



微生物生态学驱动社会与经济“绿色高效发展”

刘学端*

中南大学资源加工与生物工程学院 生物冶金教育部重点实验室 湖南 长沙 410083

Microbial Ecology drives “Green and Efficient Development” of society and economy

LIU Xue-Duan*

Key Laboratory of Biohydrometallurgy of Ministry of Education, School of Minerals Processing and Bioengineering, Central South University, Changsha, Hunan 410083, China



作者简介:

刘学端, 中南大学“升华学者”特聘教授, 博士生导师, 主要从事应用与环境微生物学和生物冶金的研究。现任生物冶金教育部重点实验室副主任, 中国生态学会微生物生态专业委员会副主任、国际生物湿法冶金学会秘书长; 曾任 *Applied and Environmental Microbiology* 和 *Hydrometallurgy* 等期刊编委和客座编辑。获国家技术发明二等奖和湖南省科技进步一等奖等多项奖励。在 *Nature Climate Change*、*The ISME* 和《微生物学通报》等期刊发表了多篇论文。

摘 要: 面对物种数量繁多、生态分布广泛、生态功能强大的微生物资源, 微生物生态学的任务一方面在于不断发现和认识这类生命“暗物质”及其存在机制, 另一方面要充分挖掘和利用这些微生物资源。微生物生态学的应用从最早的混合发酵发展到极端微生物资源利用、微生物生态制剂开发逐渐拓展到合成微生物生态等多个领域。2019年10月在湖南省长沙市举行的“中国生态学会微生物生态专业委员会学术年会”设立了3个与微生物生态学应用相关的分会, 本期《微生物学通报》也开辟了“人工生态系统微生物”栏目, 凸显了我国微生物生态学在资源、能源和环境等应用领域的成果, 让我们看到了其成为社会与经济“绿色高效发展”重要驱动力的希望。

关键词: 微生物生态学, 微生物资源利用, 微生物群落

Keywords: Microbial ecology, Utilization of microbial resources, Microbial community

微生物种类之多、起源之早、适应性之广均高于动植物, 从而决定了微生物生态学的研究必将任重道远。目前的微生物生态学研究已经从传统的宏观层面上的研究转向从分子水平上阐明微生物相

互作用的机制及其整体的生态功能, 许多来自宏观生态和动植物生态学的理论在微生物领域被检视。微生物生态学的理论与方法研究日新月异。与此同时, 如何充分利用物种数量繁多、生态分布广泛、

*通信作者: E-mail: xueduanliu@yahoo.com

生态功能强大的微生物资源,是人类面临的极大挑战。有别于大型的动物和植物,微生物因为个体微小,其相互作用关系更加紧密而复杂,群体效应和群整体功能更加重要。因此,微生物生态学在微生物资源利用方面发挥着更加重要的作用。

微生物生态学最早和最广的实践应用当属基于微生物协同作用的混合发酵。在人类还没有认识到微生物存在之前,传统经验的酿酒工艺就已开发了多种微生物的作用。我国《齐民要术》中记载的12种制曲法、23种制醋法和20多种酿酒法都是微生物混合发酵产生。自从柯赫发明了微生物纯种分离培养技术之后,单菌发酵技术迅速发展,并使得抗生素、有机酸、维生素、酶制剂、氨基酸、核苷酸、单细胞蛋白等物质的工业生产日趋完善,形成了独立的现代发酵工业体系。但是,我国首创的混合发酵并没有因此而退出历史舞台,而是进一步在微生物协同作用理论的指导下,有目的地将几种微生物有机地结合在一起,获得优于单菌发酵的效果。我国比较成功的例子是20世纪70-80年代开发的维生素C生产的二步发酵法,并在1986年以550万美元的价格转让给瑞士Roche公司。近年来,人们进一步认识到自然界中的微生物处于复杂的、动态的群落中,其相互作用推动群落的稳定、功能及进化。由此,在合成生物学的基础上拓展了合成微生物生态学这一新领域,创建和合理利用人工微生物群落甚至基因工程物种的生态系统。目前已经在人体健康、工业产品生产和污染修复中获得了初步的应用^[1]。

利用微生物抗逆性强、适应性广的生态学特性开发极端微生物资源是近年来应用生态学领域的热点。比较早的成功例子是从水生栖热菌(*Thermusaquaticus*)中开发出来的Taq DNA聚合酶。利用从酸性矿水、酸性热泉甚至深海酸性环境中分离到的嗜酸微生物,从表外矿、尾矿和低品位矿石中提取有价金属也在国内外获得了极大成功。目前全世界已经建立了多个商业化铜矿生物堆浸厂,最大的处理规模达到了上亿吨,品位仅0.3%左右。采用生物湿法冶金技术开发低品位的铜资

源,可以使可经济利用铜矿品位最低降至0.1%,中国铜资源量增加2 000万t以上^[2]。

以肠道微生物菌群调控为“龙头”的微生态制剂是当今微生物生态学理论应用的典范和热点,益生菌、益生元及其合剂合生元的开发与使用已被应用于养殖业、种植业、医药保健和食品等各领域。在种植业中较早获得成功的是苏云金杆菌用于害虫防治以及各种土壤调节剂和生物防治菌剂。在养殖业中,微生态制剂能有效促进动物生长、调节或维持肠道微生态平衡,提高饲料转化率,增强动物免疫功能,提高生产性能。随着农业农村部第194号公告的发布,我国从2020年1月1日起实施促生长类药物饲料添加剂(中药类除外)退出行动和无抗养殖,急需替代抗生素的产品,微生态制剂是理想的抗生素替代品之一。

除上述领域以外,微生物生态学在环境污染治理、固体废弃物资源化利用、人体健康等诸多方面也有大量应用。为此,中国生态学会微生物生态专业委员会在2019年湖南省长沙市举行的学术年会上设立了“土壤与固废微生物生态”“极端环境微生物生态”“工业和工程系统微生物生态”这3个与微生物生态学应用密切相关的分会场,并反复斟酌拟定了“穷浮游之渺,通宇宙之寥,化自然之妙,极天工之巧”的大会主题。本期的《微生物学通报》“微生物生态学主题刊”开辟了“人工生态系统微生物”栏目。我们有充足的理由相信,微生物生态技术未来在资源、能源和环境等重要领域的应用必将越来越广泛,有望成为社会与经济“绿色高效发展”的重要驱动力。

REFERENCES

- [1] Yin J, Ma AZ, Song MY, et al. Research progress in synthetic microbial systems[J]. Microbiology China, 2020, 47(2): 583-593 (in Chinese)
尹珺, 马安周, 宋茂勇, 等. 合成微生物体系研究进展[J]. 微生物学通报, 2020, 47(2): 583-593
- [2] Qiu GZ, Liu XD. The Chinese Journal of Nonferrous Metals[J]. The Chinese Journal of Nonferrous Metals, 2019, 29(9): 1848-1858 (in Chinese)
邱冠周, 刘学端. 用生物技术的钥匙开启矿产资源利用的大门[J]. 中国有色金属学报, 2019, 29(9): 1848-1858