

基于专业人才能力提升的食品微生物检验学 CDIO 教学模式创新

赵力超¹ 方祥¹ 潘忠礼² 王丽^{1,2*}

(1. 华南农业大学食品学院 广东 广州 510642)

(2. Department of Biological and Agricultural Engineering, University of California, Davis, California 95616, USA)

摘要: 为提升食品微生物检验学专业人才能力, 培养行业发展需要的有竞争力的人才, 以构思-设计-实施-操作(Conceive-Design-Implement-Operate, CDIO)教育理念为核心, 对食品微生物检验学课程进行教学模式创新研究。结合行业实际需求以及高等教育人才培养目标, 对食品微生物检验学教学理念思路转变、教学模式方法革新、实践教学引进科研项目、教学基地融入实践过程等方面进行了教学改革, 并对考核评估体系进行了模式创新。实践证明, 食品微生物检验学教学改革和考核模式创新收到了良好的教育效果, 培养了符合社会发展的专业知识水平与综合素质双优的专业人才。以期为同行提供有效的专业改革理念, 给同类高等教育工程技术人才培养和专业教学改革提供借鉴。

关键词: 食品微生物检验学, CDIO 理念, 教学模式, 改革

Innovation of CDIO teaching model of Food Microbiological Examination course based on the promotion of professional talents

ZHAO Li-Chao¹ FANG Xiang¹ PAN Zhong-Li² WANG Li^{1,2*}

(1. College of Food Science, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642, China)

(2. Department of Biological and Agricultural Engineering, University of California, Davis, California 95616, USA)

Abstract: In order to enhance the ability of food microbiology professionals and to cultivate the competitive talents needed in the development of the industry, the teaching model innovation research of food microbiology examination course is carried out under the core theory of CDIO (Conceive-Design-Implement-Operate) education idea. Combined with the actual needs of the industry and the objectives of higher education personnel training, the concept of food microbiological examination of teaching ideas, teaching methods of innovation, the introduction of

Foundation item: Guangdong Province Quality Engineering Training Project in South China Agricultural University (SCAU)-Bovtique Resource Sharing Class 《Food Microbiological Examination》; Quality Engineering Project in SCAU of China (No. bkjx2015058); Teaching Reform Project in SCAU of China (No. JG1093)

*Corresponding author: Tel: 86-20-85280266; E-mail: wangli_scau@scau.edu.cn

Received: April 28, 2017; Accepted: June 21, 2017; Published online (www.cnki.net): July 05, 2017

基金项目: 华南农业大学 2016 年省级质量工程培育项目-精品资源共享课《食品微生物检验学》; 华南农业大学 2015 年质量工程项目(No. bkjx2015058); 华南农业大学 2015 年教学改革项目(No. JG1093)

*通讯作者: Tel: 86-20-85280266; E-mail: wangli_scau@scau.edu.cn

收稿日期: 2017-04-28; 接受日期: 2017-06-21; 优先数字出版日期(www.cnki.net): 2017-07-05

scientific research projects, practical process of teaching reform, and evaluation system for the assessment model innovation are discussed. Practice has proved that food microbiology teaching reform and assessment model innovation has received a good educational effect, and the reformed training is in line with the level of social development of professional knowledge and comprehensive ability of the quality of dual professional talents. So the research is as to provide effective professional reform concept for peers, and provide reference for the training of higher education engineering and technical personnel and professional teaching reform.

Keywords: Food microbiological examination, CDIO, Teaching model, Reform

“食品微生物检验学”是以食品微生物学为理论基础,通过运用微生物学的实验技术和相关知识对食品中的微生物,尤其是病原微生物和卫生指标微生物进行检测和分析的学科。2015年食品安全法中“食品检验”一章明确规定,食品检验由取得国家认证认可的、有资质的检验机构指定检验人独立进行^[1]。“独立进行”意味着检验人员能够独立处理检验中的各种问题,可见,食品安全法对检验人员提出了更高的要求。与此同时,由食源微生物造成的各类食品安全事件频发,食品微生物检验研究异常活跃,食品微生物检验学面临知识系统的进一步调整优化。因此,加强食品微生物检验学课程建设既是行业需要,更是提升人才专业能力的需要,具有很强的现实意义。

本院食品质量与安全专业 80%以上的本科毕业生从事的专业均涉及食品微生物检验,而“食品微生物检验学”正是我校面向食品科学相关专业开设的基础课程。该课程具有更新快、实践性强等特点,因此有必要不断研究新的教学模式、掌握新的教学方法,提高食品微生物检验学理论和实践的教学效果。2012-2015年间,笔者主讲的“食品微生物检验学”相继建设成为“华南农业大学精品资源共享课”和“广东省教学质量工程精品资源共享课”,课程建设取得了一定的成效。在教学中,课程组成员积极转变教学观念,坚持强化基础,拓展应用,完善课程体系,形成了以构思-设计-实施-操作(Conceive-Design-Implement-Operate, CDIO)教育理念为核心,科研项目为兴趣,校企合作为支撑的多元集合教学新模式,以适应现代食品工业中食品检验的发展趋势^[2]。该多元教学模式极大促进

了学生的学习积极性,较传统教学取得了一些较好的效果。本文将对近年来我们在食品微生物检验学教学模式创新研究方面的做法进行介绍,希望能为教学管理部门和同行教师提供一些思路,对提高食品微生物学教学质量提供一定的参考。

1 更新教育理念,重组教学思路

从 20 世纪开始,大学的教育模式已经开始发生转变,由注重对专业人才的培养到大众化教育,随着这种教育模式的转变,学生的整体素质呈现下滑的趋势,精英化人才逐渐减少。然而社会的进步和科技的发展使得对人才的需求越来越多,因此,专业化人才供不应求的现象越来越严重。“食品微生物检验学”也面临着许多困难和挑战,许多院校都在积极进行改革,希望对现状有所改变。他们从课程体系、课程内容、教学方法等多方面进行了探索,在一定程度上取得了效果。但是,学生在课程学习过程中较容易掌握理论知识,而实际动手能力有所欠缺,造成专业技术人才在个人能力上存在明显的缺陷,而专业实操能力恰恰是现代社会发展需要人才所具备的基本素养。因此,需要针对此现象尽快进行食品工程教育改革创新,对食品微生物检验学课程进行切实有效的探索和实践。麻省理工学院以及皇家工学院于 2000 年共同推动“构思(Conceive)-设计(Design)-实施(Implement)-操作(Operate),简称 CDIO”工程教育人才培养模式,是近年来工程教育领域改革最成功且最具影响力的成果之一^[3]。其教育模式的创新发展及应用主要是针对当前学生学习热情不高、积极性不够、实践能力薄弱等问题而进行的一种教育改革。CDIO 教育的灵感是以目标、过程和系统构思、设计、实施、

运作的整个生命周期为背景,以 CDIO 教学大纲和标准为基础,强调利用整合式课程设计,让学生能掌握扎实的基础理论和专业知识,通过主动解决实际问题为导向的学习方法,以及团队合作与创新的训练,获得该专业所具备的相关能力。CDIO 教育模式具有目标性指导与教学参考纲领双重性质:一方面,从教育模式制定的方式来看,其目标是在基础科学知识、工程基础知识等平台上给学生提供更多的实践机会,教育学生利用不同专业背景探索解决复杂问题的能力;另一方面,以教育模式的理念来看,要求课程体系是“基于问题”的学习,以设计思考为主轴,通过背景分析,做到“做中学”,强调探究式学习方式,并鼓励从失败中学习,旨在创造新的整合型教育,以提供给接触全面专业知识的平台。

当前中国高等教育专业的教师在教学中普遍存在授课内容轻实践重理论、讲课模式僵化且片面强调教师的权威,学生的工程能力、主导思考能力、团队协作能力均不能得到有效的提升^[4]。CDIO 教学模式对教师的教学能力和综合素质有了新的要求,一方面要求专业教师能在专业面向的工程实践中加强自身专业素养、团队能力、建造产品和系统的能力;另一方面也要求专业教师提高在一体化知识学习经验、运用经验和主动学习方法以及综合考核体系构建方面的能力。因此,教学模式改革的首要问题是教学理念的改革,强调从教学理念上要转变教师的职能和心态,要求教师按照 CDIO 理念提升自身的能力,并在实际教学工作中遵循这一理念,从而将一味向学生灌输食品微生物检验学知识调整为引导学生培养良好的自主反思学习能力、实践创新能力、交流能力以及团队协作能力等。本课程团队近三年先后有四位教师以访问学者身份分别到美国的华盛顿州立大学、麻省州立大学、加州大学戴维斯分校以及俄亥俄州立大学进行教学和科研合作。在参考学习了国内外大学的优秀教学经验基础上,结合 CDIO 教育理念知识,本教学团队对食品微生物检验学教师的教学理念提出几点转

变:(1) 教师职能要从单一的知识传播者转变为课程设计者,要为学生创设强调学生自主学习食品微生物检验学知识的环境,努力开发学习资源和实践场所,为学生提供学习服务;(2) 要从知识讲解者转变为学习引导者,强化并引导学生自主学习和实践学习的教学模式,更加注重以学生为中心,积极引进并融入科研项目和校企合作教学实践基地,提高学生的建造能力和综合素质;(3) 要从传统的知识考核者转变为综合能力评估者,改变课程评估方法。在 CDIO 教育模式下,要求教师采取多元化考核评价方法,且在新的教育模式下指导学生注重学习过程中知识水平和综合素质的提升。

2 创新教学模式,推动教学改革

2.1 理论教学改革

食品微生物检验学是一门实践性和应用性较强的学科,也是食品科学专业重要的基础课^[5]。在 CDIO 理念下,理论教学不仅是为了帮助学生获得食品微生物检验学的科学知识,而且应该让学生的个人应对能力、分析能力、思维能力及系统构建能力得以提升。在理论教学方面,本教学团队根据 CDIO 教育理念,结合本学科课程特点和学生的实际情况,对食品微生物检验学理论课程进行了改革和实践。

2.1.1 教学内容整合优化:食品微生物检验学理论课程包括食品微生物学基础理论知识和食品微生物检验各论两部分内容。我校“食品微生物检验学”课程安排在大学三年级上半学期,而前期基础课程“食品微生物学”安排在二年级上半学期,因此,学生在学习“食品微生物检验学”课程之前就已经具备了相应的微生物学知识背景。我们将 48 学时的课程分配为 16 学时理论课和 32 学时实践课。16 学时理论课包括:食品微生物检验基本程序 2 学时,微生物常规鉴定技术 2 学时,食品中细菌及大肠菌群检测 4 学时,食品中沙门氏菌的检测 2 学时,金黄色葡萄球菌的检测 2 学时,真菌的检测和罐头食品检测 2 学时以及食品微生物最新检测技术 2 学时。

理论课程涵盖食品微生物检验要求的大部分代表性检测项目。

同时,根据本专业岗位实际需求,我们将相应的职业标准、规范和新方法融入各章节。根据《中华人民共和国标准法》的要求,食品微生物检验学开设的检测项目需按照相应的国家标准进行,但检验的依据并不限于国家标准^[6]。食品微生物检验涉及的国家标准即 GB 标准,如 GB4789 系列标准、GB 不同类别食品卫生标准、GB 检验质量控制标准等。除了主要讲解国家标准以外,我们在理论教学时还根据近年食品行业用人反馈意见,增加讲解行业标准。例如出入境检验检疫行业标准即 SN 标准,农业标准即 NY 标准,地方标准即 DB 标准;此外还有国际标准,如国际标准化组织标准即 ISO 标准,世界卫生组织 WHO 标准,美国食品与药品管理局 FDA 的细菌学分析 BAM 标准等。这些标准是进行食品微生物检验时检验方法的选定、实验操作、结果判定、质量控制的依据,理应成为理论教学的核心内容。此外,国家标准是最常用的,但是对于尚无国家标准的检测项目,应采用行业或者地方标准。因此,我们在进行理论教学时注意将国家标准、地方标准、行业标准、农业标准以及国际标准适时结合具体的检验项目进行讲解和分析,使学生在掌握微生物学检验相关理论知识的基础上,了解具体的行业规范,提高今后的工作适应能力。

2.1.2 教学方法多样革新:随着科学技术的发展,教学方法和教学手段经历了从口头讲授、板书、电子试听再到多媒体网络等阶段的快速发展。合理运用先进的教学手段,不仅能增加知识信息量,也能直观呈现知识的趣味性,提高学生学习的兴趣和效率。在 CDIO 教育思想的指导下,引导学生主动学习是课程教学改革的基本理念。在课堂教学中,教师是主导,媒体是工具,应注重课堂教学的人文环境以及授课语言的科学性和艺术性。在食品微生物学理论课程讲授过程中,我们根据教学内容,会有选择地运用现代媒体。例如,在讲授“沙门氏菌的检测”这一章时,沙门氏菌的生化特性和检验程序

是重点也是难点,尤其在检测程序和生化反应现象原理方面,如教师仅在课堂上口头表述,很多学生难以理解且容易走神。我们首先会在 Youtube 网站在线播放形象生动的沙门氏菌引起的食品安全事件以及沙门氏菌生长特性的视频,引起学生的好奇心。然后,播放本实验室事先录制的沙门氏菌检测过程视频,在视频播放过程中,分步骤讲解操作注意事项和各生化试管发生颜色改变的原理。如三糖铁琼脂实验展现在学生面前的是颜色变黑且充满气泡的固态斜面琼脂,此现象的产生与培养基的化学组分以及沙门氏菌的生长代谢有密切关系,以此介绍国家标准 GB4789.4 中对此现象的判断方法和程序。按照传统理论讲解结合实验室实际操作和多媒体网络真实再现的方式对知识点进行详解,学生表现出很高的学习热情和学习积极性,课堂气氛十分活跃,大大提高了教学效率。

为进一步提高学生自主学习能力,我们在 CDIO 理念的基础上,采用基于问题(Problem-based learning, PBL)的教学模式,设计问题引导学生自主学习^[7-8]。为达到良好的教学效果,课程老师精心设计教学方案,按照“引导学生提出问题-学生分组分析问题-指导学生研讨报告-得出普遍结论”的教学思路,并在教学中具体实施。例如,在“食品中细菌总数的检测”这一章节,在课堂上展示样品经系列稀释后涂布培养 48 h 后的 LB 固体培养基,培养基表面无菌落生长。待每个学生观察完毕,提问“此培养基上无菌落生长,检测结果是否可以记录为 0?”然后又引导学生思考“如果不是 0,那么正确的记录方式是什么?”最后老师进一步指导学生对该问题进行探讨,让学生发表自己的见解。对于这种基于问题的理论讲解不仅能够引导学生主动学习,发挥学生们的主观能动性,还能够强化学生思考问题、解决问题的能力,易于知识延伸。

在课堂理论学习之外,我们教学团队为学生提供了更灵活、更开放的课堂环境。在开学初,我们会将教学日历、教学大纲等教学文件和教学资源上传到本校教学在线平台,在授课过程中会随时调用

这些文件辅助教学。此外,我们还创建了学习阅览室,提供国内外参考书、电子书以及往届学生的优秀课程论文等学习资料,并利用学校网络平台,建立食品微生物检验学精品课程网站。该网站不仅提供课程课件、教案、网上资源库、试题库、实验指导等,并且设置有在线答疑。学生在学习时遇到疑难问题,随时可以直接在线留言或者联系老师进行答疑。所以,理论教学不只是局限在课堂之上,课堂之外我们也竭尽所能为学生提供灵活的学习平台。

2.2 实践教学改革

实践教学是理论与实践结合的纽带,是培养学生实验操作技能和训练学生应用技术的场所,对整个教学质量起着举足轻重的作用^[9]。谨循 CDIO“做中学”的理念,让学生在实践中学习,不仅培养学生自主构建食品微生物检验学知识体系的专业能力,还能培养学生系统的工程能力。

2.2.1 科研项目融入实践:食品微生物检验学实践部分共 32 学时,设置了两个大型综合实验,分别是“食品中细菌总数及大肠菌群的检验”、“食品中沙门氏菌的检验”。在常规国家标准检验程序基础上,我们将自己的科研项目引入到实践课程中。例如,结合教师主持的广东省科技计划项目“食品中痕量食源细菌的快速检测”,根据当前食源微生物快速检测的需求,在实践课程中增加了新检验方法的介绍,进一步充实了食品微生物检验学的基础理论。通过项目介绍,让学生们了解除了常规的检测技术,快速检测方法在实际生产应用中也有实际需求。例如,利用教师主持的科研项目中建立的恒温核酸快速检测方法在 1-2 h 之内就能得出目标微生物的检测结果,检测成本大大降低,而用国标检测通常需要 2 d 以上的时间。这样的教学方式扩展了学生的学术视野和科研思索能力。

除了引进新的检测技术,我们对于科研项目融入实践教学还有一些灵活的方式。比如,“食品中沙门氏菌的检验”这个综合实验,传统上都是由实验员将样品提前准备好后让学生再按照检测程序按部就班完成检验。为了让学生有科研仪式感和科

研把控,我们提议让学生自选样品带来实验室。这样的结果带来完全不一样的科研心态,需要学生非常清楚哪些食品中才有可能分离到沙门氏菌,如果去取样需要进行什么准备,样品取来之后如何根据样品的特点进行前增菌等一系列的思考。整个检验过程,学生态度完全不同,他们需要对自己的样品负责,需要去解释每一个独特的实验现象。为此,学生们必须认真保留实验记录、数据和结果,实验分离到的可疑沙门氏菌也需交给实验管理员进行进一步确认。在确认是沙门氏菌后再进行分离保存,以报告形式将检测结果提交给老师。通过科研项目融入实践教学,充分发挥了学生们的实践动手能力,锻炼了他们严肃的科研态度。

2.2.2 教学实践基地辅助:食品微生物检验学实践教学具有完整的实验操作规程说明和详细的检验方法分析,学生能够更好地理解实验操作原理,独立完成实验。但是,在实验室环境下,一些专业检验人员所应具备的基本常识却容易被学生忽视或过分重视。例如,在进行微生物检验时,有的学生表现紧张,不愿意接触实验器具,甚至不愿意参与任何实验;而有的学生则无视“无菌操作”,任意使用未灭菌器材,随意处理污染过的样品、器材、容器。根本原因在于,他们把微生物检验局限在实验室事件,没有意识到食品微生物检验的重要性和必要性,因此,我们在本课程实践教学环节增加了教学实践基地实地学习。

我们在进出口检验检疫局和相关企业建立了食品微生物检验校级教学实践基地,并聘请企业导师。教学中分批带领学生去基地学习,在教学基地学生们可接触到从样品抽检、取样送样、样品前处理、样品检验到出具报告这一完整的检验过程。与学校实验室环境下的实践教学效果完全不同,学生们看到实际样品的微生物检验,体会微生物检验的必要性以及出具报告的谨慎性,对自己的专业更加坚定,学习兴趣也更浓厚。我们根据检验项目情况,本着照顾学生兴趣的原则将他们分配给不同的企业导师,开展实际样品的微生物检验试验,最后企

业导师按照学生的个人操作能力、解决问题能力以及团队协作能力进行打分,纳入本课程的期末考试成绩。

3 评估方式和改革成效

教学评估的重要一环是对学生学习效果的评价。目前国内高等工程教育专业的学生考核评估模式相对陈旧,主要是以考试的方式评价学生对知识学习的掌握情况,而忽略教育过程中对学生学习技能和综合素质的考核。我院食品微生物检验学课程以往的考核内容包括出勤(10%)、平时作业(20%)和期末考试(70%)三个方面。这种考核模式容易使学生对待课程态度疲软,没有积极的动力,经常陷入“考前突击背,考后忘得快”的恶性循环。然而在以CDIO工程教育的核心理念下,我们根据学生的学习效果重新评价并制定了评价标准体系(表1),以适应现代食品工业中食品微生物检验学发展趋势,切实将学生的个人应变能力、人际互动能力、问题解决能力以及跨学科的整合应用能力融入到学生的专业水平评估中。

改革后的评价体系更注重个人综合能力的考核,理论课程主要是从3个方面进行评价:(1)知识水平评价(60%)。CDIO理念中重要的一个环节是

注重学生的基础知识掌握情况,我们根据近三年学生的反馈意见以及教学评价效果,将理论考试仍然作为重要的考察内容,比值占总分的60%,在一定程度上理论考核能够相对客观地反映学生掌握知识的程度。(2)专业能力评估(35%)。主要用来评估学生的自学能力、创新能力、人际合作能力等。考核指标包括课程作业(10%),通过课程作业巩固学生的食品微生物学专业知识和自学能力;课堂讨论(15%),此环节可以考察学生的人际能力、团队合作能力,充分发挥学生分析问题、解决问题的能力;三次月考(10%),理论课程中间设置三次月考,根据以往期末考试一锤定音的弊端以及加强学生知识点的内化,月考集中对阶段理论重点进行考察,使得学生整个学期处于紧张高效的学习状态。(3)机动奖励加分项目(5%)。在理论学习之余,学生如主持大学生创新创业项目、参与创新课题及科研项目、发表学术论文或申请发明专利,可以申请向老师机动加分5分,但最终考核成绩不超过100分。实践课程则主要从两个方面进行了评价改革:(1)调整实践考察内容及各项比值,由原来的实验报告(40%)和实验考试(60%),调整为考察实验报告(25%)、实验技能(25%)、企业导师(20%)和实验考

表1 食品微生物检验学课程评估方式
Table 1 Evaluation profile of Food Microbiological Examination

课程分配(学时) Assignment of class (study hours)	课程设置(学时) Curriculum (study hours)	原评估内容 Original assessment (%)	现评估内容 Present assessment (%)
理论(16) Theory (16)	食品微生物检验基本程序(2)	出勤(10)	课程作业(10)
	微生物常规鉴定技术(2)	平时作业(20)	课堂讨论(15)
	细菌总数及大肠菌群检测(4)	期末考试(70)	月考三次(10)
	食品中沙门氏菌的检测(2)		(机动奖励, +5)*
	金黄色葡萄球菌检测(2)		期末考试(60)
	真菌及罐头食品检测(2)		
	食品微生物最新检测技术(2)		
实践(32) Practice (32)	食品中细菌总数及大肠菌群检测(10)	实验报告(40)	实验报告(25)
	食品中沙门氏菌的检测(10)	实验考试(60)	实验技能(25)
	实际抽检样品检测(教学实践基地 12)		企业导师(20) 实验考试(30)

注: *: 机动奖励为额外获得考核加分项,但加分后总成绩不超过100分。

Note: *: Random bonus for additional points, but the total score should not more than 100.

试(30%)。也就是将现有实践课的评价范围扩大,减少实验报告分值,增设实验技能和企业导师考察两个项目。实验技能考察的内容包括实验准备、实验材料、实验操作和实验汇报等方面,多角度考察学生对微生物检验实验的熟练和准确程度。(2)我们在实践评价中还创新性地引入企业导师评价环节,分值设置为总分的20%,既符合我们食品微生物学检验专业人才培养的需求,又加强了学生的专业认同感和专业实操能力。

实践证明,经过在 CDIO 工程教育理念的指导下对课程理论和实践教学环节的评价方式进行调整,所建立的综合全面考核方式在促进教师课堂教学、督促学生学习、培养学生综合技能中发挥了积极的作用,并使考核成绩更能真实地反映学生掌握知识的程度与能力。在新的教育模式下,学生对待本专业课的态度已由原来的消极应付转变为积极踊跃,自学能力、分析问题、解决问题能力以及综

合素养都得到了极大提升。近三年,我们共培养学生 500 余人,教学评估评分平均 94.1,名列全院前列。团队教师指导各级大学生创新创业项目 20 余项,其中“基于数字图像技术的微生物自动培养与监测系统的设计”、“新型可视化食源细菌精敏检测技术研究”分别立项为国家级和省级大学生创新项目,指导学生在正式期刊发表创新实践论文 30 余篇。根据华南农业大学教务处制定的课程教学考核表进行上课学生意见反馈统计,学生对食品微生物检验学课程的满意度很高(表 2)。其中在教学吸引力方面有 4 个 A⁺(优秀),说明 CDIO 为核心理念的教学改革对学生学习兴趣、课堂气氛、课堂互动等方面确实具有积极的促进作用;在教学有效性方面的反馈集中在提升了学生分析问题、解决问题的能力以及专业技术能力;课程考核方面则是全优,全部学生认为考核方式公平公正、重视学生个性发展、能够激励学生课外自主学习。正是基于我们这些年

表 2 课程教学满意度调查分析

Table 2 Investigation and analysis of curriculum satisfaction

名称 Items	问题 Problems	分数 Score
教学吸引力 Teaching attraction	能够激发我进一步学习的兴趣	A ⁺
	教师注重研究方法训练培养	A
	课堂气氛活跃、有感染力	A ⁺
	教师与学生互动良好	A ⁺
	注重理论与实践结合、不照本宣科	A
	教学手段多样、重点突出、逻辑清晰	A ⁺
教学有效性 Teaching effectiveness	发现问题,运用综合知识尝试解决问题	A ⁺
	综合不同途径信息,形成新观点或理解	A
	将概念、理论运用于实际问题	A ⁺
	传授系统深入的理论与实践技能	A ⁺
	真正做到“做中学”,专业技能可操作强	A
课程考核 Course assessment	重视对学生的平时表现考察	A ⁺
	严格按照评分依据打分	A ⁺
	对学生作业、报告、课程论文认真反馈	A ⁺
	考核方式能激励自主学习	A ⁺
	考核方式公正,重视个性发展	A ⁺

注: A⁺: 优秀; A: 良好; B: 一般; C: 较差; D: 不及格。

Note: A⁺: Excellent; A: Good; B: General; C: Poor; D: Failed.

教学改革所取得的教学成果,食品微生物检验学课程在 2015–2017 年期间先后被立项为“华南农业大学校级精品资源共享课”和“广东省精品资源共享课”。

4 思考与展望

我们的食品微生物检验学课程教学实践改革的成果证明,CDIO 教育模式在加强学生基础知识掌握以及提升专业实践技能等方面取得了显著成效。以 CDIO 教育理念为核心的理论与实践教学改革极大地激发了学生的学习热情和学习积极性,提高了学生的自学能力、逻辑能力、创造能力以及交流沟通能力。同时,本课程教学改革在强化专业知识的基础上,培养了专业人才所具备的个人-人际-系统构建能力,力求知识与能力达到协调统一。然而,社会需求的不断发展对食品微生物检验学专业人才的培养提出更新更多的要求,教学模式改革也应因时而变,需要探索出既符合高等教育发展又符合 CDIO 教育理念且能够被广大师生认可的教育模式。以提升专业人才能力为核心的全面系统的工程教育教学改革势必要求高等教育教学与社会大环境共同协调发展,在学科长远发展层面上规划、设计和实施才能取得预期的改革效果。

参 考 文 献

- [1] Li H. Lecture modification to improve food microbe detection abilities of students majoring in food nutrition and detection[J]. *Microbiology China*, 2016, 43(3): 671-678 (in Chinese)
李宏. 改革教学内容,促进高职院校食品营养与检测专业食品微生物检验能力的培养[J]. *微生物学通报*, 2016, 43(3): 671-678
- [2] Zhou AM, Liu X, Zhao LC, et al. Teaching reform on the courses of food chemistry based concept of CDIO[J]. *Food & Machinery*, 2015, 31(2): 277-280 (in Chinese)
周爱梅,刘欣,赵力超,等. 基于 CDIO 理念的食品化学课程教学改革[J]. *食品与机械*, 2015, 31(2): 277-280
- [3] Crawley E, Malmqvist J, Östlund S, et al. *Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach*[M]. 2nd edition. Springer Singapore: Springer, 2014
- [4] Shi YG, Wang X, Yao JT, et al. Research and practice on personnel training mode based on CDIO conception—exploration of mechanical and electronic engineering[J]. *Research in Teaching*, 2015, 38(5): 77-81 (in Chinese)
史艳国,王鑫,姚建涛,等. 基于 CDIO 理念的人才培养模式研究与实践——机械电子工程专业培养模式探索[J]. *教学研究*, 2015, 38(5): 77-81
- [5] Bai J. The theory and practice teaching reform of food microorganism inspection [J]. *Journal of Central South University of Forestry & Technology (Social Sciences)*, 2014, 8(6): 313-315 (in Chinese)
白婕. 《食品微生物检验学》理论与实践教学改革[J]. *中南林业科技大学学报: 社会科学版*, 2014, 8(6): 313-315
- [6] Chen HX, Li CH. *Food Microbiology and Experimental Techniques*[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2008 (in Chinese)
陈红霞,李翠华. *食品微生物学及实验技术*[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008
- [7] Bland JM. Teaching statistics to medical students using problem-based learning: the Australian experience[J]. *BMC Medical Education*, 2004, 4: 31
- [8] Cheong F. Using a problem-based learning approach to teach an intelligent systems course[J]. *Journal of Information Technology Education*, 2008, 7(1): 47-60
- [9] 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