

新形势下开展微生物类课程教学改革的探索与实践

宋存江* 王淑芳 李国强 马挺 潘皎 杨超 魏东盛 程志晖 蔡峻 邓飞

(南开大学生命科学学院 分子微生物与技术教育部重点实验室 天津 300071)

摘要: 生物科学和生物技术专业连续数年位列高考“红牌警告”专业; 互联网+的飞速发展和智能手机的广泛使用, 让教师和学生可以同时获得生物科学与技术的最新研究信息。在这样的新形势下如何开展微生物类课程教学? 这是每一位专业教师必须直面的课题。本文结合南开大学精品资源共享课“微生物发酵工程”的建设, 结合理论教学、实验教学和实践教学“三位一体”的教学模式, 谈谈我们对于微生物类课程教学的思考与实践探索。

关键词: 模块教学, 案例教学, 综合性研究型实验课, 实践教学, “三位一体”教学模式, 师德修养

Exploration and practice of teaching reformation for microbe-class course under new circumstances

SONG Cun-Jiang* WANG Shu-Fang LI Guo-Qiang MA Ting PAN Jiao
YANG Chao WEI Dong-Sheng CHENG Zhi-Hui CAI Jun DENG Fei

(Key Laboratory of Molecular Microbiology and Technology for Ministry of Education, Life Science College,
Nankai University, Tianjin 300071, China)

Abstract: Bioscience and biotechnology have been as “red card warning” majors for several years, “Internet+” has developed rapidly and smart mobile phones are widely used. Teachers and students obtain latest information on biological science and technology, simultaneously. How to teach good course of microbial science in such a new situation? Every professional teacher must face to the subject. In this paper, authors’ thoughts and practice on the teaching for course of microbial science was discussed, based on construction of the Boutique Resource Sharing Class—Microbial Fermentation Technology in Nankai University and the trinitarian teaching model, i.e. theory teaching, experiment teaching and practical teaching.

Keywords: Modular teaching, Case-based teaching, Comprehensive research experiment, Practical Teaching, Trinitarian teaching model, Teacher ethics cultivation

Foundation items: Tianjin Teaching Reform Project in Higher Education (D03-0710); Major Project of Teaching Reform in Nankai University (2015106)

*Corresponding author: E-mail: songcj@nankai.edu.cn

Received: September 28, 2017; **Accepted:** December 14, 2017; **Published online** (www.cnki.net): January 15, 2018
基金项目: 天津市高等学校教学改革研究项目(D03-0710); 南开大学教改重点项目(2015106)

*通信作者: E-mail: songcj@nankai.edu.cn

收稿日期: 2017-09-28; 接受日期: 2017-12-14; 网络首发日期(www.cnki.net): 2018-01-15

随着互联网和智能手机的广泛使用,互联网+理念已经渗透至各个领域。互联网大量在线课程的出现等,已使学生获取知识信息的方式发生了变化。在此大环境下,传统的教学模式和教学方法已不能满足“学”与“教”的需要,需采用适合新形势的教学模式和方法^[1]。

1 采用“模块教学”和“案例教学”开展课程的理论教学

1.1 在课程基本内涵和外延的基础上,以“模块教学”内容实施理论教学

生物学本科专业调整以来,所有教师不得不面对的问题是课时减少。以南开大学“发酵工程”课程为例,理论课教学从54课时缩减为32课时。而“发酵工程”课程伴随着生物技术的不断发展,外延扩大、内涵延伸,课程内容日益丰满。传统的教学方式远远满足不了需要,必须进行教学改革。

实施模块教学,教师应系统和深刻理解课程内容,熟知内容间内在联系与逻辑关系,准确把握培养对象和教学目标,将关联度高、性质相近的章节和知识构架整合到一起,将课程分解成若干个相对独立的教学单元(模块)。从课程基础性、系统性以及循序渐进的认知规律出发,科学地加以利用。模块教学使学生构建清晰的课程理论和操作技能的框架,认知课程基本内容,明确各知识单元在系统中的地位和作用,使教学课时得到充分利用^[2]。

发酵工程教学内容被划分为5个模块。模块1包括绪论、工业上常用的动/植物细胞和微生物菌种及其改造与保藏;模块2包括代谢产物的过量生产、发酵反应的质能平衡和气液质量传递;模块3包括发酵过程及动力学和五大发酵方式,即分批/补料分批发酵、高密度发酵、连续发酵、基因工程菌发酵和现代固态发酵;模块4包括发酵设备、发酵过程的检测与自动控制;模块5包括发酵控制工程、灭菌工程、空气除菌工程和下游分离纯化工程。

实践证明模块教学可以加深学生对专业知识

的掌握,能真正激发学生的学习积极性和参与热情,达到鼓励创新、启迪思维、培养能力、提高素质的目的。

1.2 以“案例教学”拓展和延伸课堂理论教学内容

19世纪80年代,克里斯托弗哥伦布兰代尔在哈佛大学的法学课程中率先使用了“案例教学法”。该法不同于传统方法,遵循从现象到本质,从感性到理性的规律,推动学生由认知客体向认知主体转变。教师和学生一起,共同参与对实际案例的讨论和分析^[3-4]。案例教学中教师的责任是领导案例教学全过程,包括:(1)案例选择;(2)组织课堂案例讨论,引导学生思考、争辩、做出决策和选择、从案例中获得某种经历和感悟;(3)案例更新,使案例教学紧跟时代要求并反映当前教育实际。案例教学过程中学生的责任是:(1)积极参与,课前必须仔细阅读教师指定的案例材料,分析和思考,做出决策和选择,得出现实而有用的结论;(2)课堂上积极发言,讲出自己的思考和结论,与他人展开争辩。学生是教学的主角。

与人文科学不同,“发酵工程”课程案例是以生产或实验研究为基础的。因此,已发表的高水平学术论文就是最好的案例,如:*Nature Biotechnology*、*Nature Communication*、*Applied and Environmental Microbiology*等刊物的相关论文。本课程案例教学的做法如下:学生自由组合,在教学班中成立若干个案例教学学习小组(教学班约分为6-8组),组长带领组员从规定刊物近两年的论文中选择两篇(经助教确认应与微生物发酵工程相关),分工进行翻译,展开组内讨论,推选出一名代表参加全班展示交流。PPT展示报告中应包括:(1)报告题目(论文题目);(2)为什么要开展此项研究或生产?(3)进行此研究或生产采用了什么方法?(4)本研究或生产得到了什么结果?(5)本研究或生产中与微生物“发酵工程”课程中的哪些内容关联?集体交流前,组长需将论文、译文和PPT发给全班同学。报告人报告结束,同学就其报告内容提问质疑,展开讨论;报告人所在小组成员集体回答

问题。一个学期下来,每个学生不仅学习了教师课堂上的教学内容,还学习了8-10个教学案例,大大丰富了教学内容。

我们深深地体会到,“案例教学”能有效弥补理论教学课时的不足。使学生通过具体的研究案例理解理论教学所学内容的重要性,增强对于基本理论、基本规律和基本技能应用的认知。

2 开设“综合性研究型实验”激发学生的主观能动性,使学生体验科学研究全过程

综合性实验是根据学科自身特点将若干单元实验有机结合,使学生能将所学的理论知识与实际应用有机地联系起来,提高学生对实验的兴趣,加深对内容的理解,便于学生在实验中发现问题的,以培养学生解决问题的能力。研究型实验课是强调教师通过对实验教学的研究,对实验内容、实验方法、实验课流程以及实验管理等进行研究性设计,引导学生开展研究型实验学习,培养学生实验兴趣,激发学生科学研究的能动性,达到提高学生综合素质和创新竞争力的目的。

如综合实验“微生物发酵合成生物降解材料PHA”包括聚羟基脂肪酸酯(PHA)合成细菌的分离与纯化、微生物 Biolog 分类鉴定、全自动机械搅拌发酵罐操作、发酵液中溶解氧测定、葡萄糖含量的测定、固液分离(超滤技术与离心分离技术)、菌体干燥(冷冻干燥、真空干燥)、PHA 产物抽提(冷抽提、索式抽提)、抽提液的旋转蒸发浓缩、PHA精制(有机溶剂沉淀技术)以及 PHA 结构分析(核磁共振检测)等。

通过完成上述全部实验,使学生能对发酵过程中的工程技术问题与生物学基础理论有更深入的认识,并且了解发酵工程工艺控制的特点及其共性,强化了学生基本专业技能的训练。实验内容的设置涵盖专业基本技能训练主要内容,通过反复的应用实践、综合演练不断强化学生对专业技能的认知。

南开大学微生物发酵工程实验拥有两台 10 L

全自动发酵罐和多台可进行摇瓶式培养的培养箱。为了充分调动学生实验的主观能动性,发酵罐 1 使用学生第一次实验分离并鉴定的细菌作为发酵菌种。发酵罐 2 保证整个实验能够得到阳性结果。由于实验以小组为单位进行,哪个小组分离的菌种性能好、稳定、纯度高,发酵罐 1 就使用哪个小组的菌株。实验伊始就充分调动了学生的积极性。调动学生主观能动性不是一句空话,要求教师确实想出办法才行。如本实验除了菌种为两株之外,在发酵方式上也采用了两种方式,即:罐式发酵和摇瓶发酵。实践证明,分组实施、引入竞争机制是调动学生主观能动性的一个有效方法。

综合性研究型实验课激发了学生对实验研究的兴趣,使实验课不仅仅是一个动手操作的简单过程,而是探求知识和规律、进行研究、发现问题、分析问题和解决问题的过程。给学生创造一个锻炼和动手的机会,将科学研究的理念渗透到实验教学的各个环节,使实验成为一次科学研究的过程,有利于学生专业素质的提高^[5]。

3 实践教学是课堂教学的重要补充,是联系实际、激发学生创新思维的有益举措

在学生学习了生物科学与生物技术基础课程之后,大三学年由专任教师带队,多次深入生物技术相关企业或科研单位进行实地考察和参观实习,每一年级去 3-5 个单位。目前,南开大学稳定的实践教学基地已有 20 余家。实践教学过程中,每个实习点均采用集中讲解与现场参观相结合的方式。首先,由实习单位技术负责人集中介绍本单位发展历程、产品种类和营销策略、生产基地状况、新产品研发项目以及企业家创业史、技术带头人创新经历等。参观时将学生分成 3-4 组,分别由技术人员带领,边看边讲,随时提问,学生们总是兴趣盎然、态度认真,自带笔记本随时记录。

实习结束后,每个人都写出一份教学实习报告,教师根据学生在实习活动中的态度、表现以及实习报告的质量给出成绩。学生们通过实习收获

很大,验证了课堂上所学的理论 and 知识,也学到了许多课堂上、书本上学不到的东西;更加深入地理解和消化吸收了课堂上所讲的基本理论、基本规律;感知到了基本技能的重要,对于课堂教学起到了重要的补充作用。

正像学生们在实践教学报告中谈到的,在较系统地学习了生物技术理论,并进行了多次各有特色的实习经历后,感觉自己真的学到了很多。尤其是去相关企业的实习,让学生们对生物技术,特别是发酵工艺这样一个与产业化非常相关的学科有了更深入、更形象的认识,发现了理论知识背后有趣的生产实际过程,与车间、设备、产品近距离接触,初步建立起理论知识与生产实际之间的联系^[6]。

4 采用现代技术手段服务教学各环节应对“新形态变化”

归纳起来,南开大学“发酵工程”课程采用现代技术手段服务教学的做法主要包括:(1)早在2010年就实现了教学全程录像上线,教学全部课件上线,满足学生的在线学习需要;(2)新学期伊始就建立“理论课程微信群”、“实验微信群”和“实践教学微信群”;(3)建立课程网页,将与课程学习相关的学习方法、参考资料、参考文献等在网页中介绍;(4)在微信群中随时转发相关的研究进展、应用案例等;(5)“案例教学”小组汇报,采用讲授全程录像的记录方式,根据讲授效果进行评分;案例教学的相关论文和讲授PPT通过微信全员发送;(6)实验教学采用关键技术操作利用视频录像进行讲授;(7)实践教学采用摄影记录结合生产实地参观录像的方式;(8)微信实时互动等。

5 完善教学课程体系建设,充分利用课外“大学生创新研究”指导学生

几年来,南开大学“微生物发酵工程”课程组进一步完善了课程体系建设。课程向后延伸,增加了“生物工程下游技术”选修课程。课程向前延伸,为一年级新生增加了“生物技术概论”必修课程。提高

了学生选择生物技术专业的意愿率,降低了生物专业转出率。同时,为了培养学生的创新能力,课程组教师还开设了选修课“创新与创业实践”。几年来,课程组组织出版了《发酵工程原理与技术》(主编宋存江,2014年2月高教出版社出版)、《发酵工程实验教程》(主编贾士儒、宋存江,2016年8月高教出版社出版)教材,进一步提升了教学效果。

当前,各校都开展了大学生课余创新研究实验活动。南开大学也有4个层次的本科生创新实验,即:(1)国家级大学生创新训练计划;(2)天津市大学生创新训练计划;(3)南开大学百项工程;(4)学院创新训练计划。课程组成员以这些大学生创新训练计划项目为契机,每年都分别组织学生开展立项研究。课程组指导的两个本科生创新研究小组分别参加了美国国际遗传工程机器大赛iGEM,获得了铜奖(2015年)和金奖(2016年)。

6 “打铁还需自身硬”,注重师德修养

新形势下做好微生物类课程教学,教师仅有热情是远远不够的。教师必须从两方面加强自身的修养,即师德修养和科研水平提高。我们认为教学活动与农业耕作属性有类同性,“没有种不好的庄稼,只有不好的庄稼人”。教师在抱怨学生的时候,就像老乡在田间指责庄稼不好好生长一样。注重师德修养,关爱每一名学生^[7]。认真学习教学方法,探索教学规律。做学生的良师益友,教书育人,重视学生的综合素质培养,言传身教,将教书育人思想融入日常教学生活中,以潜移默化的感染力达到教书育人的目的(尽早记住学生的名字很重要);做到真正关心和爱护学生。有多少付出就会有多少回报。教学的终极目标是学生受益的最大化,为了激发学生的学习热情,挖掘潜力,就必需随时调整方法,因人施教很重要。无论教学设备多么先进,教学方法多么多样,教学内容多么丰富,教师的教学水平多么的高,都抵不过学生主动学习的热情,也都替代不了学生动手的实验能力培养;“打铁还需自身硬”,科研和教学是教授的左右手,做好科研是做好教学的前提。将所讲授的课程与自己的

科学研究相结合, 让学生感到书本上的东西并不遥远, 就在身边。还可将自己科学研究内容的小单元设计为学生科研创新的题目, 亲力亲为指导学生, 可极大地扩展理论教学效果。“莫以善小而不为”, 做个教学的有心人, 平时一点一滴积累, 授课中吸引住学生就必需有一些实例, 这需要平时的积累。关注本领域最新的研究动态和研究成果, 并及时应用于授课中。

总之, 理论教学是研究型实验和实践教学的基础, 实验教学又反过来促进理论授课; 实践教学是理论和实验内容的具体体现, 使学生对理论和实验教学内容的理解得以升华。三种方式相辅相成, 互为补充。再辅以新形态的教学手段, 开展多层次科研训练以及强化教师自身修养, 不断提高教学水平。十五年来的教学实践证明, “三位一体”的教学模式具有可操作性且效果显著。作者愿与讲授理论教学、实验教学、实践教学综合课程的同仁分享教学体会。

REFERENCES

- [1] Bie DR, Wang YS. A review of China's higher education research in 2016[J]. *Journal of Higher Education Management*, 2017, 11(2): 107-115 (in Chinese)
别敦荣, 王严淞. 2016 年中国高等教育研究述评[J]. *高校教育管理*, 2017, 11(2): 107-115
- [2] Le J, Yu BP, Zhu SY, et al. New direction of education reform in medical colleges in America[J]. *China Higher Medical Education*, 2012(1): 120-122 (in Chinese)
乐江, 余保平, 朱思莹, 等. 美国医学院校教学模式改革新方向[J]. *中国高等医学教育*, 2012(1): 120-122
- [3] Guo DH. The case teaching: history, essence and development tendency[J]. *Higher Education of Sciences*, 2008(1): 22-24 (in Chinese)
郭德红. 案例教学: 历史、本质和发展趋势[J]. *高等理科教育*, 2008(1): 22-24
- [4] An SA. The model design and application strategy of case-based dialogic instruction[J]. *China Higher Education Research*, 2017(3): 83-87 (in Chinese)
安世邀. 基于案例的大学对话教学模式设计与应用策略[J]. *中国高教研究* 2017(3): 83-87
- [5] Song CJ, Liu RL, Wang SF, et al. Exploration and practice of comprehensive research experiment course[A]//*Bulletin of Forum on Higher School Life Science Foundation Course Report*[C]. Beijing: Higher Education Press, 2008: 473-477 (in Chinese)
宋存江, 刘如林, 王淑芳, 等. 综合型研究型实验课的探索与实践[A]//*高校生命科学基础课程报告论坛文集*[C]. 北京: 高等教育出版社, 2008: 473-477
- [6] Pan HH, Tang Z. Redesign to university practical teaching system[J]. *China Higher Education Research*, 2012(2): 104-106 (in Chinese)
潘海涵, 汤智. 大学实践教学体系的再设计[J]. *中国高教研究*, 2012(2): 104-106
- [7] Hao G. Give more power into construction of teacher's ethics and teacher's competence[J]. *Chinese Higher Education*, 2012(19/20): 15 (in Chinese)
浩歌. 多多给力师德师风建设[J]. *国内高等教育教学研究动态*, 2012(19/20): 15