

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

王素英 张宏宇* 杨晓丽

(天津商业大学生物技术与食品科学学院 天津 300134)

摘要: 由于生源质量和学习目标的多元化,以教师为主导、验证性实验为主要内容的微生物学实验教学模式已无法满足学生的个性化学习需求,为此我们以微型科研项目为载体,在提供一定数字资源的基础上,采用加强线上自学、课内和课外实验相结合的手段进行微生物学实验技能和科研素质的训练,结果显示该模式有效地提高了实验教学的效果、学生的自主学习能力和发现问题和解决问题的能力。

关键词: 实验教学, 微型科研项目, 线上自主学习

Construction and practice of a novel experimental teaching model based on the project actuation

—Taking Microbiology experiment as an example

WANG Su-Ying ZHANG Hong-Yu* YANG Xiao-Li

(College of Biotechnology and Food Science, Tianjin University of Commerce, Tianjin 300134, China)

Abstract: Due to the diversities of matriculate qualities and learning objectives, the verification experiment method of the microbiological experiment teaching, dominated by the teacher, has been unable to meet the current demand of students' learning. The training model of experiment skills and scientific research diathesis were carried out through the combination of in-class and extracurricular experiments based on rich digital resources and the micro-research projects. As a result, it showed that this model can significantly improve not only the microbiological experimental teaching effectiveness, but also the students' capabilities of autonomous learning and identifying-solving problems.

Keywords: Experiment teaching, Micro-project of scientific research, Online autonomous learning

Foundation items: Undergraduate Teaching Quality and Teaching Reform Research Project of Universities in Tianjin (171006902B); Construction Item of Applied Specialty (Biotechnology) in Tianjin

*Corresponding author: E-mail: zhanghongyu@tjcu.edu.cn

Received: November 20, 2017; **Accepted:** January 10, 2018; **Published online** (www.cnki.net): January 18, 2018

基金项目: 天津市普通高等学校本科教学质量与教学改革研究计划项目(171006902B); 天津市应用型专业(生物工程)建设项目

*通信作者: E-mail: zhanghongyu@tjcu.edu.cn

收稿日期: 2017-11-20; **接受日期:** 2018-01-10; **网络首发日期**(www.cnki.net): 2018-01-18

随着高校招生数量的增加、生源质量和学生学习目标的多样化,传统微生物学实验教学内容和实验教学模式不再能满足学生的个性化学习需求^[1],因此基于学生对新兴媒体技术的极大兴趣,在充分把握微生物学核心操作技术的前提下,针对目前实验教学模式存在的主要缺陷,以教学内容和教学手段改革为切入点,在丰富微生物学实验教学资源的基础上,构建符合“因材施教、按需”人才培养理念的实验教学模式^[2-3],以提高微生物学实验教学效果,为学生后续专业课的学习和就业竞争力的提升奠定良好的基础,为实验性学科课程教学改革提供可借鉴的经验。

1 传统微生物学实验教学存在的不足

微生物学实验是微生物学课程的重要组成部分,是诸如生物工程、食品科学与工程、食品质量与安全、制药工程、生物技术等专业的专业基础课程,近年来随着招生规模的扩大、学习媒体多样性的增加及学生就业领域的拓展,不仅以验证性实验为主、综合性实验为辅的传统微生物学实验内容不能体现微生物研究新技术,而且在限定时间内按照固定实验步骤进行实验操作的教学方式也远不能满足复合型和创新型人才的培养^[4]。具体而言,传统的微生物学实验教学模式已凸显出如下问题:

(1) 不同学生的学习能力及职业规划不同,毕业后的就业领域不同,因此对微生物学知识、技能的需求重点不同,传统的实验内容无法满足学生的个性化需求。(2) 固定实验时间的教学模式无法与信息技术的快速发展相适应,无法满足学生对自主安排学习时间和空间的渴求。(3) 传统的实验教学模式在单位教学时间内的信息量及学生动手操作的机会较少,无法满足复合型、应用型技能人才培养的需求。

为了实现“因材施教、按需”施教,培养合格人才的目标,解决微生物学实验教学内容的增加、难度加大与大规模招生带来的生源质量多样化的矛盾,解决应用人才对微生物学操作技能需求的加大与实验教学时数不断减少的矛盾,本论文以项目驱动为核心,采用加强线上自学、课内和课外实验相结合

的教学方式,解决班级多、学时不足、学生学习积极性差、不同学生学习目标存在差异等问题,以增强专业基础课在人才培养中的作用。

2 基于项目研究的实验教学过程

2.1 微型科研项目的选择

为了达到基本技能与前沿技术的结合,在夯实基本操作技能的同时培养学生的科研和创新思维,提高学生解决复杂问题的能力,课题组主要遵循如下原则选择微型科研项目作为微生物学实验内容:(1) 特色原则:将我校各专业的办学积淀和学科优势与学科前沿实验操作技术结合,既体现专业特色,又使学生了解和掌握微生物学科的发展动态。(2) 层次性原则:在调查学生学习微生物学目的的基础上将学生分组,实验内容按照一定的能力层次分为基本模块和提高模块,基本模块的实验项目要求所有学生学习完成,提高模块的实验项目为学有余力的学生准备,以达到个性化培养人才的目的。(3) 一体化原则:为了提高学生的专业综合素质和创新能力,弥补课内实验教学学时数少、教学内容不够全面的缺陷,采用教学内容相互衔接的一体化原则,将课内实验和课外科研训练关联考虑。(4) 可操作性原则:实验教学需要实验室、实验材料、师资队伍等硬件,需要先进的教学理念、教学方法、管理制度等软件,改革需要兼顾可操作性原则,以保证改革效果。

在上述原则下,课题组依据各专业培养目标,为食品质量与安全专业、生物技术专业、食品科学专业和制药工程专业分别选择了“基于微生物指标的桶装饮用水质量调查”、“产淀粉酶菌株筛选鉴定”、“糯米面粉优势发酵酵母菌株筛选鉴定”、“酵母菌发酵培养基优化”、“抗生素抗性菌株分离鉴定”等微型科研项目,围绕不同项目设计实验内容,将实验技能贯穿于整个项目研究过程中,使学生在得到系统实验技能训练同时,得到完成一个科研项目应具备的基本素质的培养。

2.2 在线学习资源的推送和课前预习

桶装纯净水是目前城市家庭的主要饮用水源,

从微生物学角度看, 如何饮用桶装水才能保证健康, 许多学生不明白或不完全明白, 因此我们选择了“基于微生物指标的桶装饮用水质量调查”微型科研项目, 这样的项目既贴近生活实际, 又能将微生物学基本操作技能贯穿其中, 而且能够继续拓展为采用 DNA 分子标记进行菌相分析、优势菌种鉴定的学生科研项目或毕业论文题目。现以此为例介绍在线学习资源的准备。

2.2.1 实验流程及相关实验技能的解析

实验流程及相关实验技能解析是推送到线上的第一部分学习资料, 是指导学生完成微型科研项目的总体思路和研究步骤, 是学生学习相关实验技能的总体概括。根据饮用水卫生检验细菌总数测定的国家标准及相关研究内容拓展, 制定图 1 所示的实验流程^[5-6], 涉及的相关实验操作技能见表 1。

将上述实验流程推送给学生的同时, 引导学生查阅食品卫生要求相关指标测定的国家标准, 使学生明确国家对食品安全的重视和要求, 深刻认识食品安全的重要性, 增强专业学习信心, 培养学生职业

精神和责任。同时要求学生掌握食品检测取样的要求和过程, 并以自己经常饮用的桶装纯净水为对象进行采样, 以提高学生完成项目和相关实验操作的积极性。

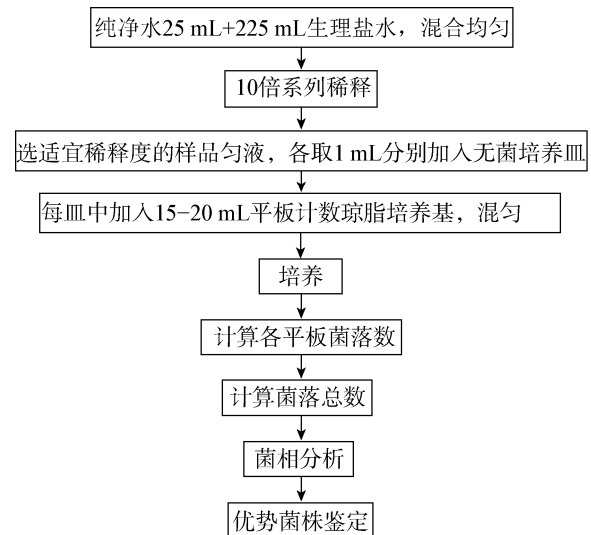


图 1 实验流程

Figure 1 Experimental procedure

表 1 项目涉及的基本实验技能^[7]

Table 1 Basic experimental skills involved in the project^[7]

实验步骤 Experimental procedure	操作技能 Experimental skills	课堂学时 Class hours
采集检样 Sample collection	玻璃器皿干热灭菌、皮肤及相关用具表面消毒	1 h
检样系列稀释 Sample series dilution	生理盐水等用品高压蒸汽灭菌、移液管包扎及干热灭菌、稀释过程无菌操作	1 h
倾注倒平板 Pour down flat plate	固体培养基配制及灭菌、倾注过程无菌操作	3 h
培养 Culturing	37 °C 恒温倒置培养 24 h	0
菌落计数 Colony counting	计数的原则和方法	1 h
细菌总数检测报告 Report on the total number of bacteria	报告的原则和方法	课后作业
菌相分析 Bacterial phase analysis	菌落特征分析、基因组 DNA 提取、16S rRNA 基因的 PCR 扩增、测序及多样性分析	2 周
优势菌株鉴定 Identification of dominant strains	根据菌相分析结果, 确定优势菌株, 按照《伯杰氏细菌鉴定手册》鉴定优势菌株, 并与快速鉴定结果进行比较分析	2-4 周
菌种保藏 Culture preservation	对优势菌株进行斜面保藏、石蜡油封藏	4 h

在不同品牌纯净水细菌总数测定过程中, 涉及到微生物相关研究或工作必须掌握的基本操作能力, 包括培养基的制备、灭菌、无菌操作、接种、培养等。与以往实验教学的安排相比, 由于有了明确的与日常生活紧密相连的实验目标, 学生非常期待目标的实现, 因此学生做实验更积极、更认真。

课程组将“基于微生物指标的桶装饮用水质量调查”项目涉及的实验内容设置了两个层次, 第一层次为基本实验项目模块, 该模块从取样到菌落总数测定, 是所有学生均要学习掌握的内容; 第二层次为深入研究拓展模块, 包括菌相分析、优势菌株鉴定和菌种保藏, 该模块为有兴趣进行课外科研或选做毕业论文的学生准备。

2.2.2 数字资源的制作

为了引导学生课前线上自主学习, 我们按照上述实验流程涉及的实验步骤和基本操作技能收集、制作相应的网络资源, 包括必读的文献资源和操作视频(表 2)。

2.2.3 课前线上预习

一般情况下, 微生物学实验课在理论课讲授 4 周之后进行, 在该段时间内要求学生利用推送的

线上学习资源, 按照表 2 顺序依次进行学习, 在学习过程中随时利用微信平台进行生生、师生相互交流, 并独立完成相应思考题(表 3), 并按要求撰写预习报告, 在此基础上分组进行课堂实验。

2.3 实验教学的组织

微型科研项目“基于微生物指标的桶装饮用水质量调查”涉及的第一层次实验内容, 是需要学生利用课堂实验教学时间完成的模块, 即在学生预习的基础上, 按照每小组两人的分组方法进行课堂实验教学, 每名指导教师指导 6-7 小组学生。在每个环节学生动手实验之前, 教师采用提问的方式抽查学生是否掌握实验原理和实验步骤, 采用演示的方式抽查学生是否掌握主要实验操作技能, 并根据学生回答问题和演示操作的具体情况, 对实验涉及的相关基本知识、基本理论和基本技能进行补充讲解, 对操作要点进行概括和总结, 使学生进一步深刻理解和掌握实验的目的和意义, 明确实验的步骤和注意事项。之后学生完成相应的实验内容, 教师采用巡视的方式对全体学生实验过程操作的规范性、正确性进行监督检查和辅导, 以减少实验过程的失误, 保证微型研究项目实验结果和结论的准确。

表 2 线上学习资源目录

Table 2 Resources directory of online learning

学习目的 Learning goals	数字资源 Digital resource
了解项目研究意义 Understanding significance of project research	近 5 年相关主题文献 10 篇
灭菌和消毒 Sterilization and disinfection	灭菌、消毒、防腐等措施的原理及适用范围学习的文献 5 篇, 高压蒸汽灭菌和干燥箱干热灭菌、酒精灯灼烧灭菌等灭菌操作视频
培养基配制 Media preparation	阅读文献 3 篇, 以巩固理论课程学习的相关基础知识, 并了解一些特殊微生物培养基的制备要求。琼脂融化、培养基分装、棉塞制作、试管包扎等操作视频
无菌接种 Asepsis inoculation	无菌接种的必要性及操作要点学习文献 2 篇, 样品系列稀释、接种、倾注倒平板操作视频
菌落计数 Colony counting	细菌计数的各种方法、各方法适用范围和优缺点、计数方法进展学习文献 15 篇
菌相分析 Bacterial phase analysis	相关研究文献 15 篇, DNA 自动提取纯化仪、PCR 扩增仪的操作视频
优势菌株鉴定 Identification of dominant strains	相关研究文献 15 篇, 细菌染色、依据碳源谱或脂肪酸图谱不同进行鉴定的快速鉴定仪的操作视频
菌种保藏 Culture preservation	相关文献 5 篇, 斜面无菌接种操作视频

表 3 线上学习思考题

Table 3 Questions for online study

实验步骤 Experimental procedure	复习思考题 Questions
样品采集 Sample collection	列举 5 种常用的消毒试剂, 说明其使用范围; 95% 的酒精可否用于消毒? 为什么? 在食品卫生检验中, 取样的基本原则是什么?
样品稀释 Sample dilution	干热灭菌、湿热灭菌的条件是什么? 为什么湿热灭菌的温度低于干热灭菌? 如果检样是海水, 系列稀释可否使用生理盐水?
倾注倒平板 Pour down flat plate	平板接种的常用方法有哪些? 倾注接种和涂布接种的实验结果会一致吗? 为什么?
培养 Culturing	为什么要倒置培养? 选择 37 °C 培养的依据? 实验结果与样品中实际的细菌数量一样吗? 为什么?
菌落计数 Colony counting	计数的规则有哪些? 如何辨别菌落和固体杂质?
菌相分析 Bacterial phase analysis	解释菌相、菌落、群落, 简述常用的菌相分析方法的基本原理和步骤
优势菌株鉴定 Identification of dominant strains	简述权威细菌鉴定手册的发展历程及该手册的框架内容; 细菌鉴定的一般规则是什么? 请评价传统细菌鉴定方法和现代分子生物学鉴定方法的优劣
菌种保藏 Culture preservation	菌种保藏的基本原理是什么? 简述常用的菌种保藏方法, 并说明各种方法的优劣和适用范围

第二层次的实验项目是拓展训练内容, 根据选修学生的数量, 将学生分为 4-6 人的小组, 在线上资源学习的前提下, 撰写每个环节相应的实施方案, 在师生讨论实施方案可行的基础上, 在第一层次实验内容结束之后采用学生自主安排实验时间, 教师不定时检查和辅导的方式完成。

2.4 实验结果的呈现和学生成绩的确定

依托微型科研项目在完成基础实验模块时, 要求学生分环节撰写实验报告, 学习实验报告写作方法, 分析实验中存在的问题, 在此基础上提交一份小论文式的综合性实验报告, 该报告的撰写重点是实验结果的分析与讨论, 即分析所检样品是否符合纯净水的细菌指标, 分析不符合的原因并提出相关的改进建议, 将有新见解的综合报告与全班学生分享, 以形成一个闭合的教学过程, 提高学生的学习积极性。该模块成绩的评定分为两部分, 各环节撰写的实验报告占 60%, 综合性实验报告占 40%, 并按 7:3 的理论课成绩与实验课成绩比例计算微生物学课程总成绩。

对于完成拓展训练内容的学生, 要求在实验过

程中进行详细的实验记录, 使学生逐渐形成随时记录实验现象和结果的习惯, 更明白实验记录是我们追溯实验过程、分析实验结果的唯一依据, 是相当重要的科研文件。在实验内容全部完成之后, 学生要撰写结题报告并 PPT 汇报, 并以指导教师为主、答辩教师为辅根据学生完成项目的角色、内容和水平, 给出各小组不同学生的成绩, 该成绩记为学生综合素质学分。拓展训练内容一方面是训练学生撰写结题报告基本能力和汇报研究结果的基本素质, 另一方面形成的图表和实验结果是很好的教学素材, 可引起下届学生学习该课程的好奇心, 也是下一届学生选择实验对象的主要依据。

3 教学效果

为了激发学生的学习兴趣, 提高学生自主学习的习惯和能力, 锻炼学生的创新思维, 此次微生物学实验教学改革依据教学系统设计原理, 通过分析学习者专业特征、学习能力及兴趣, 根据微生物学操作训练的基本要求, 紧密与生产、生活联系以微型科研项目的方式设计复合型创新型的实验教学

内容,并在提供丰富数字资源的基础上,采用加强线上自学的新模式完成实验教学内容,发现62%学生更喜欢该教学模式,21%学生认为线上学习需要消耗大量的时间,所以更喜欢教师讲解、演示,然后学生按部就班进行操作的传统的实验教学模式,其余学生认为两种模式均可。多数学生认为通过线上自学和线下实验内容的完成已经熟练掌握了微生物研究的最基本操作技能,并在数字资源的学习过程中提高了文献阅读和归纳总结的能力。此外在频繁互动过程中,增进了师生感情,学生不仅在遇到学业问题时乐于与教师交流,生活中的纠结也乐于与教师沟通,因此教师对学生的影响范围逐步扩大,影响力逐步越强,也使越来越多的学生坚定了微生物学领域进行继续深造或职业发展的信念。

REFERENCES

- [1] Wang SY, Ma Y, Chen XJ. Requirement analysis of ability and quality for undergraduate student based on the bioindustry and reconstruction of talent-cultivation system[J]. Higher Agricultural Education, 2012(10): 18-21 (in Chinese)
王素英, 马妍, 陈学军. 生物产业对本科人才能力、素质的需求分析与培养体系重构[J]. 高等农业教育, 2012(10): 18-21
- [2] Guo YQ, Jing YP. Explore and practice of learner centered instruction model based on teaching of cell biology[J]. Forestry Education in China, 2016, 36(1): 58-60 (in Chinese)
- [3] Zhang Q, Zhang GJ. The understanding and criticism of developmental concept about "differentiated instruction"[J]. Journal of Higher Education, 2013, 34(8): 71-75 (in Chinese)
张琼, 张广君. "因材施教"发展性概念的解读与批判[J]. 高等教育研究, 2013, 34(8): 71-75
- [4] Ren Y, Sawut G, Li MY, et al. The research and practice for the teaching reform of the comprehensive experiment of Microbiology "Screening of the halophilic actinomycetes producing cellulose"[J]. Microbiology China, 2016, 43(4): 855-860 (in Chinese)
任羽, 古力巴哈尔·萨吾提, 李明源, 等. 综合实验"产纤维素酶的嗜盐放线菌筛选"的教学改革与实践[J]. 微生物学通报, 2016, 43(4): 855-860
- [5] Miao Y. Monitoring and analysis of pollution of *Pseudomonas aeruginosa* of bottled drinking water in Kang-ping County from 2014 to 2015[J]. Journal of Aerospace Medicine, 2016, 27(10): 1286-1288 (in Chinese)
苗杨. 2014年-2015年沈阳市康平县桶装饮用水中铜绿假单胞菌的污染监测分析[J]. 航空航天医学杂志, 2016, 27(10): 1286-1288
- [6] Li ZM, Li N, Wang XY, et al. Detection and identification of microorganisms in bottled purified water[J]. China Brewing, 2015, 34(2): 163-167 (in Chinese)
李作美, 李娜, 王晓云, 等. 桶装纯净水的微生物检测与鉴定[J]. 中国酿造, 2015, 34(2): 163-167
- [7] Wang DM. Laboratory Process of Microbiology[M]. Beijing: Higher Education Press, 2017: 1-145 (in Chinese)
王冬梅. 微生物学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2017: 1-145