



## 识“微”见远，立德树人——微生物学核心课程建设

王磊 文莹\* 陈文峰 陈芝 王颖 宋渊 李颖

中国农业大学生物学院 生物学院教学中心 生命科学国家级实验教学示范中心 北京 100193

**摘要:** 微生物学作为生物学专业的基础课，在构建学生知识体系、课堂价值观引领方面具有重要作用。为实现“金课”建设目标，微生物学理论课在建设过程中，秉承着夯实基础、注重前沿的理念，在课程内容设计上注重不同课程的衔接和过渡，在教学方法上通过开展特色专题讲座、建设精品教材、应用“对分易”平台、举办“我是主讲人”等活动，以识“微”见远的理念，提升教学质量，延伸教学效果。与此同时，深刻认识到对人才培养而言，既要育智，更要育人。因此在教学中注重结合专业内容，激发学生的社会责任感和使命感；以榜样力量给予学生学习的目标与指引，立德树人，进而实现课程全方位育人的目标。

**关键词:** 微生物学，课程建设，立德树人

## Cultivating talent with wide vision: core curriculum construction in Microbiology

WANG Lei WEN Ying\* CHEN Wen-Feng CHEN Zhi WANG Ying SONG Yuan LI Ying

National Demonstration Center for Experimental Life Science Education, Teaching Center of College of Biological Science, College of Biological Sciences, China Agricultural University, Beijing 100193, China

**Abstract:** Microbiology, as a basic course in biology, plays a vital role in building students' knowledge systems and teaching values in classroom. In order to achieve the goal of “golden class” construction, the microbiology course adheres to the solid foundation and pays attention to the cutting-edge concept in the construction process. It emphasizes the connection and transition of different courses in the curriculum designing, and provides special lectures. Besides, we built high-quality teaching materials, apply the platform of “duifene”, and carry out activities such as “I am the keynote speaker” to enhance the quality of teaching and extend the teaching effect. At the same time, we also have a deep understanding of talent training, not only to cultivate intelligence, but also to educate people, to combine professional content in teaching, to stimulate students' sense of social responsibility and mission, to give students the goal and guidance of learning by role models, to strengthen moral education, and then achieve the goal of all-round education.

**Keywords:** Microbiology, Curriculum construction, Improving the ability to cultivate talent

\*Corresponding author: Tel: 86-10-62732715; E-mail: wen@cau.edu.cn

Received: 20-05-2019; Accepted: 31-07-2019; Published online: 09-09-2019

\*通信作者: Tel: 010-62732715; E-mail: wen@cau.edu.cn

收稿日期: 2019-05-20; 接受日期: 2019-07-31; 网络首发日期: 2019-09-09

微生物学在生命科学发展进程中具有重要的作用,以微生物为研究对象,揭示了众多基本规律,引领了生命科学的发展。各大高校微生物学课程建设不断推陈出新,有力地促进了教学质量的提高以及学生学习兴趣和综合素质的提升<sup>[1-6]</sup>。“微生物学”是中国农业大学生物学理科基地学生的核心课程,是引领学生进入微生物世界的专业基础课。在以往的教学过程中,我们通过互动式教学方式,加强基础课程中的引导和专业课程中的实践<sup>[5]</sup>;以专题讲座形式,对课程内容进行补充和拓展,力求引领学生了解本学科最新进展,进而激发科研兴趣,引导学生自主学习,为启迪创新性思维搭建平台<sup>[7]</sup>。目前教育部正在积极推进“金课”建设,对核心课程建设目标提出了更高的要求。为了更好地打造金课,实现人才培养和一流本科教育在“双一流”建设中的核心和基础地位,微生物学课程不断沉淀精髓,在发展中创新,在进步中完善,在教学内容设计、教学方法和专业课育人方面做出积极探索,希望能够与同行分享、互相学习。

## 1 编写特色教材,把握学科发展

《微生物生物学》(第2版)<sup>[8]</sup>由李颖和李友国教授组织国内同行编写,总结并融合了3所重点农业大学一线教师的教学经验,于2019年4月由科学出版社正式出版。本着夯实基础,注重前沿的宗旨,新版教材在体系和内容上进行了科学组织,旨在做到结构上循序渐进,内容上深入浅出;从个性到共性,从理论到应用。同时,参阅了国内、外最新版本的微生物学相关专著、文献和教材,瞄准微生物学发展最新动态,扩充和加强了病毒、免疫学、基因操作、代谢调控等方面的重点知识和技术。此外,还根据3所全国重点农业大学的微生物学优势,突出特色内容,包括土壤微生物、菌植互作、土壤及环境修复等。

为了引导学生自学本领域的新知识,了解前沿动态,本教材还开设了“拓展阅读”园地。根据章节

内容,选择性地介绍重要进展和知识热点,并提供相关的参考文献,旨在把微生物学的新知识、新技术和新思想,及时地融入本书,力求体现其新颖性和前瞻性,从而激发学生的学习兴趣,启迪和拓展探究式的学习思维。第一章绪论中的拓展阅读为“柯赫法则的局限与发展”。柯赫法则是大家所熟知的病原菌鉴定的黄金法则,然而随着科学的进步,它的局限性也渐渐显露,例如存在健康带菌或隐性感染,存在无法体外人工培养的病原菌等。此外,该法只强调病原菌的作用,但忽略了病原菌与宿主的相互作用。随着分子生物学的发展,“基因水平的科赫法则”应运而生,在拓展阅读中简明扼要地介绍了其基本思想,并提供了相关的参考文献,方便感兴趣的学生深入了解相关内容。这个主题的选择和设计,一方面帮助学生了解前沿进展,而且引导学生要有“思辨”的能力,对于基本理论以严谨的科研思维学习其精髓,同时辩证地分析其局限性,从而为未来发现问题、解决问题提供基本的思辨能力。“超磁细菌的研究进展”“古菌与真核生物的进化关系”“真菌的捕食行为及其进化”“抗病毒 RNA 沉默机制”“完全氨氧化或单步硝化菌的发现”“细菌细胞分裂机制研究新进展”“微生物 CRISPR/Cas 系统的发现、机制及应用”“肠道微生物的研究”“黏膜免疫”等热点问题,对于扩展学生的视野起到了积极的作用。

## 2 修改教学大纲,突出课程特点

生物学课程设置中,随着专业内容的细化,课程之间的交叉重叠越来越多。如何突出微生物学的特色,在有限的课堂时间内提高授课效率、提炼核心内容则尤为重要。教学团队结合教学中心组织的生物类课程教学大纲修订讨论会,在了解了其他课程建设的基础上,重新修订了教学大纲,对教学内容进行了精选,以删繁就简、突出重点的优化方法,重点讲授微生物学最经典、最具特色、其他课程不可能讲或没有能力讲授的内容,并注重基础与前

沿、理论与实践的结合。例如, 已修订的本专业学生培养计划中, 将微生物生理学课程列为必修课, 微生物学作为专业基础课, 简化了对复杂初级和次级代谢途径的介绍, 以实践应用为重点, 引导学生了解重要代谢产物及其应用, 为后续了解相关途径及机理奠定兴趣基础; 增加微生物生态学内容, 尤其是分子生态学研究方法的介绍; 在微生物分类学内容中, 减少传统分类方法的介绍, 增加 Biolog、多基因分析和基因组序列比较在分类中的应用, 重点了解微生物的进化特点。

### 3 借助“对分易”平台, 拓展课堂教学

随着无线校园网络建设的完善以及网络学习资源的普及, 数字化学习已成为大学生的重要学习方式之一<sup>[4]</sup>。传统课堂教学中, 教师通过逐个点名来了解学生的出勤情况, 通过观察学生上课时的反应、随机课堂提问和测验等了解学生对知识点的掌握情况。由于课程时间有限, 很难全面覆盖, 信息的获取存在一定的局限性。同时, 在新的教学大纲修改过程中, 将原有的 48 学时削减到 40 学时, 如何缓解知识扩增和有限教学时间之间的矛盾, 以及在教学环节中实现更高效的交流互动等都迫切需要新的教学手段作为补充。

2018 年微生物学课程引入了“对分易”平台, 它是面向移动互联网的新一代教学平台。实施过程中, 教师通过“对分易”平台建立班级, 发布班级二维码, 学生加入班级后则可实现资源共享以及日常管理。“对分易”可以在线点名、随机提问, 方便课堂管理; 随堂小测验可以实时获得全体学生知识点掌握信息, 及时强化易错问题, 效率高, 操作方便。“对分易”使教师与学生的交流互动更为便捷, 可以实时回答疑问。更为重要的是, “对分易”平台可以实现在线推送, 将与课程有关的研究进展和研究成果分享在平台上, 是教材和课堂内容的扩展和补充。在线推送的内容包括酵母人工染色体、奇葩真菌、益生菌研究新进展、利用链霉菌的蓝色色素培

育浪漫的蓝色妖姬、青霉素传奇、阿维菌素的发现、微生物人工智能等, 内容新颖, 与前沿进展结合紧密, 以兴趣引导学生开展线下自学, 进而提升其科学探究能力。

### 4 开展“今天我是主讲人”活动, 激发学生求知欲

在高等教育教学中, 教师的职责不再局限于传授, 更重要的是引导, 帮助学生构建并完善知识体系和知识结构, 进而培养和提升学生的分析和解决问题能力<sup>[4]</sup>。微生物学课程作为生物学院专业基础课, 在引领学生对微生物学的学习兴趣、科研探索方面一直不断创新。在课程形式上, 从 2002 年开始的微生物学专题讲座已经坚持了 18 年, 通过邀请知名专家介绍不同领域的科研工作, 在完善学生知识体系、了解前沿动态发展方面都起到了积极的推进作用<sup>[7]</sup>。在此基础上, 2017 年春季学期微生物学教学团队尝试了课堂反转活动“今天我是主讲人”, 从以往被动听别人的科研故事, 到主动设计自己的科研实验, 旨在鼓励并促进学生们从具体问题入手, 运用已学习的知识, 结合文献查阅, 提出解决方案, 在这个过程中激发学生的求知欲, 提高学生思考和解决问题的能力。

“今天我是主讲人”活动将选课学生分组后, 拟定了 7 个专题方向, 提出食品发酵、次级代谢产物、根际微生物促生、环境微生物修复、微生物与植物共生体系、微生物资源开发、极端环境微生物应用等方面的实际问题, 每组以抽签方式认领一个题目, 各组组长负责本组讲座内容的组织和协调, 以 PPT 形式展示, 核心内容是提出拟解决的关键问题, 设计解决方案。这几个题目的拟定一方面与课程内容密切结合, 涵盖微生物营养、代谢、遗传、生长与环境影响、生态和分类等知识体系, 同时结合微生物学与免疫学系各课题组的研究方向, 在学生们查阅文献基础上, 提供可以咨询的教师和学习平台, 促进师生之间的交流, 也为未来学

生选择科研训练提供更多的机会。

活动实施过程中,学生们优秀的表现使任课教师收获颇多。例如,在食品发酵专题中,学生以“酵母大作战”为题,介绍啤酒制造过程中的关键步骤、发酵副产物的控制以及优良酵母菌株选育方法等。手绘插画使 PPT 丰满充实,妙趣横生的讲解方式吸引住所有学生的注意力,在轻松愉快的氛围中,不仅引用且深化了课程中相关内容,更重要的是以实际问题将知识点系统地整合在一起。“植物-根瘤菌共生固氮体系构建”报告中,学生系统地介绍了共生体系建立过程中内在因素、环境制约和人为作用的影响,提出高效共生体系建立的方法。相关研究领域教师的细心指导,使报告更具有专业性和严谨性。“利用微生物治理水体富营养化”的报告,则在开篇提出了“预防比治理更重要”的观点,并介绍了氮、磷循环对水体富营养化的作用以及微生物治理的原理和方法。在提问环节中,很多学生提出了颇有见地的问题,而主讲人与合作学生们回答自如,反映出学生们做了充分的准备。

在认真听取报告后,由评审小组为各组打分,将此分数作为每组的平均分数,组内每位学生的分数将通过贡献大小逐级评定,并记录为一次课程平时成绩。为保证公平性,评审小组由任课教师和每组推荐的一位学生组成,并制定了详细的评分标准,从 PPT 制作、讲解、报告内容、实验设计思路和方法等方面对报告进行评议。

在本次活动中各组学生分工合作、积极参与,培养了团队协作精神。学生们的报告内容是课程知识的延伸和拓展,课堂上的教学内容不再是易挥发的气体,而是沉淀为学生们的兴趣和能力的。学生们活跃的思维和开放的思路也感染了任课教师,为后续课程改革提供了新的切入点。

## 5 基础课中立德树人,培养社会责任感

微生物学与人们的生活密切相关,在知识点讲授过程中,融入育人理念,进而实现无痕化的德育

教育功能,是专业基础课实现全方位育人的核心。例如在讲授“环境条件对微生物生长的影响”这一节内容时,介绍了“可以喝的书(drinking book)”,它是由化学博士 Theresa Dankovich 历经 8 年的探索而完成的杰作,正在改变着几亿人的命运。这项发明的基础是过滤除菌以及纳米银(nano silver)杀菌机制的结合,纳米银对大肠杆菌、淋球菌、沙眼衣原体等数十种致病微生物都有强烈的抑制和杀灭作用,且不会产生耐药性。“可以喝的书”不仅可以滤水,保证饮用水安全,而且每页纸上都写着温馨的提示语,承载着传播知识的功能。课程中以知识转化的实例为切入点,不仅可以加深学生对知识点的了解,更为重要的是带给学生学习的动力和以知识改变生活的使命感,引导学生不做象牙塔里的书呆子,要有转化知识、传播知识的社会责任感。在“微生物生态学”一章的学习中,提出“为什么要使用无磷洗衣粉”的问题,结合磷素循环的过程,让学生们了解水体富营养化的限制因素以及磷素无气态的特点。在“微生物次级代谢”这部分内容中,则强化了抗生素耐药性的危害,针对如何减少环境中抗生素的扩散提出小倡议,如建立过期药品回收站,学生们可以从我做起,不随意丢弃,实现过期药品集中化处理模式,强调环保问题,预防为主的意识。这些深入生活的实例,不仅实现了对学生德育的引导,也能够帮助学生们加深对知识点的理解,进而树立学习的目标。

## 6 学习科研榜样,树立人生目标

微生物发展史中,有不少优秀的科研工作者,例如微生物学奠基人巴斯德(Pasteur)、科赫(Robert Koch)、“衣原体之父”汤飞凡和“以身试菌”的马歇尔(Barry Marshall)等。我们除了学习他们严谨的科研思维、顽强的探索精神和无畏的奉献勇气之外,还有非常重要的一点,这些科学家所从事的研究都具有鲜明的时代需求。例如巴斯德对葡萄酒腐败原

因的探究,建立了巴斯德消毒法,挽救了法国的酿酒业,并且沿用至今;针对蚕的微粒子病,建立了筛选未受感染蚕卵的方法,从而解除了养蚕业的危机;鸡霍乱疫苗、狂犬病疫苗等多种疫苗的发明,为现代免疫学奠定了基础。科赫建立的分离和纯培养技术,帮助分离出结核杆菌、霍乱弧菌、炭疽杆菌等病原菌,明确多种流行性疾病的根源,进而建立科赫法则,其研究成果拯救了千万人的生命。我国著名的“衣原体之父”汤飞凡,为消除沙眼做出了卓越的贡献,研制了中国的狂犬疫苗、白喉疫苗、卡介苗和世界首支麻疹伤寒疫苗;他领导选定的优质牛痘疫苗,为我国提前消灭天花奠定了基础,比他国整整早了16年。这样的例子还有很多,其中的相同之处在于,这些科学家的研究均来源于生产、生活中的实际问题,因而在明确机制、解决问题的同时,挽救了困境中的国家。以自身所长,服务国家所需,是每位莘莘学子应有的情怀与追求,以榜样的力量塑造有担当的时代新人。

与此同时,课程自2002年开始的专题讲座不仅介绍本领域的研究进展,同时注重科研思路、问题解决方法和科研过程体会等内容的分享,本着贯彻以人为本、注重能力培养的宗旨,不断提高专题讲座的效果。例如今年的专题讲座邀请的两位专家分别是在*Nature*和*Science*子刊发表过文章的青年才俊。身边的榜样、年轻的面孔、青春的活力,拉近了学生和科学家之间的距离。两位青年科学家富有激情的报告让学生深切感受到他们对科研事业的热爱,明白兴趣才是最好的老师。他们的现在或许是学生们不久的将来,而奋斗是达到科学顶峰的有力支撑。学生们在谈及专题讲座的收获时,普遍认为获益匪浅,不仅收获了知识、开阔了视野、加深了对微生物的兴趣,还了解到科学家们的科研思路,体会到他们勇于探索的精神,感悟到了人生哲理,让他们对今后的科研方向和人生规划有了新的思考和体验。

## 7 总结与思考

微生物学核心课程的建设与改革,对于激发学生的学习兴趣 and 综合能力的培养起到了积极的促进作用。仅以2018年为例,我校生物学院学生以微生物学方向申请的国家级、北京市级创新项目和本科生科研训练计划(undergraduate research program, URP)计划达到总项目数的27%,获得北京市大学生生物学竞赛一等奖2项;在本学科完成毕业设计人数占全院的55%,获得校级“百篇优秀毕业论文(设计)”2项。教学团队成员也收获了国家级和市级大学生创新创业训练计划项目优秀指导教师3人次、学科竞赛优秀指导教师4人次等荣誉。

2019年开始,中国农业大学按照“统筹规划、以点带面、逐步推进”的工作方针,实施本科优质课程(“金课”)建设工作。在理论课建设中,强调课堂价值观的引领,坚持以学生学习和发展为中心,有效利用线上线下教学资源,提高课堂教学效率,促进学生知识、能力和素质的有机融合,培养学生解决复杂问题的辩证思维能力,提高自主学习能力和综合创新能力。教无定法,贵在得法。微生物学作为引领生物学发展的基础课程,我们在具体操作中积极践行着“金课”建设的目标,让学生在掌握微生物学知识的同时,培养学生识“微”见远,见“微”知著的潜力,提高学生思考和解决问题的能力。这种教学思想和理念也贯穿于微生物学实验课改革中,通过分阶段式教学、细化操作步骤和“一对一”考核、“弗鲁姆期望理论”的运用、“细节教育”理念的灌输、信息传播平台的应用、鼓励与辅导学生参与实验竞赛等措施,达到理论沉淀与动手实践相促并重的目的。一年树谷,十年树木,百年树人,要培养创新性人才,学生不仅需要坚实的知识后盾,更需要德行兼备并有责任担当。在专业课学习中开展德育引导,润物于无声中,对于实现全方位育人目标、提升高等教育的教学效果均具有重要作用。

致谢：感谢人文与发展学院外语系陈艳萍老师对英文摘要及标题的修订。

## REFERENCES

- [1] He J, Tang Q, Chen WL, et al. Exploration of research-oriented Microbiology teaching model based on innovative creativity[J]. *Microbiology China*, 2018, 45(3): 635-641 (in Chinese)  
何进, 唐清, 陈雯莉, 等. 基于创新能力培养的“微生物学”研究型教学模式探索[J]. *微生物学通报*, 2018, 45(3): 635-641
- [2] Zhang ML, Jia CF. The application of teaching strategies to improve analysis ability of students[J]. *Microbiology China*, 2018, 45(3): 626-629 (in Chinese)  
张美玲, 贾彩凤. 以思辨训练为目标的教学策略在微生物学教学中的应用[J]. *微生物学通报*, 2018, 45(3): 626-629
- [3] Chen WL, Hu S, Nie HL. Reform practice of assignment design and evaluation system in Microbiology teaching[J]. *Microbiology China*, 2018, 45(3): 473-479 (in Chinese)  
陈雯莉, 胡胜, 聂海玲. “微生物学”课程作业设计及评价体系的改革实践[J]. *微生物学通报*, 2018, 45(3): 473-479
- [4] Dai YJ, He 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] Li Y, Wang Y, Chen WF, et al. Interactive teaching of Microbiology in state training base for fundamental research and teaching of biological sciences[J]. *Microbiology China*, 2010, 37(1): 123-126 (in Chinese)  
李颖, 王颖, 陈文峰, 等. 生物学科基地微生物学课程互动式教学[J]. *微生物学通报*, 2010, 37(1): 123-126
- [6] Song Y, Wang SW, Chen Z, et al. Exploration and practice on the reform of Microbiology teaching[J]. *Microbiology China*, 2018, 45(3): 616-621 (in Chinese)  
宋渊, 王世伟, 陈芝, 等. 微生物学教学改革的几点思考[J]. *微生物学通报*, 2018, 45(3): 616-621
- [7] Wang L, Li Y, Lou HQ, et al. Frontier progress enlightens creative thinking — seminars in Microbiology[J]. *Microbiology China*, 2016, 43(4): 834-838 (in Chinese)  
王磊, 李颖, 楼慧强, 等. 以前沿进展启迪创新思维——“微生物生物学”课程特色专题讲座[J]. *微生物学通报*, 2016, 43(4): 834-838
- [8] Li Y, Li YG. *Biology of Microorganisms*[M]. 2nd ed. Beijing: Science Press, 2019 (in Chinese)  
李颖, 李友国. *微生物生物学*[M]. 2版. 北京: 科学出版社, 2019