

课堂之外——微生物学“翻转课堂”的改革实践

陈雯莉* 胡胜

(华中农业大学生命科学技术学院 湖北 武汉 430070)

摘要: 介绍了华中农业大学在微生物学教学过程中进行“翻转课堂”的教学改革实践,从课堂教学、课后作业、课程论文、主题讨论、在线答疑等方面积极引导学生在生活中自主学习微生物学相关知识,将“翻转课堂”与传统课堂相结合,实现了教学由“课程传授”向“知识内化”转变,学生不仅掌握了微生物学相关知识,而且能够自主串联、主动学习,真正实现了课堂翻转。

关键词: 微生物学, 翻转课堂, 教学改革, 自主学习

Outside the classroom——teaching reform practices of Microbiology by flipped classroom

CHEN Wen-Li* HU Sheng

(College of Life Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei 430070, China)

Abstract: This article introduces the teaching reform practices of Microbiology by flipped classroom in Huazhong Agricultural University, Wuhan, China. By means of classroom teaching, homework, course thesis, topic discussion, online FAQ etc, students are actively guided to self-directed learning microbiology related knowledge. The flipped classroom has been in combination with the traditional classroom. And the “course teaching” has been shifted to “knowledge internalization”. Students not only master the microbiology related knowledge, but also can independently and actively study by the way of flipped classroom.

Keywords: Microbiology, Flipped classroom, Teaching reform, Self-directed learning

Foundation item: Teaching Research Project of Higher Education in Hubei Province (No. 2014168); Teaching and Research Project of Huazhong Agricultural University (No. 2014B15)

*Corresponding author: Tel: 86-27-87282730; Fax: 86-27-87280670; E-mail: wlchen@mail.hzau.edu.cn

Received: November 02, 2015; **Accepted:** December 18, 2015; **Published online** (www.cnki.net): January 04, 2016
基金项目: 湖北省高等学校教学研究项目(No. 2014168); 华中农业大学校级教学研究项目(No. 2014B15)

*通讯作者: Tel: 86-27-87282730; Fax: 86-27-87280670; E-mail: wlchen@mail.hzau.edu.cn

收稿日期: 2015-11-02; **接受日期:** 2015-12-18; **优先数字出版日期**(www.cnki.net): 2016-01-04

“微生物学”是我国高等学校生物学专业必修的一门专业基础课,是研究微生物及其生命活动规律的学科,它主要给予学生基础、系统的微生物学基础知识、基本理论和实验操作技能。随着现代生命科学的迅速发展,微生物学研究异常活跃,与生产实践及日常生活的关系也日益密切,这必然对微生物学教学提出了更高的要求。目前关于微生物学教学方法的改革已成为当前高校特别是重点院校生物学科教育改革最迫切的任务之一,而“翻转课堂”等提倡进行的研究式教学模式,成为许多院校在微生物学教学领域进行教学改革的新尝试^[1-4]。

翻转课堂是指学生在课下完成知识的学习,而课堂变成了老师学生之间和学生与学生之间互动的场所,包括答疑解惑、知识的运用等,从而达到更好的教育效果,这一新型教学模式得以实施要归功于互联网的普及和计算机技术在教育领域的应用,近年来越来越受到教育从业者的关注^[5-8]。为了进一步提高教学质量,调动学生主动学习、自主学习的积极性,2014-2015-2 学期我们在华中农业大学国家生物学基础科学研究和教学人才培养基地班的“微生物学”课程教学中开展了翻转课堂的教学改革实践。我们将翻转课堂与传统课堂相结合,进行了混合式教学方法的改革,通过课堂、作业、网络、讨论等方面使教师与学生交流更深入,教学相长,实现了教学由“课程传授”向“知识内化”转变,学生不仅仅只是掌握一门课程的知识,而是能够自主串联、掌握学习主动,真正实现课堂翻转,使生活成为大课堂,让他们受益终身。

1 华中农业大学微生物学教学传统

华中农业大学的“微生物学”课程是由著名土壤微生物学家陈华癸院士创建的,具有自己的鲜明特色^[9]。几十年以来,“微生物学”课程建设始终依托于微生物学国家重点学科和农业微生物学国家重点实验室,以科研支持课程建设,以课程建设培养科研人才,教学科研互促共进,同时在微生物学教材建设方面成果显著^[10-17]。因为我们的科研主要以农业有益微生物的利用和有害微生物的防治为主,

涉及农业微生物学的应用。因此,我们在教学过程中也注意将教学内容向基础研究和应用开发两个方面延伸。

2 微生物学教学当前不足

2.1 基础知识与基本概念训练不足

微生物学涵盖微生物的分类和鉴定、形态与结构、营养和代谢、遗传与变异、生态和免疫等方面,内容多,知识点细,传统的教学活动都是以教师为中心,在课堂上教师以描述性的讲解来传播知识,学生作为被动的认知信息的接受者。这种教学模式导致学生基础知识训练不足,难以培养创新能力。

2.2 科研思维与实践技能训练不足

微生物学是一门实践性较强的学科,课堂教学不光要教会学生对理论知识的理解,还要通过实验课训练学生熟练掌握微生物学的基本实验技术,如微生物的分类鉴定、微生物纯培养、微生物的生化分析及微生物的遗传育种等,它是微生物学教学的重要组成部分。但现在学生普遍存在科研思维与技能训练不足的问题:一方面实验课学时有限,课前准备和课后的整理工作学生参与较少,对实验缺乏整体了解;另一方面大多数实验只是验证教材上的结果,称为“验证式”模式,留给学生思考分析、解决问题的空间很小,达不到应有的效果。

2.3 课堂理论与课外现实联系不足

目前的微生物学教学存在课堂理论与国际科技前沿之间、与工农业生产应用之间以及与日常学习生活之间的脱节问题。现代科技迅速发展,知识不断向纵、横两个方向渗透,要求微生物学教学改革要与时俱进,体现出先进性和科学性,及时反映本学科领域的最新科技成果,体现经典与前沿的完美结合;另一方面,日常生活中微生物无处不在,无时无刻不在影响着每一个人的生活,同样要求微生物学教学改革能联系日常生活,让课堂理论与生活实践相结合。

3 探索性解决途径——翻转课堂

针对上述问题,我们本着“以学生发展为中心,

切实提高教学质量”的原则,在2014–2015-2学期微生物学教学过程中,结合传统课堂,进行了翻转课堂的改革实践,实现教学由“课程传授”向“知识内化”转变,在课堂教学、课后作业、课程论文、主题讨论、在线答疑等方面积极引导学生在生活中自主学习微生物学相关知识,具体举措如下。

3.1 强化基础知识,明晰基本概念

为了加强基础知识训练,我们除利用课堂教学时间,课下还推荐学生阅读大量的配套网络资源、原版经典教材和国际主流期刊,建议学生不要只读一本教材,让学生兼容并蓄,了解并掌握宽泛而坚实的微生物学基础知识。我们认为学生要学会与教材分离,不破不立,在广泛的涉猎中形成全新的学习方法,完成思维变革。有些学生一开始并不适应这种教学方法与学习方式,感觉“突然与课本联系少了,有些不适应”,认为老师授课内容与教科书不能一一对应,不便于复习,但随后不久就习惯了这种充满挑战与乐趣的学习形式。

我们在教学中还鼓励学生“亮点自寻”,即在每一章节的学习过程中,要求学生自己找出本章的一个学习重点和一个学习难点。引导学生转变身份,成为课程学习的主人,明晰课程的重点。而本章的难点,往往在这一章节结束后再让学生在上交作业时一并提出,从学生方面得到反馈,帮助教师了解哪些内容对于学生而言较难理解和掌握,以便集中辅导或在线答疑,改进教学。

3.2 培养科研思维,加强技能训练

3.2.1 精心组织主题讨论:要求学生自行分组,结合最新微生物科研进展自主选题,利用课余时间查阅文献撰写综述,重点评述相关科研思维、实验设计和技术手段;教师和助教帮忙把关协调。根据学习进度和课程知识体系,本学期在课程后期安排了14个专题课堂讨论。专题讨论以学生课堂报告和集体主题讨论形式开展。精心协调的讨论主题涵盖微生物的生命活动机理、传统优势方向、前沿科技热点、工业及生活利用、医学与人体健康等方面,巧

妙引导的讨论方向较系统地展现了微生物学科从基础研究到实践应用的全貌,提高了学生对课程的认知和理解,同时回顾了微生物学的相关基础知识。

3.2.2 严格挑选科研案例:任课教师挑选合适的科研案例进行教学,能活跃学生思维,培养科学精神和实践能力。在教学中实现“以教师为主导,学生为主体”的教学思想,发挥教师在传播知识中的导向作用,获得良好的教学效果。

作者将主持的国家自然科学基金项目“*Anabaena* PCC7120 中异形胞的发育与细胞分裂和DNA复制间协调关系的机制研究”的科研成果引入了原核生物的细胞结构与功能章节教学。该项目以DNA复制、修复过程中的关键酶以及细胞骨架相关蛋白为研究对象,系统地研究了它们在鱼腥蓝细菌细胞内的表达调控、作用机理以及细胞分裂周期与异形胞分化之间的关系。在课堂教学过程中,将鱼腥蓝细菌的细胞分裂周期及异形胞分化过程作为一条清晰的教学主线索,按照生长增殖及功能性分化的细胞生命活动顺序依次展开微生物的细胞结构与功能。此案例的引入,不但使科技前沿进课堂,开阔学生眼界和思维,形成了一种追求科学的良好氛围,培养了学生分析问题和解决问题的能力,更使本章零散的知识系统化,使抽象的概念形象化,便于学生理解和掌握,更为后续的细胞生长、营养、发育、遗传变异等教学内容铺路伏笔。

3.2.3 积极主办技能竞赛:比赛由微生物学教研室教师设计综合性实验项目,过程涉及微生物学基本原理和操作技术,要求参赛学生熟练掌握相关操作的原理、流程和步骤,独立设计并实践完成,根据实验操作过程的规范性、熟练程度和实验结果综合考量,决定最终名次。对这项比赛学生们参与热情高,报名非常踊跃,生科1301班的学生最终获一等奖。

3.3 回顾科技经典,注重前沿导览

在课堂上,我们既有科学史回顾专题,也有国

际科研前瞻训练项目。

科学史回顾专题是根据课程相关内容同步推出的相关科学史和人物专题,主要介绍一个领域的开端以及杰出微生物学家的科研工作。比如1943年,法国微生物学家 Lwoff A.证实溶源性菌株的存在;法国微生物学家、微生物生理学的奠基人 Louis Pasteur (1822–1895)的成就;1977年美国微生物学家 Carl Woese 根据 16S rRNA 基因的特征提出三域系统等。这种专题让学生了解到学科发展的渊源,在回顾历史的同时站在巨人的肩膀上展望未来。

国际科研前瞻训练项目则是精选各主流权威科学类杂志如“Science”、“Nature”和“PNAS”上最新报道的微生物领域研究成果推荐给学生,并作简评和导读,引导学生思考和展望后续发展。

3.4 鼓励学以致用,关注生活课堂

在教学过程中,我们非常注意将时事新闻、日常生活中与微生物息息相关的案例编入作业和测试卷,如中东呼吸综合征(MERS)等,引导大家将课堂知识和日常生活进行关联,在生活中应用课程知识,更使生活成为大课堂,实现自主学习。

我们推荐学生们课下观看《舌尖上的中国》、《手工云南》、《大英两千年》等大量涉及微生物的经典纪录片^[18-20],留下观后思考题以引导学生养成在生活中随时思考、自我学习的习惯。例如其中一次布置的作业如下:杜甫《登高》中诗云:“风急天高猿啸哀,渚清沙白鸟飞回。无边落木萧萧下,不尽长江滚滚来。万里悲秋常作客,百年多病独登台。艰难苦恨繁霜鬓,潦倒新停浊酒杯。”这里的“浊酒”是什么酒?三碗不过岗,武松喝了十八碗还打了老虎,武松喝的又是什么酒?本期课外推荐微生物学相关视频:《古墓探秘:古老的酒坊》^[21],观后思考题:(1)杜甫的“浊酒”和“一壶浊酒喜相逢”中的“浊酒”是同一种酒吗?(2)视频的字幕中有几处学术错误,请学生们指出。(3)请试述“老面馒头特别香”的原理。学生们对这样的作业非常感兴趣,查资料看视频,回答问题的质量也很好。

3.5 构建交流平台,拓展学科知识

积极建设师生现场和在线交流平台,鼓励和引导学生深入讨论问题,教师和助教现场或在线参与讨论和答疑,并通过微信、QQ、邮件等工具给出相关参考文献或链接,同时补充深度解答。我们专门建了QQ“微生物学习群”,答疑时间次数无限制,学生随时提问,教师和助教及时予以解答。QQ群自建立以来,解答问题及时详细,深受学生好评。除交流“微生物学”课程学习的问题之外,在师生交流平台还积极推介与微生物学紧密相关的其他生命科学知识或信息,增强了微生物学科与其他学科的有机交融,便于学生开拓视野,在学科之间建立横向联系,并增加学习兴趣。如细胞生物学经典视频推介;介绍核酸及蛋白质音乐编辑播放器;推荐参加微生物学前沿论坛;发布学院各课题组最新研究进展报告等。

3.6 崇尚创新思维,考核多种多样

实行翻转课堂后,加大了平时成绩的考核力度;实现了基础知识和独立思考、创新思维能力考察并重;学生的课程成绩60%来自期末考试,20%来自平时作业;20%来自课堂报告和讨论,这样的评分体系既让真正优秀的学生脱颖而出,又减轻了学生们的期末考试压力。期末考试的优秀答卷比例比以往明显上升,考试分数准确、全面地反映了学生掌握知识及分析问题、解决问题的能力。

4 项目反馈

我们在期末对学生进行了改革效果的问卷调查,希望他们如实反映项目的优缺点、改进建议等,为了避免受到选项的干扰,问卷没有设计客观题,这给最后的统计工作带来一定的工作量和难度,但是能更客观地反映出学生的真实感受。

问卷一共发放61份,回收的有效问卷52份,有效回收率为85.3%。调查结果显示:48位(占全体调查者92.3%)学生明确表示项目值得肯定,自己在项目中受益;30位(57.7%)学生明确提到能“巩固”或“复习”课堂知识;24位(46.2%)学生明确表示自己

的科研思维得到了训练或养成了独立思考的习惯; 26 位(50.0%)学生提到了改革能开阔视野, 帮助理解课堂内容并运用在生活实践中; 11 位(21.2%)学生明确表示改革项目很“有趣”; 7 位(13.5%)学生认为改革项目设计精心, 令人印象深刻; 另外, 有 11 位(21.2%)学生认为应该进一步增加改革中的互动环节; 有 6 位(11.5%)学生希望能继续增加科技前沿版块的内容; 同时有 4 位(7.7%)学生认为微生物学是基础课程, 改革项目应该以课本基础知识为主, 没有必要过多扩展。

学生是此次改革项目的直接参与主体, 因此来自学生的声音尤其重要。有位学生写道“我认为这样的改革对我来说很有效果, 可以让我从课本中的知识进行拓展与延伸, 可以让我对课本中学到的有什么应用有了一些了解, 对课堂中的重难点也有了自己的看法, 也能够相应的进行复习与巩固。”此外, 有 41 位(78.8%)的学生在调查中分别在反馈机制、项目设计、拓展范围、改革方向等方面提出了许多改进的细节和建议, 体现出学生对项目本身的关注和思考, 我们已经将这些宝贵的学生建议收集整理, 以进一步深化改革、完善微生物学教学。有些好的措施我们准备向其他课堂推广。

5 翻转课堂改革实践经验

5.1 配合传统课堂, 精心设计

在改革实践过程中我们体会到翻转课堂目前还不能完全脱离传统课堂, 它们各有特点(表 1), 我们必须以传统课堂为经, 翻转课堂为纬, 相辅相成, 才能获得最佳教学效果。传统课堂的内容把握知识基础和教学方向, 翻转课堂的内容则博古通今, 与时俱进, 学生才能准确把握学科精髓。翻转课堂的形式必须根据需求设计, 匠心独运, 环环相扣, 才能起到正确的引导作用, 达到预期效果。实施翻转课堂后, 传统课堂和教师的角色都发生了变化, 教师更多的责任是去理解学生的问题和引导学生去运用知识。

5.2 找准突破口, 循序渐进

我们在微生物学教学过程中开展的翻转课堂的试点实践尚处于初期探索阶段, 教师和学生都需要一个适应的过程。因此, 本次翻转课堂的教学改革主要应用在原核微生物、真核微生物、病毒、微生物营养、微生物生态等章节, 这些章节或者知识点概念性较强、基础研究成熟, 或者一直是国际热门研究领域, 或者与生活结合较紧密, 便于学生理解和查找资料, 适合作为翻转课堂试点的突破口。

表 1 传统课堂与翻转课堂的对比
Table 1 Comparison between traditional classroom and flipped classroom

比较项目 Aspects of comparison	传统课堂 Traditional classroom	翻转课堂 Flipped classroom
教师定位 Teacher orientation	传授知识	引导学习
学生定位 Student orientation	接受知识	主动研究
教学内容 Content of courses	教科书	包罗万象
教学形式 Instructional mode	授课	灵活多样
考核方式 Assessment method	应试型考核	强调独立思考、学习能力
教学效果 Teaching effect	授之以鱼	授之以渔

5.3 提供丰富资源, 因势利导

为配合翻转课堂, 我们精心挑选了一系列丰富的网络资源, 包括教学视频资料: 华中农业大学《微生物学》国家精品资源共享课程网站; 陈雯莉教授主编的《微生物学双语教学动画》; 赵斌教授主讲的视频公开课《微生物与人类生活》^[22-24]等。

拓展视频资料:《一滴水内的微生物战争》、《细菌的结构》、《神奇的细胞世界》、《流感病毒如何侵入身体》、《HIV 病毒如何感染人类免疫细胞》等, 以及经典纪录片《舌尖上的中国》、《手工云南》、《大英两千年》、《古墓探秘》^[18-21]中涉及微生物的片段等。

英文原版教材推荐 Prentice Hall 2009 年出版的由 Michael T., Madigan John M., Martinko Jack Parker 等编著的“Brock's Biology of Microorganism 12TH”。以及 McGraw-Hill Higher Education 2002 年出版的由 Lansing M. Prescott, Donald Klein, John Harley 等编著的“Microbiology”。

还介绍了国内外微生物学领域主流期刊及其官方链接, 包括 Nature Reviews Microbiology、Microbiology and Molecular Biology Reviews、FEMS Microbiology Reviews、The ISME Journal、Molecular Microbiology、Cellular Microbiology、Environmental Microbiology、Applied and Environmental Microbiology、Journal of Bacteriology 等期刊。

推荐的国内外相关网站及论坛有美国国立生物技术信息中心(National Center for Biotechnology Information)、中国微生物与病毒主题数据库、科学网、丁香园、小木虫、哈佛大学生物视频中心(Bio Visions at Harvard University)等。

这些资料都供学生自学, 教学视频和原版教材主要配合课堂教学, 拓展视频用于设计相关习题、组织在线讨论或者编入作业, 意义重大的期刊文献会及时推荐并组织在课堂或网络讨论, 同时挑选专题性的系列文献要求制作主题报告或撰写课程论文, 此外大部分资料和网站仅要求学生参考或了解。

5.4 培养教学团队, 传承有序

本次翻转课堂试点的成功, 部分仰赖于学生的自觉性, 因为授课班级是国家生物学理科基地班, 学生素质好, 学习热情高, 愿意并积极通过互联网去使用优质的教育资源, 不再单纯地依赖授课教师去教授知识。如果推而广之, 则需要设计更合理的方案从制度上保障学习效果。另一方面, 翻转课堂的准备和实施工作量巨大, 除了主讲教师需要投入大量时间和精力外, 还需要培养一个成熟默契、传承有序的教师-助教团队, 共同运营, 累积经验, 才能实现长期稳定的可持续发展。

6 结束语

华中农业大学微生物学翻转课堂的教学改革, 是在发扬自身优良传统、彰显农业大学特色的基础上, 充分挖掘现有优势和资源进行的。改革中首先针对当前微生物学教学中存在的实际问题进行总结分析, 逐一提出解决方案。以学生为本, 精心进行系统设计, 在课堂教学、课后作业、课程论文、主题讨论、在线答疑等方面积极引导学生在生活中自主学习微生物学相关知识, 在确保教学质量的同时将课堂翻转到教室之外, 与科技前沿和日常生活紧密联系, 注重培养学生良好的学习习惯, 调动学生主动学习的积极性, 启发学生的科研思维, 增强实践应用能力, 最终促进学生个人的全面发展。此次改革在实践中积累了很多有益的经验, 也获得了参与师生的许多积极反馈, 为进一步提升传统教学模式、提高教学质量提供了重要参考。

参考文献

- [1] Liao DC, Chen Q, Zhang XP, et al. Reform and practice of the Microbiology course in Agricultural University[J]. Microbiology China, 2013, 40(7): 1266-1271 (in Chinese)
廖德聪, 陈强, 张小平, 等. 农业院校微生物学课程教学改革与实践[J]. 微生物学通报, 2013, 40(7): 1266-1271
- [2] Wang WX. Research and practice on teaching reform of food microbiology experiment for cultivating innovation ability of students in local Normal University[J]. Shandong Chemical Industry, 2015, 44(16): 176-177, 179 (in Chinese)
王蔚新. 基于培养学生创新能力的地方师范院校食品微生物学实验课程改革研究[J]. 山东化工, 2015, 44(16): 176-177, 179
- [3] Zhou A, Song H, Liu QM, et al. Teaching reform and practice of

- medical microbiology[J]. Guangzhou Chemical Industry, 2014, 42(17): 224-225 (in Chinese)
- 周安, 宋鸿, 刘清蒙, 等. 医学微生物学教学改革与实践[J]. 广州化工, 2014, 42(17): 224-225
- [4] Wei YH, Yang SS, Chen HY, et al. Strategy on the three-dimensional class teaching model of microbiology[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2013, 41(21): 9130-9132 (in Chinese)
- 卫亚红, 杨淑慎, 陈红英, 等. 微生物学立体化课堂教学模式实施策略[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(21): 9130-9132
- [5] Lage MJ, Platt GJ, Treglia M. Inverting the classroom: a gateway to creating an inclusive learning environment[J]. The Journal of Economic Education, 2000, 31(1): 30-43
- [6] Song ZX, Yu QD. Research on project-based teaching model based on flipped classroom[J]. Journal of Distance Education, 2014(1): 96-104 (in Chinese)
- 宋朝霞, 俞启定. 基于翻转课堂的项目式教学模式研究[J]. 远程教育杂志, 2014(1): 96-104
- [7] Pei HX, Qi XX. Teaching mode reform based on flipped class[J]. Science and Technology Innovation Herald, 2015(16): 146-146, 148 (in Chinese)
- 裴红星, 祁秀香. 基于翻转课堂的教学模式改革[J]. 科技创新导报, 2015(16): 146-146, 148
- [8] Zhao XL. The design of teaching mode based on knowledge construction in flipped classroom[J]. Modern Distance Education Research, 2014(2): 55-61 (in Chinese)
- 赵兴龙. 翻转课堂中知识内化过程及教学模式设计[J]. 现代远程教育研究, 2014(2): 55-61
- [9] College History Writing Committee. Road to Excellence: the Twentieth Anniversary Documentary of College of Life Science and Technology, Huazhong Agricultural University[M]. Wuhan: Hubei People's Press, 2014: 52-53 (in Chinese)
- 院史编写委员会. 追求卓越之路: 华中农业大学生命科学技术学院成立二十周年纪实[M]. 武汉: 湖北人民出版社, 2014: 52-53
- [10] Chen HG. Soil Microbiology[M]. Beijing: National Compilation, 1947 (in Chinese)
- 陈华癸. 土壤微生物学[M]. 北京: 国立编译馆出版, 1947
- [11] Chen HG. Microbiology[M]. Beijing: Higher Education Press, 1959 (in Chinese)
- 陈华癸. 微生物学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1959
- [12] Chen HG. Microbiology[M]. 2nd Edition. Beijing: China Agriculture Press, 1962 (in Chinese)
- 陈华癸. 微生物学[M]. 第2版. 北京: 农业出版社, 1962
- [13] Chen HG. A Laboratory Manual of Microbiology[M]. Beijing: China Agriculture Press, 1962 (in Chinese)
- 陈华癸. 微生物学实验指导[M]. 北京: 农业出版社, 1962
- [14] Chen HG, Fan QS. Microbiology[M]. 3rd Edition. Beijing: China Agriculture Press, 1979 (in Chinese)
- 陈华癸, 樊庆笙. 微生物学[M]. 第3版. 北京: 农业出版社, 1979
- [15] Chen HG, Fan QS. Microbiology[M]. 4th Edition. Beijing: China Agriculture Press, 1989 (in Chinese)
- 陈华癸, 樊庆笙. 微生物学[M]. 第4版. 北京: 农业出版社, 1989
- [16] Li FD, Hu ZJ. Microbiology[M]. 5th Edition. Beijing: China Agriculture Press, 2000 (in Chinese)
- 李阜棣, 胡正嘉. 微生物学[M]. 第5版. 北京: 中国农业出版社, 2000
- [17] Li FD, Hu ZJ. Microbiology[M]. 6th Edition. Beijing: China Agriculture Press, 2007 (in Chinese)
- 李阜棣, 胡正嘉. 微生物学[M]. 第6版. 北京: 中国农业出版社, 2007
- [18] Documentary. A bite of China[Z]. Beijing: China Central Television (CCTV), 2012 (in Chinese)
- 纪录片《舌尖上的中国》[Z]. 北京: 中央电视台, 2012
- [19] Kunming Xijing Culture Communication. Documentary. Handwork of Yunnan[Z]. Kunming: Yunnan Radio and TV Station, 2015 (in Chinese)
- 昆明蹊径文化传播制作. 纪录片《手工云南》[Z]. 昆明: 云南广播电视台, 2015
- [20] Documentary. The British (BBC)[Z]. 2012 (in Chinese)
- 纪录片《大英两千年》[Z]. 英国广播公司, 2012
- [21] Documentary. Tomb Quest. The old distillery[Z]. Jingshang culture communication Co., Ltd., Beijing Hopes Community Foundation, 2014 (in Chinese)
- 《古墓探秘: 古老的酒坊》[Z]. 北京京商文化传播有限责任公司, 北京市希望公益基金会, 2014
- [22] Microbiology-Resource sharing lessons-Huazhong Agricultural University[OL]. http://www.icourses.cn/coursestatic/course_6428.html (in Chinese)
- 微生物学-华中农业大学-资源共享课网站[OL]. http://www.icourses.cn/coursestatic/course_6428.html
- [23] Chen WL. Bilingual Educational Animations for Microbiology[CD]. Beijing: Higher Education Press, 2013 (in Chinese)
- 陈雯莉. 《微生物学双语教学动画》[CD]. 北京: 高等教育出版社, 2013
- [24] Zhao B. Microorganisms and human life (courses on line)[OL]. <http://www.icourses.cn/viewVCourse.action?courseCode=10504V005> (in Chinese)
- 赵斌. “微生物与人类生活”公开课[OL]. <http://www.icourses.cn/viewVCourse.action?courseCode=10504V005>