ying\* CHEN Hai-Min WANG Jiang ZHANG Hai-Hua DING Xian-Feng  
TONG Fu-Dan

(Basic Experimental Center, College of Life Sciences, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou, Zhejiang 310018, China)

**Abstract:** In order to help students master the basic operating techniques and cultivate the practical abilities and student's initiative, we made some improvements for microbiology experiment teaching in the following aspects including the teaching methods and content arrangements for sections of basic experiment and comprehensive experiment, respectively, as well as evaluation methods for the experiments of students. It was proven that these improvements were effective.

**Keywords:** Microbiology experiment class, Basic experiment, Comprehensive experiment

微生物学实验技术已渗透到现代生命科学的各分支领域,在推动有关研究和应用中正发挥着越来越重要的作用。微生物学实验课是培养未来生命科学工作者掌握微生物学有关基本实验方法和技术的

一门必修课。它涉及面广、受益面宽、应用性强,是一门实践性极强的学科,同时也是生命科学理论研究的重要分支,对生命科学及其相关学科高素质人才的培养具有重要作用。

基金项目:浙江省生物科学实验教学示范中心建设项目[浙教办高教(2010)183号];2011年度校级重点课程建设项目(微生物学)

\*通讯作者: Tel: 86-571-86843516; ✉ nanxuying@163.com

收稿日期: 2010-12-08; 接受日期: 2011-02-28

© 中国科学院微生物研究所期刊联合编辑部 <http://journals.im.ac.cn>

## 1 现状分析

近几年来, 各高校微生物学实验教学相关老师都在致力于微生物学实验教学的改革。在微生物学实验教学中引入多媒体手段以提高课堂实验教学效率<sup>[1]</sup>; 整合实验内容, 提高设计性实验比例以培养学生的创新能力; 将教学与科研相结合, 科研成果和内容直接转化为课堂实验教学内容, 以激发学生的实验兴趣<sup>[2]</sup>; 改变单一的以实验报告为凭据的考核方式, 增加了课前预习、课堂提问、实验操作及实验理论的考核内容, 可以更为真实地反映学生的实际掌握程度<sup>[3]</sup>。这些改革措施的实施取得了一定的成效, 学生的主观能动性有了展示和发挥的空间, 学生的综合素质得到了提高, 提高了教学质量。所以, 这些好的改革措施应当大力推广和普及。

无论何种改革措施, 都应以学生为出发点, 以学生的接受能力和学习习惯为基础来实施, 慢慢引导, 循序渐进地进行。微生物学实验一般是在大二下学期开设, 是生物技术专业学生的专业基础课, 其基本的实验技术和手段是开设后续实验课的基础, 学生对这些基本实验操作技术和理论的掌握程度直接影响到后续实验课课程的成功开设及以后能否胜任相关工作。从专业学习角度来讲, 本科阶段学生刚开始接触不同的专业, 是对所学专业逐渐了解和认知的阶段, 是一个系统学习专业理论和专业技能的过程, 是学生以后从事不同行业打基础的阶段。因此, 专业基础实验课的目的就是培养与训练学生基本实验技能, 使他们扎实掌握基本的专业技能, 能够灵活运用这些基本专业技能, 运用基本专业技能解决一定的问题。因此, 基本实验方法和技术的训练仍是微生物实验课的重点, 为学生以后进一步深造或走入工作岗位打下坚实的基础。

微生物实验课为独立开设的课程, 学时数有限。增加综合实验课的课时数, 压缩基础实验课课时数, 通过综合实验来提高学生分析问题、解决问题的能力、培养创新意识和提高综合素质, 是许多院校微生物实验教学改革的内容之一<sup>[4]</sup>。其普遍做法是: 将一些验证性实验进一步压缩、合并, 将大部分实验课堂内的时间留给综合性、设计性实验。学

生在综合实验中自己查阅资料、自己设计实验方案、自行组织开展实验, 发现问题、解决问题, 采取以学生为主、教师为辅的教学方式, 以提高学生的动手动脑能力, 提高综合素质<sup>[5-7]</sup>。在基础性实验部分, 为节省学生的课堂时间, 实验室老师在课前已为学生做了充分的准备: 制备好实验所用的菌种, 其中所涉及到的微生物学基本的操作技术和方法学生是无从知晓的, 如: 培养基的制备、玻璃器皿的包扎、消毒与灭菌、倒平板、摆斜面、挑菌、接种等。综合性实验实质也就是这些微生物基本实验技术的大综合, 对于这些实验如何具体操作, 之前学生可能没有接触过或者不甚了解, 老师如不正确示范、引导, 尤其是不帮助学生树立无菌操作的概念, 学生会感到无从下手。有些大二学生也许会对应用电子数据库资源及工具书查阅相关资料感到陌生, 要他们独立完成综合性实验是不切实际的, 需要老师花大力气带领学生去逐步掌握, 老师的引导至关重要。笔者通过前几届毕业生找工作的经历得知, 一些用人单位招聘从事微生物学相关工作的人员要求面试者当场包扎玻璃器皿和演示接种技术, 这一十分简单的要求却把一些学生因操作不规范而拒之门外。因此, 加强实验技能训练, 注重学生能力培养, 显得非常重要。我们在微生物学实验教学中, 以加强学生基本实验技能训练, 提高学生动手能力为目的, 不断借鉴同行们的教学改革经验, 对微生物学实验教学进行了一系列的改革。根据自己的教学体会, 从以下几个方面来介绍所采取的具体措施, 以求与大家共同探讨。

## 2 基础实验部分的教学

### 2.1 精简、合并基础实验的教学内容, 保留必需的一些验证性实验, 由浅入深安排实验内容

对实验内容进行精心的选择和调整, 合并一些简单的验证性实验: 显微镜油镜的使用和细菌的单染色技术及细菌形态观察组合成一次实验课内容; 显微镜的直接计数(血细胞计数板的使用)和酵母菌形态观察合成一次实验课内容; 放线菌、霉菌形态观察合成一次内容。将一些实验步骤差别不大的验证性实验: 细菌的芽孢染色、荚膜染色和鞭毛染色

合并成一次实验课的内容。经典实验:细菌的革兰氏染色单独设为一节课的内容。

根据实验的难易程度合理编排实验顺序,使实验教学由浅入深,循序渐进。学生先进行简单的细菌单染色实验,学习基本的制片染色技术,接下来学习步骤相对较多的细菌复染技术(革兰氏染色),最后进行过程更为复杂、技术要求较高和染色项目数多的细菌特殊结构染色技术,例如芽孢、荚膜和鞭毛的染色。这3次实验对学生是一次集中的细菌染色技术的强化训练、显微镜使用技术的强化训练和观察细菌不同形态的强化训练。学生接下来学习血细胞计数板的使用和酵母菌形态的观察,最后进行放线菌、霉菌形态观察,这又是一次显微镜使用的集中训练,学生在以前观察细菌形态经验的基础上,更进一步加深了对微观世界不同生物形态的认识,为以后在综合实验中,对自己所分离出的微生物做初步的判断打下基础。

为提高学生在基础实验部分中的学习兴趣,将学生领入多姿多彩的微生物世界,提高学生的动手能力,在做细菌染色实验时鼓励学生除采用老师提供的菌种外,积极利用随处可见的微生物资源来做细菌染色,如:有的学生用牙签挑取指甲缝隙中、口腔中的及能够想到的不同来源的细菌进行染色和观察。在做鞭毛、芽孢及荚膜染色时,不拘泥于一种方法,可自行选择不同染色法进行染色,同学们相互间进行比较,借以提高学生学习的主动性,为学生提供可自行发挥的空间。安排5次实验课来完成基础实验部分的教学,每次实验课内容紧凑。经过几个学期的尝试,学生能够在规定时间内完成实验,从后续综合实验的开展情况来看,学生对这5部分的内容掌握程度较好。

## 2.2 改革基础实验部分的教学手段,使用多媒体技术给传统的验证性实验增加活力

以前对基础实验部分的教学是采用老师集中具体示范一遍操作方法,然后学生自己动手实验的教学方式。比如:在做细菌染色实验时,指导老师在讲台上示范一遍实验操作步骤,学生要么聚集围观在周围学习,要么仅在座位上听一听。上课人数众多,

能够仔细看到每步操作细节的学生有限,加之一些学生不重视,在随后学生动手操作的环节中,老师发现之前的讲解示范学生并没有完全正确掌握,老师不得不对他们逐一纠正与讲解,一堂实验课下来,老师往往筋疲力尽却不能保证教学效果。现在,我们将这些基本实验技能,在本科生微生物学实验室中,按规范的操作方法现场录制制作成视频教学软件,应用到微生物的实验教学中去。视频教学具有强大的表现力,能将平面的、静止的、不能直接表现的实验操作形象、生动地展示给学生,并栩栩如生地显示出最佳实验结果。同时配以优美的音乐,使学生在学的同时能够舒缓情绪,缓解压力,在轻松的氛围中完成枯燥的实验。此外,视频教学中的课程内容可随时播放、随时停止、随时拖动、反复播放,对阐述未尽的内容、容易出错的环节,老师再给以重点讲解和实践演示。通过这种方式可以使学生对实验内容和过程彻底理解,使授课更加生动、具体,以提高教学效果。此外,用视频教学讲解代替繁琐的课前讲解,节省时间,把大量时间留给学生进行实验操作,以提高教学效率。

## 2.3 在基础实验内容的教学中逐步引入综合实验的部分内容

在这部分实验中,为节省学生的时间,上课之前老师已为学生做了充分的准备:制备菌种、配制试剂,其中所涉及到的微生物基本操作技术学生是无从知晓的,如:培养基的制备、消毒与灭菌、摆斜面、倒平板、接种、涂布、制备霉菌、放线菌形态观察材料及其所涉及到的无菌操作技术等。这些技术是以后综合实验中学生必须掌握的基本技能,不属于基础实验部分教学内容,在课前讲解时,我们有意地向学生们做一介绍,逐渐引入,使学生对这部分内容有一个大致的概念,为以后进入综合性实验进行系统学习做好过渡和衔接。此外,学生也应该对这个准备过程有所了解,明白为上好这堂实验课老师所付出的劳动,进而更加珍惜这次学习机会,认真做好实验。我们已经将微生物学实验中所有涉及到的技术摄制成了单元视频软件,在课前讲解时随时播放,使同学们可直观地看到老师的整个准备

过程, 既节省时间又生动灵活, 取得了良好的教学效果。

### 3 综合实验部分的教学

#### 3.1 选择开放性的综合性实验, 增加学生的选择空间, 提高学生的主观能动性

本学院微生物学实验总共 32 个学时, 我们安排 20 个学时的时间来完成 2 个大型综合实验。

综合实验(1): 环境中微生物的分离、纯化与观察。这是一个开放性的实验题目, 学生根据自己的兴趣, 自行选择从不同环境中分离、纯化目的菌种。每 3-5 人组成一个兴趣小组, 同学们积极性很高, 选题也是多种多样, 污水中有生物絮凝作用菌的筛选、印染废水处理菌的筛选、从土壤中分离圆褐固氮菌、从土壤中分离产淀粉酶的菌株、酸奶或泡菜中乳酸菌的筛选、银杏枝条内生真菌的筛选等。同学们自己查阅资料、设计实验方案和步骤, 开列实验所需试剂和物品清单。

综合实验(2): 将水体中细菌总数和总大肠菌群的检测合并为一个大型综合实验, 这一实验贴近生活, 来源于实践, 是微生物学技术的一次具体应用。该实验也为学生提供了自由发挥的空间, 学生可自由选择湖水、河水、自来水等不同水源做为实验材料。

各小组间实验内容有差别, 一定程度上避免了互相抄袭的现象; 另一方面, 综合实验过程长、程序复杂, 仅靠小组内某一个人完成是有困难的, 这样会逼迫或督促一些不积极的组员不得不参与其中来共同完成实验, 此外也进一步增加了他们的团队合作精神。

#### 3.2 微生物理论教学和实验教学紧密配合, 不断加强教师在综合实验中的引导作用

微生物学是一门实践性很强的学科, 本学院的微生物学理论和实验教学为一名教师一起承担。在理论教学中我们有意识地引入或介绍一些实验课的内容。比如: 在讲微生物的营养一章时, 穿插讲一些如何从环境中分离有用微生物的知识; 在合适的时间向学生介绍如何利用图书馆资源查阅相关资料。在理论课教学时提前向学生下达综合实验的任务,

要求自己查阅资料、设计实验步骤和以科研论文的形式撰写综合实验(1)的实验报告等。通过这种逐步引导和渗透, 在综合实验开始时学生已做好了一定的案头准备。

上综合实验(1)第一节课时, 老师主持组织一次讨论会, 每组派代表上台讲解自己所选课题的实验方案和步骤, 老师就可行性进行把关, 就注意事项与学生商讨并给出建议, 记录每组选题题目和所需材料和试剂, 老师按学生要求做好实验前准备。学生选题各异, 但基本步骤相同, 为加强学生基本技能的训练, 正确引导学生完成整个实验, 实行全班统一实验进度。将综合实验按照顺序分成几个部分: 培养基的制备、消毒与灭菌、微生物的接种、分离和纯化(其中包括平板菌落计数和微生物菌落的观察)。大家同时进行每一部分的内容, 对该部分所涉及到的基本操作技术, 老师集中示范讲解的同时反复播放视频课件具体展示, 使学生正确掌握。每部分实验相当于单独的一次小实验, 实验内容环环相扣, 使学生对每步操作都不能掉以轻心。针对某些有特殊要求的课题, 老师再做具体指导, 如分离乳酸菌时对培养条件的要求, 分离固氮菌时清洗玻璃器皿时的特殊要求等。实验结束后再组织一次总结讨论会, 每组派代表总结自己所取得的成果及失败教训, 老师逐一点评, 若同学们有兴趣再进一步往下做, 则给予一定的指导, 建议同学参加课外科技活动申请经费支持如: 挑战杯、新苗计划等。每个小组展示自己所分离菌种的显微图片, 同学们互相参观学习, 增长见识, 老师也可从中选取有价值的菌种和图片保存作为以后的教学材料, 并向下一级的学生介绍以激励学生认真学习和激发学习兴趣。这是在老师的带领与帮助下完成综合实验的过程, 在实验的整个开展过程中, 老师统一组织、逐步引导、具体示范帮助学生彻底掌握微生物学基本实验技能, 熟悉从环境中分离有用微生物的整个过程, 培养与训练学生观察问题、解决问题的能力, 进而激发学生的创新精神。以这种方式经过几个学期的实践教学, 部分有探索精神和科研能力的学生脱颖而出, 他们立足于微生物学综合实验课的内容, 从银杏中分离了一株具有产红色素能力的内生真菌,

并对此产生了浓厚的兴趣,为继续深入研究,以此为课题申请了新苗计划并获得了资助。他们利用业余时间和节假日,自己查阅资料、设计方案、动手操作,从大二到大四的3年时间里始终坚持不懈、刻苦钻研,最后取得了丰硕的成果,他们对这株菌种做了完整的分类鉴定和性能测试,将结果整理、撰写了2篇英文文章,现已发表并被SCI收录<sup>[8-9]</sup>。这些同学取得的成绩在同类院校中也是不多见的。此外,还涌现出不少学生科研团队正在从事与微生物学有关的研究,为日后的毕业论文设计实验打下了良好的基础。事实足以说明,我们的这种教学方式值得坚持和推广。经过了综合实验(1)的训练与学习后,在紧接着的综合实验(2),老师只需要简单讲一下实验原理和注意事项,把时间交给学生,完全放手让他们自己去完成,真正让他们独立去做,体会一下科学研究的乐趣。

#### 4 实验课的考核

采取灵活多样的考核方式:平时成绩、实验报告、期末考试,这3种考核方式相结合,来考察学生对实验的掌握程度。平时成绩的考核不拘一格,课堂提问、实验结果、帮助老师准备实验、不定时地考核实验操作等都是平时成绩的评分依据。随时发现学生实验过程中的亮点加分给予鼓励,以激发学生的实验热情和积极性。此外,我们还常在微生物学理论课的考试中引入实验课的相关内容,如我们在这次微生物期末考试中有这么一道题:农村稻谷、玉米收获后所留下来大量的秸秆,自己设计方案,从应用微生物的角度来阐述一下,如何将这些废弃物变废为宝?这道题涵盖内容广,答案不唯一,书上也没有现成答案,考察学生对于知识的灵活运用能力。将课堂理论、课程实验和生产实践紧密结合,以知识的应用为导向,解决实际问题为导向,来加强学生对微生物知识的学习,促进学生在过程中不断思考,培养学生创新意识。

#### 5 结语

精简验证性实验,增加综合性、设计性实验内

容,引入多媒体教学手段等已成为微生物学实验教学改革的一致和微生物学实验教学发展的必然。其中,综合性、设计性实验已成为微生物学实验教学的重头戏。如何在验证性、综合性实验中训练学生的微生物学基本操作技术,提高学生的主观能动性,培养学生的创新精神和创新能力,即如何根据学生的实际情况来开展基础性实验、综合性实验,使综合性实验真正发挥它应有的作用,而不是仅流于形式,是保证微生物学实验课教学质量的前提。本文以此为中心,从基础实验、综合实验和实验考核几方面来阐述了我们在微生物学教学中的一些做法。通过实践证明,所采取的这些做法和措施是值得推广和借鉴的。随着科学的发展,微生物学实验教学也在不断地发展,微生物学实验教学改革也应在实践中不断摸索、前进。

#### 参考文献

- [1] 王君,于智勇.多媒体手段在“环境微生物学”教学中的应用评价[J].扬州教育学院学报,2009,27(3):67-69.
- [2] 夏雨,田丰伟,赵建新,等.食品微生物学实验教学改革探索与实践[J].科技创新导报,2009(34):103.
- [3] 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.
- [4] 汪金莲,金萍,钱玮.构建微生物学实验模块式课程体系的探索[J].中国科技信息,2009(22):215-216.
- [5] 柳洪洁,崔言顺,王淑静.提高微生物学实验教学水平培养学生创新能力[J].实验室研究与探索,2010,29(6):84-86.
- [6] 孙旭红.PBL教学法在医学微生物学实验教学中的应用[J].现代医药卫生,2010,2(16):2556-2557.
- [7] 徐凤宇,么乃全,单晓枫,等.《动物微生物学》实验教学模式的探讨[J].畜牧与饲料科学,2009,30(9):140-141.
- [8] Qiu M, Xie RS, Shi Y, et al. Isolation and identification of endophytic fungus SX01, a red pigment producer from *Ginkgo biloba* L[J]. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 2010, 26(6): 993-998.
- [9] Qiu M, Xie RS, Shi Y, et al. Isolation and identification of two flavonoid-producing endophytic fungi from *Ginkgo biloba* L[J]. Annals of Microbiology, 2010, 60(1): 143-150.