

## 环境工程微生物学实践教学改革与实践

王利明\*

(内蒙古农业大学水利与土木建筑工程学院 内蒙古 呼和浩特 010018)

**摘要:** 环境工程微生物学是环境工程专业的主干课程之一,也是其专业课程的前置课程。为了提高教学效果,在教学实践中,通过强化环境工程微生物学实践教学环节,在验证性实验的基础上,增设了综合性实验、生产实践性实验和研究性实验,并与课程实习、毕业论文相结合,不断改革和完善环境工程专业的环境工程微生物学实践教学体系,构建了环境工程微生物学“一体化实践教学体系”的教学模式。实践证明,这一体系能够激发学生的学习兴趣、动手能力、创新意识、分析问题和解决问题的能力。

**关键词:** 环境工程微生物,实践教学,教学模式,能力培养

## Practice teaching reform of Environmental Engineering Microbiology

WANG Li-Ming\*

(College of Water Resources and Civil Engineering, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia, 010018, China)

**Abstract:** Environmental Engineering Microbiology is one of the core subjects in the environmental engineering major. It is also one of the pre-subjects for its professional subjects. In order to improve the teaching effect, the comprehensive experiments, the productive practice experiments, and the research experiments were added based on the verification experiments. Combined with the course practice and graduation project, the practice teaching system had been gradually reformed and improved. As a result of this, a teaching mode of “Integrated Practical Teaching System (IPTS)” was constructed. It had been proved that this model could stimulate students’ interest in learning, practical ability, innovation consciousness, and ability to analyze and solve problems.

**Keywords:** Environment Engineering Microbiology, Practical teaching, Teaching model, Ability building

微生物在环境监测、环境污染治理与修复技术中,应用非常广泛、发展速度迅猛、渗透深入。环境工程微生物学是众多高校环境类专业学生必修的专业基础课、是专业主干课程之一,也是环境工

程专业方向研究生必考课程之一。它是以微生物学为基础,是生命科学和环境科学与工程交叉的一门学科,具有极强的实践性和应用性<sup>[1-2]</sup>。环境工程微生物学实践教学是其理论教学的延伸;加深学生

**Foundation item:** Teaching Reform of Inner Mongolia Agricultural University (No. JGYB201020)

\***Corresponding authors:** E-mail: limingwang@imau.edu.cn

**Received:** May 04, 2017; **Accepted:** August 22, 2017; **Published online** (www.cnki.net): August 30, 2017

基金项目: 内蒙古农业大学教改项目(No. JGYB201020)

\***通讯作者:** E-mail: limingwang@imau.edu.cn

收稿日期: 2017-05-04; 接受日期: 2017-08-22; 优先数字出版日期(www.cnki.net): 2017-08-30

对理论知识内容的理解;培养学生科学、严谨的学习态度;独立操作、创新能力;是发现问题、分析问题、解决问题的思维方式的重要环节。为实现专业培养目标,对于巩固微生物学基本理论知识、培养学生运用微生物技术分析、解决环境问题的能力 & 开发学生的创造力至关重要<sup>[3-4]</sup>。但是,以往的环境工程专业的环境工程微生物学实践教学过程中,存在着实验学时数短、内容简单、实际操作能力不强、缺乏专业特点等不足之处,满足不了环境工程微生物学教学要求,学生体会不到实践教学内容的实际意义及微生物在环境污染控制、环境治理及环境修复中的作用。因此,在总结多年的理论教学和实践教学经验的基础上,从实践教学内容的创新、教学方法和手段、人才培养、就业需求等方面入手,建立体现专业特色的环境工程微生物实践教学体系,逐步引导学生发挥主动性和创造性,活学活用,使其成为应用微生物学理论知识解决环境污染问题的践行者。

## 1 环境工程微生物学应用型实践教学体系的构建

实践教学是课程教学体系中的重要环节,承担着对学生工程素质、实践能力及创新精神培养的责任,它不仅对学生理论联系实际、加深对理论的感性认识有着非常重要的作用,同时也是实现应用型人才培养目标的主要途径<sup>[5]</sup>。根据以往实践教学中的短板,结合我校环境工程专业应用型人才培养方案,对环境工程微生物学实践教学模式进行改革,把实验教学、认识实习、毕业论文、就业指导及学习深造等人才培养实践环节有机结合,将环境工程微生物学实践教学与理论教学、科研、学科建设和生产融为一体,构建环境工程微生物学“实践教学体系一体化”的教学模式。即理论教学与实验教学同步进行;增加实验教学学时数;实验教学内容层次化;认识实习强化环境工程微生物学在科研、生产、监测部门中的应用;最后学生选择感兴趣的内容做毕业论文。该一体化的教学模式,旨在培养学

生的动手能力、创新意识和思维能力,为毕业后所从事专业或为深入学习夯实基础。

## 2 环境工程微生物学实践教学环节的改革与实践

### 2.1 加强实验教学,提高学生的动手能力

实验课是环境工程微生物学课程学习中最直接、最基础、最有效的一种实践教学形式,在实验的过程中不仅要掌握基本的实验操作,同时还可以激发学生的学习热情;进一步孕育和产生新思想、新观念、发明和新技术<sup>[6]</sup>。然而,过去的实验教学体系所设立的实验学时数偏短、实验内容单一、验证性实验所占比例较大。从以往的教学经验来看,验证性实验是必要的,它能使学生加深对知识的理解,培养学生的动手操作能力和科学、严谨的学习态度。但要培养学生的创新精神,提高学生的综合素质,必须要不断地开发综合性、设计性、创新性和研究性的实验内容。

为了培养学生基本操作能力、提高学生独立分析问题和解决问题的能力、理论联系实际及开拓创新的能力,在多年的教学实践中不断的思考、探索与总结。首先,对不同层次实验内容<sup>[7-8]</sup>进行了调整与选择,即验证性实验:这部分是最基本的实验内容,主要帮助学生理解有关基础知识、掌握基本实验技能,突出环境工程微生物学的基本操作技术,使学生明确这部分实验内容的重要性,并意识到基础实验内容将服务于所有实验,贯穿于整个实验过程中,如显微镜使用、原核与真核微生物个体形态的观察等基础性实验;综合性实验:是一些知识点的有机组合,对学生掌握知识的广度和深度提出了更高的要求,实验突出了知识点间的内在联系<sup>[9]</sup>。经过综合性实验的操作,学生对掌握不同章节的知识有了深入的了解与贯通,把握其中的联系,有利于提高学生的学习主动性和创造性。与此同时,减少了单一的验证性实验的学时数,将基本操作技能与其它实验有机结合,增强了实验技能,如以不同条件对微生物生长的影响、不同微生物对营养要求

不同内容为主的器皿洗涤、包装、灭菌、培养基配制等实验；生产实践及应用性实验：从环境工程专业角度出发，为了激发学生的学习热情及专业兴趣，将传统的实验内容与实际应用相结合，让学生测定生活环境(水体、土壤、空气)中微生物存在状况，了解微生物的存在量与环境质量的关系，以及微生物在环境污染控制与治理中的作用。通过加强这部分实验，不仅使学生牢牢地掌握了环境中微生物的检验方法，也培养了学生严谨的科学态度、高度的责任心以及良好的专业素质；研究性实验：在验证性实验、综合性实验及应用性实验的基础上，结合先进的方法、技术及专业发展方向，学生在老师的引导下，参与完成具有一定研究意义的实验。通过研究性的实验，对加深课程的理解，了解学科当前的发展状况，培养学生良好的科研意识及工作作风、开阔视野等方面都有很大的帮助，即利用高级显微镜及应用软件对环境微生物进行定量、定性的测定等。其次，将实验学时数调整为 16 学时，在原有实验教学学时数的基础上增加了一倍，使实验学时数占整个课程学时数的三分之一。经过对实验教学内容层次、学时上的调整、完善后，形成了较为合理、稳定的实验内容。学生在增强动手能力的同时，理论教学内容得到了进一步巩固。

## 2.2 通过基地实习，提高学生利用微生物解决环境问题的意识

课程认识实习是将专业课程与生产实际紧密结合的感观认识过程，一般安排在专业课结束或进行中，现场参观污水处理厂、垃圾填埋场、环保工程公司、环境监测部门等专业单位，让学生对所学工程技术和工艺流程有直观的认识，帮助学生了解所学的理论知识如何应用到工程实践中。过去参观一直以工程技术和工艺流程为主要实习内容，淡化了微生物在污、废水处理、固体废物处理、环境监测过程中的重要作用。然而在水处理过程中，不论工艺如何，起主要作用的还是微生物，又脏又臭的污、废水在微生物的作用下逐步得到净化；城市生活垃圾及农、畜产品生产过程中的固废，也是

在微生物的作用下得以降解和转化；而监测部门在进行环境监测时，微生物指标也是不可或缺指标之一。

为了让学生认识到微生物在环境治理及生产中的重要性，在参观实习前，请具有丰富实践经验的专业老师为学生做专题报告；参观过程中，由实习单位的专业技术人员对整个处理工艺、流程和微生物的作用功能做较为详细的讲解，在这一过程中，学生可以就自己感兴趣的问题与专业技术人员进行交流；参观实习结束后，学生与生产一线的技术人员、专家进行座谈交流、沟通，了解微生物在专业发展方向、前沿领域应用状况及在实际生产中的应用情况等，大大拓宽了学生的视野，提高了学生对微生物在环境领域的应用程度。

## 2.3 独立完成毕业论文，全方位提升学生专业素质

毕业论文是本科教学中最重要、学时数最长的实践教学环节，是所学专业理论知识最后综合体现的实践过程，是检验学生在校学习成果的重要措施，也是提高教学质量的重要一环。它起着从大学学习生活走向社会的一个桥梁作用<sup>[10]</sup>。以往的环境工程专业学生毕业时全部都是做工程类毕业设计，几乎没有关于微生物在环境工程中应用方面的论文内容。根据学生择业方向、实际生产内容、教师研究内容及研究领域等方面，设立多种类型的有关环境工程微生物研究方向的毕业论文题目。学生一人一题，通过做不同的实验，独立完成毕业论文，与此同时提升了专业素质，具体表现在以下诸方面：

通过选题，突出学生个性化培养，激发学生创新精神；学习规划工作内容；了解与论文相关的国内、外前人所做的相关的研究内容、目的、方法及前沿领域内容等；实验方案是整个实验研究过程的核心，依据任务书的要求，学生自己设计实验方案，提升学生实验设计的可行性及其对论文结果的影响；通过亲力亲为的实验研究，锻炼了学生组织协调能力、动手能力、解决问题的能力及科学严谨、

仔细认真的工作态度；利用不同应用软件对实验数据进行处理，学生在巩固专业知识的同时，学会综合分析问题的思维方式；撰写毕业论文不仅是全部实验研究结果的文字体现，是学生语言组织、表达和写作能力的综合反映，也是学生从理论到实践再到理论的升华；答辩是全方位考量学生的一个机会，精炼的语句、自信的态度、熟悉的内容和激情的演讲，是学生口头语言能力的展示。

### 3 实践效果

通过这些年来对环境工程微生物学课程实践教学体系的改革和优化，实践教学各环节逐步得到了发展和完善，学生的应用能力、创新能力得到增强。

#### 3.1 实现“教、送、带”良性循环

本课程授课于大三学生，他们在学习理论知识与实践技能的过程中，辅助大四的学生做与毕业论文相关的实验；大四的学生毕业了，大三的学生不仅掌握了所学知识的内容，还巩固了实践技能；同时，在实验室勤工助学的大一、大二学生，耳闻目睹了高年级学生的实验内容，为以后该课程的学习增强了感性认识。这正是教会大三的，送走大四的，带出大二的良性循环。

#### 3.2 依据个人兴趣，结合专业特色，做好毕业论文

改革前，几乎没有环境工程专业的学生做关于环境工程微生物与环境关系方面的毕业论文。改革后，通过一体化实践教学模式的实施，环境工程专业的学生根据自己的兴趣、爱好，积极踊跃报名选择水体、土壤、空气中与环境工程微生物相关的论文题目；教师则根据学生的学习、实践能力选择学生，通过采取师生双向选择、以签署任务书的形式最终确定学生人数，保证了毕业论文完成的质量。经过教师的严格要求和学生们的不懈努力，已经连续七年，每年都有一篇毕业论文获得优秀以上的奖励，最高荣获一等优秀毕业论文。实践结果表明，兴趣是基础，专业是特色，严格要求和努力是做好毕业论文的保证。

#### 3.3 学以致用，提高创新能力

2015年，学生利用所学的环境工程微生物学知识，通过在水体净化处理装置上的独到设计，参加了全国大学生水利创新设计大赛，荣获二等奖。通过参赛，学生在全国理工科院校之间的竞争中展示了自己的创新能力，提高了自信心，与此同时也学到了更多的知识，为他们今后的学习开拓了视野。

#### 3.4 夯实基础，扩展研究范围

学生在本科期间，由于有了扎实的实践技能基础，继续深造的学生再做实验研究，就会得心应手。已经有四届五名硕士生，利用环境工程微生物学理论知识和实践技能，为他们的研究领域扩展了范围，提供了新思路。如对水环境的研究不仅局限于理化因素，还对水体中微生物方面的内容进行了较深入的研究。

#### 3.5 提高学生实践能力，接受社会的选择

对于直接就业的环境工程专业的学生，在学校掌握到的实践技能马上有了用武之地，用人单位特别愿意接收既有理论知识又具有实际操作能力的大学毕业生。像环境监测部门、某些部门的实验室、水处理生产单位等，录用大学毕业生，不仅有笔试、面试，还增加了实际操作能力测试环节，这是对我们的实践教学效果的一个检验，同时也提出了更大的挑战。

实践教学体系的完善需要长期不间断的努力，需要我们在实践中不断地调整和优化，随着实践教学体系的发展，朝着产学研全面发展的方向，我们将培养出更多具有实际应用能力、创新能力、适合社会发展需要的环境工程专业人才。

### 参 考 文 献

- [1] Zhou QY, Wang SF. Environmental Engineering Microbiology[M]. 3rd Edition. Beijing: Higher Education Press, 2008 (in Chinese) 周群英, 王士芬. 环境工程微生物学[M]. 第3版. 北京: 高等教育出版社, 2008
- [2] Liu YJ, Liu GP, Wang XG, et al. Research and practice on experimental teaching reforms for environmental engineering microbiology[J]. Journal of East China Institute of Technology (Social Science Edition), 2006, 25(2): 191-194 (in Chinese) 刘亚洁, 刘光萍, 王学刚, 等. 环境工程微生物学实验教学改

- 革的探索与实践[J]. 东华理工学院学报: 社会科学版, 2006, 25(2): 191-194
- [3] Li B, Yang Q. Exploring the practical teaching system for cultivating innovative ability of College Students[J]. Chong Qing and the World, 2013, 30(1): 54-56 (in Chinese)  
李博, 杨琼. 探索构建大学生创新能力培养的实践教学体系[J]. 重庆与世界, 2013, 30(1): 54-56
- [4] Zhang XF, Zhou WL, Wang ZP, et al. Teaching reform of environmental microbiology and cultivation of students' innovative ability[J]. Microbiology China, 2014, 41(4): 748-752 (in Chinese)  
张小凡, 周伟丽, 王志平, 等. 环境微生物学教学改革与学生创新能力的培养[J]. 微生物学通报, 2014, 41(4): 748-752
- [5] Chen S. Reform of practice teaching according to mode of applied cultivation (Continued)[J]. Research and Exploration in Laboratory 2012, 31(8): 1-3 (in Chinese)  
陈爽. 应用型人才培养模式的实验教学改革[J]. 实验室研究与探索, 2012, 31(8): 1-3
- [6] Li YG, Yan B, Zeng MX, et al. Construction and practice of practical education system of applied environmental engineering[J]. Experiment Science and Technology, 2011, 9(3): 105-107 (in Chinese)  
李元高, 严滨, 曾孟祥, 等. 环境工程应用型实践教学体系的构建与实践实验[J]. 科学与技术, 2011, 9(3): 105-107
- [7] Wang GH. Research on experimental teaching reform of Environmental Engineering Microbiology[J]. Microbiology China, 2005, 32(2): 144-145 (in Chinese)  
王国惠. 环境工程微生物学实验教学改革研究[J]. 微生物学通报, 2005, 32(2): 144-145
- [8] Liu HM, Liu J, Liu CF. Reform in practical teaching of environmental engineering majors[J]. Higher Education of Sciences, 2007, 71(1): 121-123 (in Chinese)  
刘恒明, 刘靖, 刘长发. 环境工程专业实践环节教学的改革与实践[J]. 高等理科教育, 2007, 71(1): 121-123
- [9] Chen F. Application of knowledge organization teaching strategy in Microbiology course[J]. Microbiology China, 2015, 42(9): 1802-1808 (in Chinese)  
陈峰. 知识关联教学策略在微生物学教学中的应用[J]. 微生物学通报, 2015, 42(9): 1802-1808
- [10] Xu XY, Ji FY, Hu BB. Discussion on teaching methods of graduation project for Undergraduate students of Environmental Engineering Speciality[J]. Higher Education of Sciences, 2010(4): 114-117 (in Chinese)  
许晓毅, 吉芳英, 胡碧波. 环境工程专业本科毕业设计(论文)教学方法探讨[J]. 高等理科教育, 2010(4): 114-117