

# 蛋白质与酶工程精品课程的建设

薛胜平\* 闫洪波 张瑞平 张香美 贾月梅

(河北经贸大学 生物科学与工程学院 河北 石家庄 050061)

**摘要:** 阐述在“蛋白质与酶工程”课程建设中,对教学内容进行结构性调整,新旧教学方法并行,进行考核评价手段与实践教学的创新,赋予学生自主选择教学内容、教学方法、考试方法、参与评价的权利,使学生得到全面发展,在教学改革方面积累经验。

**关键词:** 精品课程,蛋白质与酶工程,教学改革,评价

## Essence course development of Protein & Enzyme Engineering

XUE Sheng-Ping\* YAN Hong-Bo ZHANG Rui-Ping ZHANG Xiang-Mei  
JIA Yue-Mei

(College of Bioscience and Bioengineering, Hebei Economic and Trade University, Shijiazhuang, Hebei 050061, China)

**Abstract:** This thesis presents a series of changes during the process of developing “Protein & Enzyme Engineering” into a university’s essence course, including: structural adjustment of content, combination of old and new teaching methods, innovation of examination method and practical teaching, to give students the right to choose learning content, teaching methods, examination type and its evaluation. The study tends to make the students fully developed and experiences being accumulated in teaching reform.

**Keywords:** Essence course, Protein and enzyme engineering, Teaching reform, Evaluation

精品课程建设是集教育理念、教师队伍、教学内容、教学方法和教学制度于一身的整体建设。“蛋白质与酶工程”是生物技术专业的核心主干课程。随着酶学研究迅速发展,特别是酶的应用推广,酶学、分子生物学、微生物学的基本原理与化学工程相互渗透结合、发展成为“蛋白质与酶工程”,属于边缘交叉学科。教学目标要求,熟悉从应用目的出发研究

酶,在一定生物反应装置中利用酶的催化性质的研究路线,掌握酶的生产与应用的基本理论、基本技术以及自然酶、化学修饰酶、固定化酶的研究和应用,进一步了解酶在各行各业中实际应用的最新发展及其趋势。课时少而“蛋白质与酶工程”课程的复杂性决定了对教学内容整合的必然,我们对教材内容进行模块式设计 with 结构性调整,教学方式将新老

\* 通讯作者: Tel: 86-311-87655680; ✉: xsp6210@163.com

收稿日期: 2011-03-28; 接受日期: 2011-07-01

方法相结合,如讲授与启发式和讨论式、师生互动相结合。在“蛋白质与酶工程”课程中实施师生互教、先学后教教学模式<sup>[1]</sup>,建立教学主体同学习主体相互合作、交往互动式的新型课堂教学模式。开展问卷调查,诊断学情、教情,改变评价的主体与方式,提升课程的内涵。

## 1 “蛋白质与酶工程”课程的特点、教学内容设计模块结构

酶工程是20世纪70年代兴起的新兴学科,它将酶学理论与化工技术相结合,是研究酶的生产 and 应用的学科。酶工程在研究内容、手段和目的上与基因工程、蛋白质工程、细胞工程、发酵工程等孪生学科是相互交融的整体。蛋白质工程是以蛋白质分子的结构规律及其与生物功能的关系为基础,通过有控制的基因修饰和基因合成,对现有蛋白质加以定向改造,设计、构建并最终生产出性能比自然界存在的蛋白质更加优良、更加符合人类社会需要的新型蛋白质。蛋白质工程与酶工程是有机的统一体。酶工程的重点在于对已存在的酶的合理利用,而蛋白质工程的重点则在于对已存在的蛋白质的分子改造。

将教学内容结构性调整为酶制剂的制备与应用、化学酶工程、生物酶工程三大模块,涵盖酶的分离工程、固定化、酶的非水相催化、酶的修饰与改造、酶反应器、研究的方向、进展和热点等方面内容。

## 2 教材与教学内容

在保持课程内容稳定性基础上不排斥课程组织的分化性,构建具有开放性、变革性和统合性的课程体系。我们从教材的选用、教学参考书的制定、教学内容的优化和更新,以及实验内容的合理安排等方面做了一些探索。

一是合理选择、及时更新教材电子资源。七届共采用4种版本的教材。指定内容更为广泛的参考用书与电子资源如 <http://highwire.stanford.edu>, [www.cnenzyme.com](http://www.cnenzyme.com), 让学生了解蛋白质与酶工程的

发展前沿与动态,激发学生对该课程的学习兴趣。为了培养理论和应用相结合的复合型人才,我们以王大成主编的《蛋白质工程》、黄迎春的《蛋白质工程简明教程》和郭勇、陈守文主编的《酶工程》为核心,参考了众多《蛋白质工程》和《酶工程》教材,对课程的内容进行了合理的组织安排,既兼顾了蛋白质的分子设计等理论学习,同时也掌握了酶的工业化生产和应用等技术。

二是在教学内容方面,用教材教、而非单纯教教材,修改理论与实验教学大纲时,以培养学生的实践能力和创新能力为出发点,重点处理好经典与现代、理论与实践的关系,加强学生工程素质培养。我们增加和删除了部分章节内容,明确指出各章节的重点和难点。“蛋白质与酶工程”内容庞杂,各章自成体系,将每单元全方位地融合到课程知识体系中,帮助学生梳理出专业知识体系的轮廓,即围绕酶制剂的制备、应用与改造,通过发酵、分离制备酶,实际应用时采用化学酶工程如固定化技术、非水相技术,而酶的获取及改造则有赖于生物酶工程。启发学生注意各知识点的横向联系,如可利用酶的化学修饰与蛋白质工程,分析生物催化剂所催化的特定基团,然后开发模拟酶,同时可实现全新的生物催化反应,运用基因重组进行体外定向进化,优化培养与发酵的调控措施,达到提高效益的目的。

教学内容强调科学性、实用性和前沿性。课程是师生共同参与探求知识的过程<sup>[2-3]</sup>。本科目采用国家重点教材并及时更新,教学内容采用订单式,在完成固定化、酶的非水相催化、酶的修饰与改造等基础版块的基础上,给学生充分自由,教师开出菜单,学生可以根据爱好“点菜”上课。如固定化一章原理与方法部分属于基础版块,将固定化技术的应用研究部分,如用于非水相技术等,就由学生选择。了解相关课程如“发酵工程”等的讲授内容,删除了第二章微生物发酵产酶和第三章动植物细胞培养产酶这两部分内容,避免了教学过程中的重复;但尊重同学意见,微生物发酵产酶中留下其他课程没讲的发酵动力学部分进行讲授。

三是优质教学资源建设和完善,相关的教学

大纲、教案、习题、实验指导、参考文献等上网并免费开放,实现优质教学资源共享。积极适应网络化教育、移动学习的新趋势,搭建课堂教学和作业提交等交互平台,加强网络课堂的辅助教学功能。

### 3 教学方法与教学手段

形成四结合的教学方法,即理论教学与实验教学相结合、理论教学与案例教学紧密结合、自主学习与评估控制相结合、平时考察与开放考试相结合的教学方法。采用启发式、讨论式、互动式教学方法,多媒体教学。注意最新的实践信息,从实际中提出问题,设计和安排思考题、综合题、小论文,让学生带着问题想和学。师生、生生互动,创设情境,激发“想问”;转变观念,鼓励“敢问”;明确要求,促进“会问”,多提没有标准答案的劣构性问题,激发思维,如请设计一种分子印记酶的过程方法。教案设计着眼于具有不同知识和能力结构学生的差别。

该课程的实验教学做到实验时间、实验内容和实验器材对学生的真正开放。使学生能够理论与实践相结合、验证型实验与设计型实验相结合、课内与课外相结合。介绍研究与生产现状,增加课堂的趣味性、知识性和新颖性,激发学生的探索热情。让学生在问题、研究、实践的环境中学习,学会质疑、批评,并且提出新的问题。如有同学提出既有模拟酶,就可以创造全新的代谢途径,与基因工程相结合,可能创造新的生物体。

不仅教、还研究学;不仅关心课程的学习、更重视学生的长远发展。学生不再是知识的被动的接受者,而成为课程发展的积极参与者,真正以学生为主体,让学生参与教学内容、考试方法与评价、教与学方法等一系列教学改革措施的制定。并对学生进行问卷调查了解诊断学情、教情。

#### 3.1 学生学习状况调查与学习方法指导

针对学习动机、方法、时间、学习结果、环境、学习的社会性 6 个方面对教学状况进行问卷调查。第一部分为封闭性题目,共 41 个项目;第二部分为开放性题目,共 8 个项目。封闭性题目每题 5 个答案,采用 5 点式李克特量表<sup>[4]</sup>:采用 5 点分值分析法

平均评价从大到小依次为:社会性(3.04),学习环境(2.89),学习方法(2.84),学习结果(2.55),学习时间(2.41),学习动机(2.35)。从数据反映情况看学习的社会性得分最好。

问卷结果中,60%–70%的学生:清楚为什么学,好奇心较强有学习兴趣;能在新旧知识间建立联系,能从新角度发现和思考问题;时间安排有计划;有问题能与同学、老师讨论,发现不足、不满足于获得现成答案,敢于质疑和争辩。低于 30%的同学觉得读书没意思,一读书就烦,想找个工作做。

开放性题目中 53%认为自己学习主动,44%认为自己学习被动,还有一同学写到感兴趣的会主动,不感兴趣则被动。多数同学认为自己学习策略少、反思少,且对学习评价的作用有所认识。2/3 的同学自评,1/3 的同学根据老师的看法评价自身的学习状况。开放性题与主观判断题结果一致性好。

学生对该课程印象最深的是教师的民主及责任心,上课气氛自由,独特的师生交流式的教学方式。学生对互动教学法的看法:6.25%不喜欢,21.88%无所谓,71.88%喜欢,28.1%选择喜欢讲授。37.5%的学生选择师生讨论学,略多于选择自学(34.37%)。但回答喜欢的学习方法时,选择自学、老师引导下、师生讨论学、老师监督下学的人数分别为 10、14、10、2,说明教学理念更新、方法的改进对于师生均是个渐进的过程。

对学习方法的指导做了一些尝试。如前次课提出下次课的思考题使学生带着问题预习以激发兴趣,课后布置作业题强化复习,指导学生识别不同信息源的优劣。训练发散性思维。

#### 3.2 传统教学手段和现代教育技术相结合

每节课开始提出思考题,将问题作为主线进行讲解,使整个教学过程形象生动,也增加了各知识点间的相互连贯性。通过实例教学模式,融入科学研究思路,学生们不但掌握了各种技术的原理和方法,并且培养了科学研究的素养。使用现代教育技术手段开展教学活动,多媒体课件制作时对内容做提炼和深加工,适时联系与课程内容相关的课件外的内容讲解,做到课件版面设计简洁与讲授内容丰

富的有机结合,减少视觉疲劳;结合图片直观形象生动地释解教学难点,激发学生学习兴趣,提高教学效果。例如,在学习蛋白质分离纯化技术一章时,采用多媒体动画教学软件,非常形象直观地呈现了分子筛、离子交换层析等技术分离蛋白质的原理和操作过程,学生易于掌握,反应很好。同时,为了克服多媒体教学的弊端,采用黑板对公式等内容进行板书,综合多媒体与板书两者的优点,实现教学效果的最优化。

讲授发酵动力学,先演示4种酶生物合成模式的动力学曲线,让同学讨论比较同步合成型、延续合成型、中期合成型、滞后合成型4种模式在实际生产应用时的优劣及其原因,通过类比模型与现象推理出延续合成型为较好的酶生产模式,证明了科学教学中模型/模型化方法的认知探究功能<sup>[5]</sup>。同时采用这种由上到下,先呈现结果,然后师生共同探究过程的教学方法<sup>[6]</sup>激发学生的兴趣与思维。

以酸性淀粉酶的生产与改造为例,融合了发酵工程、细胞工程、基因工程、反应工程、分离工程、抗体工程、溶剂工程等多方面的内容。课程的组织不再囿于学科界限,而向跨学科和综合化的方向发展。

### 3.3 实施师生互教、先学后教教学模式

通过学生的自主参与教学,有利于充分调动学生的主动性、积极性和创造性,有利于培养学生自学能力、思维组织语言表达能力、分析解决问题的能力。

具体运作方式:在课程开始向学生介绍先学后教师互教教学模式,得到学生的认可。将全课程的83道复习思考题在课上及网络中公布,作为学生讲课题目的参考。与学生商量参与讲课的频率及时间,然后将全班同学分为8组,每组5人,每次由同学推举2人,每次课都有学生讲课。将课程辅导材料及课件思考题等预置于网络,除特别约定时间外,每次教师与讲课学生课前早到一刻钟,进行预讲及辅导。学生讲课时间一般为5-10 min。采取课前准备、学生讲、教师点评、小组讨论等多种形式,增加教学的趣味性,培养学生的参与意识,教学效果

非常明显。

不以权威的观点和观念控制课程,试图在各种观点、观念相互冲撞、融合的过程中寻求一致或理解。提出两难观点,如新的产酶菌种的获得,从具有安全性的菌系中筛选比较保险可缩短研发的时间,而学生提出如此则失去得到新的菌属与新的产物的机会。

## 4 改革考试方法

改变单一的闭卷理论考试方法,把平时的作业、讨论课、开卷考试、口试和课程论文等结合起来。这样的考试方式有助于避免死记硬背,促进能力的提高。让学生参与评分标准的制定及评分,建立了更为客观的学生成绩评价体系。在考核知识的同时,更注重对学生的能力评价。

2005、2006、2008级三届同学选择实施写综述为主的考试方式,其中后两次为写作加答辩。结课时对2008级问卷调查表明,9.4%选择闭卷考试,31.3%选择做试验写论文,59.4%选择写综述。同时多数学生表示学会了查资料和综合分析问题,部分同学表示学会了选题、写作论文。

具体实施步骤如下。首先确定选题,保证题目不重,有改题目者及时发布信息并与老师沟通;第二,教师用多媒体讲解如何写作综述,重点是摘要与参考文献的要求;第三,重点指导几个同学提前写出初稿,征得同意后将修改过程与要点给全班同学讲解;第四,为几乎每个同学修改电子版文稿3-5次;第五,定稿后制作幻灯片给全班同学演示讲解,老师和同学评分各占分值的50%。

选题面较广,基本上没有抄袭现象。有雷同现象的重新更换了题目,鼓励同学自己选题,或根据写作内容修改题目,比较三届同学,自选题的同学逐渐增多。

学生对教师评价的满意度均在90分以上,实施新的考试方法的年份学生评教明显高于旧的考试方法的年份。课程任务不仅仅是学习考试,还使学生思维能力、写作、自学、自我管理及实践能力得到发展。教学目标、考试方式与新的学习方式促使

学生思、学、疑、讲、练,使学生知识、能力与素质均得以提高。

## 5 实践教学创新

由传统型实验管理向开放型实验管理转变,形成了基础实验→综合性与设计性实验→创新性实验和实训的“递进式、结构化”的实践教学体系。不断更新实验教学内容,自编实验讲义,依托生物科学与工程学院的河北省“食品科学与工程”实验示范中心的人才和资源优势,建立了理论与实践并重的专业课程体系,突出了蛋白质与酶工程在生产实际中的应用,将实验内容的建设与课程建设相结合,技能训练与课程实验相结合,对以文科为主的院校办好生物技术理科专业进行了成功的探索。

蛋白质与酶工程是一门理论兼应用性很强的学科,为了培养学生的动手能力,强化实验教学,我们在狠抓学生基本实验技能训练的基础上,增加了部分探索性和设计性实验,对提高学生的综合能力起到了较好的作用。如微生物或酶的固定化实验,学生可以自主设计不同固定剂及其浓度,探讨它们对微生物细胞的固定效果,并自行设计分析实验比较微生物固定前与固定后的优缺点,最后进行结果分析,形成了集固定化细胞制备、分批与连续发酵、产品分析检测于一体的综合设计性实验体系,这样不但可以加深学生对微生物固定化方法的学习,还培养了学生独立科研工作的能力。

由于加大了探索性和设计性实验内容,实验考核的标准不只看实验结果,更重视学生的实验设计思路,并对其在实验过程中处理突发问题的情况,进行综合评定。

学校每年有开放性学生项目,此外学生参与老师的科研项目,其中不乏酶工程的内容,如纤维素酶、几丁质酶、生淀粉酶、固态混菌发酵饲料用复

合酶的研发等。

## 6 小结

课程仅是育人的载体,目的是学生的发展<sup>[3]</sup>。我们将学科的概念原理体系和相应的探究过程和方法结合起来,让学生以研究者的姿态介入到课堂教学中。通过对6届学生的培养,师生均增强了对学科对自身发展的信心,树立起以生物技术建设可持续发展的生物经济时代的信念。“蛋白质与酶工程”在教学大纲、教学内容、教学方法与设计、考核制度、实践教学及师生共同发展等方面的改革取得了一定的效果,在教学理念、课程内容、教学方法、考核手段与实践教学方面有所创新。课程建设的过程也使教师自身由新手教师成长为行动研究型教师。

## 参考文献

- [1] 薛胜平,李慧荔,张金良,等. 实施先学后教、师生互教教学模式的体会[J]. 微生物学通报, 2008, 35(11): 1821-1824.
- [2] Newton KJ. Instructional practices related to prospective elementary school teachers' motivation for fractions[J]. J Math Teacher Educ, 2009, 12(2): 89-109.
- [3] Kali Y, Levin-Peled R, Dori YJ. The role of design-principles in designing courses that promote collaborative learning in higher-education[J]. Computers in Human Behavior, 2009, 25(5): 1067-1078.
- [4] 乔伊斯 P 高尔(Gall JP), MD 高尔(Gall MD), 沃尔特 R 博格(Borg WR). 教育研究方法实用指南[M]. 胡秀国, 郭书彩, 屈书杰, 译. 北京: 北京大学出版社, 2007: 189.
- [5] 孙可平. 科学教学中模型/模型化方法的认知功能探究[J]. 全球教育展望, 2010, 39(6): 76-81.
- [6] 崔彦, 代中现. 以学习者为中心的教学设计与实践[J]. 全球教育展望, 2010, 39(6): 36-39, 49.