

极端微生物专栏

嗜盐微生物

刘铁汉 周培瑾

(中国科学院微生物研究所生理生态研究室 北京 100080)

高盐环境通常是指那些盐浓度高于海水的环
境。在这些环境中能够生存的微生物可划分为三类,一
类是能耐受一定浓度的盐溶液,但在无盐存在条件下
生长最好的菌称为耐盐菌。第二类是一定浓度的盐为
菌体生长所必需,且在一定浓度的盐溶液中生长最好,
称为嗜盐菌。在盐浓度从零至饱和的盐溶液中均能生
长,在一定浓度的盐溶液中生长最好的特殊类群称为
多能盐生菌。依据嗜盐浓度的不同,嗜盐菌又可分为
轻度嗜盐菌(最适盐浓度 0.2~0.5mol/L)、中度嗜盐菌
(最适盐浓度 0.5~2.0mol/L)和极端嗜盐菌(最适盐浓
度 >3mol/L),其中部分极端嗜盐菌为嗜盐古菌。嗜盐
菌的研究是极端环境微生物研究的重要组成部分,嗜
盐菌本身也是一类极具应用前景的微生物资源。

1 高盐环境生态系统 高盐环境微生物随着高盐生
态系统中离子组成、总盐浓度、pH值、以及氧气养分供
应等方面的变化而展现出复杂的微生物多样性。在中
级盐池内主要是由 Halomonadaceae 科的中度嗜盐菌。
在终级盐池内,当盐浓度达到饱和时,极端嗜盐菌则成
为整个生态系统的主体。

一些内陆盐湖中高比例的二价阳离子对微生物种
群构成影响极大。在死海中高水平的 Mg^{2+} 和 Ca^{2+} 离
子抑制 *Dunaliella* 属的绿藻生长,而使蓝细菌成为高盐
卤水中的主要需氧微生物类群。同时,与中性 pH 值的
盐湖不同, *Ectothiorhodospira* 属的菌为盐碱湖中的常见
菌群。

不论是在沿海盐池还是在内陆盐湖都有厌氧微生
物的存在。他们有的能发酵环境中的有机物,有的能产
生甲烷,有的能进行光合作用和硫酸盐还原,在高盐环
境生态系中发挥重要作用。

2 嗜盐机理 为了能在高盐环境中生存,各种嗜盐菌
具有不同的适应环境机理。嗜盐厌氧菌、嗜盐硫还原菌
以及嗜盐古菌是采用在细胞内积累高浓度钾离子(4~
5mol/L)的战略来对抗胞外的高渗环境。然而,正是由

于胞内高浓度钾离子的存在,使得这类微生物对环境
中离子浓度的降低缺少有效的适应能力。嗜盐真核生
物、嗜盐真菌菌和嗜盐甲烷菌的嗜盐机理是在胞内积
累大量的小分子极性物质,如甘油、单糖、氨基酸及它
们的衍生物。这些小分子极性物质在嗜盐、耐盐菌的胞
内构成渗透调节物质,帮助细胞从高盐环境中获取水
分,而且这些物质在细胞内能够被迅速地合成和降解,
因此以这种机制克服高盐环境的微生物对环境渗透压
的改变有较强的适应能力。

3 高离子浓度下蛋白的稳定机制 嗜盐菌细胞膜外
有一个亚基呈六角形排列的 S 单层,这个所谓的 'S 单
层' 由磺化的糖蛋白组成,由于磺酸基团的存在,使 S 层
呈负电性,因此使组成亚基的糖蛋白得到屏蔽,在高盐
环境中保持稳定。

在积累钾离子的极端嗜盐菌胞内,酶蛋白的稳定
主要是由于肽链中酸性氨基酸的比例明显高于非嗜盐
菌胞内蛋白中的酸性氨基酸比例。'过量'的酸性氨基
酸残基在蛋白表面形成负电屏蔽,促进蛋白在高盐环
境中的稳定。

4 嗜盐菌的应用前景

嗜盐古菌的紫膜蛋白能够通过构型的改变储存信
息,并具有广泛的 pH 值和温度耐受范围,是未来制造生
物计算机芯片的理想材料。同时这种蛋白构型的改变
能产生可检测的电信号,为进一步的生物光控技术研
究带来了希望。从不同地质年代的古盐矿层中分离保
存完好的嗜盐古菌可用于考察物种的演变历史,因此
古盐矿层中的嗜盐古菌是研究生物进化的活化石,某
些嗜盐菌体内类胡萝卜素、 γ -亚油酸等成分含量较高,
可用于食品工业。嗜盐菌中的酶将是工业上耐盐酶
的重要来源。还有的嗜盐菌在一定条件下能大量积累
PHB,可用于可降解生物材料的开发。此外,嗜盐菌在
高盐污水的处理方面也将发挥重要作用。