

教学

制药工程专业生物化学课程创新教学模式的改革与实践

周云雷^{1,2}, 殷焕顺^{3*}

(¹天津科技大学生物工程学院, 天津 300457; ²山东农业大学化学与材料学院, 泰安 271018; ³天津科技大学海洋与环境学院, 天津 300457)

摘要: 生物化学课程是制药工程专业的重要基础专业课之一, 其教学效果直接关乎生物医药产业人才的培养。为实现“立德树人”的根本任务和满足信息化时代对生物医药人才的需求, 笔者对生物化学教学进行创新模式改革, 构建“三结合四融入”创新教学模式(即将课程结合思政、人工智能、制药工程专业及生物与医药产业三方面, 从教学目标、教学内容、教学过程及教学考核四方面融入)。通过教学改革及实践, 问卷调查结果显示, 大部分学生对思政案例比较认可, 课程成绩有了整体提升。本文提出的创新改革教学模式亦可为同样面向制药工程专业讲授生物化学课程的教师们提供借鉴与参考。

关键词: 生物化学; 教学模式; 教学改革; 制药工程

Reform and practice of innovative teaching mode in Biochemistry course of pharmaceutical engineering major

ZHOU Yunlei^{1,2}, YIN Huanshun^{3*}

(¹College of Bioengineering, Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300457, China;

²College of Chemistry and Material Science, Shandong Agricultural University, Taian 271018, China;

³College of Marine and Environmental Sciences, Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300457, China)

Abstract: Biochemistry is one of the significant and foundational courses in pharmaceutical engineering major, thus its teaching effectiveness directly affects the cultivation of talents in the biopharmaceutical industry. In order to achieve the fundamental mission of “cultivating virtue and talent” and meet the demand for Biopharmaceutical talents in the information age, the authors innovatively reform the teaching style of Biochemistry, and construct an inventive teaching mode of “three combinations and four integrations” (i.e. integrating ideological and political education, artificial intelligence, pharmaceutical engineering as well as the biopharmaceutical industry into the curriculum from teaching aspects including objectives, content, process, and assessment). Through teaching reform and practice, the majority of students have a high recognition of ideological and political cases from a questionnaire survey. Also, overall improvement in course grades is obviously seen. What’s more, the innovative reform teaching mode proposed in this study might provide reference and guidance for educators who also teach Biochemistry course in pharmaceutical engineering major.

Key Words: Biochemistry; teaching mode; teaching reform; pharmaceutical engineering

收稿日期: 2025-02-05

基金项目: 教育部产学研合作协同育人项目(220502444133848); 天津市普通高等学校本科教学改革与质量建设研究计划项目(B231005704)

第一作者: E-mail: 97974091@tust.edu.cn

*通信作者: E-mail: yinhs@tust.edu.cn

生物医药行业是国家战略性新兴产业之一,亦是保障国民健康的重要产业支柱,但是我国生物医药产业人才匮乏^[1]。高等院校的制药工程专业正是培养该产业人才的主要阵地之一,担负着培养生物医药产业人才的重任。

生物化学课程是高等院校制药工程专业开设的一门重要专业基础课,推动了生物医药产业的发展。生物化学是研究生物体分子组成及其变化规律的基础学科,是对生命现象最为基础和深入的分子水平机制探讨^[2,3]。本课程的学习旨在培养学生运用生物化学的知识和原理,理解药物的作用机理,设计生物靶分子药物,确保其所学知识和技能能够为我国生物医药领域做出贡献。

当前,生物化学课程教学存在的主要挑战有以下几方面。(1)课程思政案例的引入过于牵强,思政案例学科特色不明显,落实“立德树人”根本教育目标的力度不够。(2)传统填鸭式的教学模式不再适用于信息数字化时代学生的学情,学生的学习自驱力不足及创新能力较差,无法满足国家对创新性人才培养的要求。(3)教材内容涉及生命类专业、农业类专业、食品与营养类专业,与制药工程专业培养要求耦合度不高,难以满足后疫情时代人们对生物医药产业的知识更新需求。

针对上述生物化学课程教学存在的痛点,课程组紧密围绕“立德树人”的根本任务和国家生物医药产业需求,不断打磨课程,提出了符合制药工程专业的创新教学模式——“三结合四融入”体系(图1),即结合课程思政、人工智能、制药工程

专业及生物医药产业,从教学目标、教学内容、教学过程及教学考核四方面融入的新教学改革模式,以期面向制药工程专业授课的教育工作者提供参考与借鉴,共同促进生物化学课程的发展与提升。

1 结合思政教育的生物化学课程

我国的高等教育始终把思想政治教育置于首要位置,特别是近年来,教育部多次印发了关于思想政治教育的政策和方针。2017年教育部印发了《高校思想政治工作质量提升工程实施纲要》,强调了以“课程思政”为目标的课堂教学改革^[4]。2020年,教育部再次印发了《高等学校课程思政建设指导纲要》,全面推进高校课程思政建设^[5]。因此,生物化学课程的专任教师们积极挖掘思政元素,涌现了很多行之有效的课程思政教学案例^[6-9]。唐旭东等^[6]以氨基酸代谢为例,介绍了我国著名科学家吴宪教授取得的辉煌成绩,以及2004年获得的诺贝尔化学奖的细胞死亡机制研究,宣传了勇于创新 and 持之以恒的科研精神。李艳等^[7]以酶抑制剂为例,从课前准备、课堂教学以及课后拓展等环节设计了思政教学案例。而笔者面向制药工程专业的学生讲授生物化学课程,针对课程思政案例的引入过于牵强和学科特色不明显的问题,从教学目标、教学内容、教学过程及教学考核四方面出发,在课程中有机融入思想政治元素,深入实现课堂思政教学改革。在教学目标中设置了章节思政目标,如在蛋白质章节设置了“增强民族自豪感和健康中国的国家战略”的思政目标;在

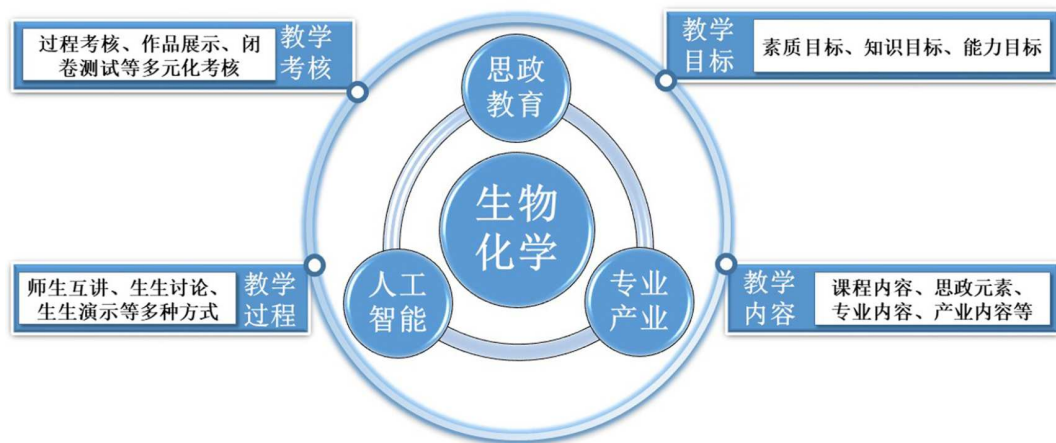


图1 制药工程专业生物化学课程的“三结合四融入”教学新模式

教学过程中,教师既可通过视频、图片的形式展示思政素材,也可让学生通过讨论、演讲及辩论等方式参与思政教学活动;在课程考核中设置与思政教育内容相关的题目,如让学生收集新冠疫情期间舍己为人、攻坚克难、齐心协力等思政案例,并撰写心得体会。在课程思政教学实施过程中,课前学生观看或阅读笔者挖掘的生物化学章节思政元素的微视频或者书籍,潜移默化培养学生的政治认同感、社会责任感与文化自信心以及健康中国的理念等。课中,采取案例式、问答式、辩论式以及剧情扮演式等多种教学形式翻转课堂,学生从“满堂灌”的被动输入课程思政教学模式转变为“我参与”的主动输入模式。学生学习积极性、思政教育主动性和课堂师生互动均有所增加。以脑啡肽为例,脑啡肽是由五个氨基酸通过肽键链接起来的五肽,五位同学分别充当其中的一个氨基酸,脑啡肽就是五位同学手牵手连接的具有生物学功能的“五肽”,教导学生单个氨基酸价值有限,但是连接成链后产生了具有生物活性的新物质,可以以此类比总书记提出的“人类命运共同体”的理念——每个民族、每个国家的前途命运都紧紧联系在一起。在蛋白质功能授课时,以故事的形式讲述ABO溶血抗体疫苗的发现史:澳大利亚的詹姆斯·哈里森血液里有一种特殊的物质,做成抗体制剂,能够预防溶血症。这种特殊的物质叫作抗D抗体,是针对Rh血型D抗原的一种免疫性抗体。他一生共献血1 173次,拯救了200多万个孩子。哈里森血液中的抗D抗体本可以申请专利牟利,却选择无偿捐献,拯救他人生命。这种将人类共同福祉置于个人利益之上的选择,闪耀着跨越种族与国界的人道主义光辉。再以蛋白质二级结构为例,蛋白质规律的二级结构如 α -螺旋和 β -折叠赋予蛋白质一定的刚性,而无规则卷曲则给予蛋白质一定的柔性,在引导学生认识蛋白质两面性的同时,引出辩证思维的思政主题。在糖代谢的教学中,提及学生参加学校举办的“酒文化节”,学生之间反应强烈,交流品酒的切身体会。同样都是酒,风味和口感相差巨大。这是因为酵母发酵过程受到酶、温度和时间的影响。教师们讲授此课时可以类比人才的培养受到各种因素的影响,要学会利用好这些因素,经过大学

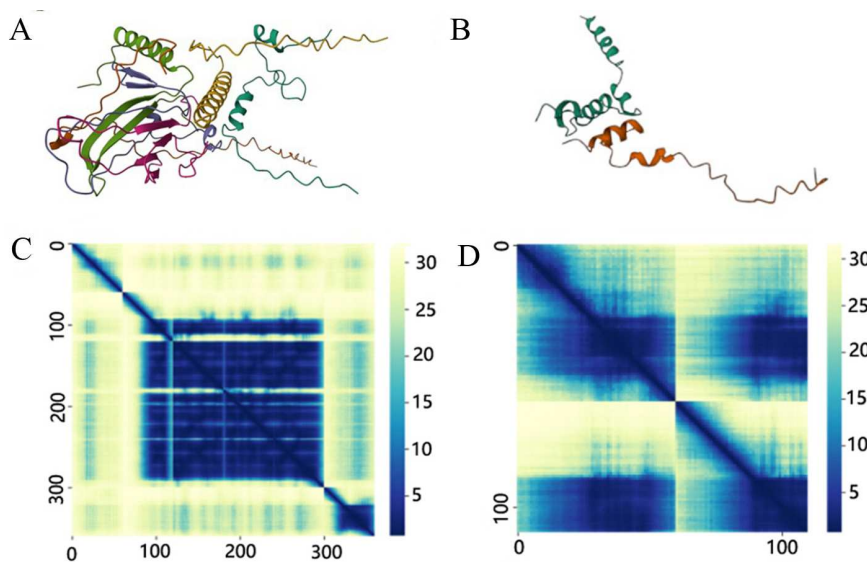
四年的“发酵”,成为一款抢手的“好酒”。此外,无氧条件下,酵母使葡萄糖发酵为乙醇和 CO_2 ,动物组织使葡萄糖转化为乳酸。同样的反应物在不同生物体内转化的最终产物截然不同。该案例教导学生需提升自身的本领以适应不同的环境。所以,这些案例达到了课程知识点与思政教育紧密结合的目的。课后,发放调查问卷,学生对思政案例和思政教学模式进行评分和点评,真正落实“树德立人”的根本教育目标。生物化学重点章节选取思政元素如表1所示。

2 结合人工智能的生物化学课程

信息化时代笔者注重思政教育的同时,也将人工智能技术引入生物化学课堂。党的二十大报告指出“推进教育数字化是贯彻落实科教兴国战略的重要举措之一”。人工智能、大数据、云计算等现代化信息数字技术与教育教学深度结合是实现教育数字化的主要方式。因此,笔者在生物化学课程授课中融入人工智能技术,使之赋能课程教育数字化。以蛋白质结构和功能章节为例,对蛋白质结构的预测运用了人工智能AlphaFold(<https://alphafold.ebi.ac.uk/>)^[10]。目前,药物靶标绝大多数为蛋白质分子,基于蛋白质分子结构预测的药物研发已成为研究热点。在教学的过程与方法目标中添加“以小组为单位,学生与小组成员合作沟通,学会运用AlphaFold预测蛋白质空间结构”(图2)。教学内容部分融入“人工智能预测蛋白质结构”的课外补充阅读资料。教学过程中,在课前列出问题清单:(1)目前对蛋白质三维结构的测定方法有哪些?(2)AlphaFold预测蛋白质结构有哪些研究成果?(3)试分析AlphaFold预测蛋白质结构和实验技术测定蛋白质结构的优劣。课中分小组对问题清单进行汇报分享,各组之间相互讨论,进行自评和互评,作为教学课程考核的一部分;教师示范引导学生利用AlphaFold在线预测蛋白质三维结构并做点评。课后学生自行利用AlphaFold在线软件预测蛋白质结构,并分析该蛋白质的三维结构特征。与人工智能的结合让学生明白数字化教育对知识的更新和要求,也促进了交叉学科的学习,同时打破了传统教学对信息化快速发展形式下新生物医药人才需求的束缚。

表1 生物化学章节思政元素设计

教学内容	思政主题	思政元素
蛋白质	民族自豪感 健康中国	我国科学家和加拿大科学家合作研发了具有优异刚性和韧性的蛋白质水凝胶, 作为可生物降解软骨组织工程支架 ABO溶血抗体疫苗的发现史, 保护新生儿健康
核酸	政治认同感 科技创新精神 科技自信	新冠感染肆虐全球, 中国创造了伟大的抗疫奇迹, 并自主研发了病毒诊断试剂盒和疫苗 詹姆斯·沃森、弗朗西斯·克里克的DNA双螺旋结构的发现 我国科学家利用基因编辑技术在临床上治疗重度 β -地中海贫血症, 使患者成功摆脱了输血的依赖
酶	爱国情怀 职业使命感 关爱生命	日本侵华战争使用化学武器(路易士气作为酶的不可逆抑制剂)事件 郑裕国院士打破国外药企垄断, 研发降糖药“卡博平” 有机磷中毒事件
维生素	厚植文化底蕴	我国先辈煮粥食用预防脚气病
生物氧化	科学减肥	曾经用对硝基苯酚作为减肥药, 导致严重副作用甚至死亡
糖代谢	珍爱生命 弘扬科学家精神	酿酒是淀粉经过一系列的糖代谢过程转化为乙醇和 CO_2 , 酶不仅影响白酒的发酵过程, 更决定了最终产品的风味与品质 林圣彩院士经历7年合成治疗糖尿病药物二甲双胍
脂类代谢	健康饮食	科学判断排脂神药“左旋肉碱”的减肥作用
氨基酸代谢	人文关怀 弘扬科学家精神	我国为预防和治疗苯丙酮酸尿症所做的一系列工作, 如婚前检查、新生儿足底血常规筛查、治疗药物纳入医保报销等 我国科学家吴宪教授晚年用 ^{15}N 标记氨基酸研究氨基酸代谢, 对科研事业持之以恒的精神
核苷酸代谢	生物安全意识	《中华人民共和国生物安全法》规定转基因食品(转基因作物和转基因动物)的安全性



A、C: p53蛋白; B、D: 胰岛素

图2 利用AlphaFold预测蛋白质三维结构

3 结合专业与产业的生物化学课程

党的二十大报告提出“健康中国”的建设要求。制药工程专业人才的教育是实现“健康中国”不可或缺的部分。面向制药工程专业的学生讲授生物化学课程时, 教师应紧密联系生物医药产业的发展和科研最新进展。因此, 笔者对教学内容精心梳理, 结合生物化学的研究前沿和国内外生物医药产业的需求, 不断打磨生物化学课程

中章节知识与制药工程专业、生物医药产业紧密关联的教学内容。总结如表2所示, 强调生物化学课程在生物医药产业中的重要作用。从教学目标、教学内容、教学过程及教学考核四方面体现生物化学知识点的生物医药应用。在教学目标的知识与技能目标模板中设置“学生能够举例说明生物化学知识点在生物医药产业中的应用”; 教学内容增加生物医药产业的应用案例及最新的研究成

表2 生物化学课程各章节知识点与生物医药结合的案例

章节	结合点	在生物医药产业中的应用
蛋白质	蛋白质分子结构 蛋白质分离纯化	乙肝免疫球蛋白、破伤风免疫球蛋白、狂犬病免疫球蛋白等 免疫类生物药物的原理 来源于微生物、动植物体内的蛋白类生物药物的制备流程
核酸	mRNA结构特征 核苷酸结构 核酸酶	2023年诺贝尔生理学或医学奖获奖者开发了有效的对抗COVID-19的mRNA疫苗 瑞德西韦抗病毒药物是一种核苷酸类似物，抑制RNA复制和转录 2023年12月美国食品药品监督管理局(FDA)宣布，批准CRISPR/Cas9基因编辑疗法Casgevy上市，用于治疗镰状细胞病(SCD)
酶	酶的抑制作用 酶促反应的高效性 酶促反应的特异性	磷酸奥司他韦作为禽流感、甲型H1N1流感和乙型病毒流感有效药物之一 阿卡波糖降血糖原理 无色杆菌蛋白酶特异性的催化胰岛素B链羧基端上的氨基酸置换反应，催化使猪胰岛素转为胰岛素，增强疗效
维生素	维生素类型	维生素A用于治疗夜盲症；维生素B1用于脚气病；维生素B3用于糙皮病；维生素C用于坏血病；维生素D用于佝偻病
生物氧化	电子呼吸链	2024年两篇 <i>Nature Metabolism</i> 论文，揭开糖尿病药二甲双胍的减肥新机制
糖代谢	糖的来源和去路	治疗高血糖和低血糖药物调控血糖的原理，降糖药研发及市场需求
脂类代谢	脂肪酸氧化分解	左旋肉碱促进了脂肪酸的氧化分解，可作为减肥药物，可通过微生物酶法生产
氨基酸代谢	转氨作用	丙氨酸氨基转移酶是肝功能检测的常用指标，研发快速、便携、灵敏及高通量丙氨酸氨基转移酶检测试剂盒是生物医药产业重点方向之一
核苷酸代谢	嘌呤代谢	嘌呤代谢异常引起尿酸水平增高，尿酸盐晶体在关节、软组织、软骨、肾等处沉淀，导致痛风病，可使用降尿酸药物

果，如2024年两篇*Nature Metabolism*论文，揭开了糖尿病药二甲双胍的减肥新机制，既强调了糖代谢与糖尿病药物之间的关系，也说明生物化学课程是生物医药产业的基础核心课程；教学过程中通过视频、小组讨论或角色扮演等形式融入生物医药产业案例，以维生素章节为例，选一组学生作为维生素的生产商，另外一组作为客户，通过买卖双方的角色扮演及互换让学生明白从维生素的生产到市场再到客户的各个环节都需要具有维生素的基本知识。此外，也将课堂搬到了实验室，邀请部分学生到科研实验室进行实践实习；课程考核中添加关于生物医药的综合题或开放题，如谈谈生物化学在生物医药产业中的主要作用，新冠疫情期间谈谈制药工程专业能为抗击疫情做哪些贡献等。用“雨课堂”推送题目，学生线上回答的方式考核。课程结束后，教师带领部分学生到疫苗生产企业参观学习。总之，通过以上四方面的融入引导学生明确生物化学课程对制药工程专业及生物医药产业的支撑作用，激发学生对本课程学习的热情，对制药专业的热爱以及对医药就业方向的信心。

4 教学效果

在“三结合四融入”的新教学模式下，通过对

2023级制药工程专业3个班共72位学生进行问卷调查，统计表明学生的学习积极性显著提高(图3)。在课程中引入的思政案例，90.63%的学生认为，有助于激发爱国热情，增强了对国家、民族的责任感和使命感；82.81%的学生觉得，在蛋白质结构预测章节引入人工智能的数字化教学拓展了学习深度，对蛋白质结构知识点的学习有帮助；在课程中结合生物医药的应用案例，98.44%学生认为，对专业认可度增加，对职业规划有帮助。

除了通过调查问卷的方式评价教学创新模式改革效果，笔者也通过比较改革前后两届制药工程

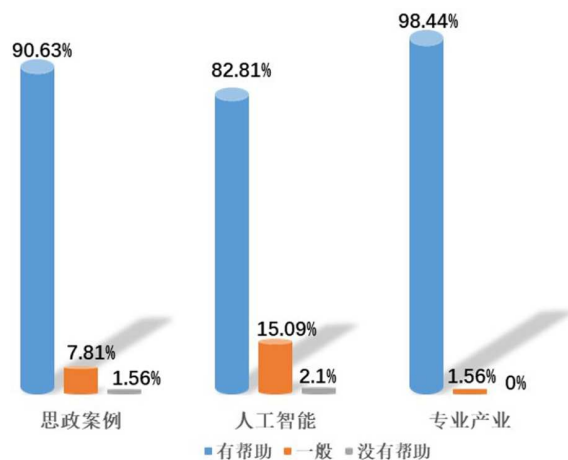


图3 学生对生物化学新教学模式的反馈

专业学生生物化学课程成绩的变化(图4), 发现创新教学模式改革后, 学生课程成绩在高分段人数显著增加, 在69分及以下分数段人数明显减少, 全专业学生的平均成绩从70.82分提高至75.94分, 最高分从90分提高到93分。

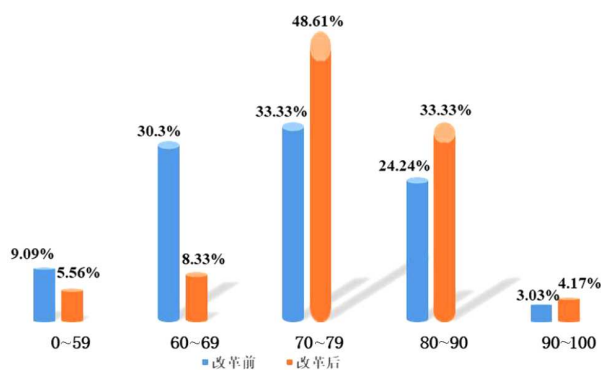


图4 课程成绩改革前后各分数段学生人数占比

5 讨论

制药工程专业是培养生物医药产业人才的主要输出专业之一, 而生物化学课程又是该专业的重要基础专业课, 该课程的教学质量直接影响生物医药产业人才能力的培育。传统生物化学教学模式下, 思政融合度不高、思政案例学科特色不强、难以适应大数据时代智能化要求以及后疫情时代的生物医药产业人才需求。因此, 本文紧密围绕“立德树人”的根本任务和信息化时代下国家生物医药产业需求, 对生物化学课程新教学模式进行了“三结合四融合”的探索和实践, 强化了学生爱国主义情怀, 厚植了中华文化底蕴, 树立了民族自豪感和自信心, 实现了理论知识与专业结合、与产业结合的新模式, 激发了学习兴趣、夯实了专业认可度, 力求为新时代新工科培养制

药工程专业人才。我们也希望此创新教学模式能够为面向制药工程专业授课的教师们提供参考与启发。

作者贡献声明:

周云雷: 设计论文框架, 撰写与修改论文;

殷焕顺: 整理和分析数据, 制作图表, 提供写作思路。

利益冲突声明: 本文不存在任何利益冲突。

参考文献

- [1] 曹慧莉, 魏国旭. 2022年我国生物医药产业发展形势展望. 科技中国, 2022, 1(1): 43-46
- [2] 周春燕, 药立波. 生物化学与分子生物学(第9版)[M]. 北京: 人民卫生出版社出版, 2018
- [3] 王艳玲, 巩慧玲, 李志忠, 等. 基于工程认证OBE理念生物化学混合式教学改革与探索. 生命的化学, 2021, 41(11): 2512-2518
- [4] 高校思想政治工作质量提升工程实施纲要. 2017 http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/xw_fbh/moe_2069/xwfbh_2017n/xwfb_20171206/mtbd/201712/t20171207_320825.html
- [5] 《高等学校课程思政建设指导纲要》. 2020. http://gov.vn/zhengce/zhengceku/2020-06/06content_5517606.html
- [6] 唐旭东, 李祥勇. 医学院校生物化学课程思政实践研究. 高教学刊, 2023, 31(6): 181-184
- [7] 李艳, 罗成, 彭少君, 等. 专业思政视角下的生物化学课程思政教学实践探索. 中国生物化学与分子生物学报, 2023, 39(12): 1789-1798
- [8] 赵胡, 熊洋洋, 樊明琴, 等. 师范院校生物化学课程思政育人目标实现路径初探. 生命的化学, 2023, 43(4): 622-628
- [9] 吴昊, 牟鸣薇, 谭文芝, 等. 新工科背景下生物化学课程思政建设的探索与实践. 生命的化学, 2023, 43(10): 1634-1642
- [10] 刘洪艳, 刘良森. 生物化学教学案例的构建-人工智能预测蛋白质结构. 化学教育(中英文), 2024, 45(2): 92-97