

## 生物工艺学课程教学改革实践与探索

冀颐之<sup>(✉)</sup>, 龚平, 赵伟

北京联合大学生物化学工程学院, 北京, 100023

**摘要:** 生物工艺学是生物工程专业的核心课程。结合我校生物工艺学课程的教学实践探讨了在教学内容、教学方法和实践教学等方面所进行的多层次的教学改革, 以达到提高教学质量, 提升学生的综合素质、创新能力和特色竞争力的目标。

**关键词:** 生物工艺学, 课程建设, 教学改革

## Practice and Research on Teaching Reform of Biotechnology

Ji Yi-zhi<sup>(✉)</sup>, Gong Ping, Zhao Wei

Biochemical Engineering College, Beijing Union University, Beijing 100023, China

生物工艺学(biotechnology)是以生物代谢过程和对代谢过程的控制, 获得生物产品共性原理为研究对象的学科。以探讨生物产品生产过程中的共性为目的, 从工艺角度阐明细胞的生长和代谢产物与细胞的培养条件之间的相互关系, 为生产过程的优化提供理论依据<sup>[1]</sup>。

生物工艺学是我校生物工程专业的核心课程。北京联合大学作为一所北京市市属院校, 招收对象主要为北京生源, 因此在课程建设上主要结合首都经济发展及生源特点, 通过在教学内容、教学方法和实践教学等方面多层次的教学改革, 启发学生思路、拓宽学生知识, 以达到提高教学质量, 培养学生应用性和创新性的目标, 力求适应北京生物技术产业发展对人才的要求。

以下结合我校生物工艺学课程的教学改革, 就教学内容、教学方法和实践教学等方面所作的一些尝试和探索进行探讨。

### 1 合理安排教学内容, 构建二维知识模块

科学合理的教学内容是课程成功的基础。本课程以生物工艺学核心教学内容为基础, 从学校实际情况及社会发展需求出发, 将基础理论知识向外延伸, 及时更新和补充前沿的生物技术, 增加应用实例, 强调自主学习, 并在逐步发展建设过程中收集和整理了具有特色的教学内容。

生物工艺学课程的核心内容为生物反应过程, 见图1。生物反应过程的实质就是利用生物催化剂从事生物技术产品的生产过程。其内容包含四部分: (1) 原料的预处理及培养基的制备; (2) 生物催化剂的制备; (3) 生物反应器及反应条件的选择、生物反应过程的控制; (4) 产品的分离与纯化<sup>[1]</sup>。

以本课程重点内容: 微生物细胞作为生物催化剂的生物反应过程为例, 课堂教学是以前述反应过程为序依次展开的。从菌种选育、培养基的制备到发酵工业废物处理, 微生物反应过程中的知识模块形成了课堂教学的横向轴。我们在横向轴知识模块的基础上, 又向下衍生出原理模块、实例模块、自主学习模块, 构成纵向轴。这样就形成了八横三纵的二维结构, 见图2。

收稿日期: 2011-11-01; 修回日期: 2011-12-16

基金项目: 北京联合大学教育教学研究与改革项目

通讯作者: 冀颐之, E-mail: jiyizhi@buu.edu.cn

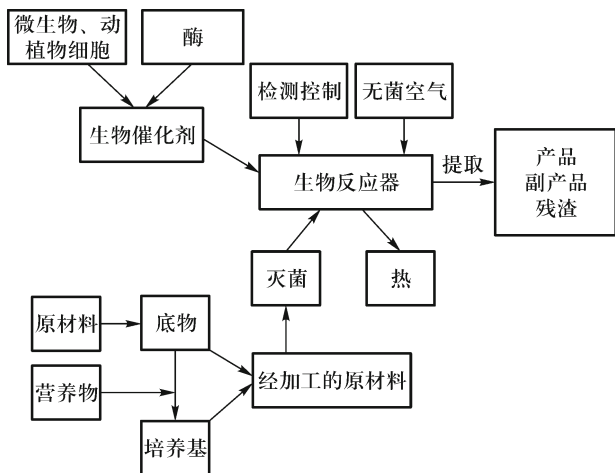


图1 生物反应过程示意图<sup>[1]</sup>

原理模块着重讲述该知识点的基本原理，探讨生物产品生产过程中的共性——细胞生长和产物生产的规律。作为重点内容，对应学时34，占全部学时的75%。实例模块是在课程原理的讲解过程中，结合教师多年的科研经历及学科前沿成果，穿插以具体生物工程实例，如抗生素、重组蛋白、工业酶制剂、生物能源、氨基酸等领域的经典案例，讲述如何应用生物技术的基本原理，解决实际问题，进一步开阔学生知识面，培养学生应用知识的能力。这部分为9学时，所占比例为20%。自主学习模块分为两部分，一是课上模块：要求学生结合所学知识以自愿报名的方式对相关的科研成果和技术前沿进行讲解，以学生的视角来解读最新的生物技术，教师在课前予以适当辅导，期中期末各1次，对应2学时，所占比例为5%。二是课下模块：结合相应理论模块，通过检索国内外专业期刊文献、浏览专业网站等，完成某一特定技术的文献综

述或虚拟课题的设计报告。

在横向、纵向的二维知识模块中，生物工艺学知识要点得以系统、清晰的展开，学生可更加清楚、完整地认识和掌握生物反应的一般过程及其相关知识，并获得自主学习能力。丰富的知识层次使学生在理论学习精髓的同时又通过经典案例获得了分析和解决实际科研问题的能力，突出了我校以应用性为主的特色。

## 2 多种教学方法，生动课堂教学

迅速发展的科学技术、日益丰富的知识，与陈旧教学手段、有限的教学学时之间的矛盾日益突出。改革教学方法，优化教学模式，调动学生学习的积极性和主动性是解决这一问题的根本出路。

课堂教学的方法有多种形式，需根据各个章节教学内容的特点进行摸索。只有生动、互动的教学方法才能充分调动学生学习的积极性、主动性和创造性。我校生物工艺学课程在教学实践中采用问题式教学、比较式教学、案例式教学等方法，获得了理想的教学效果。

### 2.1 问题式教学

心理学研究表明：学生的思维总是由问题开始的，在解决问题中得到发展。问题式教学的基本思路是：将知识融入真实的问题情景，通过师生之间的对话与探究来培养创造性思维与协作能力，最终通过问题的解决来构建知识<sup>[2]</sup>。

问题式教学法是近年来受到广泛重视的教学改革模式之一。常言道：“授人以鱼，不如授人以渔”，

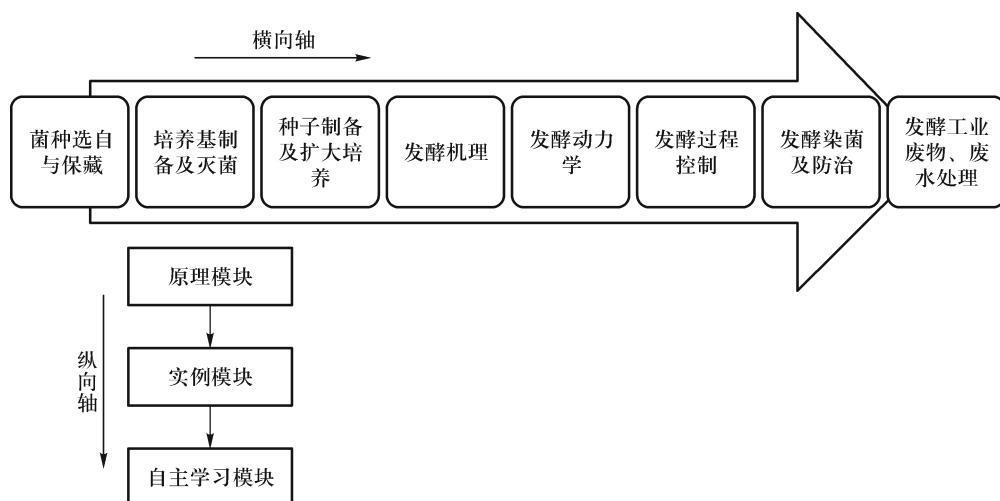


图2 微生物反应过程知识模块构成图

专业课更是对学生进行综合素质培养的重要手段。例如，在发酵过程控制章节，有关温度、pH对发酵影响的内容，由于其知识点多而繁杂，教材编写松散，教学重点难点不突出，采用讲授式的教学方法通常效果较差。而采用问题式教学，将重点内容总结成几个与实践结合紧密的问题后，学生便会带着问题阅读课本及相关资料，通过自主分析，归纳总结出发酵规律以及温度、pH调控策略。这一学习过程使学生既理解了发酵原理，同时也灵活掌握了控制发酵过程的策略，实现了教学目标。

问题式教学方法可充分调动学生的学习积极性，让学生直接参与所设定的真实情景中，有利于学生即兴思考，引起他们浓厚的学习兴趣，有利于培养他们发现问题、分析问题的能力，提高他们的表达能力和组织归纳能力。

## 2.2 比较式教学

所谓比较就是辨别两种或两种以上事物异同的思维过程。比较教学法在这里指的是通过纵横正反对比找出比较对象异同的教学方法<sup>[3]</sup>。在课堂教学中采用比较教学法不仅可以使新旧知识沟通起来，加深对知识的理解和掌握，而且还可培养学生求异思维能力，养成良好的思维习惯。

在生物工艺学教学内容中，有许多知识点是易混淆的。例如，初级代谢与次级代谢、反馈抑制与反馈阻遏、同型乳酸发酵与异型乳酸发酵、分批培养与连续培养等，这些概念在单独讲解后，再进行相互对比，区别它们的同异可以避免混淆，达到深入理解和掌握的教学目的。

## 2.3 案例式教学

案例式教学起源于：哈佛大学的情景案例教学课，在很多培训课中广泛应用。其本质是理论与实践相结合的互动式教学。它通过模拟真实的事例，让学习者在特定的情景中进行体验、分析、决策，是培养他们独立思考能力和解决具体问题能力的一种教学方法。

生物工艺学是一门来源于实践的学科，知识的总结与归纳是建立于一个个科研实例的基础上。在教学过程中，还原工艺实例，使学生在工艺实例中体验、分析、决策，不仅可以使课堂教学生动形象，还可达到培养学生应用能力的教学目的。

例如，在第三章培养基制备教学中，课后会要求

学生学习专业期刊上相关的研究论文，总结研究思路，并对教师给出的虚拟课题进行科研方案设计，写出试验原理、流程、预期结果，并对可能结果进行分析，使学生在自主设计中掌握科研思路，为将来工作奠定基础。

## 3 多层次、开放性的实践教学

生物工艺学是一门实践性和应用性很强的课程，需要理论与实践的密切联系。同时培养应用性、创新性人才的教学目标也使实践环节在生物工艺学教学中显得尤为重要。

### 3.1 生物工艺学实验教学

我校生物工艺学实验课程是单独开课，学时为24。通过多年的实践教学改革，生物工艺学实验课程现已逐步完善，形成了以教师科研为基础的、特色的实践教学。

课程教学内容主要结合了教师科研背景，选择霉菌脂肪酶发酵过程作为实验主线。在内容编排上，我们仍然以微生物反应过程为序，上游阶段开设了根霉菌种保藏、脂肪酶高产菌种的诱变等实验，中游阶段安排了脂肪酶摇瓶培养基和培养工艺优化等内容，而下游阶段则选择了种子扩培、发酵罐使用、发酵过程控制、参数检测、过程分析、发酵染菌检测等实验，使学生对生物技术产品的整个生产过程有了深入、生动的理解和掌握。

实验课程的开设，进一步加深了学生对生物工艺学中相关知识模块的理解和认识，并在实践中提高综合应用理论知识进行应用性研究的能力。

### 3.2 生物工艺学开放性实验室建设

我校生物工艺学实验室经过多年的建设，配备了培养箱、摇床、超净工作台、灭菌锅、智能控制发酵系统等先进的仪器设备。良好的实践教学硬件环境为学生提供了优良的学习条件和科技活动平台。

生物工艺学实验室为开发性实验室，其开放性方式体现在以下几方面：（1）与勤工俭学相结合，让学生参与实验室的日常管理、帮助教师进行教学实验的准备，提高学生实践能力。（2）参与教师科研工作，进行科研训练。在课题组内部，教师及高年级学生通过“传、帮、带”的方式对新生学生进行严格的培



图3 生物工艺学开放性实验室

训，使其了解实验室设备的使用方法，掌握课题所涉及的实验操作技能以及基础的科研思路。(3)以“挑战杯”竞赛为契机，鼓励学生进行科学研究，培养学生科研素养，达到提高创新精神的目的。

通过开放性生物工艺学实验室的建设，目前在我校已经形成了积极参与科学研究的良好氛围。学生在二、三年级便开始积极进入教师的课题组，参与教师科研，进行一段时间的科研训练后，即可申报本科生科学研究计划，获得北京市级、校级或院级资助后，学生自主完成科研项目，最终提交科研作品，并以此作品参加“挑战杯”课外学术科技作品竞赛和创业计划大赛。到目前为止，在开放性生物工艺学实验室完成的科研作品已经在此项赛事中取得了非常好的成绩，为今后创新性人才的培养打下了良好的基础。

开放性生物工艺学实验室的建设，使学生自主学习得到充分的发挥，而不同课题组之间的课题方案交流又起到了相互启发、相互学习、取长补短的效果。

北京联合大学“学以致用”的校训要求我们为首都培养具有创新精神和实践能力的高级专门人才，而作为工科院校人才培养必须面向首都经济建设，为首都经济的可持续发展服务。相比北京具有悠久办学历史和良好办学资源的名牌大学，我们要在经济大潮中生存与发展，唯一的出路是走发展特色之道。

生物工艺学是一门发展迅速的学科，新工艺、新技术不断涌现，因此我们的教学工作也有一个不断完善、不断改进的过程。采用合理的教学内容和现代化的教学手段，紧跟时代步伐，贴近学科前沿，培养出掌握专业理论和专业技能、素质高、能力强的人才，是我们作为教育工作者所肩负的责任。现代社会竞争日益激烈，如何使学生走出校门之后能在社会上立足，也是我们应该在教育中认真思考和实践的问题。

## 参考文献

- [1] 贺小贤. 生物工艺原理 [M]. 2版. 北京: 化学工业出版社, 2003: 9-14.
- [2] 张建凤. 如何开展问题式教学 [J]. 延边教育学院学报, 2009, 23 (2): 107-108.
- [3] 刘宝华, 童卫东, 何渝军. 普通外科教学中应用比较式教学方法的体会 [J]. 医学教育探索, 2008, 7 (12): 1277-1279.