

## 基于岗位需求的“食品微生物学”综合性实验项目设计与教学效果分析

张振 李丹丹 郝子娜 张莉力\*

(锦州医科大学食品科学与工程学院 辽宁 锦州 121001)

**摘要:**“食品微生物学”是高等院校食品科学与工程、食品质量与安全及其相关专业的一门必修专业基础课,该课程实验技术是食品类专业学生必须掌握的基本技能,而传统的实验教学存在着与就业岗位需求脱节、学生参与度低等诸多问题,难以培养学生独立完成岗位工作的能力。为了培养学生的综合实践能力,适应就业岗位需求,保证该课程的实践教学质量,课题组通过调研30余家就业单位微生物岗位实际,将课程原有实验教学内容整合为两大综合性实验项目,涵盖了食品微生物学全部基本实验技能。实践表明,两大综合性实验项目的开展可有效提高食品微生物学实验教学效果,使学生全面获得食品微生物学的基本实验技能,有助于提高学生的综合能力,实现学生与就业岗位的无缝对接。

**关键词:** 食品微生物学, 综合性实验项目, 岗位要求

### Analysis of the design and teaching effect of Food Microbiology comprehensive experimental project based on post requirement

ZHANG Zhen LI Dan-Dan HAO Zi-Na ZHANG Li-Li\*

(College of Food Science and Engineering, Jinzhou Medical University, Jinzhou, Liaoning 121001, China)

**Abstract:** Food Microbiology is a compulsory basic course for food science and engineering, food quality and safety in universities. The course experiment skill is must master the basic skills of students majoring in food, and the traditional experiment teaching exists and disconnect, students' employment demand low participation of many problems, to cultivate students' ability of working independently. In order to cultivate students' comprehensive practical ability and adapt to the demand of employment, to guarantee the practical teaching quality of the course, on the basis of more than 30 research microbial post actual employment unit, integrating the original experiment teaching content into two comprehensive experimental projects, covers all the basic food microbiology experiment skills.

**Foundation items:** 2018 Liaoning Education Science “13th Five-year Plan” Project (JG18DB179); Liaoning Province General Higher Education Undergraduate Comprehensive Reform Pilot Program Construction Project (ZG201421)

\*Corresponding author: Tel: 86-416-4672377; E-mail: lilyzhang1977@163.com

Received: January 09, 2018; Accepted: March 15, 2018; Published online (www.cnki.net): April 26, 2018

基金项目: 2018年度辽宁省教育科学“十三五”规划课题(JG18DB179); 辽宁省普通高等学校本科综合改革试点专业建设项目(ZG201421)

\*通信作者: Tel: 86-416-4672377; E-mail: lilyzhang1977@163.com

收稿日期: 2018-01-09; 接受日期: 2018-03-15; 网络首发日期(www.cnki.net): 2018-04-26

Practice shows that the two comprehensive experiments of project can effectively improve the effect of food microbiology experiment teaching, make students get the basic experimental skills of food microbiology, help to improve students' comprehensive ability, realize the seamless joint between students and employment.

**Keywords:** Food Microbiology, Comprehensive experimental project, Post demand

“食品微生物学”是高等院校食品科学与工程、食品质量与安全及其相关专业的一门必修专业基础课,是微生物学的一个分支学科,在食品加工及质量控制中都起着关键的作用。它是在普通微生物学与相关微生物学的基础理论与基本技术的基础上,研究与食品有关微生物的种类、形态结构、生理生化、遗传变异、分类以及在食品环境中的生长繁殖等生命活动规律,从而在食品制造和保藏过程中充分利用有益微生物的作用,控制有害微生物的生长繁殖,防止食品腐败变质和食物中毒的发生<sup>[1-2]</sup>。食品微生物学实验课程是以微生物学为理论基础,培养学生运用微生物学实验技术和相关知识,对食品中的微生物进行检测和分析的能力<sup>[3]</sup>。目前,“食品微生物学”实验教学内容包括食品中常见微生物显微观察技术、无菌技术、纯种分离技术、培养技术及培养基配制方法、实验室常用的灭菌方法等,但存在实验项目类型比例不适当、实验教学方法单一、与企事业单位生产实际脱节、学生被动参与等问题,这与应用型人才培养目标背道而驰<sup>[4]</sup>。因此,如何使课堂实验内容与就业岗位生产实际有效融合,实现无缝对接,是我们进行“食品微生物学”实践教学改革的一个重要方向<sup>[5]</sup>。

锦州医科大学食品科学与工程学院 2014 年获批辽宁省综合改革试点专业,开展了基于岗位需求的专业核心课程改革,“食品微生物学”是第一批实施改革的课程,经过 4 年的教学改革实践,对食品微生物学实验课程存在的问题进行了剖析,通过走访企业,调研毕业生确定了食品企事业单位食品微生物学岗位的主要任务,根据岗位需求优化重组了实验教学内容,设计了综合性实验项目,取得了较好的效果。本文从问题分析、调研采样、项目设计、效果分析 4 个方面阐述“食品微生物学”综合实验项

目构建与应用效果,旨在与同行们探讨,以期为进一步提高“食品微生物学”实验教学质量,培养企业岗位所需的优秀专业人才提供依据。

## 1 食品微生物学实验教学存在的主要问题

### 1.1 实验项目类型设计不合理

原有的食品微生物学实验教学大纲学时数设置为 32 学时(表 1),其中实验项目、类型及学时的分配为:验证性实验 20 学时,占 62.5%,设计性实验 4 学时,占 12.5%,综合性实验 8 学时,占 25%。从学时分配上看,2 学时以下实验项目 8 个,4-6 学时实验项目 4 个。这种传统的实验项目设置虽然包含了食品微生物学从基本操作到实际应用的各个环节,但每项内容均相对独立,连贯性不强,且重复较多,难以系统地培养学生独立完成一个完整实验过程的能力,导致学生毕业后进入工作岗位需要较长时间的培训和再学习才能顶岗工作。

### 1.2 授课方法单一,学生参与度低

受学时和实验条件所限,食品微生物学实验教学中所用器皿的清洗和灭菌、培养基的配制、灭菌、菌种的培养等环节均由实验教师提前完成,教师往往讲授后以演示为主,学生按照实验教材上给定的步骤分组模仿操作,每一组学生数量多,难以激发学生的积极主动性,学生缺乏独立思考和系统性操作,只完成实验过程的一个环节,多数学生并未真正参与实验过程,难以达到实验教学应有的教学效果<sup>[6-7]</sup>。

## 2 食品企事业单位的微生物应用与控制岗位任务调研

基于培养学生独立承担工作岗位任务的能力,我校食品微生物学课程组调研了包括全天津市

表 1 食品微生物学实验项目设置

Table 1 The design of the experiment project of Food Microbiology

序号 Serial No.	实验项目 Pilot projects	实验类型 Type of experiment	是否书写实验报告 Experimental report	学时 School hours
1	实验一 显微镜的构造与使用	验证	是	2
2	实验二 细菌的单染色、复染色与形态观察	验证	是	2
3	实验三 微生物细胞大小的测定	验证	是	1
4	实验四 酵母菌的显微镜直接计数	验证	是	1
5	实验五 真菌的载片培养及群体形态观察	验证	是	2
6	实验六 玻璃仪器的包扎与灭菌	验证	是	2
7	实验七 培养基的制备与灭菌	验证	是	4
8	实验八 物理、化学因素对微生物的影响	验证	是	4
9	实验九 细菌生理生化反应	验证	是	2
10	实验十 微生物的分离、纯化和接种	设计	是	4
11	实验十一 食品中细菌总数的测定	综合	是	2
12	实验十二 食品中大肠菌群测定	综合	是	6

食品有限公司、庄河市食品检验监测中心、盘锦宋大房食品有限公司、通正检测集团、大连众鑫远大集团、锦州益多乐乳业有限公司等 30 个我院毕业生工作的企事业单位。结果显示: (1) 我院毕业生工作单位应用微生物生产主要集中在乳制品发酵, 包括凝固型酸奶、乳酸菌乳饮料等, 少部分企业应用微生物酿酒; (2) 涉及到的微生物学基本技能包括器皿准备及灭菌、培养基配制及灭菌、样品制备、接种技术、染色及镜检、生化鉴定、快速检验技术、结果观察及记录、报告撰写等; (3) 微生物安全检验主要包括菌落总数、大肠菌群、霉菌和酵母菌、金黄色葡萄球菌、沙门氏菌、志贺氏菌、阪崎杆菌检验等; (4) 调研单位反馈我院毕业生入职微生物相关岗位时无法独立完成微生物检验工作, 不知道从何入手, 欠缺的能力主要集中在独立思考、设计和动手能力方面, 包括依据食品样本特性信息查阅、选择和解读相应标准、依据标准要求进行样品前处理、溶液配置前期准备的能力, 依据检验方法标准和无菌操作规范独立完成检验工作的能力, 检验结果的分析能力。这些反映出食品微生物学实践教学忽略了学生的主体地位, 学生的参与度不高,

缺乏系统完整的与生产实践岗位对接的综合性训练项目。

### 3 综合性实验项目设计与实践

根据岗位调研结果, 我院食品微生物学课题组对实验教学进行了改革, 以 2014 级食品科学与工程、食品质量与安全、食品营养与检验教育 3 个专业 4 个班共 103 名本科生为教学对象进行教学改革, 开设为期一周的食品微生物学综合性实验项目。由于综合性实验项目需要在系统学习该课程理论知识后进行, 因此进行学期课程安排时, 我院将 2014 级试点专业最后一个教学周(第 17 周)安排全天食品微生物学实验, 4 个班同时在 4 个实验室开设实验, 分别由 4 名课程组教师指导, 每两个班配备实验教辅一人, 具体改革思路和过程如下。

#### 3.1 综合性实验项目设计总体思路及要求

将食品微生物学基本操作等验证性实验项目融入到综合性实验项目中。根据我院食品类专业学生就业岗位调研情况, 并参考了同行经验, 设置两类综合性实验。第一类为食品领域功能菌的筛选、培养与应用, 第二类为各类食品微生物学检测。这两类项目将器皿准备及灭菌、培养基配制、接种技

术、染色及镜检等食品微生物学基本技能融合在一起,形成一个完整的综合性岗位任务,模拟工作岗位实际,达到训练学生食品微生物学基本实验技能的同时培养学生独立思考、完成完整的岗位任务的能力<sup>[8-10]</sup>。

### 3.2 实验方案设计

为了更好地实现岗位对接,模拟岗位实际,将学生分为若干组,每组4人,每组学生开展实验前要完成如下工作:(1)确定实验项目和设计实验方案,即针对实验项目1,每组学生自主选择确定一种功能菌,结合食品企业生产实际,可以选择产淀粉酶细菌,也可以选择产核苷类功能因子的丝状真菌等;针对实验项目2,每组学生确定5种不同种类的待检食品。(2)根据每组确定的功能菌和待检食品查阅相应文献资料和检测标准,对文献资料、标准进行详细解读。教师解答学生对标准选择和解读时遇到的问题并做适当引导。以乳酸菌饮料微生物学检测为例,学生会查阅标准GB/T4789.21-2003《食品卫生微生物学检验 冷冻饮品、饮料检验》,该标准的检测方法规定了菌落总数、大肠菌群、沙门氏菌、志贺氏菌、金黄色葡萄球菌检验分别参照GB/T4789.2、GB/T4789.3、GB/T4789.4、GB/T4789.5、GB/T4789.10五个标准,因此,引导学生找到这5个标准,对获取的这6个标准进行详细解读。教师还要讲解标准中的一些关键问题,比如最大可能数(Most probable number, MPN)表的查阅方法。让学生了解方案的设计不能简单地套用标准,应结合检测样品深入思考、灵活运用。如细菌总数检测时稀释梯度的选择,标准中规定为0.01、0.1、1 mL,但乳酸菌饮料样品加入量如果按照这3个梯度不能得出准确结论,因此需要学生进行预实验选择适宜的浓度梯度。(3)制定详细的实验方案,保证在一周的时间内完成两个实验项目。实验方案应设计每天的工作安排、工作先后顺序,也要写明功能菌筛选鉴定、培养条件优化、选育、接种的实验方法和步骤,食品微生物检测的指标、方法和步骤,参考的文献和标准,还需列出项目用到的

仪器设备、器皿等,以及所需培养基的制作和项目开展过程中用到哪些微生物学的基本技能,实验结果的观察和记录等。教师要对实验方案认真审阅,与每组学生认真讨论,反复修改,直到定稿。在实验方案设计的过程中每组学生认真思考岗位任务的每一个环节,培养了学生的团队协作能力、独立思考能力、文献检索能力等,这对于培养学生的岗位任务完成能力是极其重要的。

### 3.3 开展综合实验项目

依据方案开展综合实验项目。实验项目开展过程中要充分体现学生的主体地位,让学生全程参与到从实验准备到项目完成的整个过程。每组学生自己完成样品采集、试剂配制、实验耗材选取、培养基制备、实验结束后菌种和器材等灭菌及清洗等工作。教师扮演引导和答疑的角色,一方面引导学生通过合作合理安排,充分利用有限的时间完成实验内容,引导学生通过独立思考、自主学习解决项目实施过程中遇到的问题;另一方面,教师要解答学生遇到的疑难问题,纠正学生在项目实施过程中的不规范操作,强调注意事项,对于复杂操作教师要进行演示,规范操作。

### 3.4 建立有效的考核方法

传统的将项目实验报告和理论考试作为成绩评定依据的食品微生物学实验课程考核方式不适用于综合性实验项目,为了更好地评价学生的学习效果,通过考核改革促进学生的积极性,课程组建立了一套有效的考核方案<sup>[11]</sup>。该考核方案由形成性考核(70%,包括方案设计、方案实施、平时表现、环节抽考)与终结性考核(30%,包括实验报告、实验成果、实验总结)相结合,小组考核与个人考核相结合,侧重考核学生实验设计和完成完整岗位任务的能力。班级实验课指导教师负责对该班级小组和每名学生进行考核,教师要为每名学生建立档案,记录小组方案设计过程、实验准备情况、出勤、工作态度和抽考情况,与学生上交的实验方案、报告、总结一起作为赋分依据,并向学生公示每项得分情况。赋分标准如表2所示。

表 2 食品微生物学实验课程考核评价表

Table 2 Evaluation of the experiment course of Food Microbiology

成绩来源 Category	成绩组成 Composition	考核标准与方式 Standards and methods	分值 Scores
小组 Panel	方案设计	获取的相关文献资料、标准的准确性; 实验方案的合理性; 所需仪器设备、实验材料是否齐全; 小组内部及与教师讨论情况	15
	方案实施	实验操作规范性; 实验过程中出现问题的处理	15
	实验报告	内容完整性	10
	实验成果	结果准确性、真实性	10
个人 Individuals	平时表现	出勤; 讨论参与度; 实验积极性	20
	环节抽考	对基本操作的考察	20
	实验总结	对实验过程及结果的分析、思考	10

### 3.5 提升教师实践能力, 保证项目顺利开展

为了综合实践项目的顺利开展, 必须加大教师培训力度, 提高教师实践技能。高素质的教师是保证应用型人才培养质量的根本。应用型人才的培养要求教师具备较强的实践指导能力, 并善于将实践经验转化到教学中<sup>[12]</sup>, 因此提高教师的实践技能成为迫切需要解决的问题。一是有计划地安排青年教师利用假期驻扎企业进行实践技能培训; 二是与企业开展产学研合作, 产学研合作项目促进教师深入企业了解和掌握生产实践知识。

## 4 教学效果分析

### 4.1 激发了学生的学习热情

实验内容科学而巧妙的整合, 大大地激发了学生的学习兴趣, 学生对实验充满了热情与好奇。综合实践项目给学生以主动权, 学生在实验报告总结中写到: “通过此次实验, 对食品微生物学的实验操作有了新的认识, 提高了对微生物学学习的兴趣。”“通过食品微生物学实验课程的学习, 不仅加深了对理论内容的理解, 更重要的是, 通过综合实验让我们学会了研究课题的设计及怎样开展研究, 为以后的科学研究打下了基础。”基于学生高涨的学习热情, 实验基本在规定的课时内完成, 效率很高。

### 4.2 培养了学生严谨求实的科学态度

由于综合实验在设计上有连贯性和严谨性, 学生在实验方案设计及实际实验操作过程中都必须

认真对待, 不敢马虎, 因此, 培养了学生严谨求实的科学态度。有学生在实验报告总结中写到: “食品微生物综合实践课程与其他实验课有明显的不同。其他实验课各实验之间都独立存在, 毫无联系, 而食品微生物综合实践课程的实验则要求各个实验紧密相连。任何一个环节出错都会对后续实验产生重大影响, 甚至导致整个实验的失败。因此, 我们必须在每个实验、每个步骤上都非常仔细认真。通过此次实验, 锻炼了我们的耐心与毅力, 培养了我们严谨的科学精神, 我们的综合能力得到了很大提高。”

### 4.3 培养了学生的科研协作精神

在整个实验过程中, 学生都遵循着“独立操作、技术互通、结果共享”的原则, 气氛活跃而有序。学生遇到问题除了与老师讨论外, 还进行相互探讨、相互帮助。实验过程中, 全班学生以一个研究团队的态度认真履行着各自的职责, 为实现同一个目标共同努力, 这有效地培养了学生的科研协作精神。

### 4.4 实现了学生与就业岗位的快速对接

在 2014 级学生进入实习期一段时间之后, 我院深入实习单位进行调研。调研单位反馈我院 2014 级学生入职微生物相关岗位时已经基本具有独立完成微生物学相关实验的能力, 对于微生物的无菌操作、基本操作都较为熟悉, 尤其对于微生物检验工作, 能够依据检验方法标准和无菌操作规范独立完成检验工作并分析检验结果。

食品微生物学综合实验项目的构建与实践,使学生全面获得了食品微生物学的基本实验操作技能,在实验过程中注重学生学习的主体地位,锻炼了学生自主探究的能力,提高了学生的综合实践能力和职业能力,深受学生欢迎。

## REFERENCES

- [1] Cai JZ. Teaching reform of food microbiology course based on job requirements and vocational skills training[J]. *Guangzhou Chemical Industry*, 2017, 45(9): 191-192 (in Chinese)  
蔡尽忠. 基于岗位需求和职业技能培养的《食品微生物学》课程教学改革[J]. *广州化工*, 2017, 45(9): 191-192
- [2] Wu GM, Wen HX, Zeng R, et al. Exploration and practice on the construction of excellent course of Food Microbiology[J]. *Microbiology China*, 2013, 40(3): 522-526 (in Chinese)  
伍国明, 温海祥, 曾荣, 等. 食品微生物学优质课程建设的探索与实践[J]. *微生物学通报*, 2013, 40(3): 522-526
- [3] Zhao LC, Fang X, Pan ZL, et al. Innovation of CDIO teaching model of Food Microbiological Examination course based on the promotion of professional talents[J]. *Microbiology China*, 2017, 44(9): 2239-2246 (in Chinese)  
赵力超, 方祥, 潘忠礼, 等. 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[J]. *微生物学通报*, 2017, 44(9): 2239-2246
- [4] Li SS, Lan Y, Zhang XH, et al. Reform practice on higher vocational course of Food Microbiology Analysis based on employment position and task-driven[J]. *Microbiology China*, 2014, 41(12): 2530-2537 (in Chinese)  
李双石, 兰蓉, 张晓辉, 等. 基于岗位对接和任务驱动的高职课程“食品微生物检测技术”的改革实践[J]. *微生物学通报*, 2014, 41(12): 2530-2537
- [5] Cui Y. Exploration of teaching reform on application-oriented undergraduate Food Microbiology[J]. *The Science Education Article Collects*, 2012(9): 56-57 (in Chinese)  
崔珏. 应用型本科食品微生物学教学改革的初探[J]. *科教文汇*, 2012(9): 56-57
- [6] Zhang JQ, Lv YP, Yao K, et al. Construction of three-dimensional teaching system in food microbiology experimental teaching[J]. *Microbiology China*, 2013, 40(2): 322-327 (in Chinese)  
张佳琪, 吕远平, 姚开, 等. 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
- [7] Cui ZL, Liu YC, Zhang HY, et al. Construction and teaching practice of the modular independent-designed research experiments in Microbiology[J]. *Microbiology China*, 2017, 44(3): 732-738 (in Chinese)  
崔战利, 刘永春, 张鸿雁, 等. 微生物学模块式自设计研究性实验的构建与教学实践[J]. *微生物学通报*, 2017, 44(3): 732-738
- [8] Zheng XT, Yang XY, Yin HF, et al. Exploration of Microbiology teaching reform in local colleges[J]. *Microbiology China*, 2014, 41(4): 759-763 (in Chinese)  
郑新添, 杨小燕, 尹会方, 等. 地方本科院校微生物学课程教学改革探索[J]. *微生物学通报*, 2014, 41(4): 759-763
- [9] Zheng RD, Li XS, Yang PX, et al. Research and practice on microbiological training in higher vocational education based on project teaching method of working process[J]. *Research and Exploration in Laboratory*, 2014, 33(6): 177-181 (in Chinese)  
郑锐东, 李训仕, 杨培新, 等. 基于工作过程项目教学在高职微生物学实验中的研究与实践[J]. *实验室研究与探索*, 2014, 33(6): 177-181
- [10] Guo DJ, Wang X, Wang CY, et al. Preliminary exploration and practice on teaching reform of food microbiology experiment course[J]. *Gaoxiao Shiyanshi Gongzuo Yanjiu*, 2010(3): 1-3,70 (in Chinese)  
郭德军, 王欣, 王长远, 等. 食品微生物实验课教学改革初探与实践[J]. *高校实验室工作研究*, 2010(3): 1-3,70
- [11] Wang GH. Construction and practice of comprehensive experimental teaching system of Environmental Engineering Microbiology[J]. *Microbiology China*, 2017, 44(1): 232-237 (in Chinese)  
王国惠. 环境工程微生物学综合性实验教学体系的构建与实践[J]. *微生物学通报*, 2017, 44(1): 232-237
- [12] Li Y. Research on teachers' innovation and practical ability in application-oriented personnel training[J]. *Truth Seeking*, 2012(S2): 267-269 (in Chinese)  
李毅. 应用型人才培养中的教师创新及实践能力探究[J]. *求实*, 2012(S2): 267-269