

# 微生物学实验教学改革探索与实践

周宜君\* 刘越 戴景峰 耿玉珂 丁宁

(中央民族大学生命与环境科学学院 北京 100081)

**摘要:** 为适应现今高等教育培养学生实践能力和创新意识的要求,我们在微生物学实验教学中进行了教学改革实践,实施模块式教学体系,认真把握各个教学环节,严格要求和鼓励相结合,采取适宜的考核方式。实践证明,教学改革的实施,调动了学生的学习兴趣,提高了学生的综合素质,实现了教学目的。

**关键词:** 微生物学实验, 模块式教学体系, 综合素质

## Exploration and Practice on the Reformation for the Microbiology Experiment Teaching Methods

ZHOU Yi-Jun\* LIU Yue DAI Jing-Feng GENG Yu-Ke DING Ning

(College of Life and Environmental Sciences, Minzu University of China, Beijing 100081, China)

**Abstract:** In order to meet the requirements of cultivating the practical abilities and creativities of students who receive higher education, we initiated the reformation of education in the microbiology experiment teaching methods, implementing a system for module-based education, carefully monitoring every link in teaching, combining the encouragement and strict requirements together, adopting a proper way of assessment. It is proven that the implementation of the educational reformation mobilizes the interests of students and enhances the comprehensive qualities of students, which accomplishes the purposes of teaching.

**Keywords:** Microbiology experiment, A system for module-based education, Comprehensive qualities

实验教学是实践教学中的重要组成部分。由于实验教学具有直观性、实践性、综合性、探索性和启发性等特点<sup>[1]</sup>,使其在提高学生的综合素质、培养学生实践能力和创新意识具有特殊的作用。微生物学是生物科学领域中一门重要的基础与应用相结合的学科,与其相配套的微生物学实验是一门实用性很强的工具课,具有独特的实验方法和技术,其教学效果也会影响后续生命科学各课程的学习。许多高校教师在微生物学实验教学方面进行了改革尝试,收到了较好的效果<sup>[2-4]</sup>。为重视实验教学,在中

央民族大学现行的培养方案中规定,无论实验课是必修课还是选修课,都为独立开课。目前,微生物学实验是生物科学、生物技术、生态专业的必修课,与微生物学理论课同步开课,实验课的学时数与理论课相同,其中生物科学、生物技术专业的微生物学实验为54学时,生态专业为36学时;此外微生物学实验是制药工程专业的专业选修课(36学时)。每个专业班40人左右,所以每学年约有160人进行该课程的学习。近年来,根据专业培养需要和少数民族学生的特点,以培养学生能力、提高综合素质

基金项目: 中央民族大学 985 工程项目(No. CUN985-3-3); 中央民族大学教改项目(2006); 优秀课程建设项目(2007)

\* 通讯作者: Tel: 86-10-68932922; ✉: queenzhou@263.net

收稿日期: 2009-03-07; 接受日期: 2009-05-22

为目标,学习与借鉴其他高校相关经验,笔者在微生物学实验教学中进行了改革探索与实践。

## 1 整合教学内容,建立模块式实验教学体系

微生物学实验的教学目标之一就是培养训练学生研究微生物的基本技能。为使学生在有限的教学时间中,实验技能得到全面的训练,同时在实验教学中遵循学生的认知心理,循序渐进,实现训练学生综合能力的目标,我们将微生物学实验的教学内容加以整合,建立了模块式教学体系:验证性实验教学模块、综合性实验教学模块和设计性实验教学模块,并将基本实验技能训练和思维能力训练安排到各个实验内容中。

### 1.1 验证性实验教学模块——形态观察

该模块在总的实验教学安排中占 20%。在该模块中,以微生物的形态观察为主要内容,不仅让学生通过实验总结各大类微生物(细菌、放线菌、霉菌、酵母菌)在个体形态、繁殖方式等方面的区别,同时让学生掌握微生物制片和染色技术、显微镜操作和测量技术等,同时加强学生镜下认真观察、仔细绘图技能的培养。

例如在“细菌的革兰氏染色”实验中,要求学生掌握细菌的制片技术、革兰氏染色技术,熟悉显微镜油镜的操作技术,同时观察不同细菌的革兰氏染色特征、个体形态、排列方式并绘图表示。为此我们提供了 3 种不同形态的细菌,要求学生分别制片和混合制片,让学生通过实验确定提供的 3 种细菌中何种为革兰氏染色阳性(或阴性),并要求学生总结实验成功的关键和假阳性、假阴性出现的原因。

### 1.2 综合性实验教学模块——微生物的培养、分离与分析

该模块在总的实验教学安排中占 50%。在该模块中,以学习微生物的培养、分离与分析为主要内容,对实验内容整合,将各种技术融于设立的每个实验中,使学生通过每一个实验学会必须掌握的实验技术、解决一个问题的技术路线,并学习数据的收集、整理和分析方法等。根据课程内容,我们设立了土壤微生物的分离与纯化、食品中大肠菌群的测定、化学因素对微生物生长的影响、细菌的分解物质能力与生理生化鉴定等。在每一个实验中我们明确了学生通过实验应掌握的技术、实验的思路和

结果的分析方法等,并引导学生建立无菌操作的意识。

例如在“土壤微生物的分离与纯化”实验中,我们要求学生自由选择土壤样本,注明土样采集的地点、深度、含水状态等特征,获得的实验结果为某一土壤的细菌菌落总数(CFU)、描述土壤中存在各种细菌的群体特征并获得一个纯化的菌种,同时对实验技术、实验方法和实验分析方面进行明确的规定:在实验技术方面,要求学生掌握的技术包括培养基的配制方法、玻璃器皿的包扎技术、棉塞的制作、灭菌技术(高压蒸汽灭菌、干热灭菌、辐射灭菌)、土壤悬液的制备与梯度稀释、接种技术(倾注法、涂布法、划线法)等;在实验方法方面,设立对照实验、平行实验,让学生通过实验结果理解科学实验中对照实验、平行实验的目的和意义;在实验分析方面,学习菌落计数方法的同时,结合全班同学不同土壤样本获得的 CFU 值,讨论土壤特性与细菌分布的关系。

再如,在“化学因素对微生物生长的影响的实验”中,我们选取了两种类型的细菌菌种——革兰氏阳性细菌( $G^+$ )和革兰氏阴性细菌( $G^-$ ),选取了不同的化学试剂——不易挥发和易挥发,对化学试剂设立了不同的浓度梯度,采用两种不同的测定方法——滤纸片法和石炭酸系数法,对于滤纸片法规定了滤纸片直径的大小范围,让学生自行选择大小。本实验不仅要求学生学习适宜菌悬液的调制方法、涂布法接种技术,而且更重要的是学习实验设计思路和对实验数据的分析方法。对获得的实验数据,我们要求学生从以下几个角度进行分析:不同菌种对同一化学试剂的反应;同一菌种对不同化学试剂的反应;不同测定方法的对比与评价;滤纸片法中滤纸片大小对实验结果影响。

由于实验结果以测量的数据为分析依据,提供了进行统计分析的数据平台,所以我们要求学生全班各组同学获得的数据进行整理并进行统计分析。例如采用滤纸片法以测量抑菌圈直径作为结果判定依据,以无菌生理盐水为对照,并设置平行实验,每组同学都有对于 2 个菌种、2 种化学试剂、4 种浓度处理的数据,全班 20 组可获得 20 组数据用于统计学分析。若分析两个菌种对同一种化学试剂在同一浓度处理下是否有差异,可采用生物统计学中 T 检验方法;若分析一个菌种对同一种化学试剂

在不同浓度处理下是否有差异,可采用生物统计学中 F 检验方法。进行实验数据的统计学分析,对实验结果给予正确评价,因此学生在分析讨论中不仅有话可说,而且有理有据。综合性实验教学模块为进行设计性实验奠定了基础。

### 1.3 设计性实验教学模块——解决实际问题

该模块在总的实验教学安排中占 30%。根据微生物学实验教学内容,从生活实际出发,我们提出了两个设计性实验题目——化学抑(杀)菌剂的效果评价和鲜乳(豆浆)中微生物生长的变化,学生 2~4 人组成小组进行实验设计,规定了实验目标、实验时间范围。设计性实验的流程为:教师提出实验题目 学生分组设计提交设计报告 教师审定实验设计报告 实验技术人员提供相关试剂、材料和仪器 学生独立实验 整理数据撰写论文 实验报告和总结。每一个设计性实验完成的时间为 3 周。

设计性实验是在老师的指导下学生独立完成实验设计实现自己的想法。为了使自己的实验设计报告合理可行,又能反映自身的兴趣,各组学生查阅了相关文献,集思广益、相互协商。同一个题目,不仅选材多样而且方法多样。例如在化学抑(杀)菌剂的效果评价中,各组学生选择的材料都不同,涉及各种洗涤剂和各种常用药物等。为满足学生实验的需求,实验室全天开放,学生利用课余时间进行实验,遇到问题及时商讨并与老师交流。实验结束后,整理、分析数据,每位学生按照科研论文格式撰写论文,最后通过组织全班同学的实验报告会交流实验结果和体会。

## 2 明确学习目标,把握实验教学过程的各个环节

实验教学的目的是掌握基本实验技术、学习获取数据的方法、培养学生综合运用知识的能力和严谨的科学学风。教学目的的实现需要落实到实验教学过程的各个环节中,因此教师必须把握实验教学过程中的每一个环节。

### 2.1 实验预习

实验预习是实验教学的重要环节之一。充分预习,能使学生在实验过程中心中有数不盲目。特别是进行实验内容的整合后,每次实验内容多、持续时间长,实验预习环节更为重要。为了做好预习环节,我们利用学校的教学网络平台、设立学生的公

共邮箱,将讲解每个实验的幻灯片提前一周发布,要求学生仔细阅读,结合实验教材进行预习,撰写预习报告。为了提高预习效果,我们在每个实验的幻灯片中设立一些与实验相关的问题,让学生积极思考,带着问题进行实验,借此也可以达到调动学生学习主动性、激发学习兴趣的目的。

### 2.2 实验过程

实验过程是学生学习操作技术、通过观察测量获得实验数据的环节。为规范操作,我们在实验前给学生以操作演示,说明操作要领。在实验进程中,巡视观察学生的实际操作,及时纠正不规范操作。对于学生提出的问题,采用诱导启发的形式,帮助学生寻找正确答案。要求学生对实验过程、实验现象和实验数据如实记录,为实验结果的分析做好准备。为了增强学生对实验结果和数据的分析能力,每一次实验结束后,我们将全班学生组织一起,进行本次实验总结,对于实验过程中出现的问题和非预期结果进行集体讨论,并表扬获得较好实验结果的学生。这样的工作也为教师积累了教学经验。

### 2.3 实验报告

实验报告是科研论文的雏形。对于学生来说,撰写实验报告的过程是对实验原理、过程及结果的再次提炼和总结的过程,也是培养学生深入思考问题、运用比较准确的书面语言描述现象和阐述问题的阶段。为此,我们严格规范实验报告,强化写作训练。

1) 实验目的:按照实验的基本要求,以精炼的语言表述。

2) 实验原理:在实验原理的撰写中,我们强调学生要避免抄袭书本,应根据实验内容所涉及的科学问题,查阅相关资料,在理解的基础上对实验原理进行归纳总结。

3) 实验试剂、材料和仪器:要求学生根据实验的实际需要一一列出,对于所用的实验材料要标出来源、名称,要求学生细心观察和记录,养成良好的科学习惯。

4) 实验步骤:按照操作流程,以较为精炼的语言表述。

5) 实验结果:要求学生真实记录实验结果,并对原始数据进行整理,以图或表的形式表示实验结果,并对实验结果进行文字描述。

6) 分析讨论:分析讨论的内容不仅包括对实验结果的分析,还包括实验过程存在问题的探讨,

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

并鼓励学生根据自己的实验体会对实验提出改进意见和建议。许多学生开始觉得这一环节很难,不知如何叙述,如何分析。为此,我们在实验开始时设立一些问题让学生在实验过程中思考,根据实验结果分析获得答案。几个实验结束后,学生基本掌握了讨论问题思路,在设计性实验论文中分析讨论就有的放矢了。

### 3 细化考核内容,树立严谨的学风

实验课的考核应体现操作能力、实验结果分析等方面。微生物学实验的成绩评价由平时成绩(即验证性实验模块和综合性实验模块的实验成绩,70%)和设计性实验成绩(30%)组成。平时成绩由每一次实验成绩加和平均计算,每一次的成绩又是由实验操作(60%)和实验结果分析(40%)两部分组成,设计性实验成绩的评定涉及实验完成情况、同学的合作、实验论文写作和实验总结汇报情况综合评定。因此,微生物学实验的成绩评定具体落实到每一次实验和每一个环节中,学生走进实验室上课的同时,也开始了实验课考试。这种考核方式的实施,不仅使学生重视实验课的学习,而且有助于学生养成良好的习惯:认真预习、规范操作、记录结果、认真讨论,对培养学生树立严谨的学风起到了促进作用。

### 4 严格要求与鼓励启发相结合,提高学生学习兴趣

与理论课教学相比,实验教学创造了更多的教师与学生相互交流、相互了解的机会。实验教学任务的特殊性要求教师必须运用适宜的教学方法,严格要求与鼓励启发相结合。

在微生物实验教学中,除了验证性实验模块的实验可以在实验当天看到结果外,其它模块的实验往往需要2d或更多的时间才能完成,而且内容是循序渐进的,因此严格要求学生非常重要。为了培养学生良好的实验习惯,我们在实验规范操作的训练、实验结果的认真记录与分析以及实验报告的认真撰写等几个方面对学生进行严格要求。例如,对每一项实验操作技术,教师事先给学生以正确演示,及时纠正学生的不规范操作;对每一次实验所获得的实验结果、数据,教师先进行每组的确认,然后结合全班各组学生的实验结果,进行本次实验总结,

对实验中出现的問題,引导学生正确分析、找出原因,汲取经验教训。

教师是“传道、授业、解惑”者,为学生所尊重,每一个学生都希望自己的学习得到老师的认可,这启示教师应该善于发现学生的优点,因材施教,正确处理好严格要求与关心鼓励的关系。而民族高校的学生来自于民族地区,由于地区的差异,学生接受知识的能力不同,更需要教师的鼓励。因此,在微生物学实验教学中,我们在严格要求学生的同时,对接受能力相对较弱的学生,鼓励他们不要急,静下心来,反复操作训练;对于遇到的问题,我们和学生一起讨论,启发鼓励学生思考,找出问题出现的原因和解决问题的方法。此外,我们充分利用批改实验报告的机会,指出存在的不足之处,同时提出其具有的优点,鼓励学生努力进取。学生看到老师认真批改的实验报告,不仅有对书写格式方面的批改、文字表述的修正,而且还有鼓励,提高了对实验学习的兴趣,同时使师生间的关系更为融洽。

为激发学生的学习兴趣,在微生物学实验教学中,我们预先设计几个小问题,营造一个解决问题的氛围,增强学生在实验过程中的“问题意识”,让学生通过实验找出答案。例如在“食品中大肠菌群的测定实验”中,我们给学生提出的问题包括:1)测定鲜肉中的大肠菌群为何采用 $10^{-3}$ 、 $10^{-4}$ 、 $10^{-5}$ 三个连续的稀释度?2)在EMB平板进行划线接种,菌落生长的特征与培养基成分的关系?3)菌落总数的测定与大肠菌群的测定在实验方法、数据记录与计算标准上的差异?4)实验中获得的新鲜肉中大肠菌群的MPN值给你的提示是什么?

### 5 模块式教学体系实施的效果评价

几年来,我们在微生物学实验教学中进行教学改革尝试,建立了微生物学实验的模块式教学体系,3个实验教学模块既相对独立,又密切相关,前两个模块的完成为设计性实验模块的进行奠定了基础。该模块式教学体系的实践对学生综合素质能力的培养已见成效。

通过微生物学实验教学,学生掌握了研究微生物的实验技术和方法(如微生物制片与染色技术、微生物培养分离技术、灭菌技术、接种技术等),训练了解决实际问题的能力。每一次实验的完成,学生

掌握相关实验技术的同时, 看到自己获得的结果有一种成就感, 由此调动了学生学习的积极性和主动性。

学生在设计性实验模块中收获最多。学生 2~4 人一组, 通过实验设计、实验过程、实验论文撰写和实验结果汇报的整个过程的训练, 使学生在科学研究的态度、团结协作意识、思维能力培养、面对失败的态度、文字表述能力和口头表达能力等方面都有了较大的提高。在实验报告会上, 学生精心制作了幻灯片, 向全班同学汇报自己小组的实验结果, 回答同学和老师提出的问题, 同时总结实验的收获与不足。例如 07 级生物科学专业的钟晗同学在总结中表达了自己的实验收获: “衷心感谢老师对我们的指导, 让我们自己思考, 让我们在真正自己研究自己设计的实验中体会到快乐, 虽然这其中总会出现未知的艰辛以及困难”。余丽同学写到“实验需要一个明确的设计和严谨的操作, 这样会减少操作的时间, 在实验过程中一定要懂得思考, 要配合, 凝聚大家的智慧, 这样会更好的完成实验, 而且会学到更多不同的知识”。

04 级生物技术专业的陈曦同学将自己参与微生物学实验的感受进行总结, 撰写了题为“我眼中的综合性设计实验”一文, 发表在中央民族大学周报上, 扩大了实验教学的影响。她写到“像许多事情一样, 实验也同样需要团队和合作精神, 实验的整体设计需要集思广益, 较大的实验过程需要齐心协

力, 出现各种问题需要一起讨论解决, 一起承担困难, 一起分享成果。或许这也正是真正意义上的综合素质的培养与训练吧”。

一些学生根据已掌握的微生物学实验相关技术和方法, 积极参加学校设立的本科生研究训练计划 (URTP) 的申请。例如 06 级生物科学专业的马磊等 5 名同学提出的“中央民族大学教室空气中微生物(细菌与霉菌)的种类、数量的调查与研究”2008 年获得了 URTP 的批准立项。

在学校组织的教学评价中, 学生给予任课教师很高的评价。主讲教师被评为学校的十佳教师。作为一名教师, 教学得到学生的认可, 甚感欣慰。微生物学实验的教学改革实践实现了教学相长, 我们将继续总结、不断完善, 为进一步提高学生的综合素质而努力。

## 参 考 文 献

- [1] 李英丽. 实验教学在人才培养中的作用. 实验技术与管理, 1999, 16(1): 103-104.
- [2] 范黎, 刘明, 张伟杨, 等. 微生物学实验课教学改革的点滴体会. 微生物学通报, 2001, 28(4): 168-171.
- [3] 袁丽红, 蔡恒, 陆利霞, 等. 微生物学实验教学改革探索与实践. 化工高等教育, 2007, 6: 93-95.
- [4] 张香美, 马同锁, 刘坤, 等. 夯实基础, 培养能力. 微生物学通报, 2008, 35(6): 963-966.

稿件书写规范

## 论文中计量单位的表示方法

为执行国务院发布的《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》的规定, 计量单位和单位符号按国家技术监督局发布的《量和单位》GB3100-3102-93 执行。单位符号均用英文小写(正体), 不允许随便对单位符号进行修饰。现将本刊常用计量单位和符号介绍如下, 希望作者参照执行。

时间: 日用 d; 小时用 h; 分钟用 min; 秒用 s 等表示。

溶液浓度: 用 mol/L, 不用 M (克分子浓度)和 N(当量浓度)等非许用单位表示。

旋转速度: 用 r/min, 不用 rpm。

蒸汽压力: 用 Pa 或 kPa、MPa 表示。

光密度: 用 OD(斜体)表示。

生物大分子的分子量: 蛋白质用 D 或 kD, 核酸用 bp 或 kb 表示。

图表中数值的物理量和单位: 物理量符号采用斜体, 单位用正体并用括号括起, 例如:  $t(h)$  (表示时间, 单位是小时)。带数值的计量单位: 计量单位不能省略, 跟数字之间加一空格 (和%除外), 例如:  $20\text{ cm} \times 0.3\text{ cm}$ , 不能写成  $20 \times 0.3\text{ cm}$ ;  $3 \sim 5$  不可写成  $3 \sim 5$ ;  $3\% \sim 6\%$  不可写成  $3 \sim 6\%$  等。

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