



个性化实验在微生物学实验教学中的探索与实践

张美玲* 贾彩凤

华东师范大学生命科学学院 上海 200241

摘要: 微生物学实验教学不但要让学生掌握基本的实验操作技能,更重要的是让学生学会运用所学到的知识解释和解决实际生活中碰到的相关问题,具备基本的科研素质。在传统的微生物学实验教学中,学生对实验过程参与度较为有限,学生的主观能动性难以充分发挥。我校将基础实验与个性化实验相结合,让学生成为课程的主体,有效提高了学生的文献查阅能力、实验设计能力、数据分析能力和总结归纳能力,提升了教学效果。

关键词: 微生物学实验, 个性化实验, 自主实验

Application of personalized teaching method in Microbiological Experiment

ZHANG Mei-Ling* JIA Cai-Feng

School of Life Sciences, East China Normal University, Shanghai 200241, China

Abstract: The main target of Microbiological Experiment is not only to improve the students' experimental skills, but also cultivate students' ability to analyze and solve problems. Although traditional teaching model is helpful for students to grasp the experimental skills in a short period of time, it also restricts their subjective initiative. Combined the traditional teaching model with personalized teaching method, students are totally involved in the experiments. They began to know how to find a reference, design an experiment, analyze the data and write a scientific paper. This manuscript introduced how to apply personalized teaching model in Microbiological Experiments.

Keywords: Microbiological Experiment, Personalized experiment, Independent experiment

微生物学实验是微生物学课程的重要组成部分。实验课程对于促进学生进一步掌握微生物学基础知识、训练学生的实验操作能力、提高学生分析与解决问题的能力具有重要的作用。当前大多数高校的微生物学实验仍以学生在实验教室集中学习为主,2-4名学生为一组,各组学生根据实验手册

或教材,在教师的指导下开展实验操作。通过教师的讲授或示范,学生可以熟悉微生物相关的实验操作,掌握基础实验的操作规范。该种教学模式有助于教师在较短的时间内传授和训练学生的实验操作技能,但是从培养学生科学思维的角度来看,这种传统的实验教学模式存在一定的弊端^[1]。首先,

Foundation item: 2019 Education Reforming Project of East China Normal University

***Corresponding author:** Tel: 86-21-54345354; E-mail: mlzhang@bio.ecnu.edu.cn

Received: 18-09-2019; **Accepted:** 27-11-2019; **Published online:** 07-12-2019

基金项目: 2019年度华东师范大学教学改革项目

***通信作者:** Tel: 021-54345354; E-mail: mlzhang@bio.ecnu.edu.cn

收稿日期: 2019-09-18; 接受日期: 2019-11-27; 网络首发日期: 2019-12-07

“按方抓药”式的实验开展模式难以有效激发学生的学习积极性^[2]。很少有学生会思考: 为什么要做这个实验? 这个实验可以解决哪些问题? 是否有更合适的方法来解决这一问题? 其次, 很多学生将实验课看作是实验技能的学习, 从主观上没有将实验课与科研思维及科研习惯相关联。比如很多学生在实验课程结束后, 并不了解如何查阅文献、如何设计实验、如何撰写规范的实验报告或科研小论文。更有一些学习不主动的学生可能由于过分依赖同组的同学, 连掌握实验操作的目标也没有达到。如果我们仔细分析以上教学过程中出现的问题, 不难发现, 这些问题的主要原因在于传统的教学模式难以有效地激发学生的学习主动性和实验参与度, 而正是由于学生缺乏主动的思考, 实验课程的教学效果并不理想^[2]。

随着教学改革的深入, 一线教学工作者需要不断思考和改进教学方法, 提高学生的学习兴趣和增强学生的学习效果, 满足高校对人才培养目标的要求^[3]。为了进一步提升微生物学实验的教学效果, 发挥学生的主观能动性, 我们开展了一系列的教学改革尝试。其中, 基础实验与个性化实验相结合的教学模式取得了较好的教学效果, 现撰文与同行分享。

我校微生物学实验共有 36 个学时, 涵盖微生物形态学观察、微生物计数及生理生化功能检测等 9 个实验。考虑到学生的专业基础知识以及开展个性化实验的需求, 我们将原有的 9 个基础实验整合为 7 个。在最后两次实验课课时中, 鼓励学生开展个性化的自主实验。如何在基础实验中融入相关技能的训练、减少学生在个性化实验开展中的畏难情绪、有效实现基础实验与个性化实验的整合是我们在教学改革中关注的重点。

1 基础实验环节: 问题式引入、反思式自评、文献阅读训练

在基础实验的教学环节中, 我们的教学目标是让学生掌握基础的实验操作, 了解实验的目的。在此基础上, 为了便于学生开展后续的个性化实验,

我们通过问题式的引入来增强学生的学习兴趣, 通过反思式自评督促学生规范实验操作, 通过文献阅读训练引导学生进行文献的查阅和相关生物信息学软件的学习。

为了让学生对实验的内容和目的有深入的了解, 我们采取了问题式引入的方式来激发学生的学习兴趣。我校使用的微生物学实验教材是任课教师主编的《微生物实验简明教程》, 在该教材中, 针对每一个实验的引入都设置了“想解决的问题”, 这一环节的设置有助于学生了解实验目的。比如在培养基的配制实验中, 我们提出两个问题。第一个问题是: 微生物极其微小, 很难用肉眼直接观察, 你有没有办法让“不可见”的微生物变得“可见”呢? 第二个问题是: 细菌生长“吃”什么? 如何给细菌“做饭”? 通过对这些问题的思考, 学生可以了解微生物培养在微生物研究中的重要作用, 并且深入了解实验的目的。

为了夯实学生的实验操作技能, 在实验教材中, 针对每一个实验中易错的操作内容我们设置了自评表。比如在无菌操作相关实验中, 自评表包含以下问题: (1) 你的实验操作是否在超净工作台中进行? (2) 实验前是否打开紫外灯进行了空气杀菌? (3) 实验进行时, 是否检查紫外灯已经关闭? (4) 接种环或三角推棒是否在灼烧灭菌后才放回实验台面? (5) 细菌培养的培养皿是否倒置培养? 自评表可以作为实验开始时学生预习的内容, 通过预习减少学生在实验操作中出错的几率。自评表也可以在实验结束后作为学生的实验反思材料。通过评价自己在实验中的操作规范性, 在课后总结并发现问题, 便于学生在下一次的实验操作中有所改进。

同时, 在每一个实验之后, 教师可以提供与本专业实验相关的科研论文 1-2 篇。比如在环境微生物的分离纯化实验中, 我们给学生提供了最新发表的研究论文《腌菜中细菌多样性研究及乳酸菌分离鉴定》和《两株樟树促生抗病内生细菌的分离、筛选及鉴定》^[2-3]。通过阅读资料的学习, 有助于学生明确自己所学习的实验内容与科学研究之间的关系; 同时, 这也是基础实验与个性化实验过渡的重

要环节。引导学生开展文献阅读可以有效地减少学生在个性化实验设计中的盲目性。

2 个性化实验环节：选题与科研写作训练

个性化教育是教育改革领域中最热门的词汇之一,但是在高校的实验课程中如何开展个性化的教学模式是我们需要深入探讨的问题^[4-5]。我校个性化微生物学实验教学的安排为 7+2 模式,即 7 次基础实验加 2 次自主个性化实验。7 次基础实验包括:培养基的配制和细菌的分离纯化;细菌 16S rRNA 基因的扩增与测序;细菌的简单染色和革兰氏染色;细菌特殊结构、霉菌的形态学观察;微生物直接计数和间接计数;细菌生理生化功能的检测;理化因素对微生物生长的影响。在第一次实验课上让学生根据自己的兴趣进行不同来源环境样品中微生物的分离纯化。在第二次实验课时,学生对自己分离到的细菌进行基因组 DNA 的抽提以及 16S rRNA 基因的扩增,同时将扩增产物送往测序公司进行测序。从第三次实验课开始到第七次实验课中,学生可以用自己分离的目标细菌以及教师提供的参考菌株作为实验材料进行形态学观察、生理生化鉴定等常规实验内容,而第八和第九次实验课就是学生的自主实验和汇报讨论环节。比如:有学生从手指上分离到一株细菌,测序结果表明该菌株与 *Bacillus aryabhatai* 具有较近的亲缘关系,再根据文献查阅,该学生发现土壤样品中也经常存在 *Bacillus aryabhatai*, 该菌具有抗旱功能,是在沙化土壤菌肥研制中的优质菌种资源,因此她设计实验对手指上分离得到的细菌进行抗旱能力的检测;还有学生通过文献查阅发现细菌在接触低剂量的抗生素时会产生耐药性,为了确认这一现象,他们设计实验,利用不同浓度的抗生素对分离到的细菌进行“驯化”,耐药性检测的结果表明经过 5 次氯霉素浓度梯度“驯化”实验后,一株表皮葡萄球菌 (*Staphylococcus epidermidis*) 可以获得更高的氯霉素抗性,而且该抗性能够在短期的菌种传代中被保留。这些实验的设计和开展都由学生自主进行,实

验内容的丰富程度远远超过传统的实验教学,充分发挥了学生的主观能动性,对于学生科研素质的提高具有积极的作用。

在这一教学过程中,第二次实验课程的测序结果是连接基础实验与个性化实验的关键环节。如果学生分离到一株细菌,难以判断其种属时,实验设计会有很多盲目性,但是当学生测序得知自己分离菌株的种属分类地位,他们就可以通过查阅文献了解更多关于该菌株的特点,开展一些简单的实验设计,极大提高了学生的积极性和实验的趣味性。同时结合测序分析,教师还可以引导学生学习序列拼接、比对、系统进化树绘制等相关软件的使用,在很大程度上丰富了教学内容,让学生学习到目前微生物学领域常见的分析手段。由于细菌 16S rRNA 基因测序分析并不能十分准确地对应细菌的分类地位,学生在实验进行的过程中,可能会发现测序结果与传统形态学染色、生理生化反应出现不一致的情况。教师可以让学生从 16S rRNA 基因是否可以准确反映细菌的分类地位、染色技术的准确性及影响因素、生理生化反应的原理等方面综合分析自己所遇到的问题。这种思辨的学习过程也可以有效提高学生分析问题的能力。

在实验结束后,我们鼓励学生按照学术论文的格式进行数据的整理和论文的撰写,这一过程不但可以提高学生数据整理的能力,还有利于提高其文献查阅能力和讨论归纳能力,而这些能力也是科学素养培养的重要环节。

3 教学效果评价

在学期末的评教中,该课程的评教平均成绩为 4.93 分(满分 5 分)。3 个教学班的文字评教中,91% 的学生认为该课程的学习对自己综合能力的提高有积极的促进作用。47% 的学生明确提出自主性实验很有趣,收获很大。也有 2 位学生在文字评教中表示自主实验的开展有难度,自己花费的时间较多。而教学班级中有 27% 的学生在课程结束后进入我校微生物相关实验室继续开展自主创新课题。

4 教学实践反思

基础实验教学与个性化实验相结合的教学模式可以有效提高学生的学习积极性。其中基础实验的学习是个性化实验开展的基础,而个性化实验又可以有效整合学生在基础实验中所学习的内容,促进学生基础实验相关知识和技能的进一步掌握。

在个性化实验的开展过程中,教师还需要注意以下几点:(1) 基础实验与个性化实验之间要有必要的引导和过渡,以免让学生在开展个性化实验时出现畏难情绪,影响教学效果。(2) 教师要明确个性化实验是教学手段而非教学目的。教师不必纠结于学生实验设计是否是一个完整的科学研究,只要学生通过文献查阅,提出了科学问题并通过 1-2 个实验进行验证或检测就值得鼓励。

学生在实验设计中会碰到各种问题,建议教师在基础实验课开设期间鼓励学生与教师讨论实验方案,以便于教师在学生实验设计偏离正确方向时给予指导和纠正;同时也便于教师有充足的时间准备个性化实验中所需要使用的试剂和仪器,保证学生自主实验的顺利进行。对于暂时难以开展的实验,教师可以建议学生对实验方案进行合理的调整,提高可行性。

在个性化实验开展之前,教师要加强对学生实验室规范和安全的培训,可以提高自主实验开展过程中的有序性;同时,实验室在个性化实验开展期间要全天候开放,教师可以安排助教进行协助,保障实验的顺利进行。

在实验结束后,我们组织学生开展必要的展示与讨论。展示活动可以督促学生整理思路,提高学生展示和表达能力;同时同学们之间的交流讨论也有效地扩展了学生的知识面;而教师可以在学生展示过程中,针对学生共性的问题进行讲解和点拨,提高学生整体的科研素养。比如,我们在教学过程中发现,很多学生不了解如何规范引用文献、如何开展数据分析、如何撰写科学论文,尤其是难以区分前言部分和讨论部分、结果部分和讨论部分之间的差异。通过课程论文的撰写和教师的点评,可以让学生对这些基本的规范了然于胸,有助于今后其

他专业课程或科研项目的开展。

5 结语

微生物学作为一门与日常生活关系非常密切的学科,微生物学实验又是将微生物学理论知识“落地”的重要途径。我们的教学目标不但是要让学生掌握微生物学实验的基本操作,最关键的是培养学生可以利用自己所学的知识独立思考与解决问题的能力^[6]。个性化实验教学可以最大程度发挥学生的主观能动性,对于提高教学质量、提升学生素质都具有积极的推动作用。

REFERENCES

- [1] Yuan WZ. Practice and thinking of chemistry experiment teaching in colleges and universities[J]. Education Teaching Forum, 2019(30): 257-258 (in Chinese)
袁望章. 高校化学实验教学实践与思考[J]. 教育教学论坛, 2019(30): 257-258
- [2] Shang XJ, Dai CY, Wang YR, et al. Bacterial diversity of bacteria and isolation and identification of lactic acid bacteria from pickles[J]. China Brewing, 2018, 37(11): 40-44 (in Chinese)
尚雪娇, 代程洋, 王玉荣, 等. 腌菜中细菌多样性研究及乳酸菌分离鉴定[J]. 中国酿造, 2018, 37(11): 40-44
- [3] Lu LX, Jiang MM, Wang Y, et al. Isolation, screening and identification of endophytic bacteria from Cinnamomum camphora that promote growth and antagonistic pathogen[J]. Journal of Nanjing Forestry University, 2018, 42(6):128-136 (in Chinese)
陆蓝翔, 江明明, 王焱, 等. 两株樟树促生抗病内生细菌的分离、筛选及鉴定[J]. 南京林业大学学报, 2018, 42(6): 128-136
- [4] Liu XY, Li Y, Lyu HX, et al. The reform exploration of microbiology experiment teaching oriented by active learning[J]. Microbiology China, 2018, 45(10): 2280-2284 (in Chinese)
刘心妍, 李玉, 吕和鑫, 等. 以主动学习为导向的“微生物学实验”教学改革探索[J]. 微生物学通报, 2018, 45(10): 2280-2284
- [5] Lin Y, Li L, Teng Q. Personalized teaching method for undergraduate experiment courses[J]. Journal of Ningbo University of Technology, 2016, 26(3): 128-132 (in Chinese)
林勇, 李琳, 滕巧. 本科生个性化实验教学方法探析[J]. 宁波工程学院学报, 2016, 26(3): 128-132
- [6] Chen J, Kuang M, Chen WL. Thinking and exploration on the education of all-around development talents in the course of microbiology in the new era[J]. Microbiology China, 2019, 47(7): 1731-1735 (in Chinese)
陈锦, 匡敏, 陈雯莉. 以培养全面发展人才为目标的微生物学教学改革思考与探索[J]. 微生物学通报, 2019, 47(7): 1731-1735