

微生物学课程“一制二融三环四合”教学模式的改革与实践

李毅*, 唐中伟, 龙丹丹, 杨建强, 马艳琴

山西农业大学生命科学学院, 山西 太谷 030801

李毅, 唐中伟, 龙丹丹, 杨建强, 马艳琴. 微生物学课程“一制二融三环四合”教学模式的改革与实践[J]. 微生物学通报, 2024, 51(4): 1067-1078.

LI Yi, TANG Zhongwei, LONG Dandan, YANG Jianqiang, MA Yanqin. “One-system, two-integration, three-link, four-blend” teaching innovation practice for Microbiology[J]. Microbiology China, 2024, 51(4): 1067-1078.

摘要: 微生物学是面向生物类专业本科生开设的专业核心课程, 具有较强的理论性、实践性和抽象性。为解决传统课程教学资源匮乏、学生自主学习性与创新性不足、育人效果不佳等突出问题, 课程团队以学生发展为中心, 构建体系化课程资源库, 创设“一制二融三环四合”教学新模式, 即建立过程性学习制度, 融入科研和竞赛, 进行“课前-课中-课后”教学设计, 实现线上线下、课内课外、思政元素与专业课、虚拟实践无缝对接。进一步建立了过程性多元考核评价体系。实践表明, 创新教学模式的实施充分调动了学生自主学习的积极性, 有效提升了微生物学课程的教学效果。

关键词: 微生物学; 教学模式; 评价体系; 课程资源; 课程思政

“One-system, two-integration, three-link, four-blend” teaching innovation practice for Microbiology

LI Yi*, TANG Zhongwei, LONG Dandan, YANG Jianqiang, MA Yanqin

College of Life Sciences, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, Shanxi, China

Abstract: Microbiology, with a strong theoretical, practical, and abstract nature, is a core professional course for undergraduates majoring in biology. The conventional teaching of

资助项目: 山西省高等学校教学改革创新项目(J20230337, J2021217); 山西农业大学教学改革研究项目(JG-202226, JG-202230)

This work was supported by the Teaching Reform and Innovation Programs of Higher Education Institutions in Shanxi Province (J20230337, J2021217) and the Teaching Reform Research Programs of Shanxi Agricultural University (JG-202226, JG-202230).

*Corresponding author. E-mail: liyi@sxau.edu.cn

Received: 2023-08-09; Accepted: 2023-10-27; Published online: 2024-01-31

Microbiology has some problems, such as lack of teaching resources, weak self-learning and innovation abilities of students, and poor ideological and political education. In view of these problems, our teaching team adopted the student development-centered teaching method, constructed systematic course resource databases, and created a novel “one-system, two-integration, three-link, four-blend” teaching model. Specifically, one-system refers to the procedural learning system; two-integration refers to the integration of science and competition; three-link refers to the teaching before class, during class, and after class; four-blend refers to the blending of online and offline, in-class and extra-class, ideological and political education and course education, and virtual experiment and practice. Furthermore, we established an assessment system involving multiple aspects. The practice showed that the innovative teaching model mobilized students’ enthusiasm of self-learning and improved the teaching effect of Microbiology.

Keywords: Microbiology; teaching model; assessment system; course resources; ideological and political education

我国《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010–2020)》中明确指出：“要加强学生素质教育，培养学生的责任感、勇于探索的创新精神和善于解决问题的实践能力，促进学生全面发展”^[1]。然而，长期以来，授课教师通常面对面讲授，加上之前应试教育的影响，学生习惯被动接收课程信息，这种“填鸭式”教学使课堂气氛沉闷枯燥，学生固化在单一的思维模式中，缺乏内在驱动力和学习兴趣，教学效果欠佳。在新的人才培养要求下，各高等院校应积极探索和推动多元化课堂教学模式的改革，让学生多参与思考、协作、探索与创新的学习活动，促使学生的知识学习、能力培养和价值塑造得到全面提升。

微生物学作为生命科学领域的专业基础课，是多数高等院校生物类专业的必修课，也是现代高新生物技术的理论基础^[2]。对微生物的研究不仅揭示了生命科学领域的众多基本规律，而且在农业、医药、环境以及发酵工业方面发挥重要作用。目前，国内有许多有关微生物学教学手段改革的探讨。在课堂方面，如采用“趣味教学法”^[3]、翻转课堂^[4]或线上线下混合式的教学策略^[5-6]，也有对教学评价与考核、引入思政元素^[7]等方面的探索。在实验方面，如融入地方特色资源^[8]，采

用本科生助教模式^[9]，或建立微生物学虚拟仿真实验教学平台^[10]，这些都充分调动学生自主学习的积极性，有效提升了课程的教学效果。本教学团队在前期也进行了基于“赛教融合”的微生物学实验教学改革，极大地丰富了微生物学实践教学模式。然而，这些改革虽然能够促进教学理念更新及优化教学管理方式，但由于不够体系化、全面化和多元化，也存在一些问题：如知识碎片化、能力考核片面化、理论与实践连贯性不足等。

微生物学是我校国家一流专业生物科学专业的重点课程，共 64 个学时，包含理论教学 48 学时和实验教学 16 学时。在新农科背景下，拓展本课程广度与深度，促进学生自主学习及培养学生创新与综合应用实践能力是我校微生物学教学研究中的重点。课程教授对象是一年级本科生(6 个普通班与 1 个卓越人才实验班)，学生尚无生命专业相关的课程基础与经验；同时，肉眼看不见的微生物对学生来说微观抽象，加上课程综合性强、知识涉及面广，使得学生对本课程产生“期待”和“惧怕”两种小情绪，既期待进入专业课程的殿堂，无距离接触微生物学研究的真相，又担心自己能力不足，达不到

心理预期的高度,从而打击了对生命专业的热爱。本课程教学团队立足当前学情,在“以学生发展为中心”的教学理念指导下,体系化构建微生物学课程教学新模式,并对具体实施途径及改革效果进行探讨。

1 课程教学中存在的痛点问题

在当前复合应用型创新人才培养的背景下,微生物学传统课堂教学暴露出一些痛点问题。第一,育人效果不佳:传统课堂以传授微生物学专业知识和操作技能为主,思想政治教育和价值塑造未引起重视;同时,伦理、责任教育不足,不利于培养学生的社会责任感和使命感。第二,无法充分激发学生学习的主动性与创造性:传统教学以教师教为中心,加上应试教育的长期影响,学生多数依赖于在课堂上“填鸭式”地被动接受知识和讯息,这不利于形成扎实的知识基础,对能力培养更是毫无助益,主动性和创造性无法充分激发。第三,实验教学模式固化,项目单调:传统的实验教学是教师首先对实验原理与步骤进行讲解,学生再按部就班地进行操作,实验准备多由教师一手包办,学生很难发挥主观能动性;并且实验项目单调,以验证为主,在开始操作之前学生已经能够预见实验结果,这容易让学生产生厌倦及麻木心理,也无法体会主动实验的成就感^[4]。第四,不能满足学生差异性与个性化需求:教学资源匮乏、现代教育技术和手段缺乏的传统课堂无法满足学生个性化、多元化发展需求;并且,新时代的“00后”大学生学习方式也已发生巨变,他们期望“互联网原住民”喜欢的快捷、新鲜、自由和个性化的教学方式来提高感性认识,尤其倾向于亲身体验或实践活动^[5]。最后随着培养方案优化,本课程学时缩短,教学内容偏多,课程进度较快,这使基础相对薄弱的部分学生的学习难度加大;且微生物大多数无法肉眼

观察,知识更新速度快,部分教学内容与科研及应用现状脱节^[5]。因此,如何在有限的学时内传授知识要点,同时激发学生主动学习兴趣、加强学生创新性思维训练与科研思维的培养,成为当前微生物教学改革中亟须研究的关键问题。

2 教学资源体系化建设

教学资源是学生开展学习活动的基础。为满足学生差异性和个性化的学习要求,课程团队通过问卷调查、谈话、走访、资料查阅等方法对学生课程期待情况进行分析后,对教学内容按照知识点进行了系统性以及模块化梳理,并设计、开发了体系化课程资源库,包括指导性资源、内容性资源和生成性资源三类(表1)^[11]。这些教学资源一方面用于线上教学环境——“学习通”平台和“实验空间”平台的搭建;另一方面,保证了线下多元教学活动的有效开展。

3 教学改革设计思路

本校立足“三农”,旨在建设成为国内一流、国际有影响、地域特色鲜明的高水平研究应用型大学。生物科学专业(卓越人才实验班)旨在培养具有批判性思维、国际视野、创新精神以及实践能力的拔尖复合应用型人才。因此,根据学校办学定位和专业人才培养目标,在新农科背景下,我们团队教师结合现代教育技术,通过更新教育理念、融入课程思政、设计高阶实验、革新教学评价等手段,提出了“一制二融三环四合”体系化教学模式(图1),即在“以学生发展为中心”的教学理念指导下,建立一种过程性学习制度,将科研和竞赛两种元素融入课程,进行课前-课中-课后“三环”教学设计,并将线上与线下、课内与课外、思政元素与专业课、虚拟与实践相结合,形成“四合”教学体系,真正实现微生物学课程的育人育才功能。

表 1 微生物学课程资源

Table 1 Microbiology course resources

资源类型	资源内容	资源建设情况
Resource type	Resource content	Resource construction
指导性资源 Instructional resources	教学大纲, 课程介绍 Syllabus, course introduction	生物科学专业(卓越人才实验班)教学大纲和课程介绍 Teaching syllabus and course introduction of bioscience major (Excellent Experimental Class)
	学习指南, 任务清单 Learning guide, task list	以章为单位的学生学习指南和每周任务清单 Students' learning guide with one chapter as a unit and weekly task list
	教改措施, 激励方案 Educational reform measures, incentive programs	激励学生参与学习和互动的具体规则和实施方案 Specific rules and programs to improve students' interest in learning and interaction
内容性资源 Content resources	优秀电子教材库 Excellent electronic teaching material library	国际优秀教材 2 本, 国内优秀教材 2 本, 实验手册 1 本 Two international excellent teaching materials, two domestic excellent teaching materials, one experimental manual
	知识碎片化课件 Knowledge fragmentation courseware	制作 27 个碎片化课件 Made 27 pieces of fragmentation courseware
	教学微视频 Teaching micro video	对应碎片化课件, 制作 27 个微视频(约 259 min) According to the fragmentation coursewares, 27 micro videos were produced (about 259 min)
	虚拟仿真平台 Virtual simulation platform	基于外校国家级实验项目搭建本课程虚拟仿真平台 Built the virtual simulation platform of this course based on the national experimental project of other school
	主题讨论库 Topic discussion library	建设 21 个讨论主题(含热点话题与科研专题) Constructed 21 discussion topics (including hot topics and research topics)
	拓展资源视频库 Expanded resource video library	建设 51 个供学生拓展学习的参考视频资源 Built 51 reference video resources for students to expand their learning
	思政素材案例库 Ideological and political case library	挖掘思政元素 219 个; 制作 27 个课程思政案例 Excavated 219 ideological and political elements; Made 27 ideological and political cases of Microbiology
	高水平学术论文库 High-level academic papers library	建设 48 个供学生拓展学习的科研文献 Construction of 48 scientific research literatures for students to expand their learning
	微生物标本库 Microbial specimen library	制作微生物标本 8 个, 发挥素质教育作用 Made 8 microbial specimens, playing the role of quality education
	微生物插画(绘画)库 Microbial illustration (drawing) library	制作微生物插画 115 个, 融入美育教育理念 Made 115 microbial illustrations, integrating into aesthetic education concept
	在线题库 Online examination system	创建在线试题 426 道 Created 426 online tests
生成性资源 Generative resources	讨论互动, 自我反思 Discuss interaction, self-reflection	将教学过程中动态生成的, 特别是在教学互动以及学生自主学习和反思过程中产生的数据资源保存、整理, 供学生学习和借鉴 The data resources generated dynamically in the teaching process, especially in the process of teaching interaction and students' autonomous learning and reflection, are saved and sorted out for students' learning and reference
	作业评价, 教学建议 Homework evaluation, teaching suggestions	
	问卷调查, 教学反馈 Questionnaire survey, teaching feedback	

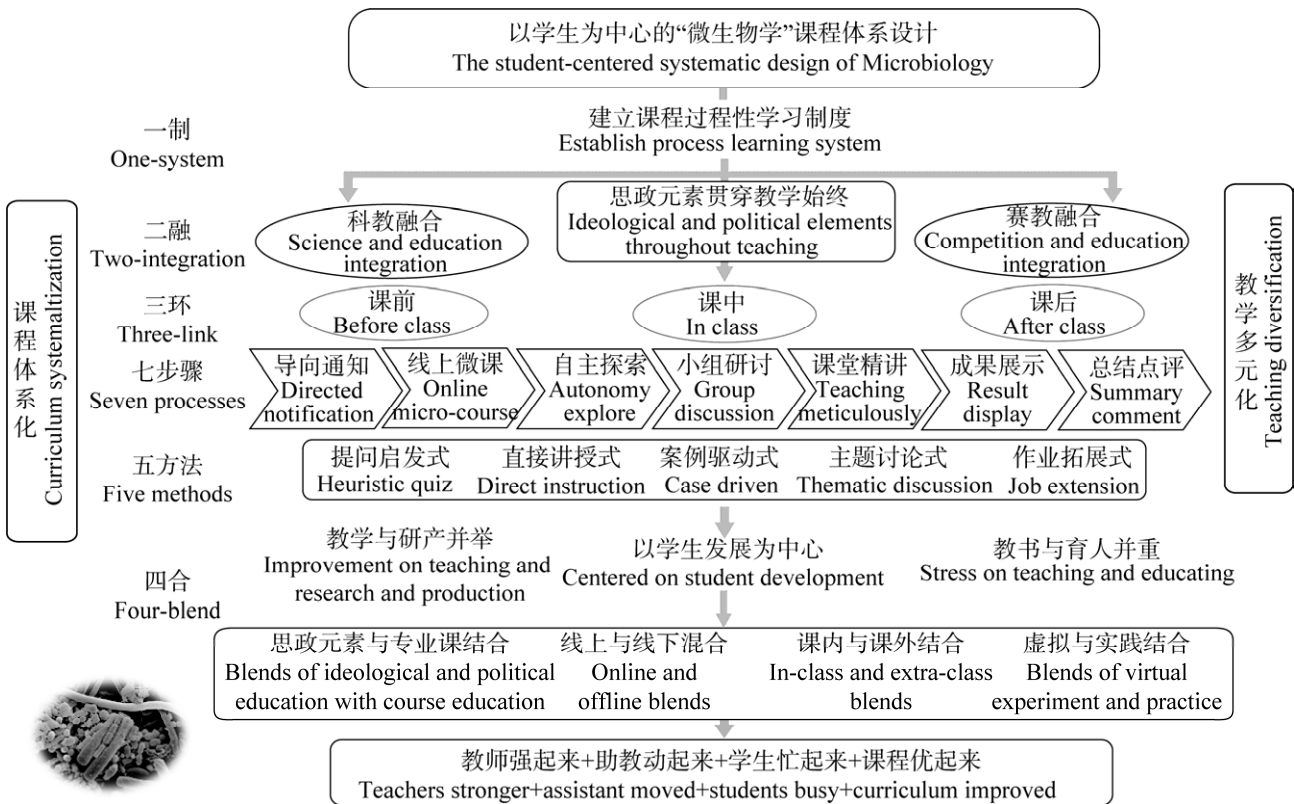


图1 面向实现“一制二融三环四合”的微生物学教学体系化改革策略

Figure 1 The systematic teaching reform strategy of “one-system, two-integration, three-link, four-blend”.

3.1 “一制”建立，革新教学理念

建立学生过程性学习制度，注重学习习惯的培养，让学生经历发现规律的过程。例如在进行小组主题汇报时，不只根据学生课堂作品的展示进行评分，还要求学生将小组话题投票截图、相关文献资料、分工手稿、讨论过程视频上传至线上学习通平台，将其作为学生表现计入过程性考核成绩。同时，革新教学理念，课程不再是以教师为中心、“填鸭式”讲授为主，而是以学生发展为中心、主动式过程性学习为主。注重学生过程性学习和学习习惯的培养，使学生利用碎片化时间完成课程知识体系的学习，实现被动学习向主动学习、知识为本向能力为本、以教定学向以学定教的转变。

3.2 “二融”课程，激发学习兴趣

3.2.1 科教融合，提升学科自信

教学和科研是高等教育的双翼，在科学水平

大发展、人才水平要求持续提升的背景下，科研和教学必须深度融合，实现相互促进的良性循环^[12]。基于前期构建的课程资源，鼓励学生在课前自主阅读最新科技文献，如以“mRNA疫苗——一种新的疫苗策略”为样板案例，加深学生对“mRNA疫苗能够诱导机体产生体液免疫和细胞免疫”的前沿性知识学习，并在课堂上进行文献交流与汇报，锻炼科研思维及创新能力。此外，利用公众号或一些网络平台组织学生观看专家学术讲坛视频，在讲到“病毒”章节时，播放高福院士“从新冠研究看科学突破与技术进步”的科学讲座视频，使教学内容具有先进性、科学性，彰显矢志科研的榜样力量。另外，团队教师也可发挥科研专长，让科学研究融入课堂，在讲授“微生物分类学”这一章时，通过介绍16S rRNA基因可变区与保守区结构、脂肪

酸组成、呼吸醌成分等多相分类学指标丰富教学内容,将科研成果转化为教学资源,实现榜样引领培养学科自信。

3.2.2 赛教融合,培养创新思维

作为大学生第二课堂的重要组成部分,学科竞赛是体现学生创新思维和创新能力的重要手段,也是体现专业理论教学成果和实践教学成果的有效方法^[13]。以学科竞赛为引导,将微生物 logo 设计、微生物作画等竞赛项目引入课程,锻炼学生的创新能力,同时筛选优秀作品参加比赛,达到赛教融合的目的。例如对在农田分离到的土壤菌株进行微生物艺术培养皿绘制,绘制的内容包括谷子、高粱等杂粮作物、农耕文明以及袁隆平等农业科学家,充分体现本校“以兴农强农为己任”的办学特色。设立多级比赛制度,经过院级初赛、校级复赛,筛选符合主题的优秀作品参加以全国青年科普创新实验暨作品大赛为主的生物类竞赛,参赛形式上学生可自由组队,充分调动学生主动参与学习的积极性,并提升学生的综合应用能力,强化微生物实验教学的高阶性、创新性与挑战度。

3.3 “三环”设计,彰显课程高阶性

3.3.1 课前:学生自学、发现问题、提出问题

在每周课程开始前(前一周周五),教师在线上“学习通”平台发布周知识导学任务单[包括自学提纲、massive open online courses (MOOC)视频、课堂讨论任务和课后作业等]。其中,学生对 MOOC 视频的学习次数和时长由平台自动记录至个人积分中;小组任务完成情况(如主题讨论、文献查阅等)需提前上传至“学习通”平台供教师审阅;预习笔记(包括课前预习内容与课中补充内容)在课后上传至网络平台。

3.3.2 课中:师生互动、分析问题、解决问题

基于 objective activation multi-learning assessment summary (O-AMAS)有效教学模型帮助学生内化知识^[14]。(1) 明确课堂教学目标:在

课程的总体目标下细化并明确每次课程的具体教学目标。(2) 快速激活:通过采用新闻报道、视频故事、趣味图片、经典案例、游戏互动等激活方式引入,讲解放线菌前了解到大多数学生认为抗生素主要由细菌产生,课前引入相关的视频让学生了解到主要来源为放线菌而非细菌,利用与学生固有想法冲突的方式来快速激发学生的学习热情和课堂氛围。(3) 多元化学习:针对有难度的知识体系,以教师直接讲授为主,并结合案例分析等多种方式加深学生对知识的理解。例如,在微生物代谢章节展示三羧酸循环的记忆口诀,帮助学生深化理解与记忆。而针对简单的学习知识体系,教师通过“抢答”“选人”等方式调动学生积极参与互动,同时针对与授课内容关联度高的知识点开展观看学术讲坛、主题讨论、主题汇报等方式引导学生进行主动学习与积极参与教学。例如病毒章节学习完成后,小组汇报展示“人类抗病毒技术进步”,学生在主动查阅文献及资料过程中,深入理解与探究相关的专业知识。通过这些方式引导学生体验知识产生的过程,培养学生独立思考的能力。(4) 有效测评:授课完毕后设置随堂测验,学生在 3 min 内完成 5 道题目,帮助学生检验课堂学习效果的同时让教师及时了解知识掌握情况,随后进行讲解和分析。答题成绩由学习通平台自动批改并累加至个人得分中。(5) 简单总结:在每次课程结束时,教师对主要知识点进行梳理回顾与总结,加深学生对知识的理解,引导学生构建知识体系。

3.3.3 课后:拓展提升、深度探究、归纳总结

在课后,教师随时跟踪学生的学习情况,督促和帮助学生学习巩固知识,深化教学内容,并获得教学反馈。具体包括:(1) 通过线下一对一座谈(与学委、助教交流或随机抽人等方式)与学生进行个性化沟通,例如与学生交流对“细胞质膜、内膜系统及内含物”章节的学习感受以及抽查重

点知识点“羧酶体”的掌握情况，实时解答学生提出的问题或困难。(2) 在学习通或微信学习群发布投票和问答，例如通过“微生物的遗传与变异章节重难点掌握自我评估”的填写情况，了解到学生对于基因突变总体掌握情况良好，而对于细菌的转化转导近一半的学生未完全掌握，教师将反馈出的问题在下节课课堂课前回顾或知识点总结归纳时进行复习和重点讲解。(3) 安排学生自绘思维导图，引导学生开展个人自评、组内、组间互评，与教师评价相结合，反馈学生对于各章节难易点的掌握程度，并整理优秀作品(思维导图、绘制的艺术培养皿等)上传课程平台，以供大家交流学习。(4) 发布意见表或调查问卷，例如对“教学新模式效果”进行评价，从“对该教学模式的感受”“面临的挑战”“整体教学节奏”等方面进行问卷调查，教师对调查结果进行整合分析，其中体现出来的共性问题、典型问题将作为生成性资源以用于下节

课堂反馈。

3.4 “四合”教学，打破时空限制

3.4.1 思政元素与专业课结合

以立德树人为根本任务，重构课程知识体系，体系化构建“一中四育”课程思政新理念，即中华优秀传统文化、美育教育、德育教育、生态教育和劳动教育(图 2)。(1) 在绪论部分，融入中华优秀传统文化：以中国古代哲学思想阐释微生物生存之道(例如利用取物不尽物的儒家思想，解释新冠病毒与埃博拉病毒的两种生存机制)；通过组织学生观看影片(如《了不起的我国——山西老陈醋》)、分析案例(如“中华千年药食缔造者——红曲霉”)等帮助学生树立文化自信意识；通过讲中国故事与中华文化历史人物等，将中国人文素养与科学精神结合，弘扬中华优秀传统文化。(2) 在微生物结构与功能部分，融入美育教育：让学生以菌落为画笔形成微生物创意作品画，设计微生物学小组 logo，绘图说明

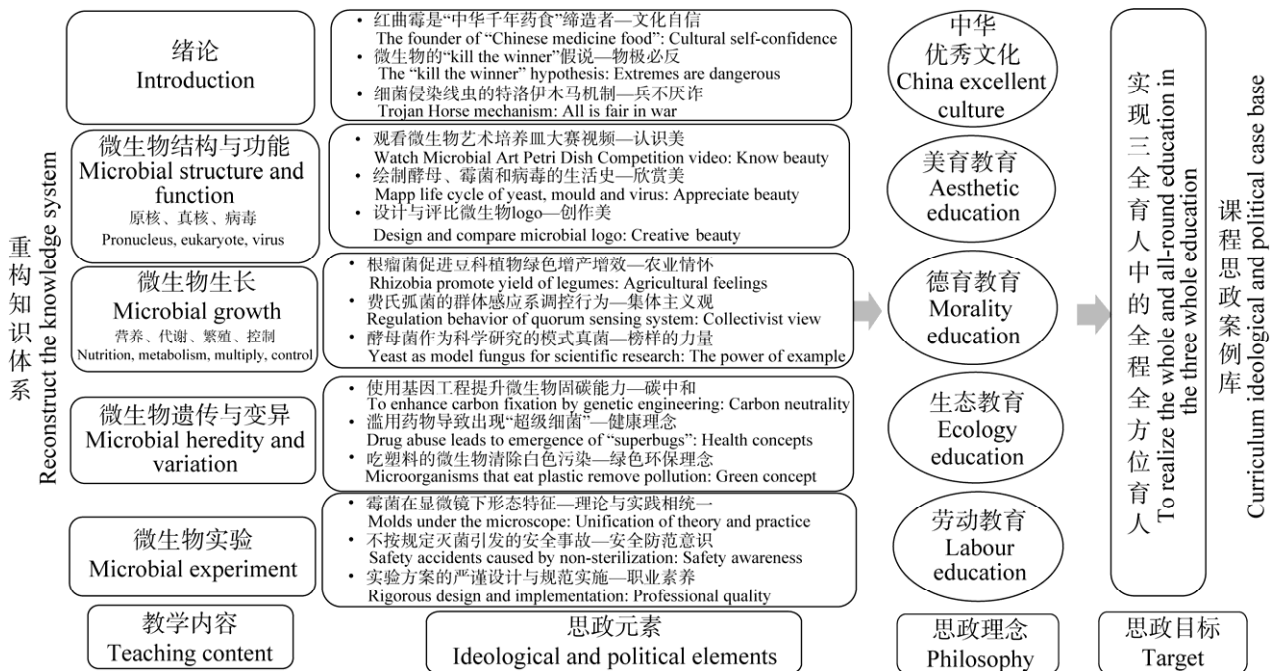


图 2 微生物学“一中四育”课程思政体系

Figure 2 “One Chinese culture, four education” ideological and political system.

酵母、霉菌、病毒等繁殖方式和生活史,制作实验墙报与海报,提升学生认识美、理解美、欣赏美、创造美的能力。(3) 在微生物生长部分,融入德育教育:通过拓展视频(如食用菌助力乡村振兴)、标本制作(体现榜样的力量)、专题讲述(如根瘤菌助力豆科植物绿色增产增效)等帮助学生树立正确三观,培养“三农”情怀。(4) 在微生物遗传与变异章节中,融入生态教育理念:通过组织课堂辩论(如疾病的传播是人类的越界还是微生物的蠢蠢欲动)、主题讨论(如微生物主导地球还是人类主导地球)等活动,强化学生突破人类自我中心的价值观,珍爱自然;(5) 在实验教学中,将实验劳动素质观融入点滴,设置开放性多元实验,调动学生的主观能动性,将理论与实践紧密结合,树立递阶式劳动教育观。在教学全过程中,利用已构建的思政素材案例库,充分激发学生的学习兴趣 and 内在动力,培养学生辩证思维能力、科学精神和创新精神,真正实现“全员育人、全程育人、全方位育人”中的全程全方位育人。

3.4.2 线上与线下混合

线上:利用超星“学习通”平台提供课程基本和拓展资源。课前一周,教师在“学习通”平台发布本次课程相关的基本学习资源(知识导学单、课件、微课视频、思考题等),学生自主完成线上预习。此外,为了拓展学生思维,在每章节末补充课外扩展资源,例如引入“微生物标本”,描述各类典型微生物的生物学特征、功能以及小故事;穿插“微生物插图集”,使美术作品融入多种微生物元素。这些资料将永久保存在超星“学习通”平台,学生可随时预习与复习。线下:课堂采取以教师讲授为主的直接教学法,同时,以小组学习的形式进行合作教学、同伴教学、主题研讨,让学生参与教学,更好地融入课堂。

3.4.3 课内与课外结合

课外:教师通过一系列的学习任务掌握学生

的过程性学习动态。例如,章节内容学习后,每个学生都会提出一个辩题(29个),利用课余时间各个小组完成投票并选出本组最优辩题(7个),再经微信群班级投票选出本章节最佳辩题,用于课内辩论;又比如安排学生绘制思维导图,梳理章节内容,构建知识网络,加深对知识的理解;师生共建客观题题库(以原核微生物、真核微生物以及病毒这三章内容为主),并采用此题库进行测验,有效提升学生的学习效果。学生完成教师布置的任务后交教师审阅。课内:利用随堂测试掌握学生课内学习和课外自学效果,并进行现场讲解和答疑;同时也采用提问启发式、直接讲授式、主题讨论式、案例驱动式、翻转课堂式等多种教学方法训练学生逻辑思维、团队协作等多方面能力素质,努力践行课程的过程性学习制度。

3.4.4 虚拟与实践结合

针对传统微生物学实验教学中理论学习与实践操作脱节、学生实操能力不强等情况,从知识、能力、价值三个维度精心设计实验内容,建立“虚实结合”的高阶性实验育人体系(图3)。虚拟:通过线上平台发布录制的实验操作视频资料、中国大学慕课(如南京师范大学的微生物学实验)视频教学资料,并对视频中的关键操作步骤进行详细讲解。其次,利用“实验空间”虚拟仿真平台强化实验过程,根据学生个性化的学习需求,不同实验模块进行在线操作,包括淀粉酶产生菌的筛选、淀粉酶高产菌的诱变选育、淀粉酶产生菌的菌种鉴定以及淀粉酶高产菌的中试生产。实践:引导学生开展验证性的模块化实验以及开放性的项目化实验,检验学生们对实验操作规范性的学习,并判断实验结果和分析实验误差。基于实验中获得微生物菌株,让学生以菌为翰墨,以皿为宣纸,绘制并培养后形成微生物创意作品画,并参加高阶性生物竞赛,以提升课程的广度和深度。

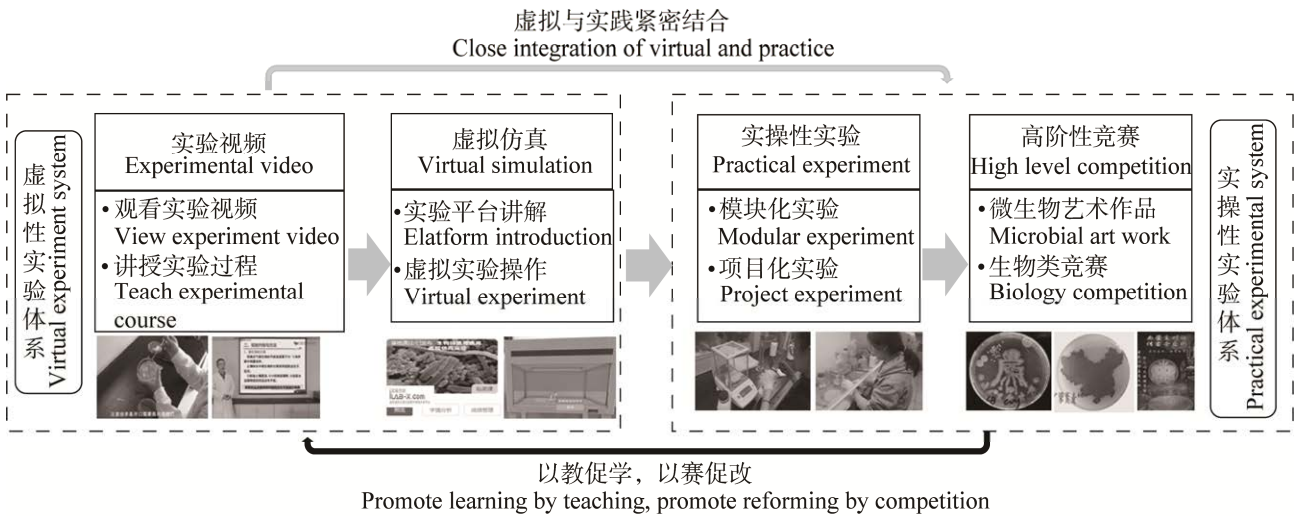


图 3 微生物学“虚实结合”的递进式实验教学体系

Figure 3 “Virtual and practice integration” progressive experimental system.

4 教学改革考核评价

以客观、全面评价学习过程和结果为基本原则，改变期末考试一卷定乾坤的单一考核模式，课程团队构建了“多元评价主体、多维评价标准、

多样考核指标”的考核评价新方式(图 4)。将教师、助教、学生作为评价主体，评价标准涵盖了“知识+能力+素质”三方面，将过程性考核、表现型考核以及总结性考核作为课程总成绩。过程性考核由课程实验和线上课堂两大部分(10 个指

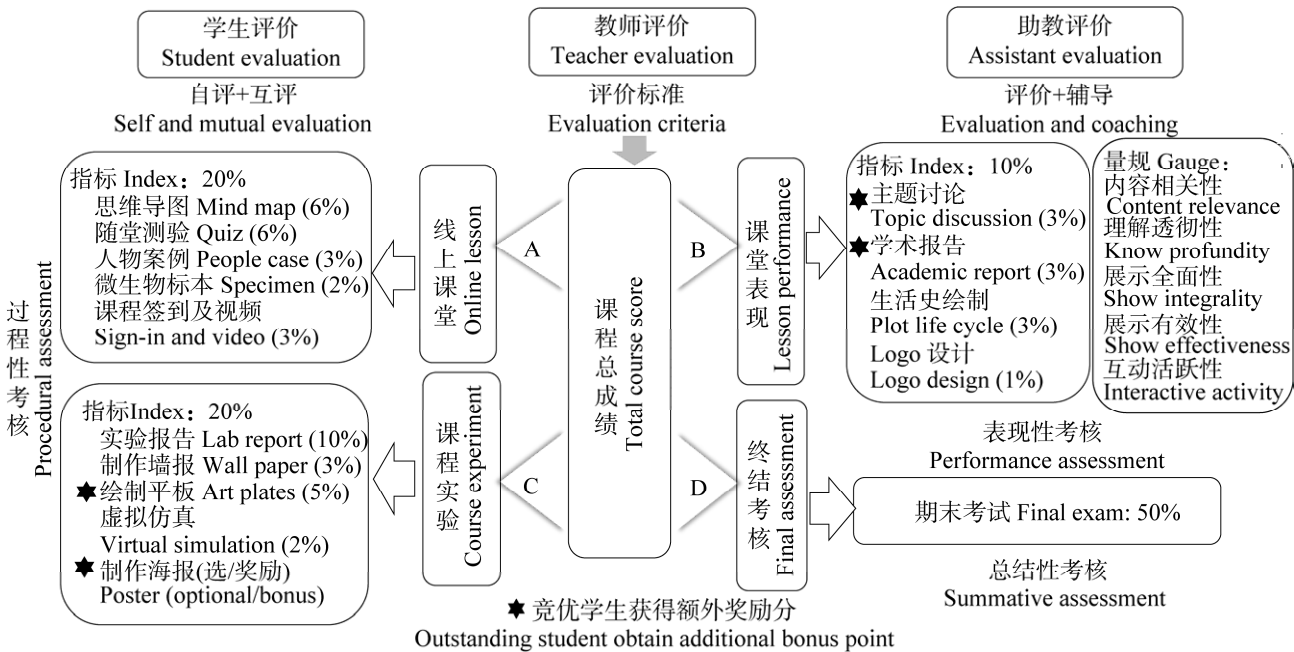


图 4 本课程多元考评体系

Figure 4 The assessment system involving multiple aspects.

标)组成, 占总成绩的 40%, 以定量追踪学生的平时学习过程。表现性评价由学术报告、主题讨论、微生物生活史绘制和小组 logo 设计四部分组成, 占总成绩的 10%。上述的这两种考核是由教师、助教和学生作为主体进行评价。需要强调的是, 师生依据量规共同对学生表现的效果进行匿名评分以及撰写评语, 以评促学。其中, 提出优质问题、设计出优秀作品或作业的学生将获得额外奖励分。总结性评价由期末考试组成, 占总成绩的 50%。基于此考评体系, 实现多环节、多维度考查学生的学习投入、学习成果和差异化能力。

5 教学改革成效

本次教学改革经过顶层设计、资源挖掘、平台搭建、前期实践、教学反思等多个环节的优化, 于 2022–2023 学年第二学期在生物科学专业卓越人才实验班(卓越班, 29 人)“微生物学”课程中正式应用。相较于传统教学模式(6 个普通班, 235 人), 新教学模式下(卓越班)学生最终学业课程成绩总体上显著提高(t 检验, $P < 0.001$) (图 5)。普通

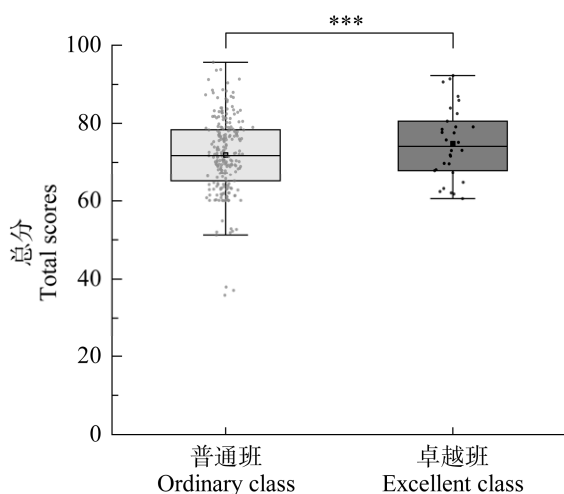


图 5 普通班和卓越班微生物学课程成绩对比显著性结果以 * 表示, ***: $P < 0.001$

Figure 5 Scores of Microbiology between ordinary class and excellent class. * means significant result, ***: $P < 0.001$.

班学生成绩多集中在 65–75 分, 平均分为 71.1 分, 优良率(>80 分)为 19.6%, 课程通过率(>60 分)为 95.8%; 而卓越班多集中在 70–80 分, 平均分为 76.2 分, 优良率和课程通过率分别上升到 34.5%和 100%, 说明学生的知识掌握程度显著提升。课程团队对卓越班 29 名学生发布匿名问卷调查, 结果显示, 82.8%的学生认同这种创新教学模式, 93.1%的学生认为此教学模式可以达到良好的学习效果, 100%的学生认为课程改革调动了学生的学习兴趣 and 主动性, 加深了学生对知识的理解, 说明新教学模式有效提升了微生物学课程的教学效果。

基于创新教学模式, 充分发挥微生物课程的育人优势, 课程团队多次指导学生利用课程作品参加各种项目及竞赛。例如, 组织学生参加学院微生物墙报大赛和 logo 设计大赛, 其中, 卓越班学生的参与率达到 100%, 做到了学生全员覆盖。学生作品“鲸愿”“清澈的爱, 只为中国”和“与国宝对话, 传古今文明”分别获得第七届全国青年科普创新大赛山西赛区三等奖和优秀奖。卓越班学生积极申请或参与微生物方面的创新创业项目, 学院无论是参与学科竞赛的项目数和学生人数, 还是获奖的等级与数量, 较往年都有了大幅度提高。部分学生进入教师科研实验室后进行相关科学研究, 以共同第一作者发表 SCI 论文 1 篇^[15]。课程团队指导的本科生毕业论文入选校级优秀毕业论文 3 次。在培养学生的同时, 课程团队也在不断成长壮大。团队教师先后获得山西农业大学教师教学创新大赛二等奖及生命科学学院课程思政教学设计大赛二等奖。前期, 已对微生物学实验进行改革, 并获批山西农业大学教改项目“基于‘赛教融合’的微生物学实验教学探索与实践”和“探究型实验教学模式在微生物学课程中的应用”2 项。“一制二融三环四合”教学模式的实施作为山西省教改创新立项项目进行

了展示讨论,课程得到了专家的认可,被校教学指导委员会评为“六有课堂”:有精度、有温度、有深度、有广度、有难度、有高度。在新的教学模式下,创新微生物课堂成为了师生共同进步和成长的舞台,实现了教学相长。

6 结语

综上所述,通过体系化建设微生物学课程教学资源库,更新课程理念、创新教学模式、革新考评设计,我们教学团队分别构建了以立德树人为根本任务的“一中四育”课程思政新理念、以学生发展为中心的“一制二融三环四合”教学新模式(包括基于O-AMAS模型的“三环”理论教学体系和“虚实结合”的递进式实验教学体系)以及“多元评价主体、多维评价标准、多样考核指标”的考核评价新方式。这些改革措施提高了学生的学习兴趣,提升了教学效果,实现了微生物学课程“教书”与“育人”相统一。在未来建设中,将进一步按照“两性一度”的要求,不断总结经验、吸取教训,完善课程资源并优化课程创新设计,尽量不增加学生负担,同时保证学习效果,努力提升研究应用型人才培养质量。

REFERENCES

- [1] 中华人民共和国教育部. 国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020). 2010-07-29.
Ministry of Education of the People's Republic of China. Long-term Reform and Development Plan for National Education (2010-2020). 2010-07-29.
- [2] 李玉, 齐威, 王凤华, 毛淑红, 张成林, 赵化冰, 刘逸寒, 路福平. “微世界, 大情怀”: 浅谈微生物学课程思政教学设计 with 改革[J]. 微生物学通报, 2022, 49(4): 1434-1444.
LI Y, QI W, WANG FH, MAO SH, ZHANG CL, ZHAO HB, LIU YH, LU FP. “Micro world, great emotion”: reform and design of ideological and political education in Microbiology[J]. Microbiology China, 2022, 49(4): 1434-1444 (in Chinese).
- [3] 杨希, 高强, 梁鹏, 何慧. “趣味教学法”在微生物学课堂中的应用及探讨[J]. 微生物学通报, 2021, 48(10): 3910-3922.
YANG X, GAO Q, LIANG P, HE H. The application and discussion for “interesting teaching method” in Microbiology classes[J]. Microbiology China, 2021, 48(10): 3910-3922 (in Chinese).
- [4] 原野, 夏洪梅, 刘东波, 李晓雪, 李凡. 微生物学实验技术课程“五阶段”翻转课堂教学模式的探索与实践[J]. 微生物学通报, 2022, 49(8): 3531-3538.
YUAN Y, XIA HM, LIU DB, LI XX, LI F. Exploration and practice of “five-stage” flipped classroom teaching in Microbiology Experimental Technology course[J]. Microbiology China, 2022, 49(8): 3531-3538 (in Chinese).
- [5] 张守科, 张心齐, 苏秀, 周湘, 张昕, 吴酬飞, 林海萍. 以学生为中心的微生物学线上线下混合式教学创新与实践[J]. 微生物学通报, 2023, 50(3): 1354-1364.
ZHANG SK, ZHANG XQ, SU X, ZHOU X, ZHANG X, WU CF, LIN HP. Student-centered online and offline blended teaching innovation practice for Microbiology[J]. Microbiology China, 2023, 50(3): 1354-1364 (in Chinese).
- [6] 赵萌萌, 薛林贵. “线上线下混合式”微生物学课程改革与实践[J]. 微生物学通报, 2021, 48(11): 4432-4443.
ZHAO MM, XUE LG. “Online and offline blended” teaching reform practice in Microbiology[J]. Microbiology China, 2021, 48(11): 4432-4443 (in Chinese).
- [7] 郭润芳, 裴家伟, 林杨. 高校专业基础课程“微生物学”思政案例设计[J]. 微生物学通报, 2021, 48(5): 1810-1814.
GUO RF, PEI JW, LIN Y. Ideological case design of professional basic course Microbiology[J]. Microbiology China, 2021, 48(5): 1810-1814 (in Chinese).
- [8] 吾尔恩·阿合别尔迪, 恩特马克·布拉提白, 玛依拉·吐尔地别克, 徐丽萍. 地方特色资源融入微生物学研究型实验教学改革[J]. 微生物学通报, 2021, 48(3): 1020-1025.
OREN A, ENTOMACK B, MAYILA T, XU LP. The local characteristics in research-based experiments of Microbiology courses[J]. Microbiology China, 2021, 48(3): 1020-1025 (in Chinese).
- [9] 刘慧玲, 温崇庆, 杨世平, 丁燊. 本科生助教模式在微生物学实验教学中的探索与实践[J]. 微生物学通报, 2023, 50(1): 427-433.
LIU HL, WEN CQ, YANG SP, DING Y. Exploration and practice of undergraduate assistant mode in the

- teaching of Microbiology Experiment[J]. *Microbiology China*, 2023, 50(1): 427-433 (in Chinese).
- [10] 刘金林, 许敏, 蒋金辉, 杨娇艳, 胡原, 万建, 李兵. 微生物学虚拟仿真实验教学平台的建设与应用[J]. *微生物学通报*, 2021, 48(12): 4972-4979.
LIU JL, XU M, JIANG JH, YANG JY, HU Y, WAN J, LI B. Construction and application of a virtual simulation experiment teaching platform for Microbiology[J]. *Microbiology China*, 2021, 48(12): 4972-4979 (in Chinese).
- [11] 尹军霞, 杨受保, 沈国娟. 基于在线课程的混合式教学在微生物学课程中的探索和实践[J]. *微生物学通报*, 2021, 48(8): 2910-2919.
YIN JX, YANG SB, SHEN GJ. Exploration and practice of blended teaching based on online course in Microbiology teaching[J]. *Microbiology China*, 2021, 48(8): 2910-2919 (in Chinese).
- [12] 王廷璞, 焦成瑾, 刘艳梅, 马伟超. 基于科教融合的生物科学特色专业创新人才培养与实践[J]. *教育教学论坛*, 2018(33): 187-189.
WANG TP, JIAO CJ, LIU YM, MA WC. Practice for training of innovative talent in characteristic specialty for biosciences based on combination of education and research[J]. *Education Teaching Forum*, 2018(33): 187-189 (in Chinese).
- [13] 熊光华, 廖信军, 曹子岗, 陆辉强. 学科竞赛驱动下生物科学专业人才培养的探索[J]. *教育教学论坛*, 2021(12): 113-116.
XIONG GH, LIAO XJ, CAO ZG, LU HQ. Exploration of talent training in bioscience major driven by subject competitions[J]. *Education Teaching Forum*, 2021(12): 113-116 (in Chinese).
- [14] 潘皎, 李霞, 李登文, 周卫红, 刘方. O-AMAS 有效教学方法在“微生物生理学”教学中的应用[J]. *高校生物学教学研究(电子版)*, 2019, 9(5): 17-20.
PAN J, LI X, LI DW, ZHOU WH, LIU F. The application of “O-AMAS” effective teaching method in the course of “Microbial Physiology”[J]. *Biology Teaching in University (Electronic Edition)*, 2019, 9(5): 17-20 (in Chinese).
- [15] LI Y, DING YY, DANG YR, BAI Y, GUAN L, LIU NH, WANG YZ, KANG ML, ZHANG YQ, ZHANG XY. *Celeribacter litoreus* sp. nov., isolated from intertidal sediment[J]. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 2022. DOI: 10.1099/ijsem.0.005241.