

# 学科前沿知识贯穿于微生物学教学过程的思考与实践——以反硝化作用教学为例

王素英\* 韩克勤 田强 杨晓丽 阎亚丽

(天津商业大学生物技术与食品科学学院 天津 300134)

**摘要:** 根据好氧反硝化作用机理研究进展和好氧反硝化细菌在污水脱氮处理工艺中的应用, 结合微生物生态的教学内容, 在提出教材重点教学内容与学科前沿知识优化整合方案的基础上, 进一步阐述了在不增加课堂理论教学时数的前提下, 如何通过学生课外自主学习环节进行好氧反硝化作用教学的做法, 发现课外专题学习与课堂教学紧密结合是提高微生物学教学效果的有效方法, 也是创新型应用型人才培养的有效途径。

**关键词:** 前沿知识, 微生物学, 反硝化作用

## Deliberation and Practice of Penetrating Frontier of Knowledge into the Microbiol Teaching

WANG Su-Ying\* HAN Ke-Qin TIAN Qiang YANG Xiao-Li YAN Ya-Li

(College of Biotechnology and Food Science, Tianjin University of Commerce, Tianjin 300134, China)

**Abstract:** By combining with curricular contents of microbiol ecology, optimized project integrating curricular emphasis and frontier of knowledge was set up according to the research progress on the mechanism of aerobic denitrification and the application of aerobic denitrifying bacteria in denitrification wastewater treatment process. As a prerequisite, to keep the teaching hours in classroom, method of extra-curricular studying based on curricular teaching improved the effectiveness of microbiol course by the example of denitrification teaching. This method is the effective way to the training of applied and innovative talents.

**Keywords:** Frontier of knowledge, Microbiology, Denitrification

微生物学是我校食品科学与工程、生物工程、制药工程、食品质量与安全、生物技术等专业的主干专业基础课程, 本科生在修读生物化学的基础上进行该课程的学习, 虽然主讲教学内容随各专业的培养目标不同而有一定变化, 但随着人们对环境污染治理的关注, 使微生物生态一章逐步转变为各专

业的重点和难点教学内容, 也促使教师在课堂教学时数有限的情况下, 思考如何将污染环境微生物修复的最新理论、技术与教材中微生物生态的内容进行整合, 并有效地与学生共同分享, 使学生既能够掌握微生物生态的基础知识与理论, 又能够了解该领域的最新发展动态, 并起到激发学生科研兴趣、

基金项目: 天津商业大学优秀教学团队建设项目(No. 502-08TDJS504)

\* 通讯作者: Tel: 86-22-81720629; ✉: wsying@tjcu.edu.cn

收稿日期: 2009-06-29; 接受日期: 2009-09-09

© 中国科学院微生物研究所期刊联合编辑部 <http://journals.im.ac.cn>

调动学生自主学习积极性的效果。本文仅以反硝化作用的微生物教学过程为例, 试图阐明将学科前沿发展融入本科教学的思路、方法和效果, 旨在达到与同行共同讨论教学内容与方法, 共同分享有效教学案例的目的。

## 1 反硝化作用研究进展对主要教学内容的冲击

### 1.1 教材中有关反硝化作用的主要教学内容

目前普通高校专业基础课微生物学中文教材, 主要有周德庆教授主编的《微生物学教程》和沈萍教授主编的《微生物学》, 在这些教材中有关反硝化作用的内容主要出现在微生物代谢中有关硝酸盐呼吸和微生物生态中氮素地化学循环作用的叙述中, 综合各版本教材中有关反硝化作用的教学内容, 可以认为反硝化(又称异化型硝酸盐还原或硝酸盐呼吸作用)主要是化能异养和少数化能自养兼性厌氧微生物在无氧环境中生存时, 将硝酸盐作为最终电子受体的一种产能方式。这种关于反硝化作用的讲授是教师多年来的经典教学内容, 也是学生掌握有关反硝化作用的主要知识点<sup>[1-2]</sup>。

### 1.2 好氧反硝化作用的研究现状

在微生物学教材中, 反硝化作用一直被认为是一种严格的厌氧过程。然而随着 20 世纪 80 年代好氧反硝化概念的提出和 Robertson 等人首次分离好氧反硝化脱氮副球菌(*Paracoccus denitrification*)的成功, 人们开始关注好氧反硝化作用的研究, 陆续报道了能够进行好氧反硝化作用的产碱菌属(*Alcaligenes*)、副球菌属(*Paracoccus*)、假单胞菌属(*Pseudomonas*)和红球菌属(*Rhodococcus*)等属种的多个细菌种类, 这些好氧反硝化细菌的人工培养, 不仅为好氧反硝化机理研究提供了素材, 也为含氮水体的脱氮工艺改进提供了丰富的种质资源。因此, 在好氧反硝化细菌资源应用于污水处理的开发过程中, 许多研究涉及到了该类细菌的生长特性和反硝化机理<sup>[3]</sup>。

在污水脱氮工艺研究中, 广泛应用的好氧反硝化细菌主要是 *P. denitrification*, 该菌可在 15°C–45°C、pH 6.5–10.5 的有氧环境中, 还原硝酸盐形成终产物氮气, 且在反应过程中有氧化氮、氧化亚氮等中间气体产物逸出。这一反应过程的完成

主要有两种解释, 一种认为好氧反硝化现象的发生与污水处理工艺中生物膜中存在溶解氧梯度有关, 即生物膜表面溶氧浓度高, 好氧异养菌和好氧硝化菌大量生长形成优势类群, 好氧过程对溶氧的大量消耗和生物膜氧扩散的限制导致生物膜内部缺氧, 厌氧反硝化细菌生长占优势, 从而导致了宏观上好氧反硝化现象的发生。另一种解释是建立在好氧反硝化细菌和好氧反硝化酶系发现的实验基础上提出的生物学机理, 即众多的研究认为 *P. denitrification* 存在膜硝酸盐还原酶和周质硝酸盐还原酶, 并认为在好氧和厌氧条件下分别利用不同的酶系进行硝酸盐还原反应, 同时也对亚硝酸还原酶、氧化氮酶和氧化亚氮酶进行了系列研究, 虽然研究结果不尽相同, 但一致认为这些与硝酸盐还原有关的酶系在好氧条件下仍具有一定的活性, 从而解释好氧反硝化作用的发生<sup>[4]</sup>。

### 1.3 经典反硝化作用教学的缺陷

作为专业基础课, 多年来本科生“微生物学”教材均按照学校规定选用国家获奖或规划教材, 但這些教材中未对好氧反硝化作用进行合理的阐述, 教学大纲也将微生物生态作为非重点内容去处理, 因此教师在教学过程中就将反硝化作用作为一般概念和氮素地化学循环中的一个环节进行简单解释, 其结果是学生在后续学习和科学研究过程中, 很难理解污水处理的各种脱氮工艺, 且对环境污染微生物修复机理也会感到茫然不好理解。由此看来, 传统微生物学教学内容对反硝化作用研究进展的忽略, 致使学生不能很好掌握该方面的基础知识, 不仅限制了他们对学科前沿知识的进一步获取, 而且影响了他们利用基础知识解决实际问题的思维和能力, 不利于创新性应用人才的培养。

## 2 反硝化作用研究进展与教材教学内容的整合优化

随着人们对污染环境微生物修复作用的重视, 有关污水脱氮工艺的研究日新月异, 传统教学内容中有关反硝化作用的理论不仅不能涵盖该领域的最新研究进展, 而且也不能满足学生了解反硝化细菌在环境污染治理中的应用状况, 因此课程组教师通过文献研读、反复思考、分析总结和集体讨论, 提出了共同的教学思路、教学过程和教学效果考查方

法,以完善学生有关反硝化作用的知识结构。

### 2.1 思路与做法

我校食品科学与工程、生物工程和生物技术专业教学计划中,微生物学课程理论教学时数为 51,其中“微生物生态”一章为 3 个学时,多年来该章的重点教学内容是微生物之间相互关系和应用,而反硝化作用通常是为了保证教学内容的完整性而阐述的一种生理过程。这种教学安排无法对污染环境微生物修复理论及其实用技术进行全面深入的讲解,而这一问题则是目前微生物研究领域关注的焦点。

如何在有限的课堂理论教学时间内,既不影响教学计划中重点教学内容的学习,又能够及时更新和补充污染水体微生物修复前沿领域的一些研究成果。针对反硝化作用教学内容,课程组采取的做法是在原有教学内容的基础上,一方面将有关微生物修复、污水脱氮工艺、反硝化作用机理等方面的研究文献作为网上学习资料,及时更新上传至我校天津市精品课程“微生物学”教学网站,另一方面对该领域研究成果进行整理以形成补充教学讲义供学生阅读。在学生自学的基础上,利用 20 min 课堂教学时间,教师总结并提出该领域的一些研究结论和争议观点,达到指导学生学习并正确理解目前有关反硝化作用研究和应用现状的目的。

### 2.2 教学效果评价

在微生物学教学过程中,有关反硝化作用的教学做法是充分发挥学生课外自主学习的能力,希望达到与课堂教学相互补充,进而提高教学效果的目的。为了督促学生的自学过程和考查这种教学做法的效果,教师在布置学生进行有关反硝化作用课外资料学习时,必须明确学习的重点内容,提出学生就该问题的学习整理学习笔记,并进行 800 字课程小论文撰写的要求。在微生物学课程期末考试之前,对学习笔记和课程小论文进行检查,检查结果计入 30%平时成绩之内。

通过上述方法考查和学生毕业论文及课外科技活动选题调查,发现通过补充有关反硝化作用课外学习教学内容,不仅使学生对该部分基础知识有了全面准确的认识,形成了自己应有的见解,掌握了课程论文的基本要求和撰写流程,而且通过反硝化作用在环境保护中应用状况的了解,增加了学生学

习和应用微生物学的兴趣,体现在毕业论文题目选择和大学生科研训练计划、挑战杯比赛等课外科技活动中,选择有关微生物研究的学生越来越多,更可喜的是有一些学生通过这样一种方法的学习,围绕反硝化作用提出了自己感兴趣的毕业论文题目,如好氧反硝化细菌筛选、好氧反硝化细菌鉴定、好氧反硝化细菌处理养殖废水的工艺研究、好氧反硝化细菌固定化与汽车尾气处理等。另外在师生座谈中,学生普遍认为,针对某一专题,在教师提供资料的基础上进行课外自主学习,不仅能够提高学生主动获取知识的能力,而且能够有效引导学生课外时间的安排,有利于优良学风的形成和维持。

## 3 反硝化作用教学方法对微生物学教学的启示

微生物由于独特的形态和代谢特点,不仅是生命科学基本理论研究的最好材料,而且也是工业、农业、医药、环保等领域应用的主要对象,因此有关微生物的研究和知识积累日新月异,如何通过微生物学教学将基础知识、基本理论、基本技能和最新的前沿研究成果有机整合传授给学生,同时提高学生利用微生物学基础知识分析解决实际问题的能力,是应用型创新型人才培养必须思考的问题。本文阐述的有关反硝化作用的教学过程是一个很好的做法,它既可以保证基础知识的教学时数,满足培养基础扎实人才的要求,又可以有效提高教学效果,使学生充分了解学科前沿知识,满足学生专业素质和能力提高的要求。因此,如果在微生物教学的每一个章节能够提出恰当的学习专题,将有利于微生物学教学效果的提高和本科生人才培养目标的实现。

## 参 考 文 献

- [1] 周德庆. 微生物学教程. 北京: 高等教育出版社, 2002: 111-112, 265-267.
- [2] 沈萍. 微生物学. 北京: 高等教育出版社, 2002: 106, 290-291.
- [3] 叶建峰. 废水生物脱氮处理新技术. 北京: 化学工业出版社, 2006: 1-37.
- [4] 吴松维, 孙华, 吴伟祥, 等. 好氧反硝化脱氮作用研究进展. 科技通报, 2008, 24(5): 727-730.