

发酵工程课程教学改革的探索与实践

刘京国, 申晓鸿, 薛飞燕, 万善霞, 刘悦萍* (北京农学院生物科学与工程学院, 北京 102206)

摘要 为适应企业对发酵人才的需求,本着以培养优秀发酵工程师的理念为导向,对发酵工程课程的教学进行了改革。经过4年的摸索,在加强校企人才互动,提高理论教学的实用性;以工程的理念设计试验,强化学生动手能力;加强基地建设,努力拓宽学生专业视野等方面做了初步探索,取得了良好的效果。

关键词 发酵工程;教学改革;人才互动;综合性实验;基地建设

中图分类号 S-01 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)08-03754-01

Exploration and Practice of Teaching Reform in Fermentation Engineering

LIU Jing-guo et al (College of Biological Science and Engineering, Beijing University of Agriculture, Beijing 102206)

Abstract In order to accommodate the fermentation professional requirement of enterprise, the teaching reform in fermentation engineering was done with the direction of cultivating excellent fermentation engineer. The teaching reform includes promoting the exchange of teacher and technician between university and enterprise to improve the practicality of theory teaching, designing the comprehensive experiments according to engineering conception, strengthening the operating ability of students and constructing more teaching practice base to broaden students' horizon in the fermentation field. With the four years exploration, these reforms obtain good effect.

Key words Fermentation engineering; Teaching reform; Qualified personnel exchange; Comprehensive experiments; Practice base construction

作为生物工程专业的骨干课程,发酵工程是一门以生物学为主,同时融合数学、物理、化学和工程等多学科的课程,也是一门实践性和应用性很强的课程^[1]。随着我国生物产业的迅猛发展,社会对发酵技术人员的需求越来越大;同时企业对生物工程专业毕业生的实践能力和基本科研素质的要求也不断提高^[2]。在这一背景下,结合北京农学院生物工程专业的定位,以培养优秀发酵工程师的理念为导向,经过4年的摸索,在理论和实践教学中正逐步形成具有特色的发酵工程课程教学体系。

1 加强校企人才互动,提高理论教学的实用性

课堂理论教学是培养人才的基础。由于发酵工程具有很强的实践性和应用性,其对授课教师的要求也很高。传统的以理论讲授为主的课堂教学已不能使学生更好地掌握相关知识,更不能使学生合理地应用相关理论知识。通常,学生表面上理解了,但碰到实际问题,还是无从下手。因此,采用“请进来,走出去”的方法,加强学校教师与企业发酵技术人员的交流互动。“走出去”就是让相关教师到企业学习。截至目前,发酵工程课程的主讲教师都在企业一线岗位上轮过岗。“请进来”就是请企业经验丰富的技术人员来授课。他们的授课内容主要包括企业对刚入职毕业生的培训、某一产品的发酵工艺、发酵生产中常出现的问题及解决方案和发酵工艺改进过程等。通过这种互动,发酵工程的课堂教学不再枯燥,而是实践性很强的理论教学。

2 以工程的理念设计试验,强化学生的动手能力

2.1 将基础实验融合到综合实验中,强化工程的概念

发酵工程的实验基本是以微生物为研究对象。很多高校将开设的发酵工程实验课分为两部分:前期为基础实验,后期为

综合实验。实际上,发酵工程的实验内容可以分为上游和下游两部分,上游部分是微生物菌种的分离和育种;下游部分是微生物发酵生产以及发酵产物的分离纯化。如果将这两部分分割成独立的小实验,则不仅增加每个实验的工作量,而且导致效率大大地降低,因为有些步骤(如培养基的制备,相关器具的高压灭菌等)是重复性的。

因此,考虑将基础性实验融合到综合性实验中。据此原则,在实验课阶段安排以下3个实验:①产淀粉酶枯草芽孢杆菌的分离纯化、高产菌的诱变育种以及发酵产淀粉酶的固定化;②酵母菌营养缺陷型的筛选;③青霉素摇瓶发酵及相关参数的检测。这3个实验是同时进行的。因为在微生物分离选育和发酵培养过程中,有大量的时间不需要学生时刻盯着,这些时间正好可以用来安排做一些基础实验,而这些基础实验正好是综合实验的一部分。如,在从自然界分离微生物菌种和微生物发酵时,中间有很长的时间是在等待微生物生长。利用这个时间做一些微生物生长曲线的测定、微生物细胞的计数、菌种染色分析、菌种的保藏和复苏、抗生素效价的测定、发酵液中糖和氮含量的测定等实验。通过这种做法,既提高了教学效率,又促使学生将课堂上讲授的理论知识串联起来,形成一个系统、整体、工程的概念。

发酵工程实验由于涉及无菌操作和微生物生长,需要一定的时间,每个实验的前期准备繁琐,周期长。加上前面提到的将基础实验融入综合实验中,几个实验同时进行的特点,发酵工程实验如果还像传统的每周1次3个学时的实验课那样安排,肯定是行不通的。因此,在发酵工程实验课安排上,改变传统的做法,充分利用学院实验教学中心的优势,将发酵工程的实验课安排在一段时间内集中授课,这为开设综合性实验提供了时间连续性的保障。

2.2 以科研训练的标准要求学生,加强学生动手能力

在传统的实验教学中,由于每次实验课一般只有3个学时,为

基金项目 北京农学院农业院校生物工程专业课程体系的建设和发展项目(2010);北京农学院教学改革项目(2012)。

作者简介 刘京国(1974-),男,山东烟台人,讲师,博士,从事微生物活性物质的开发与利用研究。*通讯作者,副教授,从事生物工程教学和科研工作, E-mail: cauping@sina.com。

收稿日期 2013-03-21

(下转第3757页)

造成的负面影响,从根本上杜绝生态环境惨遭破坏的社会因素。

参考文献

- [1] 李培超. 伦理拓展主义的颠覆——西方环境伦理思潮研究[M]. 长沙: 湖南师范大学出版社, 2004: 3.
- [2] 马克思. 资本论: 第一卷[M]. 北京: 人民出版社, 1975: 201 - 202.
- [3] 约翰·H·帕金斯. 地缘政治与绿色革命[M]. 王兆飞, 郭晓兵, 等, 译. 北京: 华夏出版社, 2001: 10.

(上接第 3754 页)

了在 3 个学时内完成实验内容, 实验员把所需的试剂和材料准备好, 学生只做几个关键的步骤。这样安排能在有限的学时内让学生多做几个实验。但是与此同时, 这种教学方法难以达到锻炼学生的动手能力的目的。因此, 在发酵工程的实践教学, 应以科研的标准要求学生。首先, 在预习阶段, 教师根据实验内容列出问题, 让学生自己查资料找答案。在这个过程中, 允许学生根据自己查阅的资料修改实验方案, 以增强学生的创新意识^[3]。其次, 在实验过程中, 所有的操作都是由学生完成, 大到发酵罐和相关检测设备的使用, 小到培养基和试剂的配制, 试管、三角瓶的洗刷、灭菌等。教师只是全程跟踪指导。最后, 实验报告要按照毕业论文的格式撰写, 文字、数据处理、图片都要标准化。教师批完实验报告后, 将相关问题向学生说明。通过这种训练, 学生在实验课上所做实验的数量减少了, 但是, 其达到的效果远远超过传统的做法。通过有限的实验可以逐步培养学生分析问题和解决问题的能力, 并且达到举一反三的效果。

2.3 充分利用课程实习周, 逐步与企业接轨 根据北京农学院生物工程专业的教学计划, 发酵工程课程在学期末有 1 周的课程实习。以往的实习周通常安排学生去企业参观。这种安排能让学生了解发酵工程在企业中的应用, 但学生没有动手的机会, 待到了工作岗位后, 还需要很长一段时间去适应企业的工作节奏。这与企业对人才到岗后很快就能工作的需求相矛盾。在整合酶工程、生物分离技术与设备课程各 1 周实习时间的基础上, 充分利用建设的发酵中试基地, 在 3 周内将 2 个班分成两部分, 一个班在中试基地用中试发酵罐从事谷氨酸发酵和提取工作, 另一个班则去企业参观, 8 d 后 2 个班的实习工作对调。在基地实习期间, 主要强化学生 3 方面的能力: ①学习发酵相关设备的使用及发酵工艺流程。②适应企业生产的节奏。为实现这个目的, 按照企业的生产安排, 将 1 个班的学生分成 4 个组, 每组每天工作 6 h。③分析问题和解决问题的能力。在试验设计上, 尽管每年都重复这个试验, 但每年会改变一个试验条件(如培养温度、酸碱度、空气流量、转速、补料的量等), 让学生体会改变某个条件对产品的影响。并且, 每年的实验结果都保留, 以便供下一届学生进行综合比较分析, 从而提高学生分析问题和解决问题的能力。通过在中试基地生产实习和去企业参观实习, 极大地增强了学生动手能力, 缩小了学生工作能力与企业要

- [4] 曹孟勤. 马克思物质变换思想与生态伦理重构[J]. 道德与文明, 2009(6): 100.
- [5] 马克思恩格斯文集: 第三卷[M]. 北京: 人民出版社, 2009: 564 - 565.
- [6] 李崇富. 马克思主义生态观及其现实意义[J]. 湖南社会科学, 2011(1): 21.
- [7] 王雨辰. 略论西方马克思主义的生态伦理价值观——兼论生态伦理的制度维度[J]. 哲学研究, 2004(2): 88.
- [8] 李承宗. 马克思与罗尔斯顿生态价值观之比较[J]. 北京大学学报: 社会科学版, 2008(3): 27.

求的差距。

3 加强基地建设, 努力拓宽学生专业视野

发酵工程是一门实践性很强的课程, 因此, 突出其与生产相结合的特点就尤为重要。在加强课堂和实践教学特色建设的同时, 也应重视教学基地的建设。毕竟, 理论和实践教学是在课堂和实验室内完成的, 这些学习为今后从事科研工作奠定良好的基础。但是实验室教学离生产实践仍有很大的距离。通过几年的努力, 先后与 5 家发酵企业签订合作协议, 作为生物工程专业学生为期 3 个月的专业实习基地。这些企业涉及生物酶、疫苗、生物农药、肥料、饲料等。此外, 还充分利用北京地区生物企业多的资源优势, 联系了 10 余家企业作为学生的参观实习基地, 从而极大地拓宽学生的专业视野。

4 结语

经过 2009 ~ 2012 年的摸索, 通过“请进来, 走出去”的方法提高发酵工程课程教学的实用性。在实践教学方面, 强调学生的亲自动手能力; 通过将基础实验融合到综合实验中, 强化学生系统的、工程的概念; 利用课程实习周的中试生产, 让学生初步了解发酵工艺和企业生产的节奏, 逐步与企业接轨; 通过到发酵企业进行专业实习, 增强学生实践生产的能力。通过这些改革, 提高了学生对发酵工程的学习兴趣, 培养了学生分析问题、解决问题的能力以及团队合作精神, 取得了良好的效果。2011 年教育部颁布的“卓越工程师教育培养计划”^[4], 这更加说明这种以培养发酵工程师的教学改革思路是正确的。但是在这过程中, 仍存在一些问题, 如在时间安排方面, 由于微生物生长的时间不同, 导致还有小部分准备实验需要实验员代替做; 而且这种时间安排在推广到其他主干课程时是否适合; 在综合性试验和发酵中试生产中, 由于是团队合作进行, 在考核方面很难做到公平, 而且也极大地增加了教师的工作量。这些问题在今后的教学中还需要进一步探索。

参考文献

- [1] 冯惠勇, 仪宏, 孙国志, 等. 发酵工程教学的体会与设想[J]. 微生物学通报, 2002, 19(16): 98 - 101.
- [2] 龚大春, 龚美珍, 刘士平, 等. 以工程素质培养为导向的生物工程专业核心课程改革[J]. 微生物学通报, 2012, 39(12): 1825 - 1834.
- [3] 张放平. 强化实践教学推动创新型人才培养[J]. 中国高等教育, 2007(17): 29 - 31.
- [4] 教育部. 教育部关于实施卓越工程师教育培养计划的若干意见. [EB/OL]. (2011 - 01 - 08). <http://www.moe.gov.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/s3860/201102/115066.html>.