



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

毛露甜* 黄雁 王晓晗 解欣斐

惠州学院生命科学院 广东 惠州 516007

摘要: 为提高本科生的培养质量,实行全方位多维度的育人模式,我们自2003年起在全校率先开设了食品微生物检验模块的综合性设计性实验。本文从项目的开设历程、项目实施的关键环节、过程育人的主要关注点、多元化量化考核体系、教学效果反馈与反思等方面对实践教学改革进行了总结。实践表明,食品微生物检验专题作为“微生物学实验”课程的特色和亮点,在实验准备模式、方案审核模式上具有良好传承,在培养学生的创新精神、科研素养、信息素养、团队精神和数据处理能力等方面发挥了重要作用,该专题实验受到师生的高度重视和同行的一致认同。过程评价等多元化考核体系的建立促进了教学效果,学生对实验效果和学习满意度的评价较高。下阶段可以从教学指导队伍的加强和学生的学习负荷的减少来进行改进。食品检验专题实验实现了多维度全方位的人才培养,符合“创新型、实用型、复合型人才培养”的时代需求,具有较好的推广价值。

关键词: 食品微生物检验, 教学改革, 多元化考核体系, 多维度育人

Teaching exploration and practice of special experiment of food microbiological detection based on multi-dimensional education

MAO Lu-Tian* HUANG Yan WANG Xiao-Han XIE Xin-Fei

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

Abstract: To improve the quality of undergraduate education and implement the comprehensive and multi-dimensional education mode, we have taken the initiative of setting up a comprehensive design experiment of food microbiological detection module in our university since 2003. In this paper, the reform of practical teaching from the aspects of the course of opening the project, the key factors of project implementation, the primary focus of process education, the diversified quantitative assessment system,

Foundation items: Project of Higher Education Teaching Research and Reform in Guangdong Province ([2016]236); Construction Project of Off-campus Practice Teaching Base for College Students in Guangdong Province (2019); Project of Excellent Resources Sharing Course Construction in Guangdong Province (20146199); Construction Project of Off-campus Practice Teaching Base for College Students in Huizhou University (SJJD2017003); Guangdong Undergraduate Teaching Quality Engineering Project ([2016]233)

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

Received: 13-08-2019; **Accepted:** 22-10-2019; **Published online:** 25-10-2019

基金项目: 广东省高等教育教学研究和改革项目(粤教高函[2016]236); 广东省大学生校外实践教学基地建设项目(2019); 广东省精品资源共享课程(20146199); 惠州学院大学生校外实践教学基地建设项目(SJJD2017003); 广东省本科教学质量工程项目(粤教高函[2016]233号)

*通信作者: E-mail: mlt@hzu.edu.cn

收稿日期: 2019-08-13; **接受日期:** 2019-10-22; **网络首发日期:** 2019-10-25

the feedback and reflection on teaching results were summarized. The practice results indicate that the module of food microbiology detection, as the feature and highlight of the course of Microbiology Experiment, had a good inheritance in the experimental preparation mode and scheme review mode. It plays an important role in cultivating students' innovative spirit, scientific research quality, information quality, team spirit and data processing ability, etc. The special experiment mode is highly valued by teachers and students, which is unanimously recognized by peers. The establishment of diversified assessment system, such as process evaluation, promotes the teaching effect. The students have a higher evaluation on the experimental effect, who are satisfied with the learning results. In the next stage, this teaching mode can be further improved by strengthening the teaching team and cutting down learning burden of the students. The multi-dimensional and comprehensive talent training can be achieved in the modularization of food test experiment, which meets the current demand of "cultivating innovative, practical and comprehensive talents", and therefore has a sound popularization value.

Keywords: Food microbiological detection, Educational reformation, Diversified assessment system, Multi-dimensional education

《教育部关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见》(教高〔2018〕2号)指出,高等教育是国家发展水平和发展潜力的重要标志^[1]。我们必须主动适应国家战略发展新需求和世界高等教育发展新趋势,牢牢抓住全面提高人才培养能力这个核心点。惠州地处粤港澳大湾区,经济、文化、科技都迎来了跨越式发展新时期。惠州学院作为一所地方本科院校,立足地方,办学发展要符合惠州“2+1”产业集群对理工类高素质应用型人才的需求。《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020)》提出“创新型、实用型、复合型人才紧缺”,应“重点扩大应用型、复合型、技能型人才培养规模”^[2]。我校作为广东省首批转型发展试点高校之一,已纳入粤东西北高校振兴计划,承载服务和支撑区域经济社会和支柱产业的重任,如何培养复合型应用型人才成为我们课程改革的重要目标^[3]。

《教育部关于狠抓新时代全国高等学校本科教育工作会议精神落实的通知》(教高〔2018〕8号)开展教育思想大讨论,聚焦以本为本,提出要打造“金课”、淘汰“水课”,强调学习的过程管理,要求拓展课程深度^[4]。“微生物学”是生物技术和生物科学的专业核心课程,在人才培养中发挥十分重要的作用。传统教学的实验项目相互独立,缺乏完整性和系统性,学生难以抓住课程的主

线。微生物学教学团队积极开展教学改革,对实验内容进行重新配置和优化,率先在全校开设设计性综合性实验^[5],自2003年起开设了食品微生物检验专题实验^[6],旨在提高学生的参与度,培养从事微生物检验和科研生产的综合性人才。在没有硕士点的办学条件下,通过组织兴趣小组参与实验准备等创新性做法,解决了没有助教和指导教师不足而开放性设计性实验需要庞大指导团队的难题,充分调动了本科生的学习积极性和责任感^[7-8]。项目经历近20年的改革探索,从学生的综合能力、团队精神、大局意识、信息素养、科研素养等多维度全方位育人上做文章并取得了较好效果,具体改革内容如下。

1 食品微生物检验专题实验的开设历程

考虑到惠州对食品检验、化妆品检验和药品检验的人才需求比较大,微生物检验是最重要的工作任务,而菌落总数和大肠菌群测定是食品、化妆品和药品的必检项目,社会大众对食品安全的关注度更高,所以我们对招收的第一届本科生(2001级生物科学专业)开始了食品微生物检验的实验教学改革。鉴于当时本科教学经验少,文献检索途径少,师资严重不足,而开放性、设计性实验要求指导工作量大的现状,我们在2001-2003级只开展了菌落总数和大肠菌群测定这两个专题实

验。只要求学生查找食品卫生微生物检验的国家标准作为实验方案, 教师审核学生对国标的理解程度, 重点指导样品处理细节、结果记录、数据处理和实验报告撰写等。积累了3届学生的教学经验后, 自2004级增设产气肠杆菌的分离和菌种的生理生化鉴定, 要求学生完成采样、分离培养、菌种鉴定等一系列工作, 这对学生科研素养和创新能力的培养发挥了十分重要的作用。随着学科快速发展, 新技术新产品不断出现, 食品微生物专题实验的内涵也发生很大变化。为引导学生关注学科前沿和技

术更替, 自2013级起菌落总数和大肠菌群数测定增加纸片法, 肠道杆菌鉴定增加API系统鉴定, 大肠杆菌/大肠菌群检测增加显色培养基法, 金黄色葡萄球菌检测增加显色培养基法等, 这些内容是国标法的有益补充。专题实验的开设历程详见表1, 内容设计上把握两个原则: 重视学生基本实验技能培训与探究性学习引导; 加强单元实验间的内容衔接, 保证实验的连贯性。这能将复杂系统实验分解成更好处理和管理的独立操作, 内容精简, 步骤简化, 能减少学生的学习负荷, 提高学生参与度^[9]。

表1 食品微生物检验专题实验的开设历程

Table 1 The course of the modular experiment of food microorganism detection

开课年级 Grade and class	开课时间 Course time	实验内容设置 Experimental contents	检验方法 Determination method	考核成绩组成/比例 Composition of examination results
2001-2003级 共5个班 Grade 2001-2003, 5 class	2003-2005	(1) 菌落总数测定; (2) 大肠菌群测定 (1) Determination of the total number of bacterial colony; (2) Determination of coliform	食品卫生微生物检验方法 GB 4789-1994 Food microbiological examination method GB 4789-1994	(1) 实验方案审核(50%) (2) 实验报告(50%) (1) Assessment of experimental scheme (50%) (2) Experimental report (50%)
2004-2012级 共46个班 Grade 2004-2012, 46 class	2006-2014	(1) 菌落总数测定; (2) 大肠菌群测定; (3) 产气肠杆菌的分离; (4) 大肠杆菌与产气肠杆菌的MIViC鉴定 (1) Determination of the total number of bacterial colony; (2) Determination of coliform; (3) Separation of enteroerogen; (4) MIViC identification of coliform and enteroerogen	(1) GB/T 4789-2003 (2) GB/T 4789-2008 (3) GB 4789-2010	(1) 实验方案审核及小组PPT汇报(40%) (2) 过程考核(30%) (3) 实验报告(30%) (1) Assessment of experimental scheme and PPT presentation (40%) (2) Process evaluation (30%) (3) Experimental report (30%)
2013-2017级 共15个班 Grade 2013-2017, 15 class	2015-2019	(1) 菌落总数测定; (2) 大肠菌群测定; (3) 产气肠杆菌的分离; (4) 大肠杆菌与产气肠杆菌的API鉴定; (5) 显色培养基法测定食品的大肠杆菌/大肠菌群和金黄色葡萄球菌 (1) Determination of the total number of bacterial colony; (2) Determination of coliform; (3) Separation of enteroerogen; (4) API identification of coliform and enteroerogen; (5) Determination of bacterial colony and <i>Staphylococcus</i> based on chromogenic medium	(1) GB 4789-2016 (2) 食品检验快速检测法(纸片法) (3) API鉴定系统 (4) 显色培养基法 (1) GB 4789-2016 (2) Fast detection of food (paper strip method) (3) API identification system (4) Chromogenic medium	(1) 实验方案审核及小组PPT汇报(30%) (2) 过程考核(30%) (3) 质检报告(20%) (4) 专题墙报(20%) (1) Assessment of experimental scheme and PPT presentation (30%) (2) Process evaluation (30%) (3) Inspection report (20%) (4) Specific wall newspaper (20%)

2 项目实施

2.1 实施步骤与要求

项目实施步骤和能力培养对应关系见图 1。

2.1.1 定目标, 布置任务

在第一次课堂上公布食品微生物检验专题实验的目标、总体任务和时间安排, 介绍往届的开设情况和存在问题, 明确本届的新要求和改革重点。学生刚开始接触微生物学这门课程, 很多学生并不能很好地理解老师的要求, 为此我们会在该实验前两周提醒学生提交设计方案时间和汇报审核的程序, 并对实验涉及到的技术方法等作出明确要求。这种做法可循序渐进地把专题实验的开设目标灌输到学生心里, 引起学生重视, 发动学生参与, 提高教学效果。

2.1.2 平台搭建, 分组落实

综合性设计性实验实行小组长负责制, 文献查找和实验方案设计、PPT 制作和上台汇报等任务都由组长安排。“微生物学”作为广东省的精品资源共享课程, 我们已经完成了课程网站和 Moodle 教学平台的双平台建设, 完善了菌种鉴定库、图片库等特色资源, 并实现了线上线下的混合式教学^[10]。课程建设取得的成果推动了实践教学的改革, 经过师生多年来的努力, 我们把网上收集的食品微生物污染的图文和视频, 以及历届学生的

实验图片等资源挂靠在 Moodle 教学平台上, 学生可线上预习, 老师和学生都可以把好的资源共享到平台上, 通过平台搭建实现了师生、生生间交流, 做到了资源的无私共享^[11]。同时我们也建立了课程微信群, 这有利于师生、生生间实时便捷地交流, 但微信文件容易过期, 不利于资源长期共享, 只能作为 Moodle 平台的有力补充。

2.1.3 信息检索和实验方案设计

遵循“以本为本, 教师为辅”的做法, 老师的工作是指导学生多途径查阅食品检验的国家标准、行业标准、欧美等发达国家或地区的标准。在教学过程中注重实验的规范化操作, 让学生树立标准化意识。学生的工作则由组长全面统筹与分工, 除检索标准文件外, 还检索包括期刊论文、食品伙伴网等相关网站资源。通过信息检索, 学生对食品检验、食品生产规范、食品质量认证体系等知识有较全面的了解, 最后组内讨论形成实验方案。

2.1.4 方案审核和讨论改进

在实验前一周, 以 PPT 形式各组派代表上台汇报, 要求说清楚具体的采样信息、样品预处理的方法、接种量、数据处理方法等, 教师在台下听汇报并提问。如果演讲者回答不出来, 其他组员可以补充, 再回答不出来, 其他小组可以回答,

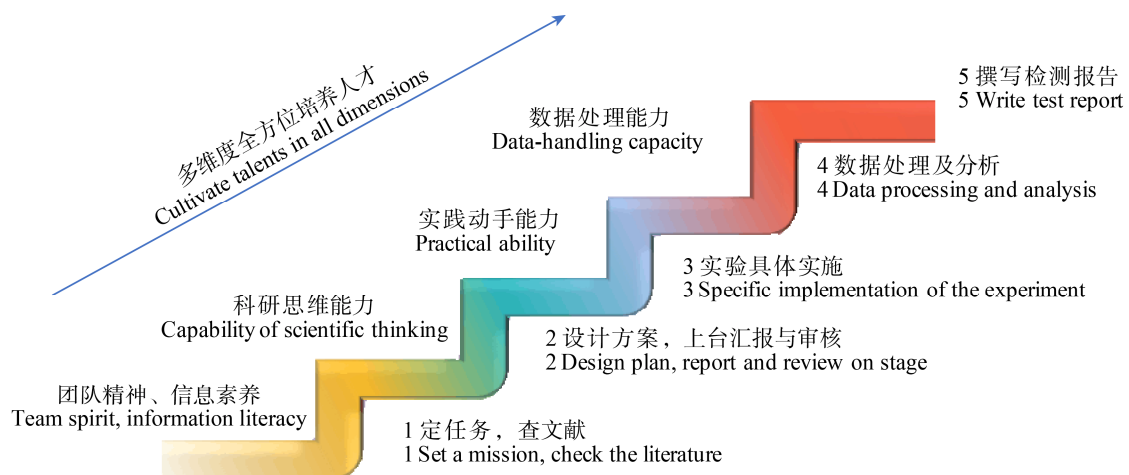


图 1 项目实施步骤与能力培养对应关系图

Figure 1 Corresponding relationship between project implementation steps and ability cultivation

如果全班同学都不明白的问题, 教师就上台进行详细讲解, 直到学生清清楚楚为止。由于审核方案的环节是全班学生一起参与, 教师给一个小组指出问题时, 其他小组也一并学习了, 这样可以一次性解决很多共性问题, 提高教学效率。

2.1.5 实验的实施阶段

综合性实验以小组为单位来完成, 一般3-4人一组, 实验小组的工作由小组长统筹安排, 实验准备要完成包括培养基和无菌水的制备、灭菌器皿等准备工作; 接种室的准备工作由兴趣小组的学生完成, 在实验前1 h去开紫外灯消毒和融化培养基; 10倍稀释等样品处理、倒平板等工作由组员合作完成, 该环节非常考验组员的团队合作能力, 很多小组在样品预处理、平板标记和倒平板的培养基准备上协调不够好, 造成实验场面混乱, 甚至有学生站着看别人做, 自己无从下手, 究其原因往往是实验前没有很好地预习准备所致; 培养结果的观察环节也考验团队合作能力, 针对有些小组只是派代表来菌落计数等现象, 我们通过强化过程考核和个人考核来促使学生积极参与; 最后小组经过数据分析处理, 参照质监部门的官方检测报告的模板撰写食品检验报告, 并高度模拟官方检测机构的发报告流程。这种做法一方面将课堂教学与社会需求相结合, 提高学生解决问题的能力; 另一方面从教学内容上将卫生学检验工作转换为常见食源性微生物培养、食源性致病菌的检验等基础性实验, 能让学生系统地学习肠道杆菌的各种分类学鉴定方法, 提高学生操作技能。

2.2 注重过程教育, 强化全人培养

以研究任务驱动的微生物检验专题实验具有完善的教学体系, 有利于培养学生的动手能力、实验技能, 以及运用这些技能去解决科学或实践问题的能力。通过专题实验强化多维度全方位育人情况如图1所示。从文献检索、方案设计、实验实施、数据处理到撰写检测报告, 这一系列实验串联起来, 技术路线自成体系, 首要一点就是培养

了学生的科研素养和创新能力。有关综合性设计性实验对学生科研能力和创新能力培养的同行报道已经很多^[12-13], 项目另有一论文已单独总结, 因此不作展开。在此着重总结我们在教学中的一些传承对学生其他能力的培养。

2.2.1 团队合作精神和大局意识的培养

对于实验分组, 我们采用过自由分组和按学号顺序来分组两种模式, 各有利弊。其中自由组队的模式, 往往是关系较好的学生组队, 或者成绩较好的学生组队, 团队的协作能力更强, 但一些学习被动的学生会被边缘化, 甚至被排斥。我们在教学中打出“一个也不拉下!”的口号, 趁机进行班风学风教育, 充分发挥优秀生的优势, 鼓励引导其与被动学生组队, 增进班级凝聚力。多年来, 我们在微生物学教学中已经形成了优秀生主动组队帮扶后进生的良好传承, 在教学中践行了新时代大学生的团队合作精神和大局意识的培养^[14]。

2.2.2 关注技术前沿, 培养信息素养和国际视野

在当今这个信息发达的互联网时代, 教材的更新往往跟不上步伐。为了课堂所学能紧跟社会发展, 我们十分重视学生文献检索能力的培养, 鼓励他们充分利用图书馆资源和网络资源去获取知识。比如食品卫生微生物检验的标准, 不仅要关注中国的标准, 还要关注欧美等国家和地区的标准, 培养学生的文献检索能力和国际视野^[15]。我国的标准更替是学生关注的重点, 比如强制性的标准有 GB 4789-1994、GB 4789-2010 和 GB 4789-2016 三个版本, 期间又有修订的推荐性标准 GB/T 4789-2003、GB/T 4789-2008。每个年级的学生要求采用当时的最新标准来检验食品, 让学生明白技术标准有时效性。同时引导学生关注食品生产企业执行的规范如 GMP、HACCP 等, 并安排某一个班开展有包装食品(HACCP 认证的企业生产)和无包装食品(流动小贩生产)的微生物检验, 最后通过结果对比让学生自己总结企业认证及规范生产对食品安全的重要性, 这些做法有利于应用型人才培养, 实现毕业与就业的无缝衔

接,能让教学紧跟学科发展、密切结合社会需求,缩短学校与用人单位的距离。

2.2.3 关注试剂的性价比,适时进行国情教育

在食品微生物检验领域,除了技术更新快,产品更新也快。对于在教材上没出现但目前很多试剂公司已开发并且很多质检部门在使用的一些培养基或产品,我们争取尽量让学生能感性认识一遍。比如我们在2015级增加了快速检验测试片进行食品快检,2016级增加了API系统来鉴定肠道杆菌,2017级增用了大肠杆菌/大肠菌群显色培养基和金黄色葡萄球菌显色培养基对食品的大肠菌群和金黄色葡萄球菌进行测定。由于API试剂盒、食源性显色培养基和进口的3M牌测试片都比较贵,限于经费问题难以在全班普及使用,我们选一些学习积极主动、操作能力强的小组来代表全班进行实验,并要求在全班做结果汇报。大家都以被选中为荣,这种做法激励了一大批学生,营造了你追我赶的学习氛围。

教会学生“量体裁衣、看菜吃饭”和“有多少钱做多少事”这些道理很重要。我们希望通过“润物细无声”的教育来培养可以跟随学生一辈子的好品格,所以要求学生与时俱进但不能崇洋媚外,因为国产的试剂耗材也有很好的选择。比如API鉴定系统虽快速高效但价格贵,多用在科研上,而在教学上要完成菌种鉴定的话,我们可以自己配培养基和试剂,开展MIViC试验(吡啶试验、甲基红试验、V-P试验和柠檬酸盐试验),也可以购买北京陆桥技术股份有限公司等国产的鉴定试剂盒;食品微生物检验用的快速测试片,进口的3M测试片效果好但价格贵,可以用绿洲生物科技有限公司等国产测试片,也能得到较好的实验效果。在试剂和耗材产品的选择上适时对学生进行引导,这既进行了国情教育,也提升了学生的国际视野。

2.2.4 关注标准的变化,培养学生的数据处理能力

菌落总数和大肠菌群测定是两个定量检测指

标,涉及到菌落计数和结果报告。除了要求掌握平板菌落计数的技巧外,我们对学生的数据处理也提出高要求。比如菌落总数测定,GB 4789-1994采用营养琼脂培养基(NA)培养,结果报告要视两个稀释度的比值来决定。而2016版采用平板计数琼脂(PCA)培养基替代了营养琼脂培养基(NA),用公式计数代替了两个稀释度的比值计算,结果更合理。

大肠菌群测定在GB 4789-2010版采用MPN计数法,要求判断9支乳糖胆盐发酵管的阴阳性,再应用统计学概率论推算出待测样品中大肠菌群的最大可能数(Most probable number, MPN)。学生对MPN检索表与3个梯度的接种量的关联性很难理解,为此我们在历届学生的方案审核时重点梳理这个数量关系,否则检验结果分析不准确。GB 4789-2016版对于大肠菌群测定,则增加了结晶紫中性红胆盐琼脂(VRBA)固体培养基平板计数法,分别计数平板上的典型菌落(紫红色有红色的胆盐沉淀环的菌落)和可疑大肠菌群菌落(菌落直径较典型菌落小)。然后用煌绿乳糖胆盐肉汤(BGLB)肉汤管产气来证实大肠菌群阳性管,最后证实为大肠菌群阳性的试管比例乘以计数的平板菌落数,再乘以稀释倍数,即为每g(mL)样品中大肠菌群数。可见2016版比2010版在方法上有新增,在计数方法上更科学合理。学生经过这些数据处理的分析,加深了对国标的理解,提高了标准化意识和数据处理能力。

2.2.5 重视课后总结,培养学生的归纳整合能力

专题实验历时长,需要耗费师生大量的精力和时间。学生往往重视方案设计和过程实施,却疲于坚持到最后,很多小组对结果不了了之。为避免学生“虎头蛇尾”,我们自2016级开始强化课后总结,要求以班为单位,将各小组的检验结果进行汇总并公布在微信群上,让大家对其他组的检验结果有全面了解,培养学生善于总结思考的好习惯。为此我们明确了各级学生的采样计划,比如2016级开展了校园食品专题检验,2017级开展了网络订餐食品专题检验。由于实验内容贴近

生活, 学生的兴趣十分浓厚。实验报告要求学生按照国家标准对被检样品作出卫生评价, 判定食品是否被污染以及被污染的程度。通过食品检验专题实验引导学生关注身边的食品安全, 这有利于培养学生的社会责任感。为锻炼学生的综合能力, 项目组打算在 18 级增加墙报作业, 结课后出一期食品安全主题墙报, 并进行小组间互评打分和老师评分, 形成本课程的又一特色。

2.3 强化过程评价, 建立多元化量化考核体系

考核是实验教学体系的重要环节, 是评估学生学习成效的重要手段^[16]。教育部在《关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见》文件(教高〔2018〕2号)中提出要加强过程考核, 加大过程考核成绩在课程总成绩中的比重^[1]。可见, 实施过程性考核是提高本科人才培养质量的重要举措。传统的验证性实验以实验报告这种结果性评价为主, 学生只注重实验报告的书写, 不重视学习过程, 实验参与度低。专题实验比传统的验证性实验更具挑战性, 它环节多、耗时长, 要求师生注意的细节特别多。随着实验内容的不断优化整合, 我们的考核方式也越来越多元化, 成绩考核的组成与比例详见表 1。2001-2003 级的专题实验考核标准为实验方案审核占 50%, 实验报告占 50%。自 2004 级起增加了过程评价的考核(占 30%), 团队从实验方案设计、实验准备、实验结果分析和成果展示等来考核, 而个人则从出勤、在团队中的参与度及操作技能熟练程度来考核, 此环节强调规范操作; 其中个人在团队中的量化考核较难操作, 存在较大主观性, 我们在实验方案审核环节的标准是: 上台汇报的权重为 5, 制作 PPT 权重为 4, 参与回答问题权重为 3, 完全没参与为 0。自 2013 级开始用质检报告(占 20%)取代实验报告, 要求学生按照食品药品监督管理局的质检报告模板来规范撰写, 并高度模拟官方检测机构的发报告流程, 采用组间互评和老师评价来实行考核。自 2018 级开始, 我们增加食品检验的专题墙报考核(占 20%), 要求小组结合数据分析和实

验结果处理、参照学术会议中的墙报模板来完成, 采用任课老师评比打分来考核, 个人根据其在团队的参与度来具体量化。通过上述多元化的量化评价, 充分调动了学生的学习积极性和参与度, 很好地避免了“一人操作多人站着看”的弊端。

3 教学效果反馈

3.1 问卷调查分析

项目经历近 20 年的改革实践和探索, 受众面包括了生物技术和生物科学两个专业共 66 个班。为使教学改革不断推进, 我们十分重视学生的反馈。除了要求学生在结课后上交实验总结外, 我们选择了 4 个班共 146 人开展了问卷调查, 收回有效问卷 121 份, 回收率 83%。问卷涉及问题包括: 实验效果的整体评价、对自己学习效果的满意度、可否推广到其他课程以及对课程的感受和建议等。详见图 2。

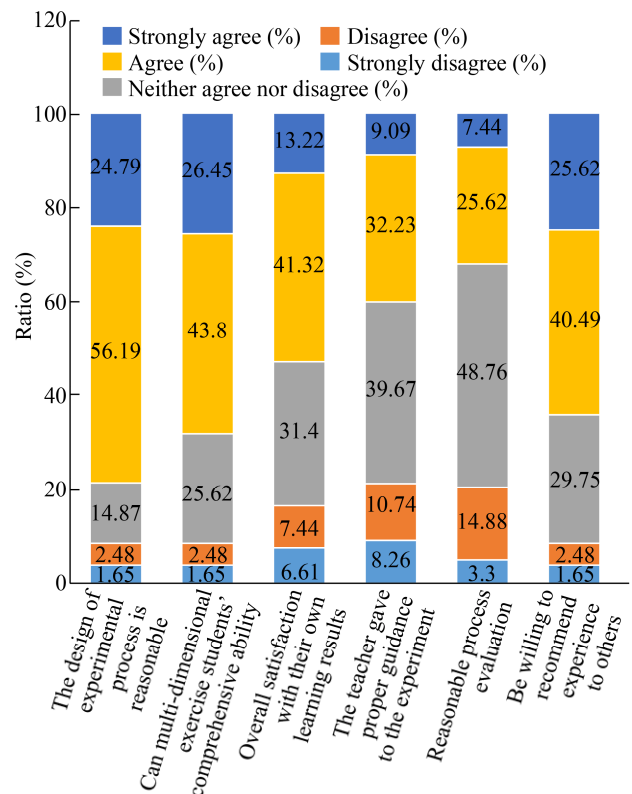


图 2 模块化实验的教学效果反馈及分析

Figure 2 Feedback and analysis of teaching effect of modular experiment

为了实验的连贯性开展,我们在内容设计上注重前后衔接,比如先用乳糖胆盐9管发酵法测定大肠菌群,随后从阳性产气管中分离产气肠杆菌,再进行大肠杆菌和产气肠杆菌的MIViC鉴定,从而保证实验的整体性。从图2看出,学生对专题实验的流程设计很认同,56.19%+24.79%认为合理,提示我们可以朝着这个方向继续优化实验程序。43.80%+28.92%的学生认为专题实验能锻炼学生的综合能力,这与大多数同行报道的观点一致,说明以学生为中心设计的综合性研究型实验能提高学生的科研创新能力和综合利用知识的能力。约有半数学生对自己的学习效果整体满意(41.32%+13.22%),但有6.61%+7.44%的学生对学习效果不满意,主要原因可能跟教师对实验的指导不足有关,有8.26%+10.74%的学生认为教师对实验的指导不够到位,说明我们指导团队有待加强。合理的课程评价对教学效果有促进作用,有3.30%+14.88%的学生认为过程评价不够合理,这跟过程评价的内容多,量化考核主观性大,难以真实反映学生的实验过程有关^[17]。

3.2 用人单位反馈

通过食品微生物检验专题实验的训练,学生对标准有了深入认识,强化了对食品行业的标准化意识,为培养食品行业相关的应用型人才作储备,缩短学校与用人单位的距离,有利于学生毕业后从事该行业相关的工作。自课程改革以来,已有50多名毕业生从事微生物检验工作,涉及食品、化妆品、药品等行业的微生物检验和标准化认证等工作。用人单位对毕业生的专业技能和综合素质十分认可,毕业生在公司得到比较好的发展,例如到澳宝(惠州)化妆品公司的毕业生有30多人,其中有1名毕业生已经成长为公司执行总监,另有多名毕业生成长为品保部经理和研发部经理等业务骨干。先后有十多名毕业生分别到惠州市出入境检验检疫局、质量技术监督局、食品药品监督管理局等政府机构工作,也都成了一线

岗位上的业务骨干。通过多年的跟踪调查,毕业生认为微生物检验专题实验的开设十分实用,与社会实践接轨,应大力推广。

4 教学反思

食品微生物检验专题实验的改革目标是培养创新型应用型人才,从教学效果反馈看,虽然得到了用人单位、毕业生、在校学生的认可,但仍存在不足。以后着重改进以下两点。

4.1 教学的指导团队要加强

食品微生物检验专题实验作为开放性、设计性、综合性实验,技术路线长,工作量大,需要一个强有力的指导团队。很多高校以研究生为助教,组建了多层级的指导团队^[18]。我们在没有研究生的情况下,把本科生当研究生来培养训练。通过组织兴趣小组参与实验准备和实验室管理,这一创新性做法得到学生们的热捧,兴趣小组的学生大多成长为实验能手,在申报大学生科技创新项目和参加学科竞赛中获得不俗成绩,成了本科生中做科研的主力军,这种人才培养模式成了微生物学课程教学的良好传承。为提高实验室的利用率,项目组开放了实验室,兴趣小组的学生作为小老师分担了很多指导工作和实验室管理工作。但他们毕竟接触微生物学的的不长,没有过多的经验。鉴于专题实验能训练学生的科研素养,为很多科研团队输送熟练操作的科研储备力量,以此为切入点,我们争取课程团队以外但从事微生物学研究的教师的支持,使他们对有兴趣参加实验指导工作,分担实验高峰期的指导压力。在指导力量仍然不足的情况下,我们又邀请那些做大学生科技创新项目有较好的科研经验的学生来参与指导,进一步增强指导团队的力量。

4.2 学生的学习负荷要减少

专题实验是由综合性设计性实验组成的探究型实验,强调以学生为主体,在发挥学生的能动性、提高学生的综合能力方面优势明显,但学生的学习任务明显加重,总实验时间和到实验室的

次数明显增加。过多的实验内容和频繁地到实验室做实验已经导致部分学生疲于应付,对做实验产生倦怠,反而降低了教学效果^[9]。这一点引起了项目组的高度重视,为此我们从实验内容的设计流程上给学生减负。首先是科学合并很多实验准备工作,减少兴趣小组的工作负担;其次是简化各单元实验的操作步骤,尽量让学生在规定的课时内完成任务,尽量不增加学生的额外学习时间和指导教师的教学工作量。尽量减少学生额外到实验室观察培养结果的时间,这些都需要教师巧妙合理地安排实验程序。

5 结语

食品微生物检验专题实验经过近 20 年的改革与探讨,逐渐形成了自己的特色,目前已经有比较成熟的实验流程和较为具体的实施步骤,能充分发挥学生的自主能动性和潜力,在培养学生的创新精神、科研素养、信息素养、国际视野、团队合作精神和大局意识等方面发挥了重要作用,同时还培养了学生的数据处理能力和社会责任感,实现了多维度全方位的人才培养。符合“创新型、实用型、复合型人才培养”的时代需求。我们一直倡导的过程育人、过程评价,也符合现代化人才培养的模式。这种模式实现了教学相长,提高了学生综合应用知识来解决问题的能力,有利于学生实验动手能力的提高和创新思维的培养,受到了广大学生的欢迎。该教学改革取得了良好的效果,具有很好的推广应用价值。

REFERENCES

- [1] Ministry of Education. Opinions on accelerating the construction of high-level undergraduate education to improve the ability of personnel training[EB/OL]. (2018-09-17). http://www.gov.cn/xinwen/2018-10/18/content_5332026.htm (in Chinese)
教育部. 教育部关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见[EB/OL]. (2018-09-17). http://www.gov.cn/xinwen/2018-10/18/content_5332026.htm
- [2] Ministry of Education. Outline of the national medium-term and long-term plan for educational reform and development (2010-2020)[EB/OL]. (2010-07-29). http://www.gov.cn/jrzq/2010-07/29/content_1667143.htm (in Chinese)
教育部. 国家中长期教育改革和发展规划纲要 (2010-2020)[EB/OL]. (2010-07-29). http://www.gov.cn/jrzq/2010-07/29/content_1667143.htm
- [3] Mao LT, Huang Y, Lin YW, et al. Strengthening the concept of serving local economy and highlighting the applicability of microbiology teaching[J]. Journal of Agricultural University of Hebei (Agriculture & Forestry Education), 2017, 19(1): 43-46 (in Chinese)
毛露甜, 黄雁, 林燕文, 等. 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
- [4] Ministry of Education. Notice on the implementation of the spirit of the national conference on undergraduate education of colleges and universities in the new era[EB/OL]. (2018-08-22). http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201809/t20180903_347079.html (in Chinese)
教育部. 教育部关于狠抓新时代全国高等学校本科教育工作会议精神落实的通知[EB/OL]. (2018-08-22). http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201809/t20180903_347079.html
- [5] Mao LT, Wang SF. The practice and experience of carrying out design experiment in microbiology experiment teaching[J]. Microbiology China, 2007, 34(3): 614-616 (in Chinese)
毛露甜, 王绍芬. 微生物学实验教学中开展设计性实验的做法与体会[J]. 微生物学通报, 2007, 34(3): 614-616
- [6] Mao LT, Wang SF, Chen QL. Embodiment of application-oriented talents fostering in experiment teaching of microbial inspection as a special topic[J]. Journal of Microbiology, 2010, 30(6): 107-109 (in Chinese)
毛露甜, 王绍芬, 陈巧兰. 如何在微生物检验专题实验教学中体现应用型人才培养[J]. 微生物学杂志, 2010, 30(6): 107-109
- [7] Mao LT, Wang SF. Teaching reform on preparation of microbiological experiment[J]. Journal of Huizhou University, 2010, 30(6): 125-128 (in Chinese)
毛露甜, 王绍芬. 微生物学实验教学中改革实验准备的探讨[J]. 惠州学院学报, 2010, 30(6): 125-128
- [8] Wei DS, Niu SM, Chen RR, et al. Construction and exploration of an application-based teaching model for microbiology experiment[J]. Microbiology China, 2016, 43(4): 873-876 (in Chinese)
魏东盛, 牛淑敏, 陈容容, 等. 基于应用的基础微生物学实验教学模式的设计与探索[J]. 微生物学通报, 2016, 43(4): 873-876
- [9] Dai YJ, He W, Yuan S, et al. The exploration and application of the modular teaching pattern for microbiology experiments[J]. Microbiology China, 2015, 42(9): 1809-1816 (in Chinese)
戴亦军, 何伟, 袁生, 等. 模块化微生物学实验课教学体系的探索与实践[J]. 微生物学通报, 2015, 42(9): 1809-1816
- [10] Mao LT, Lu QW, Huang Y, et al. Experience in the construction of excellent resource-sharing course of Microbiology[J]. Journal of Microbiology, 2019, 39(5): 120-124 (in Chinese)
毛露甜, 卢庆武, 黄雁, 等. 《微生物学》精品资源共享课程建

- 设的体会[J]. 微生物学杂志, 2019, 39(5): 120-124
- [11] Chen WL, Hu S, Nie HL. Reform practice of assignment design and evaluation system in Microbiology teaching[J]. Microbiology China, 2018, 45(3): 473-479 (in Chinese)
陈雯莉, 胡胜, 聂海玲. “微生物学”课程作业设计及评价体系的改革实践[J]. 微生物学通报, 2018, 45(3): 473-479
- [12] Lyu ZT, Zhang XM, Zhao LK, et al. Exploration in reform and practice of research-based designing experiments of Microbiology courses[J]. Microbiology China, 2018, 45(3): 670-675 (in Chinese)
吕志堂, 张秀梅, 赵丽坤, 等. 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
- [13] He J, Tang Q, Chen WL, et al. Exploration of research-oriented Microbiology teaching model based on innovative creativity[J]. Microbiology China, 2018, 45(3): 635-641 (in Chinese)
何进, 唐清, 陈雯莉, 等. 基于创新能力培养的“微生物学”研究型教学模式探索[J]. 微生物学通报, 2018, 45(3): 635-641
- [14] Luo X, Li YR, Yu J, et al. Effects of innovation practice on quality-oriented education of undergraduates[J]. Microbiology China, 2016, 43(4): 824-828 (in Chinese)
罗熙, 李艳茹, 于婧, 等. 创新实践教学模式对大学生素质教育的作用[J]. 微生物学通报, 2016, 43(4): 824-828
- [15] Li W, Zhang N, Xie JP. Integrated microbiology teaching model exemplified by mycobacterial secretion systems[J]. Microbiology China, 2018, 45(3): 520-526 (in Chinese)
李武, 张楠, 谢建平. 以分枝杆菌分泌系统为例探索微生物学课程中遗传、生理和感染免疫整合教学模式[J]. 微生物学通报, 2018, 45(3): 520-526
- [16] Dai YJ, He W, Yuan S, et al. The exploration and application of the experimental module for microbiological examination of water[J]. Microbiology China, 2016, 43(1): 211-216 (in Chinese)
戴亦军, 何伟, 袁生, 等. 水质微生物学检验实验模块的教学探索与实践[J]. 微生物学通报, 2016, 43(1): 211-216
- [17] Wu GF. Pay attention to the guiding role of assessment, to improve the education quality in Microbiology[J]. Microbiology China, 2017, 44(5): 1236-1241 (in Chinese)
吴根福. 利用评价的导向功能, 提高微生物学教学质量[J]. 微生物学通报, 2017, 44(5): 1236-1241
- [18] Lu CY, Li YQ, Shi XH, et al. Model exploration on teaching assistant of graduates with innovation practice of Microbiology course[J]. Microbiology China, 2016, 43(4): 742-748 (in Chinese)
鹿春燕, 李玉倩, 时晓寒, 等. “微生物学”创新实践教学研究生助教模式的探索[J]. 微生物学通报, 2016, 43(4): 742-748

征订启事

欢迎订阅《微生物学通报》

《微生物学通报》创刊于1974年,月刊,是中国科学院微生物研究所和中国微生物学会主办,国内外公开发行,以微生物学应用基础研究及技术创新与应用为主的综合性学术期刊。刊登内容包括:工业、海洋、环境、基础、农业、食品、兽医、水生、药物、医学微生物学和微生物蛋白质组学、功能基因组、工程与药物等领域的最新研究成果、产业化新技术和新进展,以及微生物学教学研究改革等。

本刊为中文核心期刊,中国科技核心期刊,CSCD核心期刊,曾获国家优秀科技期刊三等奖,中国科学院优秀科技期刊三等奖,北京优秀科技期刊奖,被选入新闻出版总署设立的“中国期刊方阵”并被列为“双效”期刊。

据中国科学技术信息研究所信息统计,本刊2012年至今以国内“微生物、病毒学类期刊”综合评价总分第一而蝉联“百种中国杰出学术期刊奖”,并入选“中国精品科技期刊”,成为“中国精品科技期刊顶尖学术论文(F5000)”项目来源期刊。

欢迎广大读者到邮局订阅或直接与本刊编辑部联系购买,2020年每册定价130元,全年1560元,我们免邮费寄刊。

邮购地址:(100101)北京朝阳区北辰西路1号院3号中国科学院微生物研究所《微生物学通报》编辑部

Tel: 010-64807511; E-mail: bjb@im.ac.cn, tongbao@im.ac.cn

网址: <http://journals.im.ac.cn/wswxtbcn>

国内邮发代号: 2-817; 国外发行代号: M413