

成果导向教育理念下大学生创新能力培养的探索与实践

郭彤彤¹, 刘禹辰¹, 崔红^{1,2}, 李颖¹, 赵春涛³, 张娣^{1,4}, 王继华^{*1}

1 哈尔滨师范大学 生命科学与技术学院, 黑龙江 哈尔滨 150000

2 河南省开封市尉氏县南曹小学, 河南 开封 475500

3 哈尔滨市教育研究院, 黑龙江 哈尔滨 150000

4 黑龙江农业经济职业学院, 黑龙江 牡丹江 157000

郭彤彤, 刘禹辰, 崔红, 李颖, 赵春涛, 张娣, 王继华. 成果导向教育理念下大学生创新能力培养的探索与实践[J]. 微生物学通报, 2025, 52(1): 476-492.

GUO Tongtong, LIU Yuchen, CUI Hong, LI Ying, ZHAO Chuntao, ZHANG Di, WANG Jihua. Exploration and practice of fostering college students' innovation capability under the concept of outcome-based education (OBE)[J]. Microbiology China, 2025, 52(1): 476-492.

摘要: 培养具有专业知识、思辨思维和创新能力的的高素质人才是大学教育的初心和使命, 然而长期以来, 我国高等教育缺乏个性教育、创新教育的理念, 对大学生创新思维和实践能力的培养尚未形成完整体系。因此, 本研究遵循成果导向教育(outcomes based education, OBE)理念, 以学生为中心, 以培养学生创新能力为目标, 依托本科生微生物学科科研兴趣小组, 结合系列活动激发学生创新思维; 以“教研结合”指导思想和应用需求为指引引导小组同学参与科学研究、生产实践, 参加“挑战杯”“互联网+”、全国生命科学竞赛等方式提升学生的科研创新与实践能力; 结合培养过程与成效反馈机制, 完善大学生创新能力培养和评价体系, 为师范类高校和普通大学理科人才创新能力培养提供思路和方法。

关键词: OBE 理念; 大学生创新能力; 科研兴趣小组; 培养体系

资助项目: 2022 年度黑龙江省高等教育教学改革研究项目(SJGY20220356); 黑龙江省高等学校第四批课程思政示范课程和教学团队培育项目

This work was supported by the 2022 Higher Education Teaching Reform Research Project of Heilongjiang Province (SJGY20220356), and the Fourth Batch of Ideological and Political Education Model Courses and Teaching Team Development Projects in Higher Education Institutions in Heilongjiang Province.

*Corresponding author. E-mail: wangjihua@hrbnu.edu.cn

Received: 2024-04-12; Accepted: 2024-08-09; Published online: 2024-08-30

Exploration and practice of fostering college students' innovation capability under the concept of outcome-based education (OBE)

GUO Tongtong¹, LIU Yuchen¹, CUI Hong^{1,2}, LI Ying¹, ZHAO Chuntao³, ZHANG Di^{1,4}, WANG Jihua^{*1}

1 College of Life Science and Technology, Harbin Normal University, Harbin 150000, Heilongjiang, China

2 Nancao Primary School, Weishi County, Kaifeng 475500, Henan, China

3 Harbin Institute of Education, Harbin 150000, Heilongjiang, China

4 Heilongjiang Agricultural Economy Vocational College, Mudanjiang 157000, Heilongjiang, China

Abstract: Universities, as the cradle for cultivating students' innovation capability, regard nurturing high-quality talents with professional knowledge, critical thinking, and innovation capability as the fundamental purpose and mission of higher education. For a long time, the higher education in China has lacked the concept of individualized and innovative education, and a comprehensive system for cultivating college students' innovative thinking and practical skills remains to be established. Following the concept of outcome-based education (OBE), this study takes students as the center to train their innovation capability by virtue of the undergraduate microbiological research interest group and stimulate their innovative thinking by a series of activities. According to the philosophy of combination of teaching and research and the application needs, we guide group students to participate in scientific research and production practice. By participating in the "Challenge Cup", "Internet+", national life science competition and other projects, students enhance their research innovation capability and practical skills. Our team combines the training process with the feedback mechanism to perfect the training and evaluation system of students' innovation capability, providing the train of thought and method for the fostering the innovation capability of science talents in normal universities and ordinary universities.

Keywords: concept of outcome-based education (OBE); college students' innovation capability; a scientific research interest group; training system

近年来, 创新课程和创新活动在本科生培养中出现的频次有所提升, 但创新教育的体系化、常态化尚未完全确立^[1]。如何创造性强化大学生创新意识, 培养大学生创新思维, 开阔大学生创新眼界, 进而有效提升大学生创新能力和综合素质, 已成为人才培养目标达成过程中亟待解决的问题^[2]。

大学生创新能力的培养复杂且艰巨, 需要一个综合性的教育方法。成果导向教育(outcomes based education, OBE)是一种以学生为中心、以

学习成果为导向、教学质量持续改进的反向设计、正向实施的新型高等教育模式^[3]。OBE理念以需求为导向, 先确定毕业生应具备未来生活和职业所需的各项能力, 在此基础上探寻合适的人才培养方案和课程体系, 是一种倒推式的教育理念^[4](图 1)。基于 OBE 理念, 贯彻“以学生为中心”的思想, 结合人才目标导向, 培养适合创新创业的人才, 满足社会所需的职业岗位人才需求目前已成为高校教育教学改革的潮流^[6]。其中, 科研创新活动是在不断地实践中优化的。

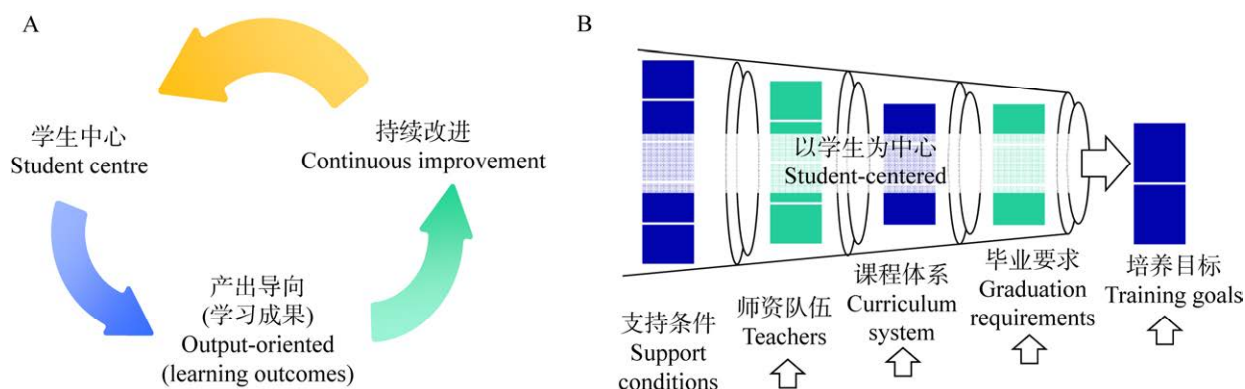


图1 OBE教育理念^[5] A: OBE理念教育模式; B: OBE的基本原理。

Figure 1 OBE education philosophy^[5]. A: OBE educational model of the concept; B: Basic principles of OBE.

在科研创新的培养模式中,以大学生“科研兴趣小组”作为大学生课外实践活动的主要形式,对引导学生了解国内外前沿动态,提高科研兴趣,发散创新型思维具有重要意义^[7],可以保证有限的教育资源得到最大化的利用,从需求出发再回归到需求,进而促使培养模式与培养过程更科学、更规范、更系统。

本研究基于OBE视角,依托哈尔滨师范大学生命科学与技术学院微生物学实验室,采用大学生科研兴趣小组的形式,以全方位、适应性人才塑造为方向,以学生创新能力提升为目标,通过指导和引领本科学生参与科研、生产、实践、教学等系列活 动,实施旨在提升创新能力和综合素质的培养计划(图2),以期 为生物科学专业及普通高校理科专业大学生创新能力培养体系的构建和完善提供理论依据与数据支持,为国家高素质复合应用 型人才的培养提供可持续发展模式。

1 微生物学科研兴趣小组的实施策略

采用“双向选择法”,通过问卷调查及学生课堂表现等情况进行初步筛选,对初选入组的

学生进行培训和考核,考核通过后对进入科研兴趣小组的成员进行分组。开展诸如理论学习、竞赛培训和实验操作等丰富多彩的活动,为学生提供全面的学习与实践平台,培养其创新思维、科学素养和实践能力,推动学生在微生物学领域的成长与发展。

1.1 选拔

1.1.1 选拔对象

大二第一学期,在“微生物学”课程进行1个月左右时,面向本学院生物科学专业学生开展微生物学兴趣小组成员的初次选拔。

1.1.2 选拔形式

依据学生学习状态和兴趣,依照自愿原则,对积极表达了进组意向且日常学习中展现出学有余力状态的学生,结合其科研兴趣的浓厚程度、创新意识的高低水平、实践能力的强弱状况等,采用问卷调查、访谈调查、个别交流、观察与测评等方法,开展全面、深入的分析和评估。

1.1.3 选拔标准

微生物学科研兴趣小组充分结合学生的课程参与度,包括课上注意力集中程度、知识的掌握程度和效率、主动思考和提出问题的能力、课前线上学习评分等;实践技能方面,包括实

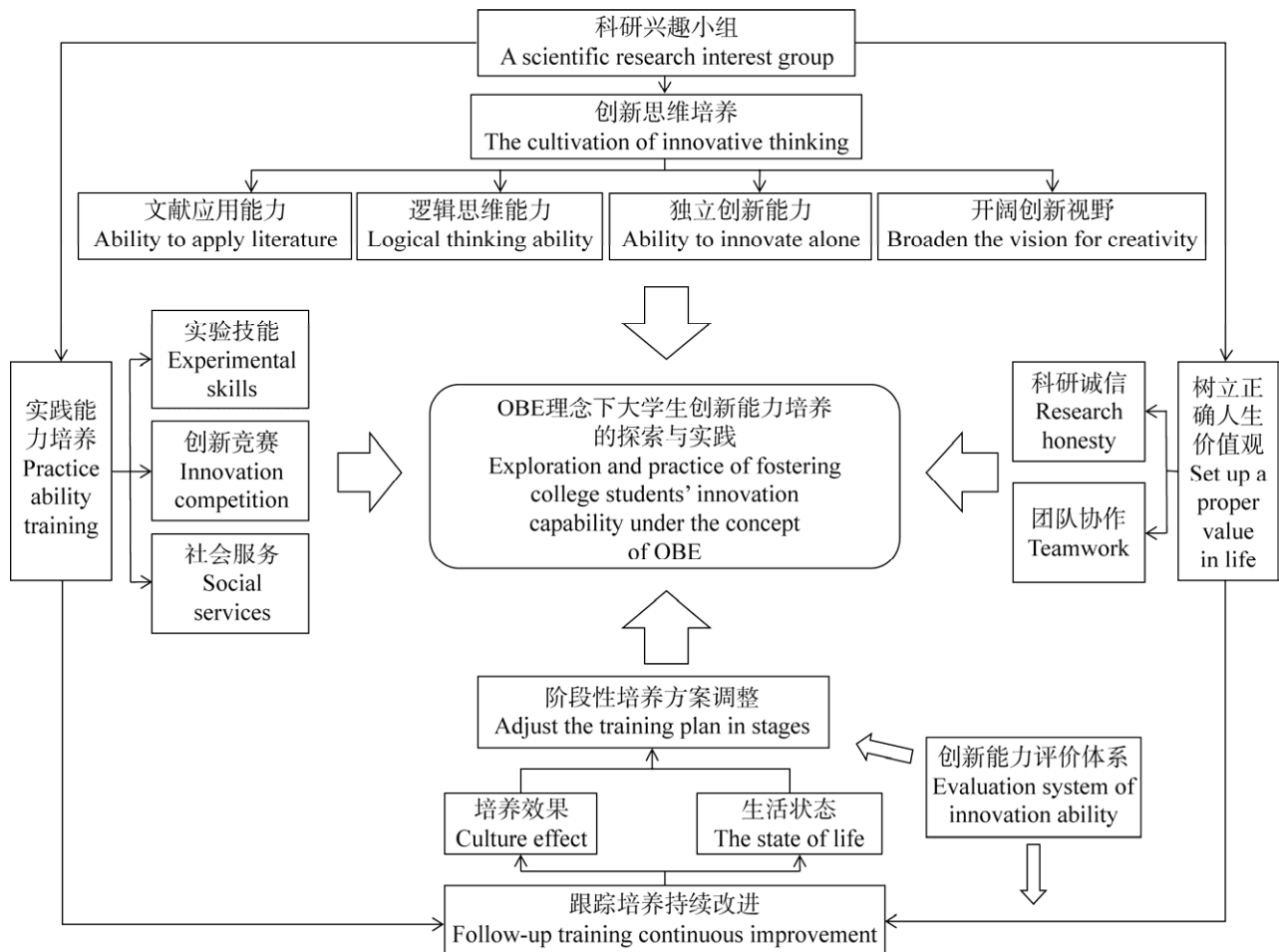


图2 大学生“科研兴趣小组”形式的实施示意图

Figure 2 Research implementation diagram.

验操作规范性、数据记录准确度、协作实验的团队意识及配合度；整体评估学生的学习态度、学习能力、科研精神等方面，确定初选人员。

1.1.4 培训与考核

初选入组学生培训 2 个月继续结合课堂学习状态，增加师生互动频次、学术讲座、职业规划等形式激发学生的专业兴趣和职业认同度，安排学生观摩研究生科研活动，在实验课外培训学生动手技能，帮助学生了解微生物学实验室的研究方向、构建专业知识结构、明晰自身的专业发展点。在此期间师生双方能够近距离相互了解，培训结束后按本年级生物科学

专业学生总数的 5% 左右经考核择优确定入组成员。

1.2 管理

1.2.1 分组

微生物学科研兴趣小组按照学生的兴趣和意愿，培训考核中学生理论知识和实践操作的综合考核结果，以及指导教师团队的科研背景，设置 3-4 个科研方向，如近 3 年设置了“根际微生物组”“食用菌组”“抗性基因组”3 个科研方向，结合学生个人特质确定各个科研方向的人选。

1.2.2 管理模式

因每个年级人数有变化，微生物学科研兴

趣小组在校生约 15–20 人。为保障小组的高效运作,依据小组的具体研究内容、组员特点与课余时间安排,每组配备 1–2 名研究生助教,每周安排至少 9 h 的在组学习和实践时间,按培养计划分阶段分内容分层次地对小组成员进行循序渐进、科学有效的培养。

1.2.3 具体要求

依据组员的理论学习、科研进展与竞赛情况,执行组会、月汇报、学期、学年总结制度。

每两周召开一次集体组会,分组汇报研究进展,包括遇到的困难和已经取得的突破。

每月 25 日以邮件形式进行月度汇报,分享自身的学习收获与困惑、实验过程中的细节与心得,以及生活中的经历和感受。

每学期末进行学期总结,客观评估自己的学习和科研状态,制订可操作性的计划。

每学年末进行学年总结,对一年的工作进行深度复盘,从理论知识的积累到科研实践能力的提升,再到竞赛中获得的宝贵经验,详细梳理成果,总结与反思,为下一学年的发展奠定坚实基础。

微生物学科研兴趣小组充分发挥组织协调作用,倡导团结互助的价值观念,全体成员应为营造热烈浓厚、积极向上的环境氛围,促进成员之间的深度交流与紧密合作,建立健全公平合理的协作规则共同努力,使小组成为学生探索科学真理、提升创新能力和综合素质的良好平台。

1.3 活动

以“教研结合”的指导思想为引领,全面且深入地展开各项工作。通过精心营造浓郁且积极的科研氛围,让每一位置身其中的学生都能感受到科研的魅力与召唤,从而激发内在的探索动力;通过有意识地培养科学严谨的态度,使学生们对待知识和研究保持敬畏与执着,确

保研究的准确性和可靠性;通过大力发扬团结协作的团队精神,让个体之间形成强大的合力,共同攻克一个又一个难题,实现一加一大于二的效果。

1.3.1 积累专业知识

专业领域的知识积累是培养科研创新能力的重要途径。通过查阅参考文献,积累相关的专业知识,汲取前人的智慧成果。由于科学研究实验涉及较多的专业性知识,学生在进入科研前要掌握查阅中外文献的能力。对于微生物学兴趣小组成员进行的第一步培训为如何使用中国知网、PubMed、Web of Science 等查阅文献,如何快速浏览文献,如何精读文献等,学习相关的文献管理软件,并学会追踪其研究领域的最新前沿动态。微生物学科研兴趣小组成员能够高效地获取和利用前人的智慧成果,站在巨人的肩膀上不断前行,这不仅是对知识传承的尊重,更是为创新奠定坚实的基础。

1.3.2 开阔创新视野

微生物学科研兴趣小组每两周举行一次大组会,由本科生和研究生轮流汇报中、英文文献精读情况及实验研究进展,并在教师的指导下进行“头脑风暴”,每位学生对于上一位学生的汇报提出问题并发表自己的想法,互相讨论科研问题,构建科研思路,不断提高学生的创新思维能力。并鼓励小组同学参加学校针对研究生组织的“生物技术与生物经济”暑期学习,通过相关领域专家的学术报告,让学生了解前沿的学术理念,激发学生的创新意识,开阔学生创新视野。

1.3.3 挖掘创新潜力

以“挑战杯”“互联网+”、生命科学大赛等大学生课外学术竞赛为指引,督促小组成员独立思考,分工合作,通过撰写项目申请书,充分挖掘学生的创新潜力,激发学生的创新兴趣,

形成敏锐的创新逻辑思维。组内学生分别以羊肚菌新品种选育、微生物菌剂开发及抗性基因转移机制为出发点,积极参与今年举办的各类竞赛。在指导教师和研究生助教的指导帮助下,目前已斩获省级铜奖、校级一等奖、校级大学生创新创业训练计划项目等多项荣誉。

1.3.4 体验科研实践

在微生物学实验平台中,本科生和研究生一起从事科研活动,亲身感受科研实践的魅力,激发创新动力。在注重实际操作能力培养的研究活动中,坚持对学生进行经常性的诚信教育与检查。在研究过程中,每位学生须详细记录实验数据、拍照记录实验过程及结果,真实、认真地分析每一个实验结果,反思实验中的问题,完善实验思路并定期进行核验,以此培养学生尊重事实、实事求是的严谨科学态度。

通过全面、有序且具有针对性地锻炼学生的逻辑思维能力,积极培养学生的创新意识,并着重强化实际操作能力,大幅提升学生们分析问题、解决问题的效率和质量。支持师范类高校在人才培养工作上实现创新和优化,推动学术研究不断取得新的突破和进步,促进各项事业蓬勃发展,持续为师范类高校的人才培养、学术进步和事业发展注入源源不断的鲜活活力与强大动力。

2 微生物学“第二课堂”的实施过程

微生物学科研兴趣小组学生积极参与小组系列培养计划中的重要环节——“第二课堂”活动。通过本科生“第二课堂”——“生科院微生物学科研兴趣培养课”对课堂理论知识进行实践与升华。丰富学生的学习体验,突破传统课堂的限制,让学生在更广阔的领域中探索微生物学的奥秘,有助于激发学生的创新思维、培养

学生的创新意识和实践操作能力,使理论知识与实际应用紧密结合,提高学生解决实际问题的能力。

2.1 课程开设

在学校支持下,为对微生物学感兴趣的学生带来全新的学习体验,团队教师每学期进行网上申报并面向全学院本科生开设为期4学时的“微生物学”第二课堂——“生科院微生物学科研兴趣培养课”。课程满30人即可开课,以教师指导、研究生助教帮扶、“老带新”为基本原则,在“第二课堂”活动中实施1.3.3、1.3.4中科研实验自主设计与操作实践、创新竞赛经验分享与模拟演练的部分内容。“微生物学科研兴趣培养课”激发学生的学习兴趣 and 主动性,突破常规教学局限,补充和拓展课堂教学的内容,提供自由探索空间,培养学生实践、思维及合作能力,增强专业认同度。

2.2 活动实施

2.2.1 科研实验自主设计与操作实践

开设“生科院微生物学科研兴趣培养课”第一讲,由微生物学课程负责人主讲,微生物组研究生及2020、2021、2022级生物科学专业的本科生自愿参与。学生在“第二课堂”上再次完成微生物学实验课学习过的“细菌革兰氏染色”和“细菌的生理生化实验-接触酶试验”,既可巩固专业知识,锻炼实验技能,也进一步增强学生的动手能力;在“微生物的分离与纯化”实验中,鼓励学生根据自己感兴趣的课题方向分组设计实验内容、自主采样并进行结果分析,例如,酸奶中乳酸菌的分离、腐烂水果中霉菌的分离、土壤中固氮菌的分离、教学楼自来水中细菌的计数等等,在完成实验后展示各组的结果与讨论。熟练掌握微生物基础实验的操作技能和实验技巧后,进一步利用组内资源设计“羊肚菌的组织分离”“白霉病的筛选及致病性检

验”“多功能大豆菌剂的研发”等实验,通过不断的实验探索、活跃的学术氛围激发学生的创新潜力,鼓励学生积极探索并提出新的想法,从而推动知识的进一步拓展和创新能力的不断发展。

2.2.2 创新竞赛经验分享与模拟演练

“生科院微生物学科科研兴趣培养课”是创新能力培养与训练的新起点,第二讲集中授课旨在培养学生创新思维,激发学生创新潜能。首先,在组研究生详细讲解中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛、“挑战杯”比赛、大学生创新创业项目、全国大学生生命科学竞赛的参赛流程、评审要求及宝贵经验。学生们在全面了解参赛的细则后,由负责教师现场指导参赛模拟训练,按本实验室课题研究方向分组讨论并展示各组参赛项目的创意,指导教师进行点评和总结。以抗生素组的段同学为例,根据关键词“抗性基因”“转移机制”和“耐药机制”查阅相关文献,了解前沿热点,自主设计相关课题的题目包括“抗生素胁迫下大肠杆菌(*Escherichia coli*)膜囊泡产量及生物学特性分析”和“基于大肠杆菌膜囊泡药物载体系统的构建与应用”。在“第二课堂”中,该学生通过分享文献调研结果、实验设计思路、技术路线等,与同学、师姐和老师探讨实验设计方法的可行性和创新性,最终确定以第一个课题为该学生的主要研究方向,并以此为主题进行“毕设”、参加“互联网+”比赛、申报大学生创新创业项目。以期为深入探究大肠杆菌膜囊泡在抗性基因转移过程中的作用机制并制定更有效的细菌感染病治疗策略提供理论依据。

近年来的“第二课堂”活动广泛得到学校和学院的一致肯定,学院公众号发布通信文章评价微生物学科科研兴趣小组的“第二课堂”活动:“课程活动的顺利开展,标志着我院‘第二课堂’课程化改革工作迈入一个新阶段,为生命科学

与技术学院的人才培养模式树立了良好表率,并为师范类大学生物学各领域实验兴趣小组起到了良好的示范作用”。

3 科研创新实践平台的搭建

指导团队以用人单位实际需求作为明确的指引方向,搭建科研创新实践平台,全面且系统地开展工作。以微生物学实验室为科研活动 and 创新能力培养的主要实施平台进行基础实验训练、竞赛和大创培训,依托校社团——“菌源”微生物科技协会进行活动策划和日常管理,借助指导教师的科研项目和长期合作的科研单位开展科学研究、实践研究及实验教学实践。通过参与科研项目、组织课堂实践、精心构建发展科学素养的产学研体系等举措,将育人目标与科研能力和行业需求紧密相连。同时,在实践中进一步夯实学生的知识基础,让知识体系更加牢固和全面,为持续提升学生创新能力、激发内在的创造力和潜能筑牢理论基石。

3.1 科学理论研究平台

理科的科学研究离不开实验,微生物学实验室为学生提供实验平台和全程指导,使其能够独立完成科研实践研究,并撰写研究报告及科研论文。好的科研工作者必须养成规范的实验操作意识,微生物学兴趣小组开展的科研活动涵盖实验室安全、微生物学基础实验的原理及操作、实验数据的统计以及实验结果的撰写与分析等方面。活动策划和日常管理工作依托校社团——“菌源”微生物科技协会展开,协会制定了完善的规章制度,包括成员的考勤制度、实验设备的使用规范、社团经费的管理办法等。同时,定期组织内部培训和交流活动,提升成员的创新实践能力、专业素养和团队凝聚力。

遵循 OBE 理念,以结果为导向,将理论与

生产实际相结合,鼓励小组成员以生产实际中存在的问题设计科研课题,自主完成毕业论文、申请大学生科技创新项目、大学生创新创业计划项目。以2021级小组成员驯化野生羊肚菌为例,牡丹江食用菌寒地种植现状调研结果表明,羊肚菌在实践生产中出现南方主栽品种在北方寒地出菇率低、产量和品质起伏不定、难以预测等问题。食用菌小组成员通过野外收集一株寒地野生羊肚菌将其驯化为栽培品种并申请发明专利,以此完成毕业设计和2023年黑龙江省大学生创新创业训练计划国家立项项目《让“黄金伞”成为农民口袋里的真黄金——北方寒地羊肚菌种植推广》。同时,分派研究生专门负责各个小组培训与实验的过程,定期组织小组成员召开小组会及时总结与反思,在大组会中全组师生共同参与讨论,在保障科研实验设计顺利进行的情况下,锻炼本科生自主思考和解决问题的能力,根据每组学生定期的实验结果和组会汇报情况及时调整科研兴趣小组的培养方案。让理论与实践紧密交织,在不断探索和挑战中激发潜能,从而提升解决实际生产问题的实践能力,真正做到学以致用、知行合一。

3.2 产学研交流实践平台

借助长期合作的科研单位——牡丹江国家级食用菌协同创新中心、黑龙江省农科院实验基地,结合科研项目、市级科技特派和乡村振兴战略需求,遵循以学生为主体,鼓励学生积极参与,从科学的角度提出问题,把理论转化为生产力,指导学生制定实践方案,培养学生自主规划能力;活动结束后对全过程进行总结与评估。使学生明确所学知识与实际应用之间的联系,激发学习热情和创新精神,培养解决实际问题的能力,从而更好地将理论转化为生产力,为社会的发展做出直接贡献。

以2023年微生物兴趣小组“食用菌组”的成

员独立申请的大学生创新项目为例,通过线上建立“北方寒地羊肚菌小课堂”公众号,宣传羊肚菌的营养物质、功效及其种植技术等,以本科小组成员为主导目前已撰写相关文章8篇,累计阅读量达2000余次;2023年7月,团队全体在校生在指导教师带领下,先后跨越牡丹江、东宁、海林三个城市,参观了牡丹江镜心湖菌业有限公司、东宁山友食用菌科技研发有限公司、北河沿国家级黑木耳标准化种植示范园区等多个黑龙江省食用菌产业的标志性地点,全面而具体地了解黑龙江省食用菌产业的发展现状,对食用菌产业“产学研”发展模式进行深入学习,通过线上与线下相结合的培养模式,提升学生自主创新与实践能力。学生经过探究、创造、亲历,可以迅速提升自身素质,有效缩短学校培养与社会实践的距离,体现大学培养的内在规律与目的。形成良性互动和协同发展的格局,这是对传统本科教学模式的突破与创新,为人才培养和社会进步提供了强大的动力。

3.3 中学实验教学实践平台

微生物学科研兴趣小组借助中学实验教学实践平台——黑龙江省教师发展学院、哈尔滨市教育研究院,并聘请学院外聘专硕导师指导学生开展初、高中生物学教材相关实验训练。为学生提供实验教学实践机会,使其熟练掌握实验器材使用,熟悉实验流程,为学生创造了宝贵的实践契机,提高学生的实验教学技能,培养解决问题与创新思维能力,激发对生物学实验教学的兴趣,为未来相关领域学习研究奠定基础。

小组成员亲身参与中学实验操作,深度理解微生物学知识。在实践过程中,学生熟练掌握各种实验器材的正确使用方法,严格遵循科学规范的实验流程。例如,制作玻片标本、细

菌形态观察、真菌培养、真菌的孢子菌丝形态观察及酸奶的制作等中学微生物学实验教学训练。经过系统且深入的实验教学实践，小组成员在实验教学技能层面实现了质的飞跃。同时，定期组织实验教学观摩活动，给小组成员提供与初高中教师相互学习的机会，取长补短，不断提高实验教学水平；学习新的教学理念，如探究式学习、项目式学习等，以及如何将这些理念应用到生物学实验教学中；鼓励与其他学科教师合作，开展跨学科的实验教学活动，拓宽知识视野，培养综合运用知识解决问题的能力；鼓励根据新课程标准和教材内容，设计创新性的实验项目，提高实验的趣味性和探究性。借助中学实验教学实践平台进行的微生物学实验训练，在新课程、新教材、新高考的宏观背景下，切实增强小组成员的中学实验教学技能，助力小组成员在实践中积累经验、在探索中提升能力，有望成为具备扎实实验技能、科学素养和丰富教学技能的专业人才。

科研创新实践平台的搭建为微生物学科科研兴趣小组成员提供丰富的资源和先进的设备，使得他们能够开展更复杂、更前沿的研究项目，提高科研成果的质量和水平。促进不同学科领域之间的交流与融合，激发创新的火花，产生跨学科的研究成果。为本科生和研究生提供实践锻炼的机会，为科研领域储备后续力量。此外，加强产学研的结合，加速科研成果的转化和应用，推动产业的发展和进步，促进经济的增长，形成良好的科研生态；中学实验教学实践平台能够分享实验教学经验、讨论问题、相互学习，形成良好的教师专业成长氛围。整体实施过程既突显了以需求为导向的精准性，又体现了多方位培养和提升的全面性，为人才的全面发展和大学生创新能力的提升开辟了独特且有效的路径。

4 创新能力培养评价与反馈机制的完善

始终严格遵循 OBE 模式中“持续改进”的理念，全方位地展开工作。以微生物科研兴趣小组的一系列活动为基石，逐步构建针对大学生创新能力培养的科学评价体系，能够精准地衡量和评估培养效果；同时建立完善的学生反馈机制，及时关注和回应学生的声音和需求。根据评价结果和学生反馈，不断对培养模式进行调整和优化，使其能够与时俱进，更好地适应新时代对大学生创新能力培养的要求。

4.1 构建创新能力评价体系

根据学院创新学分得分的评价机制，注重学生知识的应用能力和创新能力的考核，突出学生的实验技能和解决实际问题的能力，采用自评与互评结合、定性与定量结合的方式，如对学生科研思维与实践操作能力的评价可以包括以下几个方面：

- (1) 考查学生文献积累情况，评价学生对实验原理和实验内容的理解与掌握程度；
- (2) 检验学生的实验操作技能，仪器使用是否规范，能否按要求独立操作；
- (3) 评估学生的科研记录本是否符合标准，检查数据处理是否准确，考查学生对实验结果分析的掌握情况；
- (4) 考查科研兴趣小组的成果，包括论文发表、项目申报及获奖情况。

4.2 跟踪培养及追踪调研机制

基于 4.1 评价体系对参加微生物学科科研兴趣小组的学生进行综合评价，结合学生的学习成绩跟踪式培养在校学生，关注学生的培养效果和生活状态，及时调整阶段性培养方案。如有学生因参加科研兴趣小组成绩下滑，会及时找该学生面谈，根据学生自身意愿调整其在组

内的工作内容和占比；如有学生被激发出了更强的科研兴趣，也会及时调整其培养方案，增加其科研兴趣小组中的内容，并引导学生明晰自己的未来规划。

对已经毕业的学生，充分关注其在新环境中工作、学习及生活的情况，通过访谈法进行追踪调研，及时完善、持续改进微生物学兴趣小组的大学生创新能力培养模式。充分发挥师范院校自身特点，走上教学岗位的微生物学兴趣小组毕业生，将所接受的教育积极延伸至生物学基础教育领域，把在高等教育中所形成的创新能力培养的改革成果，巧妙地融入日常教学中，使得毕业生们能够以更具前瞻性和探索性的思维去引导学生，为生物学基础教育注入强劲的动力。凭借自身扎实的专业知识和先进的科研思维，助力生物学基础教育持续发展和进步，为培养具有创新精神和实践能力的新一代生物学人才奠定坚实基础。

5 微生物学科研兴趣小组创新能力培养成效

5.1 科研成果

自 2002 年起成立哈尔滨师范大学生命科学与技术学院本科生微生物学科研兴趣小组，已指导小组成员 140 余人，以本科学生为第一、第二作者发表科研论文 32 篇；带领本科生参加科研会议 10 余次，发表会议论文 30 余篇；指导申请大学生科技创新基金和大学生创新创业训练项目 24 项(已结题 18 项，在研 6 项，国家立项 1 项)；指导参加全国、省级、校级“挑战杯”“互联网+”生命大赛等大学生创新创业类竞赛，获得奖项 42 项，其中国家 4 项，省级 20 项，校级 18 项(表 1)。

5.2 小组成员就业情况

通过一系列培养计划的实施，使学生养成

了实事求是的科学态度；培养了团结协作的团队精神；锻炼了敏锐创新的逻辑思维；提升了科研实践和社会服务能力。每年已毕业小组成员就业率达 100% (包括考研)，就业学生从事微生物学、生物学专业相关工作和研究人员占比 95% 以上。根据反馈，毕业生在职场和科研领域都表现出色，部分毕业生在就业第一年就被评为优秀员工。目前，小组毕业成员在相关领域都取得了可喜的成绩，如 2000 级小组成员赵某现就职于哈尔滨市教育研究院，主要从事高中生物学教学研究；2000 级小组成员张某现就职于黑龙江省农业科学院生物技术研究所，主要从事微生物技术方面研究；2004 级王某现就职于中山大学海洋学科省级实验室(珠海)，主要从事海洋微生物方面研究；2006 级小组成员张某现就职于智慧农业学院食用菌研究所，主要从事大型真菌生产实践的研究；2009 级赵某现就职于上海巴斯德研究所，主要从事病毒学研究；2011 级小组成员杨某现就职于中国科学院东北地理与农业生态研究所农业技术中心，主要从事土壤功能微生物等方向研究；2014 级小组成员车某现任保定市宏利佳高中生物学教师；2016 级徐某现就读于中国人民解放军军事医学研究院(博士)，主要从事病毒学研究。同时，毕业生一直与微生物实验室保持着较为密切的联系与交流，为小组本科生的科研创新能力培养搭建了多个实践和交流的平台。

5.3 典型示范案例

基于 OBE 理念下微生物学小组成员创新能力培养策略的实施，结合课堂教学与社会实践，以今年毕业生唐同学为例介绍该培养策略的实施过程及效果(表 2)。

5.4 教学质量提升成效

通过多年微生物学科研兴趣小组创新能力培养策略的实施，增强了学生实践动手能力，培

表 1 微生物学科研究兴趣小组获奖情况(按时间顺序)

Table 1 Microbiology research interest group awards (in chronological order)

序号 Serial number	年份 Year	项目名称 Project name	竞赛名称 Name of competition	级别 Grade	等级 Level
1	2024	小小黄金伞，家家笑开颜： 北方寒地羊肚菌的开创者 Small golden umbrella, family smile: the founder of the northern cold morels	中国国际大学生创新大赛(2024) China International University Student Innovation Competition (2024)	省级 Provincial level	金奖 Gold
2			第十四届“挑战杯”大学生创业计划竞赛 The 14th “Challenge Cup” College Business Plan Competition	省级 Provincial level	铜奖 Bronze
3			中国国际大学生创新大赛(2024) China International University Student Innovation Competition (2024)	校级 University level	一等 First
4			第十四届“挑战杯”大学生创业计划竞赛 The 14th “Challenge Cup” College Business Plan Competition	校级 University level	一等 First
5		锦囊妙“菌”，大豆盈仓一 大豆菌剂“哈微 1 号”的研 发与推广	中国国际大学生创新大赛(2024) China International University Student Innovation Competition (2024)	省级 Provincial level	铜奖 Bronze
6		The research and development of “Ha Wei 1”, a kind of soybean fungus preparation	第十四届“挑战杯”大学生创业计划竞赛 The 14th “Challenge Cup” College Business Plan Competition	省级 Provincial level	铜奖 Bronze
7			中国国际大学生创新大赛(2024) China International University Student Innovation Competition (2024)	校级 University level	一等 First
8			第十四届“挑战杯”大学生创业计划竞赛 The 14th “Challenge Cup” College Business Plan Competition	校级 University level	一等 First
9		基于大肠杆菌膜囊泡药物载 体系统的构建与应用 Construction and application of drug delivery system based on <i>E. coli</i> membrane vesicles	中国国际大学生创新大赛(2024) China International University Student Innovation Competition (2024)	省级 Provincial level	铜奖 Bronze
10			中国国际大学生创新大赛(2024) China International University Student Innovation Competition (2024)	校级 University level	一等 First
11		抗寒高产致富伞，农家希望幸 福村：抗寒高产羊肚菌选育 Anti-cold high-yield get rich umbrella, farmers hope happy village: breeding of cold-resistant and high-yield <i>Morchella</i> sp.	第十四届“挑战杯”大学生创业计划竞赛 The 14th “Challenge Cup” College Business Plan Competition	校级 University level	一等 First
12		食用菌栽培技术公益培训项目 Public welfare training project of edible fungi cultivation technology	2024 年哈尔滨师范大学志愿服务项目大赛 2024 Harbin Normal University Competition	校级 University level	二等 Second
13	2023	护粮将“菌”根中聚，黑土流金 豆满囤：大豆“抗病-促生-农药 降解”多功能微胶囊 Soybean “disease resistance- promote growth-pesticide degradation” multifunctional microcapsules	第十八届“挑战杯”黑龙江省大学生课外学术科技作品 竞赛 The 18th “Challenge Cup” Heilongjiang University Students Extracurricular Academic Science and Technology Competition	省级 Provincial level	三等 Third
14			第十八届“挑战杯”哈尔滨师范大学学生课外学术科技 作品竞赛 The 18th “Challenge Cup” Harbin Normal University Students’ Extracurricular Academic and Technological Works Competition	校级 University level	三等 Third

(待续)

(续表 1)

序号 Serial number	年份 Year	项目名称 Project name	竞赛名称 Name of competition	级别 Grade	等级 Level
15		污染土壤“拯救者”: BDE-47 基因工程菌固定化小球 Immobilized pellets of genetically engineered bacteria BDE-47, the “Rescuer” of contaminated soil	第十八届“挑战杯”黑龙江省大学生课外学术科技作品 竞赛 The 18th “Challenge Cup” Heilongjiang University Students Extracurricular Academic Science and Technology Competition	省级 Provincial level	三等 Third
16			第十八届“挑战杯”哈尔滨师范大学学生课外学术科技 作品竞赛 The 18th “Challenge Cup” Harbin Normal University Students’ Extracurricular Academic and Technological Works Competition	校级 University level	三等 Third
17		BDE-47 好氧降解基因工程菌 的构建及特性研究 Construction and characterization of genetically engineered strain BDE-47 for aerobic degradation	第十八届“挑战杯”哈尔滨师范大学学生课外学术科技 作品竞赛 The 18th “Challenge Cup” Harbin Normal University Students’ Extracurricular Academic and Technological Works Competition	校级 University level	一等 First
18		北方寒地“黄金伞”: 羊肚菌 栽培菌株的选育与推广 Breeding and popularization of <i>Morchella esculenta</i> cultivated	第九届中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛 The 9th China International “Internet+” College Students Innovation and Entrepreneurship Contest	省级 Provincial level	铜奖 Bronze
19		strain “golden umbrella” in northern cold region	第十四届哈尔滨大学生创业大赛 The 14th Harbin University Students Entrepreneurship Contest	省级 Provincial level	百强 Top100
20			第九届中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛暨哈尔 滨师范大学第二届“师创杯”大学生创新创业大赛 The 9th China International “Internet+” College Students Innovation and Entrepreneurship Competition cum 2nd “Teachers Create Cup” College Harbin Normal University Innovation and Entrepreneurship Competition	校级 University level	一等 First
21		得“菌”行道, “豆治”昂扬: 大豆根腐病生防/促生菌的 筛选及生防机理研究	第九届中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛 The 9th China International “Internet +” College Students Innovation and Entrepreneurship Contest	省级 Provincial level	铜奖 Bronze
22		Screening of biocontrol/growth: promoting bacteria for soybean root rot and study on biocontrol mechanism	第九届中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛暨哈尔 滨师范大学第二届“师创杯”大学生创新创业大赛 The 9th China International “Internet+” College Students Innovation and Entrepreneurship Competition cum 2nd “Teachers Create Cup” College Harbin Normal University Innovation and Entrepreneurship Competition	校级 University level	三等 Third
23	2022	亚抑菌浓度抗生素对耐药接合 子的影响 Effect of subinhibitory concentration of antibiotics on the resistance of conjugates	第五届大学生生命科学竞赛 The 5th Life Science Competition for College Students	省级 Provincial level	二等 Second
24		黑土地的无“微”不治: 大豆促生/农药降解微胶囊 Microcapsules for promoting growth and pesticide degradation of soybean in black soil	第十三届“挑战杯”黑龙江省大学生创业计划 The 13th “Challenge Cup” for College Students in Heilongjiang	省级 Provincial level	金奖 Gold

(待续)

(续表 1)

序号 Serial number	年份 Year	项目名称 Project name	竞赛名称 Name of competition	级别 Grade	等级 Level
25			第八届中国国际“互联网+”暨第十三届“挑战杯”中国大学生创业计划竞赛 The 8th China International “Internet+” and the 13th “Challenge Cup” Competition for Chinese College Students’ Business Plan	校级 University level	一等 First
26			“建行杯”第八届黑龙江省“互联网+”大学生创新创业大赛 The 8th “Internet +” University Student Innovation and Entrepreneurship Competition in Heilongjiang	省级 Provincial level	铜奖 Bronze
27	2018	BDE-47 降解菌固定化小球理化性质研究 Physical and chemical properties of immobilized BDE-47-degrading bacteria beads	第三届全国大学生生命科学创新创业大赛 The 3rd National Life Science Innovation and Entrepreneurship Contest for College Students	国家 National level	三等 Third
28		抑制雪梨腐烂的拮抗菌的筛选及效果研究 Study on screening and effect of antagonistic bacteria for suppressing Sydney rot	第三届全国大学生生命科学创新创业大赛 The 3rd National Life Science Innovation and Entrepreneurship Contest for College Students	国家 National level	三等 Third
29		一种绿色材料的环保型蚊香研究 Study on a kind of green mosquito-repellent incense	第三届全国大学生生命科学创新创业大赛 The 3rd National Life Science Innovation and Entrepreneurship Contest for College Students	国家 National level	三等 Third
30	2017	食醋中特有微生物用于延长酸奶保质期的研究 Study on extending the shelf-life of yoghurt by special microorganism in vinegar	第十五届“挑战杯”黑龙江省大学生课外学术科技作品竞赛 The 15th “Challenge Cup” Heilongjiang University Students Extracurricular Academic Science and Technology Competition	省级 Provincial level	二等 Second
31			第六届“翰皇杯”暨第十五届“挑战杯”大学生课外学术科技作品竞赛 The 6th “Emperor Cup” and the 15th “Challenge Cup” Competition of Extracurricular Academic and Scientific Works of University Students	校级 University level	二等 Second
32		一种生态型室内灭蚊方法研究 Study on an ecological indoor mosquito control method	第六届“翰皇杯”暨第十五届“挑战杯”大学生课外学术科技作品竞赛 The 6th “Emperor Cup” and the 15th “Challenge Cup” Competition of Extracurricular Academic and Scientific Works of University Students	校级 University level	三等 Third
33	2015	不同施肥方式对土壤中可培养细菌多样性及酶活性的影响研究 Effects of different fertilization methods on diversity of culturable bacteria and enzyme activity in soil	第十四届“挑战杯”黑龙江省大学生课外学术科技作品竞赛 The 14th “Challenge Cup” Heilongjiang University Students Extracurricular Academic Science and Technology Competition	省级 Provincial level	三等 Third

(待续)

(续表 1)

序号 Serial number	年份 Year	项目名称 Project name	竞赛名称 Name of competition	级别 Grade	等级 Level
34			第十四届“挑战杯”哈尔滨师范大学学生课外学术科技作品竞赛 The 14th “Challenge Cup” Harbin Normal University Students’ Extracurricular Academic and Technological Work Competition	校级 University level	二等 Second
35		污水厂尾水中微生物群落结构多样性的研究 Diversity of microbial community structure in wastewater treatment plant	第十四届“挑战杯”哈尔滨师范大学学生课外学术科技作品竞赛 The 14th “Challenge Cup” Harbin Normal University Students’ Extracurricular Academic and Technological Work Competition	校级 University level	三等 Third
36	2013	常州市北市河生态修复过程中底泥微生物群落结构解析 Analysis of microbial community structure of sediment in the process of ecological restoration of Beishi River in Changzhou City	第十三届“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛 The 13th “Challenge Cup” National University Student Extracurricular Academic Science and Technology Competition	国家 National level	铜奖 Bronze
37			第十三届“挑战杯”哈尔滨师范大学学生课外学术科技作品竞赛 The 13th “Challenge Cup” Harbin Normal University Students’ Extracurricular Academic and Technological Works Competition	校级 University level	一等 First
38	2011	黑龙江省不同纬度森林土壤放线菌优势菌种的鉴定 Identification of dominant species of forest soil actinomycetes at different latitudes in Heilongjiang, China	第十二届“挑战杯”黑龙江省大学生课外学术科技作品竞赛 The 12th “Challenge Cup” Heilongjiang University Students Extracurricular Academic Science and Technology Competition	省级 Provincial level	二等 Second
39		大兴安岭不同林型土壤细菌的分离与鉴定 Isolation and identification of soil bacteria from different forest types in greater khingan	第十二届“挑战杯”黑龙江省大学生课外学术科技作品竞赛 The 12th “Challenge Cup” Heilongjiang University Students Extracurricular Academic Science and Technology Competition	省级 Provincial level	优秀 Excellent
40		低温高效苯酚降解菌的筛选及降解特性的研究 Screening and characterization of phenol-degrading bacteria with low temperature and high efficiency	第十二届“挑战杯”黑龙江省大学生课外学术科技作品竞赛 The 12th “Challenge Cup” Heilongjiang University Students Extracurricular Academic Science and Technology Competition	省级 Provincial level	优秀 Excellent
41	2009	黑龙江省二龙山水库细菌种属鉴定 Identification of bacterial species in Erlongshan Reservoir, Heilongjiang Provincial level	第十一届“挑战杯”黑龙江省大学生课外学术科技作品竞赛 The 11th “Challenge Cup” Heilongjiang University Students Extracurricular Academic Science and Technology Competition	省级 Provincial level	优秀 Excellent
42		建三江农田土壤细菌的分离与鉴定 Isolation and identification of soil bacteria in Jiansanjiang	第十一届“挑战杯”黑龙江省大学生课外学术科技作品竞赛 The 11th “Challenge Cup” Heilongjiang University Students Extracurricular Academic Science and Technology Competition	省级 Provincial level	优秀 Excellent

表 2 典型示范案例的实施过程及效果

Table 2 The implementation process and effect of typical demonstration cases

时间 Time	过程 Process	效果 Effect	成果 Result
2021.09– 2021.12	首次接触微生物学课程, 根据“双向选择”、培训考核、分组 First contact microbiology course, according to “two-way selection”, training assessment, grouping	对微生物学产生浓厚兴趣, 有加入微生物学兴趣小组的意向; 了解并确定自己的研究方向 Have strong interest in microbiology, have the intention to join the microbiology interest group; understand and determine their research direction	顺利通过考核, 加入“大豆根际微生物组” Through the examination, joined the “soybean rhizosphere microbiome”
2022.03– 2022.12	学习组内师兄师姐的参赛经验; 练习基础实验操作; 实践调研设计并确定“毕设”方向 Study the experience of the students in the group; practice the basic experimental operation; practice the research design and determine the direction of “graduation”	掌握文献阅读、整理和实验技能、构建科研思路、激发创新潜力 To master the skills of literature reading, arrangement and experiment, to construct scientific research ideas and to stimulate the potential of innovation	参与获得省级金奖和铜奖各 1 项、校级一等奖 1 项; 根据东北大豆产区根腐病危害严重的现象设计课题, 获批 2022 年省级科研创新项目 One provincial gold award, one bronze award and one school-level first-class award were awarded, and the innovation project of provincial-level scientific research in 2022 was approved according to the design project of serious root rot disease in northeast soybean production area
2023.03– 2023.12	充分利用第二课堂时间积极参与“挑战杯”“互联网+”“生命竞赛”等项目; 完成“毕设”实验; 规划未来发展方向 Make full use of the second class time to actively participate in “Challenge Cup”, “Internet+”, “life contest” and other projects	形成了敏锐的创新逻辑思维、开阔创新视野、增强合作意识; 保持严谨的科学态度; 提高创新实践能力 Form a sharp logical thinking of innovation, broaden the vision of innovation, enhance the awareness of cooperation, maintain a rigorous scientific attitude, improve the ability to practice innovation	获得省级铜奖 1 项、校级一等奖和三等奖各 1 项 Obtained one provincial bronze, one school-level first prize and one third prize
2024.03– 2024.06	完成实验数据分析、撰写毕业论文 Finish the analysis of experimental data and write the graduation thesis		完成“毕设”《大豆根腐病生防/促生菌的筛选及生防机理研究》 Finish the thesis “Screening of biocontrol/growth-promoting bacteria against soybean root rot and study on biocontrol mechanism”
全过程 Full process	实时跟踪反馈其学习成绩并调整培养方案; 定期参与组会, 与研究生进行课题探讨 Real-time tracking and feedback of their learning results and adjust the training program; regular participation in group meetings, with graduate students to discuss the topic	树立正确人生观、培养创新思维、实践能力 Establish a correct outlook on life, cultivate innovative thinking, practical ability	获国家奖学金; 校级一等奖学金; 省级和校级三好学生荣誉称号; 保研到山东大学国家重点实验室 Awarded the national scholarship, the school-level first-class scholarship, the honorary title of the provincial-level and school-level three-good students, and was escorted to Shandong University state key laboratory

养了学生创新创业精神, 打通了课内外的时空壁垒, 形成全时空、全方位、全过程的教学模式, 有效提高了微生物学课程的教学质量。团

队指导教师近 5 年已完成教改项目 8 项; 获教学奖 30 项; 发表教改论文 17 篇; 获优秀指导教师奖 8 项; 主编教材 1 部, 参编教材 4 部(表 3)。

表3 近5年教学质量提升的成效

Table 3 Results of teaching quality improvement in the past five years

类别 Category	名称 Name	部门/项目/期刊 Department/Project/Periodical	年份 Year	署名排序 Signature order
教学奖励 Teaching awards	2022-2023 年度先进工作者 2022-2023 advanced workers	哈尔滨师范大学 Harbin Normal University	2023	1
	黑龙江省优秀指导教师 Excellent instructors in Heilongjiang	黑龙江省教育厅 Department of Education of Heilongjiang Provincial level	2022	1
	教学优质奖二等奖 Teaching quality award second prize	哈尔滨师范大学 Harbin Normal University	2022	1
	第十四届“教学名师奖” The 14th “Teaching Master Award”	哈尔滨师范大学 Harbin Normal University	2021	1
	教学优质奖二等奖 Teaching quality award second prize	哈尔滨师范大学 Harbin Normal University	2020	1
教改立项 Education reform	微生物学 Microbiology	黑龙江省高等学校第四批课程思政示范课程和教学团队培育项目 The fourth batch of ideological and political education model courses and teaching team development projects in Heilongjiang higher education institutions	2024	1
	“三新”背景下高中生物学跨学科主题教学的实践研究 The practice research of interdisciplinary theme teaching of biology in senior high school under the background of “Three new”	哈尔滨市教育科学“十四五”规划重点项目 Key projects in Harbin’s 14th Five-year Plan for education science	2023	3
	OBE 视角下基于科研兴趣小组的大学生创新能力培养的探索与实践 Exploration and practice of cultivating college students’ innovation ability based on scientific research interest group from the perspective of OBE	黑龙江省高等教育教学改革研究一般项目 General research project on teaching reform in higher education in Heilongjiang	2022	1
	基于生物学核心素养的生物学专业教学能力培养模式的研究与实践 The research and practice of teaching ability training model of biological science specialty based on biological core literacy	哈尔滨师范大学高等教育教学改革研究重点研究项目 Key research projects of Harbin Normal University higher education reform	2021	1
	精品视频资源共享课程建设项目: 微生物学(细胞型) Fine video resource sharing course construction project: microbiology (cell type)	哈尔滨师范大学精品视频资源共享课程建设项目 A Harbin Normal University video resource sharing course	2021	1
	2024 年黑龙江省适应性演练生物学试卷分析与备考策略 ^[8] 2024 Heilongjiang adaptation exercise biology paper analysis and test preparation strategy ^[8]	黑龙江教育 Heilongjiang Education	2024	2
	基于“中特高”背景下《食用菌》课程建设的思考 ^[9] Reflections on the construction of the “Edible Fungi” courses in the context of the “high-level vocational schools and professional construction with Chinese characteristics” ^[9]	黑龙江粮食 Journal of Heilongjiang Grain	2023	1
	基于生物学核心素养的生物科学专业师范生教学能力培养模式的探究 ^[10] Research on the cultivation mode of teaching ability of biological science normal university students based on biological core literacy ^[10]	黑龙江高教研究 Heilongjiang Researches on Higher Education	2023	1
	高中生物学课程中思政元素的挖掘 ^[11] The excavation of ideological and political elements in biology curriculum of senior high school ^[11]	西部素质教育 Western China Quality Education	2022	1

6 结语

培养创新型人才需要经过一个全面系统的综合过程,并非一蹴而就。将 OBE 理念与微生物学科兴趣小组相结合,培养大学生创新能力的同时,以自身兴趣为指引促进专业课程的学习,以科研项目为指引拓宽创新视野,以科技竞赛为指引锻炼创新思维,以社会服务为指引完善创新意识,以应用需求为指引增强实践能力,使学生学习状态变被动为主动,创新能力与专业自信稳步提升;不断完善创新能力的评价与毕业学生的追踪反馈机制,并将依此持续改进创新能力培养模式。

REFERENCES

- [1] 祝亚楠, 王继华. 大学生创新思维与实践能力的培养的研究与实践[J]. 林区教学, 2017(11): 11-13.
ZHU YN, WANG JH. Research and practice of innovative thinking and practice ability of university students[J]. Teaching of Forestry Region, 2017(11): 11-13 (in Chinese).
- [2] 巫小丹, 屠心怡, 付桂明, 彭珍, 江湖. “新工科”背景下“食品微生物学”教学改革探索与实践[J]. 微生物学通报, 2023, 50(2): 754-765.
WU XD, TU XY, FU GM, PENG Z, JIANG H. Exploration and practice of teaching reform of Food Microbiology in the context of new engineering education[J]. Microbiology China, 2023, 50(2): 754-765 (in Chinese).
- [3] 徐爱玲, 唐敬超, 张焕云, 孙英杰, 宋志文. 国际工程教育认证下基于成果导向教育(OBE)理念重构闭环式环境工程微生物学课程教学[J]. 微生物学通报, 2021, 48(2): 648-658.
XU AL, TANG JC, ZHANG HY, SUN YJ, SONG ZW. Reconstruct the closed-loop Environmental Engineering Microbiology based on the outcome based education under professional certification in engineering education[J]. Microbiology China, 2021, 48(2): 648-658 (in Chinese).
- [4] 严琳. “人工智能+新工科”背景下以 OBE 为理念的创新创业能力培养模式探究[J]. 电脑与电信, 2019(8): 77-79.
YAN L. Exploration on the innovation and entrepreneurship ability based on the OBE model under the background of “AI+new engineering”[J]. Computer & Telecommunication, 2019(8): 77-79 (in Chinese).
- [5] 张宇峰, 吴元庆. 基于 OBE 模式下的学生创新创业能力培养探究[J]. 渤海大学学报(自然科学版), 2021, 42(1): 55-61.
ZHANG YF, WU YQ. Research on the cultivation of students' innovation and entrepreneurship ability based on OBE mode[J]. Journal of Bohai University (Natural Science Edition), 2021, 42(1): 55-61 (in Chinese).
- [6] 杨毅刚, 孟斌, 王伟楠. 基于 OBE 模式的技术创新能力培养[J]. 高等工程教育研究, 2015(6): 24-30.
YANG YG, MENG B, WANG WN. A study on the technological innovative ability training based on the OBE model[J]. Research in Higher Education of Engineering, 2015(6): 24-30 (in Chinese).
- [7] 王文甲, 刘芳, 吕雪飞, 李晓琼. “新工科”背景下, 以科研项目为导向的大学生创新能力培养[J]. 生命科学仪器, 2019, 17(6): 90-95, 59.
WANG WJ, LIU F, LÜ XF, LI XQ. Under the background of ‘new engineering’, cultivation of the innovative ability of undergraduate students oriented by scientific research projects[J]. Life Science Instruments, 2019, 17(6): 90-95, 59 (in Chinese).
- [8] 赵春涛, 王继华. 2024 年黑龙江省适应性演练生物学试卷分析与备考策略[J]. 黑龙江教育, 2024(17): 40-42.
ZHAO CT, WANG JH. 2024 Heilongjiang adaptation exercise biology paper analysis and test preparation strategy[J]. Heilongjiang Education, 2024(17): 40-42 (in Chinese).
- [9] 张娣, 王继华, 李贺, 张杰, 徐敬才. 基于“中特高”背景下《食用菌》课程建设的思考[J]. 黑龙江粮食, 2023(5): 126-128.
ZHANG D, WANG JH, LI H, ZHANG J, XU JC. Reflections on the construction of the “edible fungi” courses in the context of the “high-level vocational schools and professional construction with Chinese characteristics”[J]. Journal of Heilongjiang Grain, 2023(5): 126-128 (in Chinese).
- [10] 王继华, 崔红, 张庆岭, 赵春涛. 基于生物学核心素养的生物科学专业师范生教学能力培养模式的探究[J]. 黑龙江高教研究, 2023, 41(2): 149-154.
WANG JH, CUI H, ZHANG QL, ZHAO CT. Research on the cultivation mode of teaching ability of biological science normal university students based on biological core literacy[J]. Heilongjiang Researches on Higher Education, 2023, 41(2): 149-154 (in Chinese).
- [11] 张安然, 王继华, 崔红, 张艳. 高中生物学课程中思政元素的挖掘[J]. 西部素质教育, 2022, 8(19): 85-88.
ZHANG AR, WANG JH, CUI H, ZHANG Y. The excavation of ideological and political elements in biology curriculum of senior high school[J]. Western China Quality Education, 2022, 8(19): 85-88 (in Chinese).