

# “新工科”背景下“食品微生物学”教学改革探索与实践

巫小丹<sup>1,2</sup>, 屠心怡<sup>1,2</sup>, 付桂明<sup>\*1,2</sup>, 彭珍<sup>1,2</sup>, 江湖<sup>1</sup>

1 南昌大学食品学院 南昌大学食品科学与技术国家重点实验室, 江西 南昌 330031

2 南昌大学国际食品创新研究院, 江西 南昌 330052

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 Xiaodan, TU Xinyi, FU Guiming, PENG Zhen, JIANG Hu. Exploration and practice of teaching reform of Food Microbiology in the context of new engineering education[J]. Microbiology China, 2023, 50(2): 754-765.

**摘要:**“食品微生物学”是面向食品类专业本科生开设的一门实践性很强的主干课程, 具有较强的理论性和抽象性。针对“新工科”背景下该课程存在的思政教育有待进一步加强、学生创新能力不足和协同培养系统不够完善等突出问题, 课程团队坚持“以学生为中心”, 以培养科研素养和工程实践能力为目标, 创设“一链三融, 践行创新”线上线下混合模式, 融合思政教育与课程教育、科学研究与课堂学习、区域产业与专业教学, 将学科、产业优势转化为创新教学资源, 提升“两性一度”, 实现人才培养与思政教育同频共振, 赋能食品学科创新人才培养。

**关键词:** 食品微生物学; 新工科; 创新人才; 教学改革

资助项目: 江西省一流本科课程(赣教高字[2020] 27号, [2021] 39号); 南昌大学一流本科课程(南大教函[2022] 35号); 江西省主要学科学术和技术带头人培养计划青年人才项目(20212BCJ23042); 教育部产学研合作协同育人项目(202101292013, 202102083005, 202102152021); 江西省高等学校教学改革研究项目(JXJG-19-1-16); 江西省学位与研究生教育教学改革研究项目(JXYJG-2020-022); 南昌大学教学改革项目(NCUJGLX-19-76)

This work was supported by the Jiangxi Provincial First-Class Undergraduate Courses ([2020] 27, [2021] 39), the Nanchang University First-Class Undergraduate Courses ([2022] 35), the Youth Talent Training Program for Academic and Technical Leaders of Major Disciplines in Jiangxi Province (20212BCJ23042), the University-Industry Cooperation Collaborative Education Program of the Ministry of Education (202101292013, 202102083005, 202102152021), the Jiangxi Higher Education Teaching Reform Research Project (JXJG-19-1-16), the Jiangxi Provincial Degree and Postgraduate Education Teaching Reform Research Project (JXYJG-2020-022), and the Teaching Reform Project of Nanchang University (NCUJGLX-19-76).

\*Corresponding author. E-mail: fuguiming@ncu.edu.cn

Received: 2022-04-07; Accepted: 2022-08-04; Published online: 2022-10-24

# Exploration and practice of teaching reform of Food Microbiology in the context of new engineering education

WU Xiaodan<sup>1,2</sup>, TU Xinyi<sup>1,2</sup>, FU Guiming<sup>\*1,2</sup>, PENG Zhen<sup>1,2</sup>, JIANG Hu<sup>1</sup>

1 College of Food Science & Technology, State Key Laboratory of Food Science and Technology, Nanchang University, Nanchang 330031, Jiangxi, China

2 International Institute of Food Innovation, Nanchang University, Nanchang 330052, Jiangxi, China

**Abstract:** Food Microbiology, with a strong theoretical and abstract nature, is a practical main course for undergraduates majoring in Food. In the context of new engineering education, the teaching of Food Microbiology has some problems, such as the poor ideological and political education, weak innovation ability of students, and unsound collaborative cultivation system. Insisting on the student-centered teaching concept and the cultivation of students' abilities in scientific research and engineering practice, we created the teaching reform idea combining online and offline teaching. Through the integration of ideological and political education with course education, of scientific research with classroom learning, and of regional industry and professional teaching, the advantages of disciplines and industries were transformed into innovative teaching resources. In this way, the goal of being high-level, innovative, and challenging was achieved. The teaching reform of the course succeeded in realizing the resonance of talent training and ideological and political education and empowering the cultivation of innovative talents majoring in food.

**Keywords:** Food Microbiology; new engineering education; innovative talents; teaching reform

2017年教育部积极推进“新工科”建设，全国迅速掀起了“新工科”教育热潮<sup>[1-3]</sup>。高校如何提升教育质量、创新人才培养机制、建设高阶性、创新性、挑战度的“两性一度”导向下的金课等引发持续关注<sup>[4]</sup>。如何在达成理解和记忆低阶教学目标的基础上，实现知识应用、分析、综合和评价的高阶教学目标是高等教育课程改革首要考虑的问题<sup>[5-7]</sup>。混合式教学模式的线上教学适合学生以自主学习方式达成低阶目标，而线下翻转课堂、研讨式教学、课题调研等环节更适合培养和锻炼学生高级思维能力，达成高阶教学目标。近年来，广大高等教育学者围绕布鲁姆教育目标分类法教育原理开展了各种混合式教学模式探索<sup>[8-11]</sup>。

“食品微生物学”是一门涉及生命科学和食

品科学的交叉学科专业课程，是高等院校食品专业的主干课程。教学过程中要加强理论和实践的融合共进，注重培养学生的创新思辨、自主学习、工程实践等能力，锻造严谨求实、团结协作等精神，树立生物安全、伦理道德等意识，培树社会责任、爱国情操等情怀，着力培养适应产业与经济发展需求的工程科技人才。

基于社会及行业对未来食品人才能力和共性素质要求分析，本论文首先理清了“食品微生物学”课程亟待解决的三大突出问题，即课程思政教育有待进一步加强、学生创新实践能力不强、协同培养系统不够完善等，并针对突出问题系统梳理了课程教改思路与举措，最后从学生学业成绩比较、问卷调查结果分析、教学团队成长等方面对混合式教学改革成效进行分

析,以期加强交流,培育更多更优秀的工程科技人才。

## 1 “食品微生物学”课程教学亟待解决的突出问题

为适应 21 世纪食品工业和社会发展及“新工科”建设需求,南昌大学食品学院始终致力于培养专业基础扎实、工程实践能力强,具有良好科学素养和创新能力,富有家国情怀、工匠精神,能服务地方建设的高级工程技术人才。随着社会对科技发展需求的变化,传统工科教学方式已不能满足人才培养需求,本课程的教学中也出现了一些亟待解决的突出问题。

### 1.1 课程思政教育有待进一步加强

传统“食品微生物学”课堂教学以教授微生物学专业知识和操作技能为主,存在思想政治教育未引起重视或思想政治教育无法与课程知识有机融合的问题,同时,伦理、责任教育不足,不利于培养学生为国家发展贡献力量的责任感和使命感,师生思政理论水平欠扎实,课程育人功能发挥不充分。课程思政是开展大学生思想政治教育的主渠道,是实现高校全方位育人的重要方式,“食品微生物学”课程体系中的思政元素急需深入挖掘,实现意识引领知识学习。

### 1.2 学生创新实践能力不足

“食品微生物学”知识点繁多,传统教学方式易偏重知识传授,导致学生实践能力训练不足,创新思维有待进一步提升。加上应试教育的长期影响,部分学生习惯接受知识,缺乏内在驱动力和学习兴趣,自主学习、创新实践能力较弱,学生个性化、多元化发展需求得不到充分满足,学生综合素质及岗位胜任力尚存提升空间。

### 1.3 协同培养系统不够完善

“食品微生物学”课程教学过程中,一般局

限于校内教学资源的使用,常易忽视课程教学与学生参加科技创新、项目实践和科研训练的有效关联,对校内外科研或产业资源利用不足,创新实践教育资源较为单一,导致协同培养系统不够完善。如何有效融通校内外资源,将科学研究和区域产业资源有效转化为创新教育资源是课程改革的关键。

## 2 课程教改思路与举措

“新工科”背景下,遵循“金课”建设“两性一度”标准,基于布鲁姆教育目标分类法教育原理,教学团队坚持“以学生为中心”教学理念设计线上线下混合式教学方案,提出“一链三融,践行创新”教学创新思路,摸索出一套以培养科研素养和工程实践能力为目标的“工作性任务、情境式学习、综合性考评”教学组织方法,赋能食品学科创新人才培养(图 1)。其中,“一链”指“从微生物学基础到食品工业应用的知识链”,课程团队设计了“微生物形态和结构”“微生物营养和生长”“微生物遗传和变异”及“食品微生物学应用”四大知识模块,搭建了一条从微生物学基础到食品工业应用的知识链,并依据此知识链进行教学创新设计,为每个模块提供实验实践支撑;“三融”指融合思政教育与课程教育、科学研究与课堂学习、区域产业与专业教学,将学科优势和区域产业优势转化为创新教学资源。“一链”侧重专业知识结构梳理,“三融”侧重素质和能力培养,实现“一链三融”有机结合。针对“食品微生物学”课程教学过程存在的 3 个主要突出问题,课程团队构建了“一链三融”综合育人体系,在教学理念、课程体系、教学方法、教师队伍等方面开展积极的探索和实践,以培养学生对食品微生物学的全局视野,提升学生的工程实践和科学思维能力。

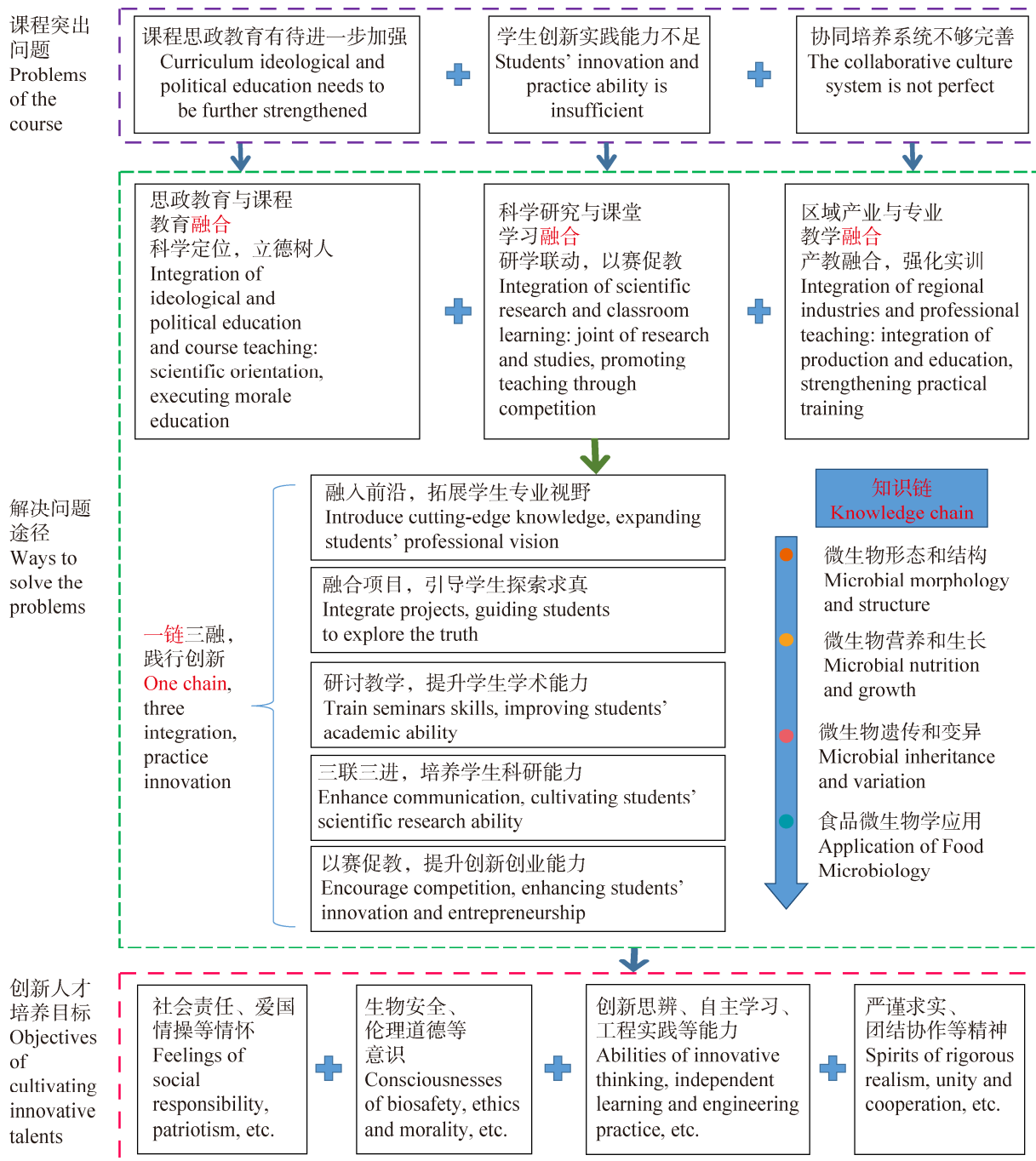


图1 课程教改总体思路  
Figure 1 General idea of teaching reform.

### 2.1 科学定位，立德树人

思政教育是工科专业教学的短板,通过加强“食品微生物学”课程的思政教学,可实现思想教育与知识教育和思维教育并重,促进学生

全面发展。针对“食品微生物学”课程的特点,课程团队科学设计课程思政教学体系,确立该课程思政以科学素养、科学伦理和科技报国使命感的培养为主,与专业知识或教学案例有机

结合,防止空洞化、虚无化。微生物活动与人类社会发展密不可分,课程团队在教学设计中以科学案例、微生物技术中蕴含的科学思想、先进前沿的科学成就引导学生建立正确的科学观和科学思维;以我国微生物学科技发展成就增强学生的民族自豪感和自信心;以微生物学科发展简史、代表人物,以及新型冠状病毒研究现状、防控手段和抗击新冠疫情故事等教导学生了解当前人类生存发展“卡脖子”的关键核心技术,提升课程重要性,让“食品微生物学”课程变得有故事、有温度,激发

学生科技强国的责任感和使命感;面向国家战略需求,深挖地方思政特色,实现思政教育与相应知识点、教学案例的有机融合,形成具有微生物学科特色的大思政课程体系(包含22个思政教育题材,部分思政计划见表1)。课程团队始终坚持以德立身、以德立学、以德施教,以良好的师风带动学风,将课程思政融入课堂教学建设全过程,并与学工老师联动,同向同行,助推三全育人,形成协同效应,确保课程思政如涓涓细流融入课堂,浸润学生心田。

表1 “食品微生物学”部分思政计划

Table 1 Some ideological and political programmes in Food Microbiology

序号	专业知识或教学案例	思政教育元素
Serial number	Professional knowledge or teaching cases	Elements of ideological and political education
1	巴斯德挑战并彻底推翻“自然发生说” Pasteur challenged and overturned the theory of ‘Natural occurrence’	批判精神和科学态度 Critical spirit and scientific attitude
2	我国著名微生物学家汤飞凡首次分离出沙眼衣原体的事迹 Tang Feifan, a famous microbiologist in China, isolated <i>Chlamydia trachomatis</i> for the first time	不怕困难、坚持不懈,与国家共命运,为祖国、为人类无私奉献的精神 The spirits of no afraid of difficulties, perseverance, courage to share the fate of the country, and the selfless dedication to the motherland and mankind
3	细菌的细胞壁结构与抗生素使用 Bacterial cell wall structure and the use of antibiotics	引导科学合理使用抗生素 Guiding the scientific and rational use of antibiotics
4	疫情防控 Epidemic prevention and control	逆行而上,勇于担当,家国情怀和集体精神 Retrograde and upward, the courage to take responsibility, patriotism and collective spirit
5	超市售卖霉菌超标的开心果 Supermarkets sell pistachios with excessive mold	食品加工要不忘初心,强化安全意识高于逐利的社会责任感 Food processing should not forget the original aspiration, and strengthen the social responsibility of safety awareness is higher than profit-seeking
6	微生物在食品中的生长过程控制 Microbial growth process control in food	党领导下的监督机构为食品安全保驾护航 Supervision agencies escort food safety under the leadership of the Party
7	微生物在传统酿酒、制面包、酿醋、制泡菜等方面所发挥的神奇作用 The miraculous role of microorganisms in traditional brewing, bread making, vinegar fermenting, pickle processing and so on	中华文化博大精深,传承中华文化,弘扬中华民族精神 Chinese culture is extensive and profound. We should carry forward the Chinese culture and the Chinese national spirit

## 2.2 研学联动, 以赛促教

### 2.2.1 融入前沿, 拓展学生专业视野

“食品微生物学”理论课时 40 学时, 要求学生在学习与熟悉微生物的种类、形态结构、生理生化、遗传变异、分类及微生物在食品环境中的生长繁殖等生命活动规律的基础上, 掌握微生物在食品工业中应用的基本原理和方法, 微生物引起食品污染的途径, 引起腐败变质的环境因素, 控制有害微生物活动的方法等; 了解食品微生物学在食品相关领域中的地位与作用, 了解国内外食品微生物学的发展概况和发展趋势。如何利用有限学时和现代媒体技术向学生传授课程教学内容, 达成课程目标非常关键。课程团队设计了“微生物形态和结构”“微生物营养和生长”“微生物遗传和变异”及“食品微生物学应用”四大知识模块, 共录制教学微视频 38 个, 总时长 400 min, 重要知识点案例 30 个, 题库试题 1 500 道, 试卷 20 套, 搭建了一条从微生物基础到食品工业应用的知识链。课程团队依据知识链进行教学创新设计, 为每个模块提供实验实践支撑, 同时, 以超星学习通为载体, 以主题帖方式融入与知识点相关微生物领域的前沿知识介绍, 鼓励学生回复与讨论, 形成一种网络社区群体启发式的创新教法, 拓展学生的视野, 并将参与讨论情况列入过程性考核指标以支撑多元化评价机制, 以解决传统教学中内容高阶性和挑战度不足的问题。例如, 在介绍“第二章微生物主要类群及其形态结构”中“细菌的细胞壁结构”重要知识点时, 采用“课前-课堂-课后”环节实现前沿知识的有机融合, 开阔学生视野。课前, 学生通过预习了解肽聚糖、脂多糖、L 型细菌等基本概念, 理解革兰氏染色原理, 熟悉几类细菌细胞壁的差异等, 引导学生自主学习、思考, 并以“课前测”形式掌握学生自主学习情况; 课堂上, 选用国际学

术期刊 *Nature Communications* 发表的前沿学术水平论文 Possible role of L-form switching in recurrent urinary tract infection<sup>[12]</sup>巧妙地激发学生的学习兴趣 and 积极性, 并结合学生“课前测”的反馈情况, 有针对性地讲解和指导重点、难点, 以加深学生对相关知识的理解, 引导学生针对细菌耐药问题、革兰氏染色的关键步骤等进行自主思考、小组交流、思想碰撞, 训练大学生思考、解决问题及交流、表达见解的能力; 课后, 推送关于细菌细胞壁的前沿研究文献, 在学习通建立关于细胞壁结构的前沿研究主题帖, 鼓励学生进行研究性学习并上传学习笔记、革兰氏染色的显微照片等, 引导学生针对自己在学习过程中遇到的问题和实验结果展开讨论。

### 2.2.2 融合项目, 引导学生探索求真

项目化教学<sup>[13-14]</sup>可以很好地激发学生的学习兴趣, 调动积极主动性。近年来, 课程团队将教学科研相结合, 课堂上结合课程内容引入相关项目研究内容、进展介绍, 激发学生学习兴趣, 引导学生探索求真。例如, 在介绍“第五章微生物的遗传变异与菌种选育”相关知识时, 向学生介绍紫外诱变(ultraviolet, UV)技术、常压室温等离子体(atmospheric and room temperature plasma, ARTP)诱变技术、微流控高通量筛选技术的原理和应用案例, 并结合教师科研项目“基于 UV-ARTP 和微流控技术的高品质益生菌育种及产业化研究”延伸拓展教学内容。在此基础上, 引导学生分组讨论、设计利用现代微生物学技术育种的科研方案。该课堂活动有助于学生牢固掌握各种现代微生物育种技术的基本理论和技能, 从而运用该技术解决食品和医药产业领域中微生物菌种选育、培养、利用和控制等问题, 着重培养和训练学生科学的思维方法与设计能力, 激发学生的创新潜能, 提升学生

在食品科学研究和食品生产中正确运用和开发新技术的能力。

### 2.2.3 研讨教学, 提升学生学术能力

课程团队试行以“学生为中心”的小班授课、研讨教学模式<sup>[15]</sup>, 在教学过程中融入启发式、探究式、讨论式、参与式等多种教学方式。在构建基础理论框架的基础上, 以主题调研方式引导学生加强问题思考, 提升学生利用专业知识解决实际生产和科学研究中所遇到问题的能力。例如在学期中期, 教师为学生提供几个选题方向(表 2), 引导学生开展相关前沿专题文献查阅、分小组讨论, 形成汇报材料, 并在课堂分享交流, 通过小组自评、组间互评、教师点评等方式充分调动学生们的积极性, 形成良好氛围, 提升大学生通过查阅文献资料获取知识的技能, 锻炼其科学思维能力, 提高学生的交流表达、团结协作能力, 培养他们的科学素养和工程意识。

### 2.2.4 三联三进, 培养学生科研能力

打造科教融合学术创新平台, 鼓励学生通过参与项目锤炼技能, 提升学生科研思辨和自主学习能力。南昌大学食品学院食品科学学科是国家重点学科, 也是我国在该领域极具影响力和竞争力的学科之一, 学科发展为学院本科创新创业教育发展提供了强有力的支撑。近年来, 依托食品科学与技术国家重点实验室、食品科学教育部重点实验室等国家级、省部级科研平台, 学院打造了“三联三进”师生对接机制(教师联系学生、联系班级、联系学生党支部, 学生进入教师科研团队、进入专业实验室、进入科研课题或项目)。通过抓教育、做服务、搞活动、树典型, 进行研究型本科生专项学习能力培养与导向, 整合学院各平台资源条件建设“学生科研素养提升特色计划”, 以“科研训练项目”和“大学生创新创业训练项目”等具体项目

带领本科生走进实验室开展科研探索。在此背景下, “食品微生物学”课程教学过程中更注意将与微生物学相关的科研训练、创新创业训练项目引入课堂教学。例如, 喷雾干燥大豆分离蛋白基益生菌微胶囊的制备及其在奶片中的应用, 蜜柚果酒酿造过程中脱苦技术研究, 脐橙果酒酿造及产品性能、风味分析, 以及西红柿果酒酿造过程中番茄红素和风味变化规律研究等。鼓励学生分享自己在训练项目实施过程中所遇到的困难和收获, 注重培养学生的创新思维能力。

### 2.2.5 以赛促教, 提升创新创业能力

在课程教学过程中, 结合“微生物与食品制造”及“食品的微生物污染”内容, 选取各类食品创新大赛作品获奖计划书中的产品保质期、微生物指标部分内容进行展示分析, 鼓励学生参加各种创新大赛。在学生科研训练过程中, 课程团队积极提炼科研课题中适合本科生开展研究的相关内容, 孵化高水平的创新创业项目参加各种学科或行业竞赛, 探索一种以“‘互联网+’大赛”“挑战杯”“三只松鼠杯”“盼盼食品杯”和“澳优杯”等创新实践赛事进行能力检验的引领育人模式, 在创新实践中引导学生了解专业、认识科研, 提升学生专业实践动手能力和创新意识精神, 实现科研创新与专业知识传授的有机融合, 激发学生从事科研的兴趣, 引导本科生走上科研发展之路。

## 2.3 产教融合, 强化实训

构建产教融合<sup>[16]</sup>新机制, 将产业资源转化为创新教育资源, 提升学生的工程实践能力和团队合作精神。校企联合, 构建技能训练的实体硬件平台, 与澳优乳业、劲牌集团、阳光乳业、江西煌上煌、江西四特酒等企业合作建立了校外实习和实训基地, 与四特公司共建了国家级工程实践教育中心; 学院还建设了虚拟仿

表2 2021–2022 秋季学期主题调研选题

Table 2 Survey topics of the fall semester 2021–2022

序号 No.	主题 Topic	建议内容 Suggested content
1	枯草芽孢杆菌研究进展 Research progress of <i>Bacillus subtilis</i>	(1) 枯草芽孢杆菌特征介绍(包括产酶特性) (1) Characteristics of <i>Bacillus subtilis</i> (including enzyme production characteristics) (2) 饲料添加剂枯草芽孢杆菌的功能介绍 (2) Function introduction of feed additive <i>Bacillus subtilis</i>
2	沼气发酵添加剂研究进展 Research progress of biogas fermentation additives	(1) 沼气发生过程介绍 (1) Introduction of biogas generation process (2) 添加剂的种类(菌酶、微量元素等) (2) Types of additives (enzymes, trace elements, etc.)
3	益生菌功能研究 Functional study of probiotics	(1) 益生菌的功能 (1) Function of probiotics (2) 益生菌的功能评价 (2) Functional evaluation of probiotics
4	益生菌诱变育种技术 Breeding techniques for probiotic mutagenesis	(1) 诱变方式(UV 诱变、ARTP 诱变等) (1) Mutation methods (UV mutagenesis, ARTP mutagenesis, etc.) (2) 高通量微流控筛选技术 (2) High-throughput microfluidic screening technology
5	益生菌微胶囊技术研究进展 Research progress of probiotics microcapsule technology	(1) 开发微胶囊技术目的 (1) Purpose of developing microcapsule technology (2) 微胶囊技术原理 (2) Principle of microcapsule technology (3) 微胶囊技术研究进展 (3) Research progress of microcapsule technology
6	益生菌菌剂冷冻干燥技术 Freeze drying technology for probiotics	(1) 冷冻干燥工艺介绍 (1) Introduction of freeze drying process (2) 冷冻干燥技术研究进展和前景 (2) Research progress and prospect of freeze drying technology
7	益生菌菌剂喷雾干燥技术 Spray drying technology for probiotics	(1) 喷雾干燥工艺介绍 (1) Introduction of spray drying process (2) 喷雾干燥技术研究进展和前景 (2) Research progress and prospect of spray drying technology
8	电镜技术介绍(原理和应用) Introduction of electron microscope technology (principle and application)	(1) 扫描电镜 (1) Scanning electron microscope (2) 激光共聚焦显微镜 (2) Laser confocal microscope (3) 透射电镜 (3) Transmission electron microscope

真实实验室, 引进一些工厂虚拟仿真系统, 如白酒发酵工艺虚拟仿真软件、葡萄酒发酵工艺虚拟仿真软件等, 课程团队也结合研究方向自主开发了“菌种选育和保藏”虚拟仿真实验项目, 搭建了虚拟现实人才实训培养综合性实践基

地, 今后还可深度挖掘国家虚拟仿真实验教学课程共享平台资源。这些做法成功打造了教学、研究和工程实训为一体的创新人才培养体系, 为本专业学生培养工程实践能力提供了优良的条件。课程教学过程中, 将“微生物与食品制造”



和“食品的微生物污染”相关章节专业知识与学生实习经历关联讲授,开展沉浸式虚拟仿真教学,创设“虚-实”结合教学情境,进一步强化产教融合,以解决实践教学资源不足的难题。

### 3 课程教改成效分析

课程团队对学院近4年“食品微生物学”的学业成绩进行统计分析(表3),并对2019级食品质量与安全52名学生开展匿名问卷调查(发放问卷52份,回收52份,回收率100%),分析问卷,评价学生理论知识掌握和综合能力提高情况,以期实现课程持续改进。结果表明,在课程团队的共同努力下,新教改有针对性地抓住了该课程教学的三大突出问题,推动课程教学朝着高阶性、创新性方向发展,着力提升课程的挑战度,学生在各方面取得了一些进步,教师也有所成长,为推动“新工科”教学发展积累了一定的经验。

#### 3.1 课程育人成果引领大学生服务社会

近年来,课程通过思政力量助力学生管理见成效,2020年8月5日,《江西日报》B3版的《赋岗赋责让学生党员有岗有为》报道了相关情况。疫情下,学生用课堂所学微生物学知识服务社会,部分学生党员积极投入疫情防控和食品安全的宣传志愿服务。2020年2月20日,江西新闻客户端刊发了江西日报《点赞!疫情

防控一线的大学生志愿者》。

#### 3.2 学生的学业成绩有所提高

相比传统模式(2016级、2017级、2018级),线上线下相结合新教学模式下(2019级)学生期末考试卷面成绩有所提高(表3)。问卷调查结果显示,64.7%的学生表示非常喜欢本门课程,31.4%的学生表示喜欢本门课程,3.9%表示一般,混合式教学改革激发了学生的学习兴趣和内在驱动力得到提升,初步形成了愿学、乐学、善学、会学的良好学风。

#### 3.3 学生创新思辨、团队协作、工程实践等综合科学素养能力显著提升

通过“学生科研素养提升特色计划”系列活动,学院各专业学生参与科研训练、创新创业训练项目、创新创业竞赛等活动的参与率达到100%,做到了学生全员覆盖、教师全员参与、四年全过程打通、平台全方位互动。2021年,我校食品学院学生自主申报的以微生物为研究背景的科研训练项目数达到10项,占学院项目总数的24.39%;大学生创新创业训练项目7项,占学院项目总数的18.42%。课程团队多次指导

表3 近4年“食品微生物学”期末考试卷面成绩比较

Table 3 Comparison of the final examination scores of Food Microbiology in the past four years

年级	学生数	平均分	最高分	最低分	不及格率	优秀率(85分以上)
Grades	Students number	Average score	Highest score	Lowest score	Failing rate (%)	Excellence rate (85 points or more) (%)
2019	203	81.21	98	52	2.46	43.35
2018	196	77.47	95	50	7.14	28.57
2017	216	75.37	99	27	14.81	30.09
2016	216	74.76	97	35	8.33	19.91

表4 学生对混合式教学模式的具体认同感

Table 4 Students' specific recognition of the blended learning model

序号 No.	项目 Items	非常有帮助 Very helpful (%)	有帮助 Helpful (%)	无帮助 Unhelpful (%)
1	激发学习食品微生物学的求知欲, 调动积极性, 提高自觉性、主动性 Stimulating the thirst for knowledge of Food Microbiology, arousing the enthusiasm, improving the consciousness and initiative	65.4	34.6	0.0
2	提升食品微生物学知识的归纳总结、融会贯通能力 Improving the abilities to summarize and synthesize knowledge of Food Microbiology	67.3	32.7	0.0
3	提高分析和解决食品微生物学相关实际问题及科学思维能力 Improving the abilities to analyze and solve practical problems and scientific thinking related to Food Microbiology	57.7	42.3	0.0
4	提高团队协作、语言组织表达能力 Improving the abilities of teamwork, language organization and expression skills	61.6	36.5	1.9

本科生参加创新创业大赛并获奖, 如学生作品“拌侣伴旅”在 CIFST-2019 年度恒顺香醋杯学生创新大赛中获得全国一等奖(唯一), 作品“惟源环能科技有限责任公司”在 2018 年浩瀚杯“创青春”江西省大学生创业大赛中获得江西省银奖; 作品“益生有你——开启益生菌果汁新时代”在 2017 年第三届中国“互联网+”大学生创新创业大赛中获得国赛银奖。此外, 指导本科生参加江西电视台 2017 年江西省大学生创业公开课取得第一名, 近 3 年课程团队指导的本科生毕业论文入选校级百篇优秀毕业论文 3 次。学生的创新思辨、团队协作、工程实践等综合科学素养能力有所提升, 为走上工作岗位奠定了坚实的基础。

### 3.4 教学团队得到成长

目前, 课程团队不断成长壮大, 已建成一支理念先进、爱岗敬业、治学严谨、业务精通的教研队伍。所授课程深受学生喜爱, 获得南昌大学授课质量优秀奖 2 次, 本课程获批 2020 年度江西省一流本科课程(线上线下混合式), 课程团队设计的“菌种选育和保藏”虚拟仿真实验项目获得 2021 年度“江西省虚拟仿真实

验教学一流课程”, 课程团队获得南昌大学教师教学创新大赛三等奖, 初显教学成效。

## 4 展望

基于布鲁姆教育目标分类法教育原理, 针对“食品微生物学”教学过程中存在的三大“突出”问题, 南昌大学“食品微生物学”教学团队探索了“线上+线下”混合教学模式, 着力培养锻炼学生高阶思维能力, 取得了一定的成效。大学专业课程学习过程中, 师生是一个互相交流、共同成长共同体, 始于课堂的师生关系, 或将引领学生步入科学探究之路。在今后的教学过程中, 要最大限度地开发学生学习的内在潜力, 培养学生勇于探索、努力创新的精神, 促进教学团队的可持续性发展, 实现教学相长和创新发展。

课程团队将以入选 2020 年度江西省一流本科课程(线上线下混合式)为契机, 在今后的 5 年建设期中进一步完善和加强教研教改, 始终围绕立德树人根本任务, 坚持以人才培养为中心, 以现代化教学设备为平台, 以课程实施为载体, 积极推进课程改革创新, 将学科前沿

融入知识体系,继续改进教学方法和教学手段,深入融合课程思政,进一步加强虚拟仿真技术与课堂教学的深度融合,实现虚实互补,优化课程科学评价体系,使课程教学更适于新时期高素质工程技术人才的培养。

## REFERENCES

- [1] 苏小军,李清明,廖卢艳,秦丹,吴卫国,刘成国. “新工科”背景下食品科学与工程专业学生工程能力培养机制探索[J]. 食品与发酵工业, 2020, 46(18): 287-290.
- SU XJ, LI QM, LIAO LY, QIN D, WU WG, LIU CG. Engineering ability cultivation mechanism for “Food Science and Engineering” students based on “Emerging Engineering” background[J]. Food and Fermentation Industries, 2020, 46(18): 287-290 (in Chinese).
- [2] 范金波,李学鹏,关海宁,张德福,朱力杰,励建荣. 新工科背景下食品专业融合创新型人才培养探索与实践[J]. 食品工业, 2021, 42(9): 215-218.
- FAN JB, LI XP, GUAN HN, ZHANG DF, ZHU LJ, LI JR. Exploration of the cultivation of integrated innovative talents in food major under emerging engineering education[J]. The Food Industry, 2021, 42(9): 215-218 (in Chinese).
- [3] 谢凤英,王辉,吴瑕,刘旭,张爽. 工程认证与新工科背景下食品专业人才培养策略[J]. 食品工业, 2022, 43(2): 219-222.
- XIE FY, WANG H, WU X, LIU X, ZHANG S. Strategies for cultivating food engineering professionals under engineering certification and new engineering background[J]. The Food Industry, 2022, 43(2): 219-222 (in Chinese).
- [4] 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).
- [5] SPENCE B. Using Bloom’s taxonomy matrix to reach higher-level learning objectives[J]. Radiologic Technology, 2019, 90(6): 622-624.
- [6] 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(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(6): 56-60 (in Chinese).
- [7] 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).
- [8] LI X, WANG H. Research on the curriculum construction by promoting teaching using competition based on Bloom’s taxonomy of educational objectives[J]. Asian Agricultural Research, 2021, 13(12): 49-52.
- [9] 李立芹,王西瑶. 布鲁姆教育目标分类法在基因工程课程教学中的应用[J]. 教育教学论坛, 2020(32): 257-258.
- LI LQ, WANG XY. Application of Bloom’s classification of educational objectives in the teaching of genetic engineering[J]. Education Teaching Forum, 2020(32): 257-258 (in Chinese).
- [10] 高小蝉,黄勇,熊建利,任洪涛,高世阳. 基于布鲁姆教育目标分类法的线上线下混合式教学模式在水生生物学课程教学中的应用探索[J]. 安徽农业科学, 2021, 49(1): 273-275.
- GAO XC, HUANG Y, XIONG JL, REN HT, GAO SY. Exploration on the application of online and offline mixed teaching model in the teaching of Hydrobiology based on Bloom’s taxonomy method of educational objective[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2021, 49(1): 273-275 (in Chinese).
- [11] 张洁. 布鲁姆教育目标分类学在 O2O 混合式教学中的应用: 以“程序设计”课程为例[J]. 高等教育研究学报, 2020, 43(1): 116-120.
- ZHANG J. Application of Bloom’s taxonomy in online-to-offline blended learning: the case of Programming course[J]. Journal of Higher Education Research, 2020, 43(1): 116-120 (in Chinese).
- [12] MICKIEWICZ KM, KAWAI Y, DRAGE L, GOMES MC, DAVISON F, PICKARD R, HALL J, MOSTOWY S, ALDRIDGE PD, ERRINGTON J. Possible role of L-form switching in recurrent urinary tract infection[J]. Nature Communications, 2019, 10: 4379.

- [13] 姚璐晔, 吴凌天, 周静亚, 冀宏. “工业微生物育种”项目化教学实施建设探索[J]. 教育教学论坛, 2022(5): 66-69.  
YAO LY, WU LT, ZHOU JY, JI H. Exploration on the implementation and construction of project-based teaching of industrial microorganism breeding[J]. Education and Teaching Forum, 2022(5): 66-69 (in Chinese).
- [14] 杜林娜, 吴铭, 杨晶, 董浩. 项目驱动式教学法在微生物学教学中的应用[J]. 微生物学通报, 2020, 47(4): 1278-1285.  
DU LN, WU M, YANG J, DONG H. The application of project-based teaching method in Microbiology teaching[J]. Microbiology China, 2020, 47(4): 1278-1285 (in Chinese).
- [15] 林喆, 秦志宏, 匡亚莉. 工程教育认证背景下大学研讨型课程的教学实践与思考[J]. 高等理科教育, 2017(4): 87-90, 82.  
LIN Z, QIN ZH, KUANG YL. Teaching practice and thinking of university seminar courses under the background of certification of engineering education[J]. Higher Education of Sciences, 2017(4): 87-90, 82 (in Chinese).
- [16] 王彦飞. 产教融合背景下高校创新创业教育的发展现状和路径分析[J]. 创新创业理论研究与实践, 2022, 5(4): 58-60.  
WANG YF. Analysis on the development status and path of innovation and entrepreneurship education in colleges and universities under the background of industry education integration[J]. The Theory and Practice of Innovation and Entrepreneurship, 2022, 5(4): 58-60 (in Chinese).