

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

王磊 李颖 楼慧强 文莹* 陈文峰 王颖 李大伟

(中国农业大学生物学院 北京 100193)

摘要:“微生物生物学”课程作为理科基地学生的必修课程,对学生夯实专业基础理论知识、开拓科研视野具有积极而重要的作用。如何平衡基础与前沿、理论与实践、教学与科研之间的关系,对课程的内容、形式等都提出了更高的要求。为了丰富和增加学生对微生物学的理解和认识,为生物学理科基地学生明确研究方向提供信息。微生物生物学课程每学期安排8学时专题讲座,其内容不仅与本系教师的科研工作紧密相关,而且还邀请各领域校外专家,讲座内容丰富,涵盖了课程大纲中的主要内容。为学生们深刻明确学习目的、激发科研兴趣、启迪创新性思维搭建了一个平台。通过面对面的交流互动,同学们不仅可获得更多课外知识,了解当今微生物学领域的研究热点,还可从讲座专家那里获得更多切实的科研体会。

关键词: 微生物生物学, 专家讲座, 创新思维培养

Frontier progress enlightens creative thinking ——seminars in Microbiology

WANG Lei LI Ying LOU Hui-Qiang WEN Ying* CHEN Wen-Feng
WANG Ying LI Da-Wei

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

Abstract: Microbiology is a compulsory course for biology majors in science base classes. This course plays an active and important role in helping biology majors to build a solid theoretical foundation and broaden their horizons of scientific research. How to strike a balance between foundation and frontier, theory and practice, teaching and research, has posed a challenge to both the content and the form of the course. In order to promote the students' understanding of microbiology and provide the students with academic information in this field, 8 hours of seminars are held every semester. In these seminars, both teachers of this department and experts from other institutes and universities are invited to discuss various topics which are included in the course syllabus. The seminars function as a platform to orient the sophomores in this field of research, stimulate their interest in academic research and promote their creative thinking. Through face-to-face communications in the seminars, the students can not only acquire extracurricular knowledge and get informed of the hotspots in microbiological research, but also learn from the personal research experiences of the experts from different institutes and universities.

*Corresponding author: Tel/Fax: 86-10-62732715; E-mail: dwyt2756@cau.edu.cn

Received: November 09, 2015; Accepted: December 24, 2015; Published online (www.cnki.net): January 04, 2016

*通讯作者: Tel/Fax: 86-10-62732715; E-mail: dwyt2756@cau.edu.cn

收稿日期: 2015-11-09; 接受日期: 2015-12-24; 优先数字出版日期(www.cnki.net): 2016-01-04

Keywords: Biology of Microbiology, Seminar, Creative thinking

当今科学发展日新月异,在生命科学领域尤为突出。因此,在保证教学内容的基础性、系统性、完整性的前提下,拉近学生与现代科学发展的距离,使他们学以致用,适应学科不断发展和变化的趋势,是当前大学基础课教学的必然要求^[1-3]。

中国农业大学“微生物生物学”是生物学理科基地学生的必修课程,是引导学生步入微生物世界的入门课。历届主讲教师注重微生物基础知识与实践相结合的教育宗旨,通过课堂讨论、撰写课程论文、开放式考试模式等环节提高学生自学能力,并通过互动式教学方式,注重基础课程的引导和专业课程中的实践,努力促进知识的衔接和扩展^[4-5]。为解决课程学时与知识的无限增容之间的矛盾,针对理科基地的学生多数选择继续深造的实际情况,自2002年开始,我们通过开设专题讲座,引领学生了解本学科最新进展,为学生明确学习目的、激发科研兴趣、启迪创新性思维搭建了一个平台,引导学生主动学习。这不仅使学生们了解当今微生物学领域的研究热点,对于明确未来学习目标、克服学习盲目性也具有积极的作用。

1 专题讲座的实施及效果

从2002年开始的微生物生物学专题讲座,每学期组织3-4次,迄今为止已组织了近50多场专题报告。以下将主要从讲座内容的规划与设计、专题讲座实施效果等环节,阐述本教学团队在教学改革中的具体思路与实施方法。

1.1 专题内容的规划与设计

最初,微生物生物学专题讲座没有纳入教学大纲,也没有设定具体学时数。为了拓展学生的课外知识,对于报告内容选择也具有一定的随机性。实施过程中发现,学生们对讲座表现出极高的参与热情。通过7年实践,逐渐意识到专题讲座在明确学生未来研究方向、促进学生参与科学研究中具有积极而重要的作用。自2009年开始,在对原有教学大纲进行修正的同时,精简和完善原有知识体系,

并正式将专题讲座列入教学大纲,理论课程总学时48学时,其中专题报告为8个学时。

专题讲座的选择主要通过两种方式:(1)以学生需求为导向的专题内容设计。主要形式为理论课堂上“抛砖引玉”,结合大纲知识点介绍本系特色研究进展,学生主动选择专题报告方向。比如在介绍“生物固氮”这一节内容时,主讲教师会抛出几个值得研究的热点题目:挖掘新的固氮资源、向高等植物中转移固氮基因的探索、扩大共生固氮体系的宿主范围、固氮微生物资源的利用等。由此介绍本系不同课题组在固氮酶催化氮气和氢还原的分子机制、根瘤菌共生固氮体系和固氮基因簇异源表达的最新突破,加深对关键知识点的理解和掌握,学生由此对本系各课题组的研究方向和进展有了初步了解,不但方便学生未来选择实验室从事大学生创新项目和毕业设计,而且通过他们身边的科学家拉近他们与科研之间的距离。在此基础上,学生们可以根据兴趣点选择或申请某个课题组的专题报告,深入了解。(2)教师主导,补充现有教材中的不足,关注新兴方向的动态。如现有微生物学教材中对真菌遗传体系讲述较少,系统介绍真菌如酵母菌、粗糙脉孢菌遗传操作体系发展与现有技术,使学生全面了解该类微生物发展的现状,对于丰富学生知识十分必要。此外,模式生物为什么成为研究的好材料?什么是合成生物学、化学生物学?各种新兴研究方向的发展趋势如何等问题,都在专题报告中得到了明确的解答。使学生了解交叉学科发展动态,串联不同领域知识点的思路和能力显著提高。

随着课程体系建设的不断完善,专题讲座的设计与规划也越来越成熟,近些年开展的专题报告内容汇总如表1所示。讲座内容有微生物学发展史的回顾,有科研体会的分享,有基础研究、应用开发,也有新兴交叉学科相关专题,所涉及的研究对象则涵盖了细菌、真菌和病毒,有模式生物,也有特殊的微生物类群。专题讲座在完善学生知识体系,了

表 1 微生物生物学专题讲座内容
Table 1 Topics of the seminars in Microbiology

内容分类 Classification	报告题目 Topics
微生物学发展史 History of Microbiology	微生物研究的历史；对我国微生物学发展做出杰出贡献的科学家；学做人和做学问
基础研究 Fundamental research	宏基因组文库构建及新基因筛选；固氮酶催化氮气和氢还原的分子机制；细菌的群体感应；鞭毛的故事；模式微生物酵母的遗传体系；裂殖酵母基因组稳定性维持的机制；酵母菌细胞周期循环；真菌多样性、进化及基因组研究；趋磁细菌生物矿化机制研究进展；生物钟蛋白翻译后化学修饰；白色念珠菌形态发生、有性生殖及致病性研究对微生物环境适应性进化的启示
应用开发 Application development	小尺寸，大能量：大肠杆菌遗传工程及其应用；微生物代谢工程在现代生物技术中的应用；细菌生产的塑料；大型真菌凝集素的性质与功能；官厅水库解磷微生物的研究；根瘤菌研究进展；小病毒，大学问——病毒的危害、防控及其利用；细菌的“指南针”——奇妙的磁小体及其应用基础研究
交叉和新兴学科 Interdisciplinary and emerging disciplines	合成生物学进展；化学生物学导论

解前沿动态发展方面都起到了积极的推进作用。在教学过程中，逐步意识到专题讲座不应仅局限于介绍本领域的研究进展，应更多贯彻以人为本、注重能力培养的宗旨。因此，在近几年的讲座中，又注重了科研工作思路、解决问题方法和科研过程体会等内容，不断提高专题讲座的效果。基础理论课程中常见问题是，学生学习了知识，但缺乏逻辑思维和实际应用能力。而专题讲座以一个完整的科研故事，启发学生将课堂中学习的知识点联系起来。例如“微生物营养”这一章学习中，学生们了解了微生物生长所需要的六大元素，明白碳、氮源的重要性，而对实际工作中面临不同菌株对碳、氮源如何选择、组合等问题并不系统了解。在“趋磁细菌研究进展”报告中，主讲人与学生分享了趋磁细菌发酵培养如何突破瓶颈的一段经历，给学生们启发很大。不同碳、氮源在利用过程中不但会引起pH的变化，其代谢产物也会影响发酵液中的渗透压。正是这个小发现解释了限制其生物量提高的根源，从而实现磁小体产量质的飞跃。可见，启发学生们做科研不但要有理论基础，更要触类旁通，学会应用，关注细节才能发现并解决问题。“裂殖酵母基因组稳定性维持的机制”专题报告涉及了很多

大数据分析技术，巧妙的实验设计和新方法的应用，让学生感悟到科研工作不仅仅是个发现的过程，更是一个创造的过程，不能拘泥于前人已有的技术，而需要不断探索适宜的新方法，从而可在不同的角度解释新的生命现象。在期末考试中，通过设计类的题目考察和了解学生对相关专题内容的理解，更多关注学生以讲座为基础、拓展研究型思维的能力。例如：试述采用化学生物学研究微生物中某个酶的方法思路，以及与生物化学研究思路的区别。这种开放性的题目引导学生在拓展知识面的同时，注重学以致用，锻炼科研思维方式，对培养他们的探索和创新的能力十分有效。

1.2 主讲人的魅力与影响

在设计和规划专题内容的同时，我们充分考虑被邀请人的年龄层次、研究领域、研究特色等综合因素，注重提高课程讲授效果，使学生们在接受新内容的同时，充分感受主讲人所带来的献身科研的精神境界和工作中缜密而系统的科学思维方式，严肃而有趣的情节时常潜移默化地影响着学生们。

中国农业大学微生物学与免疫学系的研究方向包括根瘤菌资源调查和系统发育学、固氮酶催化氮气和氢还原的分子机制、真菌生理及遗传学、药

用及食用真菌学、微生物发酵工程、土壤和环境微生物学,近年通过引进人才加强了微生物分子遗传研究的基础,并增加了病毒学、免疫学和生物质能源等方向。课程充分利用本系学科优势,不仅任课教师参讲,还邀请本系院士、教师和博士生做客讲堂,由老、中、青三代科研人分享不一样的科研经历和感悟。而且,不拘泥于本学科研究方向,利用北京地域优势,诚邀各领域领军人物、新锐科学家做客农大。课程曾邀请北京大学、中国科学院微生物研究所、北京生命科学研究所、首都师范大学、武汉大学、天津大学以及来华交流合作的专家学者为学生讲座。他们中有刚刚回国的青年学者,有交叉学科的开拓者,有潜心科研的奠基人,为学生带来了新的科研理念。通过与名家面对面地交流互动方式,使学生们感受到科研不再遥不可及,而是可以参与其中的探索过程。同时,每次讲座的内容与主讲人科研工作紧密结合,主讲人把对关键问题的理解深入浅出地传递给学生,例如在介绍白色念珠菌形态转化与致病性研究进展时,主讲人只用了3个字:性、形、境,简明扼要地概括了复杂的形态转化调控模式,生动的举例使学生们很容易掌握影响其致病机理的关键因素。这些具体、明确而深刻地讲授形式,为任课教师和学生做出了榜样。

1.3 促进学生参与科研课题

专题讲座的开展在拓展同学视野、丰富知识层次、提供科研方向选择、培养科研思维方式、提高创新能力等方面都起到了积极的作用。

在课堂教学的同时,利用国家级、北京市级和生物学院理科基地科研创新项目 URP (Undergraduate research program)、院级本科生能力培养项目和本科生毕业设计等培养环节,推动学生们学以致用、积极探索科学问题。近三年微生物学与免疫学系教师参与指导的本科生科研项目占全院总项目的 30%–50%,微生物生物学课程主讲教师分别指导了 6 项国家级、2 项北京市级和 4 项生物学院理科基地科研创新项目,均获得理想结果。其中 3 项国家级创新项目和 2 项北京市创新项目考核均为优秀。每年本系接受的本科生毕业设计项目占全院的 60%以上。本科生在科研工作中的参与程度不断提高,仅 2012–2014 年间,选择微生物学与免疫学研究方向的 20 余位学生作为合作作者发表了 SCI 期刊论文。

本科期间的科研经历为学生进一步深造提供了更多的机会,2011–2015 届理科基地学生毕业去向如图 1 所示。生物学理科基地班学生深造率逐年升高,从 2011 年的 58.0% 上升至 2015 年的 71.4%。

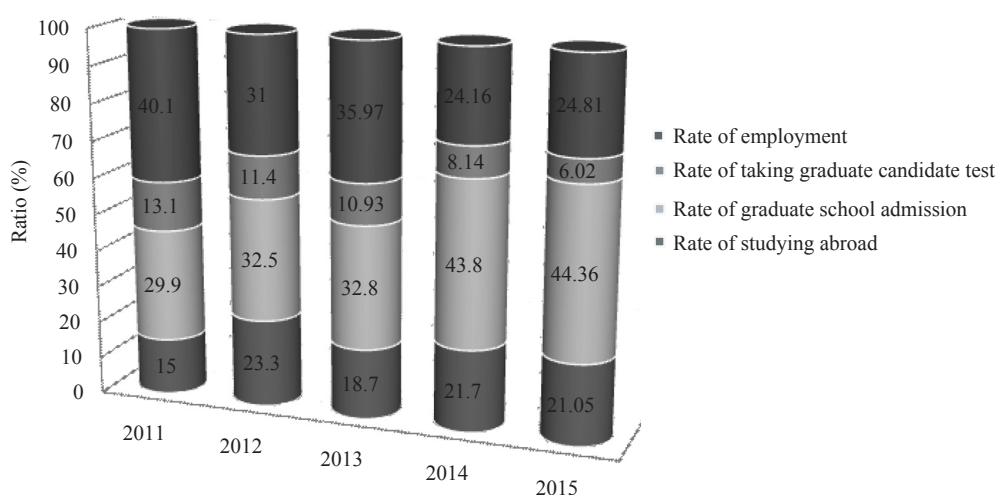


图 1 2011–2015 届生物学院本科毕业生去向统计图

Figure 1 Placement of graduates from college of biological sciences from 2011 to 2015

出国深造学生比例 5 年间从 15% 上升至 21%，哈佛大学、斯坦福大学、剑桥大学、宾夕法尼亚州立大学、华盛顿大学、马里兰大学、纽约大学、南加州大学、贝勒医学院、加利福尼亚大学、马萨诸塞州立大学、德国汉诺威大学、加拿大英属哥伦比亚大学、日本广岛大学等国际知名学府都成为本专业学生继续深造的选择。保送到北京大学、清华大学、浙江大学、复旦大学、协和医科院、北京生命科学研究所以、中国科学院动物所、中国科学院植物所、中国科学院遗传所、上海生命科学院、南开大学、武汉大学、同济大学等著名大学和研究机构的学生不胜枚举。他们在各研究团队中的优秀表现，又通过专题报告反馈给在读的学弟学妹们，更激发学生参与科研、探索自然奥妙热情。而本科毕业后选择工作的学生也得到了北京市国家安全局、北京检验检疫局、中国原子能所、中国兽药监测处等国家重要职能部门和玛氏公司、美国美敦力公司、北京博尔曼生物技术有限公司、博奥生物有限公司等知名企业的认可。在本科阶段获得扎实的专业基础知识和良好的创新思维能力，都会为他们的继续深造和职业规划提供有利保障。

2 总结与思考

如何在教学中“授之以渔”，而不仅仅“授之以鱼”，仅凭知识点的灌输远不及能力培养与创新性思维开发的潜力更大。教学相长，离不开科研的有利支持，更新教学手段、丰富教学内容，是高等教育纵深发展的必然要求^[6-8]。不但要讲究教学方法，更应关注课程体系建设。专题讲座虽然是一种补充教学的方法，但已经成为本课程教学大纲中必备的内容，由任课教师集体出谋划策，并由系主任专门负责，尽管每年讲座的内容有所变化，但始终没有离开“调动学生积极性与主动性”的教学理念。在学生反馈中，提及了报告对他们正在开展的科研工作的指导作用，也分享了专题报告对未来科研工作设想的启发，我们在欣慰地看到该教学效果的同时，也时常与学生们沟通了解他们的需求，尽可能做到

全面、但又关注当前的前沿和焦点问题，鼓励并促进学生们依托具体实验过程，提高思考和解决问题的能力。努力指导和激发学生们的创新思维，勇于面对困难，克服功利，这是我们的职责所在。

致谢：感谢中国农业大学生物学院学生事务管理科马紫威老师在毕业生信息方面提供的帮助，感谢人文与发展学院外语系崔志云老师对英文摘要及标题的修正。

参考文献

- [1] Zhu HF. Attempts of how to stimulate students' interest in Microbiology teaching[J]. Microbiology China, 2007, 34(1): 173-175 (in Chinese)
朱宏飞. 微生物教学中激发学生兴趣的几点探索[J]. 微生物学通报, 2007, 34(1): 173-175
- [2] Chen F. Application of knowledge organization teaching strategy in Microbiology course[J]. Microbiology China, 2015, 42(9): 1802-1808 (in Chinese)
陈峰. 知识关联教学策略在微生物学教学中的应用[J]. 微生物学通报, 2015, 42(9): 1802-1808
- [3] Zhang ML, Du ZY, Jia CF. Practice of knowledge internalization in Microbiology teaching[J]. Microbiology China, 2014, 41(11): 2349-2352 (in Chinese)
张美玲, 杜震宇, 贾彩凤. 知识内化为导向的教学策略在高校微生物学教学中的应用[J]. 微生物学通报, 2014, 41(11): 2349-2352
- [4] 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
- [5] Li Y, Guan GH, Wang Y, et al. Undergraduate research program, an important auxiliary link in teaching of Microbiology[J]. Microbiology China, 2004, 31(5): 129-131 (in Chinese)
李颖, 关国华, 王颖, 等. 微生物学教学中一个重要的辅助环节——本科生科研训练[J]. 微生物学通报, 2004, 31(5): 129-131
- [6] Zhou X, Zhang X, Lin HP, et al. Pedagogical experience for fostering atypical ideation in teaching course of Microbiology[J]. Microbiology China, 2011, 38(11): 1715-1717 (in Chinese)
周湘, 张昕, 林海萍, 等. 微生物学教学过程中培养逆向思维的一些体验[J]. 微生物学通报, 2011, 38(11): 1715-1717
- [7] Deng GY, Sun WC, Yang SF, et al. Experience of case-based teaching approach in Medical Microbiology teaching[J]. Chinese Journal of Microecology, 2011, 23(11): 1031-1032 (in Chinese)
邓国英, 孙文长, 杨淑凤, 等. 案例式教学法在医学微生物学教学中的应用[J]. 中国微生态学杂志, 2011, 23(11): 1031-1032
- [8] 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)
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