

· 教学研究 ·

分子生物学与基因工程课程创新教学模式的构建与探索

姜立春^{1*} 梅青刚¹ 赵玲² 廖正巧¹ 张宽¹ 张元元¹⁽¹绵阳师范学院, 生物与制药学院, 绵阳 621000; ²绵阳师范学院, 生命科学学院, 绵阳 621000)

摘要 随着信息技术的飞速发展和在线教育资源在教学中的普遍应用, 线上线下混合式教学成为课堂教学改革发展的新常态。针对分子生物学与基因工程课程先前教学中存在的“教学内容组织不够系统、理论与实践衔接不足、学生学习积极性不高、考核评价形式单一、育人成效有待提升”等问题, 课题组创新构建了“三目两环三阶五化”混合式教学模式。该模式通过系统重构“基础-应用-前沿”三阶递进式课程体系, 将科学探索精神、创新意识和科技报国情怀等核心价值有机融入教学各环节; 采用PLOPEEPS教学法结合项目驱动等多元策略, 实现线上线下教学资源的深度整合; 建立过程性与发展性并重的多元评价体系, 全面促进学生专业能力与综合素质的提升。教学实践表明, 该模式有效实现了从知识传授到价值引领的育人目标, 显著提升了教学质量和人才培养成效, 为新时代创新型人才培养提供了可借鉴的教学范式。

关键词 分子生物学与基因工程; 教学模式; 课程思政; PLOPEEPS; 创新设计; 多元化

Development of an Innovative Teaching Model for Molecular Biology and Genetic Engineering

JIANG Lichun^{1*}, MEI Qinggang¹, ZHAO Ling², LIAO Zhengqiao¹, ZHANG Kuan¹, ZHANG Yuanyuan¹⁽¹School of Biological and Pharmaceutical Sciences, Mianyan Teacher's College, Mianyang 621000, China;²School of Life Science, Mianyan Teacher's College, Mianyang 621000, China)

Abstract With the rapid advancement of information technology and the widespread application of online educational resources in teaching, blended online-offline instruction has become the new norm in classroom teaching reform. In response to the existing issues in this course—such as poorly organized teaching content, inadequate integration of theory and practice, low student engagement, monotonous assessment methods, and suboptimal educational outcomes—an innovative “Three Objectives, Two Links, Three Stages, Five Modernizations” blended teaching model was developed. This model systematically reconstructs a three-stage progressive curriculum system “Foundation-Application-Frontier”, organically integrating core values such as the spirit of scientific exploration,

收稿日期: 2024-09-01 接受日期: 2025-06-03

四川省教育科学规划课题(批准号: SCJG23A112)、四川省高等教育人才培养质量和教学改革项目(批准号: JG2024-0960)和绵阳师范学院教研项目(批准号: Mnu-JY240002)资助的课题

*通信作者。Tel: 0816-2578582, E-mail: jiang_lichun@126.com

Received: September 1, 2024 Accepted: June 3, 2025

This work was supported by the Sichuan Provincial Educational Science Planning Research Project (Grant No.SCJG23A112), the Sichuan Provincial Project for Higher Education Talent Cultivation Quality and Teaching Reform (Grant No.JG2024-0960) and the Teaching and Research Projects of Mianyang Teacher's College (Grant No.Mnu-JY240002)

*Corresponding author. Tel: +86-816-2578582, E-mail: jiang_lichun@126.com

innovation awareness, and a sense of national mission in science and technology throughout all teaching phases. By employing the PLOPEEPS teaching method combined with diversified strategies like project-driven learning, it achieves deep integration of online and offline teaching resources. Additionally, a balanced multi-dimensional evaluation system emphasizing both process and developmental outcomes is established to comprehensively enhance students' professional competencies and overall qualities. Teaching practice has demonstrated that this model effectively realizes the educational goal of transitioning from knowledge delivery to value cultivation, significantly improving teaching quality and talent development outcomes. It provides a replicable pedagogical paradigm for cultivating innovative talents in the new era.

Keywords Molecular Biology and Genetic Engineering; teaching mode; curriculum ideology and politic; PLOPEEPS; innovative design; diversification

国家实施科教兴国战略以来,课程组积极响应教育教学改革号召,着力推进一流课程建设与课程思政体系构建。作为一门理论实践深度融合的交叉学科,分子生物学与基因工程课程不仅具有鲜明的设计性和实践性特征,更因其在生物技术、农业育种、医药研发和环境治理等领域的广泛应用而凸显重要学科价值^[1-3]。当前,该课程的教学模式改革已取得阶段性探索成果。

分子生物学作为发展迅猛的前沿实验学科,其基本原理与技术已深度渗透基因工程、蛋白质工程及生物能源等领域^[4]。该课程对本科生知识体系构建、科学精神培养及创新实践能力提升具有关键作用。然而,传统“填鸭式”教学难以应对课程特有的三大挑战:一是微观知识点庞杂导致知识体系构建困难^[5];二是学科快速发展与传统教学内容滞后的矛盾;三是创新思维培养与应试教育模式的冲突,尤其在系统代谢工程和合成生物学等新兴领域更为凸显^[6]。模块化教学法通过知识点分解重组,以其针对性、灵活性和现实性优势,已在细胞生物学、微生物学等课程中取得显著成效^[7-9],这为本课程改革提供了重要借鉴。基因工程课程的高新技术密集、内容更新快速、原理抽象复杂等特点,对基础薄弱的学生构成显著学习障碍。针对这一现状,各高校积极开展教学改革探索:湖南师范大学采用多媒体结合互动式教学^[10];浙江工业大学推行OBE成果导向模式^[11];东北林业大学构建“基础-综合-创新”多元体系^[12];山西师范大学强化实验教学环节^[13]。这些实践表明,单一维度的教学改革难以突破现有教学瓶颈,亟需开展系统性综合改革。

基于十余年的教学实践积累(自2008年起),本课程组通过四维联动改革取得显著成效:在教学内容上

深度融合学科前沿案例;在教学方法上实现“三个结合”——形象性与理论性相结合、先进性与经典性相结合、线上与线下相结合;在考核评价上突出能力导向。这些探索为深化课程改革奠定了坚实基础。

在新农科建设背景下,课程组启动新一轮教学改革,重点解决三个核心问题。如何构建系统化的知识网络?如何实现学科前沿与实际应用的有机衔接?如何有效提升学生的实践创新能力?传统教学模式已难以满足这些需求^[14-15]。虽然MOOCs等在线教育平台凭借其时空灵活性、内容可重复性等优势^[16-17],在一定程度上缓解了教学资源不足,但其固有的互动性缺失、学习持续性难以保障等局限性也日益凸显。面对知识快速更新的时代特征,必须创新教学理念,构建“线上-线下”深度融合、理论与实践有机统一的新型教学体系。作为生命科学领域的核心课程,本课程改革对培养适应新时代需求的创新型人才具有重要战略意义。课程组系统创新教学设计、内容、方法、手段及评价等关键要素,着力构建符合本科教育规律的新型课程体系,切实提升了人才培养质量,取得了显著改革成效。

1 教学痛点分析

由于传统教育思想和应试教学方式的长期影响,许多课程仍未突破应试教育的框架。首先,教学内容存在不合理之处。一方面,知识结构比例失调,基础理论部分占比过高,达到60%;另一方面,知识点呈现碎片化,核心概念被分散在不同章节,缺乏系统整合,且教学内容更新滞后,教材中传统技术的篇幅过多。这些问题严重阻碍了课程目标的实现,亟需对知识体系进行系统性重构。其次,教学环节枯燥单调且知识抽象难懂。在教学实施中,首要问题在于课程内容本

身具有知识点繁杂、更新快速、机制抽象等学科特点,加之过分强调基础理论知识的单向传授,未能建立与专业实践的有效联系,导致学生理解困难、学习兴趣不足;同时,课堂互动与课后交流的严重缺失,不仅使抽象知识难被学生消化吸收,更阻碍了学生发现问题、解决问题能力的发展,制约了科研创新能力的培养^[18-19]。这种“内容抽象—教法单一—互动不足”的恶性循环,进一步放大了教学效果不佳的问题。再次,考核评价形式单一。教学考核评价忽视了对学生主动学习能力、实践运用能力、创新意识和创新能力的考查与培养。构建科学、合理、实用的考核评价机制是实践教学顺利开展的根本保障^[20-21]。为充分激发和调动教与学两方面的积极性和主动性,科学评价教师的教学成果与学生的学习成效,需要改革传统的考核模式,将单一的闭卷考试形式改为以过程性与结果性考核并重,以线上学习、课堂研讨与综述论文写作为辅的多元化课程考核形式^[22]。最后,思政元素融入不够。在教学实施中,道德教育和人才培养要素未能有效与专业课程内容相结合,导致“学科知识”与“品德教育”割裂或生硬结合,这不利于协调推进学生的全面成长,也不利于实现专业课程与思想政治教育的同频共振,产生协同效应。

2 创新教学改革与举措

2.1 构建多元融合模式,创新教学实践路径

本课程包含大量复杂且先进的内容,不断涌现的新理论和新技术对教学提出了严峻的挑战。传统

的课堂讲授方式,通常是教师单向讲授,学生则处于被动接受的状态,这使得学生难以充分理解和吸收这些知识,忽视了学生能力的培养。为此,对课程进行创新教学改革与实践,无论线上还是线下教学环节,老师和学生都能实时互动,实时沟通,实现教学目标。课程组构建了PLOPEEPS法(图1),该教学法是经过多轮教学实践验证的系统性教学方法,其创新性地整合了八个递进式教学环节:前测(Pretest)精准诊断学情,情境导入(Lead-in)激发学习动机,目标呈现(Objectives)明确学习方向,同伴互学(Peer learning)促进知识建构,成果展示(Exhibiting achievements)培养综合能力,精讲点拨(Explaining)突破重难点,后测(Posttest)评估目标达成度,以及总结升华(Summary)实现知识迁移。该方法通过“诊断—引导—建构—评估”四维闭环设计,将过程性评价与深度学习有机结合。其首字母组合“PLOPEEPS”既完整呈现了“测评导学—协作探究—反馈提升”的教学逻辑,又构建了独特的认知图式。在2022—2024年期间,通过对9个班级(共计480人,含实验组与对照组)的跟踪与验证,发现采用该方法的实验组在知识掌握度测试得分及课堂互动频率上均显著高于对照组。以创意设计、任务驱动、项目式、PBL(problem-based learning)为主要教学方法,融合其他多元教学方式,进行课程教学整体设计,并依托智慧树平台与自建SPOC课程,实施创新混合式教学。

2.2 整合知识资源要素,贯通内容逻辑脉络

为了使课程知识体现系统性、连贯性和完整性,



图1 PLOPEEPS教学法

Fig.1 PLOPEEPS teaching method

将分子生物学与基因工程课程合并为分子生物学与基因工程。经过消化、吸收、整合, 形成自己的课程教学重构体系(图2)。该课程体系分为三个主要组成部分。首先, 基础知识模块。以中心法则为核心, 构建起对生命体在生命周期中各种生物大分子的结构、功能、相互作用及其变化的深入理解, 以及这些生物大分子之间相互影响的全面认识。其次, 理论联系实际模块。通过将理论知识与实际案例相结合, 使课堂讲解更加生动和充实, 引导学生认识到这门课程对生命科学发展、人类健康保障乃至社会整体进步的深远价值, 进而激发他们的学习热情与对未知领域的探索欲望。最后, 课程的拓展与实践模

块。课程内容抽象难懂, 在每个单元布置拓展问题供讨论, 并设计相关项目供实施。课程体系的这三个部分相互融合形成有机的整体。

2.3 精研教学设计流程, 增强课堂互动效果

为了适应地方本科院校对实用应用型人才的培养需求, 改变传统教学模式, 打造高效课堂教学模式显得尤为迫切。为此, 采用混合式教学模式, 对课程教学进行课前、课中与课后三个阶段的流程设计(图3), 构建了“三目两环三阶五化”混合教学模式, 并对教学内容进行了系统设计(图4)。其中, “三目”指课程的知识目标、能力目标和思政目标。“两环”涵盖线上和线下教学环节。“三阶”对应课前、课中、



图2 内容优化与整合重构

Fig.2 Content optimization and integration reconstruction

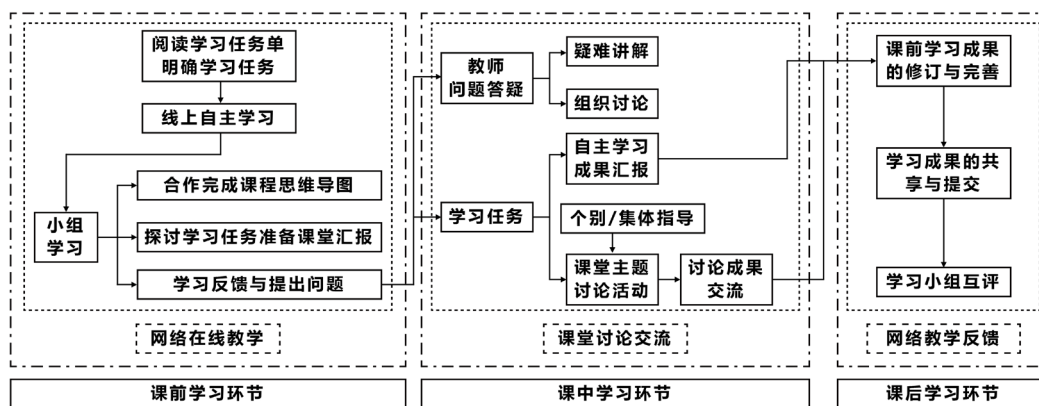


图3 混合式教学实施三环节流程

Fig.3 Three link process of implementing blended learning

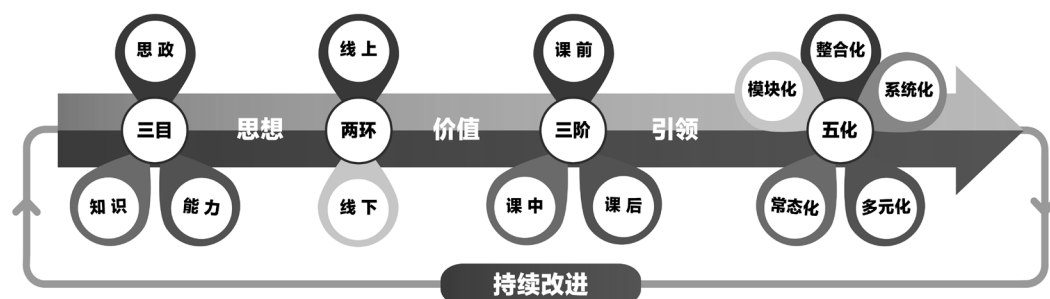


图4 “三目两环三阶五化”混合式教学模式的构建理念

Fig.4 The construction concept of the “Three Objectives, Two Links, Three Stages, Five Modernizations” blended teaching mode

课后。“五化”则包括:以学生为中心,实现线上线下教学整合化;以“三阶”为抓手,推进过程培养模块化;以“翻转课堂”为手段,构建“知”“能”“用”培养系统化;以“互联网+”与信息平台为依托,促进互动交流常态化;以“注重过程学习和问题”为导向,实施考核评价多元化。这一模式有效调动了学生的积极性和主动性,激发了学生的创造性思维,显著提升了教学效果。

2.4 创新课程资源建设,重构学习生态系统

2.4.1 构建“三维一体”课程资源体系,激发学习内驱力 课程资源建设突破传统模式,构建了以“学生发展为中心”的立体化资源架构。基于朱玉贤《分子生物学》(第5版)和夏启中《基因工程》教材,采用“删—联—拓”三重优化策略:删除重复内容,如基因表达调控的冗余章节;建立基础理论与技术应用的动态联系,例如基因结构与克隆技术的映射关系;拓展前沿应用案例,如CRISPR-Cas9基因治疗和单细胞测序技术等。通过这种优化,课程资源从简单的“知识堆砌”转变为系统的“认知图谱”,使抽象概念更加可视化,复杂技术更具情境化。同时,创新性地开发了“理论—实操”双阶训练模块:理论层通过微课视频解构核心概念,实操层设计递进式实验项目(基础→综合→创新),实现了从被动接受到主动探究的范式转变,显著提升了学生的学习效果。

2.4.2 打造“双线融合”智慧教学场景,重塑学习体验 教学模式创新构建了线上线下深度互嵌的“双线融合”教学新生态。线上环节突破时空限制,通过“任务驱动+智能诊断”实现个性化预习,帮助学生提前掌握基础知识;线下课堂则聚焦“问题解决+创造输出”,采用“先行设计—实操验证跟进”的创新流程。例如在基因编辑技术教学中,学生先完成靶点设计的训练,再开展实体实验,显著提升了实验成功率。

此外,教学过程中特别注重互动与反馈,通过实时采集互动数据(如提问频次、讨论深度等),实现教学策略的动态优化。这种智慧教学模式为培养创新型人才提供了有力支持,推动了教学模式的全面升级。

2.5 规范教学实施过程,保障教学质量提升

2.5.1 基于PLOPEEPS法对基因表达载体构建进行教学设计 在教学实践中,规范化的教学实施过程是保障教学质量的关键环节。面对复杂且不断更新的学科内容,传统的教学模式往往难以满足学生对知识深度理解和能力培养的双重需求。以基因表达载体构建这一知识模块为例,该模块涉及大量复杂且先进的内容,随着新理论和新技术的不断涌现,对教学提出了严峻的挑战。传统的课堂讲授方式通常是教师单向讲授,学生处于被动接受的状态,这不仅使学生难以充分理解和吸收知识,还忽视了对学生能力的培养,尤其是缺乏全流程的学习评价。因此,秉持“需求牵引、问题导向、动态完善”的教学思想,改变传统教学模式,构建高效课堂教学模式显得尤为迫切。

为此,本团队对课程进行了创新教学改革与实践。无论在线上还是线下教学环节,教师与学生都能实时互动、实时沟通,最终实现教学目标。以PLOPEEPS法为核心,结合创意设计、项目驱动等教学方式,对本单元课程进行教学设计(图5)。PLOPEEPS法以其系统性和科学性脱颖而出,为教学设计提供了新的思路和框架。该方法通过明确学习目标、优化教学过程、强化学习评价、促进学生参与、推动知识应用、及时反馈调整以及总结提升等环节,全面提升教学质量和学生的学习效果。依托智慧树平台和自建的分子生物学在线课程,实施创新混合式教学。这种教学设计不仅提升了学生的学习体验,还有效促进了学生对基因表达载体构建

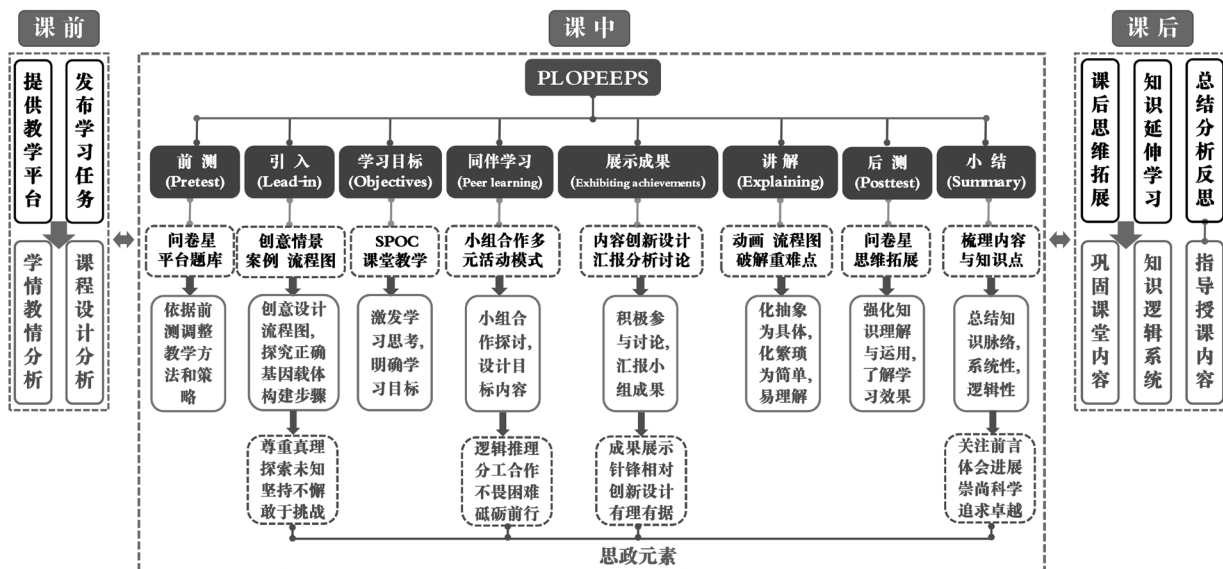


图5 教学过程设计流程图

Fig.5 Teaching process design flow

知识的深入理解和应用能力的提升。

2.5.2 课前——布置任务, 引导预习 提前发布课程学习任务单, 内容涵盖在线课程资源、课程PPT、线上测试以及阅读拓展文献等。学生根据任务单和SPOC平台预习课程知识点, 同时利用智慧树教学平台发布疑问, 教师和其他学生可在线上共同探讨, 这有助于教师根据学生反馈灵活调整教学进度、计划和内容。此外, 学生还可依据拓展阅读材料准备小组讨论或课堂活动, 进一步加深对知识的理解, 强化知识的应用能力。

2.5.3 课中——课堂任务设计

前测 (Pretest)。为巩固上一节课的教学内容并检查学生的预习情况, 通过问卷星平台向学生发布关于基因工程工具与基因表达载体构建的前测题目。前测旨在引导学生回顾知识之间的逻辑关系, 梳理教学内容的关键知识点, 同时了解学生对预习知识点的掌握程度。根据前测结果, 教师能够及时调整基因表达载体构建课程的教学方法和策略, 确保教学活动更加贴合学生的学习需求。

引入 (Lead-in) 新知。在教学过程中, 通过展示载体构建的相关图片、视频、案例以及学术文献等资源, 引导学生观察、思考并探讨转基因生物的获得过程。例如, 通过展示转基因作物的培育视频, 引发学生对“转基因生物是如何获得的”这一问题的思考, 并进一步鼓励学生探讨如何构建和设计基因表

达载体。同时, 引入当前该领域的前沿案例, 激发学生坚持不懈、敢于挑战、积极探索科学的兴趣。

为有效创设教学情境、充分激发学生的学习动机, 本课程组有针对性地设计了一个具体的教学活动。我们向学生展示了两个基因表达载体的构建方案(图6), 以此引导学生进行深入思考和探究。在介绍这两个方案时, 明确告知学生, 这两个方案中可能一个是正确的, 另一个是错误的, 甚至有可能两个方案都存在一定的问題, 并不完全正确。这种设计意在打破学生“非对即错”的简单思维模式, 促使他们以更加严谨和批判性的态度去分析问题。鼓励学生通过查阅教材、参考文献以及开展小组合作的方式, 仔细分析每个方案的步骤和原理, 探讨其中可能存在的问题, 并尝试提出改进措施。通过这种方式, 学生不仅能够锻炼自己的分析和判断能力, 还能在探索过程中培养解决问题的能力, 进而进一步激发他们对科学探索的热情和兴趣。

学习目标 (Objectives)。在课程设计中, 明确的学习目标是引导学生高效学习的关键。本课程以学生为中心, 结合线上SPOC平台和线下课堂教学, 围绕核心问题“如何利用基因工程技术设计转基因产品?”设定了清晰的学习目标。这一问题旨在引导学生深入探讨基因表达载体构建的步骤与方法, 进而明确本次课程的学习目标。学生将重点关注基因表达载体构建的前沿进展与研究热点, 系

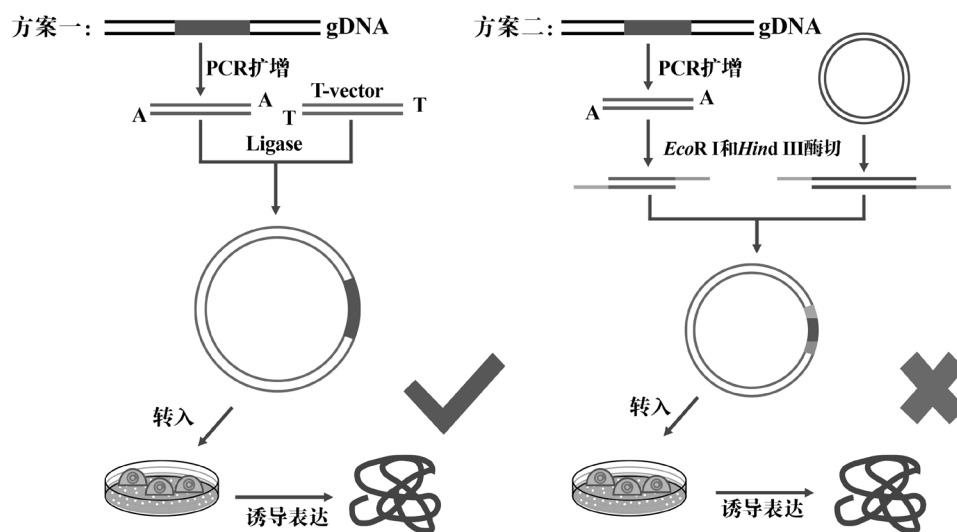


图6 创意设计方案

Fig.6 Creative design proposal

统掌握载体构建的具体步骤与流程,包括载体选择、目的基因扩增、酶切位点设计以及连接反应等。同时,学生需要理解并区分不同类型基因表达载体(例如质粒载体、噬菌体载体和病毒载体等)的构建方法,掌握它们的优缺点及适用场景。此外,通过系统的理论学习与丰富的实践操作,学生将逐步掌握独立设计并构建基因表达载体的能力,进而具备解决实际问题的素质。在此过程中,学生不仅能够深入理解基因技术的核心内容,还能明确课程学习的方向与重难点。最终,学生将熟练掌握重组载体的筛选、鉴定以及表达分析方法,能够运用这些技术验证载体构建的成功与否,并精准分析表达产物的特性,为未来的研究与应用奠定坚实基础。

同伴学习(Peer learning)。强化小组合作学习中的同伴互助环节,借助线上线下师生互动,聚焦学生的学习兴趣与注意力,通过问题驱动和小组协作学习等方式,培养学生分析、探究基因表达载体构建的基本步骤和流程的能力,梳理从获取目的基因到产生新遗传性状变化的逻辑脉络。

同伴合作:在组长的组织下,小组成员相互讨论和学习,共同收集和整理知识问题,完成课堂任务。针对基因表达载体构建的相关问题(如酶切位点选择、载体连接策略等),小组成员先相互讲解问题的分析思路与解决方案,再同步设计学习成果的展示内容(如实验技术路线图、核心步骤示意图)。

基于提问、弹幕与讨论形式:小组合作学习讨

论结束后,教师利用智慧树平台发布问题,学生通过发送弹幕回应,营造轻松愉快的讨论氛围。引导学生反思并归纳基因表达载体构建流程,促进其对学习内容的深入理解。

课堂组织讨论:围绕基因表达载体构建这一核心问题,开展主题讨论,如“如何构建基因表达载体?”“载体构建的方法与原则有哪些?”。引导学生依据线上拓展资源和课下查阅的资料进行讨论,着力增强学生对现象背后深层次原因的分析能力,进而发展精准表达和批判性思维技能,最终培养团队合作意识和实践能力。

展示成果(Exhibiting achievements)。采用小组汇报的形式,学生基于预习阶段的资料准备及课中小组集中学习讨论,借助思维导图、PPT制作、图片配文字说明或动画等多种载体,开展成果展示。这种多样化的展示方式不仅使抽象概念更加生动有趣,而且有效培养了学生的自主学习能力以及分析和解决问题的技能。小组合作的成果向全班展示,促进了学生之间的相互学习、取长补短,同时锻炼了学生的语言表达能力和逻辑思维能力,增强了团队合作精神和辩证思维能力。

讲解(Explaining)。在课堂教学中,教师将充分发挥引导作用,针对基因工程技术中的重点和难点内容进行详细讲解。基于学生在小组合作学习和展示环节中所表现出的理解程度与困惑点,教师将着重阐释关键知识点,例如获取目的基因的方法、重组载体的筛选与鉴定等。通过引入科研项目案例,

结合直观的动画演示和教师精心设计的流程图,复杂概念得以清晰呈现,学习难点得以有效破解。这一过程不仅传授知识,更致力于培养学生从基因工程技术角度分析和构建表达载体的专业能力。讲解环节是教学流程中的关键一环,旨在确保学生在进入后续学习环节之前,对核心知识有清晰且准确的理解。教师会密切关注学生在课堂上的即时反馈,灵活调整讲解节奏与深度,确保每位学生都能跟上教学进度。

后测(Posttest)。借助智慧树平台及在线SPOC系统发布后测题目,这些题目紧扣课程内容的关键点与难点,构成一套完整的测试题库,主要采用选择题形式。随后,利用智慧树平台的随机点名系统,选取3~5名学生回答关键和难点问题。这种后测方式不仅有助于巩固学生的学习成果,还能通过持续练习加深学生对知识点的记忆、理解和应用。同时,智慧教育平台的即时反馈功能为学生提供了及时的学习反馈,对表现优秀的学生给予适当加分奖励,激励学生保持积极主动的学习态度。

小结(Summary)。对本次课程进行总结和分析,帮助学生梳理教学内容的逻辑性和连贯性,加深对知识的理解,强化知识的掌握与运用能力。通过查阅与载体构建相关的文献案例,激发学生在学习上努力刻苦的决心和不断探索的科学热情。

2.5.4 课后——布置拓展任务,强化知识理解 注重课后延伸作业的规划,以课程的核心要点和难点为基础,围绕当前热点问题和实际案例,通过在线SPOC平台向学生发布讨论题目,并在讨论区组织和参与讨论,例如分子生物学领域的前沿动态等^[23]。基于线上拓展阅读文献资源,引导学生思考在利用基因工程技术构建基因表达载体时,应注意哪些环节,以及原核生物与真核生物基因载体构建的差异。下节课通过小组展示的方式进行汇报,培养学生自主学习和辩证思维的能力。

3 特色与创新

3.1 双轨融合,构建“三目两环三阶五化-PLOPEEPS”教学新范式

本研究首创性实现了宏观教学模式与微观教学流程的深度耦合:通过“三目”(知识-能力-思政)确立育人导向,“两环”(线上线下)重构教学空间,“三阶”(课前-课中-课后)优化时间维度,“五化”(整

合化-模块化-系统化-常态化-多元化)保障实施质量。PLOPEEPS法则作为微观执行框架,其八个环节形成教学闭环。实践表明,该模式显著提升了教学效果,实验组知识掌握度较传统教学提升27%($P<0.01$),课堂互动频率增加42%,实现了从“教师中心”向“学生中心”的根本转变,这种“双轨”设计使教学系统兼具结构稳定性与实施灵活性。

3.2 三阶递进,打造“基础-应用-前沿”课程新体系

通过系统整合分子生物学与基因工程两门课程,构建了“基础理论-实践应用-前沿技术”三阶递进的课程新体系。基础模块以中心法则为核心夯实理论基础;应用模块通过真实案例(如CRISPR基因编辑)强化实践能力;前沿模块引入单细胞测序等新技术拓宽视野。同步开发虚拟仿真实验平台,实现了“理论讲解-虚拟演练-实操训练”的无缝衔接,形成了既保持学科系统性又紧跟科技发展的动态化内容体系。

3.3 双向评价,创建“过程-能力”联动新机制

突破传统单一考试模式,创新构建“时空双维”评价体系。在时间维度上,过程性评价覆盖学习全周期,包括课前预习质量(平台自动评分)、课堂实时反馈(弹幕互动频次)、课后拓展深度(文献研读报告);在空间维度上,能力评价聚焦四大核心素养(认知力35%、实践力30%、创新力25%、协作力10%)。考核采用多元形式,具体包括:线上自动追踪学习轨迹数据(占比15%);线下聚焦实践表现考核(合计占比35%),含课堂互动(10%)、小组展示(10%)、作业与测试(10%)、文献研讨(5%);以及期末考试(占比50%)。具体考核构成见图7。才艺展示设为附加分项目,附加分可累计叠加,但最高不超过平时分满分;创新实施“增值性评价”,通过“前测-后测”的成绩对比,动态评估学生个体的成长幅度。改革后,有效实现了从“知识考核”向“能力发展”的评价转型,为应用型人才培养提供了科学评价范式。

此外,在授课过程中,始终秉持育人为本、能力为重、全面发展的教育理念,将育人元素深度融入专业知识体系,确保“立德树人”理念贯穿教学全程。通过精心挖掘丰富的育人素材,设计科学合理的教学环节,引导学生领悟知识体系背后的思想内涵。同时,引入分子生物学与基因工程领域的前沿进展

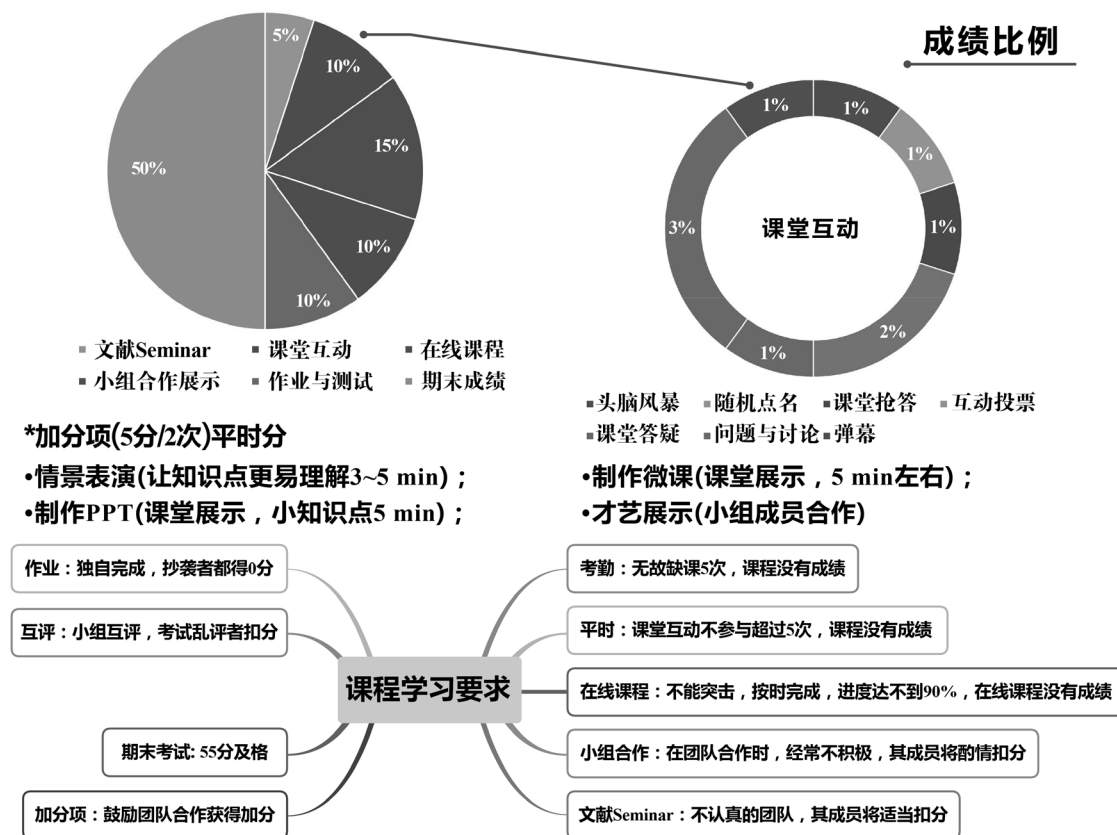


图7 成绩比例与教学要求

Fig.7 Score ratio and teaching requirements

与实践案例, 聚焦学科核心素养, 激发学生探索未知的热情和追求卓越的内在动力。

4 创新改革成效

4.1 “三目两环三阶五化”混合式教学模式, 全面促进学生综合能力发展

从定性评价结果来看, 该教学模式获得较高满意度; 从定量数据(如学生成绩、课堂互动频次)来看, 其教学效果(尤其是知识掌握度与实践能力)的提升更为显著。两者共同印证了该教学模式的有效性。通过从相同的题库中随机命题, 课程学业成绩的平均分达到了(73.41±5.68)分, 这一分数显著高于采用混合式教学方法之前的平均学业成绩(66.34±4.14)分。我们运用SPSS 20.0软件对两组均值进行了独立样本 t 检验, 结果显示两者之间存在显著差异($P<0.05$), 这充分说明新的教学模式对学生学业成绩的提升具有显著的积极影响。

基于“三目两环三阶五化”有效教学模型构建的线上线下混合式教学策略, 在分子生物学与基因工

程课程中展现出显著优势, 为提升教学质量、优化教学成效提供了有力支持。展望未来, 我们期待这种创新的教学模式能够在更广泛的学科领域得到推广和应用, 为教育事业的发展注入新的活力。

4.2 “三目两环三阶五化”混合式模式满意度调查, 教学效果显著提升

课程结束后, 通过匿名问卷调查的方式对教学效果进行了评估(表1)。共发放问卷98份, 回收有效问卷96份, 回收率达97.96%。问卷设计以学生发展为核心, 旨在了解本次改革后的教学方法是否满足学生需求、助力学生理解复杂概念; 是否提升学生的自主学习能力、沟通技巧与团队合作精神; 以及是否增强学生间互动与师生交流。详细调查数据见表1。

调查结果显示, 学生普遍认可以学生发展为中心的混合式创新教学模式; 且在该模式下, 学生的主动学习能力、学习兴趣、理论知识理解能力、分析解决问题能力、团队合作能力及科研思维与能力均显著提升。然而, 学生在文献查阅能力和对学科前沿的熟悉程度方面, 仍有提升空间。大多数学生

表1 “三目两环三阶五化”混合式教学效果满意度调查

Table 1 Satisfaction survey on the effectiveness of “Three Objectives, Two Links, Three Stages, Five Modernizations” blended teaching

调查项目	非常满意(n/%)	满意(n/%)	一般(n/%)	不满意(n/%)	非常不满意(n/%)
Survey items	Very satisfied (n /%)	Satisfied (n /%)	Neutral (n /%)	Dissatisfied (n /%)	Very dissatisfied (n /%)
提升查阅文献能力	42(43.8)	16(16.7)	21(21.9)	17(17.6)	0(0)
积极参与新模式教学	89(92.7)	5(5.2)	2(2.1)	0(0)	0(0)
提升分析解决问题能力	67(69.8)	19(19.8)	8(8.3)	2(2.1)	0(0)
激发主动学习能力	62(64.6)	23(24.0)	8(8.3)	3(3.1)	0(0)
激发学习兴趣	70(72.9)	6(6.3)	16(16.7)	4(4.2)	0(0)
提升抽象知识的理解	32(33.4)	39(40.6)	11(11.5)	14(14.5)	0(0)
强化沟通交流能力	38(39.6)	32(33.3)	22(22.9)	4(4.2)	0(0)
培养科研思维能力	86(89.6)	6(6.3)	4(4.2)	0(0)	0(0)
训练团队合作能力	80(83.3)	10(10.4)	4(4.2)	2(2.1)	0(0)
熟悉本学科前沿领域	42(43.8)	21(21.9)	20(20.8)	13(13.6)	0(0)
强化动手实践技能	76(79.2)	15(15.6)	4(4.2)	1(1.0)	0(0)

对各项调查内容表示非常满意或满意, 其中“非常满意”选项最受欢迎。没有学生选择“非常不满意”, 仅有少数学生表示“不满意”, 这表明课程教学改革总体上取得显著成效, 符合以学生发展为核心的目标。尽管如此, 但仍有超过13.6%的学生对教学方式是否与学科前沿保持同步、是否有助于提升文献检索能力和对抽象概念的理解表达了不满意。这提示我们在未来的课程改革中, 需要持续关注并改进这些领域, 以进一步提升教学质量和学生满意度。

4.3 创新思维与实践能力的协同发展

在教学改革与实践的推动下, 学生的创新思维和实践能力得到了显著提升, 这一进步在多个方面得到了充分体现。自2022年以来, 学生参与大学生创新创业训练计划的热情和项目质量显著提高, 基于本课程内容申报的国家级、省级和校级大创项目数量逐年增加, 2024年, 学生共承担了65个项目, 其中包括6个国家级和19个省级项目。与此同时, 学生参与教师主导的科研项目数量和比例也显著增长, 2022年参与科研项目学生比例为32.52%, 到2024年, 这一比例增长至71.26%, 参与的科研项目总数达到了46项。此外, 学生在学术期刊上发表的论文数量和水平也有所提高, 这不仅体现了学生对专业知识的深入理解和掌握, 也反映了他们在学术研究方面的进步。在学科竞赛方面, 学生的表现尤为突出, 在“互联网+”大学生创新创业大赛中, 荣获国家级铜奖2项, 省级金奖5项、银奖12项、铜奖28项, 还获得了56项省级及以上学科竞

赛奖项。这些成绩充分展示了学生在创新实践和学科竞赛中的卓越表现, 通过这些数据可以看出, 经过教学改革与实践, 学生在大创项目申报、参与教师科研项目、学术成果发表以及学科竞赛等方面的能力和表现都有了显著提升, 这充分显示教学改革在培养学生创新思维和实践能力方面取得了显著成效。

4.4 教学互动的深度优化与成效

在教学改革实践中, 课程组通过构建“双线融合”的互动机制, 实现了教学质量的显著提升。线上环节依托智慧树平台和自建SPOC课程, 创新性地采用“任务驱动+智能诊断”模式, 为学生提供个性化学习路径。通过弹幕互动、实时讨论区等功能, 突破了传统课堂的时空限制, 使师生互动更加即时高效。线下教学则充分发挥PLOPEEPS教学法优势, 特别是在“同伴互学”环节, 学生通过小组协作完成基因表达载体设计等实践任务, 在讨论中深化理解, 在展示中锻炼表达能力。教师通过智慧树平台的数据分析功能, 实时监测学生的互动质量(如提问频次、讨论深度等), 并据此动态调整教学节奏, 形成“评价-反馈-优化”的良性循环。这种精细化互动管理使课堂活跃度提升42%, 学生综合能力得到全面发展。

教学团队的创新实践获得了多方认可, 2020年斩获校级教学改革成果二等奖和四川省教学创新大赛三等奖。近年来, 团队成功立项省级教改项目2项, 获批省级一流课程2门、课程思政示范课程1门, 开发在线开放课程1门、高阶课程1门。教研成果丰硕,

在核心期刊发表教改论文6篇,7人次获校级教学奖励。课程评教数据显示,90%以上的学生对互动教学模式表示满意,教学督导组特别肯定了“师生-生生”多维互动体系的创新性。这些成果不仅验证了互动优化的有效性,更培养了一批教学骨干,为同类课程改革提供了可复制的范式。未来团队将持续完善“数据驱动”的互动机制,进一步提升教学成效。

5 结语

课程改革的核心目标在于激发学生的学习内驱力,促进创造性思维的形成以及自主学习能力的持续提升。通过采用“预习-互动-延伸”的教学环节布局,并借助智慧树平台的监控、评估、沟通等教学管理工具,实现了线上与线下教学的紧密结合,构建了一种既强调教师引导又促进学生主动参与的“三目两环三阶五化”混合教学模式。教学是一个持续进化与完善的过程,在“互联网+教育”的大背景下,引入高质量的在线资源,持续优化课程内容与教学策略,形成了一个以教师为指导、全周期创新的混合教学模式,有效促进了学生对课程内容的深入掌握,显著提升了学生创新思维,强化了其实践技能。课程组借助数字化与现代教育技术的优势,充分激发学生在学习过程中的积极性,从而提升教学成效,培育具备高素养与专业能力的人才。教学评估结果显示,“三目两环三阶五化”混合教学模式已取得显著的教学成果,但在未来的教育实践中,仍需持续探索与优化。

参考文献 (References)

- [1] 张俊玲. 分子生物学课程思政的教学设计与反思[J]. 高教学刊(ZHANG J L. Teaching design and reflection on ideological and political education in Molecular Biology course [J]. Journal of Higher Education), 2022, 8(10): 168-70,174.
- [2] 王忠华, 斯越秀, 俞超. “分子生物学与基因工程”教学方法改革与探索[J]. 中国电力教育(WANG Z H, SI Y X, YU C. Reform and exploration of teaching methods in Molecular Biology and Genetic Engineering [J]. China Electric Power Education), 2013(7): 127-8,140.
- [3] 张霞, 曹阳, 陈峰. 任务驱动法在“微生物学实验”混合式教学中的实践[J]. 微生物学通报(ZHANG X, CAO Y, CHEN F. Practice of task-driven method in blended Microbiology Experiment teaching [J]. Microbiology China), 2023, 50(3): 1345-53.
- [4] 李慧, 赵玉荣, 陈翠霞. 基于科研素质培养的“分子生物学”课程教学改革[J]. 微生物学通报(LI H, ZHAO Y R, CHEN C X. Teaching reform of Molecular Biology course based on the cultivation of scientific research quality [J]. Microbiology China), 2021, 48(4): 1380-7.
- [5] 张爱利. 分子生物学知识体系建设与创新型人才培养[J]. 教育教学论坛(ZHANG A L. Construction of knowledge system and training of innovative talents of Molecular Biology [J]. Education Teaching Forum), 2020(20): 166-8.
- [6] 徐国强, 赵运英, 杜婕, 等. 生物工程专业分子生物学课程设计和教学环节的改革[J]. 广东化工(XU G Q, ZHAO Y Y, DU J, et al. Reform of content design and teaching methods on the Molecular Biology Course for students in Bioengineering Program [J]. Guangdong Chemical Industry), 2014, 41(11): 247,245.
- [7] 刘新琼, 王春台, 张向明. 分子生物学与基因工程实验模块化教学新模式[J]. 实验科学与技术(LIU X Q, WANG C T, ZHANG X M. New mode of modulization experimental teaching for molecular biology and gene engineer [J]. Experiment Science and Technology), 2021, 95(1): 144-8.
- [8] 段瑞君, 杨希, 梁健, 等. 分子生物学模块化教学改革的探索与实践[J]. 生物学杂志(DUAN R J, YANG X, LIANG J, et al. Exploration and practice of module teaching reform for molecular biology [J]. Journal of Biology), 2018, 35(1): 118-20.
- [9] 戴亦军, 何伟, 袁生, 等. 模块化微生物学实验课教学体系的探索与实践[J]. 微生物学通报(DAI Y J, HE W, YUAN S, et al. The exploration and application of the modular teaching pattern for microbiology experiments [J]. Microbiology China), 2015, 42(9): 1809-16.
- [10] 袁黎洲. “基因工程”课程多种教学方法改革的探索与实践[J]. 高校生物学教学研究(电子版)(YUAN W Z. Development and practice of teaching method in undergraduate gene engineering course [J]. Biology Teaching in Universities, Electronic Edition), 2015, 5(2): 38-41.
- [11] 翁春跃, 王远山. 基于OBE的翻转课堂教学模式在基因工程课程中的应用[J]. 高校生物学教学研究(电子版)(WENG C Y, WANG Y S. Application of OBE-based flipped classroom model on genetic engineering teaching [J]. Biology Teaching in Universities, Electronic Edition), 2021, 11(2): 16-20.
- [12] 范桂枝, 詹亚光. 基因工程“多元化”教学方法改革研究与实践[J]. 安徽农业科学(FAN G Z, ZHAN Y G. Reform and practice of diversified teaching methods in genetic engineering [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences), 2014, 42(25): 8815-6,8819.
- [13] 邵刚, 李卉, 智艳平, 等. 基因工程实验课程改革探析与实践[J]. 实验科学与技术(GAO G, LI H, ZHI Y P, et al. Analysis and practice of genetic engineering experiment curriculum reformation [J]. Experiment Science and Technology), 2015, 13(1): 56-9.
- [14] 赵伟民, 卫福磊, 何涛. 基于任务驱动的混合式教学设计与应用研究——以“细胞生物学”课程为例[J]. 中国细胞生物学学报(ZHAO W M, WEI F L, HE T. Blended teaching design and application research based on task-driving: taking the course of “Cell Biology” as an example [J]. Chinese Journal of Cell Biology), 2023, 45(6): 911-7.
- [15] MILLER K R. Finding the key-cell biology and science education [J]. Trends Cell Biol, 2010, 20(12): 691-4.
- [16] LIU M, KANG J N, CAO M W, et al. Understanding MOOCs as an emerging online learning tool: perspectives from the students [J]. Am J Distance Educ, 2014, 28: 147-59.
- [17] REICH J. Rebooting MOOC research [J]. Science, 2015, 347(6217): 34-6.
- [18] 郑皓, 景嘉楠, 董慧, 等. 创新医学细胞生物学实验课的探讨[J]. 高教学刊(ZHENG H, JING J N, DONG H, et al. Discussion

- of innovative teaching model in experimental course of medical cell biology [J]. *Journal of Higher Education*, 2018(2): 27-9,32.
- [19] 刘泽昆, 陆蒙, 尉丁, 等. 以问题为导向的混合式医学细胞生物学实验课探索与实践[J]. *中国细胞生物学学报* (LIU Z K, LU M, WEI D, et al. Exploration and practice of problem-based blended teaching in experimental course of medical cell biology [J]. *Chinese Journal of Cell Biology*), 2023, 45(9): 1370-5.
- [20] 杜喜玲, 李珊, 崔香环, 等. 植物生物学实验课程考核评价模式的探索和完善[J]. *高校生物学教学研究* (DU X L, LI S, CUI X H, et al. Research and perfect the assessment mechanism of plant biology experiment course [J]. *Biology Teaching in University*), 2016, 6(1): 39-42.
- [21] 夏琴, 王睿, 李玉娟, 等. 课程思政融入参与式案例教学模式的探索与实践[J]. *中国细胞生物学学报* (XIA Q, WANG R, LI Y J, et al. Exploration and practice of integrating ideological and political education into participatory case-based teaching mode [J]. *Chinese Journal of Cell Biology*), 2024, 46(5): 1038-44.
- [22] 孙巍, 尹爱国, 夏春雨, 等. 生物工程专业课程的过程性评价与考核机制构建[J]. *教育教学论坛* (SUN W, YIN A G, XIA C Y, et al. The construction of process evaluation and assessment mechanism for bioengineering courses [J]. *Education and Teaching Forum*), 2022(11): 113-6.
- [23] 彭确昆, 潘克俭, 王兰, 等. 基于前沿文献的融合式教学模式在分子与细胞中的创新与实践——以酶学为例[J]. *中国细胞生物学学报* (PENG Q K, PAN K J, WANG L, et al. Innovation and practice of integrated teaching model based on frontier literature in the course “Molecules and Cells”: taking “enzymology” as an example [J]. *Chinese Journal of Cell Biology*), 2022, 9: 1779-85.