

基于OBE理念下基因工程实验教学的改革探析

曹 宁, 乔 晟, 王景伟, 贾桂燕, 曹 迪, 王桂华, 张冰冰, 王北艳, 王艳红*

黑龙江八一农垦大学生命科学技术学院, 黑龙江 大庆

收稿日期: 2026年6月17日; 录用日期: 2026年7月14日; 发布日期: 2026年7月21日

摘 要

在工程教育认证与成果导向教育理念持续推进的背景下, 基因工程实验课程作为生物技术专业的核心实践环节, 亟需从传统验证性教学向以能力培养为目标的系统化教学转变。本文围绕OBE理念在基因工程实验教学中的落地路径, 探讨以预期学习成果为导向的课程目标重构、以科研项目为载体的教学模式创新、以过程性考核为手段的评价体系改革等内容。通过构建“点-线-面-体”联动教学机制、整合零散实验为综合性大实验、强化实验室管理与资源保障, 提升学生的实践操作能力、科学思维素养和创新精神, 为应用型生物技术人才培养提供课程支撑。

关键词

基因工程实验, OBE理念, 教学改革, 应用型人才

Practice of Teaching Reform in Genetic Engineering Experiment Course Based on OBE Concept

Ning Cao, Sheng Qiao, Jingwei Wang, Guiyan Jia, Di Cao, Guihua Wang, Bingbing Zhang, Beiyang Wang, Yanhong Wang*

College of Life Science and Technology, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing Heilongjiang

Received: June 17, 2026; accepted: July 14, 2026; published: July 21, 2026

Abstract

Against the backdrop of continuous advancement in engineering education accreditation and

*通讯作者。

文章引用: 曹宁, 乔晟, 王景伟, 贾桂燕, 曹迪, 王桂华, 张冰冰, 王北艳, 王艳红. 基于 OBE 理念下基因工程实验教学的改革探析[J]. 教育进展, 2026, 16(7): 1168-1174. DOI: 10.12677/ae.2026.1671483

Outcomes-Based Education concepts, the Genetic Engineering Experiment course, as a core practical component of the biotechnology major, urgently needs to transform from traditional confirmatory teaching to systematic instruction oriented toward competency development. This article focuses on the implementation pathways of the OBE concept in Genetic Engineering Experiment teaching, exploring curriculum objective reconstruction guided by expected learning outcomes, teaching model innovation centered on research projects, and evaluation system reform utilizing process-based assessment. By constructing a “point-line-surface-system” linked teaching mechanism, integrating scattered experiments into comprehensive large-scale experiments, and strengthening laboratory management and resource support, the reform enhances students’ practical operation ability, scientific thinking literacy, and innovative spirit, providing curriculum support for the cultivation of applied biotechnology talents.

Keywords

Genetic Engineering Experiment, OBE Concept, Teaching Reform, Applied Talents

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

基因工程是现代生物技术的核心技术之一，其实验教学是培养学生将理论知识转化为实践能力的关键环节。传统的基因工程实验课程普遍采用“理论先行、实验为辅”的教学模式，实验项目多为孤立的验证性操作，学生只需按照固定步骤完成操作过程即可获得实验结果，缺乏对技术流程的整体认知和自主设计实验的机会[1]。同时，实验教学面临经费不足、仪器设备紧张、学时分散等现实困难，教师为避免试剂浪费和节省时间，往往提前准备好全部实验材料和试剂，使得学生难以完整体验从实验准备到结果分析的全过程，实验教学的功能未能充分发挥[2][3]。这与工程教育认证所要求的以学生为中心、以成果为导向、持续改进的核心理念存在较大差距。

OBE (Outcomes-Based Education, 成果导向教育)理念强调围绕学生毕业时应具备的能力来反向设计教学内容、组织教学活动和开展教学评价，为实验课程改革提供了清晰的理论框架[4][5]。本文以黑龙江八一农垦大学生物技术专业基因工程实验课程为改革对象，探讨 OBE 理念指导下实验教学目标重构、内容整合、模式创新与评价改革的具体路径。

2. OBE 理念融入基因工程实验课程的基本思路

2.1. 以学习成果定义明确课程目标

基因工程实验课程的传统教学目标往往侧重于学生对具体实验操作的掌握，如学会碱裂解法提取质粒、掌握 PCR 技术操作流程等，目标表述较为分散，缺乏与专业培养目标和毕业要求的显性对应关系[6]。OBE 理念要求课程目标必须来源于专业毕业要求，并逐级分解为可衡量、可评价的具体学习成果指标[7]。

根据生物技术专业毕业要求，基因工程实验课程主要支撑“科学研究”和“使用现代工具”两项指标点。基于此，课程目标应从三个层面重新定义：在知识层面，学生能够阐释基因工程核心实验技术(PCR 扩增、载体构建、重组子筛选鉴定等)的基本原理；在技能层面，学生能够独立完成从目的基因获取到阳性克隆鉴定的完整实验流程，准确记录和分析实验数据；在素养层面，学生能够体现严谨求实的科学态度，具备实验室安全意识和生物伦理意识。

2.2. 构建“点-线-面-体”联动教学机制

为解决传统实验教学中各实验项目相互割裂、学生难以形成整体技术思维的问题,基因工程实验课程改革构建了“点-线-面-体”四级联动的教学机制。所谓“点”,是指每个独立的实验操作单元,如 PCR 反应体系配制、凝胶电泳检测、连接反应等具体技术要点;“线”是指将多个实验操作串联成完整的技术路线,如目的基因扩增-载体连接-转化-筛选鉴定的连续流程;“面”是指将实验教学与理论教学、科研训练、创新创业教育相结合,形成多维度的教学覆盖;“体”是指以学生能力达成为核心的教学-评价-反馈-改进闭环体系。这一机制以最终学习成果为“体”,倒逼各教学环节的优化整合,实现了从“以教定学”到“以学定教”的根本转变。

2.3. 将零散实验整合为综合性大实验

传统基因工程实验课程往往设置为一系列相对独立的实验项目,如质粒 DNA 的提取、限制性内切酶酶切、凝胶电泳检测等,学生难以理解各实验之间的逻辑衔接和技术关联。改革方案将原有分散的实验项目整合为一个贯穿整个学期的综合性大实验 GFP 基因在原核细胞中的克隆与表达,以绿色荧光蛋白基因为目标对象,让学生完整经历 PCR 扩增目的基因、TA 克隆连接转化、菌液 PCR 和双酶切鉴定、IPTG 诱导表达、荧光显微镜检测的全流程。这一设计还原了基因工程科研实践的本来面貌,使学生在完成实验的同时,真正理解为什么要做这个实验以及这个实验在整个技术流程中处于什么位置,强化了对基因工程“工程”概念的理解。

3. 基因工程实验课程改革的实践路径

3.1. 以学生为中心,改革实验教学组织方式

OBE 理念强调以学生为中心,要求实验教学从教师演示为主转向学生自主操作为主,改革实践中,课程改变了过去教师讲解、教师演示、学生模仿的教学模式,实行课前线上预习、课上教师简要讲解、学生自主完成实验、教师巡回指导、课后结果分析与反思的分段教学组织[8]。每次实验前,学生需通过超星学习通等在线平台观看实验操作视频,自学实验原理和操作要点,完成预习测试;课堂上,教师不再进行长时间的集中讲解和演示,而是针对关键环节和常见问题进行简短提示后,即由学生独立开展实验操作;教师进行小组或个别指导,及时发现和纠正操作偏差;实验结束后,学生撰写详细的实验报告,对实验数据和结果进行分析讨论,并针对出现的问题提出改进建议。

这种组织方式给予学生更多独立思考和动手操作的空间。对于有进一步探究意愿的学生,教师还引导其自主设计正交实验或梯度实验,如在 PCR 扩增环节自主设置退火温度梯度优化扩增条件,或在蛋白诱导表达环节设置不同 IPTG 浓度和诱导时间条件,培养学生的实验优化意识和科学研究思维。

3.2. 以 OBE 理念优化考核评价体系

传统基因工程实验课程的考核通常以实验报告为主要依据,评价标准较为单一,考核内容与课程培养目标之间缺乏显性的对应关系,难以准确衡量学生在知识、技能、素养等不同维度的能力达成情况[9]。基于 OBE 理念,课程考核体系从结果性评价转向过程性评价与终结性评价相结合,要求考核内容、考核方式和评价标准与课程预设的学习成果目标和能力指标点紧密关联,形成目标、教学、评价的一致性闭环。

针对这一要求,课程组将基因工程实验课程的成果目标分解为知识目标和技能目标两个维度,并进一步细化为可测量、可评价的能力指标点,依据认知过程的不同层级构建了课程目标与能力指标点的对应体系,如表 1 所示。

Table 1. The alignment system of course objectives and competency indicators**表 1.** 课程目标与能力指标点对应体系

编号	名称	目标 维度	成果目标	能力指标点	认知过 程维度
专题一	PCR 扩增目的基因及电泳检测	知识目标	掌握 PCR 技术的基本原理、反应体系组成及电泳检测的原理和方法	识记 PCR 反应体系的组成要素及各自功能；理解引物设计的原则和 PCR 扩增的基本步骤	L1、L2
		技能目标	能够独立完成 PCR 反应体系配制、PCR 仪操作及琼脂糖凝胶电泳检测	独立配制 PCR 反应体系；正确设置 PCR 扩增程序并操作仪器；独立完成琼脂糖凝胶制备和电泳；正确判读和分析电泳结果	L3、L4、L5
专题二	感受态细胞的制备	知识目标	理解感受态细胞的基本概念及其在基因工程中的作用；掌握化学法制备感受态细胞的原理	识记感受态细胞的定义和主要制备方法；理解氯化钙法制备感受态细胞的作用机制	L1、L2
		技能目标	能够规范完成氯化钙法制备大肠杆菌感受态细胞的操作流程	独立完成菌体培养、收集和氯化钙处理等操作；正确保存感受态细胞	L3、L4
专题三	DNA 的连接重组及转化	知识目标	掌握 DNA 连接反应的原理及影响因素；理解热激法转化外源 DNA 进入受体细胞的机制	识记 T4 DNA 连接酶的功能及连接反应条件；理解目的片段与载体摩尔比的计算方法；识记转化操作的关键步骤和影响因素	L1、L2
		技能目标	能够完成目的片段与载体的连接反应及转化操作；正确进行转化产物的涂布培养	独立配制连接反应体系；独立完成热激法转化操作；正确涂布转化产物至含抗生素的筛选平板	L3、L4
专题四	阳性克隆的筛选与鉴定	知识目标	掌握菌液 PCR 鉴定和双酶切鉴定的原理；理解载体表型筛选法的基本原理	识记抗药性筛选和蓝白斑筛选的原理；理解菌液 PCR 鉴定引物设计的原则；理解双酶切鉴定中酶切位点选择的依据	L1、L2
		技能目标	能够完成菌液 PCR 鉴定和质粒双酶切鉴定实验操作；正确分析鉴定结果	独立进行菌液 PCR 模板制备和扩增操作；独立完成质粒提取并进行双酶切反应；正确判读电泳图谱，区分阳性克隆与假阳性克隆	L3、L4、L5
		素养目标	树立实事求是的科学态度，培养严谨求实的实验作风	如实记录实验数据和结果，不编造或篡改数据；对异常结果进行分析而非简单舍弃	L4、L5
专题五	外源基因的诱导表达及检测	知识目标	理解 IPTG 诱导外源基因表达的原理；掌握荧光显微镜检测 GFP 蛋白表达的方法	识记 IPTG 诱导表达的基本原理和操作条件；理解绿色荧光蛋白的发光特性及检测原理	L1、L2
		技能目标	能够完成 IPTG 诱导表达实验操作和荧光显微镜观察检测；正确分析表达结果	独立进行 IPTG 诱导表达实验操作；正确使用荧光显微镜观察并拍摄荧光图像；分析诱导表达的效果及可能的影响因素	L3、L4、L5

注：认知过程维度 L1——识记、L2——理解、L3——应用、L4——分析、L5——评价。

过程性评价包括实验操作过程评价、实验报告评价和线上学习评价三个方面。实验操作过程评价主要对应各专题技能目标中的 L3~L4 层级能力指标点, 关注学生操作规范程度、独立完成能力和实验安全意识, 占平时成绩的 30%; 实验报告评价对应各专题技能目标和素养目标中的 L3~L5 层级能力指标点, 关注报告书写的完整性、实验数据的真实性与准确性、结果分析的深入程度以及能否对异常结果进行合理讨论, 占平时成绩的 50%; 线上学习评价对应各专题知识目标中的 L1~L2 层级能力指标点, 关注课前预习视频观看情况和在线测试成绩, 占平时成绩的 20%。终结性评价为期末线上考试, 全面覆盖各专题知识目标的 L1~L2 层级能力指标点, 主要考查学生对基因工程实验核心原理和技术流程的掌握程度。

基于上述课程成果目标与能力指标点的对应体系, 课程考核评价从结果性评价转向过程性评价与终结性评价相结合, 与课程学习成果指标点对应, 围绕各专题的能力指标点设置多元化的考核环节和明确的评价标准, 确保每个考核环节均有明确的指向性和支撑作用。

通过将考核内容、考核方式与课程成果目标、能力指标点系统关联, 课程评价体系实现了从经验性评价向标准性评价、从单一性评价向多元性评价的转变, 使教师能够准确诊断学生在各能力指标点上的达成情况, 为持续改进教学提供可靠的依据。

3.3. 加强实验室资源建设与管理规范

基因工程实验对仪器设备和试剂的依赖程度较高, 精密仪器的持有量和更新率直接影响实验教学质量[1]。改革实践中, 课程组充分挖掘现有实验室资源, 优化资源配置和使用调度。根据综合性大实验的各环节需求, 统筹安排仪器使用时段, 避免集中使用时段的设备冲突, 同时加强实验试剂和耗材的精细化管理, 建立试剂领取和使用的登记制度, 减少浪费。

实验室安全教育是实验教学的重要组成部分, 改革方案在首次实验课即设置安全教育专题, 系统讲解基因工程实验室的操作规范、生物安全注意事项和应急处理流程, 并在后续实验中持续强化安全操作习惯[10]。对于精密贵重仪器, 要求学生必须通过操作考核方可独立使用, 降低设备损坏风险。同时建立实验室四级监督机制, 由校级实验管理部门、学院实验室中心、课程负责人和学生安全员共同参与实验室日常管理和安全检查, 保障实验教学规范有序运行。

4. 基因工程实验课程改革的实践效果

4.1. 强化思政引领, 涵育科学精神与职业素养

课程改革注重在实验教学中挖掘和融入思政元素, 实现知识传授、能力培养与价值引领的有机统一。在质粒提取实验中, 引入西北农林科技大学学者发现朊病毒的科学史实, 引导学生领悟锲而不舍的探索精神和开拓进取的创新意识; 在实验数据处理环节, 设置“质检员对待异常数据”的课堂讨论, 引导学生树立实事求是、严谨求实的科学态度; 在基因克隆技术应用专题中, 通过比较正反案例, 使学生深刻理解遵守生物安全伦理和科研规范的重要性, 树立正确的科学观和职业道德观。

4.2. 数字信息赋能, 拓展实践教学时空

课程充分利用信息化教学平台, 构建线上线下融合的混合式实验教学环境。依托超星学习通平台和省级一流课程基因工程 MOOC 资源, 建立了包含实验操作视频、虚拟仿真实验、原理动画、典型实验案例分析 and 在线测试题库等在内的数字化实验教学资源库。学生可在实验课前通过视频学习操作流程和注意事项, 课后利用虚拟仿真实验进行反复模拟练习, 有效突破了实验室开放时间和空间的限制。线上资源的建设也弥补了部分精密仪器不足的教学困难, 使每位学生都能获得充分的实验学习机会。

4.3. 创新项目拓展, 提升科研实践能力

课程改革将实验教学与大学生创新创业训练计划有机衔接, 鼓励学生在完成综合性大实验的基础上, 提出延伸性的研究问题并申报创新创业项目。教师根据自身科研方向, 吸纳有兴趣的学生进入课题组, 开展基因克隆与功能鉴定、蛋白表达与纯化、发酵条件优化等拓展性实验研究, 引导学生从“学着做”逐步过渡到“独立做”。近三年, 课程组教师指导学生参加国家级及省级大学生创新创业训练计划项目、中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛等活动多项, 学生科研兴趣和实验操作能力明显提升, 部分学生考取研究生后反馈基因工程实验课程的学习经历为其进入课题组开展独立研究奠定了扎实基础。

4.4. 促进教师专业发展, 提升教学质量

课程改革的推进促使教师团队在教学理念、教学方法和教学研究等方面持续学习与改进。课程组教师定期开展集体备课和教学研讨, 围绕 OBE 理念下的课程目标设定、教学设计优化和评价标准修订等问题进行深入交流。同时, 课程组积极申报和承担各级教育教学改革研究项目, 累计主持或参与省级、校级教研课题多项, 在课程教学改革的核心期刊发表教研论文多篇, 形成了教学实践与教学研究相互促进的良性循环。

5. 结语

基于 OBE 理念的基因工程实验课程改革, 以学生毕业时应具备的核心能力为出发点, 对课程目标、教学内容、教学模式和评价体系进行了系统化的反向设计与正向实施。通过构建“点-线-面-体”联动教学机制、将零散实验整合为综合性大实验、强化过程性考核评价、融入思政教育和数字化教学资源等多项措施, 有效提升了基因工程实验课程的教学质量和学生的实践能力、科学素养与创新意识。这一改革模式为地方高校生物类专业实验课程的教学改革提供了可借鉴的实践经验。未来进一步深化的方向包括: 持续丰富虚拟仿真实验资源, 拓展更多类型的综合性、设计性实验项目; 建立毕业生跟踪反馈和社会评价机制, 更全面地评价课程目标的达成度和改革成效; 将课程改革的经验向其他实验课程辐射推广, 推动专业整体实践教学体系的优化升级。

基金项目

黑龙江八一农垦大学校级教研课题“基于 OBE 理念下《基因工程》实验教学的改革探析”, 项目编号(NDJY2428); 2024 年度黑龙江省教育科学规划课题“新工科背景下地方高校制药工程专业‘1234’人才培养模式探索与实践”, 项目编号: GJB1424110, 黑龙江八一农垦大学校教育教学研究课题, 项目编号: NDJY2349; 黑龙江省高等教育教学改革一般研究项目“基于 OBE 理念和新时代要求的生物技术一流专业建设研究”, 项目编号(SJGY20220477); 黑龙江省高等教育教学改革研究项目“双创驱动下地方高校生物类实验室管理与功能的探究”(SJGYB2024603), 黑龙江八一农垦大学教育教学研究项目“基于 OBE 理念的生物技术专业实验室开放管理模式研究”(NDJY2348)。黑龙江省高等教育教学改革研究项目, 产教融合视角下生物与医药专业硕士研究生培养模式的改革与实践, 项目编号(SJGY2024214)。

参考文献

- [1] 厉萍, 孔令明, 李志华, 刘爱秋. “基因工程”课程理论与实验教学的改革探索[J]. 教育教学论坛, 2023(15): 53-56.
- [2] 赵梅, 齐向辉. 生物技术专业基因工程综合实验教学改革[J]. 生物化工, 2022, 8(6): 117-120.
- [3] 陈珂, 周建, 任鹏, 陆爱霞, 朱博, 曾宇. 融合 OBE 工程教育理念的生物工程专业实践教学模式探索[J]. 高教学刊, 2026, 12(7): 52-56.
- [4] 魏蜜, 姜晓谦, 谭金芳. 新农科背景下的实验教学“四引导三拓展”改革探索——以微生物学实验教学实践为例

- [J]. 高校生物学教学研究(电子版), 2023, 13(2): 47-53.
- [5] 柳梅梅, 葛红星, 陈义华, 董志国. 基于 OBE 理念的水环境化学实验课程案例式教学模式改革与实践——以江苏海洋大学水产养殖专业为例[J]. 现代食品, 2024, 30(21): 120-122.
- [6] 董平, 齐恬雨, 孙建安, 杜亚楠, 孟祥红, 毛相朝. “本-硕”衔接专业课程的构建及评价——以基因工程及综合实验课程为例[J]. 高教学刊, 2023, 9(26): 26-30.
- [7] 胡盼盼, 冯彩平, 王瑞, 赵建英, 刘奥强. 基于 OBE 教学理念的食品工程原理课程的教学改革与实践[J]. 当代畜牧, 2026(2): 82-84.
- [8] 高原, 王宝庆, 杨晓旭. 基于 OBE 理念的分子生物学课程教学改革探索[J]. 现代盐化工, 2026, 53(1): 181-183.
- [9] 刘伟, 田伟. 科研引导基因工程课程实验教学改革初探[J]. 山东畜牧兽医, 2023, 44(4): 73-75.
- [10] 王宁, 金春英. 高校化学实验室安全教育与准入体系构建[J]. 实验科学与技术, 2024, 22(3): 134-139.