

·科技纵横·

古细菌:生命世界里的独行者

大自然在亿万年的漫长演变历程中,逐渐形成了五彩缤纷、大小各异的生命,它们各自占据着属于自己的领域,并在激烈的生存斗争中完成自己的生活史,代代相传延续着本家族的“香火”。遗憾的是,在大浪淘沙的生命演变进程中,很多物种退出了历史的舞台。很幸运的是,也有很多物种在经历亿万年的风雨洗礼之后,依然坚强的在大自然的舞台上演绎着生命的赞歌。更为奇特的是,生命世界里还有一群独行者,它们亿万年来依然栖息在极端恶劣的生境下,默默无闻,而这种环境又极似地球形成早期的恶劣条件。他们就是生命世界里最古老的生命体之一——古细菌。

虽然古细菌很可能于生命起源初期就在地球上存在了,但是人类直到20世纪70年代末才发现它们的踪迹。1977年,美国生物学家Carl Richard Woese和George Fox以16S rRNA序列为依据,提出了独立于真细菌和真核生物之外的生命第3种形式,即在细胞构造上与真细菌较为接近,同属原核生物,但在进化谱系上却更接近于真核生物。至此,生物三域的分类体系建立。

虽然古细菌和真细菌在细胞构造上较为接近,但也存在一些明显的差异,特别是古细菌的细胞壁(热原菌除外,它无细胞壁)组成、结构以及细胞膜类脂组分、核糖体的RNA碱基顺序等与其他真细菌具有明显的区别。虽然绝大多数种类的古细菌细胞壁的功能与真细菌类似,但古细菌细胞壁中无真正的肽聚糖,而是由假肽聚糖、糖蛋白或蛋白质等构成,不含胞壁酸、D型氨基酸和二氨基庚二酸。古细菌细胞膜含两种,即双层膜和单层膜,但膜脂由醚键而非酯键相连接。同时,古细菌代谢过程中有许多特殊的辅酶(如产甲烷菌含有F420、F430和COM及B因数),且严格厌氧是古细菌的主要呼吸类型。再有,许多古细菌有内含子,但其进化速度相比于真细菌较为缓慢。然而,在转录和翻译等核心



的生命过程中,古细菌并未表现出明显的与真细菌类似的特征,反而非常接近于真核生物,如古细菌的转译使用真核的启动和延伸因子,且转译过程需要真核生物中的TATA框结合蛋白和TFIIB。

目前发现的古细菌均生活在多种极端恶劣的环境中,如高温、高酸、高碱、高盐等。所以,从生态学的角度来讲,与真细菌相比,古细菌的生态幅很狭隘。其中极端嗜热菌能生长在90℃以上的高温环境,如德国的K. Stetter在意大利海底发现的一族古细菌,能生活在110℃以上高温中,最适生长温度为98℃,降至84℃即停止生长。美国的J.A. Baross发现一些从火山口中分离出的细菌可以生活在250℃的环境中。嗜热菌的营养范围很广,多为异养菌,其中许多能将硫氧化以取得能量。目前,在分子生物学广为应用的PCR技术中用到的Taq DNA聚合酶就是从一种水生栖热菌yT1株分离提取的。极端嗜酸菌可生活在pH值为1以下的环境中,同时极端嗜酸菌往往也是嗜高温菌,它们大多生活在火山地区的酸性热水中,可氧化硫,并将硫酸作为代谢产物排出体外。极端嗜碱菌多数生活在盐碱湖或碱湖、碱池中,生活环境pH值可达11.5以上,最适pH值8~10。极端嗜盐菌生活在高盐度环境中,盐度可达25%,如死海或盐湖中。此外,古细菌还有一类特别的成员,即产甲烷菌,该类群为严格厌氧的生物,能利用CO₂使H₂氧化生成甲烷,并释放能量。

由于古细菌生境的极端特殊恶劣

性,所以,古细菌的生境基本上代表了生命世界的极限,并由其分布范围进而确定了生物圈的边界。此外,古细菌栖息的极端恶劣环境与地球形成早期的恶劣条件特别是生命起源时期的环境非常类似。

目前发现的一些极端嗜盐菌可进行光合作用,但其光合色素并非类似于植物叶绿素类的分子,而是类似于动物视网膜上的视紫红质。因此,探究和分析古细菌的新陈代谢方式及其与真细菌和真核生物的关系,可为进一步阐明生命起源和生物演变进程提供很好的研究平台。所以,人类应利用最新的技术手段,特别是分子技术手段(因为大部分古细菌尚未培育成功)——如高通量测序技术,以便为进一步了解古细菌奠定坚实的平台。同时,古细菌的生存环境和代谢特点也为微生物生理、遗传和分类乃至生命科学及相关学科许多领域(如功能基因组学、生物电子器材等)的研究提供新的课题和材料,并为高温、高酸、高碱、高盐等环境恶劣下的资源寻找和开采提供了强有力的支撑。

此外,一些古细菌种类如产甲烷菌生存在动物的消化道中,如反刍动物等。这为研究生物之间的协同进化提供了很好的素材。但是,由于产甲烷菌的作用,反刍动物瘤胃可产生大量的甲烷,而目前我国反刍动物的养殖规模比较大,且甲烷的温室效应远高于CO₂,加之绝大部分古细菌尚未人工培育成功,所以,这为温室效应的调控增加了一难题。然而,反刍动物释放的甲烷却又是重要的生物能源之一。所以,人类应更好的了解古细菌并充分利用古细菌以为己用。

文/王从彦

作者简介 江苏大学环境与安全工程学院,副教授。图片为本文作者。

(责任编辑 王丽娜)