



高校教改纵横

基于能力培养的环境微生物学实验课程考核模式的改革与实践

陈兴都* 苏含笑 杨成建 陈胜男 刘伟

西安建筑科技大学 国家级环境类专业实验教学示范中心 陕西 西安 710055

摘要: 实验考核是独立设置的实验课程教学的重要组成部分, 能够为提高教学质量和人才培养提供强有力的支持和保障。结合环境微生物学实验课程特点, 构建了以网络预习考核、基础性实验课堂考核和设计性实验实训考核为核心, 以科学评价和培养学生综合能力为目标的全过程多元化微生物实验考核体系, 并就考核各阶段的具体实施方案、实施效果等问题进行了深入探讨, 以期发挥考核的积极反拨作用, 不断提高实验教学质量, 激发学生实验兴趣, 培养动手实践能力和创新思维。

关键词: 环境微生物学实验课程, 考核模式, 能力培养

Reform and practice of the examination method on Environmental Microbiology Experiment course for capability development

CHEN Xing-Du* SU Han-Xiao YANG Cheng-Jian CHEN Sheng-Nan LIU Wei

National Experimental Teaching Demonstration Center of Environmental Specialty, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an, Shaanxi 710055, China

Abstract: Experimental examination is an important component of the independent course of Environmental Microbiology Experiment, which will provide effective guarantee for improving the teaching quality and talent training. In this study, we focused on undergraduates comprehensive capability development and evaluation, a diversified and multi-phase experimental assessment system was established around the network preview examination, class performance of fundamental experiment, and practical ability evaluation of self-designed experiment based on the characteristics of Environmental Microbiology Experiment course. The specific plans and effects were also discussed together, the results of this study will give new insights into understanding the beneficial backwash effect in the aspects of promoting the teaching quality, arousing undergraduate learning interests and improving comprehensive quality, practical ability and innovative spirit.

Keywords: Environmental Microbiology Experiment course, Examination method, Capability development

Foundation item: Education Reforming Project of Xi'an University of Architecture and Technology (6040400770)

*Corresponding author: Tel: 86-29-82202541; E-mail: chenxingdu123@163.com

Received: 11-04-2018; **Accepted:** 17-07-2018; **Published online:** 30-07-2018

基金项目: 西安建筑科技大学校级教学改革项目(6040400770)

*通信作者: Tel: 029-82202541; E-mail: chenxingdu123@163.com

收稿日期: 2018-04-11; 接受日期: 2018-07-17; 网络首发日期: 2018-07-30

在高校实验课程独立设课模式改革进程中,围绕培养学生实践能力和创新精神的改革目标,如何激发学生的实验积极性和学习兴趣,如何评价学生是否真正掌握了相关实验技能,是否具备应用实验技能去解决实际问题的能力和创新精神等问题是改革进程中需要解决的核心问题之一。实验课程考核作为检验学生实践动手能力和综合素质的必要手段和重要指标,在培养具有高素质创新型科研人才过程中具有不可取代的地位^[1-2]。一套科学合理的实验考核模式不仅能使学生端正学习态度,获得好的实验教学效果,更重要的是能够激发学生的实验积极性和科研热情,为高层次科研人才的培养打下坚实基础。本文总结了我校环境类专业在环境微生物学实验课程独立设课后的考核模式改革与建设方面的实践经验。

1 环境微生物学实验教学考核体系的建立

环境微生物学实验教学从实验预习、基础性综合性实验课堂训练到自主设计拓展性实验各阶段对学生的培养目标是紧密相连、层层递进的关系。环境微生物学实验课程的基本任务,首先是使学生掌握主要的实验操作技术和方法,然后通过综合性、设计性实验的进一步开展使学生能够应用微生物学的方法与技术解决环境领域相关问题,培养学生的综合素质和创新能力。与之相对应,实验考核体系也需要分阶段、分层次地全面评价学生在不同阶段所达到的预期培养目标。采用多元化的评价方式,才能全面、真实地反映学生的客观情况,起到促进学生全面发展的作用^[3]。通过近几年的改革探索,建立了以实验全过程考核评价为核心,以科学评价学生综合实验能力为目标的环境微生物学实验考核评价体系。该体系主要从以下几个方面实现对学生综合素质的科学评价:(1) 实验预习考核:实验网络预习平台各次预习测试题成绩平均值为预习实验成绩,占比 10%。(2) 实验课堂过程考核:1) 学习态度评定,包括出勤、课堂提问、认真态度、课堂纪律、打扫卫生等情况,占比 10%;2) 操作技

能评定,根据操作技术的正确性、熟练度给出成绩,占比 20%;3) 实验报告评定,占比 30%。(3) 设计性实验实训考核(4-6 人为一个小组):1) 方案设计,占比 5%;2) 实验过程评价,包括个人贡献度、实验操作技能正确熟练程度、分析解决问题能力、团队合作精神、答辩表现等,占比 10%;3) 实验论文,视学生撰写的实验小论文的合理性、科学性、对结果的分析讨论等情况给予成绩,占比 15%。

2 环境微生物学实验教学考核体系的实施

2.1 通过实验网络预习平台进行预习考核,激发学习热情

对于不具备微生物学专业背景的环境类专业学生来说,课前预习实验是保证实验教学效果的重要手段,但传统的实验预习方式就是要求学生写预习报告,一些学生就会将实验内容抄写一遍交给教师,这种抄书方式不仅预习效果差,还会加重学生的学业负担,更会影响学生的学习热情。借鉴微课和慕课的教学理念,依托学院省级虚拟仿真实验教学实验中心平台,建立了网络预习实验平台,将每个实验的实验目的、原理、装置、操作步骤、演示视频和实验室安全教育等内容集成为一个小模块,模块内师生还可互动交流,小模块力求时间“短”、内容“精”、整体效果“妙”^[4]。每个实验附有 5-10 道相关实验知识点的预习测试题,题型为选择题。学生在进入实验室之前,可在课余时间利用电脑或手机应用软件,通过各自独立账号登录实验预习系统,观看微课进行自主学习,然后进入测试环节,学生点击并提交答案即可完成预习考试,成绩合格就可进入实验室实际操作^[5],成绩不合格则需要再次观看微课后作答,直至成绩合格后才能进入实验室实际操作。教师可通过教师端口查阅学生预习实验成绩,将每次预习实验成绩加权平均即为最终预习实验成绩,在总成绩中占比 10%。

网络预习实验平台打破传统实验教学要写预习报告、不重视预习实验、课堂过分依赖教师讲授演示、占用较多实验课堂时间的弊病,以生动有趣

的视频形式给学生留下深刻的视觉印象^[4]。学生普遍认可网络预习新模式,对于预习考核模式也持积极支持态度,认为预习考核使他们更加容易了解实验内容,巩固所学知识,同时激发了实验兴趣。

2.2 注重基础性实验课堂考核,培养扎实的基本操作技能

环境微生物学的基础性实验主要是对学生进行微生物学实验必须具备的基本技能训练,增加学生对理论知识的感性认识。基础性实验包括了微生物学实验所必备的实验技术,如灭菌技术、无菌操作技术、显微观察技术、纯培养技术等^[6]。在实验教学中,要求每个学生独立操作并掌握相关实验的操作技能。但部分学生不重视实验操作细节,没有严谨的实验态度,即使重复也很难做出正确的实验结果,特别是必须掌握的无菌操作技术、纯培养技术等实验是否严格无菌操作、是否规范操作等,无法直接从学生的实验报告中看出。比如革兰氏染色实验,涂片时挑菌要轻,涂菌要将水滴涂开;固定细菌时要用手背试加热载玻片的温度,不可加热过度;酒精脱色时间精确控制在 20 s;水洗时水流要小而缓,避免冲掉固定的细菌。其中任何一个小的操作环节出问题,就可能导致实验失败。只有保持严谨的学习态度,严格按照操作要求做好每一个小环节,才能保证染色结果的正确性。又如活性污泥中细菌分离纯化实验,从倒平板到分离、纯化、培养、观察等过程,特别强调一套完整的独立操作技能,严格按照规范动作单人独自打开培养皿、倒平板、梯度稀释、涂布、划线等系列操作。防止出现倒平板别人帮忙拔棉塞;一人打开培养皿,另一人帮忙倒培养基;一人取稀释液滴入平板,另一人涂布等错误做法。教师在课堂上随时进行指导或示范,纠正学生出现的错误做法,提出相关问题和学生及时探讨,帮助学生更好地理解规范操作的意义和重要性。如细菌革兰氏染色中,为什么 20 s 的脱色时间必须精确控制?为什么烘烤玻片要不断用手背试温,玻片烫手可能会怎样?再如细菌分离纯化实验,为什么倒培养基时三角瓶不能握瓶颈而要

托瓶底?怎样涂布才能保证涂布均匀?通过师生交流及教师操作示范,学生能从根本上认识到规范操作的重要性,及时改正错误做法。

鉴于微生物学实验具有极强的操作性,但学生接受知识的能力存在个体差异性,要求所有学生都熟练掌握各项操作技能既不现实,又可能使部分学生在失败后失去学习的积极性和主动性,所以实验课堂表现的评定主要以鼓励性评分为主,包括学习态度和操作技能评定。对于态度积极、动手能力强、力求成功甚至追求实验结果完美的学生,高要求、严格评定分数,激发学习热情;对于动手能力不强的学生,对他们在其他方面的提高或表现都及时给予肯定和表扬,如实验态度认真、积极交流互动、打扫卫生负责等方面适当加分,鼓励其在原有基础上有进一步的提高。通过规范认真的实施实验课堂过程考核制度(学习态度 10%+操作技能 20%+实验报告 30%),有效地提高了学生的课堂学习态度、操作规范程度和实验结果有效性,杜绝了实验不愿意多动手、做好做坏无所谓、懒于思考和总结、实验报告质量不高、抄袭实验报告等不良现象。学生调研反馈意见对于课堂过程考核持积极的支持态度,学生认识到实验课堂需要科学严谨的态度、规范细致的操作,如此才可能获得理想的、科学的实验结果,通过严格规范的实践训练,才可能学到真本事。

2.3 增设设计性实验实训考核,培养综合实践能力和创新精神

紧跟环境类专业研究方向,结合先进的方法和技术,设计一些贴近生活、重于应用、短时间内可达到目标的设计性实验项目,如“公共空间(图书馆、地铁站等)空气中微生物菌群监测”“公共场所物品表面(扶手、餐桌等)致病菌的检测”“废水中特定污染物降解菌的筛选及降解能力测定”等。学生也可以就自己感兴趣的环境微生物相关问题与教师交换意见,获准后自拟实验项目。设计性实验从选题到方案的确定具有一定的灵活性和宽松性,需要学生综合利用微生物学实验技术、物理及化学等方法完成。在课堂实验结束前 2-3 周,学生通过学习已

经基本掌握了基础的微生物学实验操作技能,教师公布设计性实验题目后,学生可以根据自己的兴趣和专长选择实验项目,每4-6人自由组合为一个小组,在教师指导下查阅相关资料,初步明确自己感兴趣项目的研究方向和实验任务。通过与指导教师交流,进一步明确4个问题:预期实验目标是否可以达到?实验方法是否科学可行?实验设备及药品是否具备?实验时间安排是否合理?在此基础上,小组写出实验设计方案,指导教师对学生提出的实验方案的合理性和可行性进行指导,师生共同探讨修改完善。

实验方案确定后,指导教师分配好各组的实验区域,有针对性地对各组学生开展相关仪器的使用培训,要求使用仪器前后要登记,使用时必须严格按照操作规程进行,以避免人为因素造成的仪器损坏或安全事故。采用组长负责制,组长负责安排组员实验任务、保证实验室卫生、安全及实验药品耗材领取登记等工作。各组根据实验进度,自主安排时间开展相关实验。在实验过程中,要求各组积极与指导教师联系沟通,教师对学生在实验过程中遇到的疑点和难点及时给予帮助解决。在实验室开放

期间,指导教师责任重大,不仅要为开放式实验考核的效果负责,同时也要对学生人身安全和实验室安全负责,所以教师必须高度重视管理工作,对学生严格要求,加强仪器使用过程中的管理。各小组实验时间一般控制在2-4周内完成,保证当实验效果不佳时可以有时间重复实验,实验小论文的撰写控制在2周内完成。报告提交后,安排时间让各组进行答辩,每组时间控制在20 min以内,学生全员参加。

设计性实验不同阶段考核评价指标的侧重点不同,如图1所示。选题与方案设计阶段,主要考核学生的创新思维能力和质疑力,从对前述的4个问题的解决能力、方案的可行性与合理性等方面予以评价;实验执行阶段,主要考核学生的动手能力、执行能力、创新精神与团队合作精神,从组员或团队解决实际问题的能力和个人表现及团队实验成果等方面予以评价;撰写小论文及答辩阶段,主要考核学生的写作能力和语言表达能力,从小论文结构设计的科学性、结果与分析的合理性、答辩中的语言表达与思辨能力等方面予以评价。各阶段的考核建立在师生之间、生生之间充分沟通、交流和认

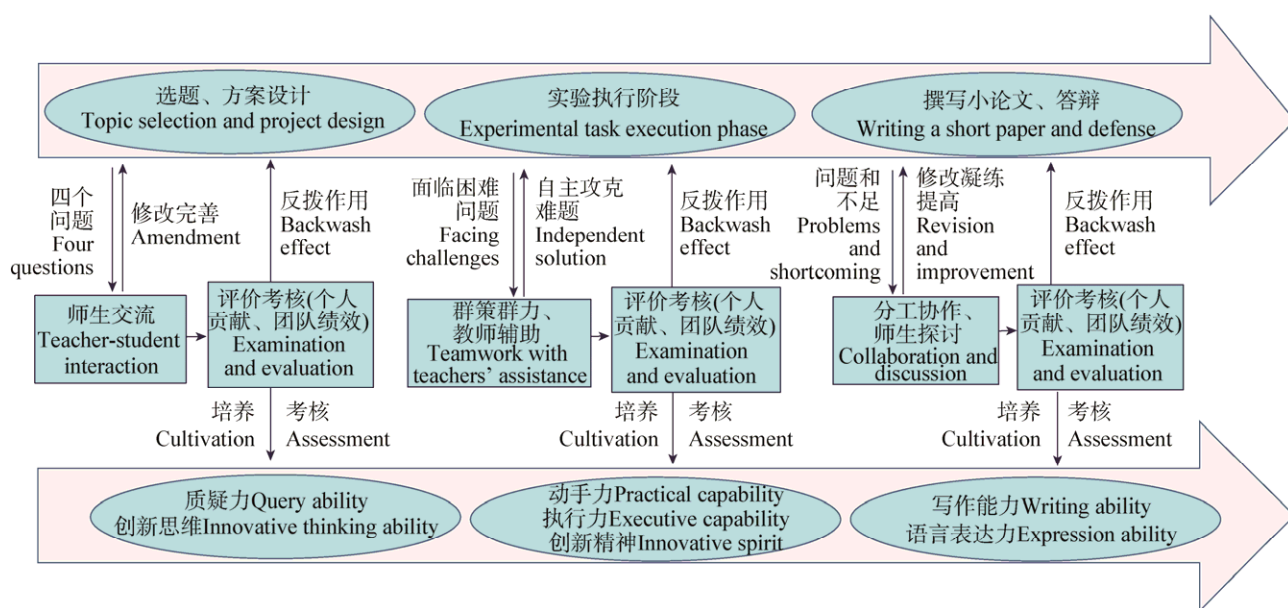


图1 设计性实验过程中的学生能力培养与考核

Figure 1 The capability development and examination in the process of self-designed experiment

同的基础上, 公正客观地考核评价团队各阶段的整体绩效与组员的个人能力, 并通过及时有效的绩效沟通实施激励传递, 发挥考核对培养学生综合能力的反拨作用。本考核体系坚持以学生为主体, 尊重学生的观点和想法, 鼓励学生相互协作, 培养团队意识和创新能力; 注重本专业知识与其它学科领域相关知识的融会贯通, 以及利用这些知识群策群力、自主解决面临的各种困难和问题的能力; 突出自我能力的展示及自信心和积极性的提高, 从而全面激发创新思维及学以致用科学素养。

3 实验课程考核的实施效果

该实验课程考核模式连续在我校环境类专业2012–2014级学生中实施后, 取得了较好的实际效果。

在近两年的问卷调查中, 学生对于该课程的满意程度较高, 97%以上的学生认为实验网络预习相较于书写预习报告更有利于他们了解实验内容, 减轻学业负担, 更能激发动手实验的兴趣; 94%以上的学生完全掌握了环境微生物学实验的必备基本操作技能, 能够独立地顺利完成微生物学课堂实验教学任务; 83%的学生认为自己通过自主设计性实验的训练, 动手解决问题能力和创新思维得到锻炼和提高, 还认识到微生物学技术能够在解决环境问题中发挥重要的作用。

从教师的视角出发, 能够直观感受到实验课程考核发挥了积极导向作用, 达到了以考促学、以考促教的目的, 并且激励作用明显: (1) 学生的学习精神风貌焕然一新, 教学秩序井然有序。迟到早退、不愿动手、得过且过等不良现象消失, 学生实验过程中都能够认真动手操作, 积极进行师生交流, 指出的操作问题能够立即改正, 结果不理想时主动重复力求成功。(2) 教师实验前授课时间缩短, 但学生操作正确率却有所提高。网络预习平台可重复观看, 超过60%的学生观看次数达到2次以上, 这有利于他们更好地掌握实验原理、操作步骤、注意事项等在实验过程中要面对的问题。与以前相比, 虽然教师减少了讲授时间, 但学生在实验中展现的操

作能力、正确性不仅没有下降, 反而略有提高。此外, 减少讲授时间可以留给学生更多的动手实验时间, 更有利于掌握实验技能。(3) 学生实验报告质量整体提高, 论文写作能力得到锻炼。实验报告书写不认真、绘图潦草、抄袭等现象基本杜绝, 实验报告成绩从以前的平均80分左右上升到90分左右, 整体质量得到大幅提高。尤为突出的是实验结果及思考题部分, 显微观察结果手绘图都很精彩, 有的学生还绘成彩色, 有的绘图堪称精美, 作为模板展示时同学们赞叹不已, 也起到了直接示范作用; 实验结果分析不再无话可说或分析不到位, 如“活性污泥中分离纯化细菌实验”的平板菌落生长情况各不相同, 有的平板分离效果很好, 有的平板中部分分离而部分成片, 有的平板有不同程度的污染, 这些情况原因各异, 通过师生交流, 学生查找自己出错的地方以及如何避免的方法, 分析讨论时针对自己的结果有话可说且分析到位。实验思考题不再抄袭别人的答案, 学生都能够认真查阅资料, 再根据实验的心得体会认真作答。设计性实验考核要求提交实验小论文, 格式类似科研论文, 这一过程不仅锻炼了学生的文字组织和数据处理能力, 还提高了学生分析问题、解决问题的能力。(4) 通过设计性实验考核, 学生对于微生物学实验技术与现实环境问题的联系有了更清晰的认识, 能够真切地体会到微生物学技术的用武之地, 很大程度上提高了对于专业学习的思考和兴趣。近四年我校立项的大学本科科研训练(Students scientific research training)计划项目中, 学生申报环境微生物相关研究的项目逐渐增多, 如第9批“自养反硝化细菌去除地下水硝酸盐的实验研究”; 第10批“运用高通量DNA测序技术解析水库沉积物菌群结构特征”项目; 第12批“饮用过夜凉开水的生物风险分析”“季节性物理热分层诱导水源水库细菌垂向运移与维持机制”“水库浮游藻种结构及其水质调控机制”等项目。在大学生课外学术科技作品竞赛活动中, 微生物相关研究的参赛作品也获得了不错的成绩, 如

2017 年第 11 届西安高新“挑战杯”陕西省大学生课外学术科技作品竞赛中, 我校环境类专业本科生的《全国城市内湖水环境调研》、《水质净化新型复合微生物菌剂》等作品分获二、三等奖。在毕业论文选题阶段, 很多学生都敢于选择涉及微生物学应用技术的题目, 继续深入开展科研活动, 这部分学生一般都能做出不错的成绩, 并且论文质量一般较高, 他们毕业后在工作岗位或继续读研期间, 具备扎实的实验技能和科研素养, 工作能力强, 受到单位的广泛好评。

4 结束语

实验课程考核模式的改革与完善, 是实验教学体系改革创新的重点之一。不同的实验课程应根据课程特点、培养目标和要求, 努力探索符合自身实际要求的多元化实验考核模式。近年来我们进行的微生物学考核模式改革的尝试, 不仅提高了实验课程的教学质量, 而且激发了学生的实验兴趣, 增强了学生的动手能力和创新素质。但是, 在今后的教学实践中我们仍需要进一步探索和革新实验考核模式, 为构建强有力的实验课程教学质量和人才培养质量保证体系做出有益的探索。

REFERENCES

- [1] Yang YX, Tang LB. A full-course multi-mode open testing system for experimental teaching[J]. Journal of South China University of Technology (Social Science Edition), 2007, 9(3): 69-72 (in Chinese)
- 杨运鑫, 唐良宝. 全程性多样化开放式实验考核方式研究[J]. 华南理工大学学报: 社会科学版, 2007, 9(3): 69-72
- [2] Han LZ, Xie H, Xin ZH, et al. Improving teaching mode of Microbiology and enhance innovation ability of students[J]. Microbiology China, 2016, 43(4): 815-819 (in Chinese)
- 韩丽珍, 谢和, 辛智海, 等. 改进微生物学教学模式 提高学生创新能力[J]. 微生物学通报, 2016, 43(4): 815-819
- [3] Dai WQ, Zhou CJ, Lin JM, et al. Construction of an evaluation system for research teaching of basic chemistry experiment course for pharmaceutical majors[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2012, 31(5): 125-127, 168 (in Chinese)
- 戴蔚荃, 周长江, 林锦明, 等. 基础化学实验课研究性教学考核评价体系构建[J]. 实验室研究与探索, 2012, 31(5): 125-127, 168
- [4] Niu LF, Sun T, Li GC, et al. Research and practice teaching for optimization preview mode of organic chemistry experiment in the network environment[J]. Laboratory Science, 2013, 16(6): 155-157 (in Chinese)
- 牛亮峰, 孙婷, 李公春, 等. 网络环境下有机化学实验预习模式优化的研究与实践[J]. 实验室科学, 2013, 16(6): 155-157
- [5] Li XY, Tong SL, Liu XY. Experimental teaching preview system based on the concept of MOOCs[J]. Laboratory Science, 2017, 20(5): 161-163 (in Chinese)
- 李贤义, 童森林, 刘小英. 基于慕课理念的实验教学预习系统[J]. 实验室科学, 2017, 20(5): 161-163
- [6] Deng BW, Chen WQ, Peng H, et al. Research on reform in means and method based on the capability development in the experiment teaching of microbiology[J]. Experimental Technology and Management, 2011, 28(2): 7-10 (in Chinese)
- 邓百万, 陈文强, 彭浩, 等. 基于能力培养的微生物实验教学方法与方法的改革研究[J]. 实验技术与管理, 2011, 28(2): 7-10