

# 发酵工程课程的教学改革与实践

任晓莉\* 赵润柱 梁保红

(太原工业学院 山西 太原 030008)

**摘要:** 发酵工程是生物工程专业学生的一门非常重要的专业课, 其教学质量直接影响学生的专业素质。近年来对发酵工程的课程教学进行了改革。在教学内容体系的安排上, 提出了“一个中心, 两个结合, 三个层次”的概念; 在教学策略上, 探讨了“预测、提问、澄清和小结”4个策略的综合运用; 在教学手段上, 尝试了多元化的教学方法和技巧; 在实践教学中, 采取新增课程实习周与因地制宜的小组实验形式以及完善课程评价体系, 注重学生创新思维能力和专业技能的培养, 力求切实提高教学质量。

**关键词:** 发酵工程, 课堂教学, 实践教学, 改革, 教学质量

## Curriculum teaching reform and its practice of fermentation engineering course

REN Xiao-Li\* ZHAO Run-Zhu LIANG Bao-Hong

(Taiyuan Institute of Technology, Taiyuan, Shanxi 030008, China)

**Abstract:** Fermentation engineering is a very important specialized course for undergraduates majoring in biological engineering specialty, and its teaching quality will affect students' professional quality, in recent years, the course reform has been conducted. For the arrangements of teaching content system, the concept of "One center, Two combination, Three levels" was put forward. About the teaching strategies, the comprehensive application of four strategies which involved "Predicting, Questioning, Clarifying and Summarizing" was explored. In the way of teaching medium, a variety of methods and techniques were attempted. In the process of practical teaching, new experimental weeks and the form of experimental groups were adopted, and the teaching evaluation system was perfected, meanwhile, attaching importance to students' innovative ability and professional skill to improve teaching quality.

**Keywords:** Fermentation engineering, Classroom teaching, Practical teaching, Reform, Teaching quality

发酵工程是生物工程专业教学计划中一门非常重要的专业课, 本课程内容丰富、涉及面广, 在专业

课程体系中起着承上启下的作用, 其教学体系的合理编排和设置对生物工程专业的人才培养起着至关

基金项目: 太原工业学院教改项目

\* 通讯作者: Tel: 86-351-3566125; ✉ renxiaoli4915@126.com

收稿日期: 2010-07-08; 接受日期: 2010-11-10

重要的作用。如何使发酵工程适合时代发展的需要,培养和造就高素质、创造性人才,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<sup>[1]</sup>。我院自生物工程专业 2001 年办学以来,任课教师就对发酵工程课程的教学体系不断进行改革和完善,现正在逐步形成具有我院办学特色的发酵工程课程教学体系。

## 1 优化教学内容

教学内容是人才培养的主要落脚点,是教学改革的关键,21 世纪人才的知识结构需要既具有系统性又具有开拓性,既具有扎实的理论基础又具有一定的实践技能。因此,教学内容的选择就必须兼顾系统性、基础性、科学性、实用性和先进性<sup>[2]</sup>。近年来,随着我院办学特色的不断凝练与发展,生物工程教研室对发酵工程的教学内容从教学计划、教学大纲和教材选用等方面进行了探索与改革。2007 年以前,我院发酵工程课程具有知识模块繁杂、实践内容缺乏的缺点,针对这一情况,我们分别于 2008 年和 2010 年对教学大纲和教学计划进行了补充和修订。考虑到任何一套教材作为一种学习材料都或多或少地存在某种局限性,教师通过深入钻研、系统分析教材,确定了以《发酵工程原理与技术应用》作为主要参考教材,以《微生物工程》、《发酵工程》、《微生物工程工艺原理》和《生物工程设备》为辅助参考教材。在教学内容安排上,经过多年的积累和凝练,提出了“一个中心,两个结合,三个层次”的概念。“一个中心”即以发酵生产为中心,“两个结合”即“理论和实践相结合,教学和科研相结合”,“三个层次”即根据难易程度将发酵知识分为三个层次:第一个层次是生产单元工艺,主要结合当前我国大中型发酵企业的操作过程顺序来安排教学内容,例如对应生产过程中的菌种车间讲解菌种的选育,对应原料车间讲解培养基的配制,对应发酵车间讲解种子制备、接种与发酵参数调控,对应提取车间讲解发酵产品的分离与精制,对应三废治

理车间讲解发酵清洁生产。第二个层次是理论模型,主要包括灭菌原理及微生物的受热死亡动力学方程、发酵动力学模型、氧传递动力学模型等。第三个层次是发酵设备,主要包括重点发酵设备的结构与发酵罐的放大设计,这样安排有利于学生对发酵相关知识形成更清晰、更系统的认识。

## 2 改革课堂教学模式

传统的课堂教学模式是以“教师讲、学生听”为主,这种教学方式存在的最大问题是不能充分调动学生的积极性和主动性。尤其对于发酵工程这种相对来说比较枯燥乏味的专业课程,即使教师精心备课,课堂内容丰富,学生还是缺少听课兴趣,导致学生的上课效果较差<sup>[3]</sup>。因此,改革课堂教学模式,调动学生的学习兴趣和提高课堂教学效率就成为发酵工程教学改革中一项非常重要的工作。我们在课堂教学模式上主要进行了以下改革。

### 2.1 采用交互式教学策略

“交互式教学”是一种教学探索,与传统的教学方法相比,这种教学方法体现以学生为主体的教学思想,提倡真正的人才素质培养。在发酵工程教学中,我们探讨了“预测、提问、澄清和小结”4 个策略的综合运用。以菌种选育知识模块为例。首先是预测,主要是让学生通过预习预测所讲内容,比如在菌种选育课堂教学之前,给学生布置预习提纲,并指定菌种选育的参考书和相关网站,要求学生在业余时间预习发酵菌种的相关内容,并预测教师课堂讲授内容,通过这一策略可以增强学生的阅读理解能力和自学能力;然后是提问,当教师在课堂上讲授知识点之后,由学生根据预习中遇到的问题或课堂讲授中遇到的疑问向教师提出问题,或者是教师根据学生的问题,结合教材的知识点提出设问,比如为什么诱变剂量要以致死率为依据?学生从教师的提示中去寻找解决问题的办法,通过这一策略可以培养学生分析问题和解决问题的能力;接着是澄清,澄清是师生进行交互活动的具体表现,也是课堂教学的核心,教师有针对性地对典型问题进行讲解,并和学生进行探讨,以解决学生的疑惑,通过

这一策略可以培养学生创造性的思维能力；最后是小结，在课堂教学即将结束时，由教师总结授课内容的重点和难点，巩固学生所学知识，通过这一策略可以培养学生的复习能力和总结归纳能力。综上所述，在发酵工程教学中，我们通过预测、提问、澄清和小结 4 个策略的综合运用，来达到提高学生综合素质的目的。

## 2.2 实施多元化教学手段

多元化教学手段是指教师在教学活动中运用多种教学方法、多种教学资源进行教学，从而达到充分调动学生学习积极性、开发学生学习潜能，使教学活动达到最佳效果的教学模式<sup>[4]</sup>。传统的发酵工程教学理论性较强，内容抽象，授课时常采用集中的“灌输式”课堂授课，不利于培养学生的形象思维能力。尤其是在讲解一些发酵设备和原理时，学生普遍反映教学内容晦涩难懂、不易理解。为了能够激发学生的学习兴趣，使学生获得丰富的感性材料，加深对概念本质的理解，调动学生的学习积极性和主动性，我们尝试采用多元化的教学手段。比如在讲解通用式发酵罐时，我们在课堂讲解完之后再把学生带到实验室，让学生一边观看全自动 10 L 通用式发酵罐的内外部构造，一边听老师对照讲解其主要结构与部件，让学生对通用式发酵罐形成直观的认识；比如讲解过滤除菌时，通过多媒体课件避简就难，突出解决重点和难点，让学生对除菌原理、工艺流程、以及主要工艺设备的作用和操作要点有更深刻的理解。在授课过程中我们还注重讨论式教学和启发式教学，比如在讲完错流式和逆流式萃取的工艺和特点以及主要萃取公式后，让学生讨论两种萃取方式的优缺点和工业应用，并请学生上台比较两种萃取方式的不同，引导学生进行自主式、探究式学习，培养学生对知识点的深层理解、分析、比较和融会贯通的综合能力。除此之外，我们还在发酵工程教学中尝试了双语教学，也收到了较好的效果。虽然我们采用多元化教学手段进行教学才刚刚起步，但是却在加深学生对发酵知识的理解和掌握、提高学生的学习兴趣和课堂的积极性方面收到了较好的效果，有利于他们毕业后尽快地适应工厂

环境，较好地开展工作。

## 3 加强创新性实践教学

发酵工程是一门实践性很强的专业核心课程，因此通过加强实践性教学来培养学生的创新能力是发酵工程课程改革的一项重要内容。在实践性教学改革中，我们采取新增课程实习周与因地制宜的小组实验形式以及完善课程实践教学评价体系等方法，注重学生创新思维能力和专业技能的培养，力求切实提高教学质量。

### 3.1 增加实验内容

最初我院涉及到发酵工程课程的实践教学环节仅有企业认识实习、参观实习和生产实习 3 个环节，没有设置单独的发酵工程实验环节，导致学生实践动手能力较差，体现不出我院工科培养特色。针对这一问题，结合发酵综合实验具有实验周期长、连续性要求高的特点，我们新增了 2 周课程实习周。考虑到发酵工程实验是在完成化学基础技能实验、微生物学实验、生物化学实验和细胞生物学实验的基础上开设的，为了避免实验的重复，同时又实现学科间实验内容的互相交叉渗透，我们将发酵工程实验内容进行了整体优化组合，新开设实验主要以综合设计性实验为主，实验内容涵盖好氧发酵、厌氧发酵、固态发酵和液态发酵，实验产品与我国发酵行业的产品密切相关，比如柠檬酸的发酵生产、啤酒的发酵生产、白酒的发酵生产、菌体蛋白饲料的发酵生产等，学生可以根据自己的兴趣确定自己的实验内容。为了充分利用教学时间，在设计性实验中间穿插基础性实验，如培养基的配制、种子的接种技术和发酵原料与产品的分析等。

### 3.2 改进实践教学组织形式

在实践教学组织上，鉴于整套实验内容的设计重点在于培养学生的研究性思维和动手能力，而不仅仅是让学生按照实验讲义上的实验步骤操作一遍，因此实验教学的组织形式也就不能按照传统以教师为主体的模式来进行，必须要留给学生一定的自由度和独立的思维空间，让学生充分发挥其自主性<sup>[5]</sup>。由于我院教学资源有限，在实践教学组织上，

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

我们将每班学生分为 4 个大组, 每个大组设 3 个小组。在实习周内进行实验时, 首先由教师明确教学任务, 然后要求学生以大组为单位查阅资料, 完成详细的实验方案, 并列所需实验药品和设备名称, 经指导教师审核同意后, 领取实验材料和器皿进行实验, 基础性实验以小组为单位进行, 设计性和综合性实验根据情况以小组和大组结合的方式进行, 实验结束后归还实验材料和器皿, 完成实验报告。在整个实践教学组织过程中学生发挥主体作用, 教师只对设计好的实验方案进行审核把关, 并提醒学生在实验操作中的注意事项, 这种实践教学组织形式不仅提高了学生的独立思考能力, 也培养了学生的团队协作精神。

### 3.3 完善实践教学评价体系

根据课题组成员多年来的教学经验和学生的反馈情况, 积极改革发酵工程实践教学的考核方式, 实行全过程动态考核。评价体系包括过程评价和终端评价两部分。过程评价主要是对学生预习实验和实验过程中的表现评价, 过程评价的结果占总评成绩的 60%, 其中预习报告占 10%、出勤率占 10%、实验态度占 20%, 实验过程中的操作技能占 20%; 终端评价主要是对学生实验报告的评价, 终端评价结果占总评成绩的 40%。其中实验原理和步骤占 10%, 实验数据处理占 25%, 实验思考与建议占 5%。通过这种考核方式, 不仅加强了学生的实践动手能力, 而且有利于培养学生勤奋、严谨的治学态度。

通过以上实践教学改革, 我们不仅保证了实践教学环节的系统性和科学性, 而且突出了学生动手能力、专业技能和创新思维的培养。

## 4 结语

经过几年的教学实践, 我们的教学改革获得了多数学生的认可与好评, 连续多年来在我院课堂教学质量评价中获得优良, 毕业学生在发酵工程方向的就业率和考研率也普遍提高。尽管在教学改革推进过程中还存在一些问题, 比如学校的师资力量薄弱、教学资源有限、教学经费不足, 但我们坚信在学院和教师的共同努力下, 发酵工程教学将会逐步实现学校课堂理论知识与社会生产实践的有效链接, 实现复合应用型人才培养与社会经济发展的良性互动。

## 参考文献

- [1] 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): 46-48.
- [2] 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, 29(6): 98-100.
- [3] 金海如. 学习实践科学发展观创建发酵工程教学新模式[J]. 科教文汇, 2009(23): 37-38.
- [4] 张占军, 王富花. 高职《发酵工程》教学改革的探索与实践[J]. 职业时空, 2009, 5(10): 41-42.
- [5] 许波, 黄遵锡, 杨云娟, 等. 发酵工程实验教学改革初探[J]. 微生物学通报, 2007, 34(3): 600-602.

## 稿件书写规范

### 论文中阿拉伯数字的使用

凡是可以使用阿拉伯数字且很得体的地方均应使用阿拉伯数字。世纪、年代、年、月、日、时刻必须使用阿拉伯数字, 年份必须用全称。对科技期刊来说, 凡处在计量单位和计数单位前面的数字, 包括 9 以下的各位数字, 除个别特例外, 均应使用阿拉伯数字。不是表示科学计量和有统计意义数字的一位数可以用汉字, 例如: 一本教材、两种商品等。

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