

生物工程专业实验教学改革与实践

邵文尧, 陈成泉, 王海涛, 曹志凯

(厦门大学 化学工程与生物工程系, 福建 厦门 361005)

[摘要] 本文从工科专业实验课教学的重要性入手, 阐述了进行生物工程专业实验课教学改革的必要性和重要意义, 介绍了生物工程实验教学改革的相关体会。

[关键词] 教学改革; 生物工程专业实验; 教学体会

On Teaching Reform and Practice at Biochemical Engineering Experiments

Shao Wenyao, Chen Chengquan, Wang Haitao, Cao Zhikai

Abstract: This article, based on the importance of the engineering experiments teaching, expounds the necessity and importance of the reform in Biochemical Engineering Experiments Teaching, and also introduces the experience about Biochemical Engineering Experiments Teaching reform.

Key words: Teaching reform; Biochemical Engineering Experiments; Teaching experience

实验教学是工科学生重要的实践性教学环节,也是理论课教学的进一步延伸。工科实验教学最直接的目的就是培养学生的动手能力,使学生从感性认识上升到理性认识,在实践中加深学生对理论知识的认识和理解。我系生物工程专业实验在2005年正式独立设课,生物工程实验室于2005年9月正式建立,生物工程专业实验课的建设与改革随着实验仪器的到位已进行了不断的探索。例如,更新实验内容、改革实验教学方法和手段、增加学时数等。这些方面已取得了一定的成绩,现对实验教学改革的体会进行简要阐述。

一、编好教学大纲和计划,开好专业实验课

我们根据前三年的实验开展情况和本专业人才培养定位,改进了教学大纲,制定了详细的实验大纲,重新修订了实验计划和教材。教材中明确

实验名称、实验时间、实验性质、实验学时、分组人数、实验目的和要求、实验原理、实验材料和仪器(包括设备、仪器、药品、场地等)、实验方法与步骤、结果记录及分析、思考题等内容。

实验计划和教学大纲的制定把握以下几个原则:减少重复性,体现连贯性,实现整体性,即单一性实验,多综合性实验;少验证性实验,多设计性实验;少演示性实验,多操作性实验。在实验中克服经费、人力物力不足的情况,完全按大纲实施,不许走样,改变过去部分实验变成模拟和演示实验的问题,让每一个学生能够亲自动手,增加实践的比例,使学生的实验技能大大提高。唯有实践才是检验真理的标准,才是考查学生综合能力的指标,才是提高学生专业综合实验能力的有力手段。

[作者简介] 邵文尧(1980-),男,工程师,在读研究生,生物工程专业实验室副主任。

二、改革教学内容, 培养时代需求的应用型人才

近几年生物科学技术发展迅速, 取得了令人瞩目的成绩, 新技术、新方法层出不穷。因此, 紧跟专业发展前沿, 更新教学内容是目前生物工程专业实验改革的紧迫任务。实验内容要与科学的发展保持同步, 实验内容的现代化要特别注意实验内容的基础性、实用性、综合性与现代性。^[1]

变革中国高等教育“生产关系”是教学改革的重中之重。^[2]

本课程的目的与任务主要有以下几点:

1. 通过专业实验中典型的发酵工程、基因工程、酶工程、生物分离工程、环境生物工程实验, 使学生加深对理论的理解, 提高学生对工程与工艺问题的认识;

2. 培养学生掌握专业实验技术与实验研究方法;

3. 学会使用专业实验的主要仪器及先进的测试分析仪器, 并进行实验数据的测定、分析与处理;

4. 通过实验提高学生的动手能力、独立思考能力与工程处理能力。

经过改革, 我们开设的十个专业实验涵盖了生物工程的上游技术(基因克隆)、发酵技术、下游生化产品的分离纯化、检测以及酶催化的基本操作技术。实验开设尽可能与实际研究应用具有承接性, 避免专业实验与实际应用脱节, 利用科研项目引导实验开设, 完善教学实验。具体实验项目及学时分配情况如表 1 所示。

表 1 实验项目表

序号	实验项目	实验内容	学时数	每组人数	类型
1	微生物胞外多糖的分批发酵	通过对斯达油脂酵母胞外多糖的发酵, 了解一般微生物胞外多糖的分批发酵基本过程; 初步掌握微生物的基本操作。	10	6	综合
2	微生物胞外多糖的粗提及其测定	掌握多糖类大分子物质的粗提方法; 掌握多糖定量测定方法; 了解有机溶剂沉淀多糖的反应机理。	4	6	综合
3	聚合酶链式反应(PCR)体外扩增 DNA	掌握 PCR 实验的原理及其操作过程; 了解影响 PCR 反应的影响因素; 了解 PCR 的用途。	4	6	综合
4	大肠杆菌的 DNA 转化实验	以目的基因转化大肠杆菌为例, 学习转化的基本原理及方法; 验证 DNA 是遗传物质, 加深对中心法则的理解。	6	6	综合
5	基因工程菌质粒 DNA 的提取实验	了解质粒 DNA 的提取方法; 初步掌握质粒 DNA 粗提取的方法	6	6	综合
6	琼脂糖凝胶电泳分离、鉴定质粒 DNA	了解质粒 DNA 琼脂糖凝胶电泳的原理; 初步掌握质粒 DNA 的琼脂糖凝胶电泳分离技术; 学会使用电泳仪。	5	6	综合
7	有机废水的好氧生物降解实验	初步了解 COD 的意义并掌握其测定方法; 了解好氧生物法对有机废水 COD 的降解情况	6	6	验证
8	高效毛细管电泳分离蛋白质	了解高效毛细管电泳的基本原理以及操作方法; 采用高效毛细管电泳分离蛋白质样品; 改变流动相 pH 值, 研究其对分离效果的影响。	5	6	验证
9	重组大肠杆菌发酵生产 β -1, 3-1, 4 葡聚糖酶	熟悉发酵罐的组成, 掌握发酵罐的操作; 掌握基因工程菌的发酵罐培养方法; 掌握微生物的生长周期和产物表达的特点; 掌握细菌及葡聚糖酶定量方法。	10	6	综合
10	杂合 β -1, 3-1, 4 葡聚糖酶的酶学性质	了解杂合 β -1, 3-1, 4 葡聚糖酶的生物催化特性; 初步掌握酶学性质的研究方法; 掌握酶反应动力学常数的测定方法	4	6	综合

三、强调综合设计性实验在实验教学中的重要性,提高教学效果

我系原有的生物工程专业实验以验证性实验居多,我们根据现已投入仪器情况,尽可能多地安排了综合性实验。在验证性实验中,学生只要根据实验讲义,按拟定的实验步骤,利用已准备好的实验器材,按部就班地操作即可。这种“由老师抱着学生走”的实验方式,其效果很差。因此,我们制定了综合性和设计性都很强的大实验,如“微生物胞外多糖的分批发酵实验”、“微生物胞外多糖的提取及其测定实验”等。这些实验实用有趣,内容涉及了微生物培养、基因工程、酶工程等许多不同的学科,学生在实验任务及实验目的明确的前提下,完全由自己查阅资料,提出实验方案,设计实验步骤,拟出所需实验器材,并对所设计的方案进行理论解释,然后在指导教师与学生共同讨论的基础上,确定实验方案。在设计实验方案的过程中,我们鼓励学生勇于探索,求新立异,反对互相抄袭。在实验操作过程中,我们允许学生的实验结果不尽如人意甚至失败,但强调要对所得结果进行解释和论证。设计综合性实验有利于充分拓宽学生思路,打破过去墨守成规的实验方法,彻底改变在实验中“由老师抱着学生走”的现象。由于没有了现成的实验方案,必然给学生带来一定的学习压力,同时也促进学生将压力变成动力,极大地提高了实验课的教学效果。

四、改革成绩评定办法,提高学生上课积极性
实验课成绩评定目前仍困扰着许多教师。实验课成绩一般都采用卷面成绩和平时成绩相结合的方法来评定,但学生的平时成绩评定存在着很大的随机性。我们的实验课成绩由三部分组成。

1. 实验预习成绩占 20%,主要包括学生的实验预习情况以及学生配合老师做实验前期准备情况。因为生物工程实验时间比较长,要真正让学生学到专业知识,我们要求学生要参加专业主体实验前的准备工作;

2. 实验操作成绩占 40%,主要来自于教师对学生的考勤、做实验时的态度和水平,考察学生的学习主动性,实验的独立操作能力,基本实验技能的熟练程度;

3. 实验报告成绩占 40%,主要来自于学生的实验报告撰写和结果,包括对实验结果的分析。为防止学生抄袭实验结果,我们要求每次实验结

束时,学生将结果记录交指导老师当场认定并签字,签字后的结果记录单应贴在实验报告上,以考查学生分析问题和解决问题的能力、创新能力、实验报告的表达能力。实践证明,做实验认真的学生其报告成绩也高,这样可以引导学生要踏踏实实学理论,认真独立完成实验。经实践检验,该方案取得了很好的效果。

表 2 实验成绩分布

实验预习	实验操作	实验报告	Σ	报告评级
20	40	40	100	优、良、及格、不及格

表 3 实验成绩等级

实验成绩	≥ 90	≥ 80	≥ 60	< 60
报告评定	优	良	及格	不及格

五、寻求实验教学改革信息,优化各种条件训练学生,保证实验效果

根据生物实验周期长,综合性实验连续性要求高的特点,我们着力改变学校安排的每 2 学时一个实验单元为 4 学时一个单元,集中在每天下午开设实验课,体现了实验过程的连贯性、完整性和科学性。作为实验教学的老师,我们主动集合学生进行交流,了解他们上实验课的效果,听取他们的意见,为实验教学改革寻求信息。我们还经常到兄弟院校参观,吸取他们的良好经验,为实验教学改革奠定基础。

作为新建实验室,生物工程实验室拥有先进的实验设备,我们要运用这些先进设备训练学生,使学生跟上专业领域的进程。生物工程专业实验课程的改革路程很长,我们要积极探索和实践,深入开展实验课教学内容、教学方法的改革,使生物工程实验成为培养学生动手能力、思考问题、解决问题、独立开展科学研究能力的大舞台,培养出合格的生物工程应用型人才。同时,还要努力提高教师及教辅人员自身的知识水平与业务能力,改善实验条件,保证实验教学改革的成功,从而实现高等教育改革的可持续发展与进步。

(文字编辑:吴文水)

参考文献:

[1] 金清肃,彭伟等.工科院校实验教学(下转第 48 页)

创造性和实用性,并对设计结果进行技术经济分析。教师和其他同学都可以提出问题让答辩者回答,改变过去只有老师提问的做法。指导教师当场评价,指出其不足之处,提出改进意见。尤其是对设计中出现的不足之处,要引导学生进行会诊分析,使学生掌握解决问题的方法,并进行归纳提高。这样使学生有参与感和成就感,同时也扩大了知识面。

(二) 综合评定成绩

1. 学生的学习积极性和态度占总成绩的10%

这主要是教师平时多关注学生主动探索知识,并与学生和老师互相讨论问题的态度。

2. 课程设计说明书和总装配图占总成绩的50%

课程设计首先必须反映某一单元操作全部过程。从方案确定,已知条件选定,计算方法工艺参数确定等方面,按照教学大纲考核的基本要求,重点考核对基本概念、原理的掌握和应用。要求不能有知识性错误。总装配图要全面合理。

3. 实用、创新性内容占考核的40%

根据学生的心理特点和实际发展水平,我们针对不同人提出不同的教学要求,采取适当的措施,使优秀学生得到充分的发展。能力的考核,强调设计过程的创新性及其结果实用性,只要基本合理,有创新性,用于实际生产,就给予中肯的评价。

四、教学改革尝试的成效

从实施效果来看,这种多模式、多方案、理论联系实际,能充分调动学生的积极性,学生的学习主动性和使命感大大增强。强调创新,学生就会自觉去图书馆查询相关资料,到工厂了解设备流程,查阅实际设计图纸,在经验数据的选取及基础数据的查阅方面得到锻炼。设计计算说明书有数据、有分析,提高了工程设计能力。尤其是

在流程的技术经济分析方面,学到了传统设计不传授的节能估算方法,在培养科研开发能力及综合应用所学知识解决问题的能力方面有较大作用。从设计结束后调查结果来看,学生对改革后的设计题目普遍感到有新意。有的学生深有感触地说,原来总认为毕业了不知道能做什么,会做什么,用人单位也总是强调实际经验,通过化工原理的课程设计,我们感到心里有了底气,增强了就业和参加工作的自信。改革后的设计过程,对教师和学生都是一种学习过程,学生对新知识的兴趣提高了,教师对教学与科研的内容也加深了,充分挖掘了师生两方面的潜力。我们对化工原理课程设计教学改革的尝试,总的来说是成功的。但也存在需要改进和完善之处,尤其对新的课题一般资料尚不全,需要指导老师既有扎实的理论基础,又要有较高的专业技术素质。

(文字编辑:吴文水)

参考文献:

- [1] 张志强. 提高学生化工设计能力探讨[J]. 青海大学学报(自然科学版), 2001, 19(5): 40-42.
- [2] 王韵芳. 提高化工原理课程设计教学质量的改革与实践[J]. 太原理工大学学报(社会科学版), 2004, (增刊): 106-107.
- [3] 马四朋. 化工原理课程设计的深化改革探索[J]. 化工高等教育, 2006, (2): 43-45.
- [4] 裴秀中. 化工原理课程改革实践[J]. 安徽工业大学学报(社科版), 2003, (2): 112.
- [5] 钟理, 马四朋, 伍钦. 化工原理课程综合改革与实践[J]. 中国教育研究与实践, 2004, 2(8): 1-3.
- [6] 钟理. 提高化工原理课程教学质量的探索与实践[J]. 华南高等工程教育研究, 2004, (2): 20-22.
- [7] 王军等. 化工原理教学中加强学生综合能力培养的实践[J]. 化工高等教育, 2003, 77(3): 80-81.

(上接第36页)

- 改革的思考[J]. 实验室研究与探索, 2002, (5): 29-30.
- [2] 王建民. 变革中国高等教育“生产关系”: 理性思考与战略选择[J]. 高等教育研究, 2006, (12).
 - [3] 潘懋元. 21世纪: 可持续发展的中国高等教育[J]. 天津市教科院学报, 1999, (3).
 - [4] 蒋雪璋, 戴孟卓, 王新波. 浅谈新世纪工科实验教学[J]. 苏州丝绸工学院学报, 2001, 21(6): 279-280.

- [5] 周燕, 王晓红. 论理工科实验教学中的创新体系[J]. 实验室研究与探索, 2002, 21(5): 14-16.
- [6] 杨国良. 谈工科实验教学改革与创新的几个方面[J]. 实验室科学, 2006, (4): 8-9.
- [7] 谭彬, 颜根英, 彭宣戈. 以创新人才为目的的工科实验教学模式的研究与实践[J]. 井冈山学院学报(自然科学), 2007, 28(8): 118-120.