

微生物学探究式实验教学模式的建立与实践

陈海敏^(✉), 南旭莹, 丁先锋, 胡秀芳, 盛清

浙江理工大学生命科学院, 杭州, 310018

摘要: 为了适应创新型人才培养的需要, 在结合多年来实验课程体系改革的基础上, 对综合性和设计性实验项目进行有机整合, 构建微生物菌种(植物内生菌)资源筛选——本科探究式实践教学平台, 形成相互联系、彼此衔接的探究式实验项目。突出学生自主选题和设计探究式实验项目, 培养学生的创新意识、创新技能和科学素养。通过课内实验教学和课外科技创新活动的有机结合, 进一步巩固和提升了学生的综合实践技能, 取得了较好的教学效果和示范效应。

关键词: 微生物学, 探究式实验, 教学模式

Establishment and Practice of Inquiry Teaching Mode in Microbiology

CHEN Hai-min^(✉), NAN Xu-ying, DING Xian-feng, HU Xiu-fang, SHENG Qing

College of Life Science, Zhejiang SCI-TECH University, Hangzhou 310016, China

近年来, 注重学生创新能力的培养已成为全社会的共识, 培养创新型人才是国家赋予高等教育最重要的任务^[1]。2012年3月, 教育部出台的《全面提高高等教育质量的若干意见(教高[2012]4号)》(高教三十条)第五条明确提出了创新人才培养模式的指导性意见, 指出创新教育教学方法, 倡导启发式、探究式、讨论式、参与式教学。支持本科生参与科研活动, 早进课题、早进实验室、早进团队^[2]。创新教育模式, 是创新型人才培养的关键。培养创新型人才, 必须实现课程的创新^[3]。

生命科学是以实验为基础的学科, 实验技能培养是创新型生物学人才培养的关键环节。“微生物学”是生命科学重要的专业基础课程。长久以来, 高

校微生物学实验教学改革明显滞后于理论课程的教学改革, 其中特别是探究式实验教学更有待于进一步提升。近年来, 我们通过对微生物实验教学中设计性和综合性实验进行了一些改革和探索, 建立了一套探究式实践教学平台, 取得了较好的教学效果^[4,5]。

1 微生物学实验教学改革面临的问题

近年来, 教学观念的转变和教学理念的提升使人们对实验教学的目的有了新的认识: 实验教学不仅是为了证实课堂教学所传授的理论, 掌握一些基本实验操作, 而是为了在巩固理论知识的同时, 提升学生的科学思维能力和实验技能, 培养学生的探索精神、创新意识和创新能力。

在国家大力推进高等教育创新型人才培养的今天, 微生物学实验教学改革进入了一个关键时期。微生物学实验教学仍然存在一些问题, 主要表现在: ①验证性实验比重仍然较大, 自主设计型的探究式实验项目数量少, 内容单一。②学生参与实验的主动性不够, 教学效果不佳。③课内实验教学与学生课外科

收稿日期: 2012-10-16; 修回日期: 2012-11-05

基金项目: 2011年度浙江理工大学校级重点课程建设项目(微生物学); 2012年浙江理工大学教育教学改革研究项目“生物学专业创新性实践教学平台建设与实践(jpy11203)”; 浙江省生物科学实验教学示范中心建设项目[浙教办高教(2010)183号]

通讯作者: 陈海敏, E-mail: chenhm@zstu.edu.cn

技创新活动联系不够紧密，学生热衷参加各种课外科技创新活动，对课内基本实验技能的学习和训练却不够重视。④学生课外科技活动组织模式还比较单一，普遍是学生直接向导师要课题，直接参与导师现成的项目，缺乏独立思考。⑤实验教学考核评价体系和方法不够合理，对创新能力培养的效果缺乏有效的考核方法和指标。由此可见，微生物学探究式实验教学内容的改革和新教学模式的建立是当前微生物学教学改革中一项非常重要的研究课题。

2 探究式实验教学模式的建立与实践

我们通过对微生物实验教学中设计性和综合性实验进行了一些改革和探索，将其中培养基设计与配制、消毒与灭菌、分离与培养等基础实验的教学内容和组织形式进行了重新调整，通过建立“微生物菌种（植物内生菌）资源筛选——本科探究式实践教学平台”将上述实验内容加以整合，形成一个统一的探究式大实验项目。同时，借助微生物学课内实验教学与学生课外科技创新活动相结合的方式，保证实验项目的顺利实施。建立了一套适应当前本科微生物学实践教学要求和生命学科发展需要，注重学生创新能力培养的探究式实验教学模式。

2.1 增加探究式实验教学的内容和比重

在微生物学大实验（综合实验）的教学过程中，通过建立“微生物菌种（植物内生菌）资源筛选——本科探究式实践教学平台”，将原来一些相互独立的设计性和综合性实验内容等进行整合，形成相互联系、彼此衔接的探究式实验项目，该环节学时数占“微生物学实验”课内总学时的60%左右。同时，根据具体情况通过将课内实验与学生课外科技创新项目衔接，保证项目的顺利实施，提升实施效果。

2.2 建立微生物菌种（植物内生菌）资源筛选——本科生探究式实践教学平台

根据微生物学实验教学的核心内容——无菌操作和纯培养技术的教学要求和特点，选择了微生物菌种（植物内生菌）资源筛选作为本科生探索实践性教学的内容。植物内生菌是一类目前正在受到世界各国研究者广泛关注的微生物资源，相对于其他环境中的微生物，研究相对滞后，但是良好的应用潜力正日益受到研究者重视。近年来随着学科的发展出现了一系列关于内生菌多样性分析及其代谢产物筛选应用的新技术、新方法，使植物内生菌的研究更为方便，特别是对其中的难培养微生物的研究成为可能。为此，我们建立了“微生物菌种（植物内生菌）资源筛选——本科探究式实践教学平台”，具体组织流程见图1。

整个教学平台分为课内实验教学和课外科技创新活动两个部分。第一部分课内实验教学，内容包括文献资料的查阅、方案设计、样本采集，最后利用实验课内由培养基设计与配制、消毒与灭菌、分离与培养等综合性和设计性实验整合在一起的设计性大实验教学环节，完成菌种资源的分离与筛选。第二部分课外科技创新活动，在第一步筛选获得一些菌种的基础上，各小组根据具体设计和前期分离情况确定下一步研究方案，如进一步测定菌种代谢产物生物学活性，并进行相关功能分析等。同时，结合“新苗人才计划”、“挑战杯”等课外科技创新项目的申报和实施，推动探究式实验项目的推进和深入。

总体来看，实验涉及的实验方法和技能难易程度和可行性非常适合本科生作为探究式学习实践的内容，既可以让快速掌握基本实验技能，也可以通过探究式研究过程培养学生的创新意识和创新能力。从时间来看，学生在课内筛选到菌种之后，利用课余时间特别是假期时间完成代谢产物活性测定和功能分析，

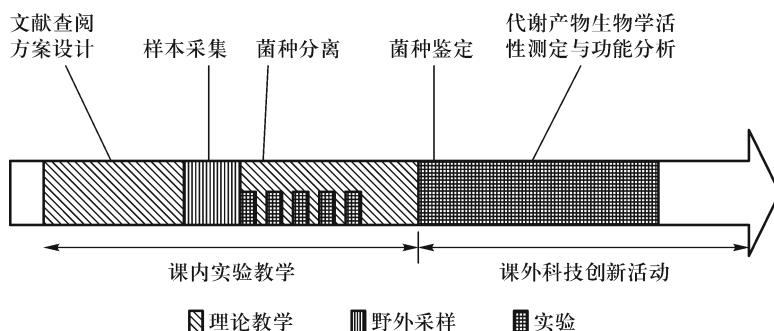


图1 微生物菌种（植物内生菌）资源筛选——本科探究式实践教学平台示意图

利用一年左右的时间可以形成一些阶段性研究成果。

2.3 改进实验教学考核评价体系和方法

鉴于上述探究式实践教学环节的引入，我们对微生物学实验教学考核评价体系和方法进行了重新调整。我们不仅注重对学生基本实验技能和实验报告的考核评分，更加关注学生探究式实验方案的设计、实施以及实验结果的总结（科研论文格式）等各环节的全面考核，且这部分比重占实验课总成绩的50%左右。以此为导向，激发学生的创新意识，让学生对基本实验技能的学习训练更加重视，使实验教学考核评价体系更加完善，也更为科学合理。

3 课程教学改革的实施效果

3.1 微生物学实验课堂教学效果显著提升

在微生物学大实验（综合实验）的教学过程中，增加了学生自主设计性大实验的环节。设计性大实验融入了培养基设计与配制、消毒与灭菌、分离与培养等微生物学基本实验操作，让学生在研究性实验环节熟悉和掌握微生物学研究的各项基本技能。研究性实验环节学生根据各自兴趣自主选题，在老师的指导下完成选题和实验内容的设计，拓展和丰富了实验内容，实验项目不再枯燥乏味，整个过程充满挑战，学生参与探索式实验的积极性显著提升，实验教学效果显著提升。

3.2 学生自主选题，充分发挥主观能动性

探究式实验教学环节学生可以自由组队，根据各自兴趣通过查阅相关文献资料，自主选题，在老师的指导下完成实验方案的设计，增强了实验内容的趣味性和探究性，学生学习的积极性大大提升。鼓励学生选题与微生物学理论教学环节的课程论文（综述）写作相结合，通过扩大文献阅读量，让学生熟悉相关领域研究进展，增强了选题的目的性和可行性，也使选题能紧跟学科发展。在设计性大实验的实施过程中，学生通过查阅资料，选择实验目标，提出问题，制订实验（研究）方案，然后实施并解决问题，从而培养学生的创新意识和创新能力。在研究、探究式实验实施过程中，还要求学生提交实验设计方案、实验报告和实验结果，报告要求按科技论文格式完成，以培养

学生的书面表达和写作能力。在整个探究式实践教学过程中，学生始终是主体，教师只是其中的引导者，学生的主观能动性得到了充分发挥。

3.3 实现了课内实验教学与课外科技创新活动有机结合

在学生完成课内设计性大实验的基础上，鼓励学生利用实验课初步实验结果申报大学生科技创新项目（“新苗人才计划”）、挑战杯等课外科技创项目，获得资助后可以使研究内容更加深入和丰富，实现实验教学课堂内外的有机结合，进一步深化教学内容，巩固探究式学习教学效果，并及时形成一些科研成果。通过这一平台使课内外实践教学有机结合，发现和鼓励有兴趣的同学，主动参与到探究式学习中来，为课堂实验教学和课外科技创新活动建立了一座桥梁。同时，通过课内外的有机结合，也可以促进学生对微生物学基本实验技能的掌握。此外，还使学生课外科技创新活动的内容更加多样，内涵更为丰富，能更加有效地激发学生的创新思想，培养他们的创新技能。

3.4 本科生探究式实验教学成效显著

自改革实施以来，我校本科生探究式实验项目也取得一些成绩，获得了良好的教学效果。截至目前，与本课程改革相关的本科生课外科技创新项目已获“新苗人才计划”资助6项，其中4项已经结题。已经以本科生为第一作者（除指导老师外，所有作者均为本科生）公开发表学术论文6篇，其中SCI论文2篇，一级学报1篇，参与申报并获批国家发明专利1项，产生了良好的教学效果和示范效应^[6-12]。这些成果的取得让我们进一步增强了课程改革的信心，更加坚定了今后课程建设的思路 and 方向。

4 结束语

在近年来对微生物学探究式实验教学模式的探索过程中，也暴露出了一些问题，比如学生自主设计的实验项目差异很大，如何有效监管和评价仍有待进一步加强等。在今后的实施过程中，我们计划进一步优化对探究式实验项目的评价和监管机制建设，以提升项目实施效果。

虽然有待改进之处还有很多，但是探究式实验教

学改革的方向是可以肯定, 甚至我们的一些做法与世界知名大学的教学改革有不谋而合之处, 如美国耶鲁大学Strobel教授实验室近年来实行的雨林探险与实验室教育项目与我们的植物内生菌菌种资源筛选平台非常相似, 近年来他们的这一项目取得了丰硕成果, 以本科生为第一作者发表了一系列论文^[13-16]。这一点也很好地说明了选择植物内生菌菌种资源筛选作为本科生探究式实验教学平台是非常合适的, 也是切实可行的做法, 这也进一步提振了我们实施该项改革的信心和决心。

参考文献

- [1] 张晋峰. 培养创新型人才是高等教育最重要的任务. 现教传媒网(现代教育报) <http://www.modedu.com/2010>.
- [2] 教育部. 教育部关于全面提高高等教育质量的若干意见. 教育部网站<http://www.moe.edu.cn/> 2012.
- [3] 郝平. 培养创新型人才是大学最重要的使命. 中国校长网 <http://www.zgxzw.com/2006>
- [4] 陈海敏, 胡秀芳. 改革微生物学实验课程体系, 重视学生创新能力培养 [M]. 高校生命科学论坛文集(2009), 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [5] 南旭莹, 陈海敏, 王江, 等. 加强微生物学基本操作技能训练, 提高学生的主观能动性 [J]. 微生物学通报, 2011, 38(8): 1 278-1 282.
- [6] Qiu M, Xie R S, Shi Y, *et al.* Isolation and identification of endophytic fungus SX01, a red pigment producer from *Ginkgo biloba* L. [J]. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 2010, 26(5): 993-998.
- [7] Qiu M, Xie R S, Shi Y, *et al.* Isolation and identification of two flavonoids producing endophytic fungi from *Ginkgo biloba* L. [J]. *Ann Microbiol*, 2010, 60: 143-150.
- [8] Qiu M, Xie R S, Shi Y, *et al.* Anticancer Agents from Endophytic Fungi [J]. *China Biotechnology*, 2009, 29(1): 93-104.
- [9] 陈立立, 洪巧妹, 邱敏, 等. 一株银杏内生真菌红色素稳定性的研究 [J]. 中国食品添加剂, 2011, (3): 118-121.
- [10] 俞婕, 赵凯鹏, 董飞, 等. 野生铁皮石斛内生菌的分离及促生作用初探 [J]. 现代农业科技, 2010, (9): 96-97.
- [11] Nan X Y, Zheng J B, Yao Y H. Decolorization of malachite green and biosorption of leuco malachite green by strain *pseudomonas putida* x5 [C]// 2012 Asia Pacific Conference on Environmental Science and Technology. 2012: 140-146.
- [12] 胡秀芳, 赵凯鹏, 俞婕, 等. 具有促生作用的铁皮石斛内生菌及其用途 [P]. (专利号: ZL 2010 1 0125409.8)
- [13] Strobel S A & Strobel G A. Plant endophytes as a platform for discovery-based undergraduate science education [J]. *Nature Chemical Biology*, 2007, 3 (7): 356-359.
- [14] Castillo U F, Browne L, Strobel G, *et al.* Biologically active endophytic streptomycetes from *Nothofagus* spp. and other plants in Patagonia [J]. *Microbial ecology*, 2007, 53, 12-19.
- [15] Bascom-Slack, C A, Ma C, Moore E, *et al.* Multiple, Novel Biologically Active Endophytic Actinomycetes Isolated from Upper Amazonian Rainforests [J]. *Microbial Ecology*, 2009, 58, 374-383.
- [16] Russell, J R, Huang J, Anand P, *et al.* Biodegradation of Polyester Polyurethane by Endophytic Fungi [J]. *Applied and Environmental Microbiology*, 2011, 77, 6 076-6 084.

(责编 孟丽)