

· 高校生物学教学 ·

“新工科”背景下“生物化工大实验”课程教学设计与实践

唐冬芳, 周青青, 罗小芳, 汪美凤, 廖云辉, 廖阳, 覃佐东*

湖南科技学院化学与生物工程学院, 湖南 永州 425199

唐冬芳, 周青青, 罗小芳, 汪美凤, 廖云辉, 廖阳, 覃佐东. “新工科”背景下“生物化工大实验”课程教学设计与实践[J]. 生物工程学报, 2023, 39(8): 3520-3529.

TANG Dongfang, ZHOU Qingqing, LUO Xiaofang, WANG Meifeng, LIAO Yunhui, LIAO Yang, QIN Zuodong. Design and practice of the course of “Biochemical Engineering Experiment” under the context of “Emerging Engineering Education”[J]. Chinese Journal of Biotechnology, 2023, 39(8): 3520-3529.

摘要: “生物化工大实验”是湖南科技学院生物工程专业集中实践教学环节的必修课程, 是在“新工科”背景下为提高本专业学生综合素质而开设的实验课程。课程实验项目为综合性实验及设计性实验, 其内容主要结合了永州市地方特色资源、研究平台和工科人才特征合理编制而成。授课过程中, 综合运用符合课程特点的启发式教学、科研案例导入式教学和互动式教学等方法, 提高学生学习的兴趣, 激发学生的创新能力和实践能力。通过课程考察和课后调查发现, 生物工程专业学生的知识迁移和应用能力明显提升, 学科竞赛和项目立项成绩优异。因此, 基于对本课程授课内容和方法的实践及不断完善, 课程教学质量得到了全面提高, 为培养生物工程专业高水平创新型、应用型工科人才夯实了基础。

关键词: 生物化工大实验; 新工科; 地方特色资源; 工科人才

资助项目: 湖南科技学院教学改革研究项目(XKYJ2022043); 国家自然科学基金(32101022); 湖南省普通高等学校教学改革研究项目(HNJG-2020-0881); 湖南省新农科研究与改革实践项目(湘教通[2020]94号)

This work was supported by the Research Project of Teaching Reform of Hunan University of Science and Engineering (XKYJ2022043), the National Natural Science Foundation of China (32101022), the Research Project of Teaching Reform in Colleges and Universities of Hunan Province (HNJG-2020-0881), and the New Agricultural Science Research and Reform Practice Project of Hunan Province (xiangjiaotong [2020]94).

*Corresponding author. E-mail: qinzd@huse.edu.cn

Received: 2022-11-24; Accepted: 2023-04-23; Published online: 2023-04-24

Design and practice of the course of “Biochemical Engineering Experiment” under the context of “Emerging Engineering Education”

TANG Dongfang, ZHOU Qingqing, LUO Xiaofang, WANG Meifeng, LIAO Yunhui, LIAO Yang, QIN Zuodong*

Department of Chemical and Biological Engineering, Hunan University of Science and Engineering, Yongzhou 425199, Hunan, China

Abstract: “Biochemical Engineering Experiment” is a compulsory curriculum for the concentrated practical teaching of biotechnology majors in Hunan University of Science and Engineering. It is also an experimental curriculum for improving the overall quality of bioengineering students under the context of “Emerging Engineering Education”. The course includes comprehensive experiments and designable experiments, and the contents of which are designed by combining the local characteristic resources of Yongzhou, the research platform and the characteristics of the talents with engineering background. In the teaching practice, methods such as heuristic teaching, research cases-embedded teaching and interactive teaching are comprehensively used to boost students’ interest in learning and stimulate their innovative thinking and application capability. Through curriculum examination and post-class investigation, it was found that the students’ abilities of knowledge transfer and application were significantly improved, and they achieved excellent performances in discipline competitions and approved project proposals. The practice and continuous improvement of this course may facilitate fostering high-level innovative and application-oriented talents of biotechnology majors.

Keywords: Biochemical Engineering Experiment; Emerging Engineering Education; local characteristic resources; engineering talents

21 世纪以来, 全球化、知识经济和高新技术成为新世纪发展的主要特征, 国家为培养具有国际竞争力的工程技术人才对工程教育改革提出了新要求。2017 年, 教育部为推进高校“新工科”建设, 专门发布了《高等教育司关于开展新工科研究与实践的通知》。“新工科”具有跨学科性、知识整合性、实践应用性、创新创造性、个体可持续发展性和社会适应性特征, 这要求高校在工科人才培养过程中应重视跨学科整合能力、实践操作能力和创新创造能力^[1-3]。生命科学是自然科学的重要分支, 与农、林、牧、副、渔和

医药等生产和生活实践密切相关, 尤其是当下我国生物医药产业飞速发展, 亟待需求高质量的生物工程专业人才。然而, 目前高校生物工程专业人才培养面临的两个主要问题是: 一是生物工程专业知识结构有待升级的问题; 二是高校人才培养要求与行业需求相对脱节的问题^[4-6]。此外, 相较于重点高校而言, 地方本科院校存在工科类专业开设时间较短、经验不足、各项制度与体系不健全和师资力量相对薄弱等问题, 通过有效结合地方经济需求建设人才培养课程体系对解决上述问题具有重要的意义^[7-8]。在此时代背景和

改革需求导向下,湖南科技学院生物工程专业开设了“生物化工大实验”这一课程。

1 “生物化工大实验”课程设计和实践思路

基于工科人才培养的现状和新时代对“新工科”人才的实际需求,湖南科技学院生物工程专业依托省级及以上教学科研平台和博士创新团队,形成了“专业与产业、教学与生产、课程与职业、教学与科研”4个融合的专业人才培养体系,打造了“平台+行业+科研+创业”四位一体的实践育人教学体系,奠定了具有产教深度融合的专业人才基础,培养出“用得上、下得去、留得住”符合社会需要的创新型、应用型人才。“生物化工大实验”是围绕该培养体系和教学体系打造的集中实践课程,授课时间安排在第5学期,课程共64学时,包含8个实验项目,各项目均充分融合生物学、化学、工程和产业等领域的理论和技术,这与工科人才培养对跨学科能力、知识整合能力的需求高度契合(表1)。课程创新设计主要集中在课程内容、项目实践和教学方法这3个方面。

课程设计方面(图1),课程实验项目主要为综合性实验及设计性实验,结合永州市地方特色资源和学科课题研究方向,合理编制各实验项目内容。如“生物多肽洗手液的制备及性能测试”和“蛇油护手霜的制备及性能测试”两个实验项目的设计思路来源于极具地方特色的永州异蛇资源开发和利用。基于湖南科技学院生化工程技术研究中心与相关企业开展校企合作的研究成果,在实验课堂中通过讲解和展示蛇毒、蛇蜕等资源中的有效成分在护肤品、保健品及新型药用原料等方面的应用,有助于对学生的知识应用和转化能力的培养。永州市的油茶资源丰富,油茶产业发展迅速,但存在产品附加值不高的问题。

课程教学团队基于前期对此问题开展的课题研究,设计了“油茶壳生物炭的制备及性能测试”和“油茶籽粕发酵制备蛋白饲料”两个实验项目,以此开拓学生的生物质资源利用视野,并向学生树立“绿色发展”的环保理念。项目3-6则是基于永州中药材、香柚等特色植物资源的开发而设计。此外,充分将地方特色资源和科研成果融入本课程,亦可增加学生学习的主动性和趣味性。

项目实践方面,在课程教学团队带领下,生物工程专业学生积极主动参与教师立项的生物肽的生化制造、生物物质的高效炼制等相关国家级、省级多项课题研究,参加各学科竞赛以及申报大学生创新创业训练项目,具体参赛项目和获奖情况详见表2。通过开展课外项目实践,不但培养了学生的操作能力和主动思考问题的习惯,提升了学生的科研思维和创新创业思维,同时也有利于学生更高效地汲取课堂理论知识。

教学方法方面,恰当运用启发式、科研案例导入式和互动式等教学方法,使学生通过集中的学科综合的理论基础学习和实践操作训练,体会理论知识综合运用于工程实践的过程,进而习得生物工程专业实践经验和实验操作能力、解决生物工程技术问题的能力和从事应用和开发研究的能力。

2 教学方法

2.1 启发式教学

启发式教学是在讲授法教学中使用的经典教学方法之一。早在两千多年前孔子有言“不愤不启,不悱不发”“举一隅以三隅反”,提示老师传授知识不是和盘托出式地灌输而是需要启发诱导,这样才能培养学生自主探索、独立思考的能力^[9-10]。在本实验课程教学过程中所用到的启发方式主要是问题启发、对比启发和情景启发。譬如在开展“生物多肽洗手液的制备及性能测试”

表1 “生物化工大实验”课程实验项目及实验内容

Table 1 The experimental projects and contents of the course of “Biochemical Engineering Experiment”

实验项目 Experimental projects	实验内容 Experimental contents	实验创新点 Experimental novel points
生物多肽洗手液的制备及性能测试 Preparation and performance tests of peptide-based hand sanitizer	多肽洗手液的制备; 黏度、泡沫高度、稳定性和抗菌活性测试 Preparation of peptide-based hand sanitizer; Determinations of viscosity, foam height, stability and antibacterial activity	新型洗手液产品的制备工艺和评价 Preparation technology and evaluation of novel hand sanitizer
油茶壳生物炭的制备及性能测试 Preparation and performance tests of oleifera shell biochar	油茶壳生物炭的制备; 生物炭吸附性能测试 Preparation of oleifera shell biochar; Determination of adsorption property	生物质废弃物油茶壳高值化处理制备生物炭 Biochar preparation by high-value treatment of oleifera shell waste
葛根口腔溃疡贴膜的制作 Preparation of Radix Puerariae oral ulcer mask	葛根提取物的制备; 口腔贴膜的制作和成膜性能检测 Extraction of Radix Puerariae; Preparation and film-forming property test of oral ulcer mask	葛根口腔溃疡贴膜的制备工艺 Preparation technology of Radix Puerariae oral mask
手工肥皂的制作及测试 Preparation and tests of handmade soap	酯交换法制备手工肥皂; 肥皂溶解度和游离苛性碱含量基本性能测试 Preparation of handmade soap by using transesterification method; Determinations of solubility and free caustic soda content	废弃植物油高值化制备产品手工肥皂 High-value treatment of waste vegetable oil
柚皮糖的制作及感官评价 Preparation and sensory evaluation of pomelo peel candy	柚皮糖的制作; 感官评价 Preparation of pomelo peel candy; Sensory evaluation	果脯制备和食品感官评价方法 Preparation technology and sensory evaluation method of preserved fruit
中药颗粒剂制备工艺及质量检测 Preparation technology and quality inspection of traditional Chinese medicine drug granules	稠膏的制备; 颗粒剂的制备; 质量检查 Preparation of thick paste; preparation of drug granules; Inspection of drug quality	中药颗粒剂的制备工艺 Preparation technology of traditional Chinese medicine drug granules
油茶籽粕发酵制备蛋白饲料 Preparation protein feed by fermentation of camellia oleifera seed meal	油茶籽粕微生物发酵工艺的设计; 发酵前后粗蛋白质、油茶皂素、碳水化合物和粗纤维素含量的测定 Design of microbial fermentation process of camellia oleifera seed meal; Content determinations of crude protein, oleifera saponin, carbohydrate and crude cellulose before and after fermentation	微生物固体发酵油茶籽粕生产饲料的工艺 Feed production by microbial solid fermentation of camellia oleifera seed meal
蛇油护手霜的制备及性能测试 Preparation and performance tests of snake oil-contained hand cream	蛇油护手霜的制作; 效果测试 Preparation of snake oil-contained hand cream; Performance tests	护手霜的制备方法 Preparation technology of hand cream

实验项目时, 通过提出“洗手液中月桂醇聚醚硫酸铵试剂的作用是什么?”“本实验设计的抗菌实验方法属于定量研究还是定性研究?”等问题, 使学生在教师的引导下主动求知, 从脑海中快速搜索, 找到关联的学科理论知识, 如“去污剂类别、表面活性剂类别及其作用、定量和定性

的概念”等, 进而引导学生从“被动接受者”转化为“主动思考者”。实验后, 还可以让学生通过思考“还有哪些其他方法可用于检测抗菌肽洗手液的抑菌效果?”“该实验制备的抗菌肽洗手液与一些市售的洗手液有何不同?”等问题, 引导学生发现问题, 并主动解决问题。

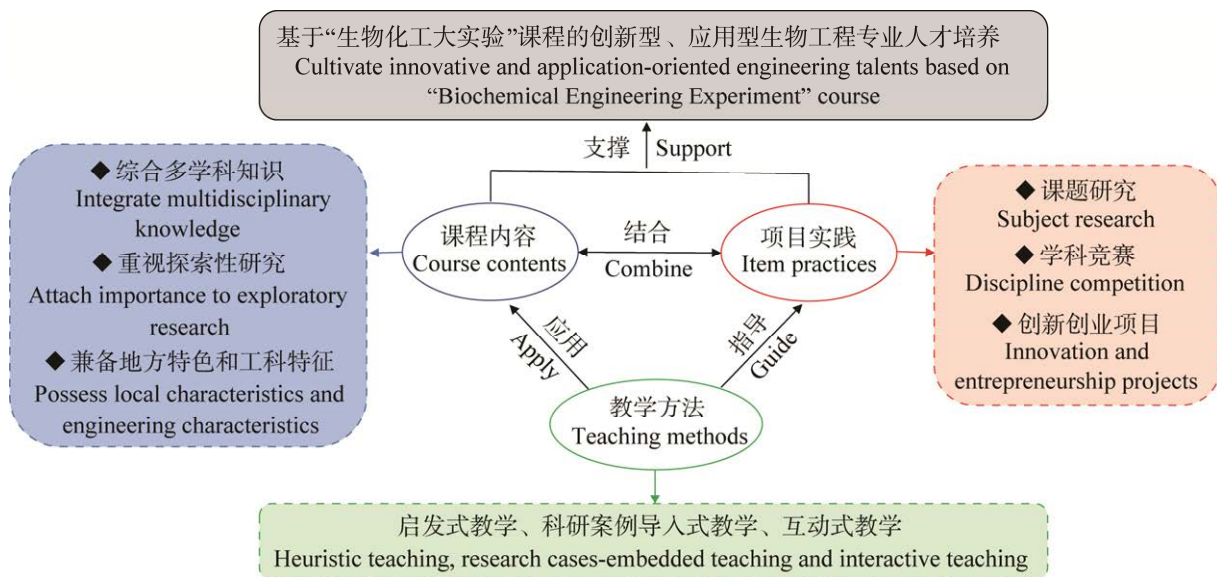


图1 “生物化工大实验”课程设计示意图

Figure 1 A schematic diagram showing the curriculum design of the “Biochemical Engineering Experiment”.

2.2 科研案例导入式教学

实验教学中应重视科研案例对人才培养的重要程度，把科研成果及其转化作为案例带进课堂，打通科研成果与课堂教学的通道，把前沿知识转化为“活教材”，开拓学生科研视野，培养学生的科研创新能力^[11-12]。正式展开实验项目前，教师通过有针对性地引入该项目科技前沿热点、科技成果等相关内容，有助于学生拓展知识面，增强学习兴趣，并进一步了解实验项目开展的目的。例如，“生物多肽洗手液的制备及性能测试”实验项目所制备的洗手液，是以自主研发的抗菌肽为主要杀菌成分制备而成。通过向学生讲解抗菌肽的性质，如“抗菌肽是一类新型抗菌物质，基于其独特的杀菌机制，通常具有高效、广谱的杀菌效果，且具备不易导致细菌产生耐药性的优点^[13]”“多肽的生物相容性好，使用相关产品时不易刺激皮肤，同时多肽容易被自然界微生物降解，对环境友好”，让学生进一步理解开展本实验项目的目的

和意义。在此案例中，要求学生根据抗菌肽的抗菌活性，计算并确定制备洗手液时所需用量；考虑影响多肽活性的因素，优化制备步骤；合理分析洗手液抗菌性能测试结果的影响因素。帮助学生构筑连接“多肽、常规抗生素抗菌的理论知识与实际应用”的桥梁，使学生能持久有效地内化这些知识并具备一定的学以致用的能力。引入科研实例的教学可有效促进学生对所学知识融会贯通，激发学生的学习兴趣，并深刻认识理论知识对于实践应用的价值^[14-15]。总之，通过引入科技成果可激发学生的求知欲，使他们卸下被动上课的包袱，提升自主探索和知识应用的能力。

2.3 互动式教学

互动式教学要求教师从外部的主导者转变为内在的合作者，成为学生的指导者而非控制者，倡导师生共同享有话语权利，主要体现在教学主体间通过对话来准确了解学生学习需求和学习障碍，然后实施精准教学引导，使学生从封

闭走向开放,并不断实现超越,从而建构师生均具获得感的互动教学范式^[16-17]。本课程中,互动式教学贯穿了各实验项目授课全过程。首先,在实验原理和过程讲解的环节中,教师根据教学目标提出相关问题,经过生生讨论、师生讨论得出结论,这使得学生在原有预习的基础上获得对实验项目更深层次的理解。其次,在实验开展环节,教师针对学生的具体操作方法提出问题,引导学生“吃透”实验步骤。最后,实验结束后,教师根据各组实验结果提出相关问题或组织讨论,培养学生主动分析问题的习惯,促使学生全面掌握实验内容。例如,在“中药颗粒剂制备工艺及质量检测”实验项目的授课过程中,教师通过设问“将中药材制备成为颗粒制剂的必要性”“制备中药颗粒剂的方法如何选择?”,引导学生深入思考开展本项目的意义和方法。在开展实验时,观察各组学生对“中药软材的制备要求”的掌握情况并提出问题,得出“手握成团,轻压即散”的判断方法。在实验结束后,教师组织各个小组之间互评中药材颗粒质量、交流实验注意事项和分析实验成功或失败的原因。一方面,可提高学生合作交流、综合分析能力;另一方面,教师能更深入地了解学生对实验内容的掌握程度,及时帮助学生查漏补缺,以更好地掌握实验内容。因此,应用互动式教学方法对提高实验课教学质量极其关键。

3 教学成效

通过对学生在课堂中和课后思考问题、实践操作等方面的观察,以及对实验报告批改和后续课程考核发现,本课程对于帮助提升学生的创新能力 and 实践能力有极大促进作用,主要体现在以下 4 方面:

(1) 学生的实验操作技能有明显提高,能正

确、熟练地使用实验室常规仪器。

(2) 学生能很好地掌握各实验项目的原理,并能整合生物、化学和物理的方法对实验结果进行较为全面的分析。如,针对“抗菌肽洗手液抑菌试验”中出现不同形状、不同直径的抑菌圈现象,学生能从抗菌肽的浓度、滤纸的载药量和涂布菌量等方面进行分析,并能提出相应的改进方法。

(3) 学生的知识迁移能力大幅度提升,能学会利用课堂的理论知识及平时积累的经验解决科研工作甚至生活中的一些问题。例如,根据所学“生物大分子如多肽、蛋白质和多糖等容易受温度、酸碱和酶等因素影响而变性”的知识,学生在利用抗菌肽、抗癌肽和中药材提取物等作为实验样品进行研究和利用液相色谱分离生物样品时,会注意实验过程中是否存在相关因素影响样品活性,并会利用低温、适中 pH 和无菌等条件保持实验样品和产品活性。又如,通过学习“生物多肽洗手液的制备及性能测试”和“蛇油护手霜的制备及性能测试”等实验项目,学生在挑选日用品时会更加注重产品组成成分、pH 等实用性参数,并且能更进一步地理解“制备不同用途产品所需的试剂类型和标准均不同”的含义。

(4) 学生的创新创业思维得到很好的锻炼,积极参加学科竞赛项目并能取得较好的成绩。以该课程的部分实验项目为基础,2020-2022 年来,湖南科技学院生物工程专业学生在“创青春”中国青年创新创业大赛、湖南省“互联网+”大学生创新创业大赛、全国大学生生命科学竞赛和大学生创新创业训练计划项目等多次获得国家性和省级奖项(见表 2,其中全国大学生生命科学竞赛省赛获奖项目较多,仅列出国家级获奖项目)。

表 2 近 3 年湖南科技学院生物工程专业学生参赛获奖和项目立项情况

Table 2 Awards and approved project proposals of students majored in biotechnology in Hunan University of Science and Engineering in the past three years

年份	项目类别	项目名称	获奖等级
Year	Project types	Project items	Grade of award
2020	“创青春”中国青年创新创业大赛 “Chuang qing chun” China Youth Innovation and Entrepreneurship Competition	洁肤美免洗手液 Portable hand sanitizer, Jietaimei	国家铜奖 1 项 One national bronze prize
2020	“挑战杯”湖南省大学生创业计划竞赛 “Challenge Cup” Hunan University Students’ Entrepreneurship Plan Competition	抗菌肽洗手液 Antimicrobial peptide-contained hand sanitizer	湖南省铜奖 1 项 One Hunan provincial bronze prize
2020–2021	湖南省“互联网+”大学生创新创业大赛 Hunan “Internet Plus” College Student Innovation and Entrepreneurship Competition	1. 油茶渣里开鲜花; 2. 守护卫士——抗菌肽免洗手液; 3. “安之若素 肽然处之”, 生物肽系列产品开发; 4. 菌渣不渣——基于二次发酵生产高附加值漆酶 1. Flowers bloom on camellia oleifera residues; 2. Guardian, antibacterial peptide-contained portable hand sanitizer; 3. “Guard health with peptide”, series of peptide products development; 4. Production of high value-added laccase based on secondary fermentation of mushroom dregs	湖南省一等奖 1 项、二等奖 1 项, 三等奖 2 项 One first prize, one second prize and two third prizes at Hunan provincial level
2020–2021	全国大学生生命科学竞赛 National College Student Life Science Competition	1. 银杏内生球黑孢菌活性代谢物的分离及其对姜青枯菌抑制机理的初步研究; 2. 动态调控氧化应激水平促进大肠杆菌合成红景天苷; 3. CIGB-300 对厄洛替尼耐药性非小细胞肺癌细胞的活性研究; 4. 产雌马酚基因工程大肠杆菌的发酵工艺研究; 5. 替加环素抗性基因的流行性调查和替加环素抗性质粒的分离鉴定; 6. 响应面分析法优化百香果果皮纤维类物质提取工艺的研究; 7. 大豆苷元转化新基因的反向酶功能位点研究 1. Isolation of active metabolites from endophytic <i>Melanospora</i> of <i>Ginkgo biloba</i> and preliminary study on its inhibitory mechanism against the ginger bacterial <i>Ralstonia solanacearum</i> ; 2. Dynamic regulation of oxidative stress promoted salidroside synthesis of <i>Escherichia coli</i> ; 3. The activity of CIGB-300 against erlotinib-resistant non-small cell lung cancer cells; 4. The fermentation technology of equol-producing engineered <i>Escherichia coli</i> ; 5. Epidemic investigation of tigacycline resistance gene and isolation of tigacycline resistance plasmids; 6. Optimization of the extraction process of cellulose from Passion fruit peel by using response surface modeling; 7. Reverse enzyme recognition sites of a novel daidzein transformation gene	国家一等奖 1 项、二等奖 2 项、三等奖 4 项 One first prize, two second prizes and four third prizes at national level

(待续)

(续表 2)

年份	项目类别	项目名称	获奖等级
Year	Project types	Project items	Grade of award
2020-2022	大学生创新创业训练计划项目 College Students' Innovation and Entrepreneurship Training Program	1. 抗菌肽消毒凝胶的制备及应用; 2. 唐本草——天然产物的综合开发利用; 3. 利用新型抗菌肽开发促伤口快速愈合的水凝胶制品; 4. 土牛膝酶解多肽的制备及抗癌机理研究; 5. 土壤改良剂麦麸对辣椒生长及根际土壤微生物的影响; 6. 利用柚子皮等原料生物智造工业糖的技术应用; 7. 抗菌肽免洗凝胶产品的研制与应用 1. Preparation and application of antibacterial peptide-contained disinfection gel; 2. Comprehensive exploitation and utilization of natural products in Tang Materia Medica; 3. Novel peptide-contained hydrogels development for rapid wound healing; 4. Enzymatically hydrolyzed preparation and anticancer mechanisms of <i>Achyranthes bidentata</i> peptides; 5. Effects of wheat bran on the growth and rhizosphere soil microorganisms of pepper; 6. Application of bio-preparation technology of industrial sugar from pomelo peel; 7. Preparation and application of antibacterial peptide-contained disinfection gel products	国家级立项 5 项; 省级立项 2 项 Five approved national projects; Two approved Hunan province projects

4 存在的问题以及改进措施

为了更好地契合工科人才培养目标,通过对“生物化工大实验”课程授课成效进行分析,总结此类实践课程授课时还可针对以下几方面的问题进行改进。

4.1 优化实验项目设计, 避免内容重复

“生物化工大实验”是一门综合性、覆盖多门学科知识的实用性实验课程,其实验项目在内容的设计上应高度契合工科人才培养目标。此外,课程中的实验项目内容可适时调整,选择当下科学研究中较为经典的、热门的话题设计可行的实验项目内容。同时,设定的实验项目应经过仔细审核,不能与专业培养计划中的其他实验、实践课程内容重复。

4.2 注重“教学陷阱”设置, 提高学生主动探索能力

在课堂教学过程中,绝大部分学生通常不会怀疑课程实验方案的可靠性。尽管学生有时可能在实验过程中察觉到了错误,但缺乏主动质疑的

勇气,仍然按照实验步骤继续操作,导致实验结果不理想。以“中药颗粒剂制备工艺与质量检测”实验项目为例,制备中药软材的实验方案给出清膏、蔗糖和糊精配比为 1:1:1.8,然而各组所得的软材达不到“手握成团,轻压即散”的要求,且无法顺利过筛制成颗粒。当学生发现实验无法继续开展时,就会质疑制作软材的原料和原料配比问题,并通过多次调试清膏、蔗糖和糊精配比最终成功制备中药颗粒。因此,可以通过巧妙设置“教学陷阱”来提醒学生在学习过程中不能一味照搬他人的方法,而需带着“批判性”思维,敢于质疑,并能积极主动地通过查证帮助自己走出“陷阱”,从而获得对知识更深层次的理解^[18-19]。在教学过程中融入这种新颖的方式,一方面能锻炼学生敢于提疑发问的能力,另一方面可有效提升学生主动探索未知的能力。

4.3 注重合作学习, 培养学生的合作精神

合作学习是以小组为基本形式,以小组成员合作活动为主体,以小组目标达成为标准,以小组总体成绩为评价和奖励依据的教学策略体系。

这种教学组织形式,由于极大地提高了教学效率而焕发出勃勃生机,受到教育界的推崇,并成了一种主流的教学理论与策略^[20-21]。实验课程往往以2-4人/组的形式进行,在实验课教学过程中,小组内由于分工不明确或者学生间主动性差异有别,常常出现有少数学生懈怠的情况。因此,在正式授课前或授课中以科研案例导入教学的方式适时强调团队合作意识,同时要求学生在实验课结束后以小组讨论的形式反思实验过程,并将结果呈现在实验报告中。以合作的形式进行实验不仅可以提高效率,小组成员之间还可以通过交流经验进一步提升自我。

5 结语

在“新工科”背景下,湖南科技学院化学与生物工程学院自主开设的“生物化工大实验”课程充分将理论知识与实验技能相结合,培养学生实践操作能力、跨学科整合能力和创新创业能力,课程内容设计高度契合高水平工科人才培养的需求。经过几年实践探索和对其他优秀教学经验的汲取,“生物化工大实验”这门实践课程的发展已趋向成熟。同时,在教学过程中总结出了一套符合课程特点的多样化教学方法,并逐渐得到完善,对工科学生的综合能力提升卓有成效。学生学习该课程后对理论知识的理解更为深刻,实践操作能力和上课积极性明显提高,创新创业思维和知识应用能力得到很大提升。综上所述,通过对“生物化工大实验”课程教学设计和教学实践的总结,以期对工科专业培养方案的完善和顺利开展提供一点参考。

REFERENCES

- [1] 孙刚成, 杨晨美子. 新工科人才必备的批判性思维与核心能力培养[J]. 民族高等教育研究, 2021, 9(4): 2-13.
SUN GC, YANGCHEN MZ. The essential critical thinking and key abilities training for new engineering talents[J]. Research on Higher Education of Nationalities, 2021, 9(4): 2-13 (in Chinese).
- [2] 杨冬. 从科学范式到工程范式: 高质量新工科人才培养的逻辑向度与行动路径[J]. 大学教育科学, 2022, 191(1): 19-27.
YANG D. From scientific paradigm to engineering paradigm: logical dimension and action path of training high quality new engineering talents[J]. University Education Science, 2022, 191(1): 19-27 (in Chinese).
- [3] 顾佩华. 新工科与新范式: 实践探索和思考[J]. 高等工程教育研究, 2020, 183(4): 1-19.
GU PH. Practical exploration and new paradigm transformation of emerging engineering education[J]. Research in Higher Education of Engineering, 2020, 183(4): 1-19 (in Chinese).
- [4] 白云鹏, 王启要, 庄英萍, 范惠明. 探微知著, 辟新为用: 华东理工大学生物工程新工科专业建设实践[J]. 高等工程教育研究, 2021, 188(3): 49-53.
BAI YP, WANG QY, ZHUANG YP, FAN HM. Exploring the knowledge and innovation for use[J]. Research in Higher Education of Engineering, 2021, 188(3): 49-53 (in Chinese).
- [5] 董彬, 王君, 吴涛, 刘滨, 宿志伟, 赵丽萍, 张韩杰, 吴信明, 付石军, 刘南南, 孙春龙, 姚志刚. 应用型人才培养视角下的生物工程类专业“生产实习”课程教学改革与实践[J]. 生物工程学报, 2023, 39(2): 755-768.
DONG B, WANG J, WU T, LIU B, SU ZW, ZHAO LP, ZHANG HJ, WU XM, FU SJ, LIU NN, SUN CL, YAO ZG. Teaching reform and practice of 'production internship' course for biotechnology specialty from the perspective of training application-oriented talents[J]. Chinese Journal of Biotechnology, 2023, 39(2): 755-768 (in Chinese).
- [6] 钱景怡, 余正. 我国生物制药产业国际竞争力分析[J]. 中国药事, 2020, 34(5): 549-555.
QIAN JY, YU Z. On the international competitiveness of China's bio-pharmaceutical industry[J]. Chinese Pharmaceutical Affairs, 2020, 34(5): 549-555 (in Chinese).
- [7] 岑忠用, 苏江, 高丽霞, 罗奉奉, 覃玥, 覃拥灵, 覃勇荣. 地方院校生物工程专业应用型人才创新能力培养模式探索[J]. 职业技术, 2021, 20(8): 53-57.
CEN ZY, SU J, GAO LX, LUO FF, QIN Y, QIN YL, QIN YR. Exploration on the cultivation mode of applied talents' innovative ability for bioengineering majors in local colleges[J]. Vocational Technology, 2021, 20(8): 53-57 (in Chinese).
- [8] 张滔泽, 王久利, 王克宙, 王雪韧, 沈迎芳. 地方院

- 校生物工程综合大实验教学实践[J]. 生物学杂志, 2021, 38(6): 127-130.
- ZHANG XZ, WANG JL, WANG KZ, WANG XR, SHEN YF. Teaching practice of bioengineering comprehensive experiment in local universities[J]. Journal of Biology, 2021, 38(6): 127-130 (in Chinese).
- [9] 林承园. 战疫素材融入高校思政课的启发式教学创新研究[J]. 湖北工业大学学报, 2021, 36(3): 49-53.
- LIN CY. Innovative exploration of integrating materials from the war against the epidemic into the heuristic teaching of ideological and political theory courses in colleges[J]. Journal of Hubei University of Technology, 2021, 36(3): 49-53 (in Chinese).
- [10] 宋荣, 高进东, 杨韵韵, 刘静雅. 论问题启发法及其在高校课堂教学中的运用[J]. 教师教育论坛, 2021, 34(3): 9-13.
- SONG R, GAO JD, YANG YY, LIU JY. On the problem heuristic method and its application in classroom teaching in colleges and universities[J]. Teacher Education Forum, 2021, 34(3): 9-13 (in Chinese).
- [11] 郝世甲, 伏永祥. 高校科技成果转化能力对创新性人才培养质量的影响研究[J]. 中国大学教学, 2020, 358(6): 54-59.
- HAO SJ, FU YX. Research on the influence of university's transformation ability of scientific and technological achievements on the cultivation quality of innovative talents[J]. China University Teaching, 2020, 358(6): 54-59 (in Chinese).
- [12] 沈剑敏. 生物化学科研创新成果融入本科实验教学的研究[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(1): 208-211.
- SHEN JM. Study on the integration of innovative achievements in biochemistry research into undergraduate experimental teaching[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2021, 40(1): 208-211 (in Chinese).
- [13] DEO S, TURTON KL, KAINTH T, KUMAR A, WIEDEN HJ. Strategies for improving antimicrobial peptide production[J]. Biotechnology Advances, 2022, 59: 107968.
- [14] 史金铭, 薛哲勇, 王晶英, 许志茹, 李晓岩, 滕春波. 围绕“科研实例”的知识重构在本科教学中的应用: 以生物化学课程为例[J]. 中国生物化学与分子生物学报, 2021, 37(8): 1124-1130.
- SHI JM, XUE ZY, WANG JY, XU ZR, LI XY, TENG CB. Application of knowledge reconstruction based on “research case” in undergraduate teaching—taking biochemistry course as an example[J]. Chinese Journal of Biochemistry and Molecular Biology, 2021, 37(8): 1124-1130 (in Chinese).
- [15] 王瑀, 何进, 韩文元, 周颐, 端木德强, 何璟, 樊秋玲, 吴淑可, 徐纬. 基于前沿热点案例的合成生物学教学模式的探索与实践[J]. 生物工程学报, 2022, 38(7): 2639-2648.
- WANG X, HE J, HAN WY, ZHOU Y, DUANMU DQ, HE J, FAN QL, WU SK, XU W. Exploration and practice of synthetic biology teaching mode based on research frontiers and hotspots[J]. Chinese Journal of Biotechnology, 2022, 38(7): 2639-2648 (in Chinese).
- [16] 唐鸿. 高校思政课互动式教学应把握的几个维度[J]. 高教论坛, 2020, 253(11): 20-21, 69.
- TANG H. Several dimensions to be grasped in interactive teaching of ideological and political courses in colleges and universities[J]. Higher Education Forum, 2020, 253(11): 20-21, 69 (in Chinese).
- [17] 高江勇. 高质量本科教学的发生: 为何需要及何以实现互动式教学[J]. 高等教育研究, 2020, 41(1): 84-90.
- GAO JY. The occurrence of high quality undergraduate teaching: on the interactive teaching[J]. Journal of Higher Education, 2020, 41(1): 84-90 (in Chinese).
- [18] 李圣福, 吴承来, 孙爱清. “陷阱”教学法在种子学实验技术课程中的应用[J]. 中国现代教育装备, 2018, 287(7): 29-30, 35.
- LI SF, WU CL, SUN AQ. The application of “trap” teaching method in experiment of seed science[J]. China Modern Educational Equipment, 2018, 287(7): 29-30, 35 (in Chinese).
- [19] 王启要, 高淑红, 白云鹏, 任国宾, 庄英萍, 宋恭华. 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.
- WANG QY, GAO SH, BAI YP, REN GB, ZHUANG YP, SONG GH. Development of a first-class undergraduate major in bioengineering facing the emerging engineering direction of biomedicine[J]. Chinese Journal of Biotechnology, 2022, 38(3): 1227-1236 (in Chinese).
- [20] 李洁坤, 李梓. 基于合作学习的策略研究与实践[J]. 教育教学论坛, 2020, 486(40): 297-298.
- LI JK, LI Z. Strategy research and practice based on cooperative learning[J]. Education and Teaching Forum, 2020, 486(40): 297-298 (in Chinese).
- [21] 董江丽. 研讨颠覆教科书的新成果, 激发学生创新精神[J]. 生命的化学, 2021, 41(7): 1646-1649.
- DONG JL. Discussions on textbook breakthroughs to stimulate students' innovative spirit[J]. Chemistry of Life, 2021, 41(7): 1646-1649 (in Chinese).

(本文责编 陈宏宇)