

未/难培养微生物：风正扬帆再起航，共辉煌

朱红惠¹，黄力²，李文均³，李猛⁴

¹广东省科学院微生物研究所，华南应用微生物国家重点实验室，广东省菌种保藏与应用重点实验室，广东省微生物菌种保藏中心，广东 广州 510070

²中国科学院微生物研究所微生物资源前期开发国家重点实验室，北京 100101

³中山大学生命科学学院，有害生物控制与资源利用国家重点实验室，广东 广州 510275

⁴深圳大学高等研究院，深圳市海洋微生物组工程重点实验室，广东 深圳 518060

Uncultivated microorganisms: it is time to refocus and reflourish To the special issue “Uncultivated Microorganisms”

Honghui Zhu¹, Li Huang², Wenjun Li³, Meng Li⁴

¹Guangdong Provincial Key Laboratory of Microbial Culture Collection and Application, State Key Laboratory of Applied Microbiology Southern China, Guangdong Microbial Culture Collection Center, Institute of Microbiology, Guangdong Academy of Sciences, Guangzhou 510070, Guangdong Province, China

²State Key Laboratory of Microbial Resources, Institute of Microbiology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

³State Key Laboratory of Biocontrol, School of Life Sciences, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275, Guangdong Province, China

⁴Shenzhen Key Laboratory of Marine Microbiome Engineering, Institute for Advanced Study, Shenzhen University, Shenzhen 518060, Guangdong Province, China

“未/难培养微生物”通常是指在环境中存在、但尚未在实验室条件下获得纯培养的微生物统称。微生物是地球上进化历史最长、生物量最大、多样性最丰富的生命形式。这种简单而古老的生命决定了地球演化的方向和进程，参与了生物圈的物质和能量循环，并深刻影响着人类社会发展的历史，在近现代生命科技不断进步的过程中发

挥了基础性和关键性作用。

据估计，地球上微生物细胞数目约为 9.2×10^{29} – 3.2×10^{30} 个，物种数目约为 10^{12} 。但是，目前已经获得纯培养并有效发表的微生物物种数目约为 10^5 ，自然界中大绝大多数微生物属于未/难培养的，它们被形象地比喻为生命“暗物质”。这些“暗物质”蕴含着人类尚未认知的生命规律，对

其开展研究有可能促成生命科学领域的新的重大发现；同时，其所代表的新的生物遗传资源和生理代谢功能，具有巨大的开发潜力，将成为新一代生物技术和产品的源头。因此，“未/难培养微生物”的分离培养是微生物学研究中亟待解决的“卡脖子”问题。

微生物培养是微生物学的“木本水源”，也是一个古老而又新颖的课题。1881年德国微生物学家 Robert Koch 建立微生物纯培养方法不久，奥地利微生物学家 Heinrich Winterberg 在 1898 年即观察到样品中微生物的细胞数量与平板的菌落并不一致，直到 1985 年 James Staley 和 Allan Konopka 将这一现象称为“平板计数异常”(“The Great Plate Count Anomaly”)，微生物培养成为最古老的、至今仍未解决的微生物学挑战。20 世纪 90 年代，免培养分析方法的建立大大拓展了对微生物多样性的认知，人们意识到环境中绝大多数微生物不能用传统方法得到纯培养。近 10 多年，新一代测序技术和生物信息学分析方法已成为研究微生物的强大工具，使人们能够精确定性和定量地了解复杂环境中微生物群落的构成，直观地感受到“未/难培养微生物”的无处不在，但对它们的生理特征和代谢功能仍缺乏系统、深入地理解，亟待分离培养确证。因此，革新微生物分离培养方法已成为共识。

近些年，国内外研究人员建立了多种“非定向”和“定向”的“未/难培养微生物”的分离技术和方法。以 I-chip、微流控、微囊包埋和培养组学等

为代表的新设备、新技术、新理念的应用大大提高了“未/难培养微生物”的分离效率。以反向基因组学为代表的“定向”分离方法则实现了“未/难培养微生物”的精准分离，为其它特定功能或类群微生物的靶向分离提供了思路。“未/难培养微生物”的成功培养正在不断更新着我们对生命现象和自然规律的固有认知。阿斯加德古菌(Asgard)中的普罗米修斯古菌(*Candidatus Prometheoarchaeum syntrophicum*)的成功培养使生命之树倾斜于二域学说，浮霉状菌(*Planctomycetes*)的培养暗示细菌也具有出芽增殖和吞噬细胞的独特特征，新型益生菌嗜粘蛋白艾克曼菌(*Akkermansia muciniphila*)的培养为治疗代谢相关的病症奠定了物质基础。

第一届粤港澳大湾区微生物资源调查暨未/难培养微生物分离与培养技术研讨会于 2019 年 12 月 11 日至 14 日在广州举行，来自全国 102 家高校和科研院所的 400 多位专家学者齐聚一堂，围绕未/难培养微生物分离与培养的技术与方法进行了深入交流和研讨。

本期《微生物学报》专刊以“未/难培养微生物”为主题，选择了分离培养新技术进展以及冰川与海洋环境微生物、人体微生物、土壤与农业微生物、厌氧微生物等的分离培养研究相关综述 7 篇和研究性论文 10 篇，与读者共享。希望通过这个专刊的交流，吸引更多研究人员关注并进入“未/难培养微生物”研究领域，推动我国“未/难培养微生物”研究取得更大突破。

(本文责编：张晓丽)