

环境微生物学课程教学改革的探索与实践

满百膺^{*1,2}, 向兴¹, 罗洋¹, 倪宇洋¹, 何丽云¹

1 上饶师范学院 生命科学学院, 江西 上饶 334001

2 上饶师范学院 赣东北特色植物资源保育与生态修复重点实验室, 江西 上饶 334001

满百膺, 向兴, 罗洋, 倪宇洋, 何丽云. 环境微生物学课程教学改革的探索与实践[J]. 微生物学通报, 2025, 52(6): 2883-2895.

MAN Baiying, XIANG Xing, LUO Yang, NI Yuyang, HE Liyun. Exploration and practice of teaching reform for Environmental Microbiology[J]. Microbiology China, 2025, 52(6): 2883-2895.

摘要: 环境微生物学是面向环境科学专业本科生开设的专业核心课程, 在“新工科”新质人才培养中发挥重要作用。近年来, 我们对环境微生物学课程在理论、实践及课程思政等方面存在的问题进行了认真思考, 通过构建课程思政案例库、革新教学内容、优化教学方法及实践教学内容、重构课程考核体系等举措进行教学改革, 以提升学生思想道德素质和实践能力。经过 3 年教改实践和探索, 学生课程目标达成度均高于期望值, 终结性考核优秀率不断提高, 学生、同行及督导评价明显提升, 课程教学改革取得良好成效。

关键词: 环境微生物学; 教学改革; 课程目标; 教学效果评价

Exploration and practice of teaching reform for Environmental Microbiology

MAN Baiying^{*1,2}, XIANG Xing¹, LUO Yang¹, NI Yuyang¹, HE Liyun¹

1 College of Life Science, Shangrao Normal University, Shangrao 334001, Jiangxi, China

2 Key Laboratory for Regional Plants Conservation and Ecological Restoration of Northeast Jiangxi, Shangrao Normal University, Shangrao 334001, Jiangxi, China

Abstract: Environmental Microbiology is a core course for undergraduates majoring in environmental science, playing an important role in the cultivating new quality talents under the background of emerging engineering education. In recent years, we have seriously reflected on the problems existing in the theory, practice and ideological and political aspects of the course

资助项目: 江西省自然科学基金(20232ACB205003); 上饶师范学院教育教学改革研究课题(JG-24-12)

This work was supported by the Natural Science Foundation of Jiangxi Province (20232ACB205003) and the Education and Teaching Reform Research Project of Shangrao Normal University (JG-24-12).

*Corresponding author. E-mail: shmilying@126.com

Received: 2024-10-08; Accepted: 2024-11-10; Published online: 2024-12-05

of Environmental Microbiology, and carried out teaching reform by constructing a case library of curriculum ideological and political teaching, innovating the teaching contents, optimizing the teaching method and practical teaching contents, and reconstructing the course assessment system, so as to improve the ideological and moral quality and practical ability of students. After 3 years of exploration and practice of teaching reform, students' achievement of course objectives is higher than expected, and the excellence rate in terminal evaluation is constantly improved. Moreover, students, peers, and supervisors give significantly improved evaluation results, which indicate that the teaching reform of this course has achieved satisfactory results.

Keywords: Environmental Microbiology; teaching reform; course objective; evaluation of teaching effect

传统的教学模式已无法满足新时代对新质人才培养^[1]的迫切需求,如何落实“新工科”和“两性一度”(高阶性、创新性、挑战度)指导下的金课建设要求^[2]并提高人才培养质量,是高校课程教学改革的关键^[3-5]。课程是专业教学链条中的重要组分,也是人才培养的核心和重要载体,不仅对培养学生专业素养、科研及实践能力至关重要,而且其蕴含的特色思政教育内容对培养具有家国情怀、道德高尚的新质人才不可或缺^[6]。专业课程的教学质量决定了人才培养的质量^[7],如何可持续地开展课程教学改革就成为高质量人才培养的潜在保障。我校环境科学专业属于化学与环境科学学院下设的工科专业,环境微生物学为专业核心课程,多年来一直由生命科学学院教师授课。在教学改革前,该课程沿袭传统教学模式,对培养学生专业素养、实践能力、科研能力及综合运用能力等高阶教学目标的实现方面尤感量小而力微,而且实践内容也未充分与地方产业有机融合,与我校地方应用型示范高校转型发展的要求还有一定差距。

在“新工科”教育背景下,课程教学改革要适应产业与经济发展趋势,培养具有工程创新能力的科技人才^[8],以满足对新质人才培养的要求。因此,教学团队响应“新工科”建设要求,梳理行业和企业对环境科学人才的需求,分析前期教学过程中存在的问题,从课程思政教育、教学内容及模式、实践教学及课程考核、评价

及反馈机制等方面进行改革,探索地方应用型高校工科专业高质量人才培养的可能路径,为“新工科”背景下新质人才培养提供有益借鉴。经过3年的教改探索与实践,环境微生物学教学改革取得良好成效。本文以我校环境科学专业2020-2022级3个教学班为研究对象,重点分析环境微生物学课程的教学改革措施与成效,为相关专业课程的教学改革提供参考。

1 环境微生物学课程教学的理性思考

环境微生物学是我校环境科学专业核心课程,在第四学期开设,目标是使学生掌握微生物学基础知识并具备运用微生物学知识解决环境问题的能力,形成环境微生物学核心素养,为未来相关领域的科研及实践奠定基础。随着“新工科”的不断发展,传统的教学方式已不能满足对新质人才培养的需求,审视本课程也发现一些值得理性反思及亟待解决的突出问题。

1.1 学情思考

(1) 环境科学专业学生相对缺乏生命科学相关课程的先修基础,增加了学习环境微生物学的难度;(2) 微生物学知识体系庞杂,内容繁多,学生疏于对教材知识的系统梳理,不仅导致终结性考核陷入死记硬背,消减学生的专业学习兴趣,而且也不利于创新思维及综合能力的培养,与应该具备的环境微生物学核心素养

尚有差距;(3) 学生对环境微生物知识的综合利用能力较弱, 普遍缺乏对利用微生物知识解决环境问题的深刻理解, 在应用及实践能力方面存在短板;(4) 传统课堂以教师、教材及课堂为中心, 以传统的讲授式教学法为主, 重视知识的单向传授, 未充分调动起学生的学习积极性, 教学内容“重理论、轻应用”, 与行业、企业交流少, 与地方产业发展融合度弱, 无法满足新时代对新质人才培养的迫切需求。

1.2 教情思考

1.2.1 教师成长方面

教师个人教学的成长过程也依赖于其对课程目标的深刻理解、教育教学方法的持续学习与熟练运用、教学反思及与时俱进的课程改革, 这些过程对教师个人成长及教育教学效果有深刻影响。

1.2.2 实践经验方面

环境微生物学授课教师教育背景不一, 大多数都是高校或科研院所毕业后直接进高校从事教育教学工作, 虽然对利用微生物处理环境问题有基本的理论储备, 但大多未参与到企业诸如城市污水处理、水体富营养化治理等涉及环境微生物实际应用的过程中, 缺乏实践经验。

1.2.3 教材更新方面

环境微生物学教材编写时间大多较早, 教材的更新速度严重滞后于“新工科”的迅猛发展, 如: 教改前选用《环境工程微生物学》(第4版)^[9]为2015年出版, 相对较早; 而且, 在微生物学领域革新的新技术、新方法也未能有效渗透到环境微生物学教材中, 同时也发现有些环境微生物学教材中个别名词与最新版微生物学教材不统一, 造成潜在的学习困扰。因此, 在“新工科”背景下, 亟须开发与与时俱进的新教材以适应“新工科”发展对新质人才培养的要求, 对未来提升教育教学质量至关重要。

1.2.4 实验方面

重理论轻实验, 教改前仅安排6个实验, 囿于实验环境及条件, 实验内容多为基础验证

性实验, 并且实验之间缺乏相应的联系与综合性, 不能有效培养学生的创新能力和科学素养; 实验考核注重实验报告, 考核方式较为单一。

1.3 课程思政思考

课程思政建设是高校落实全国高校思想政治工作会议精神的具体举措, 围绕“培养什么样的人、如何培养人以及为谁培养人”这一教育的根本问题及高校专业课程思政建设的新方向^[10], 审视环境微生物学教学过程, 发现存在如下问题:(1) 教师个人对课程思政的理解、重视程度、教学素材选取、教学设计等方面存在个性化差异, 导致课程思政教学质量参差不齐;(2) 课程思政建设顶层设计不足, 未充分挖掘课程所蕴含的思政元素, 未能将鲜活的专业知识及案例与课程思政有机结合, 达到“盐溶于汤”的效果;(3) 课程中蕴含的思政元素并非固定不变, 疏于挖掘具有环境科学专业特色的课程思政元素并融入课堂实践, 导致课程思政融入相对较少, 并且与微生物学课程思政同质化的现象较为突出, 导致环境微生物学课程思政育人功能大打折扣。因此, 如何充分挖掘交叉学科课程独有的专业特色思政元素, 在教学过程中潜移默化地培养学生正确的世界观和价值观尤为重要, 而构建课程思政案例库、主动创设思政情境、重构课程思政教学及评价体系是解决相关问题的有力举措。

2 环境微生物学课程教学改革举措

2.1 重构课程思政教学体系

教改后, 教材选用《环境微生物学》(第3版)^[11], 总课时由教改前的66课时(理论48, 实验18)调整为72课时(理论45, 实验27), 理论课时减少, 实验课时增加, 学分由3.5提高到4学分。针对前期教学中发现的问题, 为避免与微生物学课程思政同质化现象, 教学团队深入研究环境科学专业的育人目标, 挖掘环境微生物学知识体系中所蕴含的思想价值和精神内

涵,以“微生物在环境科学中实际应用”为主线,从政治认同、家国情怀、文化自信、科学精神、唯物辩证法、法治意识、创新精神、民族自豪感、生态文明、全球视野共 10 个维度,梳理环境微生物学特色思政元素,并形成课程思政案例库,重构课程思政教学体系,保障课程教学质量(表 1)。另外,在结课后进行的课程教学质量改进调查问卷中,调查学生对课程思政的理解及感受,完善课程思政案例库。

通过跟踪授课教师教学材料准备、教学设计、教学实施和分析评价过程,结合教学团队的定期讨论,使教学团队成员明晰环境微生物学课程的教学理念,明确以“微生物在环境科学中实际应用”为落脚点,通过专业知识和课程思政有机融合,避免生硬融入降低教学质量,提高课程团队的教学能力,实现课程思政教学“盐溶于汤”的效果,为优质高效的课堂及新质人才培养奠定基础。

2.2 理论教学改革

2.2.1 修订教学大纲,明确课程目标

我校环境科学专业属于化学与环境科学学院下设的工科专业,依据环境科学专业人才培养方案及专业认证要求,教学团队重新修订教学大纲,明确 4 个课程目标:(1) 理解环境微生物学的特点;掌握微生物的形态结构、生理生化、生长繁殖、遗传变异、生态分布、分类鉴定、微生物和环境污染控制与治理、微生物学新技术在环境科学领域中的应用等基本理论和技能,形成环境微生物学核心素养。(2) 熟悉大气、水、土壤等各环境要素污染控制的微生物原理,具有应用环境科学基本原理分析并解决实际环境问题的能力。(3) 具有创新能力,能够综合运用所学专业知

识解决实际环境问题,能够针对新型环境问题提出解决方案。(4) 培养学生树立探索未知、追求真理的信念,具有严谨的科学态度及团队合作精神。另外,将教学大纲公布在学习通平台,作为学生学习过程的指引,教师在开学第一课要讲清楚大纲使用、课

2.2.2 重构理论模块,优化教学方法

针对前期教学内容多且学时有限,教师授课主要以传统的讲授式教学法为主,不能充分调动学生学习积极性的问题,主要进行如下改革:(1) 教学内容模块化:根据课程内容繁多、不易梳理的问题,教学团队梳理环境微生物学的教学内容,将其划分为 3 个模块,即理论与应用模块、实验模块及实践模块,实现从基础理论到实践应用的逐渐转变,使学生能将前后的知识串联起来,注重知识的系统性及连贯性,系统培养学生的逻辑思维能力(图 1)。(2) 拓展应用模块:以“微生物在环境科学中实际应用”为主线,明确核心教学内容及侧重点,进行教学方法的改进和优化,将核心素养培养与课程思政教育融为一体,力求使学生达到既有专业素养及实践能力,又可综合创新的毕业要求。(3) 优化教学方法:灵活运用启发式、讨论式及翻转课堂等方式开展教学,调动其学习积极性;教师利用好现代化教学设备,综合使用雨课堂、学习通、MOOC 等平台,将大纲、课件、优质网络教学视频及最新科研文献资料上传至学习通,供学生在线学习;同时,在教学平台上发布作业、通知及讨论,与学生进行学习互动。另外,充分利用多媒体教学,将影、音、卡通等媒介综合运用,将枯燥理论知识形象化。(4) 强化教学设计:达到教师“能教”到“会教”和学生“学会”到“会学”的教学效果,还需要教师平时多积累素材,不断完善教学设计。如:学生普遍对专业英语及微生物拉丁学名不重视,死记硬背会消减学生的学习兴趣。教师在授课过程中需要拆解专业词汇,使学生了解构词法及常见专业词汇前后缀的意义,简单的拉丁文学名及其命名规则等。如:常见门(-mycota)、纲(-mycetes)、目(-ales)及科(-aceae)的词尾;常见前缀:半(hemi-)、异(hetero-)、单(mono-)、多(poly-)、亚(sub-)、亚/假(pseudo-)等,使学生能

表 1 环境微生物学思政案例库及课程思政维度

Table 1 Ideological and political dimensions along with integration and teaching cases in Environmental Microbiology

课程章节	思政触点	教学案例	思政维度
Chapter	IP education content	Teaching case	IP dimension
第 1 章 绪论	“三废”处理中的微生物	微生物的“两面性”	1, 2
Chapter 1	环境污染	国内涉水、土、气的环保立法	
Introduction	Microorganisms in “three wastes” treatment	The two sides of microbes	
	Environmental pollution	Environmental protection involves water, soil and gas related legislation in China	
第 2 章 原核微生物	放线菌与石油污染	国内环境微生物学研究成果	3, 4, 5
Chapter 2	蓝细菌与水污染监测	The innovative results of environmental	
Prokaryotic	Actinomycetes and oil pollution	microbiology research in China	
microorganisms	Cyanobacteria and water pollution monitoring		
第 3 章 真核微生物	霉菌降解有毒物质	霉菌的利与弊	1, 6
Chapter 3	丝状真菌引起污泥膨胀	不断寻找抑制污泥膨胀的方法	
Eukaryotic	Mold degrades toxic substances	The pros and cons of mold	
microorganisms	Fungus causes bulking sludge	Methods to eliminate sludge bulking	
第 4 章 病毒	污水处理中的病毒	污水中病毒的有效去除	6, 7, 8
Chapter 4	新型冠状病毒及免费接种	疫情防控成绩显著	
Virus	Virus in sewage treatment	Effective removal of viruses from sewage	
	COVID-19 and free vaccination	Great achievements in COVID-19 epidemic	
第 5 章 微生物生理	微生物代谢功能强	利用微生物代谢治污	3, 6
Chapter 5	发光细菌	发光细菌监测水污染	
Microbial physiology	Powerful metabolic for microbes	Microbial metabolic to control pollution	
	Luminous bacteria	Luminous bacteria to monitor pollution	
第 6 章 微生物与环境因子	微生物生长繁殖	治污装置运行参数设置和控制, 利用微生物繁殖过程造福人类	3, 6
Chapter 6	Microbial growth and propagation	Operation parameter setting and control of pollution control device, using microbial reproduction for the benefit of mankind	
Microorganisms and environmental factors			
第 7 章 微生物的生长繁殖、遗传和变异	基因工程菌治理污染	重金属及石油污染的微生物修复	1, 6, 9
Chapter 7	Genetically engineered bacteria control pollution	微生物与生态保护	
Growth, reproduction, inheritance and variation of microbes		Microbial remediation of heavy metal and oil pollution	
		Microbial and ecological protection	
第 8 章 微生物生态	水体富营养化	全球水污染治理难题	6, 9, 10
Chapter 8	微生物-环境-人类之间关系	生态学思想指导治污	
Microbial ecology	Water eutrophication	Global water pollution control problem	
	Microbial-environment-human relationship	Ecological thought guides pollution control	

(待续)

(续表 1)

课程章节	思政触点	教学案例	思政维度
Chapter	IP education content	Teaching case	IP dimension
第 9 章 微生物与环境物质循环	难降解物质的微生物降解机理	国内微生物处理难降解物的最新成果	3, 4, 5
Chapter 9 Microorganism and material cycling	Mechanism of microbial degradation of refractory substances	Latest research on microbial treatment of refractory substances published in China	
第 10 章 污染控制与治理及微生物学新技术	废弃资源回用中的微生物技术	细菌冶金(宋朝/江西)	5, 6, 10
Chapter 10 Pollution control and new technology of Microbiology	垃圾填埋场重金属废水 Microbial technology in reuse of waste resources Heavy metal wastewater in landfill	世界性难题: 垃圾填埋场重金属废水 Bacterial metallurgy (Song Dynasty/Jiangxi Province) Global challenge: landfill heavy metal wastewater	

IP: 思政; 1: 唯物辩证法; 2: 法治意识; 3: 创新精神; 4: 文化自信; 5: 民族自豪感; 6: 科学精神; 7: 政治认同; 8: 家国情怀; 9: 生态文明; 10: 全球视野。

IP: Ideological and political; 1: Materialistic dialectics; 2: Consciousness of legal system; 3: Innovation spirit; 4: Cultural confidence; 5: Sense of national pride; 6: Scientific spirit; 7: Political identification; 8: Emotion of family and country; 9: Ecological civilization; 10: Global vision.

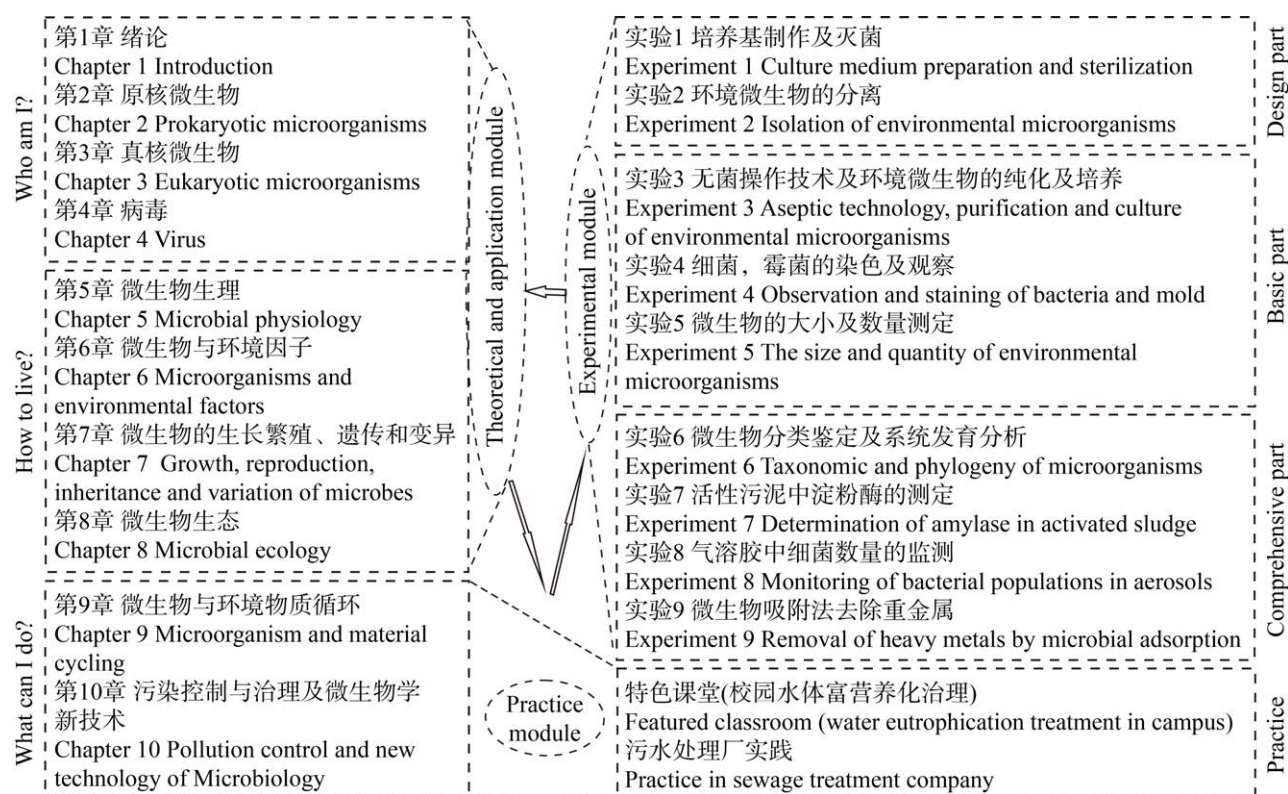


图 1 环境微生物学模块化教学内容

Figure 1 Modular teaching contents of Environmental Microbiology.

够一眼就看懂词义。为检验落实成效,在终结性考核时,专业英文名词及微生物拉丁学名拼写设置考核比例。(5) 开展特色课堂:在讲授水体富营养化时,在校园明湖现场看水体富营养化实景,讲述如何防控、曝气装置原理、生物浮岛及微生物菌剂用法,以及入水口如何种植沉水植物和挺水植物减少入湖水体的氮磷含量等。课后给出开放式题目:请制订治理明湖水体富营养化的方案,训练学生的逻辑思维能力和应用所学环境微生物知识解决问题的能力。通过实景课堂,不仅将枯燥的理论具象化,通过理论联系实际使学生更容易理解和接受,使其在实践过程中掌握知识,提高知识的应用能力。(6) 充分挖掘地方资源,带学生到上饶市水投污水处理有限公司进行城市污水处理流程现场教学,将活性污泥取样,讲解污水处理流程及活性污泥中微生物的作用等。活性污泥样本带回实验室,一部分用在实验教学中进行活性污泥中淀粉酶的测定,另一部分用在教师科研,如:人工湿地微生物燃料电池系统耦合系统脱氮和产电性能的影响研究,让学生深度参与并理解该系统如何去除废水中的重金属、氨氮及抗生素等污染物质,提高学生综合运用环境微生物学知识解决实际环境问题的能力。

2.2.3 跟踪前沿成果,夯实“两性一度”

针对教材内容相对滞后以及学生习惯被动听课而不主动关注学科前沿领域的实际情况,在教学过程中主要采取如下措施:(1) 及时修正与主流微生物学教材不一致的内容,如:“结合”应为“接合”;“枝原体”仅在《微生物学教程》(第4版)^[12]中出现,其他主流微生物学教材中均为“支原体”,避免引起学习困扰。(2) 落实“两性一度”(高阶性、创新性、挑战度)的金课建设要求,基于核心授课内容,将最新科研文献原汁原味引入课堂,拓展学生知识面。如在讲授绪论中微生物“繁殖快、代谢强度大”的特性时,将发酵培养高效烷烃降解菌,包埋并投放石油污染区处理石油污染的前沿文献直接作为授课

内容,不仅使学生理解了微生物“繁殖快、代谢强度大”的特性,而且也能使学生从实际案例中学会科学家如何利用微生物解决环境问题的思路。同时,教师讲解过程中还能强化专业英语,使其在耳濡目染中逐渐内化,避免学科知识和专业英语的脱节,使课程学习过程具有高阶性、创新性和挑战度。(3) 挖掘团队成员的最新科研进展融入教学过程中,如:微生物成矿去除重金属、苯系物降解菌的筛选、铜矿废弃地土壤重金属污染降解菌研究等,让学生发现身边的环境微生物研究及应用实例,达到较好的教学效果。同时,将既有结论转化为具有挑战性的问题作为日常作业布置在学习通,训练学生的创新思维能力。(4) 以产出为导向,利用有挑战度的教学内容夯实学生专业素养,如在讲授“利用 16S rRNA 基因序列鉴定细菌”的实验时,提出问题:假如你毕业去环保公司工作,让你解决镉污染问题,请给出解决方案?引导学生将前期学过的诸如采样、培养基制作、细菌的分离筛选、菌株纯化、发酵、DNA 提取及测序的过程串联起来,再结合该实验中利用 MEGA 软件构建系统发育树并确定细菌系统发育地位的软件实操,训练学生给出完整解决方案的逻辑思维能力。另外,在终结性考核中设置 2 个以上该类具有挑战度的开放式题目,无标准答案,方案合理即可,培养学生科学探索精神、逻辑思维能力及运用环境微生物知识解决实际问题的能力,有效促进教学目标的达成。

2.3 实验教学改革

前期实验教学拘囿于实验场地、教学辅助设施、分析仪器及实验经费的限制,实验教学改革相对滞后。在新实验大楼启用后,场地、仪器及教学设施等得到改善,教学团队打破以往实验惯例,设置设计性、基础性、综合性实验,将实验学分提高到 27 学分(图 1,表 2),并在 10 个思政维度梳理实验教学蕴含的思政元素,充分发挥实验教学课程思政的立德树人功能,改革前后实验内容对比见表 2。

表 2 实验教学内容改革前后对比

Table 2 Comparison of practice teaching contents before and after reform

改革前 Before the teaching reform	改革后 After the teaching reform		
实践内容 Practical content	实践内容 Practical content	思政触点 IP education content	思政维度 IP dimension
实验一 普通光学显微镜的使用及细菌形态观察 Experiment 1 Optical microscope and the observation of bacterial morphology	实验一 培养基制作与灭菌 Experiment 1 Culture medium preparation and sterilization	思政触点 污染物灭菌处理 实验室安全制度 Contaminant sterilization Laboratory safety system	思政维度 1, 2
实验二 培养基制作与灭菌 Experiment 2 Culture medium preparation and sterilization	实验二 环境微生物的分离 Experiment 2 Isolation of environmental microorganisms	合作共赢 Win-win cooperation	3, 6
实验三 环境微生物分离 Experiment 3 Isolation of environmental microorganisms	实验三 无菌操作技术及环境微生物的纯化及培养 Experiment 3 Aseptic technology, purification and culture of environmental microorganisms	专业素养 生物工程“卡脖子”问题 Professionalism Bottleneck problem of bioengineering industry	4, 6, 8
实验四 革兰氏染色 Experiment 4 Gram staining	实验四 细菌、霉菌的染色及观察 Experiment 4 Observation and staining of bacteria and mold	实验结果的条件性 Conditionality of experimental results	1, 6
实验五 污水中细菌总数测定 Experiment 5 Determination of total bacteria in sewage	实验五 微生物的大小及数量测定 Experiment 5 The size and quantity of environmental microorganisms	真实地记录试验结果 Record results truthfully	6
实验六 利用 16S rRNA 基因序列鉴定细菌 Experiment 6 Taxonomic of bacteria using 16S rRNA gene	实验六 微生物分类鉴定及系统发育分析 Experiment 6 Taxonomic and phylogeny of microorganisms	挖掘新种 分类学家贡献 Excavating new species Contributions of taxonomists	3, 6, 5
	实验七 活性污泥中淀粉酶的测定 Experiment 7 Determination of amylase in activated sludge	活性污泥中的微生物 Microorganisms in activated sludge	3, 6
	实验八 气溶胶中细菌数量的监测 Experiment 8 Monitoring of bacterial populations in aerosols	气溶胶中病原菌、新冠疫情 Pathogens in aerosols COVID-19 epidemic	6, 7, 8
	实验九 微生物吸附法去除重金属 Experiment 9 Removal of heavy metals by microbial adsorption	世界难题：填埋场废水 Global challenge: landfill heavy metal wastewater	3, 9, 10

IP: 思政; 思政维度(1-10)同表 1。

IP: Ideological and political and IP dimension from 1 to 10 are same as table 1.

另外, 实验部分以项目化进行, 打破全班用一个样本, 仅练习操作和验证实验结果的传统模式。在实验前 2 周让学生自行组队、推选组长并选取环境样本(富营养化水体、废弃矿区土壤、活性污泥、植物根际土及明湖底泥), 按

组自行撰写实验方案, 提交经教师审核后进行实验。按照对微生物的认知过程将实验顺序进行重组, 各小组在前 6 个实验中均会发现不同于其他组的微生物类群, 开阔学生视野, 便于组间互相交流学习。同时, 要求组内互拍个人

实验操作及解说视频,作为考核内容;在无菌操作环节,增加微生物平板作画部分,让各组自选或者借用他组培养的不同颜色的细菌或真菌,以视频方式记录个人操作过程,既锻炼学生的无菌操作技术,又增加了趣味性,充分调动了学生积极性。实验考核注重学生平时实验操作过程,如无菌操作视频、显微镜操作视频等,以及实验报告中对实验现象的图片、数据收集及分析的合理性。

2.4 构建科学的课程考核、评价及反馈体系

课程考核评价方式对学生的学习过程及学习习惯有重要影响。改革前,总成绩由平时成绩(30%)和期末成绩(70%)两部分构成,过程性考核权重较低,会使学生形成不注重平时学习过程、期末突击复习的不良习惯,不利于夯实学生专业素养。针对该问题,教学团队依据环境微生物学大纲修订后的4个课程目标设计考核内容,提高过程性考核过程中平时成绩部分权重至50%,分布在作业检测(15%)、期中考试(15%)及实验测评(20%)三部分,终结性考核采用期末考试方式,各部分支撑4个课程目标情况见表3。

另外,依据上饶师范学院人才培养质量达

成度评价管理办法,利用问卷星开展课前及结课后的调查,掌握学生课前、课后的学习状态,收集学生对4个课程目标最终达成度的自我评价等,完成课程目标达成度评价报告,分析课程目标未达到预期的潜在原因,并有针对性地提出改进措施,在下一轮教学中持续改进。对于反馈环节,除结课后的问卷调查外,连续3年在期末考试中设置开放题:你对“环境微生物学”课程的意见和建议?(5分),让学生充分表达对课程的意见及建议,也有利于教师收集自己教学过程中未关注到的问题。

3 环境微生物学课程教改成效分析

3.1 课程目标达成度显著提升

教学改革后,依据上饶师范学院人才培养质量达成度评价管理办法,对2020、2021及2022级环境微生物学课程目标达成度(图2)及3个年级共152位学生个体的课程目标达成度分布进行分析(图3)。结果表明:2020级4个课程目标达成度依次为0.87、0.90、0.76及0.74;2021级4个课程目标达成度依次为0.89、0.81、0.81及0.88;2022级4个课程目标达成度依次为0.88、0.79、0.89及0.90(图2,图3)。2020、

表3 环境微生物学课程目标及考核评价方式

Table 3 Curriculum objectives and assessment methods of Environmental Microbiology

课程目标 Course objective	过程性考核 Procedural assessment			终结性考核 Terminal evaluation	权重值 Weighted value (%)
	作业检测 Homework test (%)	期中考试 Midterm exam (%)	实验测评 Experiment evaluation (%)	期末考试 Final exam (%)	
	Homework test (%)	Midterm exam (%)	Experiment evaluation (%)	Final exam (%)	
课程目标 1 Course objective 1	4	8	6	21	39
课程目标 2 Course objective 2	4	7	7	19	37
课程目标 3 Course objective 3	7	/	/	5	12
课程目标 4 Course objective 4	/	/	7	5	12
考核比例 Assessment ratio (%)	15	15	20	50	100

/: 课程目标不采用该考核方式。

/: Course objectives do not adopt this assessment method.

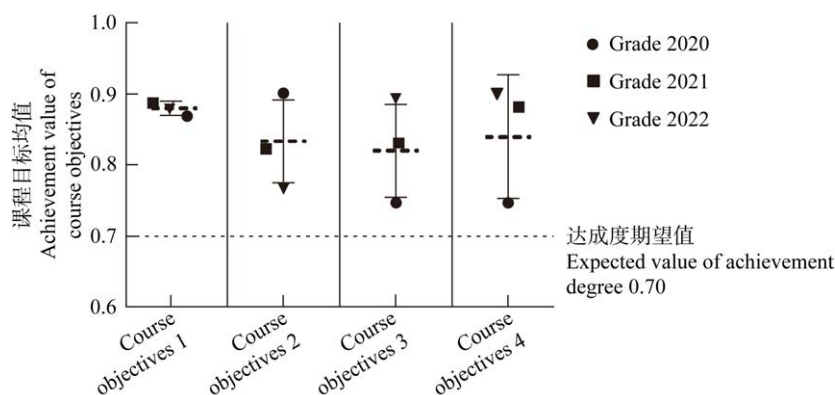


图2 2020–2022级4个课程目标的达成度对比分析

Figure 2 Comparative analysis of achievement degree of four curriculum objectives for Environmental Microbiology from grade 2020 to 2022.

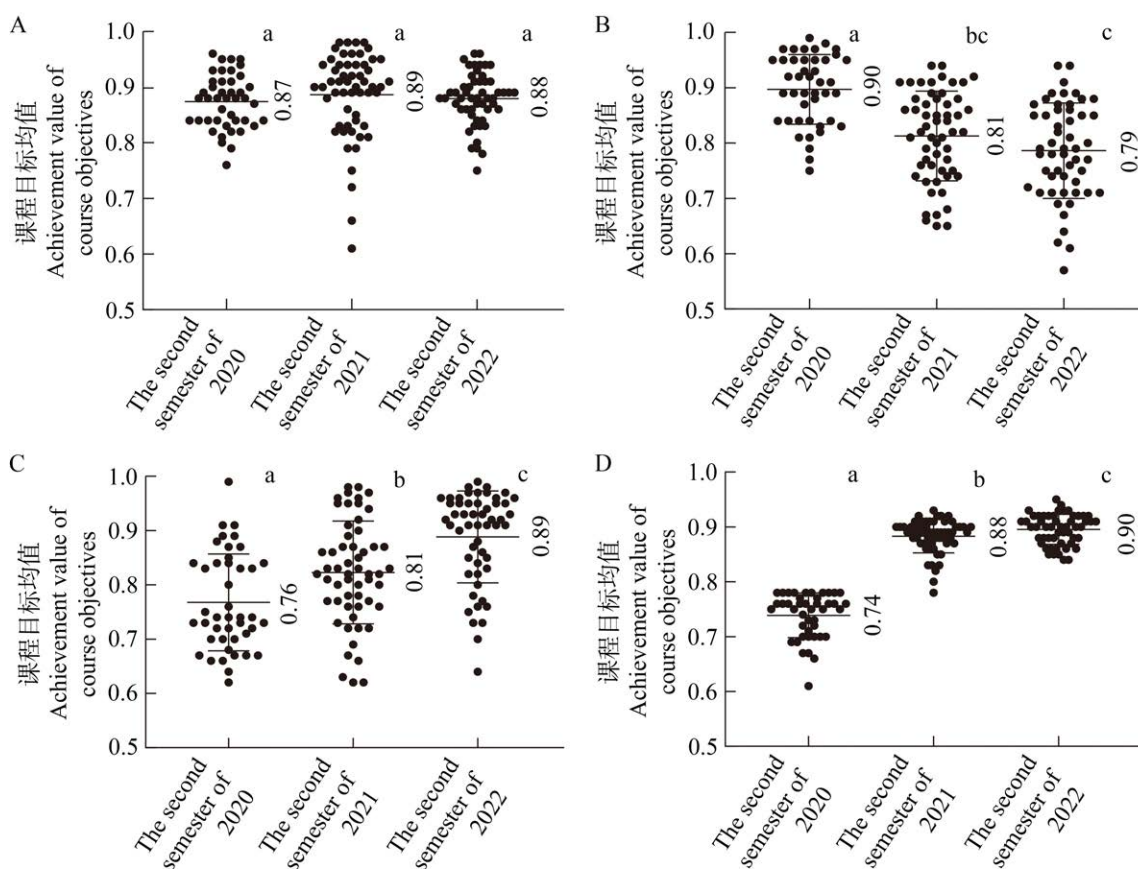


图3 2020–2022级学生个体的课程目标达成度分布 A: 课程目标1; B: 课程目标2; C: 课程目标3; D: 课程目标4。不同小写字母表示差异显著。

Figure 3 Distribution of achievement degree of individual students for four curriculum objectives in Environmental Microbiology from grade 2020 to 2022. A: Course objective 1; B: Course objective 2; C: Course objective 3; D: Course objective 4. Different lowercase letters stand for significant difference.

2021 及 2022 级 4 个课程目标均高于达成度期望值 0.70,说明 4 个课程目标达成度较好(图 2);课程目标 1 达成度趋于稳定,说明学生对环境微生物学基础内容掌握牢固,形成扎实的学科素养(图 3A);课程目标 2 达成度有所降低,说明学生对环境污染控制的微生物原理理解不深,提示要及时进行教学反思,后续教学中要加强课程目标 2 相关支撑内容的优化及落实(图 3B)。课程目标 3 和课程目标 4 的达成度在 2020、2021 及 2022 级中均大幅增长(图 3C、图 3D),说明学生在综合运用所学专业知识和解决实际环境问题及探索未知、追求真理及团队合作精神方面得到较好锻炼,有效达到课程目标要求。

另外,考查学生个体的课程目标达成情况,发现课程目标 1 和课程目标 4 的学生个体达成度分散点较为集中,表明学生对该目标的掌握程度较为接近(图 3A、图 3D)。课程目标 2 和课程目标 3 的学生个体达成度分散点较为分散,与均值偏差的散点最多,说明学生个体学习及应用知识的过程存在较大差别,在教学中需要重点关注(图 3B、图 3C)。总体而言,2020、2021 及 2022 级学生个体 4 个课程目标达成度总体呈现逐步提升趋势,并且课程目标 2、课程目标 3 及课程目标 4 在不同教学年度均差异显著,表明持续开展的教学改革成效良好,学生学习质量得

到保证,教师在教学改革过程中也得到进步。

3.2 学生成绩及综合素养稳步提高

对比分析 2020、2021 及 2022 级环境微生物学课程终结性考核成绩(表 4),发现随着时间推移,终结性考核平均成绩及优秀率呈现不断提升趋势,如:2020–2022 级环境微生物学课程平均分依次为 83.60、82.13 及 84.76,最低分依次为 61、54 及 74;优秀率逐级提高了 5.31% 及 3.51%,依次为 23.26%、28.57%及 32.08%,说明学生对环境微生物学课程学习总体质量较好,终结性考核成绩稳步提升(表 4)。学生实验报告撰写越来越认真,结合个人操作视频及实验报告评定实验成绩,杜绝了部分学生不动手且抄袭实验报告的现象,提高实验课程教学质量的同时也增强了学生的动手能力和创新能力的培养。另外,近 3 年学生参与教师科研项目及大学生创新创业训练项目的积极性大幅度提高,教学团队指导学生组团申报的项目中,先后有 6 项获得创新创业学院立项国家或省级重点项目;另外,毕业论文选择环境微生物方向的学生也逐年增多,基于学生主持的大学生创新创业训练项目及以环境微生物为研究对象的毕业论文等前期训练,学生的综合素养不断提升,在合肥工业大学、华南师范大学及暨南大学等高校考研复试中获得充分肯定。

表 4 2020–2022 级环境微生物学终结性考核成绩比较

Table 4 Comparison of terminal evaluation results of Environmental Microbiology from grade 2020 to 2022

项目 Item	年级 Grade		
	2020	2021	2022
学生数 Students number	43	56	53
试卷难度 Difficulty of test (P)	0.28	0.37	0.33
区分度区间 Differentiation range (D)	0.17–0.33	0.25–0.37	0.23–0.35
成绩区间 Score range	83.60 (61–96)	82.13 (54–98)	84.76 (74–98)
不及格率 Failing rate (%)	/	1.80	/
优秀率(%, ≥90 分) Excellence rate (%, ≥90 points)	23.26	28.57	32.08

P 表示试卷难度, $P>0.5$: 较难; $0.3<P<0.5$: 难度适中; $P<0.3$: 较易。D 表示区分度, $D>0.4$: 优秀; $0.3\leq D\leq 0.39$: 良好; $0.2\leq D\leq 0.29$: 中等; $D<0.2$: 较差。

P stands for difficulty of test, $P>0.5$: Difficultly; $0.3<P<0.5$: Moderate difficulty; $P<0.3$: Easy. D stands for differentiation, $D>0.4$: Excellent; $0.3\leq D\leq 0.39$: Good; $0.2\leq D\leq 0.29$: Moderate; $D<0.2$: Poor.

3.3 课程教改成效评价良好

环境科学专业“环境微生物学”课程教学改革至今已持续 3 年,共实施了 3 个班级,对比教改前后的超星学习通平台学生活动数据,查阅教务系统督导、同行及学生评价数据,以及“环境微生物学”课程教学质量改进调查问卷数据,发现各年级 90%以上学生对该课程的评价在 70 分以上,评价在 60–69 分的比例仅占 4.65%、7.14%及 7.55%;同行评价介于 84.13–87.65 分之间,督导评价介于 82.65–86.67 分之间(表 5)。对比分析 3 年的终结性考核及学生评价数据,发现 2021 级试卷难度及区分度较 2020 及 2022 级高,出现不及格现象(表 4),相应学生、同行及督导评价也略有降低(表 5),但不影响总体优秀率的提升,其优秀率较 2020 级提升了 5.31%。另外,综合 2020–2022 级终结性考核卷面中学生对该课程意见及建议的反馈信息,大部分学生对该课程教学模式及方法有较好的认同感,非常喜欢教师的授课风格,也提出了中肯的建议,课程教改成效评价良好。

3.4 课程教学团队不断成长

经过 3 年教学改革各环节的不断总结与反思,教学团队逐渐成长为一支业务精湛的教研队伍,成员先后入选上饶师范学院“教学质量综合评价位居前 40%的教师”及“我最喜欢的任课教师”名单,并荣获上饶师范学院“青年教师教

学竞赛”三等奖 2 次。3 位青年教师先后到上海交通大学、华中农业大学及甘肃农业大学进行合作研究,不断推进科研融入教学的改革。另外,教学团队以课程为抓手、以环境微生物学教学改革为契机,对承担的环境科学、生物科学及智慧农业 3 个专业微生物类课程群课程思政改革进行分析、总结,针对亟须改革的问题撰写并申报江西省高等学校教学改革研究项目,从教学研究方面不断促进团队的成长。

4 展望

教学团队要以“新工科”建设为契机,以新质人才培养为中心,对标建设要求及专业培养目标,在未来教学改革中考虑如何突破学科壁垒、专业藩篱及校企隔阂,锚定行业及企业发展亟须解决的问题,围绕立德树人的根本任务,深入考虑如何将“盐溶于汤”的课程思政效果最大化,挖掘校企合作资源,改变实习环境,建设符合产业发展的实践平台等,提高实践教学教学质量。另外,在教学中要不断学习同行优秀教改经验,持续进行课程改革创新,提升教学方法和教学手段,培养与社会需求接轨的创新型工程技术人才,为新质人才培养提供经验与参考。

作者贡献声明

满百膺:文章构思、数据统计、写作及修改;向兴、罗洋:辅助数据统计、图表制作及文献校对;倪宇洋、何丽云:思政材料整理,文稿校对。

作者利益冲突公开声明

作者声明绝无任何可能会影响本文所报告工作的已知经济利益或个人关系。

REFERENCES

- [1] 唐晓峰,陈向东.新质人才培养:高校微生物学教学的新航标[J].微生物学通报,2024,51(4):1051-1054.
TANG XF, CHEN XD. Cultivating novel-quality talents: new direction of microbiology teaching in universities[J]. Microbiology China, 2024, 51(4):

表 5 环境微生物学教改成效评价

Table 5 Evaluation of the effect of Environmental Microbiology teaching reform

项目	教学年度 Academic year			
Item		2020–2021	2021–2022	2022–2023
学生评价	60–69	4.65%	7.14%	7.55%
Student	70–79	9.30%	30.36%	15.09%
evaluation	80–89	48.84%	35.71%	41.51%
	90–100	37.21%	26.79%	35.85%
同行评价		86.32±2.40	84.13±3.10	87.65±2.80
Peer evaluation				
督导评价		83.20±2.10	82.65±1.40	86.67±0.60
Supervisory				
evaluation				

- 1051-1054 (in Chinese).
- [2] 刘灵芝, 钮旭光, 宋立超, 肖亦农, 丁锐, 张志勇, 李炳学. 基于“两性一度”的微生物学混合式一流课程建设[J]. 微生物学杂志, 2022, 42(1): 118-122.
LIU LZ, NIU XG, SONG LC, XIAO YN, DING R, ZHANG ZY, LI BX. Construction of first-class microbiology course based on the “two properties and one degree”[J]. Journal of Microbiology, 2022, 42(1): 118-122 (in Chinese).
- [3] SPENCE B. Using Bloom’s taxonomy matrix to reach higher-level learning objectives[J]. Radiologic Technology, 2019, 90(6): 622-624.
- [4] 史惠兰, 史发忠, 段中华, 全小龙, 尹亮, 王丹, 魏青, 朱世海. 基于布鲁姆分类法的学生批判性思维课堂培养及实践[J]. 教育教学论坛, 2020(53): 274-275.
SHI HL, SHI FZ, DUAN ZH, QUAN XL, YIN L, WANG D, WEI Q, ZHU SH. Cultivation and practice of students’ critical thinking based on Bloom taxonomy[J]. Education Teaching Forum, 2020(53): 274-275 (in Chinese).
- [5] 李红娟, 孟德梅, 汪建明. 布鲁姆教育分类法在 IFT 认证(2019)中的应用及对教学改革的指导[J]. 中国轻工教育, 2020, 23(6): 56-60.
LI HJ, MENG DM, WANG JM. Application of Bloom’s education classification in IFT certification (2019) and its guidance for teaching reform[J]. China Education of Light Industry, 2020, 23(6): 56-60 (in Chinese).
- [6] 乔志伟, 张玉涛, 张炜亮, 刘超. “环境工程微生物学”课程思政实践举措[J]. 微生物学通报, 2022, 49(4): 1452-1463.
QIAO ZW, ZHANG YT, ZHANG WL, LIU C. Ideological and political education practice of Environmental Engineering Microbiology[J]. Microbiology China, 2022, 49(4): 1452-1463 (in Chinese).
- [7] 吴春发, 肖娜. “环境污染的生物修复”课程教学改革探索与实践[J]. 生物工程学报, 2022, 38(12): 4838-4849.
WU CF, XIAO N. Exploration and practice on the teaching reform of “Bioremediation of Environmental Pollution”[J]. Chinese Journal of Biotechnology, 2022, 38(12): 4838-4849 (in Chinese).
- [8] 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).
- [9] 周群英, 王士芬. 环境工程微生物学[M]. 4 版. 北京: 高等教育出版社, 2015.
ZHOU QY, WANG SF. Environmental Engineering Microbiology[M]. 4th ed. Beijing: Higher Education Press, 2015 (in Chinese).
- [10] 张箴, 宋媛光, 赵琳. 习近平经济思想与高级财务管理课程思政[J]. 中国冶金教育, 2023(5): 101-104.
ZHANG Z, SONG YG, ZHAO L. Xi Jinping’s economic thought and ideological and political education of Advanced Financial Management course[J]. China Metallurgical Education, 2023(5): 101-104 (in Chinese).
- [11] 乐毅全, 王士芬. 环境微生物学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
LE YQ, WANG SF. Environmental Microbiology[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2005 (in Chinese).
- [12] 周德庆. 微生物学教程[M]. 4 版. 北京: 高等教育出版社, 2020.
ZHOU DQ. Essential Microbiology[M]. 4th ed. Beijing: Higher Education Press, 2020 (in Chinese).