

## 以主动学习为导向的“微生物学实验”教学改革探索

刘心妍 李玉\* 吕和鑫 王建玲 王春霞

(天津科技大学生物工程学院 天津 300457)

**摘要:** 微生物学实验是在微生物学理论课的基础上开设的,是帮助学生将理论知识转化为实践能力的一门课程。传统的教学采用讲授法、演示法等灌输式教学模式,学生只是机械地模仿老师或按照书本操作,处于被动学习状态。为了使学生从被动学习转变为主动学习,对微生物实验教学进行改革。首先,通过对就业岗位需求进行分析,使学生学习目标更清晰;其次,在教学中采用多种启发式教学方法相互配合,以提高学生的学习主动性;另外,开放了微生物实验室,让学生从实验的参与者变为实验的主导者,更大程度地发挥主观能动性。通过微生物学实验教学改革,调动了学生学习的积极性、激发了学生的创造力、提高了学生的实验技能。

**关键词:** 微生物学实验, 教学改革, 主动学习, 启发式教学

### The reform exploration of Microbiology Experiment teaching oriented by active learning

LIU Xin-Yan LI Yu\* LYU He-Xin WANG Jian-Ling WANG Chun-Xia

(School of Biological Engineering, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300457, China)

**Abstract:** Microbiology Experiment, based on the Microbiology theory course, helps students converting theoretical knowledge into practical ability. The traditional teaching method adopts the indoctrination teaching mode, so students are in a passive learning state. In order to transform students from passive learning to active learning, Microbiology Experimental teaching is reformed. First, from the analysis of job requirement, students are clear about their learning objectives. Second, to improve the students' learning initiative, a variety of heuristic teaching methods are being practiced. In addition, the opening of the Microbiology laboratory transforms students from the experiments' participants into the experiments' leaders. Microbiology Experimental teaching reform, not only mobilized the enthusiasm of students to learn, but also stimulated the creativity of students, and improved the students' experimental skills.

**Keywords:** Microbiology Experiment, Teaching reform, Active learning, Heuristic teaching

“微生物学实验”是在微生物学理论课的基础上开设的专业实验课程。作为一门实验课程,微生物学实验课的设置是为了使学生掌握微生物学实验的主要技术与方法,帮助学生用实验来验证理论知

\*Corresponding author: Tel: 86-22-60601958; E-mail: liyu@tust.edu.cn

Received: October 19, 2017; Accepted: January 26, 2018; Published online (www.cnki.net): March 23, 2018

\*通信作者: Tel: 86-22-60601958; E-mail: liyu@tust.edu.cn

收稿日期: 2017-10-19; 接受日期: 2018-01-26; 网络首发日期(www.cnki.net): 2018-03-23

识, 并将理论知识转化为实践能力。传统的教学模式为传递-接受式教学模式, 主要是教师讲授实验的基本原理、演示实验内容, 之后学生再开始进行实验操作。其优点是掌握和巩固基本知识的效果好, 能很好地锻炼实验基本技能, 但缺点是学生机械地按照实验步骤操作, 容易被动接受。为了调动学生上课积极性, 提高实验技能和方法的获取效率, 使学生从被动学习转化为主动学习, 对微生物学实验课进行改革。

### 1 以激发学习兴趣为目的, 分析实验课设置与就业发展的关系

学生就读高校往往为了通过努力学习获得好的就业机会或者将来继续深造, 但入学后有些学生迷失了方向, 在学习过程中处于无目标状态。无目标的原因很多, 比如不知道将来从事何种职业, 所学的专业知识和技能是否已经过时, 将来能否用于就业岗位。所以, 为了激发学生的学习动力, 需要引导学生发现所学知识和技能是学有所用的。方法是: 让学生检索用人单位的岗位需求及所需职业技能, 并找出这些技能可以在本课程的哪些实验中

学到。具体步骤为: 开学第一节课, 让学生自己检索微生物检验岗位及发酵生产岗位需要哪些能力要求, 并在黑板上写出检索结果。然后, 学生以分组讨论的形式找出通过哪些实验可以学习到这些职业能力, 并写在黑板上, 老师进行补充。学生通过自发地对实验环节进行梳理, 了解到应聘岗位、岗位所需实验技能与本课程实验项目之间的关系, 意识到学习好本课程在今后的就业中能更有竞争力, 也更有发展潜力, 从而使学习具有更明确的目标, 进而激发了自主学习意识, 调动了学习积极性。

当然, 这个方法要求老师提前对生物公司的用人需求进行分析, 做到心中有数。分析方法为统计互联网发布的生物岗位招聘信息, 或对学校附近的生物技术公司和食品企业进行抽样调查。然后, 在深入调研与认真分析的基础上, 把岗位、岗位任职要求与微生物学实验进行关联, 从而进一步梳理实验环节。梳理后的应聘岗位、所需实验技能与本课程实验项目之间的关系见图 1。如图 1 所示, 实验技能一般分为基本技能及综合技能。微生物检验岗位需要的基本技能包括无菌操作及微生物培养技

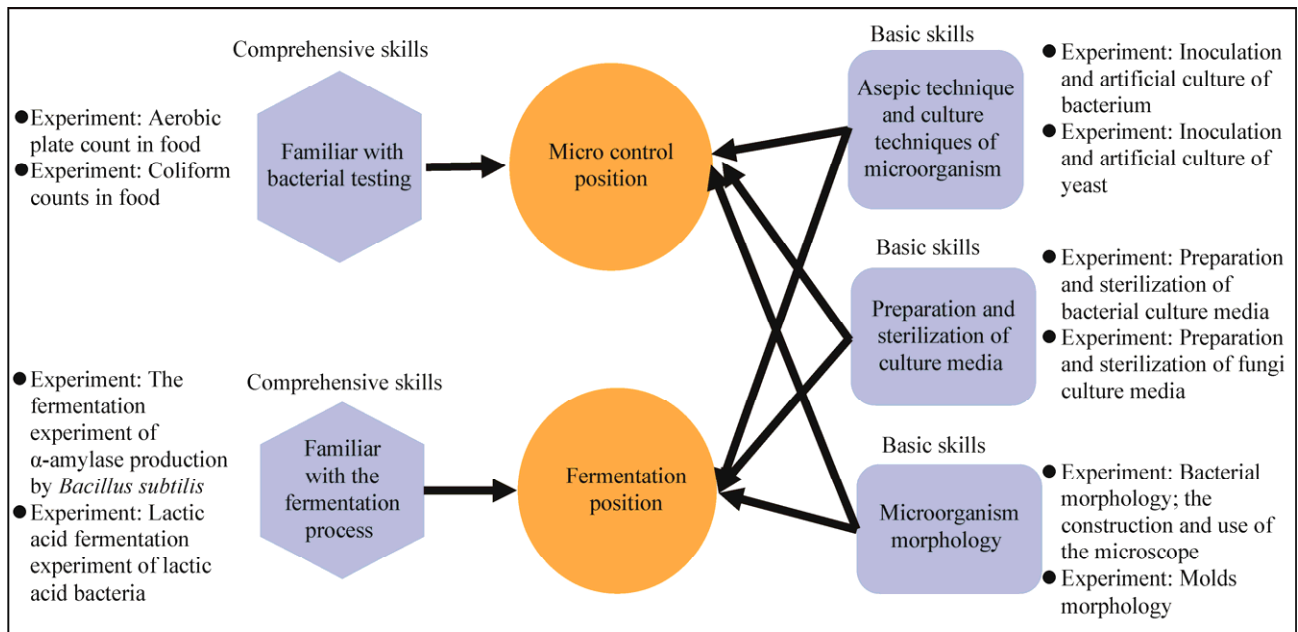


图 1 应聘岗位、所需实验技能与本课程实验项目之间的关系

Figure 1 The relation among position applied, required experimental skills and the experiment in this course

术、培养基的配制与灭菌等,需要的综合技能是熟悉细菌的检验等。发酵生产岗位需要的基本技能与微生物检验岗位相同,但是通过毕业生的反馈以及走访合作企业,发现该岗位还需要熟悉发酵过程,所以增加了“乳酸细菌的乳酸发酵实验”及“枯草芽孢杆菌产 $\alpha$ -淀粉酶发酵实验”等与生产实践关系密切的实验<sup>[1]</sup>。

## 2 多种启发式教学方法相互配合,以提高学生学习主动性

通过实践发现,单一的教学方法不能普适于每次课程,所以根据每次课程的特点,采取不同的启发式教学以提高学生学习主动性。

### 2.1 试错式启发教学

失败的教训更能让人记忆深刻,如果只向学生传递成功的经验和方法,将会丧失学科的神秘感,降低学生对学科的好奇心和参与度。而尝试错误的过程可以提高学生的注意力和参与度,使学生对知识技能理解更加透彻,记忆更加深刻。所以,部分微生物学实验由原有的演示性实验教学转变为试错式启发教学。试错式启发教学有2种方式:教师试错法和学生试错法。

#### 2.1.1 教师试错法

步骤:老师设置情景(内含错误)→学生挑错→老师演示正确步骤并讲授→学生进行实验操作。例如:在演示高压灭菌锅的使用方法时,老师特意不在灭菌锅里加水,让学生找错。有的学生注意观察就能找到错误点,之后老师再讲授实验原理,学生进行实验操作。这种方法不需要把错误设置的太难,如果太难,容易降低学生的找错兴趣。设置错误的主要目的是让学生在观看老师演示的过程中能集中注意力,久而久之养成习惯,提高课堂上实验技能和方法的吸收效率<sup>[2]</sup>。

#### 2.1.2 学生试错法

步骤:学生试错→老师纠错→老师演示正确步骤并讲授→学生进行实验操作。该方法的要点是先不告知学生具体步骤,让学生自行探索,探索过程

中如出现错误,老师再纠正。比如:在“玻璃器皿的洗涤、包扎和灭菌”这节实验课中,先让同学们自己包扎培养皿和移液管。学生们包扎的方法五花八门,但是在这个试错的过程中,学生也会思考为什么培养皿总是掉下来,怎样才能包扎好。等到老师纠错环节,学生看到老师演示的正确包扎方法,比对自己的包扎作品,就能比较出哪种方法更合理,自然会对包扎过程记忆深刻。

### 2.2 引导学生自主设计实验

传统实验教学是学生根据老师讲授的实验原理或演示的实验步骤进行“照方拿药”式的模仿实验。由于学生没有具体问题急需通过实验来解决,只需按部就班完成实验步骤即可,独立思考空间小。“细菌的生理生化实验”过去就采用该方法,老师先讲解实验原理<sup>[3]</sup>,学生进行实验验证。由于选用的受试菌株为已知菌株,学生仅通过对实验结果的观察,了解不同细菌的生理生化特征,没有体现该实验在细菌鉴定中的作用,降低了学生灵活运用能力。改革后,除了提供阴性和阳性对照菌株外,还提供一株未知菌株,学生自行分组设计实验。学生自主设计实验的过程为:先通过革兰氏染色、形态观察等实验对未知菌株的系统分类地位进行初步确定,再通过查阅《常见细菌系统鉴定手册》<sup>[4]</sup>,从糖发酵试验、三糖铁高层斜面等数个生理生化实验中选择出能够鉴别菌株的一组实验,之后根据所选的实验配置培养基、进行实验、观察现象,最终通过一系列结果推测受试菌株的种属地位。通过自主设计实验,学生能更深入理解该实验在细菌鉴定中的作用。较之传统的实验教学,该方法更好地锻炼了学生分析问题、解决问题的能力。

### 2.3 团队为基础的教学方式与讲授式教学法配合教学

团队为基础的教学方式(Team-Based Learning, TBL)是以团队协作为基础,学生在学习小组内通过有效合作及讨论来学习知识<sup>[5]</sup>。这种模式的优点是学生可以主动吸收知识,并且在与团队共同学习的

过程中发挥各自优势, 碰撞出灵感火花。但是毕竟学生理解能力有限, 知识面不广, 只靠自学会理解不深刻、记忆不牢固, 甚至对原理的理解出现偏差, 所以 TBL 教学法还要辅助 LBL 教学法(Lecture-based learning), 即传统的讲授式教学法。两种方法相互配合, 发挥各自优势, 弥补各自的不足。

“实验室安全教育”这一节课就采用 TBL 与 LBL 配合教学法。首先, 老师教给学生网上检索文献或图书馆查资料的方法, 之后每四名学生组成一组, 检索微生物实验中可能遇到的危险。课上, 学生派代表讲解所查资料。由于自行检索, 学生们学习兴趣浓厚, 检索的知识点也很全面。比如学生了解到微生物实验中要接触很多菌种, 如大肠杆菌、沙门氏菌等, 虽然在实验中会选择非致病型菌株, 但如果操作不当使菌种流出, 也有可能危害人体、污染环境<sup>[6-7]</sup>。又如学生查到, 实验室中会用到易燃、易爆、强腐蚀性等危险性药品, 也会用到高压灭菌锅等需要由取得特种设备资格证的人员操作的设备, 如果使用药品或操作设备不当, 都能引起燃烧、爆炸等危险性事件发生。通过自行检索, 不但锻炼了学生检索文献的能力, 而且通过大量的案例讨论, 学生对以往发生的安全事故印象深刻, 甚至自己也能总结出几条安全注意事项, 此时老师再讲授安全防范知识<sup>[8-9]</sup>, 学生自然印象深刻。

#### 2.4 合理设置问题, 启发学生进行发散性思维

在教师讲授完实验原理后, 通过合理设置问题, 引导学生进行发散性思维, 提高学生举一反三的能力, 让学生在思考中扩充知识体系。

例如: 在实验“产蛋白酶的枯草芽孢杆菌的分离”中<sup>[3]</sup>, 老师讲授完实验基本原理后, 学生此时还处于被动接受阶段, 为了让学生积极吸收知识, 就需要根据教学内容进行提问以促进学生思考。比如, 老师提问“采样地点为地表下 10 cm-15 cm 的土壤或者枯枝烂叶、腐烂稻草”的原因, 学生经过查资料发现枯草芽孢杆菌主要存在于这些环境中。进一步提问, 如果想筛选乳酸菌应该在哪些地点采

样呢? 此时, 学生就会进行发散性思维, 最终总结出微生物的采样地点应该是其最适的生存环境或者有代表性的环境。又比如, 观察实验结果时发现透明圈和菌落直径比值大小不一, 学生一般能答出通过直径比值可以初步判断酶活力。老师进一步提问, 为什么每组的直径比值(代表酶活力)有所不同, 是否与采样地点有关。学生经过对比各组的采样地点, 总结出采样地点不同枯草芽孢杆菌产蛋白酶的酶活不同<sup>[10]</sup>。

### 3 开放微生物实验室, 让学生成为实验的主导者

为了提高学有余力学生的创造能力, 巩固其在微生物学实验课中学到的技能。以本校大学生实验室创新基金为依托, 全方位开放微生物实验室, 为学生进行自主微生物学实验和研究提供了一个平台。在这里, 学生是实验的主导者, 老师主要为学生提供技术指导。一般老师仅提出一个思路, 让学生自行查文献、寻找实验方法。老师少做干预, 仅在实验偏离正确方向较远时给予必要的纠正。在学生遇到难题时, 老师也不是只告诉现成的答案, 而是提供几个可行性方案, 让学生自己去尝试解决问题。通过做实验和解决实验中遇到的问题, 学生从实验的参与者变为主导者, 更大程度地发挥了主观能动性。此过程中, 学生多次选用课堂上已掌握的微生物学实验技能, 反复应用消化, 把所学知识和技能真正变为自己的储备。

### 4 结语

传统教学采用讲授式、演示性的单向灌输式教学模式, 学生在学习时是被动接受的, 为了使学生从被动学习转变为主动学习, 我们对微生物学实验教学进行改革。本次教学改革最核心的目的就是调动学生学习的主观能动性。开学第一节课, 让学生自行研究就业岗位需求、能力培养与课程之间的联系, 通过研究, 学生发现学好微生物学实验课可以提高就业竞争力, 从而学习目标清晰, 学习动

力十足。在之后的课程中,教师针对每次实验课的自身特点,采取不同的启发式教学方法以提高学生的学习主动性。在课堂外,依托大学生实验室创新基金,开放微生物实验室,让学生从实验的参与者真正变为实验的主导者,更大程度地发挥了主观能动性。通过微生物学实验教学改革,调动了学生学习的积极性、激发了学生的创造力、提高了学生的实验技能,为培养应用型和创新型人才提供了进一步的助力。

## REFERENCES

- [1] Yang RD. Modern Experimental Technique of Industrial Microbiology[M]. 2nd Edition. Beijing: Science Press, 2015: 172-180 (in Chinese)  
杨汝德. 现代工业微生物学实验技术[M]. 第2版. 北京: 科学出版社, 2015: 172-180
- [2] Ebert-May D, Brewer C, Allred S. Innovation in large lectures: teaching for active learning[J]. *Bioscience* 1997, 47(9): 601-607
- [3] Du LX, Lu FP. Experimental Technology of Microbiology[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2006: 25-39 (in Chinese)  
杜连祥, 路福平. 微生物学实验技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2006: 25-39
- [4] Dong XZ, Cai MY. Handbook of Systematic Identification of Common Bacteria[M]. Beijing: Science Press, 2001 (in Chinese)  
东秀珠, 蔡妙英. 常见细菌系统鉴定手册[M]. 北京: 科学出版社, 2001
- [5] Michaelsen LK, Watson WE, Cragin JP, et al. Team-learning: A potential solution to the problems of large group classes[J]. *Organ Behav Teach J*, 1982, 7(1): 13-22
- [6] Song YL, Li JH, Yan RR. Management and control of the risk factors in microbiological labs[J]. *Chinese Journal of Nosocomiology*, 2011, 21(13): 2778-2779 (in Chinese)  
宋幼林, 李晋华, 严荣荣. 微生物实验室危险因素的管理与控制[J]. *中华医院感染学杂志*, 2011, 21(13): 2778-2779
- [7] Zheng P. Management and control of the risk factors in microbiological labs[J]. *Farm Products Processing*, 2011(12): 64-66 (in Chinese)  
郑萍. 微生物实验室危险因素的管理与控制[J]. *农产品加工(创新版)*, 2011(12): 64-66
- [8] Chen RR, Wei DS, Jin YX, et al. Strengthening laboratory safety education to ensure laboratory safety[J]. *Experimental Technology and Management*, 2016, 33(3): 232-234 (in Chinese)  
陈容容, 魏东盛, 靳永新, 等. 加强实验室安全教育保障实验室安全[J]. *实验技术与管理*, 2016, 33(3): 232-234
- [9] Liu HL, Yang SP, Wen CQ, et al. Analysis on critical control point of point of microbiology laboratory safety in colleges and universities[J]. *Experimental Technology and Management*, 2012, 29(11): 198-199,213 (in Chinese)  
刘慧玲, 杨世平, 温崇庆, 等. 高校微生物学实验室安全的关键控制点分析[J]. *实验技术与管理*, 2012, 29(11): 198-199,213
- [10] Wang P, Wu YF, Lu JL, et al. Comparison of protease activity of *Bacillus subtilis* in soils at different locations[J]. *Hubei Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 2014, 35(3): 12-13 (in Chinese)  
王佩, 武亚方, 卢江丽, 等. 不同位置土壤中枯草芽孢杆菌产蛋白酶活力的比较[J]. *湖北畜牧兽医*, 2014, 35(3): 12-13