



基于科研素质培养的“分子生物学”课程教学改革

李慧 赵玉荣 陈翠霞*

中国石油大学(华东)化学工程学院 山东 青岛 266580

摘要: 作为迅速发展的前沿学科及连续性与承接性很强的实验性学科,“分子生物学”课程对于构建研究生知识体系、培养研究生的科研素养、创新意识和工程实践能力具有重要作用。为满足“新工科”人才培养的需求,我们基于成果导向教育(Outcome-Based Education, OBE)理念,整合教学内容,改革教学方法,借助现代信息化教学平台,以学习小组为单位,开展课堂竞猜、翻转课堂、课堂讨论等教学活动;运用基于问题的学习(Problem-Based Learning, PBL)法,建立“互动式”的教学模式;设计过程化考核与终结性考核相结合的多元化考核体系,培养研究生的创新能力和工程实践能力,建立一种适合于本校生物工程专业研究生培养的“分子生物学”教学体系。研究生参与教学效果评估及科研成果随访的结果表明,该探索取得了良好的教学效果,为“新工科”背景下生物工程领域的研究型综合创新人才的培养奠定了基础。

关键词: 分子生物学, 研究生培养, “互动式”教学模式, 多元化评价体系

Teaching reform of Molecular Biology course based on the cultivation of scientific research quality

LI Hui ZHAO Yurong CHEN Cuixia*

College of Chemical Engineering, China University of Petroleum (East China), Qingdao, Shandong 266580, China

Abstract: As a rapidly developing front line subject and an experimental subject with strong continuity, Molecular Biology plays very important roles in constructing the knowledge system of postgraduate, cultivating their scientific research accomplishment, innovative thinking and engineering practical ability. In order to meet the demand of talent cultivation system of new engineering, based on the outcome-based education (OBE) concept, we integrated the teaching contents, changed the teaching methods and established an “interactive” teaching model through the use of problem-based learning (PBL) teaching method, flipping classroom, discussion and other teaching methods with the help of modern information teaching platform and learning groups as units. Finally, we used a diversified assessment system

Foundation items: Education and Teaching Reform Project of China University of Petroleum (East China) (YKC2019007); Teaching Reform Project for Young Teachers of College of Chemical Engineering, China University of Petroleum (East China) (YJ-Q202002); Curriculum Construction and Teaching Method Reform Project of College of Chemical Engineering, China University of Petroleum (East China) (YJ-K202007)

*Corresponding author: Tel: 86-532-86981561; E-mail: chencx@upc.edu.cn

Received: 04-06-2020; **Accepted:** 05-08-2020; **Published online:** 30-09-2020

基金项目: 中国石油大学(华东)教育教学改革项目(YKC2019007); 中国石油大学(华东)化学工程学院青年教学改革项目(YJ-Q202002); 中国石油大学(华东)课程建设与教学方法改革项目(YJ-K202007)

*通信作者: Tel: 0532-86981561; E-mail: chencx@upc.edu.cn

收稿日期: 2020-06-04; **接受日期:** 2020-08-05; **网络首发日期:** 2020-09-30

combining process assessment and final assessment to evaluate the learning acquisition of students. The results of survey filled by the postgraduate and follow-up survey of their scientific research achievements showed that this exploration has achieved the desired objectives and laid a foundation for the cultivation of research-oriented comprehensive innovative talents in the field of bioengineering under the engineering background.

Keywords: Molecular Biology, postgraduates cultivating, “interactive” teaching model, diversified assessment system

分子生物学课程是中国石油大学(华东)研究生生物工程专业的核心课程,作为迅速发展的前沿学科及连续性与承接性很强的实验性学科,分子生物学的基本原理、研究技术等已经渗入到基因工程、蛋白质工程、生物能源等多个领域^[1]。分子生物学课程的开展对于构建研究生知识体系、培养研究生的科学精神、创新意识及工程实践能力具有重要意义。然而“分子生物学”课程的知识点庞杂且微观,“教师讲授学生听”的灌输式教学模式容易导致学生对本门课程内容理解不到位^[2-3],无法构建一个脉络清晰的分子生物学知识体系,因而教学效果大打折扣。同时,分子生物学的新概念、新知识、新技术、新应用不断涌现,尤其是在现代系统代谢工程和合成生物学等领域快速发展的现在,传统教学内容和教学模式不注重培养学生的创新思维和解决问题的能力,已经无法满足“新工科”人才培养的需求^[4]。因此,如何与

时俱进,结合本专业学科发展趋势和专业特色,结合学生知识背景,建立以学生为主的“分子生物学”课程教学体系,培养具备科研创新思维和较强实践能力的“多元化、创新型”生物工程专业研究生,是值得探讨的重要内容。

我们基于成果导向教育(Outcome-Based Education, OBE)理念,以研究生在课程学习过程中的产出为导向,以培养学生的科研素养、创新意识和工程实践能力为最终目标,整合教学内容,改革教学方法,借助现代信息化教学平台,以学习小组为单位,开展课堂竞猜、翻转课堂、课堂讨论等教学活动;运用基于问题的学习(Problem-Based Learning, PBL)法,建立“互动式”的教学模式;设计过程化考核与终结性考核相结合的多元评价体系,对分子生物学课程进行深入改革(图 1),建立一种适合于本校生物工程专业研究生的分子生物学教学体系。

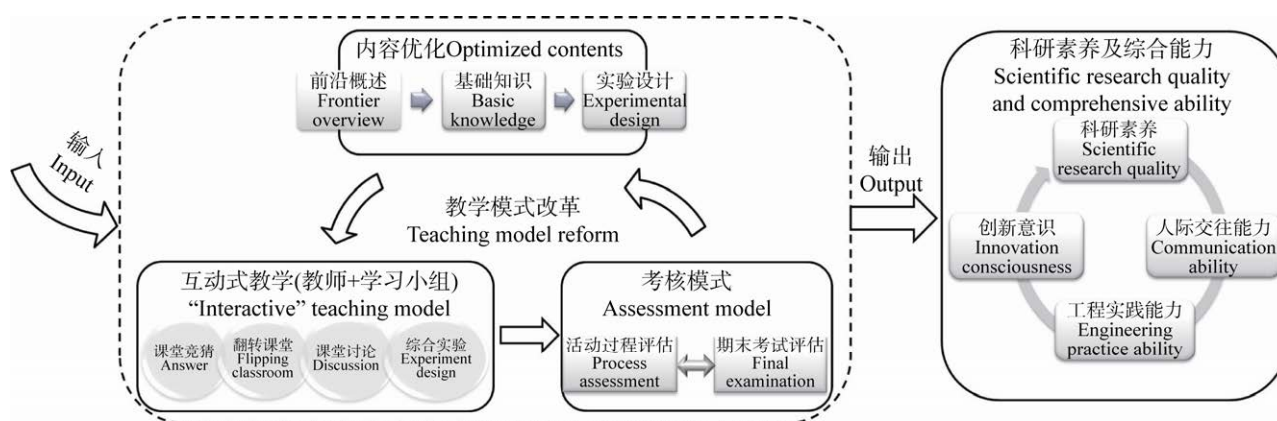


图 1 基于科研素质培养的“分子生物学”课程教学改革模式

Figure 1 Teaching reform model of Molecular Biology course based on the cultivation of scientific research quality

1 优化教学内容，实现“知识+能力”的教学目标

本校生物工程专业研究生的培养目标是培养专业基础扎实、工程实践能力强并具有一定创新能力的复合型生物工程人才，结合本培养目标，在设定教学内容时，按照适应学科发展趋势的基本规则，在保证基础理论知识学习的基础上，引入前沿的科研成果、研究热点以及一些存在争议的问题，以提高研究生的学习兴趣，培养研究生

利用分子生物学基础知识分析科学问题的逻辑思维能力、综合思考能力、创新能力以及学术表达能力等。

为了进一步提升学生对基础知识的应用能力，结合本校的能源特色，设计“采油功能菌构建及应用”和“生物燃料电池”的综合性实验设计课题，加强学生将分子生物学基础知识应用在工程实践中的能力，确立“目标—知识—能力”3个层次的教学目标^[5]，设计“前沿概述—基础知识—实验设计”3大模块的教学内容(表 1)。

表 1 优化与整合后的教学内容
Table 1 The integrated teaching contents

知识模块	内容板块	翻转课堂及课堂讨论典型案例
Knowledge module	Corresponding contents	Typical cases in flipping classroom and discussion
前沿概述	绪论	诺贝尔奖、转基因食品、基因编辑婴儿等热点话题
Frontier overview	Introduction	Nobel prizes, hot topics such as genetically modified foods, gene editing baby
基础知识	核酸与基因组	HIV 病毒的秘密，肠道菌群与人类健康，解密微生物多样性，
Basic knowledge	Nucleic acids and genome	人造生命——单染色体酿酒酵母
		The secrets of HIV, intestinal flora and human health, deciphering microbial diversity, artificial life- <i>Saccharomyces cerevisiae</i> with single chromosome
	PCR 扩增目的基因	产前筛查，亲子鉴定，寻找犯罪嫌疑人 X，极端微生物物种鉴定，HIV 核酸
	PCR amplification of target gene	检测，肿瘤个性化治疗
		Prenatal screening, paternity testing, who is the suspect X, species identification of extremophiles, HIV nucleic acid detection, personalized cancer treatment
	基因工程与合成生物学	微生物的自我防御——“限制与修饰”，微生物的“质粒 app”，发酵罐里“酿”
	Gene engineering and synthetic biology	出青蒿素，“脱皮”的细菌——细菌耐药性的产生
		Microbial self defense: restriction and modification, the microbial “plasmid app”, high level semisynthetic production of the potent antimalarial artemisinin, possible role of L-form switching in recurrent urinary tract infection
	基因工程产物分析	发荧光的大肠杆菌，有生物活性的小分子肽——抗菌肽
	Analysis of genetic engineering products	Luminous <i>Escherichia coli</i> , bioactive small molecular peptide: antibacterial peptide
	基因功能分析	遗传变异与人体健康，抗疟疾的蚊子，基因编辑婴儿，治疗 HIV 的 RNAi
	Gene function analysis	药物，我们为何生而不同——表观遗传学
		Genetic variation and human health, malaria resistant mosquitoes, gene editing baby, RNAi drugs for HIV treatment, why we are born different: epigenetics
	蛋白质及蛋白质组	血链球菌抗原预测，抗体筛选，枯草芽孢杆菌蛋白酶的定向进化，肝癌精准
	Proteins and proteomes	分子医疗分型——蛋白质组学驱动的精准医学时代
		Antigen prediction of <i>Streptococcus sanguis</i> , antibody screening, directed evolution of <i>Bacillus subtilis</i> protease, precise molecular medical classification of liver cancer: proteomics driven precise medicine
实验设计	采油功能菌构建及应用	
Experimental design	Construction of bacteria for oil recovery	
	生物燃料电池	
	Biofuel cell	

1.1 前沿概述

利用学生对“诺贝尔奖”的高度兴趣,以分子生物学领域“诺贝尔奖”获得者的故事为主线,讲述分子生物学发展的历程、未来发展趋势及重要地位,让学生建立起对这门学科的系统认识,了解分子生物学在整个生物学中的地位,并明确该学科与化学、物理学等其他学科间的关系,提高研究生对该门课程的整体认识,促进研究生学习的积极性。同时引入当前的社会热点和有争议的社会学事件(如转基因食品、基因编辑婴儿等),激发学生思考分子生物学实验方法作为一种工具对人类生活的影响和改变。

1.2 基础知识

以基因及基因工程为主线,将教学内容划分为7个板块,内容涵盖了分子生物学的基础理论知识及学科发展的前沿动态,体现了知识结构的宽度和深度,旨在让研究生领略生物体以及生命过程的精巧,提高研究生的学习兴趣,为研究生构建一个系统性强、脉络清晰的知识体系。此外,每个版块均做到理论与实践的有机结合,以促使研究生将所学知识融会贯通地用到实际科研工作中。

1.3 实验设计

通过专题研讨的形式,结合专业特色讨论分子生物学在生物能源、化工生产等工程领域的研究热点和研究动态,如设计“采油工程菌”和“微生物燃料电池”等,灵活运用所学的转录、翻译、表达调控等内容来设计实验,以产业需求为突破口,通过多学科交叉解决实际工程问题,提高研究生的科研思维、创新意识和工程意识,突出“新工科”要求下的研究生培养特色。

2 建立“互动式”教学模式,培养研究生的创新思维和综合能力

为了发挥学生在学习过程中的主体作用,我们借助现代化教学平台,增加了“翻转课堂”和“课堂讨论”等多个教学环节,建立“互动式”教学模式,激发学生的学习兴趣。

2.1 借助现代化教学平台,提高研究生学习兴趣和效率

我们尝试将现代化教学平台引入课堂,开展智慧型教学。(1) 建设网上资源:将多媒体课件、微课、试题库、随堂测试题等网络资源上传至“石大云课堂”和“雨课堂”,研究生可以通过网站上的材料自学基础知识部分,弥补了部分研究生专业背景知识的不足;(2) 利用“雨课堂”开展随机点名、课堂竞猜、匿名投票和弹幕互动等,提高研究生学习的积极性,调动课堂气氛;(3) 利用“石大云课堂”对学生进行分组,布置“翻转课堂”小任务,学生在线互动讨论,教师也可参与答疑,提高研究生学习的主动性。

2.2 采用“翻转课堂”模式,培养研究生的综合能力

以培养研究生的科学研究能力、写作沟通能力和工程实践能力为目标,结合研究生的学习兴趣设计了4个系统性强的小专题:“我的青春我做主!我的健康我把握!”“看得见摸得着的核酸!”“PCR技术为我服务!”“生命活动的执行者——蛋白质功能的研究!”每个专题又分解为若干个小任务,采用“翻转课堂”模式,以小组为单位开展合作学习,课下调研资料并制作PPT、录制相关视频,课堂上向大家展示。翻转课堂模式可以培养研究生的综合能力,主要表现在以下几个方面:(1) 文献查阅能力。在解决问题的过程中,均需要学生去查找并阅读文献,锻炼了学生文献检索及阅读的能力。(2) 科研思维能力。如“PCR技术”专题中有小任务“请通过PCR技术制备一个点突变蛋白质”和“请通过PCR技术检测病人中某一个基因的表达水平”等,需要研究生合理运用已有知识查阅文献搜集资料,了解各种各样的PCR技术并从中选择合适的技术,运用科研思维设计实验完成任务。(3) 工程实践能力。如“我的青春我做主!我的健康我把握!”小专题要求研究生以已经掌握的关于细胞/细菌的一些特征为依据,查阅2016年“诺贝尔生理学或医学奖”的内容,设计一

款具有维持青春、增强机体健康功效的产品并指出设计的科学依据。研究生提出了具有保健作用的红酒、面膜等多种小产品的设计方案,提高了他们的创新思维和解决实际问题的能力。(4) 人际交往能力。在完成任务的过程中,大家统筹安排、分工合作来解决问题,培养了研究生的合作能力;PPT 展示过程锻炼了公众演讲能力和学术表达能力,对其他小组作业完成情况的评价或讨论锻炼了同行评价能力。综上所述,翻转课堂模式使研究生可以在完成任务的过程中将构建知识体系、培养创新思维和提升学习能力融为一体,全面提升研究生的科研素养。

2.3 开展课堂讨论,探索“探究型”教学模式

讨论课的核心内容是发现问题并探究解决问题的方案,其目标是培养学生主动探索和研究的的精神,锻炼学生独立思考和解决问题的能力^[6]。因此,我们开设了讨论课,对“探究型”教学模式进行了初步探索。探究式教学强调科学原理形成的过程,在教学过程中将概念、理论等产生的起因以及研究过程以学生主动探究的方式展示给学生^[7]。研究生都已经知道密码子是由 3 个核苷酸编码,但是对这些天书一样的密码子的破译过程却知之甚少,为此,我们设置了探究式讨论课题“我是大侦探——遗传密码的破译”,使学生按照“回归历史背景→提出问题→讨论解决方案→重点突破性实验→归纳总结”^[8]这一主线来思考问题,针对研究生在设计实验方面的不足,引导学生分析实验设计和对照组设置的原则,使学生思维逐渐清晰,最终设计出合理的实验。最后,还引导研究生发散思维,寻找遗传密码破译的其他方法,培养学生开放思维。

2.4 运用 PBL 教学法,引导研究生构建完整的知识体系

PBL 教学法是基于问题的学习方法,是 1969 年美国神经病学教授 Borrows 根据构建主义理论创立的^[9],其核心在于问题,实施的主要过程被学

者 Schmidt 概括为“七步跨越”,包括:描述问题;定义问题;分析问题阶段 1(头脑风暴);分析问题阶段 2(讨论);确定知识盲区;自主学习和小组讨论;形成合理解释或解决问题^[10-11]。在综合运用学习阶段,结合专业特色,提出研究任务“超级采油工程菌的构建”。研究生经过“提出问题(采油菌需要哪些功能?)→分析问题(确定关键基因)→实验手段分析(重组 DNA 技术? 合成生物学技术? 基因编辑技术?)→讨论(方法是否正确? 菌株的使用方法?)→总结(确定实验方案)”等活动来自主设计实验,该教学模式以学生为中心,有助于研究生主动参与到课程活动里面^[12],有助于培养研究生建构知识和解决工程问题的能力,提高研究生逻辑思维能力及表达能力,并激发学生学习的内部动机,锻炼学生应用已学的基础知识探索分析未知的问题,提高其科学研究的能力。

3 建立多元评价体系,考查研究生的知识运用能力和科研素养

建立过程性考核与终结性考核相结合的多元评价体系(图 2)。首先,对学生的多个学习活动进行过程评估,注重考核学生的任务探究性学习过程,科学评价学生的学习能力、实践能力、团队意识、工程意识、创新意识,从多角度、多层面评价每一位学生^[13]。如,在以小组为单位的学习活动过程评估中建立各环节的评价指标,通过“雨课堂”匿名投票的方式,小组成员对自己及其他成员的贡献打分,结合教师评分进行加权计算得分,提高了评估的公正性,培养了研究生良好的自我评价和同行评价的意识,调动了学习的积极性与主动性。同时,根据培养目标要求,终结性考核设置基本概念和理论、分子生物学技术的应用、知识综合运用题三类题目,考查学生对知识的掌握和运用能力。从考试成绩分布来看,涉及基本概念与理论的题目,研究生答题正确率达到 88%,说明研究生对基本概念和基本理论掌握较好;涉及技术应用的题目,经过“翻转课堂”

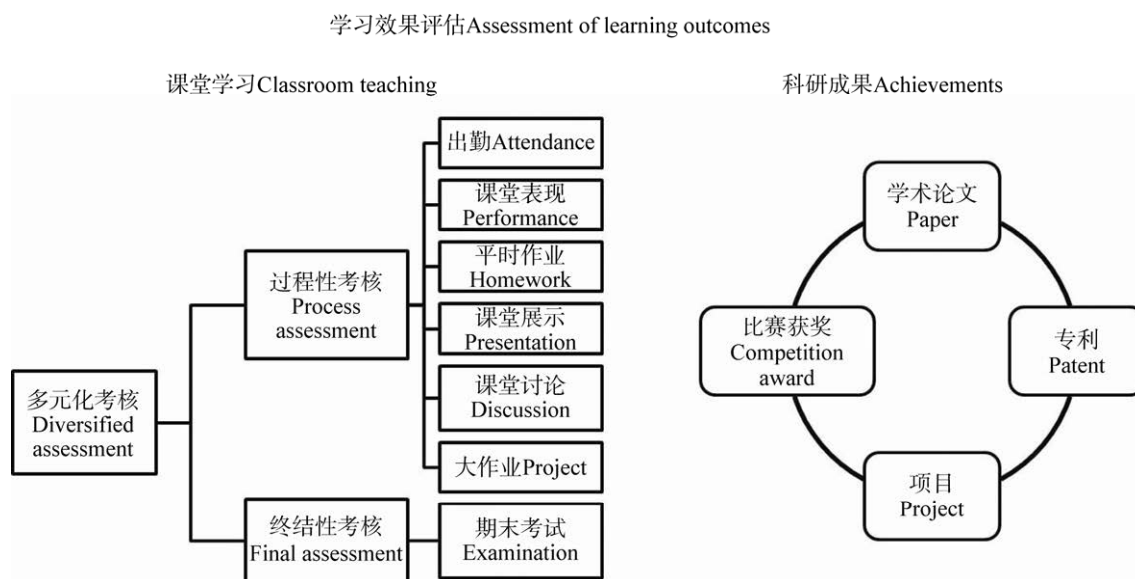


图2 学习效果评估

Figure 2 Assessment of learning outcomes

的主动学习, 研究生答题正确率可以达到 92%, 说明自主学习效果显著; 知识综合运用题, 需要研究生将分子生物学的基本理论和实验方法融会贯通并加以应用, 题目难度较大, 但是, 仍有 77% 的研究生能够灵活运用所学知识来解决实际问题, 说明研究生对知识的掌握水平较高, 取得了预期效果。通过对研究生学习效果的随访发现, 研究生能够灵活运用所学知识进行科研工作并取得一定成果, 2017–2019 年期间, 发表 SCI 和中文核心期刊论文 30 多篇, 参与申请专利 22 项, 承担校级研究项目 6 项, 从 2018 年开始鼓励研究生参加“创青春”及“互联网+”等比赛, 其中, “人工合成抗菌肽安全护肤”项目获得 2018 年“创青春”山东省大学生创业大赛银奖, “人工合成修复肽——解锁健康修护新肌密”获得第五届山东省“互联网+”大学生创新创业大赛铜奖。

4 鼓励研究生参与教学效果评估, 重视教学反思

为了更好地了解研究生的实际学习效果, 我们采用调查问卷的形式让研究生参与教学效果的

评估。首先, 对于学生学习效果的调查, 主要包括学习氛围和学习状态两个方面(图 3A 和 3B)。结果说明, 我们建立的“互动式”教学模式有利于调动研究生学习的积极性和主动性, 仅有 4% 的学生可能由于分子生物学基础较差, 无法融入课堂, 处于一种经常走神的状态。我们对各教学环节也进行了评分及排序(图 3C), 结果表明, 评分由高到低依次是教师授课、课堂讨论、翻转课堂和课堂竞猜, 研究生对各环节的接受程度均较好, 教学改革效果较好。教师基本功较为扎实, 教师态度亲和、语言生动、条理清晰, 善于启发学生思考和调动学生学习的积极性, 及时鼓励和引导学生思考并解决问题等, 导致教师授课环节评分最高。课堂讨论环节, 95% 的学生对于设置的题目非常满意或比较满意, 说明选题较为成功。在讨论效果方面, 95% 的研究生认为课堂讨论提高了科研思维, 说明了课堂讨论基本达到了我们的预期目标。“翻转课堂”环节中, 61% 的学生认为基本可以理解其他小组学生讲述的内容, 75% 的学生认为在此过程中可以更深刻地理解相关主题的内容, 说明学生的自主学习效果较好。

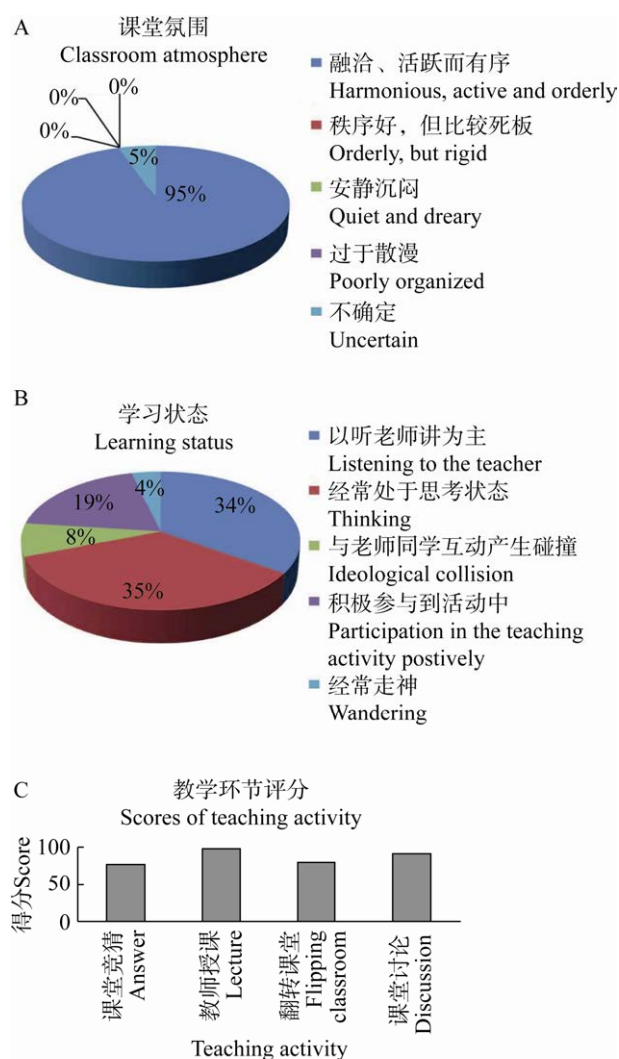


图3 研究生学习效果调查结果

Figure 3 Survey results of learning effect of postgraduates

注: A: 课堂氛围; B: 学习状态; C: 教学环节评分

Note: A: Classroom atmosphere; B: Learning status; C: Scores of teaching activity

我们在调查问卷中也发现一些问题, 如少部分学生在课堂讨论的过程中参与度不高, 原因可能是: (1) 小组讨论环节要求研究生提前收集资料, 但是研究生一年级课程较多, 作业负担较重, 课前准备工作不足, 导致部分学生尤其是没有分子生物学基础的学生参与度不高; (2) 部分研究生对讨论课的价值认识不够, 认为对自己的科研工作帮助不大, 参与讨论只是浪费时间, 因而缺乏参与的兴趣和积极性; (3) 部分学生只是

收集了自己参与专题的相关资料, 但缺乏更深层次的思考, 无法正确地表述自己的观点, 不能将本组的观点进行系统整理并分享自己的成果, 最终成为课堂上的旁观者, 导致讨论课失去了讨论、合作、分享的真正价值^[6]。

5 展望

我们以 OBE 理念为基础, 以培养和提高研究生的创新思维、科研能力和工程实践能力为最终目标, 从教学内容、教学方法及考核方法等方面对我校生物工程专业研究生的“分子生物学”课程进行了深入改革, 初步建立了一种适合于本专业研究生的分子生物学教学体系。

针对现有教学模式中存在的问题, 我们后续将尝试以下改进措施: (1) 提高时间利用效率。教师在课堂上引导学习小组在选题后快速有效分工, 帮助其明确资料收集范围及整理方法, 减少在资料收集与整理过程中因目标不明确等造成的时间浪费。(2) 扩大研究型教学课题的选题范围。增加与研究生科研工作相结合的选题, 采用教师指定与学生自选相结合的方式来确定研究型教学课题, 提高学生自主学习的积极性和参与度。(3) 进一步完善过程考核评价体系。设计教师评价表、自评表和同学评价表, 从教师、学生本人和其他学生 3 个不同角度, 对每位学生的贡献度进行客观公平的评价, 督促学生参与“翻转课堂”与课堂讨论, 调动学习的积极性与主动性。为了进一步提高教学效果, 实现研究生随时随地自主学习的目标, 我们还将进一步完善网络教学资源, 引进网络教学平台——小规模限制性在线课程(Small Private Online Course, SPOC), 尝试探索以小规模限制性在线课程为基础的混合式教学模式, 激发研究生学习的兴趣和动力, 培养多元化、创新型卓越工程人才。

REFERENCES

- [1] Zhu YX, Li Y, Zheng XF, Guo HW. Modern Molecular Biology[M]. 5th ed. Beijing: Higher Education Press, 2019: 2-16 (in Chinese)

- 朱玉贤, 李毅, 郑晓峰, 郭红卫. 现代分子生物学[M]. 5 版. 北京: 高等教育出版社, 2019: 2-16
- [2] Li R. Exploration on the teaching reform of Molecular Biology course[J]. Education Teaching Forum, 2015(43): 89-90 (in Chinese)
李茹. 分子生物学课程教学改革的探索[J]. 教育教学论坛, 2015(43): 89-90
- [3] Zhang AL. Construction of knowledge system and training of innovative talents of Molecular Biology[J]. Education Teaching Forum, 2020(20): 166-168 (in Chinese)
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, 2020(20): 166-168
- [4] Xu GQ, Zhao YY, Du J, Cao CL, Jiang LH. 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 (in Chinese)
徐国强, 赵运英, 杜婕, 曹春蕾, 蒋伶活. 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, 2014, 41(11): 247,245
- [5] Zhang T, Liu XY, Zhou YZ, Yuan QY. The teaching reform of Molecular Biology and Genetic Engineering based on OBE concept[J]. The Guide of Science and Education, 2018(20): 113-114 (in Chinese)
张瞳, 刘晓燕, 周玉珍, 袁巧云. 基于 OBE 理念的分子生物学与基因工程课程教学改革[J]. 科教导刊, 2018(20): 113-114
- [6] Li JX, Zhou ML. Reflections on improving the effectiveness of postgraduate discussion courses[J]. Journal of Graduate Education, 2013(5): 53-57 (in Chinese)
李佳孝, 周美林. 提高研究生讨论课有效性的若干思考[J]. 研究生教育研究, 2013(5): 53-57
- [7] Xu QJ, Li YH. Teaching reform of Molecular Biology for cultivating international top biological talents[J]. Heilongjiang Researches on Higher Education, 2007(6): 159-161 (in Chinese)
徐启江, 李玉花. 分子生物学教学改革与高素质人才培养[J]. 黑龙江高教研究, 2007(6): 159-161
- [8] Zhu H. The practice and thinking of the teaching reform of Molecular Biology: The comprehensive application of elicitation method and argumentation teaching[J]. Anhui Agricultural Science Bulletin, 2010, 16(1): 190-192 (in Chinese)
朱虹. 《分子生物学》教学改革的实践与思考: 启发式教学和论证型教学的综合运用[J]. 安徽农学通报, 2010, 16(1): 190-192
- [9] Zhu YC, Kuang YM, Cui YB, Yang YF, Tong SF. Applying problem-based learning (PBL) to cultivation of postgraduates[J]. China Higher Medical Education, 2007(10): 13,30 (in Chinese)
朱月春, 况应敏, 崔映波, 杨银峰, 童淑芬. PBL 教学法在硕士研究生培养中的应用[J]. 中国高等医学教育, 2007(10): 13,30
- [10] Lv YJ, Jiang J. Influence of PBL teaching pattern on American graduates' innovation ability[J]. Heilongjiang Researches on Higher Education, 2018(11): 113-116 (in Chinese)
吕艳娇, 姜君. PBL 教学方法对美国研究生创新能力影响[J]. 黑龙江高教研究, 2018(11): 113-116
- [11] Cheng S, Zang J, Zhang X, Li HX, Li J, Zhou K. Exploration and practice of PBL teaching mode in Molecular Biology teaching[J]. Education Teaching Forum, 2018(26): 160-161 (in Chinese)
程爽, 臧晋, 张希, 李慧星, 李杰, 周凯. PBL 教学模式在分子生物学教学中的探索与实践[J]. 教育教学论坛, 2018(26): 160-161
- [12] Kong L, Qin Q, Wang YM. Application of holistic integrative medicine problem-based learning in the Molecular Biochemistry teaching[J]. Medical Education Management, 2020, 6(1): 20-23,32 (in Chinese)
孔璐, 秦琼, 王雅梅. 整合医学问题导向模式在分子生物学教学中的实践与思考[J]. 医学教育管理, 2020, 6(1): 20-23,32
- [13] Wang DD. Research on the application of flipped classroom teaching mode in the Molecular Biology teaching[J]. Course Education Research, 2019(24): 46-47 (in Chinese)
王丹丹. 翻转课堂教学模式在《分子生物学》教学中的应用研究[J]. 课程教育研究, 2019(24): 46-47