

微生物学教学改革的几点思考

宋渊^{1*} 王世伟² 陈芝¹ 文莹¹

(1. 中国农业大学生物学院 北京 100193)

(2. 东莞理工学院化学工程与能源技术学院 广东 东莞 523000)

摘要: 通过对 30 多年来在各种刊物上发表的微生物学教学改革论文的分析, 针对论文作者们普遍关心的教学队伍建设、课程体系建设和教学内容的调整、教学方法的改进等进行了讨论, 提出了我们的观点, 与微生物学教学工作者进行交流。

关键词: 微生物学教学, 教学队伍, 教学改革, 教学方法

Exploration and practice on the reform of Microbiology teaching

SONG Yuan^{1*} WANG Shi-Wei² CHEN Zhi¹ WEN Ying¹

(1. College of Biological Sciences, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

(2. School of Chemical Engineering and Energy Technology, Dongguan University of Technology, Dongguan, Guangdong 523000, China)

Abstract: The article on the teaching reform in Microbiology over 30 years published in various journals was analyzed. The teaching team construction, curriculum system and teaching content adjustment and the improvement of teaching methods, which authors generally concerned about, are discussed. We also give some suggestions to exchange experience with the teachers of Microbiology.

Keywords: Microbiology teaching, Teaching team, Teaching reform, Teaching method

自 1676 年 Antony van Leeuwenhoek 发现微生物, 至今还不到 350 年。如果以 Louis Pasteur 和 Robert Koch 初创微生物学算起, 微生物学也仅仅只有 100 多年的发展历史, 相对于植物学和动物学, 微生物学是一门年轻的学科。可以毫不夸张地说, 如何没有微生物学的建立, 就不可能有现代分子生物学与转基因技术。如何讲授好微生物学课程, 是

微生物学教学工作者的一项基本工作, 也是十分重要的工作, 结合我们多年的教学实践提出见解, 与微生物学教学工作者进行交流。

1 30 年来微生物学的发展与教学背景的变化

我国恢复高考 30 多年来, 社会、经济、科技

Foundation items: Construction Project of the Core Curriculum for the Undergraduate of China Agricultural University (23302003, 02110361)

*Corresponding author: Tel: 86-10-62731329; E-mail: syuan@cau.edu.cn

Received: December 07, 2017; **Accepted:** January 29, 2018; **Published online** (www.cnki.net): January 30, 2018

基金项目: 中国农业大学本科核心课程建设(23302003, 02110361)

*通信作者: Tel: 86-10-62731329; E-mail: syuan@cau.edu.cn

收稿日期: 2017-12-07; 接受日期: 2018-01-29; 网络首发日期(www.cnki.net): 2018-01-30

等各方面都取得了巨大的成就, 微生物学也不例外, 得益于微生物学与分子生物学等学科的交叉、综合发展, 微生物学已从细胞水平、酶学水平进入到基因水平和分子水平。新理论、新技术、新发现、新成果不断涌现, 如 1976 年, Woese 等通过对产甲烷细菌(Methanogens)、极端嗜盐细菌(Extreme halophiles)和嗜热酸细菌(Thermo-acidophiles)的 16S rRNA 基因序列与其他细菌比较研究后提出了生物进化的三域学说; 1986 年, Mullis 等从嗜热菌——栖热水生菌(*Thermus aquaticus*)分离得到 DNA 聚合酶(*Taq* DNA 聚合酶, 该酶可耐 95 °C 的高温)建立了 PCR 技术; 1995 年, 第一个单细胞微生物——流感嗜血杆菌(*Haemophilus influenzae*)的全基因组测序完成, 截至 2017 年, 已完成全基因组测序的微生物超过 1 000 种; 通过对许多操纵子的研究, 微生物代谢调节的机理逐渐被揭示。

30 多年来, 微生物学的教学背景也发生了很大的变化: (1) 微生物学作为专业在本科教育中已基本消失, 新出现的是生物科学、生物技术、生物工程等专业; (2) 授课方法从过去的以讲解加板书、绘图、挂图、投影、幻灯等转变为以 PPT 为主要方式的授课形式; (3) 学时数普遍减少; (4) 学生人数大幅度上升。30 年来, 学生人数至少增加了 5 倍。在这样的新形势下, 探讨适宜的微生物学教学新方法是十分必要的。

2 30 年来中国微生物学教改论文的发表情况

根据中国知网的统计, 从 1986 年第一篇关于医学微生物学教改论文起至 2016 年, 与微生物学相关的教改论文有 1 000 多篇, 发表的期刊超过 100 种(数据经过整理, 除去部分与微生物学无关的内容)。其中微生物学(包括基础微生物学、微生物生物学等) 400 多篇, 医学微生物学(包括临床微生物学、检验微生物学、卫生微生物学等) 300 多篇, 食品微生物学 80 多篇, 其他涉及的有环境(工程)微生物学、兽医微生物学、农业微生物学、动物微

生物学、应用微生物学、资源微生物学等约 20 门课程发表的论文数均小于 30 篇。这其中关于实验教学的论文约 500 篇(图 1)。从发表时间上看, 1986–1999 年的 14 年间只有 21 篇(平均每年不到 2 篇), 2000–2009 年的 10 年间有 300 多篇, 2010–2016 年的 6 年间有 600 多篇, 呈现明显的迅速上升趋势。

万方数据收录的与微生物学相关的教改论文有 1 400 多篇(数据经过整理, 除去部分与微生物学无关的内容), 变化趋势与中国知网一致。根据万方数据, 《微生物学通报》是发表微生物学教改论文最多的期刊, 其次是《基础医学教育》、《教育教学论坛》、《卫生职业教育》、《安徽农业科学》。

综合中国知网和万方数据的收录, 《微生物学通报》发表的与微生物学相关的教改论文 101 篇(数据经过整理, 除去部分与微生物学无关的内容), 其中微生物学 64 篇, 医学微生物学 17 篇, 食品微生物学 8 篇, 其他 12 篇, 包括环境微生物学、动物微生物学、工业微生物学等, 实验教学 43 篇(图 2)。

1986 年, 在《医学教育》上, 袁清碧等介绍了全国部分高等医药院校“医学微生物学”及“免疫学”教学改革经验交流会第二次会议的情况^[1]。在该次会议上, 与会者对微生物学教学内容与方法、实验课及成绩考核、第二课堂、教材等问题进行了讨论。

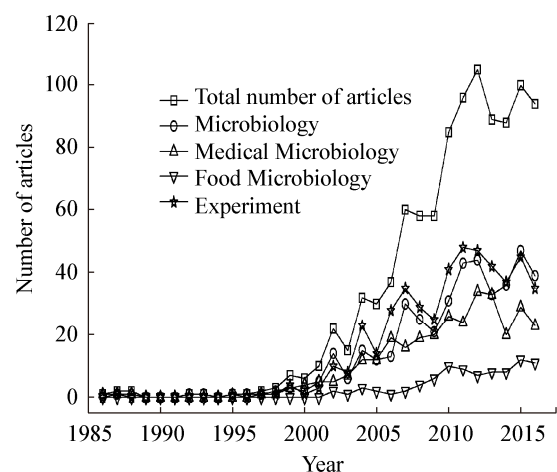


图 1 1986–2016 年微生物学教学改革论文统计

Figure 1 The number of articles on the reform of Microbiology teaching from 1986–2016

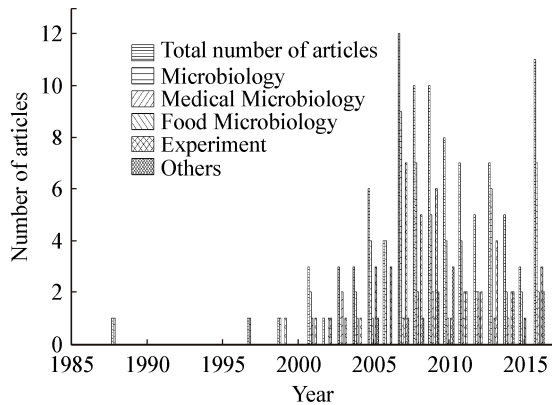


图2 1988–2016年《微生物学通报》发表的微生物学教学改革论文统计

Figure 2 The number of articles in the journal *Microbiology China* on the reform of Microbiology teaching from 1988–2016

《微生物学通报》上发表的第一篇教改论文是1988年周德庆的《“信息爆炸”与微生物学教学改革》^[2]，该文探讨了在当时世界信息爆炸的背景下微生物学教学的相关问题。在教学方法上提出：重视“绪论”的讲解；内容上深入浅出，语言生动有趣；加强板书，努力做到信息图像化、条理化；让学生通过亲自实践来获得信息，加强实验教学等。

分析30多年来在《微生物学通报》上发表过的微生物学教改论文，论文作者探讨内容前5位的是：(1) 教师队伍建设；(2) 课程体系建设和教学内容的调整；(3) 教学方法的改进；(4) 考核方法的改革；(5) 教材建设。在实验教学方面，主要涉及了三大问题：(1) 实验课程体系建设和教学内容的调整；(2) 教学方法的改进；(3) 考核方法的改革。其他讨论的内容还有：第二课堂、双语(或外语)教学、科研促教、开放实验室、加强教学基地建设、教学网站建设等问题。

3 微生物学教学改革的几点思考

30多年来，微生物学课程的教学定位已经发生了变化，从对少数学生的精英式教学转变为大众化、基础性教学。学时数减少，授课学生人数大幅度上升。在这样的形式下，教师如何从教学方法、手段上进行改革，以保证教学目标和教学质量的实

现，是教师面临的任务。为此，就以下几个问题，提出一些我们的观点，与诸位同仁商榷。

3.1 教师队伍建设

微生物学是生命科学领域最重要的二级学科之一，并已经成为几乎所有生命科学研究的基础。今天的学生，如果不懂得、不熟悉微生物学，不掌握微生物学的基本技能，想要学好其他生命科学专业课程是不可想象的^[3]。建立一支老、中、青的教师队伍是实现教学目标的基本保障。微生物学涉及的知识内容极其广泛，从生物种类上说，包括细菌、古菌、真菌、病毒、原生动物和单细胞的藻类，实际上也就是除动物界和植物界外的其他所有生物。除微生物的形态、结构方面的知识内容，还包括生长代谢、遗传、生态、分类、应用、免疫等内容。微生物学的每一个章节都可以成为一门独立的课程，如真菌学、病毒学、微生物生理学、微生物遗传学等。如此多的知识内容，没有一支教学团队是难以全面掌握的。这不仅仅对年轻教师是问题，即使是一位老教师，也需要一个团队，因为教师的科研工作只在某个方向或少数几个方向上，总有些问题并不精通，因此需要团队成员间的相互学习和交流。这方面，武汉大学微生物学系列课程国家级教学团队有许多成功的经验。

教师是教学的主要实施者，教学效果的好坏很大程度上取决于教师。1988年，周德庆^[2]就对教师授课方法进行了讨论，提出教师授课要有激情，要加强板书的使用等。一名教师要讲好一门课，必须做到以下3点：(1) 教师必须要热爱这份事业，要有敬业精神。而我们目前的教师晋升体制是以科研成果来评价的，这严重影响了教师授课的积极性。在这种形势下，可能更要依靠敬业精神。(2) 授课教师必须有丰富的知识，这不仅需要时间，还需要不间断地学习、补充和完善。(3) 授课教师一定要承担一定的科研工作，微生物学毕竟是一门实验性很强的课程，如果授课教师只从书本上获取知识，对这些知识的理解可能并不深刻，只有自己亲自实践了，才能真正地、深刻地理解。

3.2 课程体系建设和教学内容的调整

课程体系与教学内容是与专业培养方案相联系的, 哪些内容在微生物学课程中讲授, 哪些内容在其他课程中讲授, 相互之间需要协调, 这取决于各院校的培养方案。目前, 大趋势是课时数减少, 大多数生物科学专业微生物学的课时数在 80–100 之间, 讲课和实验各占约 50%, 或讲课约 40–50 学时, 单设实验课约 40–50 学时。许多教师针对课程体系和教学内容, 提出了精选教学内容, 删繁就简、突出重点的优化方法, 也有教师提出要注重前沿发展, 及时增加新内容。我们认为, 首先要清楚微生物学在整个专业培养方案中的定位。它是一门专业基础课, 是为后续课程学习提供基础。在有限的学时数下, 要讲授的内容包括微生物学最经典的、最具特色的、其他课程不可能讲或没有能力讲授的内容, 如细菌、古菌、真菌的形态结构。有些内容在专业课阶段有后续课程, 但需要微生物学的承上启下, 同时也保证了微生物学课程体系的完整, 如病毒和免疫部分, 这部分内容教师需要掌握其讲授深度, 不必太深入。还有的内容其他课程要讲, 微生物学教师也要讲, 但讲授的侧重点不一样, 如糖的分解代谢, EMP、HMP 途径、三羧酸循环是生物化学必讲的内容, 生物化学课会仔细讲授每一步反应过程。但微生物学课程更侧重于各途径间的联系, 如葡萄糖分解为丙酮酸后, 在无氧条件下进入各发酵途径, 产生乙醇、有机酸等, 在有氧条件下丙酮酸是如何彻底分解, 产生水和二氧化碳。

关于新的发现和进展也需要区别对待, 有些是微生物学必须要讲授的, 如古菌, 并且教师要从问题的发现到古菌的细胞结构详细讲解。而有些新进展可能放到其他课程中讲解更合适, 如 PCR 技术。PCR 技术的建立确实与微生物学有关, 但是把 PCR 技术放在分子生物学课程中可能更合理。

3.3 教学方法的改进

教学方法和手段的改革是探讨最热烈的内容, 已有教师提出了各种各样的改进方法, 如渐进研究式、互动讨论式、提问启发式、案例分析式、归

纳对比式、情景模仿式、课堂辩论、学术报告竞赛、导师制、五步教学法^[4]、PBL (Problem-based learning)^[5-6]、翻转课堂^[7]及现代教学手段(多媒体技术、慕课、微课、SPOC 课程)的应用等。这些方法和手段对提高教学效果无疑起到了一定作用, 但传统的教学方法仍然是教学最基本、最有效、最实用的方法。以教师讲授为主传授知识的方法是古今中外一直传承的方法, 并且它将永远沿袭下去。虽然传统的教学方法存在各种各样的不足, 但这种方法最高效, 因为教师在讲授前已经对这些知识进行了消化、吸收, 去繁从简、高度提炼。

一门课程能不能引起学生的兴趣, 提高他们的学习热情, 教师的作用是主要的, 某种教学方式和手段对某位教师是适合的, 但对另一位教师可能是不适合的。比如, 有的教师讲课声音洪亮、抑扬顿挫, 形体动作丰富, 充满激情。但有的教师是语调平缓、不紧不慢、娓娓道来的风格。教学方法和手段可以互相学习、借鉴, 但切记模仿, 每一位教师应找到适合自己的风格。

与 30 年前比较, 教学手段已经从原来的板书为基础, 以教学挂图、幻灯、投影展示图形为主要方式转变为普遍采用多媒体技术。多媒体技术在提高教学效果和效率上有极大的促进作用, 尤其在展示清晰、漂亮的图形文件上, 但也应当注意到多媒体技术带来的问题。一是多媒体的使用使得教师过多地依赖课件, 所有的授课内容都在课件上, 课件上有字有图, 于是授课变成了演讲报告。多媒体的应用可以大大加快教学的进度, 但同时也造成了一个问题, 学生对一个授课内容尚未来得及消化, 教师已经开始讲授下一个内容了。积累的问题越多, 学生的厌倦情绪就越大。多媒体在展示图形文件上有独特的优势, 但漂亮图形太多也会导致学生很难将图与问题相对应。第二, 多媒体的使用使得教师投向学生的目光减少了, 一些教师的目光就在那张幕布或屏幕上, 滔滔不绝地在演讲, 自我感觉良好, 完全没有注意到学生的反应。第三, 由于多媒体课件可以方便地复制给学生, 多数学校还要求

教师必须把课件放在学习网站上,于是一些学生课上不听讲,下课看课件。在新技术对教学方法和手段带来便利的时候,也要注意它的负面作用。

3.4 考核方法的改革

考核方法的改革也是教师们热烈探讨的问题之一,微生物学课程毕竟是理解、记忆为主的课程,不同于数学、物理学,因此习惯采用期中考试加期末考试的方法。这样的方式肯定存在一定的缺陷,于是教师们积极探索,希望找出一种更合理、更公平、能督促学生学习、激发学习积极性的综合考评方法。目前一般有课堂小测验、课堂提问、上课签到(或点名)、课后作业、参加课外活动(第二课堂)、调研报告、科研小论文等。实验成绩的考核包括预习、实验报告、理论考试和实验操作考核等。采用综合考评的方式应该是更为合理的考核方法,但也不一定越多越好,并且也存在缺陷。比如课堂小测验被认为是一个较好的方法,能起到督促学生学习的作用等。但假设课程是40学时(即20次课),每次小测验花费5 min,20次课就是100 min,也就是相当于2个学时的课程。因此,综合考评虽然更为合理,但也要从实际出发,选择合理的应用,而不是越多越好。

3.5 教材建设

教材是教学工作的基本依托,教材建设是课程建设的重要组成部分。目前有关微生物学的教材有几十本,可以满足不同教学目的的需求,并且其中一些教材已经形成规律性的版次更迭,这是一个好现象。但教材建设也存在一些不足,如教材的篇幅普遍增加了,也就是教材越来越厚了。1979年出版的武汉大学与复旦大学合编的《微生物学》只有270页,现在普遍是400-500页。目前,微生物学课程的学时数普遍只有40-50学时,有限的课时数要求教师删繁就简、精选内容。另外,教材篇幅的增加也增加了成本,对学生造成负担。

国外教材对我国影响较大的有:Michael T. Madigan等编著的*Brock Biology of Microorganisms*

(2015年第14版),L. M. Prescott等编著的*Microbiology*(2016年第10版)。其他还有Gerard J. Tortora等编著的*Microbiology*中的“An Introduction”,Kathleen Park Talar等编著的*Foundations in Microbiology*中的“Basic Principles”。这些教材的优点是:(1)高水平的主编和编写人员合作默契,使教材得以持续发展,这些教材均已连续出版至少6版以上;(2)体系完整、特色鲜明、内容丰富、形式新颖、紧跟学科发展前沿;(3)编排、印刷精美^[8]。但国外教材的篇幅都很大,均在1000页左右。他们有自己的体系,并不适合我国本科生教学使用,如*Brock Biology of Microorganisms*全书分6大部分32章,其中“致病性与免疫”、“疾病与传染”按照我国高校的教学目的和有限的学时数是不可能讲授的(免疫可能讲少量的内容)。L. M. Prescott的*Microbiology*,全书11部分42章,第5部分DNA技术和基因组(14、15章),教学计划中一般在分子生物学课程中;第9部分和第10部分是关于免疫与疾病的内容(31-40章),是不可能讲授的;第11部分食品和工业微生物学(41、42章),一般是发酵工程的教学内容。国外教材作为教师的参考用书是比较合适的,实际上我国教师引用最多的是他们精美的图片。我国高校教材应该根据我们的教学目的和任务编写。

关于英语教学,我们认为不应当提倡,原因很简单:当用我们的母语——中文解释都有困难的时候,用英语就更解释不清楚了。我们认为双语教学是可以采用的,但究竟采取什么方式是需要探索的,如课件用英文,讲解主要是中文等。

3.6 实验教学

微生物学实验与其他生物学实验的最主要区别在于强调“无菌操作”,“无菌操作”已经是现代生物学实验操作不可或缺的要求了。很多教师介绍了在实验教学改革中通过增加综合性、研究性、学生自主设计实验等方法,以提高学生的实验兴趣和实验技能;也有教师提出了分阶段的教学模式^[9]:第

一阶段为验证性和摹仿性阶段;第二阶段为过渡性训练阶段;第三阶段是应用和创新阶段。我们比较支持分段性的实验教学方法,微生物学实验如果不把基本的实验操作练扎实了,也就是“无菌操作”练扎实了,综合性、研究性、设计性实验就是一句空话。“无菌操作”无论怎么强调都不过分,我们在实验教学过程中,先是讲解实验的基本要领,强调关键动作,然后示范再次强调,学生实验过程中及时、反复纠正,到最后实验操作考核中能做到比较规范操作的学生不超过30%。举一个典型的例子,如用吸管吸取菌悬液,学生们已经根深蒂固地接受了化学分析实验中要将液体凹液面与眼睛平齐,以准确判定液体量的思想,而将“无菌操作”忘在脑后。

对于综合性、研究性、设计性实验,应量力而行,如果学生只有30-50尚可实施,如果学生人数达到200,实施上就非常困难。

在实验考核方面,我们比较支持应该有实际操作考核,虽然实际操作考核准备比较麻烦且耗时长,但通过实际操作考核,对学生基本实验操作的掌握情况就一目了然了。

4 结束语

我的老师曾教导我“教学是一门艺术”,教师不仅要有丰富的知识,而且要有良好的道德情操。能否讲好一门课,关键在于教师,没有敬业精神的教师是不可能讲好一门课程的。课程内容要根据课程定位,不必追求高大全。基本概念、基本理论和基本操作仍然是应该强调的内容。每一项教学改革,还需要考虑其是否具有普遍适用性、可操作性。施教的方法大家可以互相学习、交流、借鉴,但切忌模仿。微生物学教学中还有很多问题本文尚未谈及,仅提出以上观点与同仁探讨,以求共同进步。

REFERENCES

- [1] Yuan QB, Li PJ. Exploration on the reform of medical microbiology and immunology teaching, exchange of experience at second conference of partial national medical colleges and universities[J]. Chinese Journal of Medical Education, 1986(12): 48-49 (in Chinese)
- [2] 袁清碧, 李佩杰. 全国部分高等医药院校《医学微生物学》及《免疫学》教学改革经验交流会第二次会议[J]. 医学教育, 1986(12): 48-49
- [3] Zhou DQ. “Information explosion” and the reform of Microbiology teaching[J]. Microbiology China, 1988, 15(3): 130-135 (in Chinese)
- [4] 周德庆. “信息爆炸”与微生物学教学改革[J]. 微生物学通报, 1988, 15(3): 130-135
- [5] Chen XD, Tang XF, Zhu Y, et al. The characteristics and the construction plan of the national Microbiology curricula team of Wuhan University[J]. Microbiology China, 2009, 36(12): 1931-1934 (in Chinese)
- [6] 陈向东, 唐晓峰, 朱应, 等. 武汉大学微生物学系列课程国家级教学团队的特色与建设思路[J]. 微生物学通报, 2009, 36(12): 1931-1934
- [7] Zhao MM, Li N, Xue LG. Innovating the teaching mode of Microbiology course through “Five-step Teaching”[J]. Microbiology China, 2012, 39(10): 1506-1512 (in Chinese)
- [8] 赵萌萌, 李楠, 薛林贵. 以“五步教学法”创新微生物学课程教学模式[J]. 微生物学通报, 2012, 39(10): 1506-1512
- [9] Li XH, Huang XF, Zeng Y, et al. A study on application of PBL in medical microbiology teaching[J]. Microbiology China, 2012, 39(4): 572-577 (in Chinese)
- [10] 李晓华, 黄小凤, 曾怡, 等. PBL 教学法在医学微生物学中的应用探索与体会[J]. 微生物学通报, 2012, 39(4): 572-577
- [11] Qu JG, Huang BB, Long ZH, et al. Application of problem-based learning in food microbiology in higher vocational school[J]. Microbiology China, 2011, 38(7): 1106-1111 (in Chinese)
- [12] 曲均革, 黄贝贝, 龙正海, 等. PBL 教学在高职院校食品微生物课程中的应用[J]. 微生物学通报, 2011, 38(7): 1106-1111
- [13] Chen WL, Hu S. Outside the classroom—teaching reform practices of Microbiology by flipped classroom[J]. Microbiology China, 2016, 43(4): 735-741 (in Chinese)
- [14] 陈雯莉, 胡胜. 课堂之外——微生物学“翻转课堂”的改革实践[J]. 微生物学通报, 2016, 43(4): 735-741
- [15] Chen XD, Tang XF, Zheng CY. The investigation and comparison analysis of Chinese microbiology textbooks with foreign microbiology textbooks[J]. Microbiology China, 2008, 35(12): 1980-1986 (in Chinese)
- [16] 陈向东, 唐晓峰, 郑从义. 中外微生物学教材建设状况调查与分析比较[J]. 微生物学通报, 2008, 35(12): 1980-1986
- [17] Cao FZ. Preliminary exploration on the reform of microbiology experiment teaching[J]. Journal of Biology, 1987(5): 39-40 (in Chinese)
- [18] 曹凤枝. 微生物学实验教学改革的初步探索[J]. 生物学杂志, 1987(5): 39-40