

基于“卓越计划”培养目标的水处理微生物学课程改革研究与实践

贾艳萍* 贾心倩 张兰河 马姣 唐同同

(东北电力大学 化学工程学院 吉林 吉林 132012)

摘要: 水处理微生物学是应用化学专业一门重要的专业基础课。为满足“卓越计划”的培养要求,结合我校现阶段教学中存在的问题,从教学大纲制定、课程内容设置、教学手段与方法改革以及建设课程考试评价体系四方面,对水处理微生物学课程进行了改革与实践。结果表明:通过课程改革与实践,学生的工程实践和科研创新能力得到增强,综合素质得到提高,为卓越工程师的成功培养奠定了基础。

关键词: 卓越工程师, 水处理微生物学, 改革, 实践

Study and practice on the teaching reform of Water Treatment Microbiology based on the program of excellent engineers education

JIA Yan-Ping* JIA Xin-Qian ZHANG Lan-He MA Jiao TANG Tong-Tong

(School of Chemical Engineering, Northeast Dianli University, Jilin, Jilin 132012, China)

Abstract: Water Treatment Microbiology is an important specialized foundation curriculum in applied chemistry profession. In order to meet the training needs of excellent engineers education program, Water Treatment Microbiology curriculum was reformed and practiced in four aspects containing the formulation of teaching program, optimization of teaching content, reformation of teaching methods and means and construction of curriculum examination evaluation system according to existing problems in the teaching. The results indicated that the engineering practices and innovative capability of students were increased and the comprehensive quality of students was improved based on the curriculum reformation and practice, which could lay a foundation for the successful training of excellent engineers.

Keywords: Excellent engineer, Water Treatment Microbiology, Reform, Practice

“卓越工程师教育培养计划”是教育部为了贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010–2020年)》启动的教育改革项目,目标是培养一大批创新能力强、适应经济和社会发展需要的

高质量工程技术人才,为国家走新型工业化发展道路、建设创新型国家服务^[1-2]。全国共有61所高校作为教育部首批计划实施高校,其中包括985高校、211建设高校、地方重点建设高校和一般高校

基金项目: 吉林省教育厅 2012 高等教育教学研究课题(吉教高字[2012]45 号); 东北电力大学教学改革项目(2013)

*通讯作者: Tel: 86-432-64806371; ✉: jiayanping1111@sina.com

收稿日期: 2013-06-03; 接受日期: 2013-09-29; 优先数字出版日期(www.cnki.net): 2013-10-25

四种类型。我校作为地方重点建设高校成为“卓越计划”首批实施高校之一,共有7个专业经教育部批准实施卓越工程师教育培养计划,其中我院的应用化学专业成为其中的试点专业之一。

为实现“卓越计划”的培养目标,应用化学专业现有的课程体系需要进行相应的改革与优化。我院应用化学专业主要是培养在电力、石油、化工、煤炭、轻工、环境等领域从事水处理、金属腐蚀与防护等工作的高素质应用型专门人才。“水处理微生物学”是应用化学专业的一门重要专业基础课,在应用化学专业的本科教学中占有非常重要的地位。它以“无机化学”、“有机化学”、“分析化学”和“物理化学”等课程为基础,主要学习有关水处理、水环境污染控制、水质净化过程以及水中有害微生物检测与控制过程中涉及的微生物学原理、常规技术和基本方法等基础理论和基本知识,了解水处理微生物学科的发展历程和方向,为学生今后进一步学习水处理技术和从事水质生物学检验等工作打下坚实的理论和基础知识。2000年我校应用化学专业就设置了“水处理微生物学”课程,但其传统的课程体系及教学模式已经无法适应“卓越计划”的教学需要,必须按照“卓越计划”培养目标,结合课程特点、立足本校实际进行改革。本文将介绍从教学

大纲制定、教学内容设置、教学手段与方法以及建设课程考试评价体系四方面对“水处理微生物学”课程体系进行的改革与实践。

1 结合“卓越计划”培养目标,认真制定教学大纲

本课程原来的教学采用理论授课与课内实验相结合的方式,理论授课30学时,课内实验10学时,教学任务安排应用化学专业第四学期。在明确了“卓越计划”培养目标后,我们按照院专业指导委员会的意见,结合应用化学专业办学定位、办学条件及人才培养要求,重新制定了适合“卓越计划”的“水处理微生物学”教学大纲,并在理论授课学时和课内实验学时均不变的前提下,引入一周的课程实习环节(该环节包括综合性、设计性实验以及去企业现场的参观实习)。

本课程借鉴了国内外有关教材,根据“重专业、强基础、突技能”的原则设计教学大纲。注重基础和专业应用,产学研相结合,充分体现学科的系统性和专业性,突出重点和专业特色。课程分理论课教学30学时、课内实验教学10学时以及一周的课程实习。本课程理论课知识模块顺序及对应的学时如表1所示。

表1 水处理微生物学知识模块及对应学时

Table 1 The knowledge module and the corresponding period of Water Treatment Microbiology

内容 Content	理论课学时 Theoretical course hours	实验课学时 Lab course hours	小计 Subtotal
Introduction	1		1
Prokaryotic microorganisms	3		3
Eukaryotic microorganisms	2	2	4
Virus	2		2
Nutrition of microorganisms	2	2	4
Metabolism of microorganisms	2		2
Growth and reproduction of microorganisms	2	2	4
Ecology of microorganisms	2		2
Heredity and variation of microorganisms	2		2
Degradation and transformation of refractory substances by microorganisms	4		4
The basic principle of biological treatment of wastewater and the major microorganisms groups	4	4	8
Bioremediation technology	2		2
The application of new microbiological technology in water treatment project	2		2
Total	30	10	40

课内实验具体内容及学时分配如下：实验一：显微镜的使用方法 & 微生物的形态观察(2 学时)；实验二：培养基的制备及灭菌消毒技术(2 学时)；实验三：微生物的接种分离及细菌的简单染色与革兰氏染色技术(2 学时)；实验四：活性污泥混合液中微生物相的观察与分析(2 学时)；实验五：水中细菌总数的测定(2 学时)。

课程实习环节：开展 3 个综合性设计性实验，分别为：(1) 土壤样品中微生物的分离纯化；(2) 不同环境下水中微生物的富集、分离和鉴定；(3) 利用藻类评价水中重金属的毒性。组织学生进行企业现场参观，如电厂、自来水厂、污水处理厂等单位，并要求学生写出现场参观调查报告。

新确立的教学大纲中理论教学模块强调了学科基础知识与专业知识的有机结合，实践教学模块则注重了基础验证性实验、综合设计性实验和课程实习的层次性和协调性，强化了对学生的动手能力和实践能力的培养。经 2 届本科生的施行，证明该教学大纲是符合“卓越计划”培养目标的。

2 按照“卓越计划”培养要求，凝炼规范教学内容

“卓越计划”的培养要求是将参与计划的学生培养成为适应社会和经济需要的、具有较强创新能力和实践能力的卓越工程技术人才^[3-4]。因此在授课内容上，为避免各门课相关内容的交叉重复，本着少而精的原则，合理取舍并精简教学内容，但同时又注意保留微生物学课程的核心内容。授课时以形态构造、生理代谢、遗传变异、生态分布、以及微生物在水处理中的应用为主线，使学生能够很好地理解微生物生命现象与水处理过程的关系，并将微生物学知识和相关技术应用到水处理工程实践中，构建适应“卓越计划”培养要求的全新课程内容体系。

2.1 将科研融入教学，提升基础课课堂的学术氛围

改变以往在基础课课堂只注重传授基本理论的教学传统，依托课程组教师的科研优势，将科研

成果和先进的技术理论融入教学。在日常教学中，适时介绍与课程内容相关的本学科最新进展，通过阅读文献或对某个课题进行研究后，将热点话题或取得的新成果及时给学生讲解。这样的处理在完善教学内容的同时，更新了知识点，使课堂教学更具科学性和探索性。如在学习到“微生物的生长繁殖”这一章时，把课程组教师正在进行的科研项目“脱臭生物滴滤塔生物膜活性表征及微生物群落结构解析”的相关研究进展结合进去，使学生不仅能较好地回顾前面学过的细菌、放线菌、酵母菌以及霉菌的基础知识，而且更好地学习和掌握生长控制以及微生物培养观察方面的相关知识，加深了对理论课内容的理解，做到了基础与前沿兼顾。课程组教师在生物法处理水，如“基于微污染水源水的安全供水问题”进行了较深入的研究，而这些内容也恰好是国内外水质工程领域的热点。因此在讲解“微生物学新技术在水处理工程中的应用”这一章时，适当将本课程组的最新研究成果予以介绍，会极大激发学生的学习兴趣和取得较好的授课效果。

2.2 依托课内实验和课程实习，构建全新的实践教学体系

在课内实验中，精选基础性、验证性实验，通过 10 学时的课内实验使学生掌握微生物学的基本操作技术，即无菌操作技术、纯种分离与鉴定技术、显微操作技术以及纯培养技术。使学生初步了解微生物对水中污染物的降解与转化的相关方法，以及水处理相关微生物学检测技术，帮助学生理解微生物学的基本原理，使他们在日后的工作中能熟练运用微生物学的相关知识。

将课程实习分为两个环节：一个环节为综合性、设计性实验，一个环节为去企业现场的实习参观。微生物学综合、设计性实验安排在理论授课和课内实验结束后，此时学生已掌握了一定的微生物学理论知识和基本的操作技能，在此基础上运用微生物学知识和专业课知识，对实验方法和实验技能进行综合训练^[5]。结合应用化学专业特色，开设了 3 个综合性、设计性实验，分别为：(1) 土壤样品

中微生物的分离纯化;(2) 不同环境下水中微生物的富集、分离和鉴定;(3) 利用藻类评价水中重金属的毒性。将学生分成若干个组, 每组 2-3 人, 以组为单位通过查阅相关文献和已掌握的微生物学知识, 自行设计实验方案。教师有针对性地对学生的方案给予指导, 使其进一步完善。学生依据修改的实验方案来进行实验, 并对结果进行汇总整理、分析讨论, 写出实验报告。在这个过程中, 不仅培养了学生的团队协作精神, 还使他们的实验动手能力以及独立分析问题、解决问题的综合实践能力得到了进一步提高。

在课程实习参观环节中, 组织学生到电厂、污水处理厂、自来水厂等单位现场参观, 并要求学生写出现场参观调查报告, 增强学生对有关知识的感性认识和理解。如在国电吉林江南热电厂实习时, 带领学生现场参观了凝结水处理系统、废水处理系统、冷却水处理系统, 并做现场生物镜检观察, 了解水的消毒生产工艺过程; 在带领学生去污水处理厂参观实习时, 让学生对活性污泥进行现场的显微观察, 让学生认识到活性污泥中的细菌是以菌胶团形式存在的。在处理效果较好的情况下, 活性污泥中会出现原生动物钟虫和后生动物轮虫等, 可作为评价污水处理的参照物。这些内容充分体现了与专业知识的结合, 加深了学生对课堂理论知识的理解, 为今后学习专业课奠定了良好基础, 使学生能够在日后工作中学以致用知识和技能。

2.3 注重第二课堂, 将理论教学与实践教学内容进行有机融合

大学期间, 依托第二课堂来提升学生工程素养和创新能力特别重要。目前本课程组的第二课堂主要是依托应用化学专业“英华园”大学生课外实践创新中心, 以各级各类实践项目为载体, 以学生科技竞赛为推动, 将理论教学与实践教学进一步融合和完善。构建“学习-实践-再学习”模式, 有效弥补学校第一课堂教育与实践结合不够紧密的不足, 培养学生的工程实践能力和科研创新能力, 让学生的学习兴趣、综合竞争意识和工程素养, 在第一、

二课堂的交融中不断提升。

2.3.1 鼓励学生开展创新性课题研究: 依据“卓越计划”培养标准, 我院成立了以应用化学专业为依托的“英华园”大学生课外实践创新中心, 在中心内成立了“微生物学实验研究创新基地”, 以培养学生的工程素养和创新能力。在开展创新性研究课题前, 组织课程组师生讨论所选题目, 多角度讲解如何提高题目的创新性, 增强学生的创新能力。项目开展阶段, 培养学生处理、解读、总结实验数据的能力。督促其在实践过程中发现和解决新问题、新课题。通过定期的高频度报告和总结, 注重培养学生的课题进展自我评价能力、问题解决能力和项目调整能力, 提高其项目数据的完整性、新颖性。中心实现指导教师分组制, 每个指导教师根据其相对固定的方向带有 1-2 个实践创新团队。团队的学生在每学期初进行一次更新, 补充新生, 送走老生, 形成高、中、低年级学生的交叉融合。新加入的学生在团队中学习、训练, 在跟队实践中掌握所需实验技能、方法。中心年接纳参与实践创新活动的学生总数在 50 人以上, 现有学生 200 余人。中心紧密结合各类大学生创新竞赛活动开展创新性课题研究, 及时地配合教务处、团委等部门筹备校内选拔, 为参赛大学生提供良好的技术支撑。近三年, 中心共资助学生自主科技项目 54 项, 其中与水处理微生物学实验相关项目 26 项, 已成为培养学生实践能力、创新能力和工程素质的重要实验实践教学平台。

通过开展这些创新性课题的研究, 极大地激发了学生进行水处理微生物学实验的热情, 并提高了综合运用微生物理论知识的能力, 也为将来从事科学研究打下了坚实的基础。

2.3.2 让学生参与教师的科研课题: 以课题组教师 2012 年吉林省科技厅项目“基于废水中污染物定向转化的微生物菌剂构建研究”为例, 其中就涉及到了水处理微生物学实验中的无菌操作技术、接种分离技术、PCR 技术等等, 以及细菌、放线菌、酵母菌和霉菌的生长控制与培养等相关理论知识。

我们在实施过程中根据学生的兴趣将他们组织起来,一起进行科研课题的研究。从文献资料的查阅、实验思路的设计、实验前的准备以及实验的具体操作全部由学生完成,教师可适时地进行指导,并向学生说明所有的实验都是环环相扣,每一个实验结果的得出都影响到后续实验的进行。要求学生必须认真对待每一个实验,同时组员之间要分工协作,撰写研究报告和科研论文。尽管学生进行这种科学研究的水平和深度受到其知识和能力的限制,但是这种方式真正使学生参与了科学研究的全过程,以立体的形式掌握了水处理微生物学实验的各项基本操作技能,进一步深化了对理论知识的理解,及时地掌握了科学研究的现状与发展动态,可为将来从事更高层次的研究打下坚实的基础。

2.3.3 鼓励和支持学生参加各级各类科技竞赛:在现有实验条件允许的情况下为学生搭建实验平台,资助有志于从事科学研究性实验的学生进行创新性实验,促进学生形成科研小组。几年来这些科研小组参加省、市和国家的大学生科技竞赛并取得了优异的成绩。如“利用秸秆发酵生产酒精”和“双极室微生物燃料电池的搭建及产电性能的研究”获第二届全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛(2009)三等奖,“串并联反硝化菌燃料电池组的构建及对废水的连续式处理”获首届吉林省大学生生命科学创新实验大赛(2009)三等奖,申请发明专利1项,“基于太阳能动力的电催化废水处理及氢气发生综合利用装置”、“具有废水脱氮性能连续式反硝化菌燃料电池”和“薄型稳压输出微藻太阳能电池”获第四届全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛(2011.08)国家级一等奖2项,二等奖1项,“高性能微生物太阳能电池的构建”获第三届全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛(2010.08)国家级三等奖,“薄型稳压输出微藻太阳能电池”获第十二届全国大学生“挑战杯”科技竞赛(2011.10)国家级三等奖,2013年首届吉林省大学生生命科学实验技能大赛一等奖1项、三等奖1项。此外,参加吉林省创新创业训练计划5项,并参与发表了一

些高水平的科研论文。这些丰硕成果的取得不仅加深了学生对理论知识的理解,而且激发了学生参与科研的热情,为后续从事工程设计和科学研究奠定理论和实践基础。

3 改革教学方法与手段,强化学生实践能力培养

课程组在教学方法与手段方面不断地探索和改革,针对“卓越计划”人才培养特色和水处理微生物学课程的特点,合理优化和安排教学内容,使教学过程既促进了学生对基础理论知识的理解和掌握,又加强了基本技能的训练。

3.1 教学方法

3.1.1 以小组为单位,采用本科生导师制的实践教学方法:实验教学打破传统的一名实验教师指导一个班甚至几个班学生的实验指导方法,采用一名实验指导教师最多只指导8名学生的教学方式。指导教师将作为这些学生的本科生导师对学生在实践训练过程中出现的困难、疑点进行专门的指导。以小组为单位的实验指导方式不仅能够保证实验教学保质保量地完成,而且能够做到重点突出,既满足优秀学生的拓展要求又让较差学生领会基本实验内容。水处理微生物学实验课中操作过程所需时间长,受课时限制,实验准备过程如器具灭菌、试剂和培养液的配制均是由教师预先完成,学生对实验的完整性理解不够,实践和创新能力差。本科生导师制可以弥补这些不足,导师对实验方法和思路进行指导,让学生自行准备完成实验,引导学生对结果进行分析,促进学生科研和创新能力的养成和提高,弥补课堂教学中的不足。

3.1.2 以团队为核心,采用指导教师相互联合、优势互补的实践教学方法:采用本科生导师制的方式指导学生,必然会造成师资力量紧缺、教师优势专业知识单一等问题。课程组在建设教学团队的基础上,采用了以团队的方式指导实验教学的方法,指导教师之间进行相互联合、优势互补。如在“水处理微生物学”教学团队中,既有资深教师又有青年教师,他们来自不同的高校,所学的生物学科侧重

点不同,如来自大连工业大学以工为主的生物工程专业、来自浙江大学以理为主的细胞生物学专业等,他们从不同的方面去看待相同的问题,能够高效地实现资源共享。这种实验方法在课程组实施近3年,获得了学生的一致认可和好评。

3.1.3 以项目教学作为“职场化”人才培养模式的实施保障:“职场化”技能训练教学模式的关键在于逼真地营造职场的环境和氛围,采用项目任务驱动的方式,模拟职场工作的场景,进行技能项目的训练。例如:让学生完成“不同类型污水中大肠杆菌的检查”项目,该项目综合了水处理微生物学课程的许多知识,我校实验室也具备该项目所需的仪器、材料和试剂,完全有条件组织该项目教学。首先,制定计划。学生通过互相讨论、咨询教师,确定大肠杆菌的正确检验程序。其次,实施计划。小组同学认真观察结果,根据相关知识判断是否有疑似大肠杆菌,教师适时进行启发和指导。如果仔细观察确认没有疑似大肠杆菌,即可判断该污水中没有大肠杆菌,则不需再做下一步的检验;如果有疑似大肠杆菌,再商讨继续做进一步的检验,直至最后的生化试验。若生化试验结果为:乳糖发酵试验产气,IMVC试验为“++--”或“-+-”的,可认定供试品中含大肠杆菌,与之不同的结果可认定供试品不含大肠杆菌。最后,检查评估。每位学生逐一介绍项目实施过程中的心得体会,总结收获与不足,归纳整理所学知识和掌握的操作技能,将整理后的内容编写成《不同类型污水中大肠杆菌的检查指南》,人手一份,成为学生将来工作的第一手资料。

3.1.4 以学院现有设备、环境为平台,最大程度地实现“水处理微生物”课的开放式实验教学:为给学生提供一个良好的实践锻炼平台,做到实验室完全开放,不仅时间开放,而且内容开放、常规试验材料开放。大学生除完成人才培养方案上规定的实验教学外,学生根据自己的意愿,可通过与实验教师预约的方式,进行自主实验^[6]。近几年来,学生开展了多项与微生物有关的创新性课题。如“吉林地

区趋磁细菌筛选及其应用研究”、“金属离子对MBR微生物群落结构影响的研究”、“不锈钢管换热器对微生物污垢形成的动态模拟研究”、“固定化白腐真菌处理造纸废水”、“电厂循环水污垢微生物对溴氯海因耐药性机理的研究”等。这些“自助式实验项目”的开展极大地激发了学生对微生物实验的兴趣,也提高了学生独立分析问题、解决问题的能力。

3.1.5 采用校企联合培养模式,以实现校企的深度对接:校企对接采用3种形式。一是订单或联合培养对接,如与东北电力设计院、吉林省电力科学研究院、国电吉林热电厂、吉林源源电厂、铁岭发电厂、吉林市天源环保有限公司等国内知名企事业单位开展了订单式培养和联合培养。到目前为止,有近200名学生参加了订单式或联合培养,其中已有部分学生直接留在相应的企业工作,其他学生也都找到了理想的工作;二是项目化实训对接,结合企业真实的项目,根据其大小的不同划分项目小组,共同完成项目任务,按工作成效进行奖惩,让学生得到百分百的职业感受。促进学生主动进行专业学习,将真实的项目置于“教”和“学”的过程中,让学生更为感性地获取与其将来职业相关的技能和素质;三是实践教学岗位化对接,即以就业为导向,以能力为本位,结合社会和企业需求,学校、教师和企业共同为学生进行职业定位,将学校教育教学的着力点置于对学生动手能力的培养,满足企业岗位的需要,突出学习者的职业能力,以实现高校教育与企业岗位需求的无缝对接。

3.2 教学手段

3.2.1 现代教育技术与板书有机结合,提高教学效果:精心设计与制作PowerPoint多媒体课件,图文并茂、生动形象,同时也注意结合传统的板书,着重分析推导过程,理清思路,避免“学术报告式”的讲课效果,使课堂气氛更加生动、活泼和富有启发性。如在讲授“原核微生物”与“真核微生物”时,由于微生物种类繁多,有细菌、放线菌、酵母菌、霉菌等,其形态结构各异、肉眼看不见、知识内容

抽象,初学者不易理解。运用多媒体技术,将一些难理解的微生物形态结构做成动画、列表比较,观察标本实物和平板菌落形态,帮助学生理解,有效地提高了教学效果。

3.2.2 建立课程网络教学系统,辅助于教学:课程组建立了水处理微生物学的教学网站,提供了丰富的网上资源。主要包括以下几部分:(1) 电子教案主要讲解理论课程和实验课程中的主要内容以及重点、难点;(2) 教学录像包含了各主讲教师的授课录像,学生可通过多次观看复习和熟悉教学内容;(3) 实验教材与指导书详细介绍了相关实验过程、步骤和方法,供学生网上下载使用;(4) 答疑区可随时解答学生在学习中的问题,了解学习难点,网上交互式地辅导学生学习;(5) 网上习题是教材习题的补充,还提供了习题的参考答案;(6) 知识扩展和相关链接为学生了解本课程的知识体系结构、在实际中的应用、相关理论和技术的发展前沿、实验内容的相关参考材料等提供了方便;(7) 网上讨论是由学生和教师共同参与的自由论坛,学生也可相互交流经验。到目前为止,学生浏览人次已经超过2 000人次,成为教师和学生沟通的桥梁,是保证和提高教学质量的好帮手。

3.2.3 理论与实践相结合:为了提高实践教学的效果,体现“卓越工程师”人才培养的特点^[7],课程教学中注重理论学习与学生创新实验相结合,学生在课堂上领会理论知识后,在实验中进行消化掌握。为此,学院购买并开发了水处理微生物学各种操作技术仿真实验和微生物在水处理中的应用等仿真教学软件。它可使学生在实验前通过计算机预习和模拟实验过程,加深对实验操作和设备的熟悉与了解,起到良好的实验预习和操作效果。解决了传统教学模式对学生创新能力培养方面的不足,建立了创新人才培养基地运行与管理模式,学生参加率达到90%以上。在安排好课堂教学的同时,通过实地参观、学生参与实验准备、实验设计、完成实验,使学生对各种“水处理微生物学”实验操作技术有更加直观的认识和深入的了解,熟练掌握实验数据

处理和实验报告的撰写方法,培养设计和开展实验的能力。

4 建设“多元化”课程考试评价体系,考察学生对各知识点的掌握程度

理论课实施考教分离,实验课建立了考核的“双卡制”(实验卡+考核卡)模式。结合本课程的特点,设立了70分(卷面成绩)+10分(作业论文)+10分(实验课平时成绩)+10分(实验课综合技能测试)的考核模式,能够真实反映每一位学生的综合素质水平。具体内容与方法如下:

理论课考核:期末闭卷(百分题量)和作业论文,共计80分。这样使学生除了重视期末考试外,对平时的作业、网上资源的利用、课程论文、小组作品的讨论等学习过程也都不能掉以轻心。

实验课考核由二部分构成:平时实验考核采用实验卡和考核卡相结合。实验卡内容包括:实验名称、适用专业、课程名称、类别(必开或选开)、学时、实验组数、人数、实验基本信息以及消耗材料和所需设备的名称、数量、型号等20余项内容。做实验前,学生按实验卡逐一清点实验备品;实验后,教师可依据实验卡检查学生对药品的使用情况以及仪器设备的损坏情况。考核卡内容包括:预习提问、实验操作、实验报告。每位学生都有一张实验卡和一张考核卡,每次实验都打分记录,期末平均汇总。期末实验考试即综合技能测试内容包括:(1) 不同微生物的形态观察,其方法是制好片子限时让学生在显微镜下观察并写出结果;(2) 实验操作技能测验,其方法是学生每人抽题,自主设计实验方案,并在有限时间内完成该实验操作过程。由4位老师同时监考并现场打分,共计20分。

采取激励机制,对研究型学习和实践性学习成果予以附加成绩。

5 结语

水处理微生物学课程通过采取引进“企业化”的管理模式,营造“职场化”的教学氛围,利用“立体化”实践教学资源,以“团队化”的教学过程、“工

程化”项目案例等一系列改革措施,教学效果有了明显提高,得到了校外专家和校内督导组的一致好评,受到学生们的普遍欢迎。通过课程改革与实践,对提高工科学生的工程能力和创新能力,对“卓越计划”参与高校进行课程体系和教学内容改革,课程评价体系建立等方面具有参考和推广价值。但卓越工程师培养模式的研究与实践是一项庞大的系统工程,要在更高层次上进行尝试和改革,还需要多方支持与配合,政策是保障,教师是关键,人才培养是目的。要充分利用自身在传统学科上的优势,积极进行“卓越工程师”培养的实践与研究,探索出一条适合专业发展的“卓越工程师”培养的新路子。

参 考 文 献

- [1] 林健. “卓越工程师教育培养计划”通用标准研制[J]. 高等工程教育研究, 2010(4): 21-29.
- [2] 林健. 谈实施“卓越工程师培养计划”引发的若干变革[J]. 中国高等教育, 2010(17): 30-32.
- [3] 陈国铁. “卓越计划”背景下工程类高校人才培养模式探讨[J]. 产业与科技论坛, 2011, 10(10): 119-121.
- [4] 李继怀, 王力军. 工程教育的理性回归与卓越工程师培养[J]. 黑龙江高教研究, 2011, 203(3): 140-142.
- [5] 温洪宇, 韩征. 微生物学综合性实验的探讨与实践[J]. 微生物学通报, 2009, 36(2): 281-284.
- [6] 刘志伟, 屈年瑞, 高大威. 微生物学开放性实验的探索与研究[J]. 微生物学通报, 2011, 38(1): 118-122.
- [7] 李德才, 王俊. 关于培养“卓越工程师”的几点认识[J]. 研究生教育研究, 2011, 3(3): 53-57.



稿件书写规范

论文中计量单位的表示方法

为执行国务院发布的《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》的规定,计量单位和单位符号按国家技术监督局发布的《量和单位》GB3100-3102-93 执行。单位符号均用英文小写(正体),不允许随便对单位符号进行修饰。现将本刊常用计量单位和符号介绍如下,希望作者参照执行。

时间:日用 d; 小时用 h; 分钟用 min; 秒用 s 等表示。

溶液浓度:用 mol/L, 不用 M(克分子浓度)和 N(当量浓度)等非许用单位表示。

旋转速度:用 r/min, 不用 rpm。

蒸汽压力:用 Pa 或 kPa、MPa 表示。

光密度:用 OD(斜体)表示。

生物大分子的分子量:蛋白质用 Da 或 kD, 核酸用 bp 或 kb 表示。

图表中数值的物理量和单位:物理量符号采用斜体,单位用正体并用括号括起,例如: t (h) (表示时间,单位是小时)。带数值的计量单位:计量单位不能省略,跟数字之间加一空格(%除外),例如:20 cm×0.3 cm,不能写成 20×0.3 cm; 3%-6%不可写成 3-6%等。