

# 创新能力培养背景下“微生物检验技术”及相关课程的实践教学改革的

马建荣, 余永红\*, 刘戈飞, 宋卉, 方春生, 沈晓萌

广东食品药品职业学院国际交流学院, 广东 广州 510520

马建荣, 余永红, 刘戈飞, 宋卉, 方春生, 沈晓萌. 创新能力培养背景下“微生物检验技术”及相关课程的实践教学改革的[J]. 微生物学通报, 2023, 50(2): 766-776.

MA Jianrong, YU Yonghong, LIU Gefei, SONG Hui, FANG Chunsheng, SHEN Xiaomeng. Practical teaching reform of Microbiological Testing Technology and related courses under the background of cultivating innovative ability[J]. Microbiology China, 2023, 50(2): 766-776.

**摘要:** 随着国家对高职院校人才培养提出的新要求, 以及信息技术的快速发展和生源多元化, 陈旧的实践教学体系已不能满足需求。基于当前“微生物检验技术”课程教学中的问题, 本课程组教学团队以工作岗位为引领, 紧密结合企业人才需求, 引入与生活相关案例, 激发学生的学习兴趣; 并对相关课程实验项目进行整合, 建立了一个循序渐进、由浅入深的实验体系; 同时加大实践课程的过程性考核比例, 使学生重视每次实践教学。以上教学改革启发学生思维、激发兴趣, 显著提高了教学质量, 并培养了学生的科研素养, 提升了综合素养, 使学生毕业与就业“零距离”对接。

**关键词:** 微生物实践课程; 探索型实验; 研究型实验; 教学改革; 创新型人才培养

## Practical teaching reform of Microbiological Testing Technology and related courses under the background of cultivating innovative ability

MA Jianrong, YU Yonghong\*, LIU Gefei, SONG Hui, FANG Chunsheng, SHEN Xiaomeng

International School, Guangdong Food and Drug Vocational College, Guangzhou 510520, Guangdong, China

**Abstract:** With the state's new requirements for the cultivation program of talents in higher

资助项目: 2020 年广东省普通高校重点科研平台项目(2020CJPT032); 广东食品药品职业学院校级教育教学改革项目(2019JG14); 广东食品药品职业学院校级精品在线开放课程(2019KC03)

This work was supported by the 2020 Key Scientific Research Platform of Colleges and Universities in Guangdong Province (2020CJPT032), the Education and Teaching Reform Project of Guangdong Food and Drug Vocational College (2019JG14), and the Excellent Online Open Course of Guangdong Food and Drug Vocational College (2019KC03).

\*Corresponding author. E-mail: yuyh@gdyzy.edu.cn

Received: 2022-05-21; Accepted: 2022-09-10; Published online: 2022-11-03

vocational education, as well as the rapid development of information technology and the diversification of student sources, the outdated practical teaching system can no longer meet the needs. Based on the current problems in the teaching of Microbiological Testing Technology, the teaching team of this course takes the workplace as the leader, closely integrates the needs of talents in enterprises, introduces relative cases in daily life to stimulate students' interest in learning, integrates the experimental projects of related courses to establish an experimental system gradually. Meanwhile, the proportion of process assessment of practical courses is increased so that students pay attention to each practical teaching. The above teaching reforms not only have significantly improved the quality of teaching, but also inspired students' thinking, stimulated their interest, cultivated students' scientific research literacy and improved their comprehensive literacy so that the students' graduation and employment are connected seamlessly.

**Keywords:** microbiological practice course; exploratory experiment; research experiment; teaching reform; cultivation of innovative talents

生物领域是 21 世纪创新极为活跃、影响极为深远的新兴领域, 是国家战略性新兴产业的主要发展方向, 新的时势对高职生物类人才创新能力的培养提出了新的要求<sup>[1]</sup>。

2005 年, 经广东省教育厅批准与备案, 广东食品药品职业学院与澳大利亚职业院校博士山学院(Box Hill Institute, BHI)开展合作, 开办中澳生物制药技术专业, 于 2006 年正式招生<sup>[2]</sup>。中澳生物制药技术专业引入澳大利亚的职业教育培训(technical and further education, TAFE)教学模式, 采用澳大利亚的培训包进行教学<sup>[3]</sup>。

微生物检验技术(perform microbiological tests)属于中澳生物制药专业技术拓展课程的微生物与免疫检测模块, 专业课程体系中无菌操作技术和显微检验技术为本课程的先导课程, 而本课程又为后续专业课程“分子生物学操作”中微生物基因工程菌构建部分的学习打下基础。微生物检验技术讲授微生物检验相关方法及操作, 培养学生微生物染色、无菌检查、限度检查、控制菌检查等技能。微生物课程与生命科学其他分支学科的进步息息相关, 具有突

出的课程地位<sup>[4]</sup>; 而微生物相关的实验课程是教育部普通高等职业教育(专科)专业目录中生物制药相关专业主要的专业实验课程<sup>[5]</sup>。在该课程实验实施的过程中, 不仅能够使学生掌握基本的实验操作, 加强对于理论知识的理解, 培养学生运用知识分析问题、解决问题的能力, 还可以提升学生的学习兴趣, 进一步孕育新办法、新设想、新技术<sup>[6]</sup>。

## 1 微生物实践教学存在的问题

近年来, 随着高校招生人数的增加, 生源质量有所下降, 学生的学习目的逐步多元化, 已有的微生物检验技术实践教学项目和教学形式不符合学生的特异性学习要求<sup>[7]</sup>。实验教学中问题突显, 主要表现在: (1) 实验项目主要以简单的验证性实验为主。实验项目之间相对独立, 缺乏有机联系, 实验类型和比例不适当, 导致学生感受不到实践教学的现实意义, 继而影响了学习兴趣, 严重制约学生创新能力的提高。(2) 实操内容与工作岗位脱节。旧的实验体系中, 学生动手操作的机会较少, 学生被动参与, 实验内容与用

人单位工作内容脱节,因此,学生毕业后需要一段时间的培训和学习才能顶岗工作,不能满足社会对复合型、应用型技能人才的需求。(3)教学中忽略了学生的主体地位。固有的教学模式不能调动学生的学习积极性和主动性,未充分利用快速发展的信息技术,未满足学生自主安排学习时间和空间的需求。由于课时和实验室实际条件所限,微生物检验技术实践教学中所用试剂、耗材、器皿皆由教师课前准备,任课教师讲解完实验后再进行演示,学生按照讲义上给定的方法进行模仿操作,仅仅完成实验的一个环节,未参与实验设计和实验准备,缺乏系统性操作,难以激发学生的积极性<sup>[8]</sup>,因而也无法形成独立思考,不利于科学思维的培养<sup>[9]</sup>,难以达到实验教学应有的教学效果。(4)考核方法不能衡量学生的实验技能水平。考核方法偏重实验报告,但单纯实验报告不能体现学生实验技能水平及对理论知识的掌握情况,不能充分调动学生的积极性,学生在实验课程中目标不明确,缺乏主动性,只为了应付考试和取得文凭。

因此,教师必须革新教学观念,改革教学模式,注重学生的主体地位,尊重学生个体差异,满足学生的个性化需求,建立能够培养学生创新能力的有效教学途径。在 TAFE 的教学体系框架范围内,我们团队教师在总结多年理论教学和实践教学经验的基础上,从实践教学方式的转变改良、实验项目的整合创新、评价方式的革新晋级等方面入手,并借鉴优秀的课改经验进行了一系列变革,采用加强线上自学、课内和课外实验相结合的教学方式,建立体现专业特色的微生物检验技术实践教学体系,逐步引导学生发挥主观能动性和创新性,旨在培养具有牢固基础知识和自主创新精神的

生物检验类复合型高素质技能人才。

## 2 教学方式改革

### 2.1 将互联网技术运用到日常教学中

在教学过程中,我们团队教师改良 PPT+板书授课模式,主动运用多媒体和移动互联网,将实验涉及的原理、方法等整理制作成图片和微课,创设了内容新奇、知识要素充足、专业性强的教学资源。在课前,教师要求学生通过观看微课进行预习,学生通常带着问题来上实验课,从而增强对实验内容的理解、规范实验操作。例如,教师在教授学生微生物计数时通过微课的方式进行预习,该微课简单介绍了实验原理,通过对具体操作视频解说进一步阐明原理并讲清实验步骤及每步注意事项。大多数学生对微课这种预习方式喜闻乐见,不仅比文字和图片更容易理解,而且不懂的地方还可以反复观看。虽然微课只是围绕某一主题,但能由此见微知著,领悟其中的重点和精粹。教师通过平台把教学资源传递给学生,学生能够时时处处在线学习,而不再受限于实验课时和课堂,教学不但打破了学习时空的束缚,而且突出学生为主体、满足学生的个性化学习要求。

### 2.2 教学方法多样化

实践发现,单一教学方法不能适用于每次实践课程,所以团队教师针对每次实践课的本身特质,采取不同的教学方法,包括案例教学法、讨论法、演示法、悬念导入法、音像导入法、推导法、体验式教学法、研究式教学法、双向互动教学法、学生合作式和互助式教学法等。例如,在示范教学时采用学生试错法:在学生已有无菌操作技术相关知识与基本技能基础上,老师讲解实验原理和实验步骤后,由学生进行实验操作预演,组织其他学生现场观摩。预演结束后,由其

他学生提出操作中存在的问题,教师进行解释与补充。这样失败的经历更能让人印象深刻,正如有些学生所说:“观察别人可以发现别人和自身的问题”“看别人操作好像照镜子,印象很深”。学生对于错误的印象深,理解透彻,不容易再犯类似错误。再例如,在对待学生的实验时采用“日结”方式:简单实验要求学生课上提交实验结果,当天提交实验报告、笔记并完成相关习题;大型实验要求做好当天的实验记录,做到“今日事今日毕”,养成良好的实验习惯,教师对学生的“日结”内容进行打分,作为平时成绩,不能够及时“日结”的小组或学生扣分。另外,在实践教学过程中,我们还采用“大组+小组”教学方法:以4人为一大组,实践操作前需每组组长确认本组4位同学都清楚实验基本流程,以及其中的关键点和注意事项等细节,此时组长就扮演了教学助理的角色,协助指导本组同学的实验操作,尤其针对生源质量参差不齐的问题,同学之间互教、相互学对提高整体教学质量很有帮助。在实操过程中,大组(4人)分为两个小组(2人),每位学生都需要全程参与实操训练,提高了操作技

能,而且还需要相互协作,培养了团队协作精神。

## 2.3 激发兴趣,以兴趣引导教学

### 2.3.1 以岗位为引领,分析实验课设置与就业的关系,调动学生学习积极性

学生就读高校往往是为了好的就业机会或者继续提升学历,但入学后对专业不了解、处于盲从状态<sup>[10]</sup>,因此,教师需要引导学生发现所学知识和技能的实用性。基于培养学生独立承担工作任务的能力,我校微生物检验技术课程组教师带领学生参观调研了北科生命科技有限公司、广东南芯医疗科技有限公司、广州敏捷生物技术有限公司、广州奕昕生物技术有限公司、广州市达瑞生物技术股份有限公司、广州绿十字制药有限公司、广州诺金制药有限公司等企业。通过多种途径使学生了解用人单位的岗位工作任务及所需的职业能力,对实践环节进行整理,清楚工作任务所需技能与本课程实验项目之间的关系,认识到学好微生物检验技术可以抬升就业竞争力,进而明确学习目的,增强驱动力。经过总结提炼,与本课程相关的就业岗位及所对应的职业能力如表1所示。

表1 课程相关就业岗位与职业能力

Table 1 The employment positions and professional abilities related to courses

| Employment positions   | Typical tasks   | Vocational competency  |
|--|---|--|
| Microbiological tests  | 1 Preparation and sterilization of media, wares used in microbiological tests<br>2 Inoculation and incubation<br>3 Sterility testing with different samples<br>4 Microbial enumeration with different samples<br>5 Pathogenic microorganisms testing<br>6 Antibacterial effects testing<br>7 Data analysis and reports  | 1 Wares package<br>2 Operation and maintenance with microscopy<br>3 Operation with autoclave<br>4 Performance with biological safety cabinet<br>5 Routine microbiological tests with various samples |
| Manufacturing and researching assistants in molecular biology products | 1 Preparation and sterilization of media, solutions<br>2 Extraction, purification and quality control with chromosomal DNA and plasmid DNA<br>3 DNA amplification, digestion, ligation, transformation, selection and verification<br>4 Fermentation with genetic engineered bacteria<br>5 Inducible expression and detection with recombinant proteins<br>6 Extraction, purification and quality testing with recombinant proteins | 1 Operation with PCR cycler, centrifuge and so on<br>2 Operation with autoclave<br>3 Performance with biological safety cabinet<br>4 General operation in molecular biology                          |

另外,课题组教师通过“产学”结合的方式与企业协作,利用寒暑假时间,经企业面试合格的学生进入企业见习,学生在企业像正式员工一样工作,学到了实践知识,提高了职业素养;在后续的学习中对相关知识非常敏感,学习更有劲头,对知识的吸收能力大大提高。学习结束后,企业更愿意接收为正式员工。

### 2.3.2 在课堂中引入微生物实用案例,激发学生学习兴趣

在课上讲解到真菌时,引入《舌尖上的中国》中关于毛豆腐和酿酒的视频。这些视频制作精美、引人入胜,使学生的学习兴趣大大提高。教师通过视频引导学生了解菌体生长状态、菌体对生长环境的要求,以及微生物在生活中的应用。

### 2.3.3 培养学生的职业责任感

微生物检验技术应用领域广,在食品、药品、化妆品等众多与日常生活息息相关的产品质量控制中发挥了不可替代的作用。教学中引入诸多微生物相关风险的案例,并要求学生利用互联网收集近年来涉及微生物检验的新闻报道,让学生切实体会到所学技术有诸多用武之地,并强调学生们作为未来的职业人所应承载的社会责任。

## 3 实验项目改革

### 3.1 实验内容整合优化

从实践教学经验来看,对于学生来说验证性实验是必要的,它能增强学生对知识的领悟,提高学生的操作技能。然而,要培育学生的创新能力、提升学生的综合素养,必须要持续地开发复合型、创新型和研究型的实验项目<sup>[11]</sup>。

无菌操作技术与微生物检验技术分别在学生的大二上学期、下学期依次开展授课。无菌操作技术是微生物检验技术的前导课程。团队教师利用无菌操作技术与微生物检验技术的递进关系,进行了联合教学内容改革。

首先,对两门课程不同层次实验项目进行了

调动与取舍,实验内容编排上按照由简到繁的原则,在内容上进行整合,删掉重复性内容,通过无菌操作技术这一前导课程让学生掌握基本的实践操作技能,并培养无菌操作意识;其次,通过微生物检验技术接触一些新兴微生物检测技术,了解相关领域的最新发展动态和技术革新。

实验项目优化完善前后的项目对比如表 2 所示,调整后微生物检验技术保留了部分验证性实验,将分散的知识点有机地整合,组成连贯、完备、有目的性的综合性实验。增加了综合性实验项目的比例,形成了较为合理、大部分稳定的实验内容。

### 3.2 开展跨学科综合性兼探索性的实验

李晶认为,综合性实验设计应充分满足学生的探究欲<sup>[12]</sup>。我们团队教师根据学生特点与课程内容设计了跨学科综合性兼探索性实验。例如,上一个学年的探索性实验题目为“高产蛋白酶菌种分离、检测与鉴定”,该实验包含微生物学的几个小实验,并有机地整合和贯通了无菌操作技术、微生物检验技术与分子生物学实验操作 3 门课程的实验技能,如显微镜技术、纯培养技术、菌种保藏技术、染色技术、生理生化检测技术、DNA 提取技术、PCR 技术、序列分析技术等实验技能。在整个实验过程中,要求学生全程参与,包括最初采样地点和样本的选择、实验前器材和试剂的准备、实验结果收集和剖析、实验结束后材料和器皿的整理等所有流程,既可以满足学生的探索欲,培植学生的独立思考能力,有效激发学生的积极性,又能磨炼学生的基础实验技能,提高统筹能力和创新能力。

### 3.3 开展研究型实验

大学生开展研究型实验的精髓在于以“授之以鱼不如授之以渔”为原则,启发学生的自主思考,调动主观能动性,紧抓某一个细节进行探索,“小题大作”,尽可能地发掘潜能,继而培育其创新意识<sup>[13]</sup>。

表2 实验项目优化前后对比

Table 2 Comparison of experimental items before and after optimization

| Units   | Experiments            | Before teaching reform  | After teaching reform   |   |   |
|---|------------------------|---|---|---|---|
| Perform aseptic techniques                                  | Basic skills training  | 1 Hands washing   | 1 Hands washing   |   |   |
|   |                        | 2 Wares packing and sterilization   | 2 Wares packing and sterilization   |   |   |
|   | Validation experiments | 3 Operation and maintenance with biological safety cabinet and super clean bench  | 3 Operation and maintenance with biological safety cabinet and super clean bench  |   |   |
|   |                        | 1 Aseptic technique practice: inoculation with liquid media   | 1 Aseptic technique practice: inoculation with liquid media   |   |   |
| 2 Plate preparation and streaking                           |                        | 2 Plate preparation and streaking   |   |   |   |
| Comprehensive experiments                                   | None                   | 3 Bacterial colony morphology observation   | 3 Bacterial colony morphology observation   |   |   |
|   |                        | 4 Media preparation   |   |   |   |
|   |                        | 5 Bactericidal effects testing of different disinfectants   |   |   |   |
| Perform microbiological tests                               | Validation experiments | 1 Simple stain and Gram stain   | 1 Simple stain and Gram stain   |   |   |
|   |                        | 2 Endotoxin detection   | 2 Endotoxin detection   |   |   |
| Perform microbiological tests                               | Validation experiments | 3 Endospore stain   | 3 Endospore stain   |   |   |
|   |                        | 4 Motility observation  | 4 Motility observation  |   |   |
|   |                        | 5 Direct counting to test bacterial concentration   | 5 Direct counting to test bacterial concentration   |   |   |
|   |                        | 6 <i>Streptomyces</i> , yeast and mold observation;   | 6 <i>Streptomyces</i> , yeast and mold observation  |   |   |
|   |                        | 7 Indol, methyl red, voges-proskauer and citrate utilization (IMViC) analysis with <i>E. coli</i> and <i>Enterobacter aerogenes</i> |   |   |   |
|   |                        | 8 Antibiotic sensitivity testing  |   |   |   |
|   |                        | 9 <i>E. coli</i> enumeration with pour plate method   |   |   |   |
|   |                        | Comprehensive experiments   | None  | 1 Sterility testing with injection water; | 1 <i>E. coli</i> enumeration with direct method and plat method |
|   |                        |   |   | 2 Microbial limit testing;                | 2 Sterility testing with injection water                        |
|   |                        |   |   | 3 Coliform testing.                       | 3 Microbial limit testing                                       |
| Interdisciplinary comprehensive and exploratory experiments | None                   |   | 4 Total bacterial number and coliform testing in water sample   |   |   |
|   |                        |   | 5 The antibacterial effect testing of different antibacterial agents to different bacterial strains, and minimal inhibitory concentration (MIC) testing |   |   |
| Research experiment   | None                   |   | Module 2: Physiological characteristics analysis and identification with the high-yield protease producing bacteria preserved                           |   |   |
|   |                        |   | Different projects for different groups   |   |   |

首先,由教师引导学生选择一个合适的题目。课上教师对学生进行动员,指导如何选题,或是采用半命题的方式,或是让学生选一个感兴趣的研究项目,但是题目不能过大,要符合学生的能力特点。任课教师也提出一些和自己项目相关的小课题让学生选择。选题最好与生活和社会热门息息相关,如凉拌食品微生物含量测定、产SOD酵母菌的分离与筛选、酸奶中乳酸菌的分离和鉴定、蛋白酶高产菌的分离与鉴定等。

其次,由学生设计实验方案(一般在假期布置)。由教师设置大致框架,学生在框架内进行设计,从而降低设计难度。由于学生暂时还不具备阅读英文文献的能力,教师鼓励学生尽量查阅国内核心期刊发表的高质量文献,以及国家级的工具书或相关的国家标准。

再次,根据方案实施项目。项目实施进程中必须充分显示学生的主体地位,让学生主导从项目准备到项目实施直到项目结束的整个进程。每组学生通过合理分工合作安排实验进程,在有限的时间内独立完成器材消毒、样本取样、耗材拣选、溶液配制、培养基配制、菌种保藏和实验完成后器材清洗及归位等工作。教师是向导和顾问,既要指引学生通过自主思考克服实验进程中遇到的困难,又要答疑解惑,并规范学生在实验中的操作,强调操作要点,对于复杂步骤,教师要示范。

最后,项目完成后召开项目总结会。学生根据各自项目的进展情况分享“凯旋”经验、总结“败北”教训,交流实验过程的感触与领悟,分享项目相关研究的进展情况等。实验开展过程中发现,教师们根据自己的课题给出的“小课题”深受学生喜爱,学生能更全面、更个性化地得到教师的指导。“优异项目成果观摩”既是对学生努力付出的一种认可,又可以勉励其他同学,产生“原来大专学生也可以做得很好”的信念。

## 4 考核方式改革

考核是为人才培养服务的,考核是手段,人才培养是目标。为了满足创新型技能人才培养的目标,团队教师在考核方面做了一些改革。

### 4.1 调整实验课程在总评成绩中的比例

原有的课程考核评定指标比较单一,不能全面体现学生的能力水平。同时,由于期末考试所占比重较大,学生平时不注重学习,只等期末进行考试突击,不利于学生良好学习习惯的养成,影响学习效果。为了改变这种考核弊端,我们采用综合评价的对策,学生总成绩由平时成绩(20%)、实验成绩(50%)和期末考试成绩(30%)这3部分组成。该策略降低了期末考试成绩所占的比重,加强了过程监测,落实培养技能型人才的目标,以形成性评价为主,增加学生实践技能和创新意识的考查。

### 4.2 调整实验成绩各部分内容的比例

改革前,微生物检验技术实践课程的考核只是对学生的实验报告进行打分,而忽视了学生在实践操作过程中对实验步骤是否了然于胸、操作是否标准,这在一定程度上限制了学生的主动性,导致较大比例的学生消极应付实验而不能掌握基本操作技能。为了改善以上情况,我们团队教师确立了更加合理的评价体系进行多方位评定:实验成绩由出勤+课堂表现+实验操作+实验报告+实操考试+综合性研究论文(附加分)构成。该综合评价体系督促学生认真对待和实施实验;要求学生课上直接上传结果至“学习通 App(开放班级课程邀请码)”,这样就避免出现学生实验不认真及编造、改动实验结果的情况。实验报告去除了汇报结果的作用,只是作为学生对所做实验的整理和总结。对实验报告的评价侧重于对结果的解读与讨论,以及对过程的反思,更注重学生的批判性思维和推理思维的培养。对于部分实

验失败的学生,要重点关注其对失败原因是否做了恰当的分析与解释。实践课程进行过程中教师随机检测学生操作是否标准,成绩评定贯穿每次实验的全程,使学生重视每个细微环节。

这样全方位、多角度的评价体系得到了学生的认可,学生的精力均匀地分散到每节课中,每节课都认真学习和实验,而不是考前突击,培养了正确的学习态度,实践操作能力也得到整体提升。

#### 4.3 跨学科综合性兼探索性实验项目的考核

跨学科综合性兼探索性实验项目实行模块化考核,分为无菌操作技术、微生物检验技术与分子生物学实验操作3个模块,由于该项目具有前、中、后的时间顺序,持续时间长,并且是与课堂实验紧密联系的,因此由3个模块的任课教师对实验操作分别进行考核。

跨学科综合性兼探索性实验项目的最终成果以研究论文的形式进行总结和呈现,因此,除了模块分数之外还有论文分数。论文考核是对学生综合能力的评价,涉及学生有关文献的查阅能力、现象与结果的解读能力、论文布局与格式的规范性、论文表述的准确性等。如果项目小组能够将论文投稿并被接收,或者能用项目申请相关的课题或科创基金等并获得立项可以酌情加分。

除了教师考核外,该项目的评价还包括学生评价。学生评价内容主要包括学生自评与学生互评两部分。学生自评包括学习态度、团队合作和学习收获3个方面;学生互评除包括自评的

3个方面之外,还包括发挥作用大小和操作规程程度两个方面。

#### 4.4 研究型实验项目的考核

研究型实验项目考核着重考查学生实验设计的创新性与合理性、实验实施的科学性与适当性和对实验结果的有效性总结。实验安排合理、按要求操作且能够及时发现问题、剖析问题和解决问题的小组,以及能够对实验结果进行合理解读、有创新性思路的小组给予加分,鼓励并敦促学生养成良好的实验习惯和严谨的实验作风。对于不理想的实验结果要鼓励学生自主思考并分析原因,考虑结果指向的其他可能性。该项目要求学生将实验结果转换成规定格式的研究论文,该论文也可以作为学生的毕业论文。该项目的成绩独立于课程,如果和教师的相关项目结合或参与相关大赛,可以转换成职业素养拓展选修课程的学分(表3)。项目指导教师负责对学生小组和小组成员进行考核,每个小组每位学生都有一份独立的评分表,记录小组项目设计情况、实验准备过程、学生参与度、出勤和抽考表现,这些评分表与项目实施方案、项目总结和研究论文作为打分凭据。为了激励学生积极参与,每个小组有一定的奖励分自由权,在实验项目中功劳最大的学生将得到该分数,获奖学生人选由每个小组自主投票决定。

改革后的考核方案增加了学生在实验中过程性的考核,更加科学恰当,有利于扭转重理论轻实验的情况,提高学生对实验课的重视程度,符合国家对于高等职业学校培养高素质技能人才的需求。

表3 职业素养拓展课(选修)

Table 3 Professional quality development courses (elective)

| Course name                                | Credit | Credit hour |
|--|--------|-------------|
| 1 Training course for Climing Plan         | 2      | 40          |
| 2 Training course for Challenge Cup        | 2      | 40          |
| 3 Training course for Internet+Competition | 1      | 20          |
| 4 Training course for Skills competition   | 2      | 40          |
| 5 X certificate course                     | 2      | 40          |



## 5 改革效果

经过多年的改革与实践,微生物检验技术及相关课程的实践教学取得了明显效果。2019–2020 年连续 2 年获得与微生物相关的广东省创新创业基金立项。本专业学生对教学的满意度全校排名第三,学生对主要专业核心课程重要度的评价达到 98%, 满足度达到 91%, 专业的课程设置及培养效果均较好地满足了实际就业领域的需要。学生对微生物检验技术课程的重要度和满足度评价均较高,本课程任课教师是本专业毕业生认为“任课教师中教学最好的教师”(数据来源于第三方 2018 届毕业生调查报告)。此外,改革效果还表现在 3 个方面。

### 5.1 激发了学生浓厚的学习兴趣, 提升了教学质量

课堂中引入微生物应用的实例引发了学生的学习兴趣,树立了学生的专业自信心,促使学生积极发展、主动发展。在综合性兼探索性实验项目中,精巧整合的实验内容极大地提高了趣味性,学生对项目充满了好奇心。学生在关于实践课程反馈的问卷中写道:“微生物检验技术是最有意思的一门课程,微生物实验是新奇和有趣的。”“微生物实验有趣多样,不但加深了对理论知识的领悟,更关键的是,通过跨学科探索性兼综合性实验,我们知道了一个项目的设计与实施的过程,为毕业后的工作立好根基。”跨学科的综合探索型实验有利于学生将 3 门课程的知识融会贯通,调动了学生的主观能动性,提升了学生的综合素质。学生坦言:“微生物探索实验是我们自己的实验,我们自己取样、筛选,所以一直都好奇自己的实验菌到底是什么,真的是为了自己的目标而努力。”

改革后的考核方式更能达成实践课程的教学目的,得到了学生的认可,学生参与实践教学

的积极性有了较大的提高,2016–2018 届毕业生教学满意度评价持续较高,分别为 100%、95%、100%,教学效果突出(数据来源于第三方 2018 届毕业生调查报告)。

此外,在频繁交流过程中拉近了师生感情,学生不仅在碰到课业问题时愿意请教教师,生活中的困惑也愿意与教师商量,教师对学生的感召力有所增强,越来越多的学生选择在本专业相关领域继续进修或寻求职业发展。每一届都有几个毕业生参加专插本考试,进入本科院校学习,而后再相继在南方医科大学、重庆医科大学、香港大学和华南农业大学攻读硕士研究生学位,其中有 2 个学生正在攻读博士研究生学位。

### 5.2 培养了学生的科研素质

由于跨学科综合性兼探索性实验在设计上具有持续性和严谨性,实验丝丝入扣、相互衔接,任意一个部分出现过失均会对后面的实验形成重要影响,以至造成全盘实验的失利,就像下棋一样,“棋错一着,满盘皆输”,这就需要学生非常仔细地进行每一次实验乃至每一步操作。有学生在个人心得中总结:“微生物实践课程与以前的实验课显著不同,为了得到可靠的实验结果,我们每一步都很认真地进行。”

由于探索性实验和研究性实验耗时较长,学生们从未经历过这么长时间的实验,保持持续的实验状态,及时记录实验结果,以及对实验结果的妥善保存也是教师们需要特殊指导的地方,教师们需要不停地对学生项目进行跟踪和督促,使学生潜移默化地改变一些意识,自觉关注实验进度,认为认真努力地做实验是应该的,是对自己的人生负责。在这个过程中学生慢慢地产生了满足感和成就感,形成了一种良性循环。有学生在个人总结中写道:“微生物实验项目是我们自己的项目,自己设计、自己实验,有着与其他项目迥然相异的体验。这个项目磨炼了我们的耐性与

恒心, 整体素质有所提高。”

在整个项目实施过程中, 学生遇到困难除了与教师探讨外, 还互相商讨、互伸援手。每个项目组就是一个“科研团队”, 学生们为达成“共同目标”而努力, 树立了学生的科研互助意识。在项目方案制定过程中, 学生体验了文献的检索与阅读、方案设计与论证、项目实施、结果剖析和项目总结的科研多方位操练, 培植了开创思维和优良的科研作风, 科研能力获得大幅度提升。研究性实验的实施历程对于全身心融入的师生来说都是一个主动探索、互教互学和“教”“学”相长的经历。

### 5.3 实现了毕业与就业的“零距离”对接

参与教改的学生在日常学习过程中, 主观能动性和积极性有显著的进步, 学生频繁在空闲时间到教师办公室请教实验实施与结果解读等问题, 有比较明晰的条理和目的, 对实验过程有整体上的掌控, 基本可以明确“我要做什么”“这样做的原因”“如何做”等问题。这些学生进入工作岗位之后, 能够迅速适应新的工作内容。

此外, 实验项目是由小组全员协同完成的, 小组每个成员既要有一定的专业知识, 又要有自我管理、沟通交流、团队协作这些职场基本素质, 而这些方面都得到了培养和提高。学生在实验的过程中经历实验失败是常有的事, 在尝试-失败-再尝试-再失败……的过程中, 学生的抗挫折能力得到提高, 同时也认识到“失败”是工作和生活中必不可少的一部分, 进入工作岗位后能够正确看待遇到的困难。

学生实习大概两周以后, 团队教师到实习单位考察。实习单位反馈, 学生在入职时已基本可以自主完成微生物实验操作, 特别是对于微生物检验任务, 可以根据《药典》和相关的国家标准自主完成并解读实验结果, 表现出动手能力强、思路灵活等特点。用人单位非常欢迎本专业不仅

有理论知识还有实操技能的毕业生就职。

## 6 结语

教育是个系统工程, 创新人才培养更是一个需要摸索着前进、在摸索中不断更新和持续发展的过程<sup>[13]</sup>。由于生源质量的限制, 学生的基础知识储备和学习能力逐年下降且差别较大, 学生学习习惯差, 这给我们的教学带来了很大的挑战。只要以学生为中心, 指引、激励、督促学生, 从现实出发, 因材施教, 培养学生学习和思考的浓厚兴趣, 营造浓厚的学习氛围, 在实践中实时总结经验, 不断探索, 就能逐渐提升教学品质。通过数年的教学实践, 团队教师逐步建立了由实践课程体系的整合和改进、依托浓厚学习氛围、由开放实验室、创新实验项目与科学考核体系组成的创新人才培养模式。

实践表明, 改革后的微生物检验技术实践课程更有益于学生适应以后的就业岗位。本专业学生毕业后, 其公司领导和人力资源部门普遍认为他们不仅掌握了微生物相关的基础知识, 还具有较强的实验方案设计能力; 技术主管反映他们不仅操作标准、培训期短甚至无需培训, 而且思路清楚、综合能力较强。

实践教学体系的优化需要源源不断地持续努力, 需要在执行中不断地调整和完善<sup>[11]</sup>, 随着教学体系的完善, 笔者及其团队教师将培育更多具有实操能力、创新能力和科研能力, 符合用人单位需求的高素质技能人才。

## REFERENCES

- [1] 吕志堂, 张秀敏, 赵丽坤, 石楠, 李景晨. 微生物学研究型设计性实验教学改革与实践[J]. 微生物学通报, 2018, 45(3): 670-675.  
LÜ ZT, ZHANG XM, ZHAO LK, SHI N, LI JC. Exploration in reform and practice of research-based designing experiments of Microbiology courses[J].

- Microbiology China, 2018, 45(3): 670-675 (in Chinese).
- [2] 余永红, 马建荣, 方春生. 高职分子生物学操作课程改革实践[J]. 卫生职业教育, 2016, 34(17): 133-134.  
YU YH, MA JR, FANG CS. Reform practice of molecular biology operation course in higher vocational education[J]. Health Vocational Education, 2016, 34(17): 133-134 (in Chinese).
- [3] 方春生, 宋卉, 杨燕军. 基于TAFE体式构建新型生物制药技术专业实践教学模式的探索[J]. 卫生职业教育, 2016, 34(2): 31-33.  
FANG CS, SONG H, YANG YJ. Exploration of constructing a new practice teaching mode of biopharmaceutical technology specialty based on TAFE style[J]. Health Vocational Education, 2016, 34(2): 31-33 (in Chinese).
- [4] 魏建宏, 罗琳. 微生物学综合性设计实验教学中存在的问题与探索[J]. 微生物学通报, 2017, 44(1): 225-231.  
WEI JH, LUO L. Challenges in the undergraduate course of comprehensive design of Microbiological Experiments[J]. Microbiology China, 2017, 44(1): 225-231 (in Chinese).
- [5] 教育部高等学校生物科学与工程教学指导委员会. 普通高等学校本科生物类专业介绍[J]. 高校生物学教学研究(电子版), 2011, 1(1): 3-8.  
Teaching Guidance Committee for Biological Science and Engineering of the Ministry of Education. Introduction of undergraduate biology majors in colleges and universities[J]. Biology Teaching in University (Electronic Edition), 2011, 1(1): 3-8 (in Chinese).
- [6] 李元高, 严滨, 曾孟祥, 傅海燕, 柴天, 刘建福. 环境工程应用型实践教学体系的构建与实践[J]. 实验科学与技术, 2011, 9(3): 105-107, 131.  
LI YG, YAN B, ZENG MX, FU HY, CHAI T, LIU JF. Construction and practice of practical education system of applied environmental engineering[J]. Experiment Science and Technology, 2011, 9(3): 105-107, 131 (in Chinese).
- [7] 王素英, 张宏宇, 杨晓丽. 项目驱动的实验教学新模式的构建与实践: 以微生物学实验为例[J]. 微生物学通报, 2018, 45(3): 702-707.  
WANG SY, ZHANG HY, YANG XL. Construction and practice of a novel experimental teaching model based on the project actuation: taking Microbiology Experiment as an example[J]. Microbiology China, 2018, 45(3): 702-707 (in Chinese).
- [8] 张佳琪, 吕远平, 姚开, 何强, 谭敏. 食品微生物学实验课立体化教学体系的构建[J]. 微生物学通报, 2013, 40(2): 322-327.  
ZHANG JQ, LYU YP, YAO K, HE Q, TAN M. Construction of three-dimensional teaching system in food microbiology experimental teaching[J]. Microbiology China, 2013, 40(2): 322-327 (in Chinese).
- [9] 高燕会, 朱玉球. 生物技术大实验的教学改革探讨[J]. 创新教育研究, 2014(4): 54-58.  
GAO YH, ZHU YQ. The discussion of teaching innovation of biotechnology experiment[J]. Creative Education Studies, 2014(4): 54-58 (in Chinese).
- [10] 刘心妍, 李玉, 吕和鑫, 王建玲, 王春霞. 以主动学习为导向的“微生物学实验”教学改革探索[J]. 微生物学通报, 2018, 45(10): 2280-2284.  
LIU XY, LI Y, LÜ HX, WANG JL, WANG CX. The reform exploration of Microbiology Experiment teaching oriented by active learning[J]. Microbiology China, 2018, 45(10): 2280-2284 (in Chinese).
- [11] 王利明. 环境工程微生物学实践教学改革与实践[J]. 微生物学通报, 2017, 44(11): 2755-2759.  
WANG LM. Practice teaching reform of Environmental Engineering Microbiology[J]. Microbiology China, 2017, 44(11): 2755-2759 (in Chinese).
- [12] 李晶. 环境工程微生物实验中存在的问题及措施[J]. 资源节约与环保, 2014(1): 112.  
LI J. Problems and measures in environmental microbiology experiment[J]. Resources Economization & Environmental Protection, 2014(1): 112 (in Chinese).
- [13] 孟建宇, 冯福应, 李蘅, 陶羽, 武春燕. 基于微生物学教学的科研创新人才培养模式探索[J]. 实验室研究与探索, 2017, 36(10): 213-217.  
MENG JY, FENG FY, LI H, TAO Y, WU CY. Cultivating mode exploration of scientific research talent based on innovative education of microbiology teaching[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2017, 36(10): 213-217 (in Chinese).