

《微生物工程》课程教学探索与改革

冯飞* 张雅君 曾幕衡

(仲恺农业工程学院 广东 广州 510225)

摘要: 结合“微生物工程”课程的教学实践,通过实施整合优化课程体系、改进教学方法以及建立多层次的实验教学体系等方面的改革措施,以期达到提高教学质量、提升学生的综合素质和创新能力目的。

关键词: 微生物工程, 教学内容, 课程体系, 实践教学, 教学改革

Research and Teaching Reform of “Microbial Engineering” Course

FENG Fei* ZHANG Ya-Jun ZENG Mu-Heng

(Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou, Guangdong 510225, China)

Abstract: According to teaching practice of “microbial engineering”, teaching reforms, such as conformity and optimization of the curriculum system, improvement of teaching methods and the construction of multi-levels experimental teaching system, are investigated in this paper, in order to improve the teaching quality and enhance the overall quality and the abilities of operation and innovation of students.

Keywords: Microbial engineering, Teaching content, Curriculum, Practice teaching, Teaching reform

现代生物技术是 21 世纪令人瞩目的高新技术之一,分子生物学、遗传学及生物化学等学科的飞速发展,使现代生物技术发展日新月异。微生物工程是现代生物技术的重要组成部分,是以活细胞为催化剂,采用工程学技术充分挖掘和利用生物体系潜力的一门学科。《微生物工程》课程是一门现代生物技术与工程学紧密结合的课程,内容丰富,应用广泛,涉及到数学、物理、化学、生物化学、微生物学及化工原理和工程等理论,是微生物、食品、制药、生物工程、生物技术等专业的必修课。面对蓬勃发展的生物技术,为使微生物工程适合时代发展的需要,培养和造就高素质、创造性人才;在有限的课时内使学生掌握微生物工程基本内容,提高分

析问题、解决问题的能力,并为今后的发展打下坚实的基础,我们结合几年来《微生物工程》课程的教学实践,就教学内容、课程体系、实验教学等方面进行了一些有益的探索。

1 合理编排教学内容,整合优化知识体系

科学合理的教学内容、知识体系是课程成功的基础。一本好的教材,可在很大程度上提高教学的效率,激发学生学习的兴趣和热情。因此,对教学内容的更新、对课程体系的优化成为我们进行教学探索与改革的核心和关键。结合我校的实际及社会需求,我们在大量阅读相关教材和期刊论文的基础上,博采众长,调整、更新教学内容,逐步形成自己独具

* 通讯作者: Tel: 86-20-89003167; E-mail: ff65001@163.com

收稿日期: 2008-10-03; 接受日期: 2009-01-23

特色的教学体系和教学艺术。

1.1 更新教学内容,体现课程时代感

教材作为教师与学生之间教与学的桥梁,是体现教学内容的知识载体。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和基础。多年来,《生物工程》课程教学多以《生物工程原理》、《发酵工业概论》、《发酵工艺学》等作为参考书,体现了以工业发酵为主的教学思想,但在体系编排、章节顺序、内容取舍及侧重点等方面呈现各自特征^[1]。2007年,我们选用曹军卫等主编的21世纪高等院校教材《生物工程》(第二版)(科学出版社)作为教材。该书知识体系系统、完整,反映了本学科领域最新成果,克服了以前教材知识的滞后性,为教学质量的提高奠定了基础。教材内容不仅包括生物工程上游工艺、过程控制、下游提取分离工艺,还涵盖生产工艺及产品举例的内容,使学生能全面系统地了解生物工程技术操作的全过程。

由于不同的教材其内容的侧重点不同,学生学习兴趣也不尽相同,我们在指定教材的同时,为学生指定多种专业性、侧重点不同的参考用书,如《生物工艺学》、《发酵工艺原理》、《发酵工程实验技术》、《发酵设备》、《食品生物技术》等,使发酵动力学教学内容更为充实,也补充了工程菌发酵、动植物细胞的组织培养、固定化细胞发酵、发酵与产物提取偶联等现代生物技术在发酵工业中的应用等知识。

1.2 优化教学内容,加强学生素质培养

生物工程课程的知识体系具有极强的逻辑性。各工艺操作步骤密切关联、互相配套,从培养基的配制到发酵培养乃至产物提纯等一系列流程是一个次序井然、不能出错的严密过程。因此是一门严密的工程学。由于我院生物技术专业的学生缺乏工程学背景,工程学基础薄弱,对工程专业问题的思考,感性认识多于理性思考、定性多于定量、缺乏运用工程学的方法和原理来解决实际问题的能力。因此,针对学生的特点,我们以系统性、基础性作为立足点和出发点,以注重实用性、科学性和先进性为原则,进行教学内容的选择。

1) 在章节顺序编排上先理论后应用。具体顺序为:概论、发酵微生物菌种、发酵工艺控制、产物的提取与精制、发酵工程常用设备及产品举例。这不仅有利于各个章节的衔接,使学生更清晰、更完

整地掌握发酵工艺全过程,而且强调发酵生产过程是单元工艺与操作相互独立又相互依存、各种因素和多种参数相互制约相互影响的动态过程,有利于学生从整体概念出发分析问题,提高实际操作能力和创新能力。

2) 以指定教材为主,参阅相关教材、国内外专业期刊,对教学内容加以充实、丰富及拓展。教学中对学科发展前沿信息进行了介绍,并将当前该领域研究的新技术、新成果等知识有选择性的穿插在相关章节中讲授,使学生在系统学习中获得了新知识,拓宽了视野^[2,3]。

3) 根据学生的前修课程情况组织教学内容,突出本课程的特点。《生物工程》是在学生完成基础课、专业基础课和部分专业课学习的基础上开设的一门专业必修课程。因此,对于学生已经学习过的与本课程相关的知识如微生物学、生物化学、分子生物学等在课程中不再详述,节省了教学时间,避免了教学资源的浪费^[4]。

2 改进教学方法,提高教学效率

科技的迅速发展使日益丰富的知识与落后的教学手段、教学时间和教学资金投入不足之间的矛盾突显。改革教学方法和手段、提高教学效率是解决这一问题的有效措施。高等教育的特点也要求我们采取灵活多变的教学方法和手段,这不仅有利于学生理解教学内容、调动学习的主动性、积极性和创造性,而且还能培养自学能力、分析解决问题的能力。

2.1 启发式教学为主

启发式教学使课堂教学从传统的单向传授变为双向共同的活动过程,充分调动了学生的学习积极性,启发了学生和教师的思维同步进行。启发式教学就是要充分挖掘学生的思维潜能,增加主观能动性。首先,有选择性的讲授重点、难点内容,难懂的问题讲深讲透,易懂的内容则指出关键,留下悬念。反应动力学章节中 Monod 方程是讲授的重点也是难点,我们通过和米氏方程对比,从中找到联系,使学生既理解了 Monod 方程的意义又对以前所学的知识进行了回顾。其次,提出问题,让学生在思考中跟上老师的思路,并在关键时刻进行反问,使学生在积极思考中接受知识,而不是被动地学习。如讲述溶氧曲线的知识点时,提出与微生物生长曲线有何联系等问题,让学生思考两种曲线变化规律的内在

联系,从而加深了对知识点的理解,收到了良好的教学效果。第三,对于内容相近的部分,教师只需要讲授其中的一部分,而对其它部分设计一些问题引导学生去思考。在萃取法的讲授过程中,简要讲解有机溶剂萃取法的原理及方法之后,提出问题:如果再多一相溶剂,能否对产物进行纯化?这就形成了对双水相萃取法的学习过程。第四,指定参考书和必要的参考文献,鼓励学生课后通过阅读参考书和参考文献进一步钻研,上课时鼓励学生对不懂的地方当堂举手提问,既活跃了课堂气氛,又调动了学生学习的主动性。

2.2 多媒体教学为辅

有限的教学时间与丰富的教学内容似乎是不可调和、无法统一的矛盾,采用现代化教学手段是解决这一问题的有效途径。多媒体技术的应用,突破了传统的教学模式,为教学带来了新的活力,节省了板书时间,使教学过程由静态变为动态、平面变为立体,课堂教学生动形象,实现文字、图像、声音的同步输出,超越时空界限,提供了视觉、听觉等多器官刺激,较短时间内向学生输送大量信息,活跃课堂气氛,从而提高了学习效率。我们运用多媒体把教学中的难点内容通过动画、图片等形式分解,使抽象的内容具体化、直观化,避免空洞的说教。把较易理解、篇幅较大的工艺流程和操作技术制作动画或将工厂实际生产的工艺过程及操作要点制成光盘,穿插于课堂教学中,这些形象、直观的现代化教学手段不仅加强了知识的理解,而且提高了学习热情。另外充分利用网络教学资源,使学生了解本学科前沿的科技动态和最新技术成果,开阔了视野。当然,课堂中起主导作用的是教师,教师要适时、适当地运用科学的教育手段去教书育人,多媒体教学只是一种辅助教学手段,切不可本末倒置^[3]。

2.3 穿插课堂讨论

课堂讨论是在研究生阶段应用较广泛的一种教学方式,主要强调的是学生的自学、学生间的讨论以及教师的指导三方面的作用。在教学中适当采用这种方式作为课堂教学的一种穿插手段,有利于引起学生的学习兴趣,有利于培养他们发现问题和分析问题的能力,有利于提高他们的表达能力和组织归纳能力^[5,6]。在课堂上,安排适宜的时间对学生学习过程中遇到的问题或新见解进行讨论,最后教师在学生讨论的基础上根据发现的问题及时进行补

充、完善、改正及必要的总结,逐步培养学生自学的方法以及思考问题的能力^[6]。

3 理论联系实际,加强实践教学

《生物工程》是一门实践性和应用性很强的课程,需要理论与实践的密切联系。而学生实践知识和经验缺乏,为提高学生的实际工作能力,培养学生的创新精神,就需要在教学中加强实践环节,增加实践教学在教学计划中的比重,建立多层次的实验教学体系,通过优化组合实践教学手段来完成教学任务而达到教学目的。

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。以往课程实验内容多以验证性和示范性实验内容为主,学生的兴趣及主观能动性不能充分调动,造成教学资源的浪费。为此,我们经过近几年的教学实践,形成了“综合性大实验为主、基础实验为辅”的实验体系,并建立了合理的实验管理体系,形成了该课程实验教学的特色。

基础实验课与理论课程同步开设。作为课程实验的基本环节,我们根据生物工程的不同阶段开设实验,上游阶段开设菌种分离、复壮、培养基配制及灭菌、菌种诱变等实验,中游阶段开设种子扩培、发酵罐使用实验等,而下游阶段则开设产物分析等实验。同时,根据学生对微生物学等实验技能掌握的情况,对实验内容做出调整,避免造成教学内容的重复和教学资源的浪费。通过基础实验的开设,加深了对发酵过程工艺流程单元实验模块的理解和认识,为综合性大实验的顺利进行作必要的准备。

综合性大实验是课程实验的提高环节,具有一定的自主性、设计性及连贯性。根据教学经验,我们把实验安排贴近于生产实际,实验内容前后联系,并按照生产工艺流程,以产品为龙头,进行连续实验。实验内容涵盖抗生素发酵、氨基酸发酵、有机酸发酵、酶制剂发酵、酒精发酵等诸多领域,根据学生的兴趣及爱好选择部分内容,“甜酒的酿造”、“酸奶的发酵”等实验的开展,可使学生在课外对发酵产品进行品尝,从而调动了学生参与实验的积极性。学生与教师对实验内容进行讨论和修改后制定初步的实验方案,按照“以学生为主、教师指导为辅”的原则,对学生实验进行引导,以发挥学生的创造

力及主观能动性。在开展“谷氨酸发酵实验”时,让学生充分预习实验指导书,查阅有关资料,写出实验操作程序、实验材料及预期实验结果的预习报告。教师认真批阅修改预习报告后,让学生进行实验前的全部准备工作。指导教师在整个实验过程中不过分干扰学生的实验过程,而只对学生的实验进行引导。实验结束后,各组学生宣讲实验报告并回答其他同学提出的相关问题,这样既增加了实际操作锻炼的机会,又使学生进一步了解实验原理、方法和步骤,做到心中有数,实验效率提高。对所取得的实验结果进行分析与讨论,并作为实验报告的重要内容。实施以平时成绩、实验报告、考试成绩相结合的实验评价方式的改革,平时成绩包括平时操作、安全卫生等内容,占30%;实验报告占30%;考试成绩包括口试、规定操作等内容,占40%。口试内容主要涉及实验原理、实验步骤、注意事项、现象分析、实验设计等内容。通过综合性大实验,使学生得到现代生物技术操作的全程训练、熟悉各个工艺单元的操作,巩固课堂所学的理论知识和技术。我们通过上述实验组织、实施和评价方法的改革,提高了学生的实际操作能力,培养了他们的创新能力和严谨治学态度,并取得良好的效果。

建立合理的实验管理体系是保证实验实施、完成教学任务的重要环节。为此,我们制定了系统的实验教学计划,基础实验与理论课同步开设,理论课程结束后,集中时间安排综合大实验,通过连贯性的实验教学安排,学生在实验技能方面能得到系统的训练。实施灵活的实验考核办法,使教师能够及时地发现学生在实验中出现的問題,并及时给予纠正或和学生一起进行分析与解释^[7]。

3.2 参观实践及课程实习

在实验室完成的实验教学与生产实际存在一定的差距,这在一定程度上影响了学生对实际生产过程的了解。为此,我们在实验的基础上组织学生参观一些发酵工厂。在参观之前对整个工厂的生产工艺流程、设备情况作简要的介绍,使学生了解生产工艺,明确了解重点;参观时具体指导学生认识什么是种子活化,什么是一级种子、二级种子、种子罐、液体发酵罐等;参观结束,教师对参观内容进行概括性讲授,引导学生把感性知识提升到理性认识。通过理论与生产实践相结合的教学方式,使学生真正了解利用微生物进行发酵生产的实际内容和具体

操作流程及生产中尚待解决的问题。

课程将近结束时,安排学生到附近的企业如生物制药厂、啤酒厂、味精厂等实习1~2个星期,按照顺序从第一工段开始,直到成品工段,每个工段分一个小组轮换进行。通过实习使学生真正接触工业发酵生产,提高学生的适应能力,以及发现问题和解决问题的能力。工厂实习也是一个很好的表现自我的机会,为将来的求职打下基础。

目前,该课程的实验教学体系显示出以下特点:

1) 通过精心选择安排基本技能训练的实验内容,做到少而精,便于学生掌握,学生的基本实验技能扎实。而且在综合实验环节中,实验基本技能得到巩固和加强;2) 实验占整个课程总时数的50%,实验比重大。通过这种系统化的训练,学生的动手能力和综合问题的分析能力得到极大的提高;3) 实验内容与学科发展相适应,激发了学生的实验兴趣,时代感突出。

微生物工程是一门发展迅速的学科,新工艺,新流程不断涌现,因此我们的教学工作也有一个不断完善、不断改进的过程,采用合理的教学内容和现代化的教学手段,紧跟时代步伐,贴近学科前沿,培养出掌握专业理论和专业技能、素质高、能力强的人才,是当前教育研究的重要课题,也是教育工作者所肩负的重任,为此我们还将继续努力将这项工作做得更好。

参 考 文 献

- [1] 廖 威. 发酵工程教学改革的实践与思考. 中山大学学报论丛, 2003, 23(1): 155-157.
- [2] 左 勇, 谢万如. 生物制药工艺教学改革研究. 成都中医药大学学报(教育科学版), 2004, 6(1): 46-47.
- [3] 潘进权. 发酵工程课程教学改革的设想. 酿酒, 2005, 32(2): 17-19.
- [4] 陈福生, 张 俊, 王小红, 等. 食品发酵设备与工艺课程的教学改革点滴谈. 微生物学通报, 2004, 31(2): 146-149.
- [5] 冯惠勇, 仪 宏, 孙国志, 等. 发酵工程教学的体会与设想. 微生物学通报, 2002, 29(6): 98-101.
- [6] 林 剑, 郑舒文, 王长海. 发酵工艺学的教学改革. 药学教育, 2002, 18(3): 31-32.
- [7] 杨 柳, 叶永康, 叶 明, 等. “发酵工程”课程教学改革探讨. 合肥工业大学学报(社会科学版), 2007, 21(1): 44-46.