



综合性、研究型微生物学实验课的过程性考核

何伟 刘中华 贾永 张石柱 韩管助 许凯 戴亦军* 袁生

南京师范大学生命科学学院 江苏 南京 210023

摘要: 建立了与综合性、研究型微生物学实验课和混合式教学法相适应的过程性考核方式。包括: 线上课程考核: 含 10 个单元测验和期末实验理论考试, 考试成绩占总评成绩的 20%; 实施基于综合能力和思维方式培养的高阶性考核: 将模块一的 4 个实验报告制作成论文墙报将模块二的 5 个实验报告撰写成科技论文, 将模块三的 3 个实验报告整合成水质检验报告, 开展微生物培养皿艺术大赛, 高阶性考核成绩占总评成绩的 30%; 期末实验操作考试: 由学生随机抽取 2 项实验操作题进行现场操作, 所有指导教师现场打分, 操作考试均分占总评成绩的 50%。通过实践操作考核促进学生平时注重掌握实验技能。微生物学实验课的过程性评价重视学生基本实验技能的掌握以及引导学生重视综合能力和思维方式的训练, 从而有助于提高生物科学类本科人才的培养质量。

关键词: 微生物学实验, 过程性考核, 探究性学习, 科技论文

Procedural assessment of the comprehensive and research-oriented Microbiology Experiment course

HE Wei LIU Zhong-Hua JIA Yong ZHANG Shi-Zhu HAN Guan-Zhu XU Kai

DAI Yi-Jun* YUAN Sheng

School of Life Sciences, Nanjing Normal University, Nanjing, Jiangsu 210023, China

Abstract: A procedural assessment method suitable for comprehensive and research-oriented Microbiology Experiment course and mixed teaching method has been established. The system involved: (1) online course assessment, including 10 experiment unit tests and the experimental theory test at the end of term. The test score of online course assessment accounts for 20% of the total assessment results. (2) Implement the high-level assessment to cultivate the student's comprehensive ability and thinking. The first assessment is to make the four experimental reports of module I into the scientific research posters; the second assessment is to write the five experimental reports of module II into scientific research paper; The third assessment is to integrate the three experimental reports of module III into a water quality inspection report; and the fourth is to carry out artistic creation of microbial petri dishes competition. Higher-ranking performance accounted for 30% of the total score. (3) In the final experimental operation test, students randomly selected two exam

Foundation items: Top-notch Academic Programs Project (TAPP) of Jiangsu Higher Education Institutions; Project of Science Specialty Committee of China Higher Education Society; Project of Jiangsu University Laboratory Research Association; Key Project of Teaching Reform of Nanjing Normal University

*Corresponding author: Tel: 86-25-85891731; E-mail: daiyijun@njnu.edu.cn

Received: 28-07-2019; Accepted: 11-09-2019; Published online: 17-10-2019

基金项目: 江苏高校品牌专业建设工程资助项目; 中国高等教育学会理科教育专业委员会研究课题; 江苏省高校实验室研究会研究课题; 南京师范大学教改重点项目

*通信作者: Tel: 025-85891731; E-mail: daiyijun@njnu.edu.cn

收稿日期: 2019-07-28; 接受日期: 2019-09-11; 网络首发日期: 2019-10-17

topics and operated on-site, and all teachers scored simultaneously. The average score of the operational test was accounted for 50% of the total score. The practical operation examination can promote the undergraduate students to master the basic experimental skills of Microbiology. The process assessment of Microbiology Experiment course attaches great importance to the mastery of students' basic experimental skills and the training of students' comprehensive ability and thinking mode, which helps to improve the training quality of undergraduate talents in biology science.

Keywords: Microbiology Experiment, Procedural assessment, Inquiry learning, Scientific paper

课堂教学是培养一流人才和建设一流本科教育的基础和关键。加强教学过程管理、优化教学内容、改革教学方法和考核评价方式,是提高本科教育质量的重要措施^[1-2]。教育部在《关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见》文件(教高[2018] 2号)中提出:要加强考试管理,严格过程考核,加大过程考核成绩在课程总成绩中的比重;健全能力与知识考核并重的多元化学业考核评价体系,完善学生学习过程监测、评估与反馈机制。

微生物学实验课是生物科学类专业重要的基础实验课程之一,加强微生物学实验课程建设、改革教学内容和教学方法以及优化考核评价体系,对于提高生物科学类本科人才的培养质量有重要推动作用^[3]。我校微生物学实验教学团队建立了综合性、研究型的微生物学实验教学体系并采用混合式教学法开展实验教学。近几年,在南京师范大学过程性考核示范课程项目的支持下,我们进一步对微生物学实验课的考核体系进行了改革和实践。本文总结了我校实施过程性考核的实践经验,与同行们进行探讨,希望能进一步提升微生物学实验课的教学质量。

1 微生物学实验课程体系

微生物学实验课程是我校生物科学(理科基地和师范)、生物技术、生物工程等本科专业的专业基础实验课。课时数为36学时,计1个学分。课程安排在第二学年的第二学期,与微生物学理论课同步开设。第一次实验安排在微生物学理论课的第三周后开始。两名学生为一组,每12个组组成一个教学班级,每年开设9-10个平行班^[3]。

微生物学实验课采用与探究性学习相适应的

模块化实验课程体系。该体系有利于培养学生的实验动手能力和训练科研思维,受到了学生的普遍欢迎^[4]。与传统的验证性实验课程相比,该课程体系具有两方面特点。

1.1 以解决科研和应用实践问题为导向的探究性学习

微生物学实验课的教学采用模块化形式编排,全部实验内容设置为“环境微生物多样性调查”“产淀粉酶菌株的分离筛选、培养条件优化、菌种鉴定和选育”“水质微生物学检验”3个实验模块^[3]。学生在模拟科学研究的过程中学习微生物学实验技能,因而课程具有探究性学习的特点。3个实验模块分别包含4、5和3个实验单元,共计12个。课程按周次教学,每周学习一个单元。

第一模块围绕环境(土壤、水和空气)中微生物的多样性开展研究。在第一周,学生采集各种环境微生物样品,采用稀释涂布平板法从中分离和培养微生物,单染色和油镜观察口腔微生物;在第二周,学生识别第一周培养的细菌、酵母、放线菌和霉菌的菌落特征并进行计数,对分离到的细菌进行革兰氏染色和油镜观察,对放线菌和霉菌进行插片培养;在第三周,学生用显微镜观察插片培养的放线菌和霉菌,显微测量酵母大小并用血球计数板对酵母计数;在第四周,学生采集水样,对其中的大肠杆菌噬菌体进行增殖培养、分离、吸附大肠杆菌并观察噬菌斑。

第二模块主要实验内容是分离纯化和筛选产淀粉酶菌株、进行发酵条件优化、菌种鉴定和选育研究。在第一周,学生配制本模块实验所需的各种培养基并灭菌;在第二周,学生采集土壤,采用稀

释涂布法和平板分区划线法从中分离微生物,采用碘显色的透明圈法鉴定菌株的产淀粉酶功能;在第三周,学生测定不同培养基 pH、碳源和氮源对菌体生长和产淀粉酶活性的影响;在第四周,学生对筛选到的产淀粉酶细菌进行革兰氏染色和油镜观察以及采用 16S rRNA 基因序列分析法进行分类学鉴定;在第五周,学生采用紫外诱变法对菌株进行诱变育种,观察诱变效应。

第三模块围绕“校园采月湖的水质状况如何”这一问题开展研究,学生采集湖水样品,按照国家标准《生活饮用水标准检验方法—微生物指标》(GBT 5750.12-2006)中的方法测定湖水中的菌落总数、总大肠菌群数并进行血清学检验,该模块的 3 个单元实验分两周完成^[3-4]。

1.2 采用混合式教学法进行教学

在生物科学江苏省优势学科和高校品牌专业的支持下,微生物学实验课建设了江苏省在线开放课程“微生物学模块化实验”(http://www.icourse163.org/course/NJNU-1001754021),在爱课程网平台上与线下课程同步开设^[4]。线上课程于每周一上午发布本周学习内容,包括授课视频、课件、随堂测验和讨论题等内容;线下课堂学习安排在周二至周四。线上课程提前发布的主要目的是让学生做好预习,预先了解实验的基本流程 and 操作方法,发现问题,带着问题进课堂。实验课采用混合式教学法,将在线学习与课堂学习结合起来,促进学生个性化学习和高阶性学习。

2 微生物学实验课的过程性考核体系

基于微生物学实验课的综合性、研究型特点以及采用混合式教学法,实验团队建立了 3 个层次的考核体系:(1) 线上课程考核。每个单元实验结束后进行测验和期末实验理论考试,该考核在爱课程网平台进行,客观题由系统评分,主观题由学生自评和教师复评。(2) 基于综合能力和研究型思维培养的高阶性考核。该考核在每个模块实验结束后进行,包括撰写论文墙报、科技论文和检验报告以及

微生物培养皿艺术作品的评价。(3) 课堂检查和期末操作考试。指导教师随堂检查学生的实验操作情况和实验结果,并进行期末操作考试,通过实践操作考试促进学生平时注重掌握实验技能。考核体系的考核单元、考核科目和所占分值的组成见图 1。

2.1 线上课程考核

线上课程考核是在爱课程网平台上设置题库。在每个单元实验结束后,平台随机选择 5-10 道选择题和判断题进行测验,由系统自动评分。测验题目为实验基本原理和学生操作易出错的实验结果分析题,如涂片不均一、革兰氏染色出错、平板涂布不均匀或染菌、未划出单菌落、PCR 扩增 16S rRNA 基因不成功等案例的原因分析,让学生进行选择 and 判断。这些考核内容能使学生更好地掌握实验技术以及培养实验结果的分析能力。该类测验共有 10 次,总分计 50 分。第二部分为期末实验理论考试,如分区划线的操作要领、大肠菌群的鉴别步骤、功能微生物的分离纯化和菌种鉴定的实验设计等内容,通过实验理论考试和实验设计的考核使学生进一步掌握微生物学研究基本方法。实验理论考试总分计 45 分。第三部分为参与讨论的活跃度,要求每个学生至少参与 5 次讨论,总分计 5 分。线上课程考核成绩按 20% 折算,计入总评成绩。

2.2 模块实验的高阶性考核

微生物学实验由 3 个模块组成,每个实验模块主要围绕一个科学或应用实践问题开展研究,这种探究性学习特别适合于将实验结果撰写成科技论文^[3-4]。在每个模块实验完成后,要求学生将本模块的实验结果和数据进行整理,查阅文献,然后参照科技论文的格式和规范撰写论文或按照规范的检验报告格式出具检验结果。每个模块实验论文的满分为 10 分,3 个模块论文或检验报告的成绩合计占总评成绩的 30%。

模块实验论文的评价要素主要包括:论文格式是否完整,内容是否有标题、作者、前言、材料与方法、结果与分析、讨论和参考文献;表格是否采用了三线表,计量单位是否正确;图片结果是否规

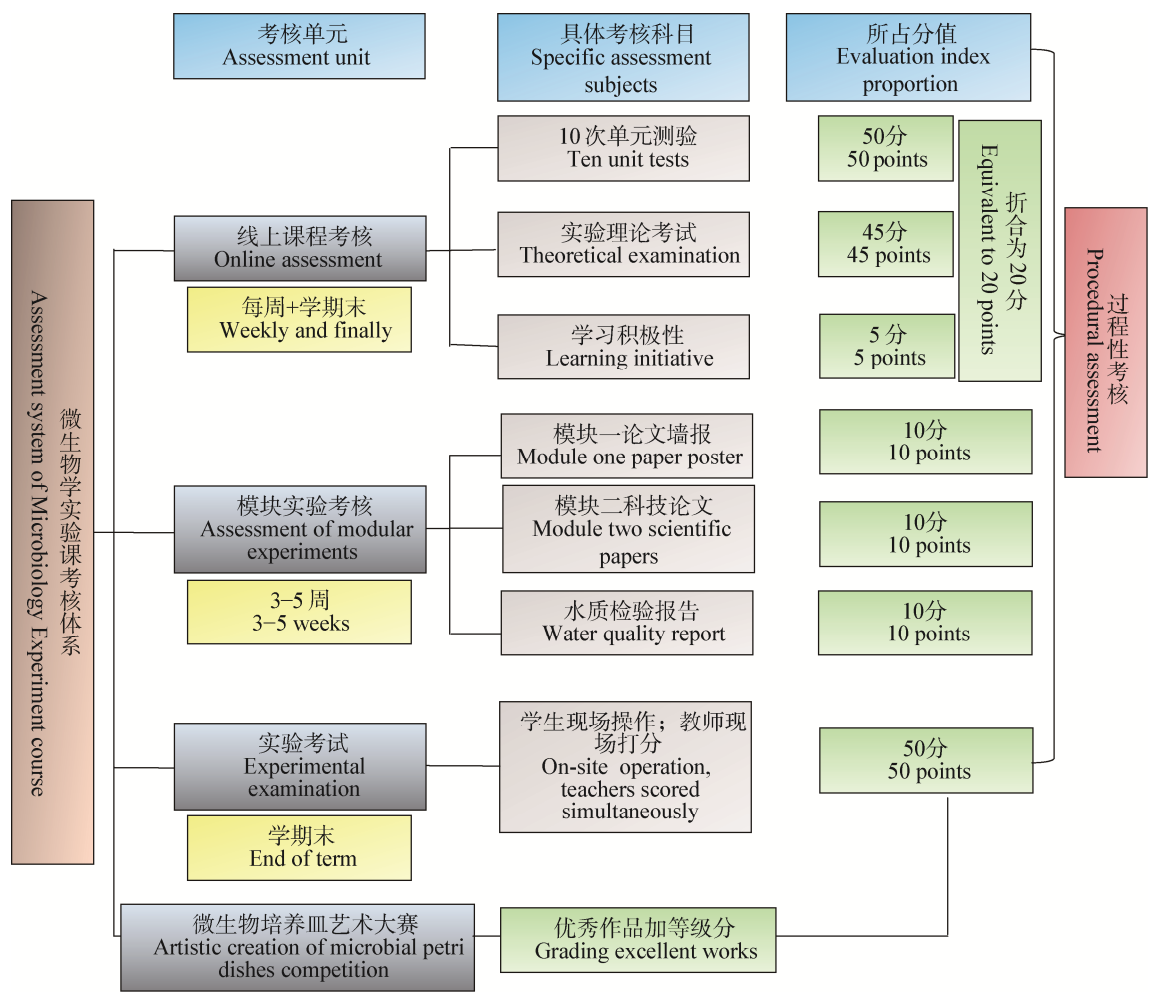


图 1 微生物学实验课程考核体系
Figure 1 Examination system of Microbiology Experiment course

范, 有没有标注, 美观度如何; 是否针对实验结果进行了合理讨论等。评价重点之一是学生能否将实验材料与方法进行归类 and 综合, 如各个单元实验所用的培养基配方应全部整合在材料与方法内容中。如学生仍按照传统的单元实验报告格式撰写, 如材料与方法仍分列于各单元报告中, 然后将几篇实验报告拼成一篇论文, 则视为不合格。评价重点之二是学生有没有针对不成功的实验结果进行思考和分析, 如进行了合理分析, 论文仍可获得良好评价。

“水质微生物学检验”模块的标准操作性较强, 我们借鉴江苏省产品质量监督检验研究院的原始记录表样式, 设计了包含 3 个单元实验结果的检验

报告表。要求学生在实验过程中填写该记录表, 并在该表后附上每步实验的结果图及其说明, 使学生掌握微生物学检验的标准计量方法和规范检验报告的出具, 树立标准化意识^[5]。

近两年来, 为了进一步激发学生的荣誉感和积极性, 我们将“环境微生物多样性调查”模块的实验论文调整为撰写论文墙报, 教师对论文墙报进行评比, 优秀墙报则在学院进行展示和评奖。在 4-7 月份, 微生物学实验教学团队还组织学生进行微生物培养皿艺术创作, 作品在学院的微信公众号中展示和公众投票, 教师对作品进行评比。优秀作品推荐参加中国微生物学会组织的“中国微生物培养皿艺术大赛”。许凯老师指导的作品“竹”获得 2018 年

第二届“中国微生物培养皿艺术大赛”优秀奖。

2.3 平时课堂检查和期末进行操作性实验考试

微生物学实验课最根本的教学目标是培养学生的微生物学实验操作技能,任何教学改革都必须围绕该目标开展^[6]。我们实施了两种考核方式,一是上课时对实验操作和结果进行随堂检查,随时纠正学生的不正确操作,检查学生的显微镜观察结果、涂布和分区划线平板培养结果等。通过平时的严格要求,使学生掌握好微生物学实验技能。该检查虽然不算实验成绩,但能督促学生认真做实验,对墙报、论文和报告等模块考核作业进行质量提升。二是进行期末实验操作考试,考核采用题库的形式,将主要实验技术如细菌染色和显微镜观察技术、单菌落划线分离与试管斜面转接技术、平板制作与稀释涂布分离微生物、酵母细胞大小和数量测定、三角瓶包扎与灭菌等组合成5-8组考题。学生在考试前随机抽取两题进行现场操作,10个学生为一组,所有指导教师现场打分。操作考试成绩占总评成绩的50%。

3 过程性考核实施效果

在微生物学实验教学中实施全过程考核,引导学生刻苦学习,积极掌握微生物学实验技能,培养学生的科研素养和高阶性思维,从而使学生达到知识、能力和素质的同步发展。爱课程网平台的学习记录显示,80%的学生能在课前做好预习,在课堂上绝大多数学生能认真做实验。开设线上课程和实施过程性考核后,学生的实验速度和效率有明显的提高,这反映了学生对实验方法的掌握有了较好的提升。同时,对2013-2016级共计423名学生进行了无记名的网络问卷调查。结果显示,有97.5%的学生认为本实验课程系统性强,有利于建立系统、科学的思维,对实际问题的解决具有指导意义;有96.7%的学生认为本实验的考核方式新颖且全面,对于牢固掌握微生物学基本实验操作和方法有很好的促进和帮助作用;没有学生认为教师布置的学习任务过重。采用混合式教学和过程性考核,学生

对微生物学实验的兴趣也有了一定的提高,如参加“微生物培养皿艺术大赛”的人数显著增长;近两年本科生申请获得的微生物学相关的国家级和省级大学生创新创业项目占总数的比例达到近38.9%,名列生物学各学科第一。

4 对过程性考核的认识

4.1 注重能力评价

课程考核是教学过程的重要组成部分,合理的考核方式不仅能真实地反映学生掌握知识和技能的状况,还能提高教学效果^[7]。在实验类课程的考核中,实施过程性考核,首先必须有利于学生掌握基本实验技能^[6]。一是强调“功夫在平时”,即在每个单元实验教学过程中,教师应亲力亲为,检查学生对实验技术掌握的程度和操作的规范性。二是在期末进行实验操作考试,实验考试通常要持续5-6 h,而且需要投入大量的人力和物力去准备考试用品,但我们团队坚持这样的考核方式已有10年,其目的是提高学生的动手能力,提高本科人才培养质量。

4.2 考核体系应与探究性学习的特点相适应

与验证性实验不同,探究性实验具有研究性质,得到的实验结果可能与预期实验结果不同甚至失败。例如,模块一实验四的内容是“分离和纯化大肠杆菌噬菌体”,要求各个班级自己去校门口文苑河采集水样,但在2018年的实验中大多数班级采集的水样中没有分离到噬菌体。学生所有实验方法和操作都正确,没有观察到噬菌斑主要是由于样品中噬菌体数量很少。再如,模块一实验二中,学生进行放线菌和霉菌的插片培养,一周后观察其菌丝和孢子显微形态结构。由于学生分离的微生物各不相同,其生长速度和产孢子情况各不相同。因而有的学生观察到孢子丝、青霉帚状枝、根霉假根等,但也有学生只能观察到菌丝或者过度生长的散落孢子。在考核过程中如何评价这些不同的实验结果,甚至是失败的实验结果,失败的实验结果是否就应打低分?我们的做法是要求学生仔细分析和

思考实验不成功的原因。如没有分离到噬菌体的主要原因是南京市实行雨水和污水分流工程, 环保部门加强执法, 严禁污水乱排乱放, 文苑河的清淤和补水以及 3 月底采样时天气偏冷。上述原因导致河水中噬菌体宿主大肠杆菌减少, 因而水样中难以富集和分离大肠杆菌噬菌体。学生如果能在论文的讨论部分列出 2-3 条合理的解释, 同样可以获得良好评价。

4.3 突出高阶性

教育部在《关于狠抓新时代全国高等学校本科教育工作会议精神落实的通知》(教高函[2018] 8 号)文件中要求各高校要全面梳理各门课程的教学内容, 合理提升学业挑战度, 增加课程难度, 拓展课程深度, 切实提高课程教学质量。我们在考核体系中设置了论文写作, 在线上课程中专门开设了科研论文写作专题讲座, 辅导学生练习写作科技论文。通过写作论文、制作墙报等提高学生的文字写作水平, 训练科研能力, 增强其科研规范意识和思考能力等, 这些高阶性的训练拓展了课程的深度和难度, 有助于提高课程教学质量。

总之, 本科人才培养是高校育人的根本, 是高水平人才培养的基础。高等教育要围绕学生刻苦读书来办教育, 引导学生“求真学问、练真本领”。微生物学实验教学团队将进一步在教学内容、教学方法和考核体系等方面进行教学改革与实践, 努力培养生物科学类的高质量人才。

REFERENCES

- [1] Chen DL. Basis and pathway of building top undergraduate education[J]. Higher Education of Sciences, 2017(6): 20-24 (in Chinese)
陈德良. 建设一流本科教育的基础与途径[J]. 高等理科教育, 2017(6): 20-24
- [2] Lin J. First-class undergraduate education: cognition problems, essential features and construction path[J]. Tsinghua Journal of Education, 2019, 40(1): 22-30 (in Chinese)
林健. 一流本科教育: 认识问题、基本特征和建设路径[J]. 清华大学教育研究, 2019, 40(1): 22-30
- [3] Dai YJ, He W, Yuan S, et al. The exploration and application of the modular teaching pattern for microbiology experiments[J]. Microbiology China, 2015, 42(9): 1809-1816 (in Chinese)
戴亦军, 何伟, 袁生, 等. 模块化微生物学实验课教学体系的探索与实践[J]. 微生物学通报, 2015, 42(9): 1809-1816
- [4] Dai YJ, Hei W, Yuan S, et al. The reform and practice of the Microbiology Experiment course under the "Internet +" era[J]. Microbiology China, 2018, 45(3): 683-690 (in Chinese)
戴亦军, 何伟, 袁生, 等. “互联网+”背景下“微生物学实验”课程的改革与实践[J]. 微生物学通报, 2018, 45(3): 683-690
- [5] Dai YJ, He W, Yuan S, et al. The exploration and application of the experimental module for microbiological examination of water[J]. Microbiology China, 2016, 43(1): 211-216 (in Chinese)
戴亦军, 何伟, 袁生, 等. 水质微生物学检验实验模块的教学探索与实践[J]. 微生物学通报, 2016, 43(1): 211-216
- [6] Zhang QF, Chi NY. Establishment and implementation of the evaluation system in microbiology experimental education[J]. Microbiology China, 2009, 36(9): 1432-1435 (in Chinese)
张庆芳, 迟乃玉. 微生物学实验教学考核评价体系的建立及实施[J]. 微生物学通报, 2009, 36(9): 1432-1435
- [7] Wang J. Exploration and practice of PAD class based on process assessment in the course of "Advanced Mathematics"[J]. Journal of University of Shanghai for Science and Technology (Social Science), 2018, 40(3): 278-282 (in Chinese)
王娟. 基于过程性考核的对分课堂教学模式的探索与实践——以高等数学课程为例[J]. 上海理工大学学报(社会科学版), 2018, 40(3): 278-282