

新工科背景下“中医药+”生物工程专业人才培养模式的探索*

张颖¹ 刘亚磊² 刘玉³ 潘琢³ 杨高山³ 宋秋航³ 刘卫哲³ 张越³ 李云峰⁴ 李爱英^{3#}

(1 河北中医药大学国际教育学院 石家庄 050091; 2 河北中医药大学实验中心 石家庄 050200;

3 河北中医药大学药学院 石家庄 050200; 4 河北省第七人民医院 定州 073000)

摘要:新工科建设与中医药产业升级对复合型人才提出了迫切需求,传统生物工程培养模式存在课程碎片化、实践薄弱等问题。本研究立足中医药高校特色,构建“中医药+”生物工程复合型人才培养模式,以“中医药理论-现代生物技术-工程实践”三位一体为核心,采取重构特色课程体系、搭建阶梯式实践平台、打造跨学科师资队伍等策略,促进中医药与生物工程技术深度融合。此模式为中医药高校生物工程专业人才培养提供了可操作的创新路径,推动了中医药现代化与生物工程技术交叉发展。

关键词:新工科;中医药;生物工程;人才培养模式;实践教学

中图分类号:G641 doi:10.3969/j.issn.1003-305X.2026.02.298

Exploration of a “traditional Chinese medicine +” talent cultivation model for bioengineering programs under the background of emerging engineering education *

ZHANG Ying¹, LIU Yalei², LIU Yu³, PAN Zhuo³, YANG Gaoshan³, SONG Qiuhan³, LIU Weizhe³,

ZHANG Yue³, LI Yunfeng⁴, LI Aiyong^{3#}

(1 School of International Education, Hebei University of Chinese Medicine, Shijiazhuang 050091, China;

2 Experimental Center, Hebei University of Chinese Medicine, Shijiazhuang 050200, China; 3 School of

Pharmacy, Hebei University of Chinese Medicine, Shijiazhuang 050200, China; 4 The Seventh People's

Hospital of Hebei Province, Dingzhou 073000, China)

Abstract: The development of emerging engineering education and the upgrading of the traditional Chinese medicine (TCM) industry have generated an urgent demand for interdisciplinary talents, while traditional bioengineering training models face challenges such as fragmented curricula and insufficient practical training. Based on the distinctive features of TCM universities, this study constructs a “TCM +” interdisciplinary talent cultivation model for bioengineering programs. Centered on the integrated framework of “TCM theory-modern biotechnology-engineering practice,” the model promotes deep integration between TCM and bioengineering technologies through restructuring characteristic curricula, establishing tiered practice platforms, and building interdisciplinary teaching teams. This study provides an operational and innovative pathway for talent cultivation in bioengineering programs at TCM universities, and offers valuable references for promoting the modernization of traditional Chinese medicine, advancing interdisciplinary development with bioengineering technologies.

Keywords: emerging engineering education; traditional Chinese medicine; bioengineering; talent cultivation model; practical teaching

张颖,女,硕士,高级政工师

#通信作者:李爱英,女,博士,教授,博士生导师,E-mail:liaiyong@hebcm.edu.cn

*基金项目:河北省高等教育教学改革项目(No. 2020GJXGK030)

在新工科建设持续深化的背景下,中医药现代化与产业化发展对复合型人才的需求愈发迫切。2017年新工科政策(“复旦共识”等)推动教育改革^[1-2]。生物工程作为典型交叉学科,在中国高校中受到广泛关注并得到重点建设。《“十四五”中医药发展规划》^[3]中指出,中医药现代化面临“成分不明、工艺落后”等瓶颈,核心矛盾是传统培养模式难以满足跨界融合需求。

现有研究存在3个方面局限:①聚焦单一学科优化,缺乏中医药与工程技术的系统性融合^[4];②校企合作多为参观,未涉及中药发酵工艺优化等核心技术^[5];③课程内容衔接不足(如中药炮制学与基因工程),导致知识结构割裂^[6]。基于此,本研究以新工科建设理念为理论基础,以成果导向教育(outcome based education, OBE)理念为分析框架,立足地方性中医药高校特色,以服务区域中药智能制造、活性成分生物转化等产业需求为导向,通过剖析课程碎片化、实践薄弱等问题,从课程重构、校企合作等层面提出培养模式优化路径,为中医药现代化提供人才解决方案。

1 “中医药+”生物工程专业人才培养的现存问题分析

作为连接中医传统理论和现代生物科技的重要交叉领域,中医药院校的生物工程专业具有良好的发展前景。但从实际情况看,该专业在建设过程中存在一些需要解决的问题。

1.1 课程体系存在碎片化问题

部分高校在课程设置上存在碎片化现象,中医药课程与工程课程学时分配失衡,核心必修课挤压选修空间。某高校选修课占比仅14.3%,传统领域占比过高^[7]。70.99%的毕业生认为“课程结构不合理”,45.04%指出“课程内容脱离产业实际需求”^[8],凸显课程体系与中医药现代化目标的错位问题。

1.2 实践教学环节较为薄弱

实验设备利用率低,校企合作流于形式。校内实验室设备闲置率高、维护不及时,校外实训多为参观,学生缺乏完整工艺实操经验(如发酵工艺全流程)^[9];麦可思报告曾将生物工程列为“红牌专业”,实训资源不足是主因之一^[10]。

1.3 学科之间融合程度需要加强

课程内容存在中医药理论与现代工程技术脱节现象。例如,中药炮制学与基因工程课程缺乏内容衔接,学生难以建立传统工艺与现代技术的关联性认知。研究认为,现有培养方案与医药、信息等

学科的交叉融合深度不足,难以支撑复杂工程问题解决^[11]。

1.4 师资队伍存在短板

教师队伍存在高学历人才短缺、工程经验匮乏双重困境。部分教师团队博士占比低于10%、硕士高于5%,企业经历教师低于20%,实验课程设计衔接不畅^[12]。

综上,中医药类院校生物工程专业在课程、实践、学科融合及师资方面的问题,亟须通过系统性培养模式创新解决。基于此,本研究提出“中医药+”生物工程人才培养模式构建思路。

2 “中医药+”生物工程专业人才培养的模式构建

所谓“中医药+”模式是近年来提出的创新发展理念^[13],核心是打破中医药学与其他学科壁垒实现跨界融合。国家《“十四五”中医药发展规划》及教育部“新工科”建设分别从政策层面强调“多学科融合”与“跨界创新”^[1-3],而中医药现代化进程中中药智能制造、活性成分生物转化等领域对复合型人才的需求,更凸显该模式的必要性。该模式通过与生物工程、食品工程等学科交叉,不仅推动中医人文哲学与现代科技的生活化衔接,更构建起中药健康产业生态体系。其中,生物工程与中医药的深度融合催生出“中医药+”生物工程专业人才培养模式,该模式以三位一体交叉体系为核心,融合中医药理论、现代生物技术与工程实践,聚焦破解中医药现代化技术瓶颈,为培养适应产业升级需求的复合型人才、构建特色育人体系提供了全新逻辑起点与实践方向。

2.1 培养目标重构

在新工科与中医药现代化的时代背景下,需要对原培养目标进行重构,以适应产业升级和学科融合的需求。传统生物工程专业多侧重于单一技术培养,已难以满足中医药产业对复合型人才的需求。本专业立足中医药特色,将培养目标升级为“知识-能力-价值”紧密交织的三维融合结构,致力于培养适应中医药产业现代化需求的复合型人才。

2.1.1 知识体系构建

学生需系统掌握中医药理论与现代生物工程技术,打破学科壁垒,建立起“中药活性成分-分子机制-工程转化”的跨学科知识网络。学习炮制、药性理论,理解温度/时间对药性及性味归经的影响;掌握基因编辑、发酵工程等前沿技术,了解CRISPR/Cas9系统原理与应用,熟悉微生物发酵条件优化策略。通过整合二者,学生能够解析中药活性成分的

生物合成途径,利用基因编辑技术优化相关合成基因,或者借助发酵工程实现中药活性成分的高效生产。

2.1.2 能力素养培育

聚焦中医药产业升级中的复杂工程问题,培养学生具备“传统工艺解析-现代技术应用-工程方案设计”的跨界解决能力。面对中药智能制造过程中如何精准控制炮制温度与时间以保证药品质量一致性的问题,学生需运用传统中医药知识解析炮制工艺的原理,结合传感器、自动化控制等现代技术设计出精准的温度和时间控制系统^[14],最终制定出完整的工程实施方案,实现传统工艺与现代技术的有机结合,提升中药生产的效率与质量。

2.1.3 价值观念塑造

以“传承精华、守正创新”为核心价值观,强化学生的中医药文化自信、工程伦理意识及终身学习能力,紧密对接“健康中国”战略对复合型人才的需求。通过学习中医药历史文化,学生深刻领悟中医药在中华民族数千年繁衍昌盛中的重要作用,从而树立坚定的文化自信。在工程实践中,注重培养学生的伦理意识,例如,在中药资源开发利用中,要确保资源的可持续性,避免过度开采导致生态破坏。同时,鉴于中医药产业与生物工程技术的快速发展,培养学生的终身学习能力,使其能够不断更新知识,适应行业的变化与创新需求。

2.2 课程体系设计

基于上述培养目标,需重构课程体系以实现知识交叉融合,构建具有“中医药特色+工科逻辑”的课程设计方案。

2.2.1 中医药特色课程群构建

开设一系列中医药特色核心课程,如中药发酵工程、中药生物信息学、生物制药工艺学(中医药方向)等,将中医药元素深度融入专业核心课程,使其占比达30%以上。在发酵工程课程中,嵌入“药食同源原料益生菌筛选”模块,引导学生利用现代发酵技术筛选适合药食同源原料发酵的益生菌菌株,探究发酵过程对原料功效成分的影响,实现传统药食同源理念与现代发酵技术的结合。在基因工程课程中,增设“中药活性成分基因调控”专题,让学生了解如何运用基因工程手段调控中药活性成分的生物合成基因,提高活性成分的产量或改善其品质。

2.2.2 交叉课程体系优化

构建“基础课-交叉课-实践课”三级架构的交

叉课程体系。基础课阶段保留生物化学、分子生物学等工科课程,融入中医药基础理论、中药炮制学等内容^[15],帮助学生建立中医药知识框架,理解其基本概念与传统炮制方法。在交叉课阶段,开设中医药-生物工程前沿交叉课程,通过“六味地黄丸质量生物评价”等典型案例,引导学生运用多学科知识对中药质量进行综合评价,训练学生的跨学科思维,使其学会从生物工程和中医药2个角度分析和解决问题。在实践课阶段,增加“中药微丸制备工艺优化”等设计性实验,要求学生在实验方案设计中,中医药经典文献检索占比 $\geq 25\%$,促使学生将理论知识与实践相结合,同时培养学生从经典文献中获取灵感与方法的能力。

2.2.3 特色教材与资源建设

组织编写《中医药特色生物工程实验教程》教材,精心收录“金银花提取工艺优化”等多个具有代表性的实验案例。这些案例涵盖了中医药生物工程领域的多个方面,从中药有效成分提取到生物转化,从传统工艺改良到现代技术应用,为学生提供了丰富的实践参考。同时,整合线上资源,搭建“中药炮制虚拟仿真实验室”,配套三维动画演示与在线考核题库。通过虚拟仿真实验室,学生可以在虚拟环境中模拟中药炮制过程,观察不同炮制条件下中药性状与成分的变化,加深对炮制工艺的理解。在线考核题库则能够实时检验学生的学习效果,帮助学生及时发现知识漏洞,实现线下实践与线上预习复习的高效联动,提升学习效率与质量。

2.3 教学方法革新

在课程体系支撑的基础上,通过教学方法革新实现理论与实践的深度结合,构建三位一体的教学模式。

2.3.1 混合式教学模式创新

构建“线上中医药知识库+线下工程实训”的融合教学模式^[16]。线上发布“中药抗疫方剂成分筛选”微课及虚拟仿真实验,让学生在虚拟环境中模拟活性成分筛选过程,熟悉实验操作流程与数据分析方法。在线下,开展“连花清瘟成分提取工艺”项目式教学,组织学生分组进行连花清瘟中有效成分的提取实验,对比传统水煎法与现代超声波萃取技术的优缺点,引导学生从原理、效率、成本等多方面进行分析,培养学生的实践操作能力与问题解决能力,实现线上线下教学的优势互补。

2.3.2 中医药场景化实验教学

设计一系列中医药场景化实验项目,如“基于

响应面法的中药微丸制备”实验。实验设计需参考《本草纲目》等经典炮制记载,结合现代工艺参数确定方案;操作中注重传统技法培养^[17],考核增设“中药称量戥秤归零”等评分项(占比15%),强化传统技艺传承。上述培养模式的落地需配套系统性实施策略,从课程、实践、师资、资源等方面保障人才培养质量。

2.3.3 全链条项目实践体系构建

实施“老药工+工程师”双导师制,开展中医药全产业链项目实践^[18]。种植环节中,学生随老药工学习“看水性、辨药性”等经验,学习根据土壤、气候选种,通过外观、气味判断药材质量。在制药环节,学生在工程师的指导下参与“膜分离技术改良中药提取工艺”等项目,运用现代工程技术优化中药提取工艺,提高提取效率与纯度。在项目结题时,要求学生提交包含“传统工艺原理-现代技术方案-成本分析”的三维报告,综合考查学生对中医药传统工艺与现代技术的掌握程度,以及对项目的整体规划与成本控制能力,培养学生的综合实践能力与创新精神。

3 “中医药+”生物工程专业人才培养模式的实施策略

3.1 课程体系实施策略

3.1.1 中医药特色课程群深度融合

开设中药合成生物学、中医药生物信息学分析等前沿课程,将中医药活性成分挖掘与基因编辑、代谢工程等技术结合。合成生物学设置青蒿素等中药成分合成专题,生物制药工艺学嵌入中药注射剂工艺,使中医药特色内容占核心课程的35%以上。

3.1.2 交叉课程体系动态重构

构建“基础理论-交叉应用-产业前沿”三级递进的交叉课程体系。基础理论层保留分子生物学、生物化学等工科基础课程,融入中药药性理论、中药炮制原理等必修内容,帮助学生建立中医药理论与现代生物学的知识连接。交叉应用层开设中医药-生物工程技术整合等课程,通过“三七皂苷生物转化”“灵芝多糖发酵工艺优化”等典型案例,训练学生跨学科解决问题的能力。产业前沿层引入中医药智能制造技术、中药大品种二次研发等课程,邀请行业专家参与授课,实时更新中医药产业升级中的新技术、新方法,确保课程内容与产业需求同步。

3.1.3 特色教材与教学内容更新机制

建立“动态更新、校企共建”的教材建设机制。组织编写《中医药特色生物工程实验教程》特色教材,收录“基于响应面法的黄芪多糖提取工艺优化”“六味地黄丸质量生物评价”等多个校企合作开发的实验案例,每个案例均标注中医药元素占比及工程技术要点。同时,设立教材内容年度更新制度,邀请企业技术骨干参与教材修订,将中药智能提取设备操作规范、新型中药制剂技术等前沿内容及时纳入教材。课程体系的落地需依托实践教学创新,构建阶梯式实践体系以强化工程能力培养。

3.2 实践教学创新策略

3.2.1 阶梯式实践教学体系构建

打造“基础技能-综合应用-创新研发”三级阶梯式实践教学体系。基础技能层开设“中药炮制工程实训”“中药化学成分提取技术”等实验课程,重点训练学生中药鉴别、传统炮制、成分提取等基础技能,要求学生掌握至少10项传统中药炮制技法及5种现代提取技术。综合应用层设置“中药复方制剂工艺优化”“中药质量生物检定”等综合性实验项目,采用“项目驱动-团队协作”模式,引导学生运用多学科知识解决中药制剂过程中的实际问题。创新研发层设立“中药合成生物学”“中医药智能制造”等创新实验模块,依托校内科研平台,支持学生参与教师科研项目或自主设计创新实验,培养学生的科研思维与创新能力^[19-20]。

3.2.2 中医药全产业链校外实践基地建设

与中医药产业链上的龙头企业、科研院所共建“三级联动”校外实践基地^[19]。种植基地学习“看水性、辨药性”;制药企业参与“膜分离提取”等生产环节,掌握关键技术;在中医药科研院所,参与中药大品种二次研发项目,如“莲花清瘟抗病毒成分作用机制研究”,了解中药新药研发的流程与方法。建立“双导师制”实践指导模式,每个实践基地配备企业导师与学校导师,共同制定实践计划、指导实践过程、评价实践成果,确保实践教学质量。

3.2.3 虚拟仿真与真实实践融合机制

搭建跨学科虚拟仿真平台,开发“中药炮制”“生物反应器工艺优化”等模块。学生可模拟炮制方法对成分的影响或发酵工艺参数优化,通过虚拟实践掌握关键技术要点^[21]。同时,建立虚拟仿真与真实实践的衔接机制,虚拟仿真成绩优秀的学生可优先参与企业真实生产项目,将虚拟仿真中优化的工艺方案在实际生产中进行验证与应用。例如,虚

拟优化的“中药成分提取工艺”可在企业的中试车间里验证工艺条件,实现闭环实践教学。

3.3 师资队伍建设策略

3.3.1 多元化师资结构优化途径

实施“引育结合”的师资队伍建设策略,构建“中医药专家-生物工程学者-产业工程师”三位一体的多元化师资结构。引进具有中医药背景的生物工程专家(须具备跨学科经历,胜任交叉课程教学);从企业、科研院所聘高级工程师、资深研究员为兼职教师,承担实践教学与项目指导,确保兼职教师占比不低于30%。建立“双师型”教师认证制度,要求专业教师每年至少在企业实践3个月,参与技术研发以提升工程实践能力。

3.3.2 教师专业发展支持体系的构建

构建“分层分类、精准培养”的教师专业发展体系。针对青年教师,实施“导师制”培养计划,为每位青年教师配备教学导师与科研导师,帮助其提升教学能力与科研水平。设立教师进修专项基金,支持教师参加国内外高水平学术会议、短期培训课程或访问学者项目,重点资助教师学习生物工程前沿技术与中医药现代化相关知识。建立校企人员双向流动机制^[22],教师可到企业担任相关职务,参与企业技术攻关;企业工程师可到学校担任“产业教授”,开展专题讲座与实践教学,促进校企人才交流与知识共享。

3.3.3 师资评价与激励机制创新

建立“教学-科研-社会服务”的师资评价体系,强化交叉创新与实践应用导向^[23]。在教学评价中,增加“交叉课程教学效果”“实践教学指导能力”等评价指标,引导教师积极开展跨学科教学与实践指导。在科研评价中,将“中医药+生物工程”交叉领域的研究成果纳入重点评价范围,对发表高水平交叉学科论文、获得相关专利或成果转化的教师给予额外奖励。设立专项教学奖励,激励教师积极参与教学改革与校企合作,形成良性竞争与发展的良好氛围。

3.4 教学资源整合策略

3.4.1 校内实训中心协同建设

整合校内资源,建设“中医药特色生物工程实训中心”,打造“基础实验-中试研发-产业模拟”三级实训平台。基础实验平台配备中药提取、分离纯化、制剂等常规实验设备,满足学生基础实验需求;中试研发平台设置中药发酵中试车间、基因工程实验室等,支持学生开展中试规模的工艺优化与产品研发;产业模拟平台构建“中药智能制造虚拟工

厂”,通过数字孪生技术模拟中药生产线的运行过程,让学生在虚拟环境中体验中药智能制造的全流程^[24]。建立实训中心开放共享机制,鼓励学生利用课余时间开展自主实验与创新项目,提高设备利用率与学生实践参与度。

3.4.2 校外协同育人平台搭建

与行业龙头企业、科研院所共建“中医药+生物工程”协同育人平台,实现资源共享与优势互补。联合建立产学研合作平台(如中药生物转化实验室),共同开展技术研发与人才培养。制定《校企协同育人管理办法》,规范合作流程,明确双方职责,确保合作项目的顺利实施。建立“资源共享库”,整合企业的生产技术、科研数据、案例资源等,为教学提供丰富的实践素材。企业提供的生产工艺参数、质量数据等可用于教学案例开发,确保教学贴近产业实际。

3.4.3 数字化教学资源共建共享

构建“线上线下融合、校地企协同”的数字化教学资源体系。开发“中医药生物工程在线开放课程”,涵盖核心课程的教学视频、电子教案、在线测试等资源,实现优质课程资源的开放共享。建设“中医药生物工程教学资源库”,收录中药图谱、生物工程设备三维模型、典型案例等教学资源,为教师教学与学生学习提供支持。建立“虚拟教研室”,邀请企业专家、兄弟院校教师参与教学资源建设与教学研讨,共同开发跨学科教学案例与教学课件。利用虚拟现实、增强现实等技术,开发沉浸式虚拟实训资源,提升学生的学习兴趣与学习效果^[25]。

4 结语

本研究围绕新工科背景下“中医药+”生物工程专业人才培养需求,针对课程体系碎片化、实践教学薄弱等核心问题,构建了“中医药理论-现代生物技术-工程实践”三位一体培养模式。通过重构“基础课程特色化、交叉课程模块化、实践课程全链条化”的课程体系,搭建“虚拟仿真-校内实训-企业实战”阶梯式实践平台,形成具有中医药特色的育人方案。该模式通过课程融合与全产业链实践,提升学生解决复杂工程问题的能力,实现中医药与生物工程双向赋能,为中医药现代化提供了“交叉学科支撑-产业需求导向”的人才培养新范式,对推动产业转型升级具有重要示范价值。

参考文献:

[1] 夏建国,赵军. 新工科建设背景下地方高校工程教育改

- 革发展刍议[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 15-19, 65.
- [2] 徐晓飞, 丁效华. 面向可持续竞争力的新工科人才培养模式改革探索[J]. 中国大学教学, 2017(6): 6-10.
- [3] 国务院办公厅. “十四五”中医药发展规划[EB/OL]. (2022-03-03)[2025-04-21]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2022-03/29/content_5682255.htm.
- [4] 王露露, 李冰, 王圳伊, 等. 基于“整体观”系统生物学技术在中药研究中的应用进展[J]. 中草药, 2020, 51(19): 5053-5064.
- [5] 方子寒, 王芳, 韩岚, 等. “中医药重大科学问题和工程技术难题(2019—2021年)”在国家科技布局中的应用[J]. 中国中药杂志, 2023, 48(5): 1137-1144.
- [6] 符雷蕾, 刘媛. 传统学科与现代技术融合: 将中药研究引入基因工程教学[J]. 中药与临床, 2024, 15(4): 95-99.
- [7] 大连民族大学教务处. 大连民族大学生物工程专业2019版培养方案[EB/OL]. (2019-06-09)[2025-04-21]. <https://new.dlnu.edu.cn/shengming/info/1204/2730.htm>.
- [8] 北京中医药大学. 毕业生就业质量年度报告2021[EB/OL]. (2021-06-09)[2025-04-21]. https://jy.bucm.edu.cn/uploadfile/v3/front/default/upload_file_50229.pdf.
- [9] 倪芳, 刘洋, 熊强, 等. “互联网+”发酵工程实操与虚拟仿真中试实验室平台的建设与探索[J]. 微生物学通报, 2020, 47(11): 3725-3732.
- [10] 麦可思研究院. 2012年中国大学生就业报告[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2012: 125-128, 162.
- [11] 王启要, 高淑红, 白云鹏, 等. 面向生物医药新工科方向的生物工程一流本科专业建设探索与实践[J]. 生物工程学报, 2022, 38(3): 1227-1236.
- [12] 四川水利职业技术学院党委宣传部. 生物工程学院质量报告典型案例[EB/OL]. (2022-01-14)[2025-04-21]. <https://www.swevc.edu.cn/info/1315/5031.htm>.
- [13] 常伟锋. “中医药+”模式: 释放大健康产业消费升级新动能[C]//中国管理科学研究院商学院管理创新成果汇编(一). 2020: 31-36.
- [14] 李林, 李伟东, 苏联麟, 等. “新质生产力”背景下的中药炮制智能化转型升级发展新路径探讨[J]. 南京中医药大学学报, 2024, 40(7): 653-660.
- [15] 黄雪梅, 赵一航, 王鹏龙, 等. 基于“双思维”模式指导的中药炮制学教学思考[J]. 药学教育, 2024, 40(5): 47-51.
- [16] 仇高贺, 余俊. “线上+线下+虚实结合”混合实训教学模式的探索与实践[J]. 温州职业技术学院学报, 2021, 21(3): 92-96.
- [17] 卢山, 曹国胜. 基于中药炮制技术传承发展探索中医药人才培养模式[J]. 中国中医药现代远程教育, 2023, 21(20): 178-180.
- [18] 刘源, 谢海龙, 杨琳, 等. 基于本科生导师制的中药学专业学生“双思维”能力培养探索与实践[J]. 中国医药导报, 2022, 19(16): 71-74.
- [19] 丁兴红, 赵伟春, 刘文洪. 具有中医药特色的生物工程专业培养模式的实践和思考[J]. 中医教育, 2007, 26(5): 25-27.
- [20] 魏国辉, 闵巍巍. 中医药院校生物医学工程学科发展路径与体系建设[J]. 中国医药导报, 2021, 18(25): 55-58.
- [21] 何旭辉, 张成中, 王宏瑞, 等. 虚拟仿真技术在中药炮制学实验教学中的实践与展望[J]. 人参研究, 2023, 35(3): 57-59.
- [22] 吕玉曼. 校企人员“双向流动”的内涵、困境与实践路径[J]. 教育与职业, 2021(24): 28-33.
- [23] 韩兵, 王欣, 胡方洁. 高校科研评价体系改革需求及对策研究[J]. 教育信息化论坛, 2021(3): 63-64.
- [24] 隗寒冰, 贺少川. “教学-引导-创新”三位一体实践教学体系构建[J]. 实验科学与技术, 2019, 17(5): 32-37.
- [25] 廖洁丹, 肖文, 陈丽纯. “以学生为中心”的教学改革与创新人才培养: 以生物工程下游技术课程为例[J]. 教育现代化, 2017, 4(17): 21-24.

(收稿日期: 2025-04-29)