



高校教改纵横

## 微生物生理学课程建设与教学改革体会

潘皎<sup>\*1,2</sup> 刘方<sup>1</sup> 吴卫辉<sup>1</sup> 马挺<sup>1</sup> 魏东盛<sup>1</sup> 靳永新<sup>1</sup> 徐海津<sup>1</sup> 李霞<sup>2</sup> 陈凌懿<sup>1</sup>

1 南开大学生命科学学院 天津 300071

2 南开大学教师发展中心有效教学团队 天津 300071

**摘要:** 在一流本科人才培养中, 打造一流“金课”要求严格围绕“两性一度”的标准, 即“高阶性、创新性和挑战度”进行课程建设。南开大学国家级微生物学教学团队在“微生物生理学”课程已有的基础上, 重新精心编排了教学内容, 制作了微生物生理学在线课程。课程组利用在线课程开展了翻转课堂及线上线下的混合式教学, 在课程内容上增加了难度, 学生上课下课需要较多的时间进行学习和思考; 课程内容上增加了前沿性和时代性; 教学形式上则通过 IT 辅助教学工具等充分体现了教学方式的先进性和互动性; 教学中严格把控课堂教学管理的各个环节, 利用雨课堂、蓝墨、智慧树等新技术新手段进行辅助教学, 包括考勤、课堂激活、课堂随堂测验、有效测评和总结等教学活动; 通过开展互动式、探究式教学, 组织学生进行高质量的课堂讨论, 培养学生主动学习、主动思考和主动表达的能力; 采用多元化的作业设计体系和课程考核方式, 加大对学生学习的全过程考核, 培养学生独立思考、学以致用能力。该课程已成功在“中国大学慕课”平台上线。通过微生物生理学在线课程建设和运用, 成功地将此课程从“知识传授型”课程转变为“能力培养型”课程。

**关键词:** 微生物生理学, 在线课程, 慕课, 翻转课堂, 线上线下混合式教学, 金课

## Construction of Microbial Physiology course and experience in teaching reform

PAN Jiao<sup>\*1,2</sup> LIU Fang<sup>1</sup> WU Wei-Hui<sup>1</sup> MA Ting<sup>1</sup> WEI Dong-Sheng<sup>1</sup> JIN Yong-Xin<sup>1</sup>  
XU Hai-Jin<sup>1</sup> LI Xia<sup>2</sup> CHEN Ling-Yi<sup>1</sup>

1 College of Life Sciences, Nankai University, Tianjin 300071, China

2 Nankai Effective Teaching Team, The Center for Faculty Development of Nankai University, Tianjin 300071, China

**Abstract:** In the first-class undergraduate talent training, the “golden class” are strictly required to be built around the standard, namely high-level, innovative and challenge. On basis of the Microbial Physiology course, the national microbiology teaching team of Nankai University reorganized the teaching content and produced the online course Microbial Physiology. The course team also used online course to carry out a flipped classroom and online- offline teaching. We add difficulty to the course content, and students need more time to study and think after class; the course content also adds frontier and timeliness; the teaching

**Foundation items:** School-Level Teaching Reform Project of Nankai University in 2018 (NKJG2018049); Chinese Association of Higher Education (2019SZEYB04)

**\*Corresponding author:** Tel: 86-22-23505961; E-mail: panjiaonk@nankai.edu.cn

**Received:** 11-11-2019; **Accepted:** 05-12-2019; **Published online:** 11-12-2019

**基金项目:** 南开大学 2018 年校级教改项目(NKJG2018049); 中国高等教育学会(2019SZEYB04)

**\*通信作者:** Tel: 022-23505961; E-mail: panjiaonk@nankai.edu.cn

**收稿日期:** 2019-11-11; **接受日期:** 2019-12-05; **网络首发日期:** 2019-12-11

form fully reflects the advanced teaching mode through IT-assisted teaching tools. Teachers strictly control all aspects of classroom teaching, using the new techniques and methods such as Rain classroom, Blue ink, and Wisdom tree to assist teaching, including students' attendance, class activation, quizzes, effective evaluation, summarize and other teaching activities; through interactive and inquiry-based teaching, we organize students to conduct high-quality discussions in classroom, and cultivate students' ability to actively learn, think and express; adopt diversified homework design system and course assessment methods to develop students' ability to think independently and apply what they have learned. Microbial Physiology has been successfully launched on the Chinese University MOOC platform. Through the construction and application of the Microbial Physiology online course, it was successfully transformed from the "knowledge transfer type" course to the "capacity training type" course.

**Keywords:** Microbial Physiology, Online course, MOOC, Flipped classroom, Online and offline teaching, Golden class

为了提升本科生课程的教学质量, 2018 年 6 月教育部陈宝生部长提出“要给大学学生有效增负”的思想, 以提高高校学生的学业挑战度, 增加课程难度, 使课程有深度、有难度、有挑战度。教育部高教司吴岩司长提出了建设“金课”的设想, 指出要建设线下“金课”、线上“金课”、线上线下混合式“金课”、虚拟仿真“金课”、社会实践“金课”等五类“金课”, 并将“金课”的内涵归结为“两性一度”, 即高阶性、创新性和挑战度。在此背景下, “淘汰水课、打造金课”、推进“课堂革命”成为我国高等教育改革的焦点<sup>[1-2]</sup>。

慕课(massive open online course, MOOC)为大规模开放在线课程, 从实现基本教学功能的角度来划分, 可以区分为专业课程类慕课、基础课程类慕课和通识课程类慕课。MOOC 已经对当今人们获取知识和学习的方式产生了革命性的变化, 并且对高等教育模式、教学方式方法等都产生了深远的影响; MOOC 为学习者提供了极大的便利, 促进了教育的公平, 产生了良好的社会影响<sup>[3]</sup>。但如何充分并科学地利用 MOOC 资源, 实现不浪费, 是一个值得思考的问题<sup>[3]</sup>。

SPOC (small private online course)与 MOOC 的大规模在线开放相比, 它是小范围线上线下相结合的课程, 大部分 SPOC 课程是基于 MOOC 开设的。因此, 利用 MOOC 资源开设 SPOC 课程, 是 MOOC 资源的二次利用和深加工, 是一种高效

利用的模式<sup>[4]</sup>。

翻转课堂的核心在于通过对传统课堂的翻转, 把大量的直接讲授内容移出到课外, 从而解放了宝贵的课堂时间用来进行有意义的深度学习<sup>[5]</sup>。将传统的“为了教师教而教”的以教师为中心的教学方式转变成“为了学生学而教”的以学生为中心的教学方式, 可以实现教学方式的根本性变革<sup>[6-7]</sup>。在线课程能够很好地帮助教师实现这种课堂的翻转, 并且一些国内生物课程如“生物化学”和“环境微生物学”等课程都已经在这方面做了很好的探索和尝试, 并且取得了很好的教学效果<sup>[8-10]</sup>。

本文主要是介绍南开大学“微生物生理学”在线课程的建设经验, 以及课程组如何利用该在线课程在校内开设线上线下混合式教学和翻转课堂的教学活动, 并进一步建设成 MOOC, 希望对国内同行的教学有一定的启发和帮助。

## 1 微生物生理学课程介绍

微生物生理学是一门将微生物细胞基本的生命活动过程加以综合归纳的学科, 其涉及的内容包括了微生物基因组在分子水平的活动规律、代谢活动的调节响应, 以及细胞水平的整体表现(表型)等, 是一门重要的微生物学基础课程。通过本课程的学习能使认识了解和微生物细胞的基本结构、化学组成、细胞合成的分子过程和基因组水平上的调节控制等, 以及微生物细胞代谢的变化规律

和关键环节,掌握微生物生命活动的基本过程。通过研究微生物生理学的一些基本技术与方法,可为学生今后研究和开发利用微生物奠定良好的理论基础。此外,近年来随着大量微生物基因组序列的解读,以及生物学研究技术的突飞猛进,例如质谱、核磁共振、基因组学、转录组学和代谢组学等研究技术的发展,使得微生物生理过程的探索向更深入、更加综合的水平发展。无论是发现的新知识还是产生的新的生物技术应用,都以前所未有的速度进行积累。因此,“微生物生理学”课程教学除了需要强调讲解基础知识以外,更应该加强学生对新知识、新技术进展的跟踪和了解,特别是一些新的分析手段,如基因组学、系统生物学以及合成生物学的原理、策略和技术等,力求反映本学科的新成就和人们生产、生活实践中遇见的新问题。

微生物生理学课程授课对象可以是生命科学专业、环境科学与工程学科、药学专业和医学专业的本科生,以及社会上从事微生物学科学研究和工作的专业人士。该课程依托于南开大学“微生物学”国家级重点学科、国家级微生物学系列课程教学团队、两门国家级精品课程和国家级资源共享课程——微生物学和微生物发酵工程建立的。课程内容包括:微生物细胞的结构与功能、微生物的营养、微生物的产能代谢、微生物的合成代谢、微生物的代谢调节、微生物的次级代谢、微生物的生长与环境条件、微生物对环境胁迫的反应、微生物的分化与发育、寄主与寄生物之间的相互作用等,课程课堂授课共 32 个学时。

## 2 微生物生理学课程在线课程的建设

微生物生理学在线课程建设团队主要由微生物学系 3 名教授和 4 名副教授组成。课程组是在已有课程建设的基础上,通过梳理教学内容、凝练知识点、增加图片和科研实例等,将本课程的主要教学内容首先制作成了在线课程。在线课程的授课视频总共 36 个,总时长 543 min;课件和讲义共 50 个,测试和作业的总次数 11 次,习题总数达到

83 个。在线课程中还包括期中作业、期末测试、课堂讨论和教师答疑等教学活动。同时该课程还包括微生物生理学领域的系列专题报告(以微课视频的形式呈现),将南开大学生命科学学院微生物学系具有特色优势的科研方向和成果与微生物生理学理论知识相整合并进行凝练,以拓宽学生们的知识面对学科知识掌握的深度。课程专题报告的微课视频包括:超级细菌、感染与免疫、大型真菌——蘑菇、石油开采中的微生物生理学与技术、真菌疏水蛋白、木质纤维素及其降解菌和 Protein secretion systems in bacteria 等。

## 3 微生物生理学课程线上线下混合式教学和翻转课堂的使用

课程组在完成在线课程建设的基础上,在校内平台进行了 SPOC 教学和翻转课堂教学的使用,校内选修该课程的学生人数累计达到 200 余人,实体课堂每学期开课的学生人数则控制在 50 人以内。通过结合线上线下相混合的教学模式,以及“O-AMAS”的有效教学方法,学生的主动学习能力和科研思考探究的能力都得到了有效的提升。“O-AMAS”有效教学方法是南开大学教师发展中心有效教学团队开发出的有效教学方法,按照 SMART 原则,为每个课程专题分别制定具体可行的学习目标(objectives),让学生学习起来“心中有数”。课堂的教学安排精致细化,分为迅速激活(activation)、多元学习(multi-learning)、有效评估(assessment)和简要总结(summary) 4 个模块。在每一模块设计互动式、参与式的教学活动,从而调动学生学习的热情和积极性,锻炼他们的表达交流能力,启发他们的思考,开拓他们的创新性思维能力,实现有效教学“教之有道,学之有效”。

该课程在翻转课堂的教学中要求学生在课前首先对课件和视频教学内容进行预习,课上老师再针对教学知识的重点和难点进行讲解,同时组织学生在课堂时间内进行课堂讨论。课堂授课共 32 学时:其中教师授课 23 个学时,期中复习讨论占

1 个学时, 学生分组专题汇报讨论占 5 个学时, 期末复习讨论占 1 个学时, 期末考试占 2 个学时。

教学中会使用蓝墨、雨课堂、智能树等教学工具, 进行课堂激活、课堂提问、随堂测试、有效测评、课堂总结和学生反馈等活动。我们在课上还组织了学生进行专题汇报和研讨, 由 4–5 名学生组成一个小组, 采用同伴学习和基于问题的学习方式(problem based learning, PBL)进行学习。小组选定专题后搜集文献, 制作 PPT, 在课堂时间内进行汇报, 老师再组织学生进行答疑和讨论, 并且通过组间互评的方式进行学习效果的评价。

小组对专题汇报的互评是依据学生们制定的统一标准进行, 评分表中: (1) 展示内容占 50%。包括专题覆盖内容是否全面、汇报是否具有一定的广度和深度(15%); 查阅的文献是否丰富、是否包含最新国内外研究进展(15%); 创新性是否强、专题论述观点是否确凿、是否能提出科学问题(20%)。(2) 展示表现占 50%。包括展示 PPT 制作内容是否重点突出、清晰美观, 能否恰当地使用多媒体元素(如图片、音频、视频)(15%); 展示人表达是否条理清楚、生动、大方(15%); 能否在规定时间内完成(12–15 min)(10%); 回答问题是否正确、有针对性(10%)。每个小组以组为单位和教师对汇报组进行评分, 最后去掉最高分和最低分, 取平均分, 小组的分数即作为小组每名学生的专题汇报成绩。这种教学方法积极地鼓励学生采用同伴学习和 PBL 方式进行学习。

专题讨论的范围包括: 肠道微生物基因组的研究、合成生物学的研究、微生物中小 RNA 的研究、基因编辑(CRISPR-cas9 系统)的最新进展、病毒的研究和治疗(HIV、SARS、H7N9、Zika、Mers-CoV、Ebola virus 等)、微生物组、微生物天然药物的研究、极端微生物的研究、古菌的研究、固氮微生物的研究、应用微生物学(发酵、环保、石油、生防、微生物酶制剂等)、人类致病微生物(细菌、真菌、病毒)、农作物致病微生物、人类致病

微生物与免疫系统的互作、疫苗的开发和微生物学研究领域内-诺贝尔奖获奖者的研究内容等。学生选择的专题汇报也可以选择这些专题范围之外的其他有关微生物生理学的内容。

每名学生在期末还需要完成一篇专题综述, 综述可以选择小组汇报的专题内容, 也可以选择自己感兴趣的微生物生理学方向的科研研究进展。综述的格式要求包括: (1) 题目、摘要、关键词这三项要求中英文; (2) 正文部分(包括图表); (3) 展望; (4) 参考文献。综述字数要求 4 000–5 000 字。综述的参考文献要求尽量选择近 5 年(2015 年至今)发表的研究论文及进展, 具体要求 8–10 篇中文文献和至少 5 篇英文文献。教师会对综述进行查重, 避免雷同和抄袭, 并且课题组教师会对每名学生的综述进行认真批改, 写出详细的反馈意见。

该课程最终的成绩评定中, 学生线上学习成绩(20%)、小组专题汇报(10%)、综述成绩(10%)构成了该门课程的平时成绩, 占 40%; 期末考试为开放式的开卷考试, 在教室内集中完成, 主要为思考题和科研实验设计题, 占 60%, 要求学生不能借助网络查阅文献, 必须独立思考完成。在时间分配上, 学生需要一定的时间在线上进行学习预习, 包括课前观看视频、课件和讲义, 课后可以反复观看教学视频和课件进行知识的巩固, 在线上需要做单元测试、期中和期末测试, 以及参与线上的互动讨论等。课堂上则主要是教师进行知识重点难点的讲解、答疑、学生讨论和专题汇报等, 进行知识的深入学习。

微生物生理学课程的线上线下混合式教学获得了良好的教学效果, 2018 年荣获“第四届南开大学魅力课堂”的称号。与以往传统授课的教学形式相比, 该种教学模式极大地激发了学生的学习热情, 使在学习专业知识的同时还提高了科学思考和探究的能力、综合分析科学问题的能力, 以及综述写作和专题汇报的能力, 并增强了他们团队协作的能力。学生的综合素质、学习能力得到了全面

的提升, 最终实现学生是学习的主体, 教师只起到引导学习的作用, 达到教师和学生“教”“学”相长的目标。

#### 4 微生物生理学 MOOC 建设和推广应用

微生物生理学课程已于 2019 年 3 月-2019 年 6 月期间在中国大学 MOOC 平台上线, 课程链接为 <https://www.icourse163.org/course/NANKAI-1205724808>。课程第一期累计上线学习人数达到 1 546 人。2019 年 9 月-12 月第二期的网上教学也正在进行中, 学习人数已达到 1 400 余人。通过两期的 MOOC 运行, 该课程已取得良好的教学效果, 并得到同行一致的好评和认可。该课程准备申报 2020 年的“国家精品在线课程”。

微生物生理学课程为面向社会的完全开放式课程, 社会公众可以免费注册进行学习。本课程采用过程性考核办法, 不仅有线上的每章节测试、期中考试和期末考试, 而且还有讨论、发帖等表现分占比。优秀证书要求得分 $\geq 85$ , 合格证书要求得分为 60-85 分。具体成绩评定办法如下: (1) 单元测验占 40%。在每章后设置单元测验, 题型包括单选题(2 分)、多选题(3 分)和判断题(1 分)。(2) 期中作业占 10%。在第三章结束后, 发布期中作业, 为 1 道论述题, 采用学生互评的方式进行。(3) 讨论占 10%。课程讨论需在“课堂讨论交流区”发言才能得分, 参与老师发起的讨论, 发帖或回复, 达到 5 个以上才能得到满分。(4) 期末考试占 40%。包括单选题(2 分)、多选题(3 分)和判断题(1 分)。

该课程在中国大学 MOOC 平台作为主要平台开设的第一学期课程中, 习题参与度为 99 人, 期末考核参与人数为 46 人, 通过人数为 43 人, 考试考核通过率为 94%, 优秀率为 61%。根据互动交流区统计情况, 发帖总数为 68 帖, 课程探讨度较高。教师发帖数量为 31 帖, 参与互动人数为 41 人。该在线课程也被其他高校的学生进行学习和使用, 包括四川大学、天津大学、北京师范大学、中国农业大学、天津农业大学、天津师范大学、天

津医科大学、天津中医药大学、四川农业大学、华中农业大学、西南交通大学、成都理工大学、西南民族大学等。

微生物生理学课程在过去开放的两个学期中, 服务于高校生命科学类微生物专业教学和社会微生物学人才培养, 取得了高校优质资源向社会共享开放的第一步。在今后的 5 年中, 课程组将继续与中国大学 MOOC 平台携手合作, 着重推进面向高校的教学应用, 每年持续向社会开放、持续更新教学服务内容, 力争将该课程建设为与课堂教学、实践教学互相促进的在线教学模式, 共同服务于微生物学专业人才培养。

#### 5 结语

微生物生理学课程在完成在线课程制作的基础上, 首先在校内线上平台开展了基于 SPOC 的线上线下混合式教学实践, 同时结合科研专题制作微课视频进行授课。在教学中则以学生感兴趣的专题为导向, 引导学生思考, 激发学生学习兴趣, 培养学生自主学习、思考问题和解决问题的能力, 实现了“以学生为中心”的教学目标。我们课程组进一步完成了该课程 MOOC 的建设, 并成功登录中国大学 MOOC 平台, 实现了高校优质教学资源的共享。课程组已成功地将此课程从“知识传授型”课程转变为“能力培养型”课程, 该教学模式值得推广。

**致谢:** 感谢研究生助教孙明良、胡翠婷、张凤玉、黄鑫铎和韩焱青在慕课制作和运行时的工作。感谢南开大学教师发展中心在课程制作和运行时的支持和帮助。

#### REFERENCES

- [1] Li MJ, Yang KW, Zhao QS, et al. New perspectives on course quality construction of undergraduate education: the openness and closed-loop control mechanism of “golden course”[J]. *Journal of Higher Education Research*, 2019, 42(3): 18-21 (in Chinese)  
李孟军, 杨克巍, 赵青松, 等. 本科教育课程质量建设的新视角——“金课”的开放性要求及闭环运行机制[J]. *高等教育研究学报*, 2019, 42(3): 18-21
- [2] Wang YR. The principle, connotation and frame design of the

- wisdom teaching method of "golden course" construction in universities[J]. *Innovation and Entrepreneurship Education*, 2019, 10(4): 112-115 (in Chinese)
- 王艳茹. 大学“金课”建设的智慧教学法——原理、内涵与框架设计[J]. *创新与创业教育*, 2019, 10(4): 112-115
- [3] Ding JH, Qian XL. Paths for MOOC construction in teaching-research universities[J]. *Higher Education Development and Evaluation*, 2019, 35(5): 87-98 (in Chinese)
- 丁锦宏, 钱小龙. 教学研究型大学慕课建设的路径[J]. *高教发展与评估*, 2019, 35(5): 87-98
- [4] Li HH, Wu CC, Xiao XP, et al. Effective utilization of MOOC resources: teaching reform of inorganic and analytical chemistry based on SPOC[J]. *University Chemistry*, 2019, 34(7): 6-10 (in Chinese)
- 李慧慧, 吴承春, 肖湘平, 等. MOOC 资源的有效利用——基于 SPOC 的无机及分析化学教学改革[J]. *大学化学*, 2019, 34(7): 6-10
- [5] Guo JP. Flipped classroom teaching model: variation and integration[J]. *China Higher Education Research*, 2019(6): 8-14 (in Chinese)
- 郭建鹏. 翻转课堂教学模式: 变式与统一[J]. *中国高教研究*, 2019(6): 8-14
- [6] Luo W, Du WG, Cheng CX, et al. Exploration and reflection on the practice of blended classroom teaching in universities[J]. *Pioneering with Science & Technology Monthly*, 2019, 32(6): 57-60 (in Chinese)
- 罗伟, 杜为公, 程丛喜, 等. 高校混合式课堂教学实践探索[J]. *科技创业月刊*, 2019, 32(6): 57-60
- [7] Wang HO, Li XX, Shi GQ, et al. Establishing a new "internet +" biochemistry teaching model[J]. *University Chemistry*, 2019, 34(9): 57-63 (in Chinese)
- 王海鸥, 李新学, 时国庆, 等. 基于“互联网+”生物化学新教学模式的建立[J]. *大学化学*, 2019, 34(9): 57-63
- [8] Sun L, Liang Y, Wang WS. Blended teaching design and preliminary exploration of environmental microbiology based on SPOC + Problem orientation[J]. *Microbiology China*, 2019, 46(5): 1226-1234 (in Chinese)
- 孙蕾, 梁艳, 王维生. 基于 SPOC+Problem orientation 的环境微生物学混合式教学设计与初探[J]. *微生物学通报*, 2019, 46(5): 1226-1234
- [9] Xiao SM, Jiao XM, Zhao LM, et al. Design and application of Problem-Based Learning teaching model in environmental biology experiment based on flipped classroom[J]. *Microbiology China*, 2018, 45(1): 207-214 (in Chinese)
- 肖淑敏, 焦秀梅, 赵连梅, 等. 基于翻转课堂的环境生物学实验 PBL 教学设计与实践[J]. *微生物学通报*, 2018, 45(1): 207-214
- [10] Cheng WK, Li NN. Online and offline teaching models based on cloud class in higher vocational microbiology teaching[J]. *Microbiology China*, 2018, 45(4): 927-933 (in Chinese)
- 程旺开, 李囡囡. 基于云班课的线上线下混合式教学模式在高职微生物学教学中的探索与实践[J]. *微生物学通报*, 2018, 45(4): 927-933