

# 微生物学开放性实验的探索与研究

刘志伟<sup>1,2</sup> 屈年瑞<sup>1</sup> 高大威<sup>1\*</sup>

(1. 燕山大学环境与化学工程学院 河北 秦皇岛 066004)

(2. 河北省应用化学重点实验室 河北 秦皇岛 066004)

**摘要:** 微生物学是生物工程专业的主干课程, 其对学生的实践能力要求很高, 目前实验教学中, 验证性实验较多, 而综合性、设计性实验相对不足的问题很突出。为了更好地提高学生的微生物学实验技能, 培养学生在较高的层次上发现问题并解决问题的能力, 从 2006 学年起, 微生物学实验课程在原教学计划的基础上增加了一个开放性综合大实验——环境中微生物的分离纯化培养及鉴定大实验, 要求学生独立查阅文献、设计实验方案, 并在教师的指导下完成整个实验过程, 并将此综合实验与学校创新大赛相结合, 提高了学生的兴趣和积极性。通过此项训练, 学生对微生物学的操作技能有了显著的提高, 其独立解决问题及团队协作能力也得以增强。经过 5 年的实践, 证明该模式取得了良好的教学效果。

**关键词:** 微生物学, 开放性实验, 综合性实验, 实验教学

## Opening experiment of microbiology

LIU Zhi-Wei<sup>1,2</sup> QU Nian-Rui<sup>1</sup> GAO Da-Wei<sup>1\*</sup>

(1. College of Environmental and Chemical Engineering, Yanshan University, Qinhuangdao, Hebei 066004, China)

(2. Hebei Key Laboratory of Applied Chemistry, Qinhuangdao, Hebei 066004, China)

**Abstract:** Microbiology, as the major course of biological engineering, requires the better practical ability for the students. However, there is obvious problem on a few of comprehensive designing experiment and many proving experiments in the teaching. In order to train the students' operating ability of basic skills in the microbiology experiments and discovering and solving problems at a higher level, the courses of experiments of microbiology have been adjusted since 2006. The opening comprehensive experiment of "Isolation, Cultivation and Identification of Environmental Microbe" has been added in the courses of the microbiology experiment. The students were asked to search correlative documents and design the experimental protocol independently, and then carried out the experiment with the guide of the instructor. Meanwhile, the comprehensive experiment was incorporated with the innovation match of Yanshan University, which increases the students' interest and enthusiasm for the experiment. The operational skills of the students have been enhanced significantly. In addition, the abilities of in-

\* 通讯作者: Tel: 86-335-8387553; ✉: dwgao@ysu.edu.cn

收稿日期: 2010-07-08; 接受日期: 2010-10-25

dependent solving problems and cooperation in the team have been increased. The excellent teaching result has been achieved with five years' practice.

**Keywords:** Microbiology, Opening experiment, Comprehensive experiment, Experimental teaching

生物技术的迅猛发展对当代高校实验课程教学提出了新的要求, 实验课程的教学改革已成为高等教育改革中遇到的突出问题<sup>[1]</sup>。微生物学是生物学领域中一门重要的分支学科, 该学科的突出特点是具有很强的实验性和应用性<sup>[2]</sup>。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<sup>[3-4]</sup>。目前, 传统的微生物学实验课教学的顺序基本上是按理论教学内容的顺序安排的, 多数属于验证性实验, 因此存在诸多不足, 如实验课安排不连贯、学生实验目的性不强、实验趣味性差、验证性实验过多等<sup>[5-6]</sup>。实验课所需的器皿及试剂耗材等均由指导教师预先准备, 学生进入实验室只是机械地按照实验步骤进行操作, 不能充分发挥学生的主观能动性, 学生学习基本处于被动状态, 学习热情不高, 对实验过程及结果印象不深<sup>[7-8]</sup>。并且对于某些实验来说, 学生很难在规定的时间内完成实验操作, 从而造成学生为了赶时间而降低对实验操作的要求, 对于实验中遇到的问题不求甚解, 不主动思考原因, 这也就无法达到实验教学的目的。因此, 为了改变这种现状, 把实验教学的重点放到培养学生的综合能力上, 有必要逐步改进实验教学方法, 从实验教学内容的创新、方式的改革和管理的提高等方面入手, 建立起一整套适用于生物工程专业本科生的实验课程创新教学体系。

## 1 实验教学改革的必要性

微生物学作为生物学中具有一套自己独特操作技术的学科<sup>[9]</sup>, 需要对学生进行独立的操作技能训练, 例如显微镜技术和制片技术、无菌操作技术、纯种分离和培养技术、突变株筛选技术、深层液体培养技术、微生物分类鉴定技术以及菌种保藏技术等。在生物科学飞速发展的今天, 分子生物学、基因工程学、生物技术等都需要有微生物学操作技能为基础, 因此训练微生物学的基本操作和实验技能

是微生物学实验的重要任务。而在目前实验课程教学中, 验证性实验相对较多, 综合性、设计性实验相对较少是一个的突出问题, 这不利于学生兴趣和创新能力培养。而实验教学计划的改革, 将原实验计划中的基础实验按照实验目的分为不同的操作模块, 在此基础上直接增加一个开放性综合实验, 并将基础实验模块直接与综合实验中的各个步骤直接对应, 这样大大增强了学生学习基础实验的针对性, 并且加强了学生对综合实验的整体把握和深入了解, 对综合实验过程中各个环节有了深入的认识。与此同时, 将此综合实验同学校创新大赛相结合, 学生可以针对自己的课题将所学到的实验技术综合运用, 这样既有利于巩固所学的实验技术, 发挥学生的主动性, 激发学生的兴趣, 又有利于培养学生的独立思考能力、综合运用知识能力、解决问题能力和创新能力。

## 2 建立微生物学实验教学体系的几点尝试

### 2.1 制定新的实验教学目标, 明确指导思想

为了改变验证性实验在传统微生物实验教学中占据极大比例这一现象, 我们重新制订了微生物学实验教学大纲, 增加了微生物学实验的总学时, 将原实验计划中的基础实验按照实验目的的不同分为不同的操作模块, 在此基础上直接增加一个开放性综合实验, 并将基础实验模块与综合实验中的各个步骤直接对应, 这样大大增强了学生学习基础实验的针对性, 并且加强了学生对综合实验的整体把握和深入了解, 对整个实验过程中各个环节有了深入的认识。

### 2.2 调整实验顺序, 增强课程整体性与连贯性

设计性实验是一个连续、系统的研究过程, 而微生物实验的各项内容之间相对比较独立。因此, 利用科研课题的研究思路将分散的单项实验按其性质和内容统筹安排, 加强实验过程的整体训练, 能够有利于学生对微生物技术的整体认识。为了使学

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

生在有限的时间内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、独立思考问题、分析问题、解决问题能力和创新能力,达到培养学生综合素质的目标,我们将微生物学实验分为两个模块:基本技能训练模块和设计性实验模块。针对每个实验模块提出不同的要求,如在基本技能训练模块中,要求学生在记录实验现象的同时还要结合现实中存在的一些现象加以分析,写在实验报告册的讨论部分;在设计性实验模块中,则完全按照科研的形式来要求学生,让他们自由分组,在实验前需查阅相关资料,做开题报告,由指导教师审阅通过后方可进行实验。实验结束后需进行答辩,答辩成绩也记入最后的总成绩中。

在基本技能训练模块中,我们将实验按顺序分为:准备实验、微生物的形态观察实验、微生物数量的测定、细胞大小测定和微生物生理生化指标的测定实验。在每个实验中针对学生在实际操作所用到的各项操作技能进行训练。通过上述实验,使学生熟悉了微生物学实验常用器皿和仪器的使用,掌握了微生物学实验操作的基本思想与方法,在原理上充分理解每一步骤的意义,在操作上深刻领悟各个环节的注意事项,练好过硬的实验技术,养成良好的操作习惯,为接下来的设计性大实验打下基础。

### 2.3 放手指导,让学生自主实施实验

突出学生的主体地位,放手让学生亲自参加采集样品、准备实验材料和配制试剂等实验的各种准备工作,并独立完成整个实验操作,学习和体会实验的每一个环节<sup>[10]</sup>。这样既可以提高学生的动手能力,又可以调动学生学习的主动性和积极性。

在选题之初,为了培养学生的科学思维及合作精神,将学生以3-4人分为一个小组,经小组成员查阅资料并讨论后确定出几个研究题目,自行设计实验方案,再由指导教师同学生一起对各个题目的可行性进行分析,对于可行的试验计划,要完善细节,制定出应对各种情况的预案;而对于不可行的实验计划,在肯定其创意的同时,要找出其不可行处在哪里,以后应如何避免此情况发生。通过此阶

段,可以使学生增强科研的大局观,也有利于学生顺利完成实验计划,增强学生的信心。

在实验过程中,学生可以根据自己设计的题目自主地选择实验材料、增加实验内容,将生产与生活中存在的一些问题抽象成科学的试验过程,用试验结果解释其原因,这能够更好地激发学生对微生物学及其实验的兴趣。对于微生物实验来说,很多情况下很难一次就获得预期的结果,因此需要学生反复进行实验,并且在实验过程中优化实验条件,这要求学生不但能对所学知识融会贯通,而且还要充分利用图书馆资源和网络资源获取知识。为了解决实验中遇到的某些问题,学生会利用课余时间相互讨论或自发设计一些新的试验方案来找出答案,同时试验所需材料的准备均由学生独立完成,教师则在试验过程中给予指导。除了实验课上所采用的方法外,学生还自己查阅资料,罗列多种不同的方法,讨论各种方法的利弊,这也可以大大提高学生的分析能力。

### 2.4 结合创新大赛,提高学生兴趣

兴趣是最好的老师,只有激发起学生的学习兴趣,他们才会主动的花时间和精力去钻研所学的内容。为了激发学生做实验的兴趣,我们将微生物学设计性实验同学院的科研立项及学校的“世纪杯”大学生课外学术科技作品竞赛相结合,鼓励学生对课题进行深入研究,从深度和广度上予以加强,取得了良好的效果。例如生物工程专业2002级学生的实验内容“人类文明的隐患——电脑键盘致病菌的监测”即是从小处着眼,从人们身旁经常接触的电脑键盘入手,利用课堂中所学到的相关微生物分离、纯化及鉴定的相关知识,深入研究了键盘上所存在致病菌的种属与数量情况,为人们安全健康的使用电脑敲响了警钟,同时也为进一步采取预防措施提供了数据支持。在专业教师的指导下,他们精心设计了实验方案,并以极大的热情投入到了实验中去,同时还做了大量相关资料的查阅及讨论以解决在实验过程中遇到的问题,最终取得了燕山大学第十届“世纪杯”大学生课外学术科技作品竞赛一等奖和“挑战杯”2005“动感地带”河北省大中学生课外学术

科技作品竞赛一等奖的好成绩。

除此之外, 还让部分学生参加到老师的科研工作中去, 直接将老师科研工作的部分内容作为自己的实验课题。例如将教师课题“产胞外酶的海洋微生物筛选及特性研究”分解成若干操作性强的子课题“产蛋白酶的海洋微生物筛选及种属鉴定”“产蛋白酶的海洋微生物生长及发酵特性研究”等内容作为研究性实验课题引入实验教学, 供学生分组选择。这样不仅使学生了解了当前学科领域出现的新知识内容, 开阔了学生视野, 培养了学生的实验技能, 更重要的是培养了学生的科学探索意识和科学研究能力, 激发了他们的学习热情及创造性思维, 促进了科研与教学的良性互动。

### 2.5 建立完善的考核制度

传统微生物学实验考核只注重实验报告上的实验结果, 而忽略了学生的实验操作过程。这种做法不但会让学生觉得做与不做一个样, 做好与做坏一个样, 极大打击了学生的积极性, 而且还会使学生养成抄袭实验结果的坏习惯。我们在实验教学改革中完善了实验考核制度, 使得考核内容涵盖了从预习实验报告到实验具体操作, 再到实验报告整个过程。这些完整的考核制度在很大程度上提高了学生的学习积极性。而针对设计性大实验的考核则要求学生提交一份研究论文或结题报告, 这与传统实验教学中的实验报告形式截然不同。学生在撰写研究论文和结题报告过程中, 还需要学习对实验数据的分析、总结和归纳以及论文或报告的写作方法, 这也增强了学生科研论文的撰写能力, 进一步提高了学生的培养质量, 为后续的毕业设计打下很好的基础。

## 3 开展微生物学设计性实验的体会

微生物学设计性实验由于没有预先设定好的实验方案, 且实验结果亦存在极大的不确定性, 有可能需要反复实验才能得到一个满意的结果, 因此对学生的毅力提出了更高的要求, 需要大量查阅国内外文献, 反复论证以制定实验方案, 亲自动手准备并开展实验, 对实验中出现的問題进行分析和解

决, 这使学生对微生物学研究方法和实验基本操作有了深刻的理解, 并且将试验结果同理论课知识加以印证, 这也加深了学生对微生物学理论知识的认识。在整个实验过程中, 通过查阅国内外资料增强了学生分析问题的能力, 开阔了学生视野; 通过集体讨论交流, 锻炼了学生从不同角度分析问题、解决问题的能力, 拓展了学生的思维视角; 通过对实验操作中出现的問題进行分析及再次查阅文献和集体讨论的过程, 增强了学生分析问题的能力, 同时对实验的本质有了更深的理解; 通过实验论文的写作, 培养了学生对所学知识及时整理总结的习惯并提高学生的写作水平。学生在设计性实验过程中通过对多种实验技术的综合运用和反复实践, 强化了对微生物学基本实验技能的掌握, 提高了科学研究素质。

微生物学设计性实验对于指导教师而言也是一个新的挑战, 指导教师不仅要分析学生的实验方案, 对其可行性进行审核, 而且要指出其中的不足并提出建议, 这都对指导教师的素质和能力提出了更高的要求, 教师不仅要对专业知识和实验技能有扎实的功底, 而且要不断学习充实和提高自己, 及时了解本领域内最新知识动态, 以保证实验顺利完成。

虽然开设设计性实验优势明显, 但在实验中也存在不足。第一, 微生物学设计性实验连贯性非常强, 这就要求学生在不影响其他课程的情况下, 尽可能的抽出时间来实验室完成实验, 而且也需要指导教师投入极大的精力和热情, 牺牲大量的业余时间对学生指导。第二, 由于实验中所用到的药品和仪器都由学生亲自配制和准备, 这也不可避免的造成实验耗材和设备的需求量增加, 实验经费增加。第三, 由于实验室条件和大型仪器数量的限制, 在某些仪器的使用上需要学生小组之间相互协调, 可能会降低设计性实验的预期进度。第四, 在设计性实验中, 有许多学生自主能力差, 遇到挫折就灰心丧气, 这就要求指导教师能够及时予以引导, 鼓励其坚持完成实验。总体来讲, 微生物学设计性实验是在学生已掌握微生物学实验基本知识和基础理论的前提下对微生物学实验技能的强化, 同时对

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

学生科研态度的培养和独立实验水平的提高做出了重要的贡献。

#### 4 结束语

通过在生物工程专业学生中推行新的微生物学实验教学计划,学生对如何从事科研工作的全过程有了初步的认识,对如何选题、查阅资料、设计方案、完成实验、结果分析和总结等环节进行了初步尝试,积累了一定的经验。学生选择的课题也多次在省级及学校的创新大赛中获奖,这也证明了教学改革的正确性。而随着时代的进步,知识和教学手段的更新也会与时俱进。只要不懈地努力,坚持创新理念、坚持理论与实践相结合的原则,突出学生在实验教学中的主体地位,就一定能不断提高实验教学质量,将教学改革推向纵深。

#### 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[J]. 微生物学通报, 2005, 32(4): 153-155.
- [2] 袁丽红, 周华, 韦萍, 等. 提高微生物学实验课教学效果的探索与尝试[J]. 微生物学通报, 2008, 35(4): 614-618.
- [3] 季淼, 叶明, 杨柳, 等. 工科院校微生物学实验教学改革与实践[J]. 微生物学通报, 2008, 35(6): 977-979.
- [4] 袁丽红, 蔡恒, 陆利霞, 等. 微生物学实验教学改革探索与实践[J]. 化工高等教育, 2007, 24(6): 93-95.
- [5] 张玲, 贺新生. 建立科学的微生物学实验课程体系[J]. 实验室研究与探索, 2004, 23(10): 62-63.
- [6] 高冬梅, 李莉, 田琳. 依托重点实验室开设环境微生物综合实验[J]. 实验室研究与探索, 2009, 28(9): 136-137.
- [7] 徐晖. 改革实验教学提高微生物学实验教学质量[J]. 实验室研究与探索, 2009, 28(10): 136-137.
- [8] 黄瑶, 黄翠姬, 伍时华, 等. 改革微生物学实验教学方法, 提高学生综合能力[J]. 微生物学通报, 2009, 36(6): 914-917.
- [9] 张秀红, 胡青平, 张丽红, 等. 微生物学相关课程实验教学的设置与实践[J]. 实验科学与技术, 2009, 7(4): 113-115.
- [10] 张建丽, 范蕾. 生物工程综合实验教学改革研究与实践[J]. 实验技术与管理, 2008, 25(5): 144-146.

#### 编辑部公告

#### 关于《微生物学通报》专题刊申请的通知

当前,随着生物技术的飞速发展,微生物学涵盖的领域越来越广,交叉学科的研究也越来越受到关注。除了已有的微生物学、病毒学、基因工程、细胞工程、酶工程、发酵工程之外,基因组学、代谢工程、纳米科学、生物炼制、生物质能等也逐步成为微生物学研究的热门领域。为了更加系统、集中地反映各个领域的研究成果,以及该领域学科的热点难点问题,充分发挥《微生物学通报》的学科引领和导向作用,促进学科发展,为某个领域的科研人员提供一个交流的平台,《微生物学通报》编委会决定自2008年起,每年出版一定数量的专题刊。专题刊将系统地反映微生物学相关领域或新学科生长点的最新进展,及时介绍国内外微生物相关前沿领域的突破性成果,以及面向国家和社会发展需要并具有重大应用前景的研究成果。真诚欢迎本领域各学科的学术带头人,申请并组织专题刊。申请得到编委会批准后,申请人将被邀请担任本专题刊的特邀编辑,负责组织稿件、确定审稿专家,并撰写专题刊序言。

根据专刊工作计划,现将有关事项通知如下:

1. 专刊申请的有关规定附在通知的下面,请申请者仔细阅读;
2. 提交形式:请到我刊主页(<http://journals.im.ac.cn/wswxtbcn>)的“下载专区”下载专题刊申请表;填写好之后,以E-mail附件的形式发送到编辑部信箱: [tongbao@im.ac.cn](mailto:tongbao@im.ac.cn), 请在邮件主题中注明:“专题刊申请”字样;
3. 申请者如有疑问,请咨询编辑部,联系方式: Tel: 010-64807511; E-mail: [tongbao@im.ac.cn](mailto:tongbao@im.ac.cn)。

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