

# 盐碱条件对真菌解磷能力的影响\*

刘长霞 谭天伟 翟洪杰

(北京化工大学生物化工系 北京 100029)

**摘要:** 从海滨盐碱土筛选出4种耐盐无机解磷真菌(FM)。摇瓶培养发现:随着NaCl浓度升高,解磷真菌生物量降低,解磷能力下降。pH在7.0~8.5时,随着pH升高FM1生物量和解磷能力急剧下降;而FM4、FM2略有下降;FM3则在逐渐上升,pH8.5时达到最高值;pH9.0时4种解磷真菌的生物量和解磷能力都急剧下降。FM2在高浓度NaCl和较高的pH条件下仍保持较高的生物量和解磷能力。

**关键词:** 真菌, 解磷能力, 生物量, pH, NaCl 浓度

**中图分类号:** Q939.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 0253-2654 (2003) 05-0069-04

## EFFECTS OF SOME SALT-TOLERANT FUNGI IN DISSOLVING PHOSPHATE ROCK UNDER DIFFERENT SALT AND ALKALINE

LIU Chang-Xia TAN Tian-Wei ZHAI Hong-Jie

(Department of Biochemical Engineering, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029)

**Abstract:** Four specific salt-tolerant fungi for dissolving phosphate rock (FM) were isolated from the coastal saline soils. It was found that the biomass and ability to release phosphate from the materials decreased with increasing of the NaCl content. During pH7.0~8.5, the biomass and ability of to release phosphorus from the materials of FM1 decreased sharply with pH rising, but the FM2 and FM4 decreased not considerably, optimal pH for FM3 was at pH8.5. At pH9.0, the biomass and ability of to release phosphorus from the materials decreased quickly. FM2 was stable at alkaline and high salt content condition.

**Key words:** Fungi, Dissolving phosphate rock, Biomass, pH, NaCl content

我国约有15亿亩各种盐碱土地,开发利用上亿亩盐渍化土壤是我国农业生产中十分迫切和重要的任务。随着耐盐作物育成和耐盐经济植物发现<sup>[1-3]</sup>,这些植物的营养状况将成为今后解决的问题。盐碱土壤特点之一是可溶性有效磷含量低,绝大部分以难溶性磷酸盐形式存在。而且盐碱土壤一般无机盐丰富,有机质严重缺乏,土壤板结,不宜施无机肥。土壤中许多解磷微生物,可将土壤中难溶磷酸盐变成植物易吸收的可溶性磷。国内外有关解磷微生物的报道极多,有些已用于生物肥料生产。生物肥料菌种耐盐碱方面,对固氮菌进行耐盐研究,分离并鉴定了可在3.48%NaCl中生长的若干固氮菌株<sup>[4]</sup>,胶胨样芽孢杆菌生长的最适pH为7.5~9.0,部分厂家可用在7%NaCl中生长的蜡状芽孢杆菌生产解磷微生物肥料<sup>[5]</sup>,但蜡状芽孢杆菌的一些菌株可引起食物中毒<sup>[6]</sup>。目前尚未见有关盐碱条件对微生物解磷能力影响的报道。本实验筛选出不同种几株耐盐无机解磷真菌,并盐碱条件对其生物量和解磷能力的影响进行探讨。

## 1 材料与方法

### 1.1 耐海水无机解磷真菌筛选

**真菌无机磷培养基:** 蔗糖 2g、葡萄糖 2 g、NH<sub>4</sub>Cl 1.5g、KCl 0.3g、MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O

\* 北京化工大学青年基金 (No. QN0110)

收稿日期: 2002-10-09, 修回日期: 2003-01-20

0.4g、NaCl 0.2g、磷酸钙 20g，蒸馏水1,000 mL，pH7.0。

东营海滨盐碱土制成土壤悬液，涂布到海水盐浓度真菌无机磷固体培养基 (NaCl 27.2g、MgCl<sub>2</sub> 3.8g、MgSO<sub>4</sub> 3.3g，其他与上述培养基相同)。30℃平板培养 7d，筛选出耐海水无机解磷菌 FM1、FM2、…、FM8，初步鉴定为不同种丝状真菌。8 种真菌平板培养至 0、5%、…、30% NaCl 的真菌无机磷固体培养基，30℃、培养 3~5d，观察生长情况。

### 1.2 盐碱度对解磷真菌生物量及解磷能力的影响试验

FM1~FM4PDA 培养基摇瓶 3d，各取 1mL 接种至 0、2%、4%、…、10% NaCl 和 pH 为 7.0、7.5、8.0、8.5、9.0 的真菌无机磷培养基中，30℃、160r/min 培养 5d，测定菌丝体生物量；将发酵液 3000r/min 离心 30min，取上清液 5mL 入克氏烧瓶，加 10mL 浓硫酸，消煮。消煮液变棕时加几滴 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 继续消煮，变清后再消化 1h，钼锑抗比色法测定有效磷含量。

## 2 结果与分析

### 2.1 NaCl 浓度对解磷真菌生物量的影响

将 8 种解磷真菌进行盐度耐受性实验。结果表明不同菌种的耐盐能力不同：解磷真菌低于 NaCl 5% 时均正常生长；FM1~FM4 在 10% NaCl 浓度时生长基本正常；FM2 在 NaCl 浓度为 20% 时仍能生长。将耐盐性较好的 FM1~FM4 接种在不同 NaCl 浓度真菌无机解磷培养基培养 5d，菌丝体生物量如图 1。

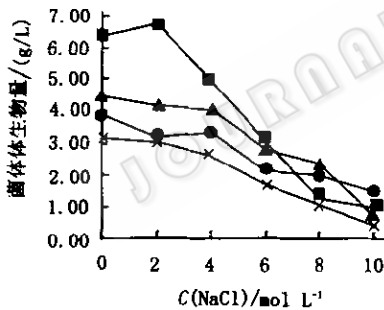


图 1 NaCl 浓度对菌丝体生物量的影响

● FM1, ■ FM2, ▲ FM3, × FM4

图 1 表明：NaCl 浓度升高抑制了菌丝体的生长，生物量下降。但 4 种真菌生物量在 NaCl 为 4% 时，表现出较好的稳定性，生物量分别为对照的 88%、80%、92% 和 85%，而 NaCl 浓度 10% 时，分别下降到原来的 38%、16%、18% 和 14%。

### 2.2 NaCl 浓度对解磷真菌发酵液 pH 及解磷能力影响结果如图 2、图 3。

NaCl 浓度对 4 种真菌培养液 pH 及解磷能力影响结果如图 2、图 3。

4 种真菌在不同 NaCl 浓度的培养基培养 5d，发酵液 pH 都有所下降。但随着 NaCl 浓度升高，发酵液 pH 降低幅度减小，即随着 NaCl 浓度升高发酵液 pH 逐渐升高，解磷能力也降低，表明高浓度 NaCl 抑制解磷真菌产酸，溶磷作用减弱、解磷能力下降。FM2 在 10% NaCl 时，发酵液 pH 仍在 5.0 以下，解磷能力达对照的 49%，表现出了较好的稳定性。但不同种类真解磷能力与 pH 降低幅度之间没有显著相关性。

### 2.3 碱性条件下 pH 升高对解磷真菌生物量及解磷能力的影响

不同碱性 pH 条件下培养解磷真菌 5d，培养基 pH 对其生物量及解磷能力的影响如图 4、图 5。

由图 4 可知，pH7.0~8.5 时，随 pH 升高，FM1 生物量急剧下降；FM2、FM4 则略

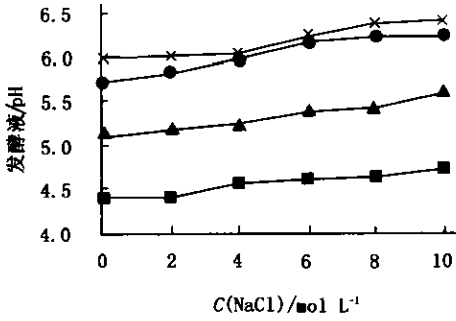


图2 NaCl浓度对发酵液pH影响

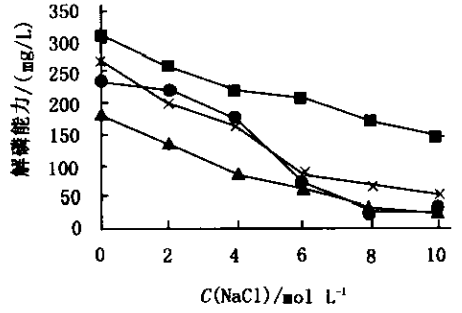


图3 NaCl浓度对真菌解磷能力的影响

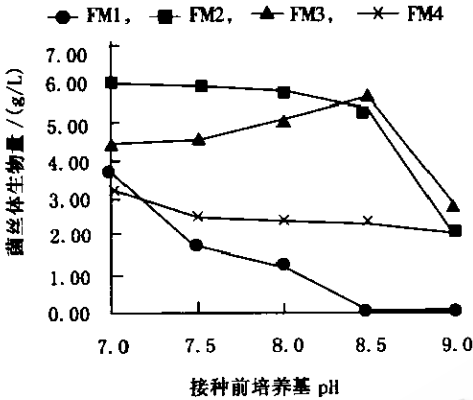


图4 培养基pH升高对菌丝体生物量的影响

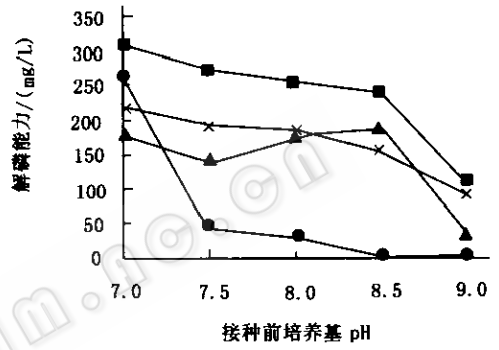


图5 培养基pH升高对真菌解磷能力的影响

有下降, pH8.5时仍分别达对照的90%、73%,表现出较好的稳定性; FM3则逐渐上升, pH8.5时达最大值,为pH7.0时的128%。显示出不同种类解磷真菌之间的差异性。pH9.0时,4种真菌的生物量都急剧下降。

pH对解磷能力的影响如图5,随培养基pH的升高,4种真菌的解磷能力都有所下降。FM1随着pH的升高解磷能力急剧下降;FM2、FM4所受影响较小,pH8.5时仍为pH7.0时的80%和70%,表现出良好的稳定性;FM3则随pH升高逐渐略有上升,pH8.5时达最高值,为pH7.0时的107%。pH9.0时4种真菌解磷能力都急剧下降。培养基的pH对真菌解磷能力和生物量的影响有类似的结果,但生物量与解磷能力之间无显著相关性,FM4生物量显著低于FM3,但二者解磷能力却相差不多。

### 2.4 碱性条件下培养基pH升高对发酵液pH的影响

如图6,FM1耐碱性差,难改变培养基pH。其它3种真菌发酵液的pH受培养基pH影响较小,培养基pH为9.0时,5d后发酵液pH都降

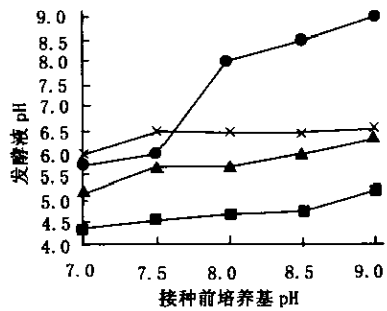


图6 培养基pH对发酵液pH的影响

● FM1, ■ FM2, ▲ FM3, × FM4

至7.0以下。由图5、图6可知,解磷能力与pH下降之间也没有显著的相关性。

### 3 讨论

不同种类真菌解磷能力及对盐碱条件的耐受性差异较大。但大部分解磷真菌在NaCl浓度小于4%、pH小于8.5时耐盐解磷真菌生物量及其解磷能力所受影响不大,表明部分解磷真菌受到盐碱土较高NaCl含量及较高pH影响较小,盐碱土壤的其他条件如有机质的含量、不同盐碱土的盐分构成对解磷微生物的影响也许值得研究。解磷真菌发酵液pH均有不同程度的下降,这与解磷菌产生有机酸报道相一致<sup>[7,8]</sup>,也有解磷菌产生的有机酸可直接作为活性物质促进植物生长的报道<sup>[9]</sup>。

总之,解磷真菌不仅可以改良盐碱土壤的磷营养状况,而且可以降低盐碱土的pH,对盐碱土壤的改良具有重要的作用。

### 参 考 文 献

- [1] 朱至清,李银心.植物杂志,2001,6:3~4.
- [2] 吕忠进,Edward P G, Roy M H,等.世界农业,2001,2:14~16.
- [3] 陈兴龙,安树青,李国旗,等.南京林业大学学报,1999,23(4):1~6.
- [4] 中国微生物菌种保藏管理委员会农业微生物中心编.中国农业菌种目录.北京:中国农业科技出版社,2001.50~55.
- [5] 葛 诚.微生物肥料生产应用基础.北京:中国农业科技出版社.2000,76~82.
- [6] 张文成,任改新.微生物学通报,1999,26(4):293~296.
- [7] Sperber J I. Nature, 1957, 180: 994~995.
- [8] 林启美,王 华,赵小蓉,等.微生物学通报,2001,28(2):26~30.
- [9] 占新华,蒋延惠,徐阳春,等.植物营养与肥料学报,1999, © 中国科学院微生物研究所期刊联合编辑部 <http://journals.im.ac.cn>