

专创融合背景下“互联网+”创新创业大赛与微生物学课程赛教融合的实践

毛露甜^{*1}, 王春玲¹, 王艳君¹, 陈兆贵¹, 练英铎², 谢海伟¹, 冀霞¹

1 惠州学院 生命科学学院, 广东 惠州 516007

2 澳宝化妆品(惠州)有限公司, 广东 惠州 516007

毛露甜, 王春玲, 王艳君, 陈兆贵, 练英铎, 谢海伟, 冀霞. 专创融合背景下“互联网+”创新创业大赛与微生物学课程赛教融合的实践[J]. 微生物学通报, 2024, 51(10): 4292-4304.

MAO Lutian, WANG Chunling, WANG Yanjun, CHEN Zhaogui, LIAN Yingduo, XIE Haiwei, JI Xia. Practice on the integration of “Internet plus” innovation and entrepreneurship competition and microbiology course competition under the background of Specialty-and-Creation integration[J]. Microbiology China, 2024, 51(10): 4292-4304.

摘要: 为提高本科生的培养质量, 本文以“互联网+”大学生创新创业大赛为切入点, 分析了微生物学专创融合课程建设的背景、必要性和可行性。微生物学课程组针对赛教融合开展的改革措施包括: (1) 构建强实践、跨学科的创新创业资源库, 以双创融合践行价值引领; (2) 建立“以学生为中心”的混合式教学模式, 引导学生主动学习; (3) 建立复合型师资队伍, 为赛教融合改革提供智力支持; (4) 建立多元化的科学合理的评价模式, 与行企业的人才评价标准接轨。本文还从“互联网+”大赛的项目培育、选题与指导参赛实践等角度阐述了赛教融合的具体实施。随后以问卷调查的方式分析了赛教融合成效, 提示赛教融合模式提升了学生的创新能力和创业思维、分析和解决复杂问题的能力, 以及社会责任感和担当等综合素质, 整体上促进了本科教育的高质量发展。该模式实现了创新性、高阶性和挑战度的一流本科课程教学目标, 达到了知识传授、能力培养与课程思政素质提升“三位一体”的育人效果, 对地方本科院校应用型人才培养具有借鉴推广价值。

关键词: 专创融合; “互联网+”创新创业大赛; 微生物学教学改革; 赛教融合

资助项目: 广东省一流本科课程(粤教高函[2020]16号); 广东省课程思政示范课程(粤教高函[2021]21号); 广东省一流本科专业建设点(粤教高函[2022]14号); 惠州学院“专创融合”特色课程、专项人才培养计划和高等教育教学改革项目青年教师专项(惠院发[2023]158号)

This work was supported by the Guangdong Provincial First-class Undergraduate Course ([2020]16), the Guangdong Provincial Curriculum Ideological and Political Demonstration Course ([2021]21), the Guangdong Provincial First-class Undergraduate Major Construction Point ([2022]14), and the Huizhou College “Specialty and Creation Integration” Characteristic Courses, Special Talent Cultivation Program and Higher Education Teaching Reform Project for Young Teachers Special Program ([2023]158).

*Corresponding author. E-mail: mlt@hzu.edu.cn

Received: 2023-10-29; Accepted: 2023-12-30

Practice on the integration of “Internet plus” innovation and entrepreneurship competition and microbiology course competition under the background of Specialty-and-Creation integration

MAO Lutian^{*1}, WANG Chunling¹, WANG Yanjun¹, CHEN Zhaogui¹, LIAN Yingduo², XIE Haiwei¹, JI Xia¹

1 College of Life Science, Huizhou University, Huizhou 516007, Guangdong, China

2 Aobao (Huizhou) Cosmetics Limited Company, Huizhou 516007, Guangdong, China

Abstract: To improve the training quality of undergraduates, this paper analyzes the background, necessity and feasibility of the construction of specialized innovation and integration courses in microbiology, taking “Internet plus” innovation and entrepreneurship competition as the starting point. The reform measures implemented by the Microbiology curriculum team for the integration of competition and teaching include: (1) Building a strong practice and interdisciplinary innovation and entrepreneurship resource base, and practicing value guidance through the integration of creativity and innovation; (2) Established a “student-centered” mixed teaching model to guide students to learn actively; (3) To establish a composite team of teachers to provide intellectual support for the reform of the integration of competition and education; (4) Establish a diversified scientific and reasonable evaluation model, which is in line with the talent evaluation standards of enterprises. This paper also expounds the concrete implementation of the integration of competition and education from the perspectives of the project cultivation, selection and guidance of competition practice of “Internet plus” competition. Then, it analyzes the effect of the integration of competition and teaching by means of questionnaire survey, suggesting that the integration of competition and teaching improves students’ comprehensive qualities such as innovative ability and entrepreneurial thinking, ability to analyze and solve complex problems, social responsibility, and promotes the high-quality development of undergraduate education on the whole. This model achieves the goal of innovative, advanced and challenging first-class undergraduate course teaching, and achieves the “trinity” education effect of knowledge impartation, ability cultivation and curriculum ideological and political quality improvement, which has reference and promotion value for local undergraduate colleges and universities to cultivate applied talents.

Keywords: integration of specialty and creation; “Internet plus” innovation and entrepreneurship competition; Microbiology teaching reform; integration of competition and education

2015 年全面实施“大众创业 万众创新”政策以来,全面激发了人们的创新创业热情,“双创”催生了量大面广的市场主体,培育了接续有力

的新动能。我国提出建设科技创新强国,首先需要人才来支撑。创新创业教育是高等教育人才培养改革的重要突破口,近年来,教育部狠抓落

实,大力推进高校创新创业教育改革。2022年相关部门公布100个国家创新创业学院和100个创新创业教育实践基地,随着创业型大学崛起,大学的职能开始拓展,除了教学和科研服务外,还要服务区域经济发展。以赛促教、双创教育与专业教育、思政教育深度融合成为创新创业教育的发展趋势。

1 专创融合的背景

创新创业人才培养新范式包括专创融合、产教融合、科创融合和思创融合等,融合式成为双创教育发展的大趋势。“专创融合”的提出意在促进专业教育与创新创业教育相结合,挖掘和充实各类专业课程的创新创业教育资源,在传授专业知识的过程中加强创新创业教育^[1]。“专创融合”作为一种新的教育理念,已被广泛接受,也对大学的课程建设提出了新的要求。微生物学是一门实践性应用性强的课程,在专业课程中搭载创新创业元素,建设创新创业特色课程资源,积极指导学生参加学科竞赛,建立赛教融合模式推进微生物学课程改革具有时代需求。

中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛(以下简称“互联网+”大赛)是由国家十二部委协同举办的大学生双创盛会^[2]。2015年,首届“互联网+”大赛顺利举办,截至2023年已成功举办了九届,其构建的高教主赛道、青年红色筑梦之旅赛道、职教赛道、产业赛道和萌芽赛道贯穿整个学段,已成为我国深化创新创业教育改革的重要载体和关键平台,真正实现以赛促教、以赛促学、以赛促创等人才培养目标。习近平总书记2017年曾在给“青年红色筑梦之旅”参赛大学生的回信中,勉励当代大学生基于国情民情发挥自己的创新创业才干^[3]。

作为国内办赛规模最大、参赛范围最广、影响力最大的学科竞赛,“互联网+”大赛在全国普通高校学科竞赛排行榜中位列首位,所在评估权重第一,起着推动高等教育内涵发展、促进学生创新素质提升和助力产学研用深度结合的重要作用^[4]。微生物学课程组将课程教学与学科竞赛相结合,探索通过“赛教融合”模式来培养和提升学生的实践创新能力。基于此,本文归纳总结了近年来课程组将“互联网+”大赛与微生物学课程教学相融合的一些方法和成效,为专创融合课程建设“抛砖引玉”。

2 微生物学专创融合课程建设的必要性和可行性

近年来国家出台一系列政策鼓励专业教育与双创教育有机融合,推进专创融合课程建设。相关部门提出把建设专创融合特色课程作为高校双创教育工作的一个重点。但是当前双创教育与专业教育相对比较割裂,全国对于专创融合课程建设尚无统一标准,专业教师对此的理解程度有差异,具体要“融合什么”没有通用的方法,需要结合专业和课程的特色,结合行业需求来融入。微生物学是生物技术和生物科学两个专业的核心课程,分别在第三、四学期开课,理论课48学时,3学分。微生物学强实践,与行业产业结合紧密,课程组在教学大纲制定时不仅考虑“知识、能力、素质”三个核心点,更关注行业产业的发展,注重新兴行业对人才所需要的技能、思维和软技能等方面的培养。

国内高校都将“互联网+”大赛作为第二课堂育人的重要抓手,融入学院的整体育人体系,支撑专业建设。微生物学课程积极探索以“互联网+”大赛为纽带且联通第一、二课堂的模式,深度发掘微生物学的创新创业课程资源,通过

引导学生参与教师课题和指导学科竞赛等模式,使出一套“组合拳”来培养学生的创新能力和创业思维,已经取得一定成效^[5],这是实践教学的有益延伸,表明第二课堂与第一课堂的高效联动具有可行性。赛教融合是一种将竞赛项目和课程教学深度整合的创新实践教学模式^[6]。“互联网+”大赛已经成为我国高校学科竞赛的顶尖赛事,其中“互联网+”现代农业类的比赛与微生物生态学等课程核心内容高度契合,实施赛教融合具备可行性。通过“赛”逐步培养学生独立思考、敢于批判、勇于探索的创新精神和创业能力。通过“教”使学生掌握专业知识和技能,为创新与实践奠定基础。

3 微生物学课程在赛教融合中开展的改革措施

3.1 构建强实践、跨学科的创新创业资源库,以思创融合践行价值引领

惠州学院作为应用型本科地方院校,其办学定位是为惠州市乃至大湾区培养应用型人才,微生物学课程组在全校率先开设了食品微生物检验的综合性设计性模块化实验,实行全方位多维度的育人模式改革并取得很好成效^[7-8]。近年来,课程组基于专创融合理念调整了课程建设的顶层设计,在系统搭建专业知识体系的基础上,融入一些强实践、跨学科的课程内容,发掘创新创业特色资源,培养学生解决复杂问题的能力。以“微生物生态”这章的课程资源建设为例,土壤、水体和工农业产品上的微生物与人们生活生产密切相关,课程组结合农药化肥“双减”的时代需求提出微生物肥料的研究方向,结合农用地膜残留对“三农”带来的危害提出“净塑”的主张,尤其关注环境保护和安全生产等新技术与农业健康种植的紧密结合,增加

创新创业课程资源的比例,设计与产业/行业应用紧密相关的实践教学内容,指导学生申报各类科创课题(表1),以解决问题为导向,在专业知识的传授中培养学生的创新思维和创业意识。把科创项目作为创新创业资源融入课堂教学,积极引导学生参加学科竞赛,在学生群体中营造一种“你追我赶”的学习氛围。

我校微生物学课程是广东省首批课程思政示范课程,建立了“八大模块”“三个结合”的课程思政模式,构建了课程思政资源库,并发掘和应用社会资源来强化思政协同育人,实现专业知识、课程思政与创新创业教育深度融合,潜移默化中浸润正确三观,厚植家国情怀,以价值引领提升学生的科技攀登精神。例如,将科学家的感人事迹引入教学,激发学生奋发图强、报效国家的决心和勇攀科技高峰的精神,引导学生深刻体会社会主义制度的优越性和认同中国精神、中国力量^[9]。以微生物处理废水的例子强化环境保护和法治意识,提高学生社会责任感和使命感。课程组指导绿硕队、瀚家园队和净塑队参加“互联网+”大赛,很好地培养了学生的创新能力和科技攀登精神。

3.2 建立“以学生为中心”的混合式教学模式,引导学生主动学习

我校微生物学课程作为生物科学和生物技术的专业核心课程,获得广东省首批一流本科课程(线上线下混合式,2020年)和精品资源共享课程(2014年),2023年还获得校级专创融合课程立项。在专创融合课程建设中我们发现要打破传统教学中学生被动学习的习惯,选择适宜的教学方法引导学生主动学习十分重要。教师从传统课程的知识传播者转变为引导者,需要不断更新教学模式,教师要给学生提供“脚手架”,让学生多实践的同时还要给他们提供方法、工具和策略上的支撑。微生物学课程增设

表1 “微生物生态”章节发掘的创新创业资源及申报的科创项目

Table 1 The innovative and entrepreneurial resources discovered in the chapter of Microbial Ecology and the scientific and technological innovation projects declared

章节内容	应用领域	申报的科创项目
Chapter content	Application fields	Scientific and creative projects to be declared
土壤中的微生物 Microorganism in soil	农业绿色种植 Agricultural green planting	大学生创新创业训练 计划项目 Innovation and entrepreneurship training program for college students 广东大学生科技创新 培育专项 Guangdong university students science and technology innovation cultivation project
		(1) 复合芽孢菌剂对马铃薯黑胫病的抗性研究(国家项目) (2) 抗马铃薯黑胫病活性的内生真菌的筛选(国家项目) (3) 土壤中 PBAT 地膜降解菌的筛选、鉴定及降解性能研究(校级) (1) Study on resistance to potato black shank disease with compound sporoboricides (national level) (2) Screening of endophytic fungi with activity against potato black shank disease (national level) (3) Screening, identification and degradation performance of PBAT film degrading bacteria in soil (school level) (1) 银叶树内生真菌 HU0460 代谢物对黑胫病的抗菌机制研究 (2) 马铃薯青枯病拮抗菌筛选及其复合菌剂研制 (3) 微生物肥料的菌种扩大培养技术 (1) Study on the antimicrobial mechanism of endophytic fungus HU0460 of silver leaf tree in the treatment of black shank disease (2) Screening of antagonistic bacteria against potato bacterial wilt and preparation of compound bacteria (3) Expanding culture technology of microbial fertilizer
水体中的微生物 Microorganisms in water	污染水体修复 Pollution waters restoration	大学生创新创业训练 计划项目 Innovation and entrepreneurship training program for college students
		(1) 诺氟沙星高效降解菌的筛选及在养殖水体中的应用(国家项目) (2) 基于微生态制剂在水产养殖尾水处理中的应用研究(省级) (1) Screening of efficient norfloxacin degrading bacteria and its application in aquaculture water (national level) (2) Research on the application of microecological agents in aquaculture tail water treatment (provincial level)
工农业产品中的 微生物 Microorganisms in industrial and agricultural products	(1) 食品安全 (2) 水果保鲜 (3) 化妆品防腐 (1) Food safety (2) Fruit preservation (3) Cosmetic preservative	大学生创新创业训练 计划项目 Innovation and entrepreneurship training program for college students
		(1) 鲎素对低温食源性致病菌作用机理及食品保鲜应用研究(国家项目) (2) 基于植物内生真菌代谢物的广谱抗生素筛选(国家项目) (1) Study on mechanism of action of limulus on low temperature foodborne pathogens and application of food preservation (national level) (2) Broad-spectrum antibiotic screening based on metabolites of plant endophytic fungi (national level)

了复合型能力培养的课程目标：在帮助学生构建专业知识体系的基础上，以创新为导向，利用创新创业项目资源来开展教学，培养学生发现问题和解决复杂问题的能力，提升对产业新需求、新应用、新趋势的洞察力。通过翻转课

堂、线上线下混合式教学等模式调动学生自主学习，结合应用前沿让学生带着问题去学习知识、探究未知，激发其探索欲望和创新潜能。线上教学采用教学录像、微课、布置学前讨论、测验、学习拓展资源等。线下教学采用启发式、

讨论探究式(小组讨论, 组间 PK)和任务驱动式教学等。以“原核微生物”这节的教学为例, 课前, 利用超星泛雅平台发布教学录像和拓展资源并布置专题讨论“细菌的芽孢和荚膜特殊结构在微生物肥料研发中的应用”, 让学生真正“忙”起来。学习小组带着目标查文献预习, 激发学习兴趣, 提高团队合作能力。课中, 利用学习通 APP、微信群等多种教学方式让课堂形式和学生思维“活”起来。课堂教学时先梳理重点难点, 然后采用个人抢答和分组 PK 两种形式开展专题讨论, 学生通过查找最新文献, 课堂上积极抢答, 思路活跃, 学习专注度高, 教师及时对学生的回答做出评论, 并鼓励学生之间互问互答。分组 PK 的成绩按照组内平均分计入课堂表现, 增加学生参与教学的机会, 做到“以生为本”。课后, 通过进一步查找资源拓展学习, 并将讨论专题写成综述小论文, 提高课程的挑战度, 让学生的兴趣“浓”起来。

为了提高教师队伍的跨学科实践能力, 微生物学课程组多渠道开展创新与实践训练, 形成以课堂教学为基础、课内课外相结合的教学策略。我们与澳宝化妆品(惠州)公司合作, 成功申请了校级和省级的的大学生校外实践教学基地建设项目, 课程通过“请进来”和“走出去”开展嵌入式教学改革, 从合作指导学科竞赛、校企合作开展嵌入教学来实现校内外教学的混合, 企业高管参与教学内容的设计和授课, 促进教学与行业需求接轨, 强调在实践中开发创新潜能, 有利于创新型应用型人才培养。同时将企业参观、短期生产见习纳入课程教学体系, 跟踪课程相关领域的最新产业应用和研究热点, 从中挖掘创新实践项目资源。

3.3 建立复合型师资队伍, 为赛教融合改革提供智力支持

专创融合课程的建设需要教师在深入理解

专业课程的基础上, 不断学习创新创业知识和实践技能, 这对专业教师是一种挑战。为了更好地指导“互联网+”大赛, 微生物学课程组强化师资队伍建设, 专业教师一方面关注前沿应用和产业发展, 将科研与国家和社会的战略需求相联系, 注重科研成果转化; 另一方面积极参与社会服务, 通过走访企业或挂职锻炼来快速提升社会服务能力, 主动对接相关企事业单位承担或参与应用类项目的研发, 建立产学研合作关系, 引入产业教师, 结合企业实训, 从产业应用中挖掘教学案例、实训课题等创新创业教学资源, 为赛教融合改革提供复合型师资。

微生物学课程组由校内教师(5人)和校外导师(3人)组成, 平均年龄 43 岁, 是一支年轻有朝气的师资队伍, 其中教授 2 人、副教授 2 人、高级工程师 1 人, 有生物科学、农学、食品和化妆品等学科和行业背景。这支强实践的混合师资队伍有校级示范教师、省一流本科专业负责人、双师双能型教师和行业管理精英, 教改意识强, 注重专创融合, 积极指导学科竞赛, 强化科研反哺教学, 保持较高的教学水平及持续发展能力, 支持服务到位。

澳宝化妆品公司作为校外实践教学基地, 深度参与、共同制定微生物学实践教学体系, 共同指导大学生科创项目, 共同举办学科竞赛, 共同进行微生物学省级一流课程和课程思政示范课程的申报和建设。校企双方通过定期召开研讨会、合作专题研究等开展产学研合作, 提升师资队伍素质。澳宝公司从高级管理人员中选拔责任心强、业务素质高的人员作为校外实践导师, 学院教师通过走访企业、挂职锻炼等提高教师的实践能力。校企双方开展了师资互聘, 其中澳宝公司的专业人士占 40%, 构建了一支双师双能型师资队伍和创业导师队伍, 强化了复合型实践教师队伍建设, 满足了创新型

应用型人才培养需求。

3.4 建立多元化的科学合理的评价模式，与行业企业的人才评价标准接轨

传统课堂以教师为主导，强调学生的知识掌握程度，以量化评价为主。但专创融合课堂强调学生的参与度，关注学生技能的提升，看重学生参与实践项目的完整度和水平。由此可见，专创融合课程的教育理念与传统教学存在差异，评价人才的标准应相应改变。教师眼中的“差生”可能在企业眼中是好员工，因为教师习惯从知识掌握程度和考试成绩来评价学生，但企业看重的是工作态度和方法及实践动手能力，所以应该从行业企业对学生的实践动手能力、沟通能力及对一些不确定问题的应对等方面来综合评价学生。微生物学专创融合课程强调以学生为中心，强调过程性评价和结果评价相结合(过程评价占 50%，期末考试占 50%)。过程性评价从课堂教学评价和赛教融合评价两方面开展并尝试构建了多元化科学合理的评价模式。课堂教学采用线上线下混合式教学，注重过程性评价，课前让学生观看视频任务点，提高学习的挑战度。课堂上设置讨论题，根据学生参与的深度和广度来评价，课后布置探究性作业，建立生讲生评(师评)、生问生答(师答)的多元化评价体系。平时成绩(百分制)由任务点学习(10%)、作业(30%)、课堂互动及随堂测验(40%)、线下课堂表现(20%)组成，其中作业布置了思维导图、论文小综述等无标准答案的作业，以提高教学的挑战度。在作业(30%)评分上我们打破所有学生统一标准的评价考核模式，如果学生在微生物应用领域获得高水平学科竞赛奖的，可以等同于完成 1 次作业，以此提高学生参加学科竞赛的积极性。鉴于“互联网+”比赛等高水平学科竞赛的赛程长，往往跟微生物课程教学的周期不同步，为此我们提出学科竞

赛认定的周期为一年有效期，较好地解决了这个问题。总之，微生物学课程既有对专业知识、技能的考查，也有对知识运用与创新能力的考查，同时兼顾对职业素养和产业化意识的考查，做到相对多元化和科学合理。

4 赛教融合的具体实施

4.1 项目培育

优质项目是备赛“互联网+”大赛的关键，我们首先从全国历届“互联网+”大赛的获奖项目中获取学习案例资源，对获奖项目的选题背景、产品和商业模式等内容进行详细拆解并纳入课程教学，以此为借鉴积累“互联网+”大赛参赛的知识储备，这对参加竞赛取得好成绩具有重要意义。

微生物学课程团队一直重视指导学生参加各种创新创业类学科竞赛，以导师制为载体，让导师制学生大一入学就进入导师的科研团队，培养他们对微生物学的兴趣，这种长期系统的训练为他们日后独立开展科技创新研究打下坚实的基础。以主持人负责制挑选对微生物学感兴趣的学生组建创新小组，申报科技创新项目^[5]。我们利用寒暑假和课余时间带学生下乡，走到田间地头调查当地农民的种植需求，以确定创新项目的选题，避免做“闭门造车式”脱离生产需求的科学研究。以绿硕项目培育为例，针对华南地区冬种马铃薯黑胫病、青枯病等细菌性土传病害危害严重的现状，我们指导学生成功申报了大学生创新创业训练项目(简称“大创项目”)国家项目 3 项：“微生物肥料的开发与应用研究”“复合芽孢菌剂对马铃薯黑胫病的抗性研究”“抗马铃薯黑胫病活性的内生真菌的筛选”；广东大学生科技创新培育专项(简称“攀登计划项目”)3 项：“微生物肥料的菌种扩大培养技术”“马铃薯青枯病拮抗菌筛选及其复合

菌剂研制”“银叶树内生真菌 HU0460 代谢物对黑胫病的抗菌机制研究”；指导全国大学生生命科学竞赛(简称“生科联赛”)并获奖 4 项：“微生物肥料用芽孢杆菌复合菌剂的研制及工艺优化”(国家项目二等奖)、“复合芽孢菌剂对马铃薯主要细菌性病害的抗性研究”(国家项目三等奖)、“抗马铃薯黑胫病活性的东江流域水生植物内生菌筛选”(国家项目三等奖)、“马铃薯青枯病拮抗菌筛选及其活性代谢物发掘——以象头山自然保护区植物内生菌为例”(国家项目三等奖)。以上科研创新项目获得的成果为绿硕团队参加“互联网+”大赛培育了优秀项目，学生从幕后(实验阶段的产品研发)走到台前(创业大赛的路演)展示自我，与优秀队伍同台 PK，见贤思齐不断进步，多年来我们团队以“两条腿”走路，过程虽然艰辛，但收获匪浅，既强化了科研能力和创新思维，又培养了学生服务地方经济的意识和社会责任感。

4.2 项目选题

“互联网+”大赛看重项目的实效性和落地的可能性，有很多投资人在密切关注该赛事，所以并不是所有的创新训练项目都适合参加“互联网+”大赛。好项目需要紧密结合经济社会各领域现实需求，体现高校在新农科建设领域取得的成果，最终能演变成可实施的商业机会，以解决市场痛点来满足市场需求。我们遵循选题政策支撑原则，紧扣国家政策、产业政策和地方政策来选择项目。比如，国家和产业政策都支持耕地保护、安全种植、水环境治理和环境保护等领域的发展，那么农业生态种植和养殖水体修复等项目就比较符合政策指引，“绿硕——绿色种植践行者”项目应运而生，该项目结合广东省惠东县马铃薯种植中黑胫病和青枯病等危害，既有当地马铃薯健康种植需求，又有现代农业对农药化肥“双减”的时代需求，这

种有地域特点的项目，地方政策支持力度大，有较强的竞争力。在脱贫攻坚取得全面胜利后，国家大力推进乡村振兴战略，科技兴农、教育兴农、旅游兴农等农业项目具有较大竞争力。我国农用地膜使用量位居全球第一但回收严重不足，地膜残留对农业生产带来巨大危害。2021 年专门提出加强可降解地膜的研发推广。针对行业痛点我们利用微生物在土壤修复中的优势，开展地膜降解菌的筛选和配套产品研发，项目“净‘塑’——新时代降塑实践者”由此产生，其第一次参加“互联网+”大赛就获得广东省赛区铜奖，归功于该项目有国家政策支持。此外，课程组指导的项目“‘微’妙之剂——高效菌剂修复养殖水体的突破者”“诺氟‘杀’星——微生物净化养殖水体的优选方案”和“橘冻——柑橘抗真菌防腐保鲜剂”所在的养殖水体修复和水果保鲜领域也符合国家政策导向，预期能实现创业和带动就业，也是我们重点关注的方向。

4.3 指导学生参赛实践

“互联网+”大赛作为全国性顶尖赛事，规模大竞争激烈，我们跨学院跨专业组建了绿硕创业团队，生物类专业的师生致力于微生物菌剂及配套产品研发，经济管理类专业的师生着重从产品的市场定位、营销策略和资金运作等方面做文章。创业大赛看重项目的市场前景、拥有核心技术、项目落地的潜力等。跨专业组队做到了分工合作又取长补短，绿硕团队以拟注册的公司模式先后参加了 3 届“互联网+”大赛，获得广东省赛区银奖等好成绩。

为了给项目取一个好名字，师生团队经常头脑风暴，并参考历年全国“互联网+”大赛获奖项目的名称，并总结出取名字的两要素：既要朗朗上口又要有寓意，如项目《绿硕——绿色种植专家》中的绿硕有绿色种植、硕果累累之寓意，绿色种植专家体现了项目产品在绿色健

康种植市场的主导地位，这与公司提出生产安全高效的微生物肥料，实现农药、化肥“双减”目标的愿景一致。项目净‘塑’——新时代降塑实践者中的净塑指降解塑料，净化地膜污染，实践者体现了项目产品有降解地膜的效果，符合农用地膜防治的时代背景。项目诺氟‘杀’星——微生物净化养殖水体的优选方案中的诺氟‘杀’星”是指降解消除养殖水体中诺氟沙星，优选方案体现诺氟沙星降解菌在养殖水体原位修复上有优势。可见，好名字简洁凝练，不仅能吸引评委的注意力，而且能充分反映项目内涵，能直观地反映出项目聚焦的领域、产品或服务的市场定位^[4]。

“互联网+”大赛的红色筑梦之旅赛道更重视在农业农村中的推广应用。而高教主赛道分为创意组、初创组和成长组，不同的组别要求各有不同，创意组需要项目具有较好的创意和较为成型的产品原型或服务模式，关注产品能够实现落地，具备一定的盈利潜力。初创组主要考察的是项目产品与市场之间的匹配度，还需有市场数据的支撑。成长组注重的是项目的可复制性和可持续性，以及在行业内的发展空间。不同赛道不同组别都需要提交商业计划书、路演 PPT 和 1 min VCR 和项目简介。我们没有注册公司，几年来都是参加了创意组，但我们的目标是通过开发好产品、好技术来彰显项目价值主张，通过指导学生参赛来实现过程育人，提升学生的创新能力和创业思维，培育创新型应用型人才。

5 基于赛教融合的微生物学课程的改革成效

5.1 赛教融合模式问卷调查

为进一步了解赛教融合的效果，我们利用

超星学习通平台在已结课的 2021 级生物技术和生物科学专业的 3 个班中发起问卷调查(表 2)，共有 126 人参与了问卷调查，参与率为 96.9%，其中有效问卷 120 份。结果显示绝大部分学生有参赛和参加科研项目经历，包括参加“互联网+”大赛、全国生命科学竞赛、挑战杯、攀登计划、大创项目等，大部分学生认为“互联网+”大赛与微生物学课程教学融合能提升学生的创新能力和创业思维、解决复杂问题的能力、文献检索能力和科研素养、项目管理能力和团队合作精神等核心素养，更提升学生的社会责任感和担当，从整体上提升大学生综合素质^[10]。

(1) 赛教融合模式有利于培养学生的创新能力和创业思维：有 96.7%的调查对象认为赛教融合模式提高了学习创造性，通过大创项目等科创项目训练掌握了科研的新方法和新技术，有利于创新能力的培养；通过互联网+大赛等能增进学生对行业和产业的了解，如工艺创新或产品(技术)改良等，有利于创业思维的培养，开阔学生视野。

(2) 赛教融合模式有利于培养学生分析问题和解决问题的能力：有 95.0%的调查对象认为大赛倡导多学科交叉、专创融合、产学研协同创新、产教融合等模式，学生经院赛、校赛、省赛到国赛的层层晋级锻炼，不断发现问题和解决问题，提升自我不断成长，逐步增强解决复杂问题的综合能力和高级思维。

(3) 赛教融合模式有助于培养学生的文献检索能力和科研素养：有 87.5%的调查对象认为商业计划书和路演 PPT 等参赛要素的完成，都需要学生了解行业最前沿的研究成果及最新资讯，充分掌握产业(行业)的规模和增长点、竞争格局、产业趋势、政策导向等情况，明确目标市场定位和市场需求等，这些都需要队员多渠道

表 2 “互联网+”大赛与微生物学教学赛教融合效果学生问卷调查

Table 2 Questionnaire survey on the effect of integration of “Internet plus” competition and Microbiology teaching ($n=120$)

调查问题 Survey questions	非常有利 Very favorable	较有利 More favorable	一般 Commonly	无作用 No effect
(1) 你认为赛教融合教学模式能提升你的创新能力和创业思维吗? (1) Do you think the integration model of competition and teaching can improve your innovation ability and entrepreneurial thinking?	105	11	3	1
(2) 你认为赛教融合模式能提升你分析问题和解决问题的能力吗? (2) Do you think the integration model of competition and teaching can improve your ability to analyze and solve problems?	102	12	6	0
(3) 你认为赛教融合模式能提升你的文献检索能力和科研素养吗? (3) Do you think the integration model of competition and teaching can improve your literature retrieval ability and scientific research accomplishment?	92	13	10	5
(4) 你认为赛教融合模式能提升你的项目管理能力和团队合作精神吗? (4) Do you think the integration model of competition and teaching can improve your project management ability and teamwork spirit?	93	15	10	2
(5) 你认为赛教融合模式能提升你的社会责任感和担当吗? (5) Do you think the integration model of competition and teaching can enhance your sense of social responsibility?	105	8	5	2

查找资料来获得，从而锻炼了学生的文献检索能力和科研素养。

(4) 赛教融合模式有利于培养学生的项目管理能力和团队合作精神：有 90.0%的调查对象认为跨专业组队实现了专业优势互补，比赛以公司运作的模式开展，则要求学生对项目的商业模式、公司架构、财务分析、市场风险等要通盘考虑。这培养了学生的项目管理能力，他们不仅要有专业、商业和行业的知识储备，更要有计划、组织、领导等项目管理能力，同时还要有财务管理能力。从项目的构思到商业计划书的撰写再到项目的路演展示等环节，都需要队员合理分工和通力合作，有效地培养学生的团队合作精神。

(5) 赛教融合模式有助于提升学生的社会责任感和担当：有 94.2%的调查对象认为学生通过参赛了解行业背景和市场痛点，例如绿硕团队面对农业种植中农药化肥过多使用带来的土壤

板结和贫瘠等问题，研发微生物肥料符合农药化肥“双减”的时代需求，队员们通过参赛激发了自己作为当代大学生的社会责任感和担当。

5.2 赛教融合模式促进教育高质量发展

微生物学课程组在 2017–2023 年指导 13 个创业团队参加 7 届“互联网+”大学生创新创业大赛，获得广东省赛区银奖 1 项、铜奖 5 项(表 3)。指导学生申报创新创业训练项目和全国性学科竞赛成效显著，获国家大创项目 7 项、省级 8 项；广东省科技攀登计划项目 5 项；获国家学科竞赛一等奖 2 项、二等奖 6 项、三等奖 12 项；获广东省挑战杯金奖 2 项等不俗成绩，在学科竞赛上取得了较好的成绩。

赛教融合模式强化了学生的创新能力并提升了升学、就业和创业的竞争力，促进了人才培养质量的提升。近 5 年课程组指导的学生中有 26 人参与发表 SCI 高水平论文，有 39 人次参与申请专利。从学院层面分析各类学科竞赛

表3 微生物学课程组指导的“互联网+”大赛项目及获奖情况

Table 3 “Internet plus” competition project and awards under the guidance of Microbiology course group

微生物学对应内容及应用领域 Corresponding microbiological content and application fields	知识储备 Knowledge reserve	项目名称 Project name	参赛赛道 Participating track	获奖情况 Awards
土壤微生物： 微生物肥料、农业绿色种植 Soil microorganisms: microbial fertilizer, agricultural green planting	功能菌的筛选，菌种扩大培养，高通量测序 Screening of functional bacteria, strain expansion culture, high-throughput sequencing	绿硕微生物液体肥料的研发及推广应用 Research and development and application of Lvshuo microbial liquid fertilizer 绿硕——绿色种植践行者 Lü Shuo: green planting practitioner	“互联网+” 现代农业 “Internet plus” modern agriculture 青年红色筑梦之旅赛道 Youth red dream tour track	中国“互联网+”大赛，广东省赛区，省级优胜奖，2017 China “Internet plus” competition, Guangdong Province, provincial award, 2017 中国“互联网+”大赛，广东省赛区，省级银奖，2020 China “Internet plus” competition, Guangdong Province, provincial silver award, 2020
土壤微生物： 地膜降解、耕地保护 Soil microorganisms: film degradation, cultivated land protection	功能菌筛选，地膜生物降解，高通量测序 Screening of functional bacteria, plastic film biodegradation, high-throughput sequencing	净“塑”——新时代降塑实践者 Net “plastic”: the new era of plastic practitioners	高教主赛道 High school main track	中国“互联网+”大赛，广东省赛区，省级铜奖，2021、2022、2023 China “Internet plus” competition, Guangdong Province, provincial bronze award, 2021, 2022, and 2023
水体微生物： 污染水体修复 Water microbiome: remediation of polluted water	降氮除磷技术，功能菌筛选 Nitrogen and phosphorus removal technology, screening of functional bacteria	净家园——水环境综合治理 Ching home: water environment comprehensive management	高教主赛道 High school main track	中国“互联网+”大赛，广东省赛区，省级铜奖，2021 China “Internet plus” competition, Guangdong Province, provincial bronze award, 2021
农产品微生物： 果蔬保鲜 Microorganism of agricultural products: fruit preservation	植物内生真菌，微生物保鲜剂 Endophytic fungi, microbial preservative	诺氟“杀”星——微生物净化养殖水体的优选方案 Noflon “kill” star: the optimal solution for microbial purification of cultured water bodies 橘冻——柑橘抗真菌防腐保鲜剂 Orange jelly: citrus antifungal preservative	高教主赛道 High school main track	中国“互联网+”大赛，广东省赛区，省级铜奖，2022、2023 China “Internet plus” competition, Guangdong Province, provincial bronze award, 2022 and 2023
			青年红色筑梦之旅赛道 Youth red dream tour track	中国“互联网+”大赛，广东省赛区，校级三等奖，2021 China “Internet plus” competition, Guangdong Province, third prize at school level, 2021

的参赛情况，发现微生物学领域的项目在生命科学学院所获立项的占比最高，很多学生的毕业论文选题和考研方向均与微生物相关。经统

计，2019级生物科学和生物技术两个专业中参加微生物学相关的学科竞赛训练并成功考研录取的有18人，考研录取率高达56%，是全校学

生整体考研录取率的 4.2 倍, 其中被录取到微生物学、病原微生物学和工业微生物学等专业或生物学一级学科的微生物学研究方向的学生有 10 人, 分别被汕头大学、华南农业大学和南京农业大学等双一流高校录取; 我们还统计了团队中未考研而选择就业的学生群体, 大部分进入高新企业并很快成为企业的技术骨干和重点培育对象, 在同期入职群体中脱颖而出。

微生物学课程建设也促进了专业发展。生物技术专业先后获得省级特色专业、省级一流专业建设点。生物技术专业人才培养质量水平不断提高, 2022 年生物技术专业就业率为 100%, 毕业生满意度及用人单位满意度都保持较高水平, 学生实现高质量就业。

6 总结与反思

赛教融合是专创融合的一个有力抓手, 目前关于专创融合模式存在重平台建设轻课程建设等问题, 微生物学作为一门实践性强的专业核心课程, 在课程顶层设计上必须与时俱进。然而, 目前专创融合理念在课程教学大纲制定上尚缺乏深入研究, 尚未形成系统的、具有普遍指导意义的专创融合课程建设方法^[1]。受专业教师的学科背景和双创教育经验的限制, 在挖掘课程潜在的创新创业教学资源方面还有较大进步空间, 专业教师还存在专创融合经验不足和优秀案例比较匮乏等问题。微生物学课程虽然重视复合型师资队伍建设, 但很多专业教师在跨学科的知识构建、社会参与度等方面经验较欠缺, 对产业的新需求、新应用、新趋势的洞察力不足, 难以完成专创融合理念下对学生复合型能力培养的目标。

专创融合的理念强化了以创新为导向的发现问题、解决问题的能力 and 科研素养, 微生物学课程注重过程性评价, 力图建立一套相对合

理的评价体系, 但由于“互联网+”大赛的赛程长, 参赛需要综合性跨学科的知识, 所取得的成绩很难归功于具体某门课程的功劳, 所以考核评价体系还有待完善。

以“互联网+”大赛为代表的学科竞赛已成为培养学生创新精神、创业意识和创新创业能力的主要途径, 是学生锻炼提升的有效载体, 是各高校实现教育高质量发展的重要途径。微生物学课程组以学科竞赛为抓手, 通过创新创业资源库建设、复合型师资队伍建设和多元化混合式教学模式改革等措施, 建立的赛教融合模式提升了学生的创新能力和创业思维、分析和解决复杂问题的能力、社会责任感和担当等综合素质, 整体上促进了本科教育的高质量发展。该模式实现了创新性、高阶性和挑战度的一流本科课程教学目标^[1], 整体上提升大学生综合素质, 达到了知识传授、能力培养与课程思政素质提升“三位一体”的育人效果, 对地方本科院校应用型人才培养具有借鉴推广价值。

REFERENCES

- [1] 李大锦. 谈“专创融合”的课程建设[J]. 创新与创业教育, 2022, 13(1): 84-88.
LI DJ. On course construction based on the concept of specialty-and-creation integration[J]. Journal of Innovation and Entrepreneurship Education, 2022, 13(1): 84-88 (in Chinese).
- [2] 教育部. 教育部关于举办首届中国“互联网+”大学生创新创业大赛的通知[EB/OL]. (2015-06-02) [2020-03-06]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s5672/201506/t20150602_189532.html.
Ministry of Education. Notice of the Ministry of Education on holding the first China “Internet plus” college student innovation and entrepreneurship competition[EB/OL]. (2015-06-02) [2020-03-06]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s5672/201506/t20150602_189532.html (in Chinese).
- [3] 徐国英, 李柏桓. 中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛获奖项目研究与反思[J]. 山东高等教育, 2023, 11(1): 54-63.
XU GY, LI BH. Empirical analysis of China

- international “internet plus” innovation and entrepreneurship competition for college students[J]. *Review of Higher Education*, 2023, 11(1): 54-63 (in Chinese).
- [4] 齐松. “互联网+”大学生创新创业大赛优质项目培育研究[J]. *创新与创业教育*, 2022, 13(3): 53-59.
QI S. On the cultivation of “Internet plus” high-quality project of college students’ innovation and entrepreneurship competition[J]. *Journal of Innovation and Entrepreneurship Education*, 2022, 13(3): 53-59 (in Chinese).
- [5] 毛露甜, 陈兆贵, 徐良雄. 创新创业教育在微生物学实践教学中的探索[J]. *微生物学通报*, 2020, 47(5): 1626-1633.
MAO LT, CHEN ZG, XU LX. Exploration of innovation and entrepreneurship education in Microbiology practice teaching[J]. *Microbiology China*, 2020, 47(5): 1626-1633 (in Chinese).
- [6] 孙义. 中国“互联网+”大学生创新创业大赛与风险投资课程赛教融合实践研究[J]. *黄山学院学报*, 2023, 25(4): 138-140.
SUN Y. Practice research on the integration of competition and teaching of the China “Internet plus” college student innovation and entrepreneurship competition and venture capital course[J]. *Journal of Huangshan University*, 2023, 25(4): 138-140 (in Chinese).
- [7] 毛露甜, 黄雁, 林燕文, 陈兆贵, 林芳花. 强化服务地方理念 凸显微生物学教学应用性[J]. *河北农业大学学报(农林教育版)*, 2017, 19(1): 43-46.
MAO LT, HUANG Y, LIN YW, CHEN ZG, LIN FH. Strengthening the concept of serving the local area and highlighting the application of microbiology teaching[J]. *Journal of Agricultural University of Hebei (Agriculture and Forestry Education Edition)*, 2017, 19(1): 43-46 (in Chinese).
- [8] 毛露甜, 黄雁, 王晓晗, 解欣斐. 基于多维度育人的食品微生物检验专题实验的教学探索与实践[J]. *微生物学通报*, 2019, 46(12): 3497-3506.
MAO LT, HUANG Y, WANG XH, XIE XF. Teaching exploration and practice of special experiment of food microbiological detection based on multi-dimensional education[J]. *Microbiology China*, 2019, 46(12): 3497-3506 (in Chinese).
- [9] 胡国元, 肖春桥, 程波. “代谢工程”课程思政案例的发掘与运用[J]. *微生物学通报*, 2022, 49(4): 1407-1414.
HU GY, XIAO CQ, CHENG B. Exploration through cases: integration of the ideological and political education in Metabolic Engineering course[J]. *Microbiology China*, 2022, 49(4): 1407-1414 (in Chinese).
- [10] 王春苗, 卢致民, 张秀昌, 王燕, 李小俊. 基于成果导向教育理念的“病原生物学”课程教学改革探索与实践[J]. *微生物学通报*, 2022, 49(4): 1397-1406.
WANG CM, LU ZM, ZHANG XC, WANG Y, LI XJ. Exploration and practice of the teaching reform based on OBE concept in Pathogen Biology[J]. *Microbiology China*, 2022, 49(4): 1397-1406 (in Chinese).
- [11] 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).