

“热力学”课程与教学改革

学生自主学习生物工程设备基础的
教学模式探索^{*}樊 安¹, 马 沛¹, 惠俊峰¹, 骆艳娥²

(西北大学 1. 化工学院, 2. 食品科学与工程学院, 陕西 西安 710069)

[摘要] 生物工程设备基础是一门集理论和实践于一体的专业必修课, 由于该课程信息量大、计算量大、实践性强, 且学生缺乏对实物的认识和实践经验, 使得该课程存在难教和难学的问题。为了在有限的授课时间内, 让学生更好地学习并掌握生物技术产品的工业化生产过程及相应设备的配套设计与选型, 我们结合自身教学经验与科研经历, 对该课程的教学模式、教学内容、教学方式与方法、考核模式等进行了改革。结果显示, 激发学生自主学习的教学模式成效显著。

[关键词] 生物工程设备; 教学模式; 自主学习; 教学效果

Exploring a Teaching Model for Urging Students to
Autonomously Learn the Course of Equipment
Foundation of Biological Engineering

Fan An, Ma Pei, Hui Junfeng, Luo Yan'e

Abstract: Equipment foundation of biological engineering is a professional course combining the design theory and practice of equipment. It contains a large amount of professional information, calculation example and practice experiences, which makes it difficult to teach for the teachers and learn for the students being lack of visible cognition and practical experiences. In order to urge students to study and master the process of industrial production and the design and selection of the related equipment in a limited teaching time, combining our teaching experience and research experience, reform of the teaching model, teaching contents, teaching methods and examination form has been implemented, and the results showed that the teaching effectiveness of this teaching model on urging students to learn by themselves has been improved significantly.

Key words: Equipment of biological engineering; Teaching model; Autonomic learning; Teaching effectiveness

[作者简介] 樊安(1971-), 女, 工程师, 学士; 马沛(1971-), 男, 副教授, 博士, 共同第一作者; 骆艳娥(1977-), 女, 教授, 博士, 通讯作者。

^{*} 基金项目: 西北大学“本科教学工程”项目(项目编号: JX14050, JX17097)。

生物工程设备基础是西北大学生物工程专业的一门专业必修课。该课程集理论和实践于一体,既涉及生物过程设计,又涉及该过程上、中、下游相应的处理设备。在该课程中,学生结合化工原理、微生物学、生物化学、生物工艺学等专业知识,学习生物工程设备在整个工艺流程中的配套设计、选型、操作等技术问题,从而提高设计生产工艺、开发新产品、解决实际生产问题等专业技能。然而,生物工程设备基础课程具有信息量大、计算量大、实践性强、学习难度大等特点^[1],尤其是对于结构复杂或功能多样化的设备,由于学生缺乏对实物的认识 and 实践经验,课堂讲授时常出现教师难教、学生难学的现象。因此,我们结合自身教学经验与科研经历,对教学内容、教学方法、授课形式、考核形式等进行了改革探索,以期提高教学效果。

一、合理安排教学内容,引导学生自主学习

(一)重视绪论教学,激发学生的专业学习热情

从多年的教学经验来看,大三学生往往处于专业困惑期,尤其是生物工程专业的学生。由于部分生物工程专业课程的教学对象看不见(如基因)、摸不着(先进的仪器、大型的设备等)、关系复杂(如细胞系统代谢)、计算难(如动力学、设备设计)等,学生对所学专业的热情受到了影响。

因此,绪论绝非是课程正式开始前可有可无的部分。绪论课容量很大,内容丰富,可起到统领全篇的作用。讲解绪论时不能照本宣科,教师可通过引入社会热点问题及生活中遇到的问题凸显课程的重要性。如人们经常使用的青霉素是怎么发现的,又是如何实现规模化生产的?随着微生物耐药性的增强,相关研究人员又是怎么解决这个问题的?在日常生活中,常见的疫苗是如何做到只产生抗体而不具有侵染性的?相应地,这类生物药品的研发思路和生产工艺是如何在历史长河中实现一个个阶段性突破的?针对目前世人所担忧的能源危机和环境污染,基于生物工程技术,国内外的科研人员采用了哪些思路、使用了什么方法及设备来生产再生性洁净能源或解决由矿产

资源开采及炼制所产生的水、土、大气的污染问题?实践证明,这种方法可以让学生认识到自己所学不再远离现实,任何一种新生物制剂的诞生或传统发酵工艺的变革都与每代“生工人”的付出有关;同时也让学生知道,目前生产工艺上的不足需要他们每个人去努力解决,借此激发学生自主学习的热情。

对于一些较难理解的章节,我们在讲授前都安排了绪论课,设置了一些与关键内容相关的问题,告诉学生本章需要掌握的重点,明确应重点学习的内容。同时,讲课时告诉学生相应的学习方法,引导其变被动学习为主动学习。

(二)重视实例教学,促进学生立体整合所学知识

生物工程设备基础的教学内容囊括了生物反应过程上、中、下游全程的工艺及相应的设备,不仅每步过程间的操作紧密相关、井然有序,而且所有设备的产能都应配套^[2]。结合本课程的理论教学,我们邀请太白酒厂、宝鸡啤酒厂等企业的技术负责人一起,从上游的菌种改良、培养基灭菌、种子扩大培养,到中游的基于“三传一反”的发酵罐选型与发酵过程控制,再到下游提纯工艺设计及相应设备的选型,讨论并优化教学内容,设计酒精和啤酒的生产实例教学。该模式可促进学生结合实例深入理解各单元知识,从而掌握酒精等大规模发酵产品的发酵工艺及其配套设备的设计与选型。教学内容由简入难,理论结合实际,并且理论计算融入实际生产。在课堂教学环节,我们深入分析典型的发酵案例,引导学生从实际发酵过程出发,多思考、多计算,优化过程设计,培养学生从工程学、生物学等角度全方位思考问题的能力。

(三)重视前沿科研动态及成果介绍,培养学生的国际化视野

生物工程作为一门渊源古老但年轻的学科,所支撑的生物技术产业众多,涉及人类生活的方方面面^[3]。如生物化学和微生物学课程中介绍了糖酵解酶-丙酮酸激酶,该酶的缺乏可引发红细胞糖酵解酶缺陷性溶血性贫血,现在有效的治疗方案源于生物工程产品——促红细胞生成素

(EPO)。老师们结合自己的科研工作,深入剖析了我国氨基酸发酵与日本、韩国等氨基酸强国的差距及其成因,分析了我国酒精工业发酵的研发与美国、英国能源部研发重点的异同及产生差异的原因,同时结合 BIO360 的生物产业化发展动态,在相应章节适当介绍相关的国际化进展。从教学效果来看,这部分内容的教学可明显提高学生的专业学习信心,激发学生的专业学习兴趣及热情。

二、灵活应用多种教学方法,培养学生自主学习能力

(一)多媒体教学,变难懂知识为易理解的影像知识

生物工程设备基础课程涉及大量的图表和公式,仅靠“粉笔加黑板”的传统教学手段很难让学生保持持久的热情^[4]。为了变“枯燥的公式”为“生动的故事”,我们一方面注意幻灯片的色彩搭配,将重点内容突出显示;另一方面结合“板书”演示公式推导过程,同时介绍前人计算思路和计算方法的演变,将公式的提出及演变还原到前人解决问题时的情景,让学生置身其中,思考自己该如何解决这些量化分析问题并建立相应的动力学模型。

对那些较抽象、难理解的内容(如气流输送时颗粒物在水平管中的流动方式有悬浮流、两相流、团块流等多种方式),采用多媒体动画技术可将其描述得栩栩如生;在酒精蒸馏过程中,对初馏塔、精馏塔内的物料分离进行动态模拟,可形象地描述不同挥发度物质在塔中的定位及取样口的设计。这些可视化的形象演示能显著改善课堂教学效果。

(二)注重理论教学与实践教学相结合

学生由于缺乏实践经验,对生物工程工厂的过程操作缺乏基本的感性认识,难以理解教材中大量的平面图和计算公式,且对此倍感乏味,学习效果较差。为了将这些抽象的内容具体化,课件内容设计时要避免“照本宣科”。教师可将这些设备及其设计、计算与实际的工业化生产线联系起来,从生产规模出发,计算每个单元操作的产能,

根据产能计算并选择设备规格及其工程参数。通过把复杂的科学问题转变成具体操作问题,教师可引导学生变身为“车间主任”,思考生物加工过程中每个单元操作环节的生产规模布局、生产线设计与计算,并依据生产工艺进行相应设备的选型。同时,教师可以给学生推荐适合的参考书和参考资料,引导学生带着问题主动自学,培养学生的专业自主学习能力。课堂上,学生通过答辩可以充分展示其自学成绩。

另外,我们依托化工学院的中试研究平台,结合专业实验,让学生走进实验室亲自动手操作一些中试生产设备,在实践中发现问题、解决问题,引导学生利用所学知识解决实际问题,真正体现教育“学以致用”的目的。我们在课堂教学结束后安排了实践学习,让学生在实习过程中及时整理自己的收获并提出见解,将感性认识升华到理性认识。多年的教学实践表明,这种理论联系实际的教学模式可以激发学生对专业课程的学习兴趣,提高学生的专业学习热情。

三、多种教学形式有机结合,提高学生自主学习能力

(一)启发式教学

在教学过程中,我们有针对性地运用了提问式、启发式、讨论式教学方法。如在通风发酵设备的教学过程中,我们采用比较式教学方法来分析本章 3 种通风发酵设备的优缺点;在讲解较枯燥的灭菌动力学时,我们提前安排学生思考如何用数学模型来控制灭菌操作,从而既达到生产工艺的无菌需求,又能使营养基质满足工艺需要。由于过滤操作的模型式归纳对学生来说很重要,这部分采用启发式和讨论式教学模式,让学生思考如何控制这一单元操作。教师在学生讨论的基础上,再进一步讲解对数穿透定律及其修正。

(二)报告式教学

结合生物工程产业的快速发展,我们选定了一些有代表性的生物技术产品,设置专题阅读与研究课题,规定重点内容,让学生自学并分组汇报,充分调动学生挑战难题、征服困难的积极性,培养学生严谨的学风和科学的态度。对于专题研

究中较易出现错误的地方及学生的知识盲点,指导老师通过设置问题提前让学生有目的地“查漏补缺”,及时完善自己的知识结构及专题报告。如发酵过程中,基于所选定的发酵微生物的生长代谢特性,如何依据质量守恒定律提高琥珀酸的产量?对此,我们要求学生查阅美国能源部和英国能源部的统计数据与开设的研究课题,从细胞代谢机理出发,设计提高产率的新调控工艺;在课堂上,引导学生对这些易错知识点展开讨论,通过答辩环节让学生积极思考,发现并商议如何解决问题。这种模式既避免了老师唱独角戏,又充分训练了学生的缜密思维。

(三)设计式教学

结合我院的中试发酵教学实验,我们以青霉素、重组人血清白蛋白等产品为例,要求学生从实际工业生产出发,设计一套完整的生产线,包括上游菌种改良及物料前处理、中游发酵、下游分离纯化。在模拟生产线建设时,我们要求学生配套设计整条生产线的过程设备,同时要求工程参数与工艺参数有机结合,细化设计各种参数(温度、搅拌器转速、溶氧、pH、碳源浓度、氮源浓度、菌体浓度、目标产物浓度等)的检测分析方案。依据在线/离线检测的过程参数,我们让学生分析并优化发酵过程控制,建立一套行之有效的青霉素或重组人血清白蛋白等工业发酵工程工艺参数,实现目标产物的高效合成。实例设计教学模式不但要求学生大量查阅资料,分析文献数据与自己获得的中试数据的异同及产生原因,而且要求学生掌握实验设计、数据处理与分析、动力学模型解析等技能。这种教学模式不仅可以培养学生发现问题、分析问题、解决问题的能力,还可以促进学生

将骨干专业课程进行融会贯通。

四、完善考核方式

该课程包括课堂教学和实践教学。课堂教学以考试为考核手段,实践教学通过论文答辩进行考核。理论联系实际的教学模式培养了学生的创新能力、工科思维和科学思维。从我们目前的教学经验来看,为学生布置国内外热点药品或生物燃料等产品的生产过程设计与优化,可以激发学生的专业学习热情,促进学生将已学的骨干专业课进行融会贯通,从根本上认识专业学习的价值。在师生互动的教学模式下,学生的学习热情很高,学习效果较好。

五、小结

针对生物工程设备基础课程教学内容、教学方法、授课形式、考核模式的改革较好地解决了该课程难教和难学的问题,极大地提高了学生自主学习的积极性。在课堂教学过程中,师生互动良好,教学取得了较好的效果。

(文字编辑:李丽妍)

参考文献:

- [1] 舒国伟,陈合,吕嘉枋,等.《生物工程设备》课程教改初探[J]. 新西部(下旬刊),2013(z1):47,24.
- [2] 高振鹏,岳田利,王周利.“生物工程与设备”课程教学改革与实践[J].农产品加工,2015(22):82-84.
- [3] 张雁南,刘刚,李彦国.生物工程设备课程教学改革的探索与实践[J].长春师范学院学报(自然科学版),2010,29(2):141-142.
- [4] 项骅文,魏胜华,陶玉贵,等.生物工程专业《生化工程与设备》课程教学改革与探索[J].安徽农学通报,2013,19(21):83-84.