

北京大学微生物学实验课模块化教学的探索

洪龙

(北京大学 生命科学学院 基础教学实验中心 北京 100871)

摘 要: 微生物学是一门重要的生命科学分支学科,并在很大程度上促进了其他分支学科如分子生物学等的发展。在北京大学新的教学体系下,微生物学实验课被提前到大学一年级本科生选修。为了保证一年级本科生能够掌握微生物学基础实验技术,达到良好的学习效果,作者在参考了国内各综合性大学所编写的微生物学基础实验教材之后,认真梳理了教材中相关微生物学基础实验,明确了微生物基础实验课的教学要求和目的:学生能掌握微生物学基础实验技术并能初步运用这些技术解决实际问题。根据新体系中教学目的,作者重新设计和丰富了微生物基础实验内容,进行了模块化教学的实验教学安排,增强了课程的整体性、连贯性、实用性和开放性,提高了学生学习的兴趣,实现了教学目的。

关键词: 微生物学实验课, 模块化教学体系, 课程整体性、连贯性、实用性和开放性

The exploration of modular teaching pattern for Microbiology Experiment in Peking University

HONG Long

(Teaching Center for the Experimental Biology, College of Life Sciences, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: Microbiology is an important branch in life sciences, and contributes greatly the development of the other disciplines such as molecular biology. Microbiology Experiment is reassigned as an elective course for the freshmen in Peking University. In order that the students are able to master the basic techniques in microbiology experiment, to have a satisfactory learning result, after the author consults a lot of microbial experimental textbooks used in national and international comprehensive universities, analyzes the relative experiments seriously in the books, then defines the basic experimental microbial teaching requirements and aims: the students are able to grasp the basic experimental techniques and use the techniques to solve the practical problem. According to the teaching aims in the new teaching system, the author redesigns and enriches the experiments, rearranges the teaching in modular pattern to increase the integrity, consistence, practicability and opening of the course, to raise the interests of the students and to achieve the teaching goal.

Keywords: Microbiology Experiment, Modular teaching pattern, Integrity, Consistence, Practicability and opening of the course

*通讯作者: Tel: 86-10-62751856; ✉: hongl@pku.edu.cn

收稿日期: 2013-11-07; 接受日期: 2013-12-31; 优先数字出版日期(www.cnki.net): 2014-01-09

微生物学实验课是微生物学的重要组成部分,同时也是微生物学教学的重要环节。不仅可以巩固、加深对于微生物学理论课程的理解,而且还可以为学习其他生命科学学科如分子生物学、分子遗传学、生物工程学等实验技术奠定良好的基础。

在传统教学体系中,微生物学实验课(包括其它实验课)侧重对理论课中所涉及知识的验证,这种传统的教学方法其实有着非常突出的优点——强调对基础实验技术的掌握,但在一定范围内或多或少地忽略了实验技术的实用性和学生学习的兴趣。在北京大学新的教学体系下,微生物学实验课被提前到大学一年级选修。而在传统教学体系中,微生物学是生物学专业大学三年级本科生的必修课。一般在大学二年级,本科生已完成了有机化学、生物化学、分子生物学等专业基础课的学习,对于大学一年级本科生而言,由于还没有接触到上述专业基础课,在微生物学理论课程尤其是代谢途径及表达调控等内容的学习上会存在着一定困难。针对这样的变化,秉承尊重传统的宗旨,特别是要吸取传统教学方法的精华,解决传统教学方法的问题,作者尝试对微生物学实验课的教学进行了一些改进。本文是作者在课程改革的教学工作中积累的一些经验,水平所限,不当之处请同仁们指正。

1 微生物学基础实验模块化教学的思路

由于北京大学微生物学理论课已改在大学一年级开设,虽然北京大学学生素质较高,并且有一部分通过全国生物竞赛获奖保送的学生,他们已有一定的生物学实验基础,但微生物学实验基础较弱,因此没有选择太多综合性探索实验,做到既要有注重基础的验证实验,也要有一定程度的综合性探索实验。其中验证性实验着重基础实验技术,要求学生熟练掌握,吃透实验原理,打好基础;而探索性实验则在掌握基础实验技术的前提下要求较高,体现在材料自选,结果未知,能激发学生自身的兴趣,但要求不宜过高,着眼于提高学生运用所学知识 and 基本实验技术的能力。

作者仔细阅读了国内外主要的实验指导

书^[1-6],根据微生物学基础实验课的学时数(48学时),选择了微生物的形态、分离与纯化、生理生化、噬菌体效价的测定作为实验内容,并将相应的内容丰富、扩展为完整的模块。

考虑到我国中小学现行的应试教学体系,学生几乎是被填鸭式地灌输了很多书本知识,在上大学后部分学生一定程度上失去了主动学习的动力;另外在近几年生物专业的学生就业较困难的大背景下,学生普遍存在着急功近利的倾向,忽视基础知识的学习,一味呼吁加强教学的趣味性,体现在大学的教学改革中或多或少都有所妥协。而作者认为要把学生培养成为合格人才,特别是北京大学提出要成为大师的摇篮,培养杰出人才,基础性的教学不可或缺,甚至要加强,在一定程度和范围内这种枯燥、单调的基础训练(如微生物的形态观察)无法被其他趣味性的教学替代,在此需要提醒高校老师注意。

2 模块化实验教学体系的构建

作者把整个微生物学基础实验课分为以下四个模块,各个模块的实验在一定时间内集中完成,具有相对的完整性。

第一个模块:细菌、放线菌、酵母和霉菌的形态学特征。第一个模块是基础性实验,也是验证性实验,其中涉及了四项微生物学基础实验技术的两种——显微技术和染色技术,要求学生牢固掌握这四大类微生物中模式微生物的形态特征。微生物学的形态特征是微生物理论课的重要内容,是认识微生物的基础,常见四大类微生物的形态学特征是微生物学的入门知识,不懂得微生物学的形态特征就是微生物学的门外汉,从微生物学的发展史上看还处于看不见、摸不着的史前时期。具体的要求是:(1) 学生能熟练掌握四大类微生物中具有代表性的菌株个体形态(微观)和菌落形态(宏观)特征,能从个体形态和菌落形态区分四大类微生物;(2) 要求学生熟练掌握显微技术和染色技术,并能认识到由于四大类微生物形态特征不同,需用不同的染色方法。

第二个模块：四大类微生物的分离。这个模块涉及培养四大类微生物所需培养基的配制、灭菌、微生物的分离、纯化、培养和菌种保藏技术等，旨在让学生掌握四项微生物学基础实验技术的另两种——无菌技术和纯种分离与培养，并巩固第一个模块的知识。这个模块的实验原理和过程相对简单，如果不有所创新，学生很容易产生“照方抓药”的感觉。因此作者把原来的实验改进为探索性实验，作者在这个模块的实验中，将老师提供分离纯化的样品改为学生自己取样，并为了提高学习积极性，要求学生自己设计实验方案，整个实验过程如培养基的制备、灭菌、样品的处理、微生物的分离、菌体形态特征观察等都由学生自己动手完成，教师只在必要时提供指导。在这个模块中学生不仅会学习到各种灭菌和消毒方法，还要熟练掌握高压蒸汽灭菌技术。由于样品由学生自己准备，在这个过程中，学生可学习如何获取微生物相关样品。其中分离细菌、放线菌和霉菌的样品来自北京大学校园土壤，而酵母则分离自超市所售酵母粉，这样学生还可了解四大类微生物在自然界的生境。由于土壤中存在多种微生物，学生也能初步接触到微生物的多样性；在这个模块中，作者还要求学生简单保存自己分离纯化的菌种，从而可以学习到菌种保存的方法。

第三个模块：水质的细菌学检测。在实验内容上，由于大一学生还没有学习有机化学和生物化学，不太理解各种微生物代谢的具体途径，我们放弃了以往的微生物生理生化实验以及微生物诱变的实验内容。考虑到微生物的代谢是微生物学非常重要的内容，有助于学生认识微生物的生物多样性以及代谢的多样性，作者做了一些相应调整。这一模块的实验仍与微生物代谢相关，具体是利用微生物的生理生化实验进行微生物的鉴定，并对照水质检测的国家标准来安排实验。在这个实验过程中，主要利用了大肠杆菌的生理生化反应来鉴定大肠杆菌，藉此学生还可以学习到细菌菌种鉴定的一些相关知识，并了解常规的生理生化检测其实可反映各种微生物由于基因组构成不同而导致的代谢多样性的差别。在水质检测

的实验过程中，利用了大肠杆菌的形态学特征、生理生化特征以及菌种鉴定所需要的其他指标对水质进行检测，并且学生还可以认识到大肠杆菌在水质监测作为指标菌的应用，因此，换一个角度说，学生对实验对象——大肠杆菌有一个很全面的了解，实验具有一定的完整性和连贯性。在这个模块的实验中，实验材料是未名湖水，基于北京大学的历史，同学们对这个实验也很有兴趣。另外由于材料自取，所以结果有所不同，属于探索性实验，更激发了学生的兴趣。如果说由于在第二个模块的实验中学生可观察到各种各样的微生物，比较注意实验内容的广度；那么在第三个模块的实验中，以大肠杆菌为实验对象从形态学特征检测到其在水质监测中的应用，可以说对大肠杆菌这种最为人熟知的模式细菌，从头到尾都有所涉及，因此第三个模块的实验比较注意内容的深度。

第四个模块：噬菌体效价测定。作者选择这个模块的实验对象是病毒，理由是病毒是最简单的微生物，病毒学是新世纪生命科学中的研究热点和前沿。因此学生有必要了解病毒的生物学特点。在这个模块的实验过程中，学生可充分了解病毒这样一类特殊的微生物，它们无法获得纯培养，只能通过二元培养物，即培养它们的宿主细胞然后它们才能复制，而且在实验过程中还涉及到双层琼脂法、效价测定的方法、负菌落的概念等，虽然这个实验也属于验证性实验，但实验内容丰富，是微生物学基础实验中重要的实验内容和技术。

3 模块化实验教学的几点体会

3.1 各模块与学生能力培养的关系

微生物最基本的特点就是形态微小，肉眼不可见。尽管在微生物理论课中学生学习各种微生物的形态学特征，但如果不通过实验课上自己亲自采样、亲手制片、亲眼观察，对微生物的形态就很难有清晰深刻的印象。在第一个模块的实验中，考虑到微生物的计数和大小的测定也是微生物学的基本操作和技能，因此在这个模块中，作者增加了酵母菌计数和霉菌菌丝直径测量的实验以丰富实验

内容;并且在做完最后一大类微生物——霉菌的形态观察之后,作者要求学生总结四大类微生物的形态特征,而且要求学生能够理解由于四大类微生物的个体形态差别,导致四大类微生物有不同的制片方法。在第二个模块的实验中,由于学生自己采样,能分离、观察到各种各样微生物,它们的细胞形态和菌落形态各有特点,不同于第一个模块提供的标准菌,更加丰富了所学知识。在第三个模块的实验中,由于可分离到不同于标准大肠杆菌的其它大肠杆菌,学生可以透彻理解菌种与菌株的概念。通过第四个模块的实验,学生可以充分理解纯种培养与二元培养的概念和关系。

3.2 加强相关模块之间实验内容的呼应,巩固和提高微生物学基础实验技术

尽管各个模块的实验具有相对的完整性和独立性,但在各个模块中都涉及到微生物学基本实验技术的使用。为保证学生能够熟练掌握这些基础实验技术,可以在实验安排上加强相关模块之间实验内容的呼应,让学生在后一个模块中巩固和提高前面模块中所学到的基本实验技术,一方面学生可以深刻了解到基础实验技术的重要性,另一方面可巩固和提高相关实验技术,做到学以致用,融会贯通。比如在第二个模块中要求学生从自己准备的样品中分离出目的微生物,这样学生必须掌握四大类微生物的菌落特征,不需要通过显微镜即可判断是哪类微生物,并且在后续试验中要求对自己分离的微生物进行个体及菌落形态观察,这样就巩固了第一个模块的实验技术和相关知识。在第三个模块实验——水质的细菌学检测中,要对发酵阳性的细菌进行革兰氏染色,由于分离到的细菌不太可能是标准的大肠杆菌,能否得到正确的染色结果需要熟练掌握革兰氏染色这样一个重要的实验方法,其实是对第一个模块实验的巩固和提高。

3.3 培养学生良好的实验素质,注重实验技术的实用性。

微生物学实验具有很强的实用性,因此学有所用是作者选择实验及其内容的一个重要宗旨。为了培养学生良好的实验素质、思路 and 习惯,在第二个

模块的实验中,学生对自己分离的细菌进行革兰氏染色(形态观察)时,要求学生使用大肠杆菌和金黄色葡萄球菌作为革兰氏染色的阴性和阳性对照以获得正确的染色结果,从而引导学生运用所学知识正确设置实验的阴性和阳性对照;在第三个模块中按照实验要求(国家检测标准)设置了平行实验,可以让学生树立起平行实验的概念。另外通过第二个和第三个模块的学习,学生学会了如何获得实验用的土样和水样,从而初步具备了制备样品以分离目的微生物的能力;而水质的细菌学检测基本上是按照国家标准^[7]来完成,实验具有很强的实用性。

由于作者还担任微生物学理论课的教学,深知良好的实验教学可以极大提高微生物学整体的教学水平和质量,对学生更好地理解和消化理论课、培养学生动手能力、创新能力有重要的意义。在总体的实验课教学思路,实现模块化教学,在验证性实验中打好微生物实验技术的基础,而在探索性实验中,巩固基础实验技术,丰富实验内容并有意提高实验内容的宽度和深度,增强实验技术的实用性,调动学生的积极性,从而保证微生物学基础实验课良好的教学效果。

致谢:衷心感谢北京大学基础教学实验中心的袁洪生老师在课程改革过程中给予的重大帮助。

参 考 文 献

- [1] 钱存柔, 黄仪秀. 微生物学实验教程[M]. 第2版. 北京: 北京大学出版社, 2008: 1-327.
- [2] 沈萍, 范秀荣, 李广武. 微生物学实验[M]. 第3版. 北京: 高等教育出版社, 1999: 1-234.
- [3] 蔡信之, 黄君红. 微生物学实验[M]. 第3版. 北京: 科学出版社, 2010: 1-222.
- [4] Cappuccino JG, Sherman N. Microbiology: A Laboratory Manual (5th ed.)[M]. California: Benjamin/Cummings Science Publishing, 1999: 1-471.
- [5] Benson HJ. Microbiological Applications, Laboratory Manual in General Microbiology (Short Version, 8th ed.)[M]. New York: McGraw-Hill, Higher Education, 2002: 1-432.
- [6] Harley JP, Prescott LM. Laboratory Exercises in Microbiology [M]. 5th ed. New York: McGraw-Hill Company, 2002: 1-466.
- [7] 中华人民共和国国家标准. GB/T 4789.38-2008. 食品卫生微生物学检验大肠杆菌的快速检测[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008: 1-9.