

“双师三库两维三度”螺旋上升式的生物分离工程课程改革探索

张兴明¹ 郭锐² 雷诗涵¹ 叶茂¹ 高紫菱¹ 李横江¹

1. 武昌首义学院 湖北 武汉 430064

2. 嘉必优生物技术(武汉)股份有限公司 湖北 武汉 430064

摘要: 本文探讨了《生物分离工程》作为生物工程专业核心课程的特色教学方法。该课程旨在培养具备一线工程师能力的人才,通过发酵液预处理、产品初步纯化、高度纯化及成品加工四个阶段的教学,系统介绍了现代生物分离技术的基本原理和操作技能。针对生物工程生源结构复杂、行业发展快速及教师工程经验不足等问题,提出了“阶段性+单元化+递进式”课程设计、因材施教、双师协同育人模式、三库共建与螺旋上升式发展、两维教学空间及“三度”课程评价体系等改革措施,以提高教学质量,增强学生的实践能力和职业竞争力。

关键词: 生物分离工程; 课程改革; 应用型人才

引言

《生物分离工程》课程以培养一线工程师为目标,从工程实际出发,以产品的形成过程为主线,从发酵液的预处理、产品的初步纯化、高度纯化和产品加工等四个方面全面介绍了现代生物分离方法和技术的基本原理和操作技能。其中,发酵液的预处理内容包括料液的一般特征、凝集与絮凝、离心和过滤和细胞破碎和分离技术,目的是通过对原料液预处理目的和要求的介绍,使学生对生物分离工程的主要作用对象有清晰的认识。产品的初步纯化内容包括沉淀技术、萃取技术、膜分离技术,目的是通过对生物分离过程中粗分离的介绍,使学生熟悉和掌握生物产品初步纯化的技术、工艺及设备知识。高度纯化内容包括层析分离技术、电泳技术等,了解亲和层析、离子交换层析、凝胶排阻层析、凝胶电泳的原理及工业运用知识。成品加工处理主要涉及结晶与干燥技术,使学生能够灵活运用学到的处理工艺至实际工程实践之中,且对提高生物工程专业学生的专业素养、个人品德和实现专业人才培养目标具有重要意义^[1,2]。该课程以研究不同物质的分离方法为重点,系统的介绍了生物分离工程在工业、农业、医学、食品卫生和环境保护等方面的应用。并且在专业教学内容基础上,结合超星学习通等网络资源,给学生搭建了具有丰富的网络视频资

源的线上学习平台^[3]。

虽然通过多样的教学方式方法将生物分离工程的专业知识和原理应用于生物制造与加工的过程中,旨在培养高素质应用型人才打下良好基础。但教学过程中仍存在一些需要关注的问题:(1)目前生物工程生源结构复杂。本专业招生对象包括高中生源,中职生源,以及专升本生源。这三类生源在知识背景、学习能力和对知识的理解接受能力上存在显著差异。(2)生物产业的高速发展,现阶段的教学不满足行业发展和就业需求。(3)本专业高层次人才占比大(博士占比较大),均为从高校毕业即进入高校就职,工程经验十分缺乏。本文将围绕以上三个方面提出一些解决思路,以期通过针对性的改革措施,进一步提升教学质量和学生的综合能力。力求在复杂的生源结构、快速发展的行业需求和教师工程经验不足之间找到平衡点,从而更好地服务于学生的成长和发展。

1 教学内容设计

(1) 划分学习单元,便于学生清晰知识点。

单元一: 发酵产物的前置处理技术。此单元深入讲解原料液基本特性、凝聚与絮凝、离心、过滤等,建立对象的明确认知,领悟工艺设计的根本出发点。

单元二: 产物的初步精炼技术。涵盖沉淀技术、液液萃取、膜分离等,掌握生物制品初级精炼的相关技术、工艺流程及设备知识。

单元三: 深度精炼技术探究。深入探讨层析分离、电泳技术等,剖析原理及应用,增强学生对这些高级分离技术的理论与实践结合能力。

基金项目: 武昌首义学院特色应用型课程建设项目——《生物分离工程》

项目编号: 2024YY4

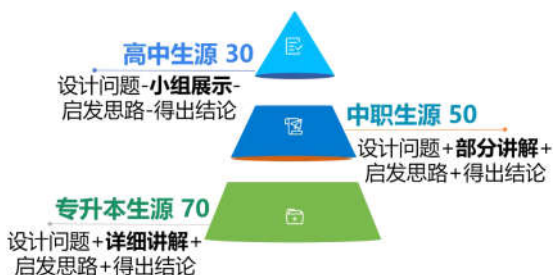
项目负责人: 张兴明(1989-),女,湖北省宜昌人,助理研究员,研究方向:微生物学、生态学。

单元四：最终产品处理与成型。着重于结晶技术、干燥工艺，灵活应用真实的工程项目。

通过这种“阶段性+单元化+递进式”的课程设计，推动教学内容的精炼与升华，实现教学内容的优化与深化。

(2) 根据生源结构，因材施教，重设教学层次。

以学生为中心的教学策略，为不同基础的学生提供个性化的学习路径。例如，通过预课程学习模块帮助基础薄弱的学生补齐知识点，同时为高基础学生提供深入探索的机会。此外，采用分层教学法，根据学生的学习进度和能力，将学生分组进行针对性教学，既能确保课程内容的全面覆盖，又能满足不同学生的学习需求。



2 教学改革措施与教学资源建设等

(1) 教学团队建设——双师协同

发挥专业老师和企业老师的作用，构建双师协同育人模式，对推动课程建设，提高人才培养质量具有重要作用。以前在人才培养中，该任务往往由任课老师负责，常见形式有实践活动、视频学习等。尽管这种方式能起到一定作用，但依然存在不足。而构建双师协同的课程模式，有利于企业老师和专业老师发挥作用，相互形成合力。企业导师是嘉必优生物技术（武汉）股份有限公司的资深研发工程师，主要从事基于功能蛋白的发酵工艺优化策略开发；蛋白分离纯化平台技术：基于功能蛋白的分离纯化技术开发与平台搭建；非模式生物的细胞工厂高效编辑技术开发等工作，工程经验丰富，正好填补了专业老师高层次人才占比大、工程经验缺乏的问题。

加入企业老师结合实际应用案例进行授课的环节，可以产生多方面积极的作用：①增强理论与实践的结合：企业老师能够将抽象的理论知识与具体的工程项目实例相结合，帮助学生更好地理解和掌握这些理论知识。②提升问题解决能力：通过分析真实的工程案例，学生可以学习到如何在复杂多变的实际情境中识别问题、分析问题并提出解决方案，这有助于培养他们的批判性思维和创新解决问题的能力。③激发学习兴趣：实际案例通常与行业最新技术和趋势紧密相关，能够引起学生的兴趣，增加课程的吸引力，使学生更加主动地参与到学习中来。④促进职业准备、提供实习、就业机

会：企业老师的参与不仅能够让学生提前了解行业标准、工作流程和职业规范，还可以通过案例分享让学生了解到职场中的实际挑战和成功经验，为将来的职业生涯做好准备。⑤增强适应性和灵活性：面对真实世界中的工程案例，学生会意识到理论到实践的转换并非一成不变，这促使他们学会在不确定性中做出决策，增强适应变化的能力。

综上，双师协同育人模式是一种高度有效的学习模式，能够全方位提升其专业能力和职业竞争力。

(2) 教学资源重组——三库共建、螺旋上升式发展

本课程基于德育资源的构建，与企业合作，共同建立案例库和项目库，形成对应章节的“三库（德育资源库+案例库+项目库）”。突出对学生工程与社会实践能力培养，将实践应用新成果、社会需求新变化融入课程教学内容，融合企业应用研发能力和企业行业前沿技术、产品研发经验与成果，形成案例库和项目库。每年有一定比例的内容更新，并将持续改进。经过每轮的梳理总结，使“三库”能呈现螺旋上升式发展与补充。

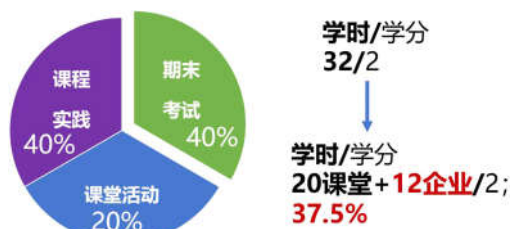
(3) 教学方法改革——两维教学空间，突出“理实一体”强化工程思维

在校内：积极探索运用TBL（基于团队的教学方法）、PBL（基于问题或项目的教学方法）等教育教学方法，结合翻转课堂、问题导入、超星学习通等方式，推行启发式讲授、互动式交流、探究式讨论的课堂教学改革，丰富教学形式，提高学习效率。例如由引人入胜的引入：用一个相关问题、案例、视频或讨论开始课程，激发学生的好奇心和求知欲。加上互动式讲授：结合提问、小组讨论、即时反馈等互动环节，避免单向灌输，促进学生思考。结合实践操作：安排实验、模拟、项目设计等实践活动，让学生在学中做，加深理解。加上案例分析：选取行业内的真实案例，分析问题、解决方案及影响，增强学习的应用性。反思总结：结束前预留时间让学生反思学习过程，分享收获，巩固知识。

在校外：将有些和企业联系较紧密的章节内容学习的场地，由教室变成企业生产线。让学生能够身临其境的认知分离设备（如板框压滤机怎么拆卸、怎么组装、怎么清洗）、亲眼看到分离流程（如膜过滤、膜浓缩）、亲身参与项目管理（如氨基酸的脱盐与纯化）。

通过校内课堂与校外企业生产线的两维教学空间的联动，促进真实场景下的真学真做，重构师生、教学关系，重塑课程教学新形态，将理论学习、知识转化、能力培养有机贯穿于课程整体教学中。坚持理论实践一体化，实践性课时比重将达到37.5%，由以前32学时全教室

教学，变为“20教室+12企业生产线”教学模式。



(4) 课程评价——三度：课程实践40%+期末考试40%+理论课堂活动20%

①教学效果评估

首先，采取教学团队的自我评估，旨在找准育人角度提升育人能力；其次是学生评价，在评价课程内容和

教学效果的同时，发现教学过程中的不足；最终通过同行专家的评价，找出不足，不断完善。建立动态化、常态化、滚动式评价模式，根据反馈及时调整教学计划和方

②课程考核评价

改变传统“以考定成绩”的课程评价模式，突出学生素质提升导向，注重学习成果评价与能力增值评估，实施形成性评价改革。坚持过程性评价，突出实践性成果，促进理论与实践相结合，增加实践项目报告和职业能力考核为主的团队式、小组化考核，强化实践教学过程管理，培养学生面对真实场景下复杂问题的创新能力和实践能力等。



结语

通过以上教学方式方法建设，以“双师三库两维三度”螺旋上升的发展方式模式，打造具有核心就业竞争力的应用型人才。这些改革措施将增强了学生对生物分离工程基本原理和操作技能的理解，通过实际案例和企业实践，将提高学生的实践能力和问题解决能力。双师协同模式的引入，使得学生能够更直观地了解行业标准和职业规范，为未来的职业生涯奠定了坚实的基础。此外，通过动态化、常态化的教学效果评估机制，确保教学活动能够持续改进，更好地满足学生的需求和社会的发展。这将有助于培养更多高素质的应用型人才，推动

生物工程行业的持续健康发展。

参考文献

- [1]李海云,李霞,海洪,等.《生物分离工程》课程思政教学改革探索与实践[J].教育教学论坛,2019(37):168-169.
- [2]梅余霞,何进,胡涌刚.基于知识—能力—素养的生物分离工程课程教学改革与实践[J].中国教育技术装备,2024(13):79-88.
- [3]韩小龙,胡彦营,成冬冬,等.工程教育认证背景下“生物分离工程”课程教学改革探索[J].食品工业,2024(45):203-207.