

发酵工程课程教改实践与探讨

戴德慧,胡伟莲

(浙江科技学院 生物与化学工程学院,杭州 310023)

摘要: 结合浙江科技学院卓越工程师教育培养计划的背景及应用型人才培养的需要,从优化课程内容体系、改进教学方式、加强课程实践教学等方面探索与分析,对生物工程专业发酵工程课程进行了教学改革,以期提高教学质量,提升学生创新精神和创新能力。经过近年来的教学实践,发酵工程教学工作得到不断改进和完善,取得了较好的效果。

关键词: 发酵工程;课程;教学改革;实践探索

中图分类号: G642.3;TQ920

文献标志码: A

文章编号: 1671-8798(2013)01-0072-05

Exploration and practice of teaching reform in fermentation engineering course

DAI Dehui, HU Weilian

(School of Biological and Chemical Engineering, Zhejiang University of
Science and Technology, Hangzhou 310023, China)

Abstract: Combined with the background of excellent engineers education training plan and needs of the application talents, teaching reform of the fermentation engineering course is performed by exploration and practice by optimizing the course content system, improving teaching methods and scene teaching to improve the quality of teaching and to enhance students' spirit and ability of originality innovation. Through the practice of recent three years, the teaching of fermentation engineering has been improved constantly. The teaching reform has reached a good teaching effect.

Key words: fermentation engineering; course; teaching reform; practice exploration

收稿日期: 2012-04-20

基金项目: 浙江科技学院教学研究项目(2010 JB-a16)

作者简介: 戴德慧(1976—),男,江西省上饶人,副教授,博士,主要从事生物工程的教学和研究。

发酵工程主要是研究利用微生物细胞代谢过程的内在规律,并以此来制备生产人们需要的物品的一门学科。它在现代生物技术产业中处于极其重要的地位,是其他生物技术实现产业化的关键和必由之路^[1]。该课程内容丰富、涉及面广,在生物工程专业教学中举足轻重。如何在有限的课时内使学生掌握发酵工程最基本的内容,提高他们在实践中分析问题、解决问题的能力,并为今后的发展打下坚实的基础,是教师需要认真思考的问题^[2]。浙江科技学院(以下简称浙科院)生物工程专业自2001年开办以来,经过10年来教学体系的改革和完善,已建立起一支师资力量雄厚、学术思想活跃、结构合理的教师队伍。尤其在最近几年内,浙江省农产品化学与生物加工技术重点实验室和工程技术中心等平台先后建立,对发酵工程教学体系有较大的促进作用。但笔者也认识到,发酵工程课程的应用操作性较强,课程教学需要更进一步探索 and 深化。尤其是浙科院成为首批“卓越工程师教育培养计划”试点本科院校,如何在新形势下培养造就具有创新能力强、适应社会发展需要的生物工程技术人才,对发酵工程课程教学提出了新的挑战。因此,只有不断地对发酵工程课程教学体系进行探索与实践,才能适应新形势下的生物工程应用型高级专业人才的培养。本文结合卓越工程师教育培养计划的背景及应用型人才培养的需要,通过优化课程内容体系、改进教学方式及课程实践教学等方面探索与分析,推动发酵工程课程的教学改革,提高教学质量。

1 调整课程体系,优化教学内容

1.1 调整课程体系

浙科院生物工程专业发酵工程课程在2008年前学时数定为54学时,在学生修完微生物学、生物化学等专业基础课之后,于入学后的第六学期开设。内容主要包括发酵工程上游、中游技术。但是,由于课程容量太大,学生普遍反应在较短的学时内很难扎实掌握和灵活应用课程知识。考虑到发酵工程在整个生物工程专业知识体系中的重要地位,在对兄弟院校教学资料进行调研的基础上,结合本专业的课程设置特点,对课程体系进行了调整,将原先的发酵工程课程分成工业微生物育种学、发酵工程2门课程,各定为32个学时。并与已开设的生物分离工程和生化生产工艺学组成发酵工程课程群,分别侧重于菌种选育与保藏、发酵工艺原理、产物提取与纯化、发酵应用实例4个方向。其中工业微生物育种学、发酵工程、生物分离工程于入学后的第六学期开设,生化生产工艺学于入学后的第七学期开设。逐步形成了完整的发酵工程课程群。

1.2 选择适合的教材

教材是教与学之间的桥梁,好的教材不仅可以提高教学效率,还可激发学生的学习兴趣^[3]。选择具有系统、完整的知识体系和反映本学科领域最新成就的优秀教材,是确保教学质量的关键^[4]。目前,发酵工程教材很多,任何一本都有各自独特的风格和内容的侧重,为了拓宽学生掌握发酵工程方面的知识,结合生物工程教学的自身特点,在教材上,选用了俞俊棠主编的《新编生物工艺学》。同时,给学生介绍多种侧重点不同的参考书,如曹军卫主编的《微生物工程》、吴松刚主编的《微生物工程》、张星元主编的《发酵原理》、梅乐和主编的《生化生产工艺学》、储炬主编的《现代生物工艺学》等。

1.3 优化教学内容

生物技术是当前世界最前沿的学科技术,生物科技日新月异,怎样在教学中紧跟科技发展趋势,培养出符合社会需求的人才一直是各高校生物类课程教学中教师经常思索的问题^[5]。该课程教学内容以俞俊棠主编的《新编生物工艺学》为主,同时根据浙科院卓越工程师及应用型创新人才的培养要求,结合当前生物技术发展趋势与前沿,在编排教学内容时,通过阅读国内外相关的专业学术期刊,如《Science》

《Microbiology》《Applied and Environmental Microbiology》《微生物学报》《生物工程学报》《菌物学报》《中国食品学报》等,收集与课堂教学内容相关的最新文献,加入到授课内容中。这样做,不仅可拓宽学生的视野,提高学生的学习兴趣,还可促进学生知识结构的深化与拓展,为应用型人才的培养创造有利的条件。如在讲述发酵培养基中的代谢抑制剂时,以目前研究较热的三孢布拉氏霉菌发酵生产番茄红素为例,讨论为什么通过加入番茄红素环化酶(咪唑、烟碱等)可以使三孢布拉氏霉从积累 β -胡萝卜素改为积累番茄红素。

2 重视教学方法和手段,激发学生的学习兴趣

2.1 重视教学方法的多样化、科学化

实现教学方法多样化、科学化,有利于调动学生的学习兴趣及培养学生的创新思维能力。传统的教学模式是一种以单纯讲授为主的填鸭式教学模式,虽然这种方法教师容易控制教学的进程,能够使学生在较短的时间内获得大量系统的科学知识。但是,学生学习的主动性、积极性难以发挥,容易出现教师满堂灌、学生被动听的局面。发酵工程课程是在学生学完有机化学、生物化学及微生物学等基础课之后开设的,学生已经具备了发酵工程的一些基础知识,如生物大分子的结构,代谢及其调节,菌种的选育,培养基的配制,微生物的培养等。采用启发式、问题式、讨论互动式等教学方式与讲授法相结合,能使学生在原有知识的基础上,主动及快速深化到该课程的教学内容中来,极大地改善了师生之间的授课模式,提高了学生学习的积极性。例如营养缺陷型菌株在前期课程微生物学中已经讲授过,学生对该菌株的概念和选育已经比较清楚,但该菌株在工业生产的应用却不清楚。在授课过程中,以营养缺陷型菌株的性质为启发点,讨论其在氨基酸、有机酸、核苷酸等代谢控制发酵中的应用,加深了学生对营养缺陷型菌株应用的掌握。

2.2 重视现代化教学手段

发酵工程课程与实际生产过程联系紧密,传统教学中粉笔加黑板的模式难以提高学生的抽象思维和逻辑思维能力。利用多媒体课件教学,可以简化课堂教学程序,提高教学效率。特别对于课程中语言和文字不易表达的复杂过程,例如培养基的灭菌方法及设备,空气除菌等工艺流程和操作技术,如果仅靠课堂的讲授,很难调动学生的兴趣,教学效果较差。而将其工艺过程制成动画或将工厂实际工艺过程及操作制成电影短片穿插于课堂多媒体教学中。整个工艺过程就变得形象且直观,加深了学生对知识的理解,提高了教学的效果。同时,在多媒体教学过程中,教师要充分发挥学生的主体作用,让学生有更多机会参与,做到脑动、手动、口动,而不是被动观看和接受知识,从而充分调动学生课堂学习的积极性^[6]。例如在讲授微生物培养基的实罐灭菌时,利用 Flash 图,学生可以身临其境地体会灭菌过程中的每一个细节:在配料桶内将培养基配制好后,一台往复泵将桶内培养基打入到发酵罐内至 70% 的装填度,开启发酵罐内的搅拌桨;然后开启夹套蒸汽阀,缓慢引进蒸汽,使料液升温至 80℃ 左右后关闭夹套蒸汽阀门;开三路(空气、出料、取样)进汽阀,开排汽阀;当温度升到 110℃ 时,控制进出汽阀门直至 121℃ (表压 0.1~0.15 MPa),开始保温,倒计时 30 min;保温结束后,关闭过滤器排汽阀、进汽阀;关闭夹套下水道阀,开启冷却水进回水阀;待罐压低于过滤器压力时,开启空气进气阀引入无菌空气;随后引入冷却水,保持罐压 0.03 MPa 以上,将培养基温度降至培养温度。整个 Flash 流程清晰,学生们身临其境,在观看过程中,学生会不断提出一些问题,如:为什么发酵罐不多装点? 为什么要先在夹套通蒸气预热? 为什么灭菌完了以后冷却的时候要通入无菌空气等。教学气氛热烈,效果非常好。

2.3 完善考核制度

目前,单凭期末考试很难评价学生知识掌握的情况,且通过“一考定成败”的方式会增加学生在期末

考试的投机性,只注重学期末考试前复习,而不重视平时课后及课堂的学习,不利于调动学生的学习积极性。为此,笔者采用综合成绩作为评价学生最后课程成绩的考核方法。规定平时成绩占综合成绩的15%,其中平时完成作业或报告占10分,出勤占5分。在课程结束前,要求学生完成一篇与课程有关的综述论文或一篇英文学术文章的翻译。课程综述论文题目可以自拟,但不能抄袭现成的论文,参考文献必须在15篇以上;英文翻译尽量要求是近三年内SCI收录的,影响因子在2.0以上的文章。这部分内容占总成绩的15%。期末试卷卷面为100分,按总成绩的70%去计算。这种考核方式一方面对学生有一个约束作用,注重平时课堂知识的积累;另一方面,可以培养学生对专业文献的检索,专业外文文献的阅读,以及学术论文的撰写。在近三年的实施过程中,大部分学生的中外文文献检索水平得到较高的提升,专业综述写作水平也有明显的提高,逐步掌握了专业论文的写作方法与技巧。

3 强化应用型工科背景,加强实践教学

1992年,浙科院就被教育部确定为中德合作培养高等应用型人才的试点院校;2006年,明确提出了国际化背景下高层次应用型人才培养的方向;2010年,成为首批“卓越工程师教育培养计划”试点本科院校。研究如何培养造就具有创新能力强、学以致用、全面发展的高素质应用型人才,是浙科院各工科各专业教学改革的方向^[7-8]。生物工程专业是世界优先发展的高科技领域之一,而中国的生物工程发展和国际先进水平相比仍有较大的差距,这可能和专业课程的实践教学有很大关系^[9]。发酵工程具有较高的实践性与应用性,加强实践教学,有利于培养学生的创新能力,是该课程教学改革内容中的重要一项。

3.1 实验教学

实验课教学是培养训练专业应用技术和操作技能的场所,是理论与实践结合的纽带^[10]。如何在实验教学过程中调动学生的兴趣与主观能动性,是提高实验教学质量的重要基础。在近十年来的教学实践过程中,笔者对发酵工程专业实验课程的内容进行了几次调整。形成了基础实验与综合大实验并重并存,并逐步加强综合性大实验的课程教学思路。基础实验依据发酵工程的不同阶段开设实验,目前开设的基础实验有质粒的提取、检测与酶切鉴定、食用菌多糖的提取与纯化、红曲霉原生质体制备与育种等,涵盖发酵工艺过程的不同阶段,涉及菌种的选育、培养基配制、灭菌、种子扩大培养、固液态发酵等。综合性大实验安排贴近于生产实际的发酵工艺,主要开设有全果汁发酵型果酒的酿造及米醋深层速酿制造技术自主设计实验。由指导教师提前两周给出实验流程图及要求,让学生查阅相关资料、设计实验方案。教师认为实验方案可行后,由学生自己选择和组装实验仪器,进行独立实验。综合设计实验具有一定的自主性、连贯性,不仅使学生深刻掌握实验原理及工艺过程,而且增加了实际操作锻炼的机会,达到了较好的教学效果。

3.2 现场教学

工程应用型人才培养的首要目标是能服务于企业,能够指导实际生产。因此,开展生产实践、把课堂搬到生产现场是一个非常重要的教学环节。这种教学过程重在理论联系实际,在实际生产中强化理论学习,并可充分调动学生学习的主动性、积极性和创造性。浙科院生化学院与许多知名的生物技术企业建立了良好的合作关系,为本课程的现场教学提供了充足的资源。为了充分做好现场教学这一环节,常安排学生到一些发酵企业参观,在生产现场,教师以课程中所学习的理论为依据,对具体生产流程和工艺参数的选择进行分析讲解。学生在现场的教学过程中就自己感兴趣的专业问题与教师和企业技术人员进行交流,从而加深了对于所学理论知识的理解,提高了教学效率。但由于现场教学的时间较为有限,生产过程中许多细节很难全面分析与讲授,为此,仿真软件的学习是现场教学的有益的补充。如购买的啤酒

工艺仿真实习软件,既有理论课件学习部分,也包含仿真交互操作部分,学生通过对这套软件的操作,既可以掌握啤酒酿造的必备知识,也可以独立完成对整个工艺流程的实际操作,通过对酿造过程中的众多参数指标的操作和调整,可以掌握啤酒生产的全过程。

4 结 语

在生物技术迅速发展的形势下,如何紧跟学科快速发展的步伐,培养造就具有创新能力强、适应经济社会发展需要的高素质生物工程技术人才,对生物工程专业课程教学提出了新的挑战。发酵工程作为生物工程专业的一门专业核心课程,搞好该课程的教学,对于生物工程专业创新型人才培养具有重要的意义。为此,笔者对发酵工程课程的教学内容、教学方法与手段、实践教学等方面进行了探索与改革,目前已取得了较好的效果。

参考文献:

- [1] 俞俊棠. 新编生物工艺学(上)[M]. 北京:化学工业出版社,2003.
- [2] 黄金林,潘志明,焦新安.“发酵工程”课程教学的思考与探索[J]. 生物学杂志,2005,22(5):48-49,52.
- [3] 潘兴丽,章洪华. 生物技术专业微生物发酵工程教学改革探索[J]. 西北医学教育,2011,19(3):566-569.
- [4] 潘进权. 发酵工程课程教学改革的设想[J]. 酿酒,2005,32(2):17-19.
- [5] 燕平梅,董建晖,武晓英,等. 微生物工程课程教学研究初探[J]. 太原师范学院学报:社会科学版,2009,8(4):167-168.
- [6] 杨涛. 浅谈生物化学教学中的多媒体教学[J]. 山西医科大学学报:基础医学教育版,2003,5(2):127.
- [7] 徐理勤,赵东福,顾建民. 从德国汉诺威应用科学大学模块化教学改革看学生能力的培养[J]. 高教探索,2008(3):70-72.
- [8] 杜卫,冯军,王学川. 对浙江科技学院办学定位和特色的再思考[J]. 浙江科技学院学报,2006,18(4):311-315.
- [9] 蒋盛岩,赵良忠,余有贵. 生物工程专业课程体系与教学内容改革探讨[J]. 科教文汇:上旬刊,2009(1):72,75.
- [10] 李婉珍,葛飞,魏胜华,等. 生物工程专业生物工艺学课程教学改革的思考与探索[J]. 安徽农学通报:上半月刊,2011,17(21):178-180.