

以就业为导向, 构建生物制药专业核心实验课程体系, 培养高质量应用型人才

张亚兰, 刘艳丽, 郝福英, 朱俊华

北京城市学院, 北京, 100083

摘要: 以生物制药专业应用型人才培养为目标, 以就业为导向, 以核心实验课程体系的构建为出发点, 构建了生物制药专业的核心课程体系, 并从教学内容、教材建设、教学方法与教学手段、考核方法等方面进行了全方位的教学改革, 取得了显著效果。

关键词: 核心课程体系, 生物制药专业, 应用型人才

Construction of the Core Experiment Course System for the Specialty of Biological Pharmacy with the Orientation of Employment to Cultivate High-Quality Applied Talents

ZHANG Ya-lan, LIU Yan-li, HAO Fu-ying, ZHU Jun-hua

Beijing City University, Beijing, 100083, China

Abstract: In order to cultivate high-quality applied talents and take employment as the direction, the system of core course for the specialty of biological pharmacy has been constructed with experiment course construction as the starting point. Comprehensive teaching reform has been carried out in teaching content, construction of teaching materials, teaching methods and evaluation methods, and has achieved remarkable effects.

Key words: System of core course, Specialty of biological pharmacy, Cultivation of applied talents

生物制药产业作为一门高新技术产业, 对从业人员的技能及素质均有较高的要求。产业的发展不仅需要大批科学家、工程师和经营管理人才, 而且需要数以百万计的高技能、专业化的应用型人才。实验教学是高校教育体系中重要组成部分, 学生除了掌握基础实验技能外, 还必须学好与学生就业密切相关的专业课实验, 我们称之为核心实验课程。核心实验课程体

系的构建对培养学生综合分析能力、解决问题能力、实践能力、协作精神和创新意识起着非常重要的作用。本文以生物制药专业核心实验课程体系的构建为出发点, 构建核心实验课程体系, 并通过课程教学内容、教材建设、教学方法与教学手段改革、考试方法改革等方面进行研究和实践, 以实现学生综合素质的提高和创新能力的培养。

收稿日期: 2013 - 11 - 10; 修回日期: 2014 - 01 - 08

通讯作者: 朱俊华, 教授。E-mail: sdau_zhu@126.com

基金项目: 北京市财政专项 (PXM2012_014202_000200)

1 核心实验课程体系的建设原则

1.1 以专业培养目标为导向的原则

专业课程体系建设应以专业培养目标为导向，以核心专业能力为本位，紧紧围绕相应的应用型人才培养模式，科学合理的设置课程。

1.2 以就业为导向的原则

为了适应社会需求，课程体系设置要直接与就业目标挂钩，专业核心实验课程体系应该清晰体现就业方向。

1.3 以企业对人才培养的反馈为导向的原则

生物制药企业对近五届生物制药专业毕业生的工作情况、工作能力给出了反馈意见及评价。认为学生最需加强的专业实验课程为分子生物学实验、生物化学实验、微生物与发酵工程实验、细胞与组织培养技术等。

1.4 以实践为导向的原则

生物制药是实践性很强的专业，如果单纯学习理论知识，学生毕业后将无法适应工作需要，所以在课程体系中设置相当比例的实践教学，注重学生实践能力的培养、创新意识和创业能力的开发。

1.5 以生物制药发展和应用为导向的原则

生物医药产业为国家战略性新兴产业之一，北京市生物医药企业需要大量的实用生物制药技术人才。以北京市生物医药产业跨越发展工程（G20）企业人才培养基地、北京市中药与生物技术实验教学示范中心为依托，根据生物医药的人才培养模式与 G20 企业的需求，培养北京市经济发展需要的技术应用型人才。

2 选择与生物制药专业密切联系的实验课程作为核心课程

为建设具有生物制药专业特色的核心实验课程体系，我们按照“门数适宜，重点突出，相互关联，形

成一体”的要求，确定生物化学实验、微生物与发酵工程实验、分子生物学实验和动物细胞培养技术四门实验课程为核心实验课程。

2.1 分子生物学实验以重组绿色荧光蛋白的构建为主

包括：绿色荧光蛋白（GFP）基因的获得（酶切法/PCR法）、表达载体 pET28a（+）-GFP 的构建、pET28a（+）-GFP 转化至 DH5 α 感受态细胞、阳性重组菌的 PCR 筛选、重组质粒的提取及酶切鉴定、重组体 pET28a（+）-GFP 转化至 BL21 感受态细胞、绿色荧光蛋白的表达。

2.2 生物化学实验以绿色荧光蛋白作为实验材料

生物化学实验以分子生物学实验构建的重组载体在大肠杆菌中表达的绿色荧光蛋白产物作为主要实验材料，用亲和层析方法分离纯化蛋白，使用 Folin 酚（Lowry）法定量测定，以及用 SDS-PAGE 及 Western blotting 方法鉴定重组绿色荧光蛋白。同时通过谷胱甘肽转硫酶活力及比活力的测定带动酶促动力学知识等等。

2.3 微生物与发酵工程实验以重组绿色荧光蛋白表达菌株作为工程菌

学生利用分子生物学实验中自己克隆的重组绿色荧光蛋白表达菌株 pET28a（+）-GFP/BL21（DE3）为基因工程菌，在全自动小型发酵罐上进行高效表达生产，发酵工程中通过改变温度、溶氧、pH、补料等发酵条件的控制来优化发酵过程，提高产物的表达量，在微生物发酵实验室主要训练同学小型发酵罐的熟练操作和发酵条件的控制。发酵液经过离心、细胞破碎、初步提取后提供给生物化学实验做进一步的分离纯化和鉴定。

生物化学实验、分子生物学实验、微生物与发酵工程三个核心实验课结束后学生可独立完成一个基因工程产品的研发、生产过程。

2.4 动物细胞培养技术以非洲绿猴肾细胞（Vero）作为实验材料

紧紧围绕生物制药生产企业细胞车间的细胞发酵

岗位操作要求，以非洲绿猴肾细胞（Vero）为实验材料进行传代培养，由于该细胞适合大规模培养，因而该技术更加适合生物制药生产企业对人才的需求。

3 核心实验课程体系中课程建设的实践

3.1 教学内容改革

3.1.1 实验教学内容要与理论教学体系及内容密切结合。首先对核心实验课进行一体化设计，对实验课程内容进行了整合、更新，重视不同实验课程之间内容的连贯与衔接。对每门实验课程的实验项目、学时数、重点与难点及解决办法进行了分析和优化，力争使教学内容适应应用型人才的需求。如核心实验课程中的生物化学实验、分子生物学实验、微生物

与发酵工程实验紧紧围绕分子生物学实验构建的重组绿色荧光蛋白实验材料进行，使得三门课程有机的结合起来，融会贯通。

3.1.2 核心实验课分综合性和设计性二个层次教学。对所有学生均要完成综合性实验项目即以上阐述的实验内容，对学有余力的学生可利用课余时间，通过实验室开放完成设计性实验项目，体现个性化。这些设计性实验项目可以通过答辩形式进行评比，选出优秀的项目可参加竞赛、大学生创新项目或挑战杯赛等。在进行核心实验课程体系设计时，实验内容突出基础技能为专业技能服务，专业技能与行业技能训练结合，强化技能的综合性训练，构建相对独立的实践教学体系。使学生在毕业实习环节能够很快适应企业的岗位要求，从而实现校内实验与校外实习有机地结合。

表1 部分实验项目及实验内容

实验项目	实验内容	学时
绿色荧光蛋白（GFP）克隆载体的构建	GFP基因的获得（酶切法/PCR法）、表达载体的构建、转化、阳性重组菌的PCR筛选、重组质粒的提取及酶切鉴定、GFP蛋白的表达	48
亲和层析法分离纯化重组绿色荧光蛋白	培养基的配制、灭菌、接种、离心、超声破碎、亲和层析、膜分离等。	16
重组绿色荧光蛋白定量测定—Folin酚（Lowry）法	标准曲线法测定蛋白浓度、重组绿色荧光蛋白浓度，计算蛋白浓度的方法、紫外分光光度法。	8
重组绿色荧光蛋白的SDS-PAGE检测及Western鉴定	制备标准蛋白、制备聚丙烯酰胺凝胶浓缩胶和分离胶、制备四种蛋白质样品进行电泳分离、转膜、封闭、一抗、二抗结合、显色。	16
谷胱甘肽转硫酶活力及比活力的测定等。	谷胱甘肽转硫酶的提取、酶活性测定、比活力的测定等。	16
基因工程菌pET28a（+）-GFP/BL21（DE3）发酵培养	菌种的扩大培养、发酵罐的消毒灭菌、接种、发酵培养（生物量的测定、体积氧传递系数的测定、pH值测定）、绿色荧光蛋白的诱导表达、细胞的收集与破碎。	12

3.2 教材建设

选用国家级精品教材、国家级规划教材和面向21世纪教材及自编讲义作为教学参考书和教学用书。在自编讲义中引入企业部分先进技术与实验流程，教学使用效果显著。在自编讲义的基础上编写《生物化学实验》、《微生物与发酵工程实验》、《动物细胞培养技术》教材。

3.3 教学方法和教学手段改革

依据综合性大实验项目操作完成的连续性和部分仪

器设备的集中使用，在实验教学过程中采取了灵活分组的方式，实验前学生分成若干实验小组，每个小组按实验教师的整体实验设计写出各小组的实验方案，经教师同意后，各小组成员共同协作完成实验。在实验教学过程中先讲解本次实验的目的意义及相关背景知识，再讲解实验过程中的注意事项，要求学生必须认真对待每一个环节的实验，特别是关键操作步骤，然后教师在学生操作的过程中进行巡回指导，及时纠正不正确的操作，使每位学生掌握正确的操作方法，各小组独立完成，进行各小组实验结果比较、分析并归纳总结。最后，学生独立完成实验思考题，撰写实验报告，并按照教师要求预习下次实验内容。该教学方法不仅锻炼了学生的动手

能力，而且有利于培养学生的团队合作意识。

在教学手段上，根据生物制药专业的特点，采用多媒体辅助结合板书的教學手段进行教学，一些微观结构的动态视频可以使得原理的表述更加直观，便于学生对原理的理解与掌握。多媒体实验课件选用了很多实验过程中学生自己操作很难观测到的实验，既让学生掌握了知识、拓展了知识面，也激发了学生的学习兴趣。将多媒体课件和相应的文字材料都挂到了学校课程网站上，建立课程网络互动平台。学生可以通过网络互动平台提出问题、接收反馈信息，极大地提高实验教学的质量和效果。

3.4 考核方法改革

针对传统的实验教学考核方法存在一定的弊端，对学生实践能力的综合考核不够全面。我们采取增加实验考核的项目来调动学生的积极性。实验考核成绩由平时成绩（出勤、实验预习、实验操作）、实验报告和结课大作业组成，综合评价出学生的实验成绩。综合成绩评定方法为：平时成绩占40%，实验报告占30%，课程结课大作业占30%。

4. 核心实验课程体系中课程建设取得的成果

以就业为导向的生物制药专业核心实验课程体系

是对学生所学专业知识的综合运用和实践，有助于培养学生综合性、科学性、系统性地应用所学知识和技能解决实际问题的能力，较全面地掌握专业实验技能，提高专业综合素质，提升学生就业能力。进行核心实验课程体系中课程内容的相互衔接、渗透、知识结构的整体优化，并在教材建设、教学方法与教学手段、考核方法几个方面改革，极大地提高了教学效果。核心实验课程体系中的“分子生物学实验”、“细胞培养技术”成为校级精品课程。学生屡获各种竞赛、创新实验项目中的奖项。学生就业率达到99%以上，并受到了用人单位的一致好评。

参考文献

- [1] 王亚红, 祝波, 曲小姝. 生物制药专业课程体系建设探索 [J]. 吉林化工学院学报, 2012, 29 (12): 34-36.
- [2] 张雪. 化学工程与工艺专业核心课程体系建设 [J]. 广东化工, 2010, 37 (1): 175-176.
- [3] 孔英会, 戚银城, 项洪印等. 通信工程专业核心课程体系建设的研究与实践 [J]. 中国电力教育, 2012, 18: 68-69.
- [4] 范一文, 吴晓英. 生物制药专业综合性实验教学改革 [J]. 化工高等教育, 2011, 4: 62-64.
- [5] 华智锐, 李小玲. 生物技术综合大实验教学改革初探 [J]. 实验科学与技术, 2011, 9 (4): 90-92.