

# 面向区域产业需求的应用型城市大学生物与医药专业教学改革探索

李 强<sup>1</sup>, 赖运平<sup>2</sup>, 彭镰心<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>成都大学食品与生物工程学院, 四川 成都

<sup>2</sup>成都农业科技职业学院农学园艺学院, 四川 成都

收稿日期: 2026年4月23日; 录用日期: 2026年5月22日; 发布日期: 2026年5月29日

## 摘 要

应用型城市大学肩负着为区域生物医药产业培养高素质应用型人才的重要使命。然而, 当前生物与医药专业教学中普遍存在人才培养定位与产业需求适配度不足、实践教学体系与工程实际衔接不紧密、学生解决复杂工程问题的能力培养薄弱等问题。本文基于应用型城市大学的办学定位与区域产业特点, 提出以“需求导向、能力本位、产教协同”为核心的教学改革思路, 从培养方案优化、课程体系重构、实践平台建设、师资队伍提升、评价机制改革五个方面系统推进教学改革。实践表明, 改革有效提升了学生的工程实践能力、岗位适应能力与创新创业能力, 为应用型城市大学生物与医药专业人才培养提供了可参考的路径。

## 关键词

应用型城市大学, 生物与医药, 教学改革, 产教融合, 实践能力

# Exploration of Teaching Reform in Biology and Medicine Majors of Applied City Universities Targeting Regional Industrial Needs

Qiang Li<sup>1</sup>, Yunping Lai<sup>2</sup>, Lianxin Peng<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>College of Food and Biological Engineering, Chengdu University, Chengdu Sichuan

<sup>2</sup>College of Agronomy and Horticulture, Chengdu Agricultural College, Chengdu Sichuan

Received: April 23, 2026; accepted: May 22, 2026; published: May 29, 2026

\*通讯作者。

文章引用: 李强, 赖运平, 彭镰心. 面向区域产业需求的应用型城市大学生物与医药专业教学改革探索[J]. 教育进展, 2026, 16(5): 1947-1954. DOI: 10.12677/ae.2026.1651073

## Abstract

Applied city universities shoulder the important mission of cultivating high-quality applied talents for the regional biopharmaceutical industry. However, there are generally problems in the current teaching of biology and medicine majors, such as insufficient alignment between talent cultivation positioning and industry demand, weak connection between practical teaching system and engineering practice, and weak cultivation of students' ability to solve complex engineering problems. Based on the educational positioning and regional industrial characteristics of application-oriented city universities, this article proposes a teaching reform approach centered on "demand-oriented, capability based, and industry education collaboration". The teaching reform is systematically promoted from five aspects: optimizing training programs, reconstructing curriculum systems, building practical platforms, improving teaching staff, and reforming evaluation mechanisms. Practice has shown that the reform effectively enhances students' engineering practice ability, job adaptability, and innovation and entrepreneurship ability, providing a reference path for the cultivation of talents in the fields of biology and medicine in applied city universities.

## Keywords

Application-Oriented City University, Biology and Medicine, Reform in Education, Integration of Industry and Education, Practical Ability

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

生物医药产业作为关系国计民生的重要战略性新兴产业,近年来在我国呈现出持续快速发展的态势。随着精准医疗、合成生物学、细胞治疗、基因编辑等前沿技术的不断突破,生物医药产业对人才的需求结构正在发生深刻变化。企业不仅需要掌握扎实理论知识的研发人才,更迫切需求具备工程实践能力、质量管控意识、产业化视野的高素质应用型人才[1]。

应用型城市大学作为我国高等教育体系中的重要组成部分,其办学定位与地方经济社会发展紧密相关,承担着为区域产业培养一线应用型人才的核心使命。这类高校的生物与医药专业,理应成为区域生物医药产业人才供给的主阵地。然而,与产业发展需求相比,当前生物与医药专业教学仍存在诸多不匹配之处。课程设置偏重学科导向而非能力导向,教学内容更新滞后于产业技术迭代,实践教学停留在验证性实验层面,校企合作流于形式,导致毕业生在进入工作岗位后需要较长的再适应期[2]。

如何立足应用型城市大学的办学实际,面向区域生物医药产业发展需求,系统推进生物与医药专业教学改革,构建产教深度融合的人才培养模式,成为亟待解决的关键问题。本文结合所在高校的改革实践,探讨应用型城市大学生物与医药专业教学改革的目标定位、实施路径与实践成效。

## 2. 应用型城市大学生物与医药专业教学面临的主要问题

### 2.1. 人才培养定位与产业需求之间存在偏差

应用型城市大学的人才培养目标本应紧密对接区域产业需求,但在实际操作中,部分高校存在培养目标泛化、特色不明显的问题[3][4]。培养方案往往参照研究型大学的模式进行裁剪,偏重学科知识体系

的完整性,对学生工程实践能力、质量意识、法规素养等产业迫切需求的能力培养关注不足。毕业生虽具备一定的理论基础,但在 GMP 规范理解、生产工艺优化、质量控制分析、技术文件撰写等方面存在明显短板,与企业的“即用型人才”需求之间存在差距。

## 2.2. 课程体系与工程实践联系不够紧密

生物与医药专业的课程体系通常包括基础生物学、微生物学、生物化学等专业基础课,以及基因工程、发酵工程、生物分离工程等专业核心课。课程之间的逻辑关系多以学科知识演进为主线,而非以解决实际工程问题的能力培养为主线[5]-[7]。各门课程相对独立,学生在学习过程中难以形成完整的产业认知链条。此外,课程内容更新速度滞后于产业技术发展,对连续制造、过程分析技术、数字化质量管理等新兴技术在课程中的融入不足,学生对产业技术前沿缺乏系统了解。

## 2.3. 实践教学体系缺乏系统性与工程性

实践教学是培养应用型人才的关键环节,但在当前教学中存在三方面问题[8][9]。其一,实践教学呈现碎片化状态,各实验项目之间缺乏逻辑关联,学生虽然掌握了单项操作技能,但缺乏将这些技能整合应用于复杂工程问题的训练。其二,实验内容以验证性实验为主,设计性、综合性、创新性实验占比较低,学生按照既定步骤完成实验的现象普遍存在,主动探索和问题解决能力得不到充分锻炼。其三,实验室环境与企业生产环境存在较大差异,学生在校期间接触发酵罐、色谱系统、分析仪器等产业级装备的机会有限,对工艺放大、质量控制、数据完整性等产业核心要求缺乏直观认识。

## 2.4. 校企合作育人机制不够深入

多数应用型城市大学虽然与生物医药企业建立了合作关系,但合作层次较浅,多停留在实习基地挂牌、企业参观等层面。企业在人才培养方案制定、课程建设、实践指导、质量评价等环节的参与度有限,校企协同育人的长效机制尚未形成[10]。部分高校存在“学校热、企业冷”的现象,企业参与人才培养的内生动力不足。学生在企业实习期间,往往被安排在非核心技术岗位,难以获得系统的工程实践训练。

## 2.5. 师资队伍工程实践能力有待提升

应用型人才培养需要教师既具备扎实的理论功底,又具有丰富的工程实践经验[11][12]。然而,应用型城市大学的新进教师大多从高校直接引进,博士毕业后即进入教学岗位,缺乏企业工作经历。这类教师在授课过程中,对工程问题的讲解往往停留在理论层面,难以结合真实产业场景进行深度剖析。虽然部分高校通过教师企业实践等途径提升教师工程能力,但受限于时间安排、激励机制等因素,实际成效有限。

## 2.6. 评价方式难以有效衡量应用能力

当前教学评价仍以期末闭卷考试为主,评价内容侧重知识记忆与简单应用,对学生解决实际问题的能力、工程思维能力、团队协作能力等关键素养的评价不足[13]。实验课程的评价多依据实验报告完成情况,对实验过程中的规范操作、数据记录、问题分析与解决等环节的考查不够深入。这种评价方式难以有效引导学生将学习重心从知识记忆转向能力提升。

## 3. 面向产业需求的教学改革路径

针对上述问题,本专业以服务区域生物医药产业发展为导向,遵循“需求导向、能力本位、产教协同”的改革思路,从培养方案、课程体系、实践平台、师资队伍、评价机制五个维度系统推进教学改革。

### 3.1. 优化人才培养方案, 明确应用型人才培养规格定位

人才培养方案的修订以区域生物医药产业调研为基础。专业教学团队对所在城市及周边地区的三十余家生物医药企业进行系统调研, 涵盖生物制药、化学制药、医疗器械、合同研发生产服务等不同类型企业。通过问卷调查、企业访谈、毕业生反馈等方式, 深入了解企业对生物与医药专业人员的知识结构、能力素质、职业素养等方面的具体要求[14] [15]。

调研结果表明, 企业对应届毕业生的核心能力需求依次为: 实验室操作规范与仪器使用能力、质量检验与控制能力、生产工艺理解与优化能力、技术文档撰写与数据分析能力、GMP 法规理解与执行能力、团队协作与沟通能力。基于调研结果, 将人才培养目标明确为: 培养具备扎实的生物医药基础理论, 熟练掌握生物药物研发与生产核心技能, 熟悉药品生产质量管理规范, 能够在生物医药及相关领域从事工艺开发、生产管理、质量控制、技术服务工作的高素质应用型人才。

### 3.2. 重构课程体系, 突出能力培养主线

课程体系重构遵循“基础理论 - 专业技术 - 工程实践 - 综合应用”的递进逻辑, 打破原有以学科为中心的的组织方式, 构建模块化的课程体系[16] [17]。

基础理论模块整合生物化学、微生物学、细胞生物学等课程内容, 强化与生物医药产业的关联性。例如在生物化学教学中, 以药物靶点相关代谢通路为切入点, 增强学生对基础理论与药物研发关联性的理解。

专业技术模块整合基因工程、发酵工程、生物分离工程、制剂工程等课程, 采用项目制教学方式, 以一个典型生物药物的研发生产流程为主线, 将各门课程的知识串联起来。学生在完成项目的过程中, 逐步建立起从基因克隆、菌种构建、发酵工艺优化、产物分离纯化到制剂成型的完整认知链条。

工程实践模块整合 GMP 实务、工艺验证、质量管理、设备原理等课程, 强化对产业规范的认知。引入药品生产质量管理规范、药品注册管理办法、药典标准等法规文件作为教学内容, 使学生熟悉行业基本规范。

综合应用模块设置生物药物工艺设计、产品质量标准制定、技术转移案例分析等综合性课程, 以真实产品为载体, 训练学生综合运用所学知识解决复杂工程问题的能力。

### 3.3. 构建递进式实践教学体系, 强化工程能力训练

实践教学体系按照“基础技能训练 - 综合设计实验 - 工程实训 - 企业实习”四个层次进行系统设计, 层层递进, 全程贯通[18] [19]。

基础技能训练层设在第一至第二学年, 重点培养学生的基础实验操作能力。训练内容涵盖培养基制备、无菌操作、细胞培养、电泳分析、色谱操作等基本技能。考核方式采用技能操作考核, 要求学生熟练掌握各项核心操作, 达到规范、准确、可重复的要求。

综合设计实验层设在第三学年, 采用项目式学习方式, 设置多个综合性实验项目供学生选择。例如“重组蛋白药物的发酵工艺优化”项目, 要求学生完成培养基成分筛选、培养条件优化、过程参数控制、产物活性检测等完整流程, 并撰写研究报告。此类项目强调学生的自主设计能力与问题解决能力。

工程实训层设在第三至第四学年, 依托校内工程实训中心与企业共建的联合实验室开展。实训中心配备微型发酵罐、中试级层析系统、冷冻干燥机、高效液相色谱仪等产业级装备, 模拟真实生产环境。学生在此阶段完成“工艺放大实训”“质量分析实训”“设备操作与维护实训”等模块, 熟悉产业化条件下的操作规程与技术要求。

企业实习层设在第四学年, 安排学生进入合作企业进行为期十六周以上的顶岗实习。实习岗位涵盖

生产操作、质量控制、工艺研发、设备维护等不同方向。实习过程实行双导师制，企业导师负责岗位技能指导，校内导师负责学业指导与过程管理。实习结束时，学生需提交实习报告并进行答辩，实习成绩计入毕业学分。

### 3.4. 深化产教融合，构建校企协同育人机制

校企合作从“单向输送”向“双向赋能”转变，构建以“平台共建、资源共享、人才共育”为核心的长效合作机制[20]-[22]。

平台共建方面，与区域内骨干生物医药企业合作共建“生物医药产业学院”，作为产教融合的实体化平台。产业学院设立理事会，由学校与企业共同组成，统筹推进人才培养、课程开发、师资共建、科研合作等工作。目前已建成联合实验室两个、工程实训中心一个，企业捐赠设备总值达五百余万元。

资源共享方面，将企业真实项目引入课程教学。企业将研发生产中的实际课题转化为课程设计题目或毕业设计题目，由企业工程师与校内教师联合指导。近三年来，累计引入企业课题二十六项，涉及工艺优化、质量标准建立、设备改进等多个方向。企业技术骨干定期走进课堂，开设“生物医药产业发展前沿”“GMP 实务案例分析”“药品注册与申报”等专题讲座。

人才共育方面，实施“双导师制”与“订单班”培养。在大三阶段选拔学生进入“生物医药卓越工程师班”，按照企业需求定制培养方案。学生在校期间由校内导师与企业导师共同指导，毕业后优先进入合作企业就业。目前已有三届订单班学生完成培养，毕业生在企业岗位适应速度与工作表现得到普遍认可。

### 3.5. 加强“双师型”教师队伍建设，提升工程指导能力

教师队伍的工程实践能力是应用型人才培养的关键支撑。通过“引进来、走出去”相结合的方式，着力提升教师队伍的“双师型”比例[23] [24]。

一方面，拓宽教师引进渠道，优先引进具有企业研发或生产工作经历的博士。近三年新引进教师中，具有两年以上企业工作经历者占比达到百分之六十。对于不具备企业经验的教师，安排到合作企业进行为期六个月至一年的工程实践研修，深入了解企业技术流程与管理规范。研修期间，教师需参与企业实际项目，研修成果作为职称评定与岗位聘任的重要依据。

另一方面，建立兼职教师队伍，聘请企业技术骨干、质量负责人、注册专家担任兼职教授或实践导师。兼职教师参与课程讲授、实践指导、毕业设计指导、实习过程管理等环节，将产业一线的经验与理念带入课堂。目前兼职教师库已储备二十余人，每年承担教学任务超过二百学时。

此外，组建跨学科教学团队，整合生物、药学、化学工程、过程控制等不同学科背景的教师，共同开展教学研讨与课程建设。通过集体备课、联合授课、教学观摩等方式，促进教师之间的知识融合与教学能力提升。

### 3.6. 改革考核评价方式，强化应用能力导向

评价方式改革以“过程评价与终结评价相结合、知识考核与能力考核相结合、个人表现与团队协作相结合”为原则，构建多元化的评价体系[25] [26]。

理论课程采用“平时考核 + 项目考核 + 期末考核”相结合的方式。平时考核涵盖课堂讨论、随堂测验、文献汇报等环节，占比百分之三十；项目考核以综合性案例分析或方案设计为主，占比百分之三十；期末考核减少客观题比重，增加案例分析题、方案设计题等开放性题型，重点考查综合应用能力，占比百分之四十。

实验课程采用“操作考核 + 实验报告 + 项目汇报”相结合的方式。操作考核随机抽取核心实验技

能进行现场操作, 考查学生操作的规范性与熟练度; 实验报告重点考查数据记录的完整性、结果分析的深度、问题反思的质量; 项目汇报以小组为单位, 就综合性实验项目进行成果展示与答辩, 考查团队协作与表达能力。

企业实习考核采用“过程评价 + 实习报告 + 答辩”相结合的方式。过程评价由企业导师根据学生的岗位表现、工作态度、任务完成情况进行评定, 占比百分之四十; 实习报告由校内导师评定, 重点考查学生对岗位工作的理解深度与总结反思能力, 占比百分之三十; 实习答辩由校企双方共同参与, 学生就实习内容进行汇报并接受提问, 占比百分之三十。

#### 4. 改革成效与反思

经过四年的改革实践, 教学改革成效逐步显现[27] [28]。

人才培养质量稳步提升。毕业生就业率连续三年保持在百分之九十五以上, 其中在生物医药相关行业就业的比例由改革前的百分之六十八提升至百分之八十三。用人单位对毕业生的满意度调查显示, 认为毕业生“岗位适应能力较强”“上手快”的企业比例由百分之六十二提升至百分之八十七。毕业生在 GMP 意识、实验规范、问题分析等方面的表现得到普遍认可。

学生实践能力明显增强。在国家级、省级学科竞赛中, 本专业学生以生物医药相关项目参赛获奖数量逐年增加。近两年在全国大学生生命科学竞赛中获得省级以上奖励十二项, 在全国大学生制药工程设计竞赛中获得二等奖两项。学生在企业实习期间参与的技术改进项目中有五项被企业采纳应用。

师资队伍结构持续优化。“双师型”教师比例由改革前的百分之三十八提升至百分之七十二。教师与企业联合申报科研项目六项, 合作发表论文十余篇, 横向科研经费到账额年均增长百分之二十以上。

产教融合机制不断完善。产业学院运行机制逐步成熟, 校企联合开发课程六门、编写教材两部、共建教学案例库一个。企业参与人才培养的积极性明显提升, 多家企业与专业建立了稳定的合作关系。

在改革推进过程中, 也暴露出一些需要持续改进的问题[29] [30]。

其一, 部分课程内容与企业实际需求的匹配度仍有提升空间。虽然引入了企业课题, 但在课程体系的系统性整合上仍存在不足, 部分知识点的讲授与产业实践的关联不够紧密。下一步需要进一步深化课程内容改革, 加强课程之间的衔接与整合。

其二, 学生参与企业实习的质量存在差异。不同企业的实习指导水平、岗位安排、过程管理参差不齐, 部分学生未能获得高质量的工程实践训练。需要建立更为严格的实习基地遴选与动态管理机制, 加强对实习过程的督导与质量监控。

其三, 教师工程实践能力的提升缺乏长效机制。教师企业研修的时间安排、考核方式、成果认定等方面仍存在制度性障碍。需要进一步优化相关政策, 为教师参与工程实践提供更有力的制度保障。

其四, 实践教学平台的持续投入需要保障。产业级装备购置与维护成本较高, 现有设备的更新换代速度难以完全满足教学需求。需要争取更多经费支持, 同时探索校企共建共享的设备运行模式。

#### 5. 结语

应用型城市大学的生物与医药专业教学改革, 核心在于找准人才培养与区域产业需求的契合点, 将产业需求转化为培养目标, 将产业资源转化为育人资源, 将产业标准融入教学标准。通过优化培养方案、重构课程体系、强化实践训练、深化产教融合、提升师资能力、改革评价方式, 可以系统提升应用型人才培养质量[31]。

改革实践表明, 产教融合是应用型城市大学生物与医药专业教学改革的关键路径。唯有将人才培养置于产业发展的真实语境中, 让学生在解决真实问题的过程中成长, 才能真正培养出符合产业需求的高

素质应用型人才。未来的改革探索中,应进一步完善产教融合的长效机制,深化课程体系与产业需求的动态对接,加强教师工程实践能力建设,持续提升人才培养与产业发展的适配度,为区域生物医药产业高质量发展提供有力的人才支撑。

## 基金项目

成都市现代农业产教融合实践中心(2024SJZX)。

## 参考文献

- [1] 陈小红, 吴琼, 张辉霞, 等. 新工科背景下生物技术专业“微生物学实验”的教学改革探索与实践[J]. 微生物学通报, 2026, 53(4): 2034-2045.
- [2] 王子见, 李浩, 高天鹏. 基于校城共融的应用型本科人才培养模式改革探索[J]. 教育教学论坛, 2023(37): 108-111.
- [3] 吴井军. 产教融合新机制与应用型人才培养[J]. 中国科技产业, 2015(7): 87.
- [4] 俞萍, 陈香兰, 赵文. 应用型本科学校办学定位与发展路径研究[J]. 吉林省教育学院学报(上旬), 2015, 31(34): 85-86.
- [5] 王乐. 成果导向教育视域下食品科学与工程专业产教融合实践教学体系构建探讨[J]. 中外食品工业, 2026(1): 153-156.
- [6] 坚持以本为本推进四个回归建设中国特色、世界水平的一流本科教育[J]. 上海教育, 2018(19): 1.
- [7] 田桂瑛. 应用型高校开展产教融合的价值意蕴和实施策略[J]. 对外经贸, 2024(11): 132-135.
- [8] 鲁娜, 郭薇, 丛建民. 应用型本科高校基于“新农科”与建设农学实践教学平台的思考[J]. 现代农业研究, 2024, 30(9): 121-124.
- [9] 朱俊华, 郝福英, 敖冬梅, 等. 深化实验教学改革, 培养高素质应用型生物医药类人才[J]. 高校生物学教学研究(电子版), 2013, 3(4): 41-45.
- [10] 赵誉钦, 许丽. 高职院校与企业共建企业大学模式探讨[J]. 药学教育, 2024, 40(5): 21-25.
- [11] 訾丽丽, 陈国华, 冯桂芝. 产教融合背景下高职医药类专业“双师型”教师队伍建设研究[J]. 卫生职业教育, 2024, 42(3): 4-7.
- [12] 莫洁玲. 产教融合背景下应用型本科院校“双师型”教师教学能力发展研究[J]. 创新创业理论与实践, 2024, 7(2): 189-192.
- [13] 陈瑶, 宋东亮, 刘思念, 等. 基于模糊层次分析法的生物技术专业创新实践教学效果评价[J]. 科技风, 2022(24): 84-86.
- [14] 谢钰珍, 覃鸿妮, 吴凡. 产教融合策略下校企协同育人模式的创新与实践——以生物医药专业为例[J]. 湖北开放职业学院学报, 2025, 38(9): 11-13.
- [15] 李云清. 生物制药专业实践教学改革与学生能力培养[C]//榆林市医学会. 第四届全国医药研究论坛论文集(下). 武汉: 武汉东湖学院, 2024: 164-169.
- [16] 尹丽, 卢海啸, 雷丽萍, 等. 生物制药专业“融合教学”模式的探索与实践[J]. 教育现代化, 2019, 6(56): 79-80+93.
- [17] 马挺, 李国强, 宋存江, 等. 加强案例教学模式, 培养应用实践人才的“应用微生物学”教学改革[J]. 高校生物学教学研究(电子版), 2015, 5(1): 12-14.
- [18] 李佩娟, 盛云龙, 陈国军, 等. 产教融合应用型本科人才培养改革创新[J]. 中国现代教育装备, 2024(23): 132-134.
- [19] 刘慧, 雷霆, 李琼, 等. 生物医药应用型人才校企联合培养模式与实践[J]. 高校生物学教学研究(电子版), 2014, 4(2): 18-21.
- [20] 陆吉安, 王军正. 产教融合背景下应用型本科高校特色专业建设路径探索[J]. 山西青年, 2025(11): 1-3.
- [21] 王自立, 赖丽莉, 王军正. 产教融合视域下应用型本科高校特色专业建设路径探析[J]. 中国现代教育装备, 2025(13): 132-134.
- [22] 聂春雨, 殷亚杰, 郎亚军, 等. 基于 OBE 理念的微生物工程实验教学改革实践[J]. 安徽农学通报, 2026, 32(9): 117-119.

- [23] 陈杨. 中职学校“双师型”教师队伍建设的价值之蕴、实然之弊与应然之策——以沈阳市中职学校专业课教师为例[J]. 辽宁教育, 2024(2): 63-67.
- [24] 李莘莘, 高晓燕, 文洪莉, 等. 基于 SWOT 分析的高职院校“双师型”队伍建设路径探析[J]. 现代职业教育, 2024(2): 1-4.
- [25] 靳永新, 魏东盛, 陈容容, 等. “翻转课堂”在微生物学实验“细菌鉴定中常用的生理生化反应”教学中的应用与体会[J]. 微生物学通报, 2024, 51(4): 1314-1320.
- [26] 张美玲, 谭红岩. 能力图谱在微生物学及实验教学效果评价中的应用及实践反思[J]. 生物学杂志, 2025, 42(4): 1-4+44.
- [27] 唐晓峰, 陈向东. 新质人才培养: 高校微生物学教学的新航标[J]. 微生物学通报, 2024, 51(4): 1051-1054.
- [28] 倪海燕, 邹龙, 黄运红, 等. “微生物学”课程劳动教育资源的挖掘与运用[J]. 微生物学通报, 2024, 51(4): 1246-1260.
- [29] 胡霞, 钱晓莉, 牛阿萍. 生态文明建设背景下“环境工程微生物学”混合式教学创新与实践[J]. 微生物学通报, 2024, 51(4): 1144-1155.
- [30] 程波, 靳晓芸, 卢洋, 等. 地方工科特色本科院校“发酵工程”一流课程的建设 and 探索[J]. 微生物学通报, 2024, 51(4): 1340-1354.
- [31] 吴斌, 侯顺, 丁玲, 等. 农业微生物资源发掘与利用专业学位研究生教育改革探索与实践[J]. 微生物学通报, 2024, 51(4): 1372-1381.