

成果导向教育理念下的生物化学与分子生物学课程教学改革和实践

沈何放, 黄静, 宋小平*

(安徽医学高等专科学校药理学系, 合肥 230061)

摘要: “生物化学和分子生物学”是生物技术类专业的基础课程, 对学生知识结构的构建以及综合能力的培养起到了重要支撑作用。为了提高课程的预期学习产出, 将成果导向教育理念引入到该课程的教学改革, 建立了由四个教学环节组成的闭环运行教学模式, 依次是: 定位相关专业课程目标指标点、明确预期学习产出-优化教学设计、达成预期学习产出-制定多元化评价体系、评价学习产出-评估课程质量, 并持续改进。在我校2018—2020级生物制药技术专业开展了教学改革的实践, 结果显示: 与改革前的学习产出相比, 学生的学习自主性和综合能力得到大大提高。该课程的教学改革模式为其他课程提供了借鉴。

关键词: 生物化学与分子生物学; 成果导向教育; 学习产出; 学习自主性; 综合能力

Teaching reform and practice of Biochemistry and Molecular Biology under the outcome-based education concept

SHEN Hefang, HUANG Jing, SONG Xiaoping*

(Department of Pharmacy, Anhui Medical College, Hefei 230061, China)

Abstract: Biochemistry and Molecular Biology is a basic course for biotechnology majors, which plays an important role in the construction of students' knowledge structure and the cultivation of their comprehensive ability. In order to improve the expected learning outcomes of the course, the idea of outcome-based education (OBE) is introduced to the teaching reform of the course, and a closed-loop teaching mode consisting of four teaching links is established, which is as follows: identify relevant professional course target index points, clarify expected learning output-optimize teaching design, achieve expected learning output-develop diversified evaluation system, evaluate learning output-evaluate course quality, and make continuous improvement. The practice of teaching reform was carried out in the 2018—2020 biopharmaceutical technology major of our college. The results show that compared with the learning output before the reform, students' learning autonomy and comprehensive abilities have greatly improved. The teaching reform model of this course can provide reference for other courses.

Key Words: Biochemistry and Molecular Biology; outcome-based education; learning outcomes; learning autonomy; comprehensive abilities

“生物化学和分子生物学”是高等院校生物 技术专业一门重要的专业基础课, 涉及的知识面

收稿日期: 2021-07-21

基金项目: 安徽省示范课程建设项目; 安徽医学高等专科学校科研创新团队项目 (2019zrtd01)

第一作者: E-mail: 619737159@163.com

*通信作者: E-mail: sxp20081012@sina.com

广、学科交叉性强,如与化学、基因工程、生物提取分离工程、发酵工程等专业课程密切联系。因此,本课程教学应该对接专业人才培养目标定位,通过优化教学内容,改进教学方式,增强课程教学的实用性和为专业课程服务的针对性,以适应人才需求的变化。经过多年的改革实践,我校“生物化学与分子生物学”在立体化教学的探索与实践中取得了较好的成效^[1],然而仍存在需要改进的方面:(1)教学目标忽略了与专业课的有机结合,尤其是缺少与生物医药实际生产的融合;(2)教学内容中原理和机制偏多,抽象难懂,降低了学生的学习兴趣,部分内容学习效果不佳;(3)教学过程中学生主体作用发挥不够。因此,亟需探索一种新的教学模式。基于成果导向教育(outcome based education, OBE)的教学模式,以“学生预期能力获得”为导向,聚焦“学习产出”,是课程改革的大势所趋^[1,2]。以我校2018—2020级生物制药技术专业为研究对象,在“生物化学和分子生物学”课程中开展了OBE的教学改革与实践,有效地调动了学生学习的自主性,提高了学生的综合能力。

1 教学模式的构建

OBE是一种以学生为中心、以学习产出为导向的先进教育理念^[3]。OBE将传统教学以“教师教学为主体”,以“学生预期能力获得”为导向,以“教学内容为核心”转变为以“学生学习为主体”,聚焦“学习产出”^[2,4,5],并以此来组织教学环节,注重学生自主学习能力、创新能力和科学探究等综合能力的培养。在“生物化学和分子生物学”教学中,我们积极践行OBE教育理念,始终围绕教学的四个基本问题“学什么?怎么学?学得如何?如何改进?”进行课程设计,建立了“课程目标和学习产出-教学设计和教学实施-多元化课程评价体系-课程质量评价体系”为循环过程的教学模式(图1),开展了教学改革的实践。

2 课程教学实施

2.1 制定三位一体课程目标,明确预期学习产出

课程目标的“三位一体”包括知识传授、能力培养和价值塑造^[2,6]。根据这个要求,结合该课程教学中的不足,确定了修订课程目标的思路:

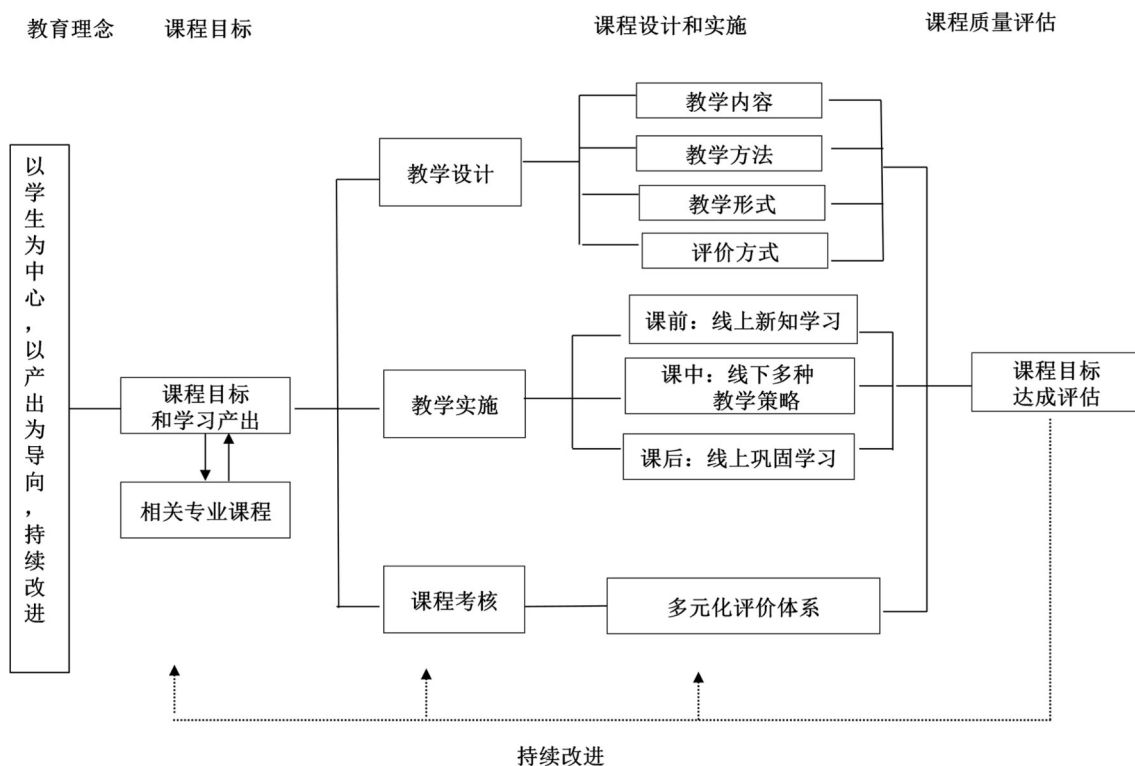


图1 基于OBE教育理念的课程教学模式

根据本课程支撑的专业课程目标指标点来设定课程预期学习产出,明确知识传授、能力提高和素质培养的统一,将素质目标像基因一样融入知识目标和能力目标中^[3,7]。首先,分析本课程对相关专业课程目标的支撑指标点^[2,3,8],明确本课程共支撑三门专业核心课程的5个课程目标指标点(简称指标点)(表1),其中支撑“发酵制药设备和技术”的有2个指标点,“基因工程技术”有2个指标点,“生物分离提取技术”有1个指标点。然后,分析本课程预期学习产出和专业课程指标点之间的内在关联性,按照课程预期学习产出和专业课程指标点一一对应的原则,设计了相应的知识、能力和素质目标(表1)。如根据“发酵制药设备和技术”指标点1设计了2个知识目标、3个能力目标和1个素质目标(表1);根据“基因工程技术”指标点2“提高学生对基因工程产品的认知”,设计了餐桌上的转基因食品和三针重组新冠病毒疫苗等社会热点话题,培养同学们的社会责任(表1)。三位一体课程目标的制定,明确课程应该达到的预期学习产出,为教师授课和学生学习指明了目标和方向,学生更加明确应该掌握哪些知识和能力^[1]、具

备哪些素质、取得哪些学习成果,更清楚了学习这门课程的作用,更加明确了学习的目的性。教师更加清楚为谁教、教什么、怎么教、达到什么效果。

2.2 优化教学设计,融合线上线下教学,达成预期学习产出

教学设计,不仅要求教师根据课程预期学习产出,优化整合教学内容,采取适当的教学策略和教学方式,而且要善于整合数字化教学资源,有效地开展线上教学与线下教学,促进高质量的课程学习成果^[9]。因此,笔者基于课程预期学习成果,从教学内容、教学策略、教学方式、教学资源和评价方式等方面对“生物化学与分子生物学”进行了教学设计。

2.2.1 优化教学内容,增强对专业课程的支撑

考虑到课程之间的相互关联和支撑,避免相同内容重复学习,是选择教学内容的原则^[2,3]。据此,我们将教材内容重新组合为三个模块:生物大分子的结构、性质与应用,物质代谢及其调节和现代分子生物学技术^[1]。如支撑“发酵制药设备和技术”的知识目标2和能力目标1分别是原理和方法的应用,是学生目前普遍存在的能力短板,

表1 “生物化学与分子生物学”的三位一体课程目标

“生物化学与分子生物学”支撑的专业课程目标指标点		“生物化学与分子生物学”课程目标(预期学习产出)		
		知识目标能力目标素质目标		
发酵制药设备和技术	(1)理解微生物代谢产物生物合成理论;掌握运用代谢调控理论获得微生物发酵产品的原理和方法;	(1)熟悉蛋白质、核酸和酶的结构和功能,以及在生物制药中的应用;	(1)初步具备设计微生物代谢产物合成方案的能力;	科学思维和科学探究能力:培养学生能够针对特定的生物化学现象,进行观察、提问、实验设计、方案实施以及结果分析与讨论的能力。在探究中,乐于并善于团队合作,勇于创新
	(2)能够基于发酵工程的理论和实践,结合文献调研制定项目实施方案,开展发酵产品的研究和生产,并运用理论分析结果获得有效结论;	(2)掌握糖、脂、蛋白质三大营养物质的代谢过程、代谢调控机制及其联系;理解利用微生物代谢生物合成氨基酸、多肽和重组蛋白质的原理和方法	(2)能够掌握一定的现代分子生物学技术和生化技术,如DNA提取技术、DNA电泳技术、蛋白质的定性和定量检测技术、比色技术等;	
基因工程技术	(3)能够基于生物化学基本理论和实验技能,结合文献调研制定可行性实验方案,开展探究性生物化学实验研究;运用所学理论分析实验结果,对结果进行综合分析获得有效结论		(3)能够基于生物化学基本理论和实验技能,结合文献调研制定可行性实验方案,开展探究性生物化学实验研究;运用所学理论分析实验结果,对结果进行综合分析获得有效结论	
	(1)掌握基因工程的酶学基础,基因操作的基本技术、载体的构建及克隆表达体系的选择;	掌握酶的概念、结构特点和影响酶促反应的条件	通过“餐桌上转基因食品的检测、三针重组新冠病毒疫苗的设计”等社会热点话题,开展DNA的提取、DNA的PCR定性技术和电泳检测等实验;提高学生对基因工程产品的认知	社会责任:学生应能够主动向他人宣传健康生活和关爱生命等相关知识,成为传播健康的使者
	(2)提高学生对基因工程产品的认知			
生物分离提取技术	能够熟练掌握生物制药下游技术的基本操作步骤,并能利用这些技术进行生物药物,包括蛋白质、氨基酸、抗生素、多糖类药物的提取分离	掌握分离和提纯蛋白质的基本原理	能够主动学习,具有综合应用知识解决生物医药研究和生产等实际问题的能力	创新精神和创新能力:通过对不同提取技术分离蛋白质效果的比较,鼓励学生运用所学知识优化实验方案,设计实验过程,探索实验原理

属于更高层次的目标。为了提高学习产出,教学内容选择了糖的分解代谢、糖的合成代谢、氨基酸代谢和谷氨酸生物合成等,由点到面、由部分到整体,强化学生的设计实验实训项目。

2.2.2 创新教学方法和方式,培养学生创新能力和科学探究能力

充分利用线上线下教学资源,创新教学方法和方式,培养学生的创新能力和科学探究能力。如知识目标1,学生能够熟悉蛋白质、核酸和酶的结构和功能以及在生物制药中的应用,属于能力目标,是教学重点和难点。为了提高教学重点和难点的教学效果,对课前-课中-课后的教学过程进行系统设计。在课前,学生进入智慧职教学习平台观看微课视频和PPT,记录不能理解的知识点,完成微课中设计的“过关问答”。教师通过查看学生“过关问答”的结果,了解学生的新知学习情况和薄弱环节,确定教学难点和疑点,以便课堂能够有针对性地讲授^[8,9]。在课中,课中采取“5E”教学、项目教学、案例教学和研讨辩论等多元化教学策略,通过创新教学方式如翻转课堂、混合式课堂,引导学生探究、分析、辩论和讨论等。采用多种教学策略以及传统教学与翻转课堂融合的教学方式实施教学。现以“5E”教学模式在“蛋白质的两性解离和等电点”中的应用为例,介绍实施过程如下。(1)参与(Engagement)。设置情境“如何提取牛奶中的蛋白质”,引起学生的好奇心和兴趣。(2)探究(Exploration)。教师提供从牛奶中提取酪蛋白的实验情境,引导学生思考“向牛奶中加入稀盐酸的目的是什么?”“可以用稀碱液代替稀盐酸提取酪蛋白吗?”“提取酪蛋白的原理是什么?”等问题,通过此体验性探究活动,学生认识到“蛋白质的两性解离”和“蛋白质的等电点”的概念,并掌握“蛋白质等电点的应用”等知识点。(3)解释(Explanation)。根据参与和探究阶段的体验,先启发学生自己解释,然后教师引导学生用科学术语进一步解释,并建构新概念“蛋白质等电点的应用”。(4)阐述(Elaboration)。教师构建新情境:如何分离两种蛋白质的混合样品?并展示“醋酸纤维薄膜电泳分离混合蛋白质的电泳图”,启发学生学看电泳图并回答电泳图中原点、电泳pH及蛋白质样品电泳方向等问题。学

生通过在新情境中运用概念解决实际生产问题,强化了应用能力的培养。(5)评价(Evaluation)。评价学生是否掌握了这个知识点,教师让学生在笔记中画出“两种蛋白质分离的电泳图”,一方面是学生自我评价知识的掌握程度,另一方面便于教师评价是否达成教学目标。课后,学生进入智慧职教学习平台进一步学习巩固和应用理论知识,并完成“如何将五种蛋白质的混合样品分离?”项目方案的设计。“5E”教学模式的实施,既有助于学生多层次理解重难点(知识目标1),又有效地培养了学生的创新意识、创新能力、逻辑思维思维和科学探究能力。

2.2.3 挖掘社会热点,聚焦学生自主学习能力和社会责任感的培养

挖掘与“生物化学与分子生物学”密切联系的社会热点,补充到教学中,既培养学生的创新意识和创新能力,又培养他们的学习兴趣和社会责任感。如支撑“基因工程技术”的知识目标2“提高学生对基因工程产品的认知”是社会热点更是教学难点,如何激发学生的学习兴趣?从与我们生活息息相关的食品和药品着手,提出问题:如何辨识餐桌上的转基因大豆、转基因油和转基因玉米?三针剂重组新型冠状病毒疫苗(CHO细胞)与两针剂灭活疫苗有何不同?针对前一个问题,笔者设计了“餐桌上的转基因食品的检测”实验项目,通过样品DNA的提取和定性PCR检测等一系列实验,锻炼学生的创新能力、团队合作能力以及社会责任感等。针对新型冠状病毒疫苗的类型不同,制作微视频“谈谈新型冠状病毒疫苗的那些事”,让学生观看视频后围绕“三针剂重组疫苗和两针剂灭活疫苗,哪个更好?”,采取翻转课堂模式,将每个班分成两批,每批6组,每组4~5人,分正反方组织辩论。通过激烈辩论,学生认识到重组新型冠状病毒疫苗(CHO细胞)技术原理与临床广泛应用的重组乙型肝炎疫苗(CHO细胞)类似,均涉及基因工程、细胞培养、生物分离纯化以及制剂等重组疫苗生产技术,这些技术是生物制药专业必须掌握的核心技术。在辩论课堂上,教师对学生的互动、争辩以及各小组的表现给予及时鼓励评价,增加课堂的互动性。总之,将社会热点及时补充到教学中,通过项目设计、分组

实验及研讨辩论等多种教学形式, 不仅培养了学生的创新能力, 增强了社会责任感, 而且在知识的学习中植入了素质目标, 达到了润物细无声的育人效果。

2.3 构建多元化的课程评价体系, 评价学习产出

“生物化学与分子生物学”经过多年立体化教学改革的实践, 引入形成性评价策略, 构建了“平时成绩 $\times 10\%$ +理论成绩 $\times 60\%$ +实验成绩 $\times 30\%$ ”的多元化课程评价体系, 提高了教学效果^[1]。然而, 线上线下教学方式的融合以及网络教学资源的拓展, 学生追求碎片化和快餐式学习, 学习浅尝辄止, 缺乏对知识理解、分析和应用等问题的深层次思考, 反映在考试和作业中的案例分析、论述题和设计题的学习效果不佳。因此, 需要构建更完善的多元化课程评价体系。

改革后的多元化课程评价体系, 从三个方面进行优化: 一是提高平时成绩权重, 由改革前的10%增加到改革后的30%; 二是增加了知识目标 and 能力目标中重难点内容的考核, 如项目方案设计、章节归纳和案例分析; 三是注重学生短板能力和素质目标的考核, 如项目设计和案例分析的成绩权重均由改革前的10%增加到改革后的25%。构建了“总评成绩 $A = \text{平时成绩} B \times 30\% + \text{实验成绩} C \times 30\% + \text{期末成绩} D \times 40\%$ ”的多元化课程评价体系(表2), 其中平时成绩包括观看视频、章节归纳、案例分析、项目设计和课堂表现等, 考察知识目标和能力目标的达成度; 实验成绩包括平时成绩和考核成绩, 涉及能力目标的达成度; 期末考试重点考察知识目标和能力目标的达成度。改革后的多元化课程评价体系, 更加注重学生学习产出和自主学习能力的考核。

3 构建课程质量评价体系, 持续提升课程质量

评估课程学习产出是OBE教育理念中十分重

要的环节, 建立一种有效的持续改进机制, 持续地改进课程目标和教学活动, 以保障其始终与其支撑的专业课程目标相符合^[6,8]。为此, 我们构建了“生物化学与分子生物学”的课程质量评价体系(图2)。该评价体系的核心是先制订合理的评价依据, 由课程组和授课教师统计学生各课程目标的成绩数据, 计算课程目标达成度。课程目标达成度的计算方法按照参考文献进行, 先计算分课程目标达成度, 再计算课程总目标达成度^[10]。以2018级生物制药技术为例, 计算出支撑三门专业课知识目标的达成度分别为0.76、0.86和0.78, 能力目标的达成度分别为0.73、0.84、0.76、0.76、0.72, 课程总目标达成度为0.76, 各分课程目标的平均值均达到预期目标值0.70以上, 实现了预期学习产出, 有效支撑了对应的专业课程指标点。其中支撑“发酵制药技术”和“生物提取分离技术”的能力目标值分别为0.73和0.72, 是学生普遍存在的能力短板。因此, 在2019级和2020级的教学中, 增加了典型产品生产实例, 加强了“5E”教学模式的运用和项目方案的设计, 以及结合热点话题开展研讨辩论等教学策略, 强化了对项目设计和学生自主学习能力的的评价(表2)。

该评价体系旨在通过计算课程目标达成度, 发现学生的能力短板, 优化教学内容, 改进教学方式方法等, 建立课程质量评价体系, 持续提升课程质量。

4 课程改革成效与反思

经过三年的改革实践, “生物化学与分子生物学”课程改革取得成效如下: (1)根据课程对生物制药技术专业核心课的支撑作用, 制定了“三位一体”的课程目标, 明确了预期学习成果(表1); (2)重新整合并优化了教学内容, 加强了“5E”教学模式、项目教学、案例教学、分组研讨、研讨辩论及个人学习等教学方式方法的运

表2 “生物化学与分子生物学”的多元化课程评价体系

课程目标 评价内容	平时成绩(权重30%)					实验成绩(权重30%)		期末成绩	总评成绩
	观看视频	章节归纳	案例分析	项目设计	课堂表现	平时成绩	考核成绩	(权重40%)	
目标分值	10	15	25	25	25	50	50	100	100
平均得分	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	D	A
	$B = B1 + B2 + B3 + B4 + B5$					$C = C1 + C2$		$A = 30\% \times B + 30\% \times C + 40\% \times D$	

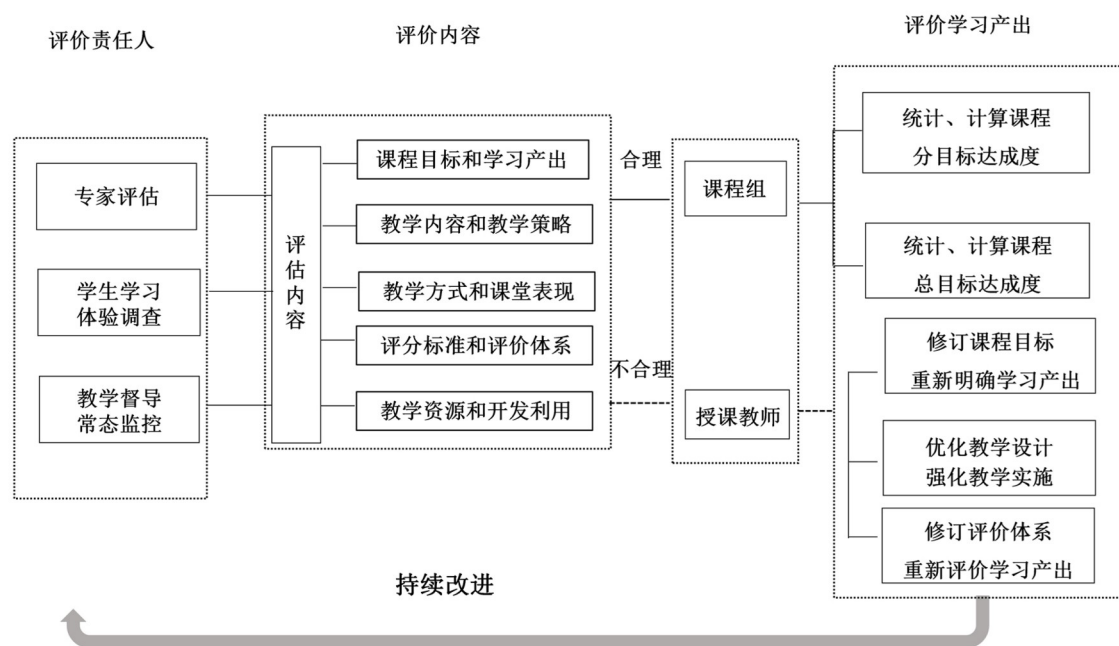


图2 “生物化学与分子生物学”的课程质量评价体系

用，明显提高了学生参与课程学习的热情及学习主动性；(3)构建了多元化的课程评价体系，全面评价了学习产出和学生自主学习能力(表2)；(4)建立了针对目标达成的学习产出评价模式(图2)，形成了“课程学习产出-教学设计和实施过程-多元化课程评价体系，评价学习产出-课程质量评价体系，师生持续改进”闭环运行的教学质量保障体系。这些结果为专业基础课融合专业课的教学改革途径提供了参考。

将OBE理念引入“生物化学与分子生物学”教学改革中，取得了明显的成效，然而仍存在需要改进的问题，如分组讨论时部分学生参与度不够，素质目标评价体系不够完善等。针对学生参与度不够这个问题，课程组将从两个方面持续改进：一是加强与课程支撑有关专业课老师的沟通交流，使项目设计和案例更贴近生产实际和学生生活，激发学生学习兴趣和激情；二是及时获取和反馈学生对教学资源利用的数据，关注参与度不够的同学，引入激励和竞争机制激发参与热情。针对素质目标评价体系不够完善这一问题，将探索量化和主观评价相结合的综合评价形式。再经过两轮改革实践，优化课程教学模式，力争建成省级示范课程。

参考文献

- [1] 宋小平, 黄静, 蔡晶晶, 等. 基于创新型人才培养的《生物化学与分子生物学》立体化教学的探索与实践. 生命的化学, 2018, 38(1): 165-169
- [2] 施晓秋. 遵循专业认证OBE理念的课程教学设计与实施. 高等工程教育研究, 2018, 172(5): 160-166
- [3] 罗映红. 高校混合式教学模式构建与实践探索. 高教探索, 2019(012): 48-55
- [4] 王琪琳, 徐伟, 王圣惠, 等. 基于OBE教育模式《生物化学》混合式教学设计与实践应用. 生命的化学, 2019, 39(5): 205-212
- [5] 田鸿芬, 付洪. 课程思政: 高校专业课教学融入思想政治教育的实践路径. 未来与发展, 2018, 42(4): 99-103
- [6] 王颖, 夏强, 樊华妍. 新医科视域下课程思政路径探索——以生物化学与分子生物学为例. 生命的化学, 2021, 41(4): 831-837
- [7] 赵晶, 朴永哲, 权春善, 等. 基于工程教育认证的“发酵工程”课程教学设计与实践. 微生物学通报, 48(3): 984-993
- [8] 阎欲晓, 栗桂娇, 莫柏立, 等. 基于成果导向教育理念的“微生物工程工艺与设备”课程教学改革与实践. 微生物学通报, 2020(47): 1011-1018
- [9] 王丽娟, 谢文海, 刘文. 基于工程教育专业认证的《发酵工程》课程综合改革探索. 教育现代化, 2019, 6(80): 56-57
- [10] 解芳, 朱磊, 林红旗. 专业认证驱动下《机械原理》课程目标达成度评价策略及应用. 价值工程, 2018, 37(18): 293-295