



高校教改纵横

## 转变教育理念，强化实践环节，提高微生物学教学质量

吴根福\* 吕镇梅 应盛华 陈中云

浙江大学生命科学学院 浙江 杭州 310058

**摘要：**微生物学是一门研究微生物的生命活动规律及其应用技术的学科。为了使不同学科背景和不同发展愿景的学生在有限的课时内能深入领会微生物学知识、掌握实验技能、增加对社会热点问题的理解，浙江大学从2013年开始对微生物学课程进行了改革。通过转变教学理念、融入课程思政、强化实验技能、重视评价导向等手段，使微生物学课程的教学质量有了明显的提升。

**关键词：**微生物学，课程思政，实验技能，评价导向，教学理念

## Improving teaching quality of Microbiology by changing educational philosophy and strengthening practice session

WU Genfu\* LU Zhenmei YING Shenghua CHEN Zhongyun

College of Life Sciences, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang 310058, China

**Abstract:** Microbiology is a discipline on the sciences of microbial life and the technologies of microbial application. In order to deeply grasp microbiological knowledge, proficiently master experimental skills and clearly understand social hot topics in limited class hours for the students with different academic backgrounds and different development visions, the curriculum reform of Microbiology has been carried out since 2013 in Zhejiang University. The results showed that the teaching quality was significantly improved by means of changing educational philosophy, integrating curriculum ideology, strengthening practice skills and emphasizing evaluation orientation.

**Keywords:** Microbiology, curriculum ideology, experimental skills, evaluation orientation, teaching philosophy

微生物学是一门研究微生物的生命活动规律及其应用技术的学科。该课程不仅是生物学和医学等学科的专业课，也是药学、农学、食品科学和环境科学等专业的基础课。近几十年来，微生物学理论和技术得到了迅猛发展，从以形态和生理生化为

特征的经典微生物学逐渐发展成以基因组和蛋白质组为特征的分子微生物学<sup>[1]</sup>，但微生物学的教学课时却在不断缩减，理论课与实验课之间也存在着脱节等问题。为了使不同学科背景和不同发展愿景的学生在有限的课时内能深入理解微生物学知识、

**Foundation items:** Construction for the Undergraduate Education and Teaching Courses in Zhejiang University (2019-17); Online and Offline Cultivation Project of Zhejiang University (2020-14)

\*Corresponding author: Tel: 86-571-88206637; E-mail: wugenfu@zju.edu.cn

Received: 19-07-2020; Accepted: 11-09-2020; Published online: 01-11-2020

基金项目：浙江大学本科课程思政建设项目(2019-17)；浙江大学线上线下混合式课程培育项目(2020-14)

\*通信作者：Tel: 0571-88206637; E-mail: wugenfu@zju.edu.cn

收稿日期：2020-07-19；接受日期：2020-09-11；网络首发日期：2020-11-01

掌握实验技能、增加对社会热点问题的理解, 浙江大学从 2013 年开始对微生物学课程进行了改革。通过转变教学理念、融入课程思政、强化实验技能、重视评价导向等手段, 使微生物学课程的教学质量有了明显的提升。

## 1 转变教学理念, 满足学生需求

现代教育不再是以教师为中心的“填鸭式”教育, 而是以学生为中心, 对他们的各种能力进行全面培养的一门艺术<sup>[2]</sup>。本着全心全意为学生发展的宗旨, 我们从转变教学理念着手, 对微生物学课程进行了改革, 从过去的“教学生学”向“培养学生学习兴趣 and 综合能力”上转变。

因为兴趣是最好的老师, 所以我们十分重视“绪论课”在兴趣培养中的作用, 开课伊始就要用近 50 min 时间介绍学习微生物学的意义以及学好微生物学应采取的措施, 明确微生物与机体生理健康、生活品质提升、工农业生产发展和环境生态改善的关系, 告诉学生要学好微生物学, 必须广泛涉猎、联系生活、勤于思考、重视实验<sup>[3]</sup>。有了兴趣, 学生就会自主去查阅资料, 自主进行拓展学习。

修读浙江大学微生物学课程的学生很多, 既有生命科学、医学、药学、农学专业的学生, 也有食品科学、环境科学和工学专业的学生。我们的微生物学课程教学内容也十分丰富, 既包括细菌、放线菌、霉菌、酵母菌、病毒等形态及分类方面的知识, 又包括微生物生理、微生物遗传、微生物生态、传染与免疫等方面的知识。为了使不同学科和不同发展愿景的学生在有限的授课时间内最大限度地获得自己想要的微生物学知识, 我们开设了微生物学(甲)、微生物学(乙)两种类型的课程供学生们选择。微生物学(甲)主要针对生命科学学院、医学院和农学院“求是班”的学生, 课程共 80 学时, 其中理论课 48 学时、实验课 32 学时, 目标是培养具有国际视野的微生物学创新型人才, 授课内容力求与世界一流大学同步, 选用 *Brock Biology of Microorganism*<sup>[1]</sup> 作为教材, 根据不同学生的英语水平, 设置有英语

主讲和双语讲授两种模式。微生物学(乙)主要针对农学院、食品科学学院、环境资源学院及其他专业的学生, 课程共 64 学时, 其中理论课 32 学时、实验课 32 学时, 目标是培养具有家国情怀的社会主义建设者, 授课内容偏向应用, 根据不同学生的需求设置有双语讲授和汉语主讲两种模式。在“互联网+”时代背景下, 为了提高学习效率, 我们利用“爱课程”网站、高教出版社数字课程平台和“学在浙大”网站, 将课程视频、讲课幻灯片、参考复习资料、扩展阅读资料和实验操作视频发布在网上, 学生们可随时随地查阅, 进行预习和复习。

## 2 融入课程思政, 开展讨论式教学

知识积累犹如读书一样, 需要经历一个“由薄到厚”再“由厚到薄”的过程。微生物学课程内容繁多, 如何让学生们系统地理解并掌握微生物学的精髓, 让教材“越读越薄”, 是课程教学面临的主要挑战之一。目前国内的《微生物学》教材厚达 400–500 页<sup>[4]</sup>, 国外的一些原版教材更是超过 1 000 页<sup>[1]</sup>。作为教师, 除了传授必要的知识外, 还要引导学生将知识不断消化吸收, 实现“由厚变薄”的过程。为此, 在授课过程中应明确重点, 将内容聚焦于主线上, 做到条理清晰、主题突出。在微生物学教学过程中, 我们遵循以“小不点, 大能耐”为主线对课程进行梳理。无论是细菌、放线菌、霉菌、酵母菌, 还是病毒和亚病毒, 其个体微小, 是名副其实的“小不点”, 但生长繁殖快, “能耐”很大。对工业微生物菌株, 我们要创造条件, 通过代谢调控和遗传育种等手段, 让微生物快速生长, 获得我们所需要的发酵产物, 或将污染物逐渐降解; 对病原微生物, 我们要创造各种消毒灭菌方法, 开发抗生素、抗代谢物等化学药剂和疫苗、单克隆抗体等生物制品, 尽可能控制其生长。通过“小不点, 大能耐”这一主线, 我们把微生物形态和分类、微生物营养和代谢、微生物生长和繁殖、微生物遗传和变异、微生物生态及环境治理、微生物传染和免疫等章节有机地串连在一起, 构成一个系统的整

体,使厚重的教材“越教越薄”。

我们还利用慕课(Massive Open Online Course, MOOC)、小规模在线课程(Small Private Online Course, SPOC)、“学在浙大”和“翻转课堂”等课堂形式,进行线上线下混合式教学。我们将微生物学中较浅显、与日常生活联系比较密切的知识,包括病原微生物的感染及其防治,消毒与灭菌、化学药剂及生物制品、污水治理和环境保护等内容,编写成通识教材《生命的教育》,并制作成慕课,发布在“爱课程”网站上(<https://www.icourse163.org/course/ZJU-1206447846>)。对这些相对较浅显的知识,我们要求学生根据慕课自主学习,微生物学课堂主要用于基本概念的辨析、重点难点的讲解和复杂案例的分析,如芽孢与芽胞的辨析<sup>[5]</sup>、烈性噬菌体和温和噬菌体的辨析<sup>[6]</sup>以及接合、转化和转导等难点的解析<sup>[7]</sup>。通过辨析和解析,理解概念的内涵与外延,明确概念间的区别与联系,掌握微生物学的精髓。

在教学过程中,我们十分注重与学生的互动与交流。由于课时的限制,课堂安排显得十分紧凑,因此互动多在线上进行,利用传媒工具(从公邮、短信逐步过渡到微信群、钉钉群)开展交流。课程交流不但促进了知识的消化和吸收,还增进了师生之间的感情,有利于兴趣的培养。除了答疑解惑外,我们经常布置一些讨论题,就学生们关心的问题以及与课程有关的社会热点问题互动,让学生在讨论中理解微生物学知识,在争辩中掌握理论基础。近几年来,我们所讨论的社会热点问题主要有防腐与反腐、免疫缺陷与艾滋病、幽门螺杆菌与胃炎、人乳头状病毒与宫颈癌疫苗、转基因食品安全性、肠道微生物组计划、新型冠状病毒肺炎及其预防等,我们要求学生分组查找资料,通过线下展示(翻转课堂)、线上讨论的方式,训练主讲者的能力,拓展知识面<sup>[8]</sup>。通过讨论,学生的质疑精神得到了培养,而质疑是开展科学研究的基础,更是创新的源泉。正如明代学者陈献章所言“学贵有疑,小疑则小进,大疑则大进”。教师应尽可能激发学生的问

题意识,鼓励他们对“权威”提出挑战,通过讨论,逐渐做到如《论语》所倡导的“博学而笃志,切问而近思”。

在教学过程中,我们还十分重视课程思政的引领作用,在教书过程中育人,在育人过程中培养综合素质。例如:在介绍衣原体时,我们会介绍汤飞凡先生为了确证衣原体引起了沙眼,冒着失明的危险以身试菌、为科学献身的故事;在介绍脊髓灰质炎病毒时,我们会介绍共和国勋章获得者顾方舟先生在极其困难的条件下研制“糖丸”,并让年仅1岁的儿子率先试用的故事;在介绍鼠疫耶尔森氏菌时,我们会介绍二战期间日军731部队利用被俘中国军人进行人体实验,并在宁波、衢州、常德等地投放细菌武器的恶行,提醒学生们铭记这段历史;在微生物生态部分的讲解中,我们会介绍习近平总书记在梁家沟建造陕西第一口沼气池的往事,强调污染物必须经过无害化处理后才能排放到环境中,而微生物既可对污染物进行降解和转化,又能产生可再生能源(沼气),从而坚定学生们的环境保护意识<sup>[9]</sup>。

微生物学与医学密切相关,本课程利用“诺贝尔医学奖”成果,介绍科学家不畏艰险、勇于探索、不怕牺牲的动人事迹(如2005年的“诺贝尔生理学或医学奖”获得者马歇尔以身试菌,证明幽门螺杆菌是引起胃炎和胃溃疡的罪魁祸首),提升了学生的道德情操和价值观;微生物学与工农业生产和生活实际比较贴近,本课程利用微生物工业、食用菌栽培和发酵食品生产等实践案例,介绍我国古代劳动人民对微生物的利用(悠久的历史)和现代我国微生物工业的基本概况,增强学生对国情的了解;微生物学与环境保护事业息息相关,本课程利用微生物治理污染和修复生态的案例,介绍污水、废气和固态有机污染物的无害化处理方法,强化了学生对“五水共治”的认识,坚定了“绿水青山就是金山银山”的理念<sup>[10]</sup>。另外,微生物是海洋生态系统的主要生产者 and 陆地生态系统的主要分解者,通过微生

物与其他生物间和谐共生关系的介绍, 增强了学生的生物多样性保护意识, 强化了对“全球命运共同体”的认同<sup>[11]</sup>。

### 3 强化实验技能, 理论联系实际

实验教学是高等教学体系的重要组成部分, 不仅有利于理论知识的巩固, 而且有助于动手能力的锻炼及发现问题、解决问题能力的培养。重视实验教育、提高课程的生活性和情景性, 对学生综合素质的提高大有裨益。

微生物学既是一门理论学科, 也是一门应用学科, 实验教学在整个教学过程中发挥着重要的作用。如果基本操作不熟练, 实验就容易因杂菌污染而失败。为了让学生尽可能规范掌握这些操作技能, 我们制作了 11 类共 28 个微视频<sup>[12]</sup>, 发布在高教出版社网站上(<http://abook.hep.com.cn/42913>)。传统教学中, 这些技能主要靠教师的示范来传授, 由于示范的时间和次数有限, 教学效果受到一定影响。然而微视频不但有利于学生进行课前预习, 还能在操作时及时纠正错误, 有利于教学质量和实验效率的提高。我们始终认为, 对于理论性知识, 绝大部分学生都有能力利用图书馆或互联网资料通过自学来掌握, 但对于实验操作, 如果不提供仪器、设备、场地等硬件, 只通过观看视频很难真正领会。为了让学生有尽可能多的动手机会, 微生物实验室每周提供 3 个半天时间对外开放, 学生可通过申请进入实验室进行自主练习。为了提高实验教学质量, 培养学生的综合创新素质, 我们将验证性实验模式与探究性实验模式有机融合, 如在进行细菌染色的实验中, 我们将标准菌株的单染色和革兰氏染色设置为验证性实验, 而把牙垢细菌等环境样品的染色作为探究性实验。这种安排不但可巩固细菌形态学知识, 还可使学生提升从混杂的样品中辨别细菌的能力。鉴于学生之间实验能力的差异, 我们将实验设置成必做、示范和选做 3 个模块, 在有限的时间内对不同学生因材施教<sup>[13]</sup>。如在观察霉菌形态时, 我们将点青霉、黄曲霉等标准菌株的观察作为

必做实验, 把犁头霉接合孢子的观察作为示范试验, 而把橘子皮上自然生长的青霉菌的观察作为选做实验(只要求基础好、速度快的学生完成), 使有限的实验时间得到充分利用。

我国著名教育学家陶行知先生说过“行是知之始, 知是行之成”。实验的基本技能和技巧, 需要通过不断的实践训练来提高。为了尽可能使理论与应用相结合, 让学生熟悉微生物在发酵工业中的应用概况, 我们还开设了选修课“发酵工程技能训练”, 通过液态厌氧的啤酒发酵、液态搅拌通气的谷氨酸(味精)发酵和固态好氧的红曲发酵<sup>[14]</sup>, 利用酵母菌、细菌和霉菌进行小规模生产性试验(70–100 L 发酵罐), 通过自主采样、自主设计、自主分析, 对菌种扩大培养、无菌操作技术、培养基配制及灭菌、有氧发酵和厌氧发酵等技术进行强化。

### 4 利用评价导向, 提高教学质量

教育的目的是传授知识、培养综合素质, 而学力评价是教育过程的重要环节, 具有激励和导向功能。我们在教学过程中十分重视评价的导向作用, 采用多样的评价方式, 促进学生素质的全面提高。微生物学成绩由实验课成绩和理论课成绩两部分组成。实验课成绩占总分的 30%, 包括平时成绩 10 分, 综合实验报告(一株土壤细菌的分离与鉴定) 10 分和操作考试(无菌操作挑取细菌, 涂片, 革兰氏染色后在油镜下观察) 10 分; 理论课成绩占总分的 70%, 包括平时成绩 10 分, 课程展示(PPT 格式) 10 分和期末考试 50 分<sup>[13]</sup>。期末考试以闭卷的形式进行, 注重考卷的综合性, 以全面考查学生对知识的掌握程度、知识的迁移能力、分析问题和解决问题的能力<sup>[15]</sup>。为了让学生熟悉评价体系, 开学伊始我们就会公布考题样卷, 并根据课程进程就相关题目与学生进行讨论和交流。

通过以上改革措施, 浙江大学微生物学课程的教学质量有了较大幅度的提升, 有近 1/3 的学生毕业后直接去海外攻读博士学位, 有超过 1/3 的学生继续在国内深造, 另外一些直接参加工作的学生也

在各自的工作岗位上做出了较好的成绩。微生物学课程在学生心目中的满意度也在稳步上升,近7年来,吴根福老师共授课13次,取得了9次优秀4次良好的佳绩;吕镇梅老师共授课7次,取得了5次优秀2次良好的佳绩(浙大教务网数据),其他教师的授课质量也普遍得到了学生的好评。

## REFERENCES

- [1] Madigan MT, Bender KS, Buckley DH, Sattley WM, Stahl DA. Brock Biology of Microorganisms[M]. 15th ed. Boston: Pearson, 2017
- [2] Editorial Board of Basic Pedagogy. Basic Pedagogy[M]. 3rd ed. Beijing: Educational Science Publishing House, 2014: 123-161 (in Chinese)  
教育学基础编委会. 教育学基础[M]. 3版. 北京: 教育科学出版社, 2014: 123-161
- [3] Wu GF. A method of improving the synthetic analyzing ability of students during microbiological education[J]. Microbiology China, 2000, 27(6): 458-459 (in Chinese)  
吴根福. 提高学生综合分析能力的思考[J]. 微生物学通报, 2000, 27(6): 458-459
- [4] Zhou DQ. Essential Microbiology[M]. 3rd ed. Beijing: Higher Education Press, 2011 (in Chinese)  
周德庆. 微生物学教程[M]. 3版. 北京: 高等教育出版社, 2011
- [5] Wu GF. The Chinese translation of endospore[J]. Journal of Microbiology, 2016, 36(1): 76-79 (in Chinese)  
吴根福. 芽孢与芽胞[J]. 微生物学杂志, 2016, 36(1): 76-79
- [6] Wu GF. On lysogenic bacteria[J]. Microbiology China, 2001, 28(2): 99-100 (in Chinese)  
吴根福. 关于溶源性细菌[J]. 微生物学通报, 2001, 28(2): 99-100
- [7] Wu GF, Wu KJ. Cultivation of comprehensive innovation quality by deepening the key and difficult points: probing into the teaching method of bacterial conjugation[J]. Microbiology China, 2017, 44(2): 483-488 (in Chinese)  
吴根福, 吴科杰. 深化重点, 解析难点, 培养综合创新素质: 细菌接合教学方法的探索[J]. 微生物学通报, 2017, 44(2): 483-488
- [8] Wu GF, Wu KJ. Introduction of Social Hot-Topic Discussion during Curriculum Education: taking the safety of genetically modified plants as an example[J]. Journal of Microbiology, 2016, 36(6): 108-112 (in Chinese)  
吴根福, 吴科杰. 在课程教学中引入社会热点问题的讨论: 以转基因作物安全性教学讨论为例[J]. 微生物学杂志, 2016, 36(6): 108-112
- [9] Wu GF, Wu KJ. Teaching practice of permeating life education in Microbiology[J]. Higher Education of Sciences, 2018(3): 84-88, 102 (in Chinese)  
吴根福, 吴科杰. 微生物学中渗透生命教育的教学实践[J]. 高等理科教育, 2018(3): 84-88, 102
- [10] Xi JP. The Governance of China[M]. Beijing: Foreign Languages Press, 2020: 359-382 (in Chinese)  
习近平. 习近平谈治国理政[M]. 北京: 外文出版社, 2020: 359-382
- [11] Wu GF, Zhou CX. Exploration and reflection on integrate life education into biology teaching[J]. Modern Education Science, 2019(5): 60-65 (in Chinese)  
吴根福, 周初霞. 在生物学教学中融入生命教育的探索与思考[J]. 现代教育科学, 2019(5): 60-65
- [12] Gao HC, Wu GF. Laboratory Manual for Microbiology[M]. Beijing: Higher Education Press, 2015 (in Chinese)  
高海春, 吴根福. 微生物学实验简明教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2015
- [13] Wu GF, Wu KJ, Gao HC. Improving experimental education quality by optimizing experimental design and integration of resources[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2016, 35(8): 203-206 (in Chinese)  
吴根福, 吴科杰, 高海春. 优化设计 整合资源 提高实验教学质量[J]. 实验室研究与探索, 2016, 35(8): 203-206
- [14] Wu GF. Experimental Guide for Fermentation Engineering[M]. 2nd ed. Beijing: Higher Education Press, 2013 (in Chinese)  
吴根福. 发酵工程实验指导[M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 2013
- [15] Wu GF. Pay attention to the guiding role of assessment, to improve the education quality in Microbiology[J]. Microbiology China, 2017, 44(5): 1236-1241 (in Chinese)  
吴根福. 利用评价的导向功能, 提高微生物学教学质量[J]. 微生物学通报, 2017, 44(5): 1236-1241