

## 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

任羽\* 古力巴哈尔·萨吾提 李明源 詹建立 库尔班江·艾买提

(喀什大学生命与地理科学学院 新疆 喀什 844000)

**摘要:** 微生物学实验技术是现代生物技术的重要组成部分。以综合性实验“产纤维素酶的嗜盐放线菌筛选”的教学改革与实践为例,提高南疆少数民族生物技术专业学生的综合素质。在喀什大学现有生物实验教学条件下,通过开展“产纤维素酶的嗜盐放线菌筛选”的综合性实验,进行微生物学实验课教学模式改革。在“土壤微生物分离”验证性实验的基础上,增加“嗜盐放线菌筛选和产纤维素特性”的实验教学内容;运用多媒体课件、增加实验理论课和全程采用“启发式”教学的实验教学方法。问卷调查显示,学生在学习兴趣、学习主动性、实验技能、小组合作、探究精神和实验设计方面都有了明显进步;学生对实验教学改革的评价良好。实践证明,改革效果良好,对培养具备适应南疆社会发展的实践能力的复合型高级专门人才有积极显著的作用。

**关键词:** 微生物学实验, 教学改革, 少数民族高校

## The research and practice for the teaching reform of the comprehensive experiment of Microbiology “Screening of the halophilic actinomycetes producing cellulose”

REN Yu\* SAWUT Gulibahar LI Ming-Yuan ZHAN Jian-Li  
AIMAITI Kuerbanjiang

(School of Biology and Geography, Kashi University, Kashi, Xinjiang 844000, China)

**Abstract:** Experimental techniques of microbiology are the important part of modern biotechnology. The purpose of the research and practice for the teaching reform of the comprehensive experiment of microbiology was to improve the overall qualities of ethnic minority students specialized in biotechnology in south part of Xinjiang Uygur Autonomous Region. The experimental content was changed to the comprehensive experiment “screening of halophilic actinomycetes producing cellulose” from the basic experiment “screening of soil microorganism”. These teaching methods were employed according to the existing teaching conditions, such as, applying the heuristic teaching and the multimedia courseware, adding the theoretical courses of the microbiological experiments, etc. The surveys showed that the practice of teaching reform stimulated the students’ interests in learning, enhanced students’ learning initiative and developed the practical skills, the teamwork skills, the

**Foundation item:** Teaching Research and Educational Reform of Kashi University in 2013 (No. KJFY1304)

\***Corresponding author:** Tel: 86-998-2892156; E-mail: [renyu1020@aliyun.com](mailto:renyu1020@aliyun.com)

**Received:** October 28, 2015; **Accepted:** January 07, 2016; **Published online** (www.cnki.net): January 11, 2016

**基金项目:** 喀什大学 2013 年教研教改课题(No. KJFY1304)

\***通讯作者:** Tel: 86-998-2892156; E-mail: [renyu1020@aliyun.com](mailto:renyu1020@aliyun.com)

**收稿日期:** 2015-10-28; **接受日期:** 2016-01-07; **优先数字出版日期**(www.cnki.net): 2016-01-11

exploring skills and the capabilities of experimental design for the students. The students believed that the teaching reform achieved the good results. It is proved in practice that teaching reform had the positive effects to cultivate the inter-disciplinary talents who could meet the need of the social development in Xinjiang.

**Keywords:** Microbiological experiment, Teaching reform, Minority university

现代生物技术的飞速发展,对人才素质的要求越来越高。微生物学是生物工程学的理论和技术基础,对以现代发酵工业以及基因工程为中心的现代生物技术,更是不可缺少的基础学科,微生物学实验课教学改革的重要性和必要性日益明显。

喀什大学地处新疆维吾尔自治区西南部,是喀什地区唯一一所本科院校,正向以师范为特色的综合性大学道路上前进。喀什大学 80% 的生源来自喀什、阿克苏、和田和库尔勒等南疆老、少、边、穷地区的少数民族,存在着学生基础薄、贫困生较多、学习情绪与状态不稳定等实际情况,对教师的教学工作是一个挑战,对教师的教学方法提出了更高的要求。尽管条件艰苦,社会环境复杂,喀什大学依然肩负着为南疆培养从事基础教育和为经济社会发展服务的各民族高级专门人才的重任<sup>[1]</sup>。

为满足南疆地区经济发展的需要,2012 年以来,生命与地理科学学院开始招收面向生产实践的生物技术专业本、专科生。但是,长期以来,喀什大学微生物学实验以基础验证性实验为主,只是注重培养学生的生物学教学技能和简单的实验操作能力,学生只是在机械模仿实验,极大地限制了学生的创新能力和思维能力的提高,不利于学生将来从事生产实践工作,学生整体素质与内地甚至北部新疆的差距越来越大。面对现状,我们从微生物学实验教学内容和教学方法两方面进行改革,以达到培养生物技术应用型专门人才的目标。

喀什地区地处塔里木盆地,北部是天山山脉,东部是塔克拉玛干沙漠,与北部新疆和内地气候差异明显,是典型的暖温带大陆性气候,四季干旱少雨少风,存在大面积的盐湖和戈壁盐碱土,微生物资源具有特殊性,例如嗜盐放线菌的研究和应用具

有较大潜力和较好前景。嗜盐菌是一类有很大生产价值的资源微生物类群,其中的纤维素酶产生菌在工业生产上就有很大应用价值。本研究结合地域特色,以嗜盐性和降解纤维素的两个特性为例,将“土壤微生物分离”这一基础验证性实验改革成综合性实验,教师提出课题,指导学生查阅文献及设计实验、学生自主完成实验和撰写实验报告。教学全过程体现基础性、综合性和探究性,启发并提高学生思维能力,培养学生动手实践能力和创新能力。

## 1 实验内容的变革

喀什大学生物技术专业的微生物学实验是由光学显微镜使用、微生物大小测定和显微计数、革兰氏染色法、培养基配制和灭菌、无菌操作、土壤微生物分离、空气中微生物检测、糖发酵实验、大肠杆菌生长曲线制作、水中细菌总数和大肠菌群检测和放线菌、真菌的形态观察等 11 个基础验证性实验和泡菜制作的综合性实验组成。本研究在学生完成并掌握基本操作后,将“土壤微生物分离”这一验证性实验变革为综合性实验,增加实验教学内容,以达到培养生物技术应用型专门人才的目标。

选择实验内容的原则有<sup>[2]</sup>: (1) 通过实验能使学生掌握微生物学实验的基本操作技术,接触和了解更多的技术性很强的操作,对微生物学实验操作形成整体认识; (2) 学生可根据指导教师的要求进行重新设计和实施; (3) 结合地域特色、生产实践和专业特色制订教学大纲、教学计划和具体的实验内容; (4) 在保证微生物学特有的基本实验技能训练的基础上,加强实验的综合性、设计性及创新性,培养学生的综合素质; (5) 结合喀什大学的实验室条件和学生水平,难度适当,使学生有时间和精力可以完成的较为复杂的实验。

1.1 开展具有南疆地域特色的微生物学实验

依据以上原则,我们设计了一个综合性、协作性较强的实验内容<sup>[3-4]</sup>。

(1) 学生 3-5 人为一个小组,以小组为单位,采集喀什不同地区戈壁盐碱土,做好采样时间、采样方法、土壤条件、植被类型等标识,带回实验室过筛和晾晒。

(2) 配制本实验所需的全部培养基,包括高氏一号培养基、土壤浸汁培养基、精氨酸甘油培养基和改良淀粉酪素培养基。准备培养皿等玻璃器皿,进行高压蒸汽灭菌和烘箱干热灭菌。这样安排提高了实验的针对性,使学生们更加认识到培养基在微生物学实验中的重要性<sup>[5]</sup>。

(3) 土壤样品的处理采用物理法、化学法和物理化学结合法(表 1),此步土壤处理可以将放线菌以外的杂菌、尤其是真菌污染降至最低,促进放线菌孢子萌发,对放线菌起到富集作用。处理和稀释完的样品采用浇注法或涂布法置于培养平板中,30 °C 培养 14 d 后,观察、比较平板上所形成的菌落,挑出疑似放线菌,采用平板划线法进一步纯化目的菌株<sup>[6-7]</sup>。

(4) 分别配制含有 5%、10%、15%、20%、25% 和 30% NaCl-KCl-MgCl<sub>2</sub> 复合盐的液体培养基,接种第三步分离纯化的菌种,28 °C、200 r/min 培养 14 d,观察生长情况。在可培养的条件下,一般只能得到中度嗜盐菌,即 10%以下浓度复合盐液体培养基中有微生物生长,高度嗜盐菌多是不可培养的。通过这个实验,结合古生菌的理论知识,使学生初步了解微生物的嗜盐度<sup>[5]</sup>。

(5) 将供试菌株接种在微晶纤维素的培养基上,37 °C 恒温培养 14 d,观察结果,如果菌株生长,则说明能够利用纤维素作为碳源,长势愈好的菌株利用纤维素的能力就愈强<sup>[8]</sup>。纤维素酶产生菌是工业生产实践中有较大应用价值的微生物类群,通过查阅文献,采用操作简单的选择性培养基,对这类微生物进行初步筛选,启发学生思维,使学生在今后的学习和工作中能够针对问题形成最快最好的解决办法。

1.2 实验结果

综合 3 种土壤处理、4 种琼脂培养分离、复合盐液体培养和纤维素选择性培养筛选等实验,结果如下:

(1) 物理+化学法处理后,在精氨酸甘油琼脂上能够得到放线菌,真菌污染最少;其次是改良淀粉酪素琼脂,真菌污染较少;土壤浸液和高氏一号培养基得到的菌落总数最少。单独使用物理法和化学法都没有得到放线菌,真菌污染严重。

(2) 获得 2 株菌落形态有明显差别的放线菌,具有 10%的中度嗜盐性,能够在纤维素琼脂平板上生长。1 号菌株长势比 2 号菌株长势强,二者对纤维素利用的差别性需要进一步探索。

至此,结合南疆地域特色、本校学生水平和实验条件而开展的小型综合性实验“产纤维素酶的嗜盐放线菌筛选”顺利完成。

1.3 结论

本课题首次将基础性实验“土壤微生物的分离”改革为小型综合性实验“产纤维素酶的嗜盐放线菌

表 1 土壤样品处理 Table 1 Soil sample treatments	
Methods	Operation
Physical methods	取 5 g 土样放入无菌离心管中,加入 2 mL 无菌水放置 10 min,使其充分润湿,将离心管放入加有 400 mL 自来水的水浴杯中 120 W、2 450 MHz 微波处理 3 min,加入 43 mL 无菌水,28 °C、200 r/min 振荡 20 min
Chemical methods	取 5 g 土样放入装有 45 mL 无菌水的三角瓶中制成土壤悬浮液,加入 3 g 酵母膏(YE)和 0.025 g 十二烷基硫酸钠(SDS),28 °C、200 r/min 振荡 20 min
Physical+Chemical methods	在物理法基础上,加入 43 mL 无菌水后,再加入 3 g YE 和 0.025 g SDS,28 °C、200 r/min 振荡 20 min

筛选”,在掌握了微生物学基本实验技能的基础上进行。将土壤样品采集和处理、培养基制备、玻璃器皿洗涤、包扎以及灭菌、稀释浇注平板/稀释涂布平板、平板划线纯化、放线菌插片培养、革兰氏染色、细菌大小测定、光学显微镜观察和固体-液体菌种转接等实验技术全部安排在这个实验中,使学生们可以熟练应用这些技术从自然界分离获得所需要的目的菌株。

全过程由老师提出课题,指导学生查阅文献并设计方案;然后,在老师的监督下由学生自主完成;最后,老师帮助学生分析实验结果,学生撰写实验报告。实验具有一定的综合性和探究性,体现出以基本实验技能为基础、以创新能力培养为重点的实验教学体系,与学生未来的科学研究和生产工作联系紧密。学生在实验过程中,不仅对培养基的配制与灭菌、菌种的分离与纯化、细菌的形态观察、微生物的培养条件控制等微生物学的基本实验操作进行了反复训练和强化,规范了实验操作;而且,学生始终保持了积极参与的态度,巩固了理论知识,增强了学生之间的协作意识,综合分析能力和判断总结能力都得到了明显提高。

## 2 教学方法的改进

对于生物技术专业的本、专科生来说,教学内容的变革是必需的。此外,喀什大学的实验条件和学生水平要求教师必须在教学方法上采取适当的变革,以适应教学内容的改变,提高授课质量,使学生适应这种有一定探究性的综合实验,保证学生可以自主地顺利完成<sup>[9-10]</sup>。

(1) 增设了实验理论课。在实验课开始之前用多媒体手段介绍微生物学常用实验技术,如光学显微镜使用、细菌形态染色技术、微生物大小测定、无菌操作及分离培养技术等,弥补教师板书和示范讲解上的不足,把枯燥的操作技术动态展现在学生面前,提高教学效果,使学生对实验方法和常规仪器的使用产生感观认识。对一些由于条件限制不能开设的实验,通过放映录像的方法,使学生对微生物学实验方法及其在生物技术中的地位和应用有完整且系统的了解<sup>[11-12]</sup>。

(2) 大力运用“启发式”教学。设计性、综合性实验有利于培养学生的创新意识,但必须以启发式教学为前提。采取“提出课题—学生讨论—教师总结—引出课堂教学内容”的教学方法。例如,对于“产纤维素酶的嗜盐放线菌筛选”这一课题,要求学生分离、纯化和筛选到嗜盐放线菌并通过研究其纤维素分解特性开发其潜在应用价值。首先,老师提出课题,要求学生课前查找相关资料、设计实验方案,教师收集方案并组织课堂讨论。然后,由老师启发建立科学合理的实验步骤进入课堂教学实验,讲解为什么从盐碱土中分离,为什么要利用添加纤维素的培养基通过培养后观察是否有生长来筛选嗜盐放线菌等。学生学习兴趣以及积极性、主动性、听课效率大大提高。同时,受到“根据嗜盐放线菌的特性来设计选择性培养基”的启发,学生就会懂得如何利用微生物的特性筛选其它微生物,提高了解决实际问题的能力<sup>[13]</sup>。

## 3 教学改革效果

“产纤维素酶的嗜盐放线菌筛选”这一综合性实验结合南疆地域特色,联系生产实际,以微生物纯种分离为中心,运用微生物学及其实验中的各种基本知识和基本技能,所以,学生自始至终表现出了浓厚的实验兴趣。

我们将上述改革措施分别应用于13级和14级生物技术民族班本、专科实验教学中,学生对问卷调查的反馈结果如下:

(1) 在学习兴趣方面,100%的学生喜欢上微生物学实验课,且很喜欢自己动手做实验;50%的学生希望增设生命科学最新进展的实验,甚至有30%的学生希望有机会进入实验室参与课题研究;60%的学生有志于从事生物科学相关的学习和工作,并且认为应加强基本实验技能的锻炼。

(2) 在学习态度及主动性方面,50%的学生能够预习实验原理,主动应用实验工具按步骤完成实

验;60%的学生能够对观察到的实验现象进行分析;90%的学生会重复失败的实验,且20%的学生会将失败的结果记录下来;70%的学生在做不出结果或者不会使用仪器时才找老师指导,30%的学生完全依赖老师全程指导。

(3) 在实验技能方面,通过这次教学改革,100%的学生认为实验技能有所提高,且实验结束后会对实验的思想和方法进行反思;在反思的基础上,40%的学生对实验进行了改进。

(4) 在小组合作方面,100%的学生是在和组员相互合作过程中完成了实验,且能够和同学、老师一起解决实验问题。

(5) 在实验评价方面,100%的学生都能完成实验报告的主体内容;90%的学生对这次教学改革实验的效果评价是满意和很满意;80%的学生希望开设更多具有探究意义的综合性实验。

(6) 在探究精神方面,80%的学生能够在实验中提出问题,但只有60%的学生的的问题是有价值的,还有20%的学生很难发现问题;在寻求解决问题的办法过程中,90%的学生会思考,但解决方法比较单一。

(7) 在实验设计方面,70%的学生在指导老师的帮助下完成实验设计的撰写,且有极少的创新性;90%的学生从指导老师处获得部分文献资料,说明我校针对本、专科学生的文献检索课程需要加强。

总之,调查结果显示,学生在独立操作能力、知识运用能力、实验设计能力和创新能力等方面都得到了较大的提高,有效地培养了学生查阅文献和设计实验等方面的科学素质,为今后的毕业设计、工作实践和科学研究打下了良好的基础。

## 4 教学改革中的不足

教学改革虽然取得了一定的成效,但过程中也出现了一些问题,主要表现在:(1) 学生设计方案的困难很大,往往需要老师将研究论文反复分析讲解后才可以确定研究方案;(2) 有些小组准备不充

分,做实验时手忙脚乱,考虑欠周全,部分学生缺乏合作意识和团队精神,实验过程应付了事,甚至个别学生从未参与实验;(3) 学生对实验药品的配制方法陌生,对实验仪器和工具的使用也不熟练;(4) 综合设计性实验的开展使任课教师的工作量加大,且对实验教师的教学法和业务水平提出了更高的要求。

## 5 结束语

微生物学实验教学改革是一个复杂的系统工程,在实际教学改革中必须因地制宜、因材施教。作为以培养少数民族学生为主的具有师范特色的综合性高校,在微生物学实验教学改革中,必须结合民族学生的汉语水平、理论水平和动手能力,提出经得起实践检验的改革之路。促进学生探究性、合作性学习,培养学生实验动手能力、综合实验设计能力和知识应用能力,使学生毕业后更加适应社会需要,从而提高喀什大学人才培养质量,使喀什大学尽快走上建设特色专业的道路<sup>[14]</sup>。

## 参 考 文 献

- [1] Bei ZL, Zhang X, Cao JM, et al. Reform and exploration of cell biology experiment teaching in nationality colleges and universities[J]. *Experimental Technology and Management*, 2011, 28(9): 153-155 (in Chinese)  
贝盖临, 张欣, 曹君迈, 等. 民族高校细胞生物学实验教学改革探索[J]. *实验技术与管理*, 2011, 28(9): 153-155
- [2] Shen P, Fan XR, Li GW. *Laboratory Experiments in Microbiology*[M]. 3rd Edition. Beijing: Higher Education Press, 1999: 37-39 (in Chinese)  
沈萍, 范秀容, 李广武. 微生物学实验[M]. 第3版. 北京: 高等教育出版社, 1999: 37-39
- [3] Zhu DR. Halophile diversity and ectoine biosynthetic mechanism in Qinghai Lake[D]. Wuhan: Doctoral Dissertation of Huazhong Normal University, 2014 (in Chinese)  
朱德锐. 青海湖嗜盐菌多样性与四氢嘧啶的生物合成机制研究[D]. 武汉: 华中师范大学博士学位论文, 2014
- [4] Duan JJ, Luo YR. Exploration on developing "Environmental Microbiology Experiment" for undergraduate of environmental science and ecology major[J]. *Microbiology China*, 2016, 43(4): 804-809 (in Chinese)  
段静静, 骆苑蓉. 为环境科学及生态学专业本科生开设环境微生物学实验课程的探索和实践[J]. *微生物学通报*, 2016, 43(4): 804-809
- [5] Lai HX, Sheng M, Yang BW, et al. Study on the isolation methods of actinomycetes from saline-alkaline soils[J]. *Journal of Northwest A&F University (Natural Science Edition)*, 2006, 34(10): 113-117 (in Chinese)  
来航线, 盛敏, 杨保伟, 等. 盐碱土中放线菌分离方法研究

- [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2006, 34(10): 113-117
- [6] Yang B, Xue QH, Chen ZQ, et al. Effects of microwave irradiation on isolation of soil actinomycetes[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2008, 19(5): 1091-1098 (in Chinese)  
杨斌, 薛泉宏, 陈占全, 等. 微波处理对土壤放线菌分离效果的影响[J]. 应用生态学报, 2008, 19(5): 1091-1098
- [7] Tang SK, Jiang Y, Lou K, et al. Study on the isolation methods of halophilic actinomycetes[J]. Microbiology China, 2007, 34(2): 390-392 (in Chinese)  
唐蜀昆, 姜怡, 娄恺, 等. 嗜盐放线菌分离方法[J]. 微生物学通报, 2007, 34(2): 390-392
- [8] Dong H. Screening of cellulase and hemicellulase high-yielding Strains[D]. Baoding: Doctoral Dissertation of Hebei University, 2014 (in Chinese)  
董恒. 纤维素酶和半纤维素酶高产菌株的筛选[D]. 保定: 河北大学博士学位论文, 2014
- [9] Hou Y, Fu DD, Li SC, et al. Preparation and application of multimedia courseware of experiment teaching of microbiology[J]. Experiment Science and Technology, 2015, 13(3): 69-71 (in Chinese)  
侯颖, 符丹丹, 李市场, 等. 微生物学实验教学多媒体课件的研制与应用[J]. 实验科学与技术, 2015, 13(3): 69-71
- [10] Li X, Chang GH, Chen HB, et al. Exploration of environmental teaching model of experimental biology[J]. Laboratory Science, 2015, 18(4): 122-124 (in Chinese)  
李雪, 常国华, 陈宏彬, 等. 环境生物学实验教学模式的探索[J]. 实验室科学, 2015, 18(4): 122-124
- [11] Chen QH, Qian LM. Exploration of cultivating students' innovative ability in the teaching reform of Microbiology Experiment[J]. Supplement to the Journal of Sun Yatsen University, 2006, 26(6): 22-26 (in Chinese)  
陈琼华, 钱黎明. 微生物学实验教学改革中培养学生创新能力的探索[J]. 中山大学学报论丛, 2006, 26(6): 22-26
- [12] Lv L, Zhang H, Hu JY, et al. Study on design-end experiment teaching in microbiology[J]. Laboratory Research and Exploration, 2010, 29(12): 99-102 (in Chinese)  
吕乐, 张怀, 胡继业, 等. 微生物学设计性实验教学探讨[J]. 实验室研究与探索, 2010, 29(12): 99-102
- [13] Liu SL. Research and practice on the innovational system of the microbiological experiment[J]. Microbiology China, 2005, 32(4): 153-155 (in Chinese)  
刘森林. 微生物学实验创新教学体系的研究与实践[J]. 微生物学通报, 2005, 32(4): 153-155
- [14] Wang YT, Guo LJ, Wang SF. Research on the teaching of genetics experiment in the minority university. Experiment Science and Technology, 2011, 9(3): 149-151 (in Chinese)  
王玉涛, 郭丽君, 王世锋. 少数民族地区遗传学实验教学改革初探[J]. 实验科学与技术, 2011, 9(3): 149-151