

改革课程教学体系 加强实践和创新能力培养

——水处理微生物学课程教学的改革探索

赵炜^{1,2*} 王佰义^{1,2} 严子春^{1,2}

(1. 兰州交通大学环境与市政工程学院 甘肃 兰州 730070)

(2. 寒区旱区水资源综合利用教育部工程研究中心 甘肃 兰州 730070)

摘要: 水处理微生物学是给水排水工程专业的一门重要的专业基础课。该课程的主要培养目标是学习和掌握微生物学基础知识和基本实验技能, 以及微生物在水处理领域的应用, 激发学生的学习兴趣, 培养学生独立思考和解决问题的能力, 发展学生的创新性思维和工程实践能力。根据自身的教学体会, 结合给水排水工程专业的学科特点和专业需要, 对水处理微生物学教学内容、教学方法和手段以及实验教学进行改革, 并取得良好效果。

关键词: 水处理, 微生物学, 教学改革, 实验教学

The Reform of Curriculum Teaching System to Strengthen Practice and Innovation Ability

——The Teaching Reform and Exploration of Water Treatment Microbiology

ZHAO Wei^{1,2*} WANG Bai-Yi^{1,2} YAN Zi-Chun^{1,2}

(1. School of Environment and Municipal Engineering, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou, Gansu 730070, China)

(2. Engineering Research Center for Cold and Arid Regions Water Resource Comprehensive Utilization, Ministry of Education, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: Microbiology of Water Treatment is one of the specialized courses of Water Supply and Drainage Engineering. The major objective is to learn and master the basic knowledge and experimental skill of Microbiology and applications of microbes in water treatment field; to arouse the students' interests in study; to cultivate students' ability of thinking and solving problems independently; to develop their creative thinking and engineering practice ability. Educational reform of content of courses, teaching methods, and practical teaching on Microbiology of Water Treatment were carried out in the present study, combining with the characteristics of Water Supply and Drainage Engineering and specialized demands for Microbiology of Water Treatment.

Keywords: Water treatment, Microbiology, Teaching reform, Experimental teaching

基金项目: 长江学者和创新团队发展计划资助(No. IRT0966); 兰州交通大学教改项目(No. 2009-9); 兰州交通大学环境与市政工程学院教改项目(No. 08-01)

* 通讯作者: Tel: 86-931-4938077; 信箱: zhaowei@mail.lzjtu.cn

收稿日期: 2010-02-22; 接受日期: 2010-05-27

© 中国科学院微生物研究所期刊联合编辑部 <http://journals.im.ac.cn>

水处理微生物学是给水排水工程专业一门重要的专业基础课。该课程主要介绍水处理工程和环境水体水质净化过程中所涉及的生物学问题,特别是微生物问题^[1],包括微生物学基础知识、微生物在水处理中的应用和相关实验技术等。该课程独特的实验研究方法和操作技术在整个学科中占据着突出的位置,具有很强的实践性和应用性,对学生学习专业课知识和掌握微生物技术在水处理中的应用等方面起着非常重要的作用。通过对本课程的学习,使学生掌握水处理相关的微生物基础知识和基本实验操作技能,以及微生物在水体净化和水处理中的作用机理及其生命活动规律,同时学习水中微生物的检验方法等。

近年来,由于微生物学知识不断更新,内容日益丰富,微生物学在水处理领域的应用越来越广泛,而水处理微生物学课程教学学时数却不断缩减,加上工科学生生物学知识参差不齐,现行水处理微生物学教学模式已不能满足教学需求。要让学生对水处理微生物学方面的知识进行综合理解和掌握,能够准确把握微生物学领域的最新发展趋势和应用前景,必须对水处理微生物学当前教学体系加以改进,以提高教学质量、提升学生综合素质和创新能力。因此,我们在完成教学任务的基础上,对水处理微生物学课程教学进行了改革和探索,取得了较好的成效。

1 水处理微生物学课堂教学内容的改革

1.1 优化课程体系,整合教学内容

水处理微生物学是微生物学的一个分支,是微生物学与水质工程学相互结合的学科,并与有机化学、生物化学、遗传学和生态学等多门学科有着非常紧密的联系,其教学内容涵盖领域广阔,跨度大^[2]。因此,在有限的课堂教学中,要想把微观抽象的微生物世界以直观简明的形式展示给学生,必须对课程体系和教学内容进行优化。

在课程体系方面,我们以各种微生物的形态结构、生理代谢和遗传变异等基础知识以及微生物在水处理中的应用为主线,把教学内容优化为绪论(2学时)、微生物学基础知识(18学时)、污染物的微生物分解与转化和水质安全(8学时)以及与理论教学相配套的微生物学实验(20学时)4大部分。前3部分为课堂教学内容,占课程总学时的58.3%左右,

主要培养学生对水中常见微生物类群形态与结构的了解及一些重要水处理微生物学基础理论的掌握;实验部分主要让学生学习微生物学实验研究方法、掌握实验基本操作技能,培养学生分析问题和解决实际问题的能力。经过优化的水处理微生物学课程教学体系注重基础知识的传授,突出了微生物在水处理领域的应用,使基础知识与工程实践紧密结合,有利于加强学生的工程实践应用能力,培养他们的科学创新意识。

在教学内容方面,由于课堂教学学时数的压缩,教师在组织课堂教学时,根据给水排水工程专业特点、学生生物知识背景等对教材内容的编排进行优化和整合,对与其他学科相互重复的知识点进行删减,同时相应增加与给水排水工程专业相关的内容,强化微生物在水处理中的地位和作用,使知识结构更加合理,重点突出。首先,水处理微生物学是一门专业基础课程,是在学生学习和掌握其他基础课和部分专业课的基础上开设的。因此,教师在组织教学内容时,对学生已掌握和了解的内容以及其他专业课中重点讲解的知识不再重复讲授,如活性污泥膨胀的形成原因、水体富营养化、生态系统的结构和特征等。其次,在教学过程中,与实验教学相关的基础知识如革兰氏染色技术、培养基的类型和应用、灭菌与消毒、细菌的培养特征、微生物生长量的测定方法和水的卫生细菌学检验等内容全部移到实验课上讲授,避免不必要的重复。这样节省出的大量理论授课时间可用于重点和难点知识的详细讲解,也可用于扩展教学内容,而且调整后使微生物学基础知识和实验教学有机地结合在一起,通过实验教学既能加强学生对基础知识的理解,又能培养学生分析问题和解决问题的能力。最后,根据教学内容和专业需要,适当地增加了给水排水工程专业相关知识,如几种重要辅助因子如 NAD(P)^+ 、 FAD 、 FMN 、辅酶 Q 及细胞色素类等的结构和功能;光合细菌的形态结构、生理特性和在高浓度有机废水处理中的应用;古菌的结构和特点等,使整个教学内容更加丰富,结构更加完整、合理,重点更加突出。

1.2 教学内容与工程实践紧密结合,注重学生工程实践能力的培养

水处理微生物学是一门实践性和应用性很强的专业基础课程。教师应充分利用各种机会到水厂或

污水厂去了解水处理工艺流程,找到微生物学理论知识与水处理工程实践的结合点,尽可能通过工程实例来介绍相关微生物学知识,如藻类在氧化塘中的作用,废水生物除磷脱氮的机理,微生物菌剂、酶制剂、固定化酶、固定化微生物和遗传工程在废水处理中的应用,以及污水生物处理中微生物降解有机物的机理等。教学内容与工程实践紧密结合,使课堂教学更加生动,教学内容通俗易懂,在激发学生兴趣的同时,加深了他们对理论知识的理解,也培养了他们解决实际问题的能力。

1.3 以教学大纲为主线,适当拓展和更新教学内容,加大对新知识和新技术的传授

随着现代生命科学的迅速发展,微生物学领域的发展速度突飞猛进。同时,微生物学又加速了水处理技术的迅速发展,不断涌现出新理论、新技术和新设备。然而,现有教材在知识的更新方面存在明显的滞后现象。为了避免对新知识的欠缺,教师根据学科发展趋势对课程教学内容做出相应的调整,适时地介绍一些微生物学前沿知识和微生物应用于水处理领域的热点问题,如人类基因组计划、DNA 测序技术、DNA 重组技术以及最近流行的 H1N1 和 H1N5 病毒传染与防治等微生物学发展前沿,同时增加基因工程菌在污水处理中的应用、高效菌的筛选与培育、酵母菌在高浓度有机废水处理中的应用等内容。讲解新知识能够拓展学生视野,使学生的知识结构更加趋于合理化,并激发学生的学习热情和求知欲,进一步加深对基础知识的理解,以便将来在工作中能适应社会需求。

2 教学方法和教学手段的改革

微生物学所研究的对象是肉眼看不到的微小生物,采用传统的以教师讲授为主的教学方法难以描述微生物的形态结构特征,会使学生感到抽象、复杂、枯燥,影响学生对所学知识的理解。因此,在教学过程中,教师应根据具体的教学内容,灵活地运用多种教学方法,提高学生的学习兴趣和学习效率。

2.1 归纳比较教学法

在教学过程中通过对知识进行归纳总结并加以比较,可使复杂问题简单化,零散知识连续化,利于学生将知识点融会贯通,有助于对教学内容的掌握和理解。如原核微生物和真核微生物的区别;水

中常见微生物类群如细菌、放线菌、酵母菌和霉菌的菌落特征比较;微生物产能方式如底物水平磷酸化、氧化磷酸化和光合磷酸化的异同等。

2.2 互动式教学法

教学提倡教与学并重,这就要求教师在讲好课的同时,更注重调动和激发学生听课和参与课堂学习的积极性。在教学过程中,教师应积极与学生进行互动,让学生真正成为课堂学习的参与者。比如在讲授病毒时,教师根据教学内容先提出问题,如,什么是病毒?病毒具有哪些特点?病毒采用何种方式繁殖?烈性噬菌体和温和噬菌体的异同?让学生带着问题来阅读教材并积极思考,教师则通过提问让学生参与到课堂教学中,对于较难的问题教师可以给予一定的启发和提示,尽可能地让所有学生都参与思考,努力回答问题。最后,教师利用一定的时间对学生的回答进行总结和分析,同时鼓励学生向教师提问,教师针对学生所提问题进行答疑,对于普遍存在的问题,应向全体学生详细讲解。通过教师与学生之间的互动,让学生积极参与到课程教学中,使学生由被动接受转变为主动学习,有利于启发学生积极思考,活跃课堂气氛。

2.3 灵活运用多媒体辅助教学,激发学生的学习热情

计算机技术在教学领域的应用是教育现代化的标志,是深化教学改革,提高办学水平与教学质量的必然趋势^[3]。水中常见微生物的形态结构特征、运动方式及废水生物处理的基本原理等采用传统教学手段来讲授时,内容抽象不利于学生理解,而多媒体辅助教学的出现有效弥补了传统教学的不足,使教学内容更加形象、生动,易于理解掌握。我们以《水处理生物学》(第4版)教材为基础,参照其他资料制作了多媒体课件,该课件包括大量的微生物形态结构显微照片、动画、视频和电子教案等,以现代化的教学手段提高学生的学习兴趣,帮助学生牢固掌握基础知识。如在讲授微生物的形态和结构特征、细菌的特殊结构等内容时,教师向学生展示显微照片来加深学生对微生物的了解。在讲授细菌鞭毛的摆动、病毒的吸附与侵入、微生物营养物质的运输方式和微生物学实验操作过程时,可结合各种动画、视频等方式来辅助课堂教学,使复杂的教学内容简单化和直观化,便于理解。在讲授废水生

物处理的基本原理时,通过放大几十至几十万倍的光学或电子显微照片展示水处理系统中的各种原(后)生动物、藻类、丝状细菌和菌胶团的形态结构特征,使学生可以感性地认识到水处理系统中常见微生物类群以及微生物在污水资源化中的重要作用。

2.4 加强自学环节,培养学生自主学习的能力

由于新版教材内容比较多,很难在课堂上全部讲解。因此,在组织教学过程中,我们将教材中相对简单、易理解或应用欠广泛的部分章节如微型后生动物、底栖动物、水生有害植物及其控制、常用化学抑制剂与杀菌剂的选择、酶的系统命名法等作为学生自学内容,在教师引导下让学生利用课外时间自学。同时,教师根据教学内容和专业发展方向提出专题让学生去查阅资料,了解学科发展的前沿动态,并以书面形式总结查阅情况。自学能使充分发挥学习的主体地位,锻炼学生自主学习的能力,引导学生养成良好的自学习惯。

3 实验教学改革

改革实验教学,提高教学质量是高等教育应长期坚持的一个重要环节。实验教学把理论的、抽象的知识具体化,可有效实现对理论的深层次理解,培养学生的学习动力^[4]。实验课是微生物学教学的重要组成部分^[5],与理论教学相辅相成,通过实验教学加深学生对微生物学基础知识和基本技能的掌握和理解,对提高他们的实践和理论联系实际能力,分析问题、解决问题能力和创新能力有着非常重要的作用。

3.1 增加实验学时,加强实验环节在教学中的地位

近年来,由于教学内容的增加和给水排水工程专业的飞速发展,原实验学时数相对较少,不利于学生实践技能的训练和培养。为此,我们适当加大实验学时,由原来16学时增加到20学时,占课程总学时的41.7%左右,大大提高了其在课程教学中的比重。同时,水处理微生物学实验教学穿插于理论教学中,使理论教学与实践技能培养有机结合起来,突出实验环节的重要性。

3.2 改变单一实验类型,增加综合性和设计性实验,注重学生综合技能的培养

水处理微生物学实验教学优化前内容比较单

一,以验证性实验为主,实验过程大部分由教师完成,只能让学生掌握基本实验知识和基本操作技能,不利于激发学生的学习主动性和创新性。为了培养学生的综合技能和创新性思维,在有限的实验条件下,教师将原来单一的实验内容进行整合,尽量开设综合性和设计性实验。例如,我们开设了“校园周围不同水体环境中微生物数量测定与比较”这个综合性实验。在教师的指导下,要求从设计实验方案到取样、配制培养基、灭菌消毒、分离纯化纯种微生物、微生物总数的测定及菌落菌体形态观察等实验环节均由学生独立完成。优化前各自独立的4个实验就有机地结合在一起,同时加入了实验设计和取样方法等内容,培养了学生独立思考的能力并大大激发了学生的创造性思维。同时,教师将科研融入到实验教学中,组织学生积极参与教师的科研任务,如利用造纸废水灌溉农田对土壤微生物的动态影响、西部地区窖水的卫生细菌学检测、新型厌氧反应器主要微生物生理群的测定等,使实验内容更加丰富,理论知识与实践结合更加紧密,较好地培养了学生的科研能力和创新意识。

3.3 精选实验材料,获得理想的实验效果

实验材料是实验教学的重要组成部分,是决定实验教学效果的关键因素。在“原(后)生动物形态观察”实验教学中,许多学校利用生活污水在实验室培养出活性污泥或在水塘或湖中悬挂PFU块等方法来获取实验材料^[4],但这些材料都不能真实反映水处理构筑物中原(后)生动物的种类和数量上的变化情况,缺乏代表性。直接从处理构筑物中取样是获取实验材料的最佳途径,样品能真实反映水处理系统中微生物种群和数量的变化,既能激发学生的学习兴趣,又能获得理想的实验效果。在此实验教学中,我们长期坚持直接从污水厂活性污泥曝气池或企业污水站接触氧化塔中取样,样品中原(后)生动物种类丰富,数量多,同时学生还可以观察菌胶团或生物膜的形态与构造,比较各区段各类微型动物生态演替规律。该实验极大地激发了学生的学习热情,每次都收到良好的实验效果。

3.4 注重实验过程和结果分析,培养学生分析问题和解决问题的能力

为了使课堂中讲授的重要理论和概念得到验证和巩固,培养学生正确掌握一定的实验操作技能和

独立思考的能力,教师要求每个参加实验的学生必须严格按照实验程序认真完成实验。由于微生物学实验与其他实验课不同,除要求学生独立完成实验外,更要注重实验过程,尤其要求学生始终牢固树立无菌操作观念,通过反复练习,熟练实验操作,掌握微生物学的基本实验技术。实验过程中要求学生紧密联系所学知识,仔细观察和分析实验现象,如实记录实验结果。实验结束后,根据实验现象和结果进行分析整理并按我们科学制定的统一格式最终完成实验报告,对实验中出现的问題应及时分析解决,这些是做好实验的必要条件,可以培养学生分析问题和解决问题的能力,也能培养学生严谨认真的科学精神和实验态度。

3.5 注重实验教学的考核,加强学生对实验教学的重视程度

实验教学考核是教学工作的重要组成部分,是检验实验教学成效的一种手段,考核的目的是检验学生是否掌握了实验技能,是否学会了科学研究方法,是否锻炼了科研思维的能力等^[6]。为了提高实验教学效果,加强学生对实验课的重视程度,必须注重实验课的考核。水处理微生物学实验教学内容由实验理论和实验操作两部分构成,其成绩为两部分的综合成绩。实验操作成绩的评定要根据学生在实验课上的预习、操作、实验报告、实验态度、对实验室规章制度的遵守和实验课出勤率等方面进行综合评定,占期末总评成绩的20%,而实验理论部分则与课堂教学一起以卷面成绩显示,占卷面成绩的30%左右。

4 总结

近年来,随着生命科学的不断发展,微生物学在水处理领域的应用越来越广泛,要想让学生更好

地适应给水排水工程专业的发展需要,教师应及时跟踪微生物学和给水排水工程专业学科的发展前沿,不断完善课程体系和更新教学内容,研究探讨适合给水排水工程专业学生的教学模式和教学方法,充分利用多媒体技术辅助教学,注重教学过程的启发性和互动性,不断加强实践环节,尽量强化对学生实践能力和创新能力的培养。总之,水处理微生物学课程教学改革是一个长期的、艰巨的任务,很多问题还有待解决,例如怎样在有限的课堂教学中尽可能向学生展示丰富的内容;在教学过程中充分体现给水排水工程专业特色;时数不足的情况下,如何将理论教学与实验教学的比重安排得更加合理,最大限度地培养学生的综合素质和实践创新能力等等。作为一名青年教师,在今后的实际教学中将不断摸索探讨,使水处理微生物学课程体系更加完善,教学内容更加丰富,让学生积极主动地学习,培养他们的实践和创新能力。

参考文献

- [1] 顾夏声. 水处理微生物学. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006: 1-50.
- [2] 王士芬, 施鼎方. 浅析环境微生物学实验教学. 实验技术与管理, 2005, 22(10): 110-112.
- [3] 张宸豪, 张淑萍, 马爱新. 如何提高微生物学的教学质量. 吉林医药学院学报, 2006, 27(4): 247-248.
- [4] 刘慧龙, 胡将军, 张根寿, 等. 水处理微生物学实验教学改革. 实验室研究与探索, 2004, 2(23): 60-62.
- [5] 李军红, 郑志, 姜绍通, 等. 工科院校微生物学教学改革与实践. 安徽农学通报, 2007, 13(18): 259-260.
- [6] 赖建平, 罗军, 周勇强, 等. 从培养学生创新能力入手加强化学学院食品微生物学实验教学改革. 广东化工, 2007, 34(2): 77-79.