



高校教改纵横

地方特色资源融入微生物学研究型实验教学改革

吾尔恩·阿合别尔迪 恩特马克·布拉提白* 玛依拉·吐尔地别克 徐丽萍

伊犁师范大学生物与地理科学学院 新疆 伊宁 835000

摘要: 在新疆伊犁河谷, 具有应用价值的地方特色微生物资源非常丰富, 本文借此开展了微生物学研究型实验教学的改革实践, 具体措施为: 开发利用了地方特色实验材料、实验教学内容及相应的教学策略等, 教学效果问卷调查显示这些举措有利于培养学生的创新能力和科研能力。

关键词: 地方特色, 微生物学, 教学改革, 研究型实验

The local characteristics in research-based experiments of Microbiology courses

Oren Akhberdi Entomack Borrathybay* Mayila Tuerdibieke XU Liping

College of Biology and Geography Sciences, Yili Normal University, Yining, Xinjiang 835000, China

Abstract: The applicable microbial resource is abundant in Ili River valley. This paper explores the teaching reform of research-based experiments of Microbiology by combining with the local characteristic microbial resources. The concrete measure is to exploit and apply the experimental samples, to modify the contents and methods of experimental teaching. The survey analysis of the teaching effect shows it is beneficial for students to cultivate their innovating and scientific research ability.

Keywords: local characteristics, Microbiology, teaching reform, research-based experiment

微生物学作为高校生物相关专业的必修课程, 是一门实践性与应用性很强的学科, 如何充分利用实验教学的特点, 培养学生的科学素质及创新意识是对现代微生物学实验教学提出的要求^[1]。

伊犁师范大学位于新疆维吾尔自治区西部天山北部伊犁河谷内的伊宁市, 是伊犁唯一一所隶属自治区教育厅管理的本科院校。该校开设了微生物学实验课程, 主要面向生物科学、生物工程以及植物保护等 3 个专业的本科学生。由于多种

原因, 该实验课教学以验证性实验为主, 学生只是机械模仿实验, 限制了学生的自主能力、创新能力和思考能力, 不利于学生将来从事生产实践, 不符合培养“应用型、复合型人才”的专业培养目标。

目前, 在微生物学实验教学改革方面, 多数高校采取了逐渐减少基础验证性实验, 尽量增加综合性、设计性^[2-4]或研究型实验^[5]内容比例, 这些举措对于提高学生的学习能力、实践能力和创

Foundation item: Project of Higher Education Teaching Reform of Xinjiang Uygur Autonomous Region (2017JG116)

*Corresponding author: Tel: 86-999-8996926; E-mail: etmkb@jsu.edu.cn

Received: 24-03-2020; **Accepted:** 16-05-2020; **Published online:** 29-07-2020

基金项目: 新疆维吾尔自治区普通高等学校教学改革研究项目(2017JG116)

*通信作者: Tel: 0999-8996926; E-mail: etmkb@jsu.edu.cn

收稿日期: 2020-03-24; 接受日期: 2020-05-16; 网络首发日期: 2020-07-29

新能力起到了良好的作用。

伊犁河谷是亚欧大陆干旱地带的一块“湿岛”,享有“塞外江南”“苹果之乡”以及“天马故乡”的美誉,土地肥沃,水源充足,草原辽阔,生物种类繁多,其中具有经济价值的微生物资源却没有得到系统研究及开发利用。本文探讨了如何挖掘并利用本地特色的实验材料或标本作为课程资源开展微生物学实验研究型教学,以期能够调动学生的主动性和积极性,培养学生动手实践能力和创新能力。

1 地方特色实验材料对开展研究型实验的价值

1.1 传统饮料

伊犁地方特色包括当地的少数民族饮食特色,这些饮食习惯与微生物有很重要的相关性,如果让学生在微生物学实验过程中明白身边很多事物与本门课程的联系,必将会提升他们的学习兴趣。在伊犁比较流行的地方特色饮食有酸马奶、酸驼奶、新疆卡瓦斯、博扎等传统饮料。这几种饮料均采用传统方法发酵得来,含有丰富的乳酸菌和酵母菌,可以作为微生物学实验教学的良好材料。

(1) 酸马奶

传统的酸马奶是将未杀菌过滤的鲜马奶倒入木头或动物皮革制成的容器内,同时加入酸马奶“引子”(发酵好的酸马奶)发酵 1-3 d 而成,鲜马奶中的微生物也是发酵过程中的关键因素之一,并且对酸马奶的品质有影响。研究发现酸马奶中除主要的乳酸菌、酵母菌外,还有醋酸菌、明串球菌、肠球菌等。虽然目前国内外,尤其内蒙古酸马奶中微生物的研究较多,但是对伊犁酸马奶微生物组分的相关研究很少见^[6]。

(2) 酸驼奶

酸驼奶是以新鲜骆驼奶为原料,利用天然发酵剂和传统发酵技术发酵而制成的一种新疆牧区古老而传统的乳酸菌饮料,是一种营养丰富、医

药价值高、有抗菌活力的饮料^[7]。

(3) 新疆卡瓦斯

新疆卡瓦斯被称为新疆“土制啤酒”,以谷物大麦、黑麦或荞麦、酒花、浆果、山花蜜等天然品为原料,经多种酵母菌、异型乳酸菌复合发酵酿制而成,已经成为深受大家喜爱的一种饮料。新疆卡瓦斯在伊犁具有 150 多年的历史,伊犁的俄罗斯、维吾尔、哈萨克、回、汉等民族群众均以各自的方法酿制卡瓦斯,彼此间保持着工艺交流,最终将它演绎发展成为具有浓郁新疆风情的民族文化饮品,也成为新疆风情旅游的必尝特产之一。

(4) 博扎

博扎用小米粉自然发酵而成,其制作和保藏工艺天然传统,是一种酒精度低、糖度低、质地浓稠的天然发酵饮料。在我国新疆部分地区仍保留着制作和饮用博扎的习惯^[8]。

以上几种传统饮料的微生物种类研究罕见,因此,我们将这几种饮料作为学生探究性课题的实验材料,分析其微生物种类,能很好地激发学生的学习兴趣;另一方面,相关科研成果可以丰富我国的乳酸菌资源库,为传统饮料的商品化提供一定的基础数据。

1.2 特色植物

伊犁河谷有高耸的雪山、辽阔的平原、茂密的森林、成片的芦苇湖,在这些不同的环境中生长着各种各样的植物,其中有新疆阿魏、天山雪莲、薰衣草、伊犁贝母、梭梭、乌拉尔干草、紫草等很多药用植物,还有野核桃、櫻桃李等野生林果。这些特色植物可用于内生真菌、内生细菌的分离鉴定和内生菌抗菌特性等活性分析,以及根际微生物的数量和多样性研究等课题的实验材料。

1.3 植物病原菌

伊犁有很多种植物病原微生物,如小麦霉腐病、小麦赤霉病、小麦腥黑穗病、水稻稻瘟病、

向日葵黑茎病、向日葵白锈病、亚麻立枯病、西甜瓜细菌果斑病等,其中有些病原菌只在伊犁州大规模发生,但是对其缺乏系统的研究。植物病原菌的分离和鉴定、对不同品种作物致病能力的差异、生防菌的筛选和抑菌特性的分析等研究课题可激发学生浓厚的研究和探索兴趣。

1.4 肠道微生物

伊犁有悠久的养畜历史,是新疆的主要牧业基地,牲畜数量和质量均居全疆首位,是新疆的细毛羊、伊犁马繁育基地。目前肠道微生物是国内外学术研究的热点,以伊犁马、新疆双峰驼、哈萨克羊、新疆黄牛等动物的粪便作为研究对象,分离鉴定肠道乳酸菌、纤维素降解菌、产蛋白酶菌等功能菌在发展畜牧业方面具有非常重要的意义。

1.5 土壤微生物

伊宁市周围的温泉、雪山等环境中嗜热、嗜冷微生物的分离鉴定,屠宰场土壤中产蛋白酶、产脂肪酶菌株的筛选和鉴定,以及松树林土壤中纤维素降解菌的筛选和鉴定均有一定的研究价值。

2 利用地方特色资源开发研究型实验内容

我校微生物学实验项目主要是由培养基的配制和灭菌、实验室环境和人体表面微生物的检测、真菌的形态观察、革兰氏染色、无菌操作、土壤微生物的分离纯化、平板菌落计数法、环境因素对微生物生长的影响、糖发酵实验、IMViC、水中细菌总数和大肠菌群检测等基础验证性实验和“产蛋白酶菌株的筛选”综合性实验组成。上述实验相对独立,我们结合地方资源,突出“研究型、设计性、创新性”的特点,按照由浅入深的原则,与学生一起设计了一系列彼此之间既独立又有联系的研究型实验用于教学(表1)。

3 研究型实验教学的策略

3.1 学生设计实验方案

实验开始前2-3周,教师说明实验目的和研究

对象,介绍与微生物相关的实验用品。学生4-5人作为一组,通过查阅资料和讨论,选择题目、设计实验方案并准备实验材料。实验方案应包括选题依据、实验材料、技术路线、实验方法和步骤、预期结果、可行性分析等。该阶段能培养学生查阅和利用各种文献资料的能力,培养学生提出问题、发现问题的能力,提高学生的探索能力,同时还可以锻炼学生设计研究方案和解决问题的能力。

3.2 实验方案的审阅和修改

学生交完设计方案后,教师提前对其进行审阅并提出修改意见。在这个环节,教师主要掌握学生的设计方案是否符合实际,审阅内容包括选题内容和研究方案是否合理、技术路线和方法是否可行和正确等问题。在方法和技术路线的可行性问题上,教师应注意实验室是否具备所需实验仪器设备,所选用的实验材料是否具有毒性或价格昂贵等问题。若出现以上问题,在教师给予的指导和帮助下,学生用其他仪器设备或实验材料替代,保证实验的顺利开展;若确实不能替代,要及时予以调整。另外,采样地点较远,如高山、温泉、松林等地,在教师的带领下,应提前采集样本保藏。实验方案确定后,组织开展各小组的汇报并集体讨论。教师对各小组的实验方案进行进一步的审核,发现和解决学生修改中出现的新问题和遗留问题。对于创新性比较强的选题,尽可能根据实验室的条件予以安排。

3.3 分类指导实验方案的实施

由于每组选题和实验方案都可能存在不同程度的差异,所以教师对每组的选题都要心中有数,对于共性问题或绝大多数组可能出现的代表性问题,可以在每次实验前集中讲解;对于不同组可能遇到的个性问题,要坚持分类指导,保证研究实验的顺利开展。本环节要求每组学生在教师的指导下完成从准备实验、实施实验到实验结果观察及数据采集的所有工作。

表 1 供参考的实验题目
Table 1 Reference to title of the experiment

| 实验题目 Topics | 相关实验技术和方法 Experimental technologies and methods |
|---|--|
| 1 传统发酵饮料中乳酸菌(或酵母菌)的分离和鉴定 1 Isolation and identification of lactic acid bacteria (or yeast) in traditional fermented beverage | 选择、富集等培养基的制备, 平板涂布分离法, 划线分离法, 细菌(或酵母菌)的形态学和生理生化水平上的鉴定, 分子生物学鉴定, 甘油管保藏法等 Preparation of selective medium & enrichment medium; spread plate method; streak plate method; morphological, physiological and biochemical, and molecular identification of bacteria (or yeast); glycerin preservation, etc |
| 2 传统发酵饮料的模拟制作 2 Preparation of simulated traditional fermented beverage | 培养基的制备, 微生物的分离纯化, 巴斯德消毒法、过滤除菌, 接种, 混合培养, 发酵液乳酸菌(或酵母菌)数量、酸碱度和乳糖含量的测定等 Preparation of medium; separation and purification microorganisms; pasteurization; filtration; inoculation; mixed cultivation; detection of the quantity of lactic acid bacteria (or yeast), pH value and lactose content, etc |
| 3 传统发酵饮料微生物污染的检测 3 Detection of microbial contamination in traditional fermented beverage | 活菌计数法, 直接计数法, 总大肠菌群的测定, 细菌总数和乳酸菌总数的检测等 Viable count method; direct microscopic count; detection of total coliforms; detection of total bacterial and lactic acid bacterial count, etc |
| 4 伊犁河总细菌和总大肠菌群的检测 4 Detection of total bacterial count and coliforms in Ili River water | 水样的采集, 培养基的制备, 活菌计数法, 总大肠菌群的检测等 Collection of water samples; preparation of medium; viable count method; detection of total coliforms, etc |
| 5 药用植物中内生真菌的分离、鉴定及其拮抗活性菌的筛选 5 Isolation and identification of endophytes from medicinal plants and screening of antagonistic strains | 样本的消毒, 菌丝尖端分离法, 甘油管保藏法, 真菌形态学特征观察, 基因组提取, ITS 序列的 PCR 扩增、序列比对、系统发育树的建立, 代谢产物的萃取、抑菌实验等 Disinfection of samples; hyphal tip isolation; glycerin preservation; morphological observation of fungi; PCR amplification of ITS sequence, sequence alignment, construction of phylogeny tree; extraction of metabolites, antibacterial test, etc |
| 6 薰衣草根际微生物群落动态变化研究 6 Study of the dynamic variation of rhizosphere microorganism communities of the <i>Lavandula angustifolia</i> | 根际土样的采集, 活菌计数法, 平板分离法, 划线分离法, 生理生化鉴定法等 Collection of rhizosphere soil samples; viable count method; spread plate method; streak plate method; physiological and biochemical identification, etc |
| 7 冬小麦雪霉病(或向日葵黑茎病)生防菌的筛选 7 Screening of bacteria used for biological control of fall wheat snow mould (or sunflower black stem) | 植物样本的采集, 拮抗菌的筛选、室内防治效果的测定等 Collection of plant samples; screening of antagonistic microbes; measurement of indoor control effect, etc |
| 8 冬小麦雪霉病(或向日葵黑茎病)病原菌生物学特性的研究 8 Biological characteristics of the pathogen causing fall wheat snow mould (or sunflower black stem) | 测定碳源、氮源、温度和 pH 值对该菌菌落直径及菌丝体干重的影响; 培养基的制备等 Determination of the effects of carbon source, nitrogen source, temperature and pH on the colony diameter and dry weight of mycelium; preparation of medium, etc |
| 9 新疆双峰驼(或伊犁马)肠道中产纤维素酶(或产蛋白酶, 或脂肪酶)菌株的分离和鉴定 9 Isolation and identification of cellulase (or proteases, or lipase) producing strains in intestines of Xinjiang Bactrian camel (or Ili horse) | 培养基的制备, 微生物的分离鉴定和保藏, 透明圈分离法, 酶活力的测定等 Preparation of medium; isolation, identification and preservation of microorganisms; isolation by transparent zones; determination of enzyme activity, etc |

3.4 实验总结

每小组的实验结束后, 教师根据实验完成情况 and 实验过程中出现的问题及时进行总结和评价。学生提交一份论文式的总结材料, 其中包括

前言、材料与方法、结果与讨论。除此之外, 还要求交一份心得体会, 独立分析实验过程、成功的经验、失败的原因、掌握的知识点、遇到的问题及处理方法、个人感触等。本环节帮助大二学

生初次接触和掌握科研论文写作的基本知识,也有助于学生从实验总结中积累经验、汲取教训、拓宽思路。以“骆驼肠道中产蛋白酶菌株的分离和鉴定”为例,学生在心得体会中指出:老师提供参考题目后查阅大量资料,发现近年来肠道微生物是学术界的热点研究领域之一,肠道菌群在宿主的代谢、自身发育、营养等方面起着非常重要的作用,然而骆驼肠道微生物相关的研究极少,因此对新疆双峰驼肠道微生物的研究产生了浓厚的兴趣。该小组从新疆双峰驼粪便中筛选到2株高产蛋白酶菌株,通过革兰氏染色、芽孢染色和生理生化反应,以及分子生物学鉴定方法最终将一株细菌鉴定为枯草芽孢杆菌,另一株鉴定为地衣芽孢杆菌。后续学生选择骆驼肠道微生物作为本科毕业论文的研究内容,并选择微生物学作为攻读研究生的方向。

4 教学改革效果评价

我们将上述改革措施分别应用于生物科学、生物工程专业2018级4个班的实验教学中。比如,选做“酸马奶中乳酸菌的分离筛选和鉴定”题目的学生在实验执行过程中掌握和巩固了样品采集和处理、包扎以及灭菌、培养基制备、稀释涂布平板、平板划线纯化、厌氧培养、生理生化鉴定和固体-液体菌种转接、基因组提取、PCR扩增、序列比对等一系列的实验技术,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。又如在选题上,有小组用“卡瓦斯中乳酸菌数量的检测”作为题目,教师通过与小组成员探讨,建议将题目修改为“几种品牌卡瓦斯中乳酸菌和细菌总数的分析调查”,从有益菌和细菌污染的角度综合分析几种卡瓦斯的质量,通过这样的训练让学生体会到如何确定科研题目。

实验结束后,我们通过问卷调查方式对教学效果进行评价,共发放调查问卷120份,收回有效问卷113份。(1)在学习兴趣方面,92%的学生对本次实验感兴趣,34%的学生对实验非常感兴趣,

其中大部分学生希望有机会进入实验室参与课题研究,而且毕业后有志于在生物科学领域考研或从事相关工作。(2)实验设计方面,只有10%的学生选择老师提供的参考题目以外的课题,说明一些学生提出问题的科研意识不强,因此理论课和实验课老师平时授课过程中应多列举实践性例子,促进学生创新思维的开拓和激发联想,加强学生文献检索能力和阅读量。92%的学生提交自行设计的研究方案,说明大部分学生对实验课的主动性较高。老师根据实验方案的选题依据、实验材料、技术路线、实验方法和步骤、预期结果及可行性分析等每个环节评分(各环节20分,总分100分),将其分为优(90分及以上)、良(80-89分)、合格(60-79分)、不合格(60分以下)4个等级,分析学生设计方案质量。结果显示,优的占比为11%,良为36%,合格为38%,不合格为15%。大部分学生对实验目的、意义等认识模糊,往往需要教师将研究论文反复分析讲解后才能确定研究方向。(3)在实验操作方面,31%的学生出现了仪器设备的使用和基本操作不规范情况,通过教师的指导学会了正确使用和操作,巩固了之前基础性实验内容。100%的学生与小组其他成员共同完成了实验的主体内容,并认为实验技能有所提高。达到实验预期目标的学生占54%,说明在今后的教学工作中采用本教学方式是可行的。46%的学生未达到预期目标的主要原因是DNA测序等工作没有在实验规定时间内完成,因此实验总结的提交时间适当延长了。(4)在实验评价方面,95%的学生对本教改实验的效果评价是很满意和满意,90%学生认为对科研工作的整体过程有了初步的认识。

总之,研究型实验在提高学生对本专业的学习热情和调动学生的学习积极性方面效果显著,有助于他们对微生物学实验技能的掌握,培养了学生独立分析问题和解决问题的能力,学生在后续科研活动中思路更清晰,有效增强了学生的创新思维。

5 结语

在《国家 2010–2020 年中长期教育改革和发展规划纲要》中, 强调高等教育要重视培养大学生的创新能力、实践能力和创业精神, 而实践教学作为高等教育创新体系的重要组成部分, 在培养学生实践能力和创新能力中具有重要的作用^[9]。具有地方特色的微生物资源与微生物学研究型实验的结合, 能够充分调动学生学习的积极性、主动性, 培养学生的创新能力、探索能力, 开拓学生科研思维, 提高学生的综合素质, 激发学生的学习兴趣; 同时, 教师通过指导课题选择、修改实验方案、课后总结等环节, 也大大提高了自身的教学能力和综合素质, 对教师相关课题的研究也可提供数据支撑。此外, 对丰富和开发利用当地微生物资源也有一定的促进作用。因此, 地方特色的教学资源在微生物学研究型实验教学中的应用, 是微生物学实验教学改革的一次尝试, 值得推广应用和进一步的分析研究。

REFERENCES

- [1] Ji YL, Yu HS, Wang SM, Zhao MW. Designing experiments in foundational Microbiology experiment courses[J]. Microbiology China, 2007, 34(5): 1009-1010 (in Chinese)
纪燕玲, 于汉寿, 汪素美, 赵明文. 《基础微生物学实验》课程中设计性实验的探索[J]. 微生物学通报, 2007, 34(5): 1009-1010
- [2] Sun ZJ, Fan L, Qu YB, Yang XF, Tang L. Practice and exploration of experimental mode on the basis-comprehension design type Microbiology[J]. Experimental Technology and Management, 2007, 24(7): 109-111 (in Chinese)
孙智杰, 范蕾, 曲运波, 杨新芳, 唐力. 基础-综合设计型微生物学实验模式的实践与探索[J]. 实验技术与管理, 2007, 24(7): 109-111
- [3] Yuan S, Xu XS, Dai CC, He W, Zhang Y, Shang GD, Dai YJ. Reform and practice of experimental curriculum in Microbiology[J]. Higher Education of Sciences, 2012(2): 138-140 (in Chinese)
袁生, 徐旭士, 戴传超, 何伟, 张茵, 尚广东, 戴亦军. 微生物学实验课程的改革与实践[J]. 高等理科教育, 2012(2): 138-140
- [4] Li XS, Lu BS, Wang FY. Exploration of practice teaching of Microbiology: the design and discussion of the integrated experiments[J]. Modern Food Science and Technology, 2007, 23(12): 98-100 (in Chinese)
李新社, 陆步诗, 王放银. 《微生物学》实践教学探索——综合性实验的设计与探讨[J]. 现代食品科技, 2007, 23(12): 98-100
- [5] Li S, Wang HQ, Zhou H, Yuan LH, Xie NC. The application of designing experiments from scientific research in Microbiology courses[J]. Microbiology China, 2009, 36(1): 134-136 (in Chinese)
李霜, 王浩琦, 周华, 袁丽红, 谢宁昌. 科研设计性大实验在微生物学实验教学中的应用[J]. 微生物学通报, 2009, 36(1): 134-136
- [6] Zhao FY, Liu YH, Li Z, Li WC, Xu HY, Sun ZH, Menghe BLG, Zhang HP. Bacterial diversity of fresh mare's milk in Xilingol[J]. Microbiology China, 2019, 46(12): 3295-3304 (in Chinese)
赵飞燕, 刘亚华, 李枝, 李伟程, 徐海燕, 孙志宏, 孟和毕力格, 张和平. 锡林郭勒地区鲜马奶中细菌多样性分析[J]. 微生物学通报, 2019, 46(12): 3295-3304
- [7] Oren-Akhberdi. Study progress on shubat fermented form camel milk[J]. Food Research and Development, 2010, 31(3): 187-190 (in Chinese)
吾尔恩·阿合别尔迪. 酸驼奶的研究进展[J]. 食品研究与开发, 2010, 31(3): 187-190
- [8] Oren-Akhberdi, Yang XR, Mirzagul, Jiao ZW. Isolation and identification of yeast in traditional fermented drink bozaa[J]. China Brewing, 2013, 32(12): 108-111 (in Chinese)
吾尔恩·阿合别尔迪, 杨晓绒, 木古丽, 焦子伟. 传统发酵饮料博扎中酵母菌的分离和鉴定[J]. 中国酿造, 2013, 32(12): 108-111
- [9] Pan J, Niu SM, Wei DS, Chen RR, Liu F, Li MC. The establishment of multi-level Microbiology experimental teaching system and cultivation of innovation elite[J]. Microbiology China, 2016, 43(4): 867-872 (in Chinese)
潘皎, 牛淑敏, 魏东盛, 陈容容, 刘方, 李明春. 创建多层次微生物学实验教学体系培养科研创新型人才[J]. 微生物学通报, 2016, 43(4): 867-872