

(10) 225-227

嗜热脱硫杆菌脱除煤炭无机硫的初步研究[†]

TQ536.9

赵彬侠¹⁾ 陈五岭²⁾ 张小里¹⁾ 樊毓斐¹⁾ 刘海洪¹⁾

(1)西北大学化学工程系,2)西北大学生物学系,710069,西安;第一作者33岁,女,讲师)

摘要 研究了嗜热脱硫杆菌(*Sulfolobus acidocaldarius*)氧化 Fe^{2+} 及黄铁矿的能力。结果表明该菌虽不具有氧化 Fe^{2+} 的能力,但却具有较强的氧化黄铁矿的能力,而且生长速率快、细胞量大,具有较好的脱硫应用前景

关键词 煤炭脱硫;嗜热脱硫杆菌;黄铁矿;微生物脱硫

分类号 TQ531.9

在煤炭能源净化利用领域中,广泛认为燃烧前利用微生物法脱除其中的硫化物比采用化学和物理方法脱硫具有投资少、运转成本低、能耗少、可专一性地除去极微细的分布于煤炭中的硫化物、减少环境污染等优点。微生物脱硫已受到各国的普遍重视。

煤炭中的硫化物主要有两大类,一类为无机硫,表现为黄铁矿硫和硫酸盐硫;另一类为有机硫,表现为芳香族和脂肪族组分。据统计,我国煤中大约有60%~70%的硫为无机硫,30%~40%的硫为有机硫^[1]。在无机硫中,绝大多数为黄铁矿硫,硫酸盐硫只占极少比例,因此,脱除煤炭中的黄铁矿硫,对于降低硫的危害具有十分重要的意义。以往文献报道用自养性的氧化亚铁嗜硫杆菌脱硫,由于菌体生长慢、细胞量小而使脱硫效率受到影响^[2]。本研究利用一株嗜热脱硫杆菌(*Sulfolobus acidocaldarius*)进行脱硫实验,它与前者相比具有以下显著优点:①由于是嗜热菌,生长速率快,短期内可得到较多菌体;②在脱除无机硫的同时也可部分脱除煤中的有机硫^[3],这为微生物脱硫提供了新的思路。

1 材料与方法

1.1 菌种

本实验采用的菌种为*Sulfolobus acidocaldarius*,由日本的Research and Innovation研究所提供。此菌属于嗜热古细菌,最适宜生长温度和pH值分别为70℃和2.0。

1.2 培养基

本实验使用了两种培养基。I号培养基:0.2 g/L KCl,0.2 g/L K_2HPO_4 ,0.4 g/L $(NH_4)_2SO_4$,0.4 g/L $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 4×10^{-4} g/L Na_2MoO_4 和0.2 g/L 酵母膏;II号培养基:0.2 g/L NaCl,2.6 g/L NH_4NO_3 ,0.6 g/L KH_2PO_4 ,0.5 g/L $MgSO_4 \cdot 7H_2O$,0.14 g/L $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ 。培养基用1 mol/L H_2SO_4 调节pH值为2.0,于121℃,1.5 MPa条件下灭菌20 min。I号培养基用于测试*S. acidocaldarius*氧化铁的能力,接种前加入灭过菌的 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 浓溶液;II号培养基用于测试菌种氧化黄铁矿的能力,于培养过程中采用灭过菌的黄铁矿细粉。

1.3 实验方法

实验所用反应器为500 mL三口烧瓶,内盛400 mL培养液,三口烧瓶浸于70℃甘油浴中,压缩空气

[†] 西北大学科研基金资助课题(KG97214)

收稿日期:1997-10-21

经过滤除菌后通入三口烧瓶,进气量由调节阀控制。为了防止水分蒸发,烧瓶上连接了空气冷凝式排气管,培养过程中蒸发的少量水分在取样时补充。

1.4 分析方法

1.4.1 细胞量 用血球计数板直接在显微镜下计数细胞数目^[4]并换算为 1mL 培养液中的总菌数。

1.4.2 铁离子浓度 Fe^{2+} 离子浓度依邻二氮杂菲比色法^[5]测定;总铁量通过加入盐酸羟胺溶液将 Fe^{3+} 还原成 Fe^{2+} 的原理进行测定,铁总量减去 Fe^{2+} 量即为 Fe^{3+} 的量。

1.4.3 硫酸根离子浓度 依照硫酸钡沉淀比浊法^[5]于 660nm 下测定。具体测定结果表明,在实验范围内磷酸根离子对测定的影响可忽略不计。

2 实验结果与讨论

图 1 是细胞量随时间的变化曲线。由图 1 可见, *S. acidocaldarius* 菌大约在接种后第 3 天进入对数生长期,第 8 天进入静止期。最大比生长速率为 0.083/h,最大细胞量为 2.00×10^{14} cells/mL,这个数值对于大肠杆菌相当于 30g/mL,显示了该菌可获得较大细胞量的优点。

Fe^{3+} 是较强的氧化剂,当其浓度较高时,可以氧化黄铁矿硫、加速微生物脱硫过程。一般地说,当脱硫菌具备 Fe^{2+} 氧化能力时,其硫氧化速率比单纯的硫氧化菌快 1.6 倍^[3],因此, Fe^{2+} 氧化能力是人们很关心的一个问题。图 2 为细胞生长过程中 Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+} 的情况, Fe^{2+} 浓度的减少及 Fe^{3+} 浓度的增加在培养初期变化较大,之后变化幅度则较小; Fe^{3+} 浓度在培养后期有少量减少,可能与实验中发现的形成铁沉淀有关。这种铁离子浓度变化趋势与文献报道^[3]的通气氧化过程类似,说明该嗜热脱硫杆菌不具备氧化 Fe^{2+} 的能力。

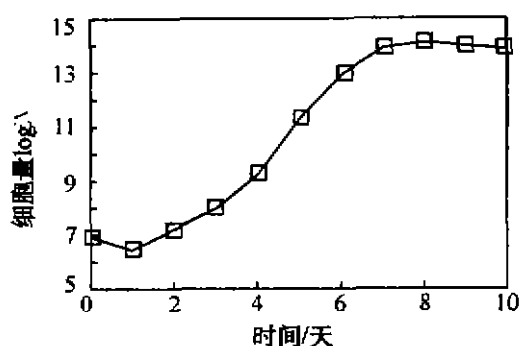


图 1 细胞生长曲线

Fig1 The Course of Cells Growing.

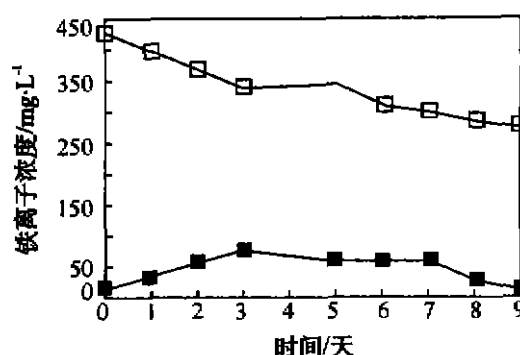


图 2 *S. acid.* 氧化亚铁离子的能力 (■ Fe^{3+} □ Fe^{2+})

Fig2 The Ability of *S. acidocaldarius* Oxidizing (□ Fe^{2+} ■ Fe^{3+})

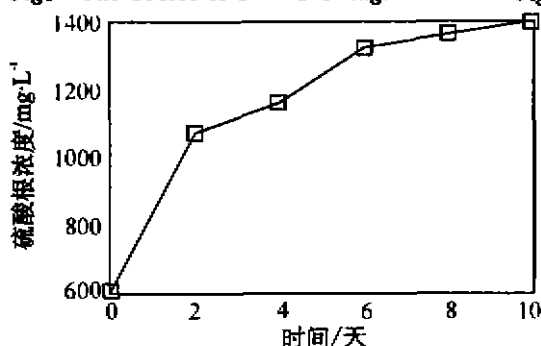


图 3 *S. acid.* 氧化黄铁矿的能力

Fig. 3 The Ability of *S. acidocaldarius* Oxidizing Prite

当把黄铁矿细粉末加入培养至一定细胞量的体系中时,菌体的增殖与黄铁矿的氧化同时进行,培养基中 SO_4^{2-} 浓度随时间的变化情况如图 3 所示。经过 10 天时间, SO_4^{2-} 浓度增加了 800 mg/L,相当于脱除黄铁矿 500 mg/L。由于实验中黄铁矿沉淀于底部,影响了细胞、空气及黄铁矿的接触,使 *S. acidocaldarius* 氧化黄铁矿硫的潜力未充分发挥。可见,为了提高脱硫速率,选择合适的生物反应器十分重要,以组织和增强菌体与物料的接触,这有待于进一步深入探讨。

参 考 文 献

- 1 赵彬侠,张小里,樊君等.煤炭微生物法脱硫.西北大学学报(自然科学版),1996,26(增刊):1 070~1 072
- 2 Jean L B,Donald R L. Growth and maintenance of thiobacillus ferrooxidans cells. Applied and Environment Microbiology,1990,9;2 801~2 806
- 3 Masako Tobita,Mayumi Yokozeki,Nobuyuki Nishikawa. Pyrite oxidation by *sulfolobus acidocaldarius*. Biosci. Biotech., Biochem.,1994,58(4):771~772
- 4 祖若夫,胡宝龙,周德庆.微生物学实验教程.上海:复旦大学出版社,1993.119~121
- 5 成都科技大学分析化学教研组.分析化学实验(第2版).北京:高等教育出版社,1992.132~158

责任编辑 时亚丽

The Research about *Sulfolobus Acidocaldarius* Desulfurizing Inorganic Sulfur in Coal

Zhao Binxia¹⁾ Chen Wuling²⁾ Zhang Xiaoli¹⁾ Fan Yufei¹⁾ Liu Haihong¹⁾

(1)Department of Chemical Engineering,2)Department of Biology,Northwest University,710069,Xi'an)

Abstract The ferrous iron and pyrite oxidation abilities of *sulfolobus acidocaldarius* were studied. The result shows that although *S. acidocaldarius* can not oxidize ferrous iron, it possesses a stronger ability of oxidizing pyrite. Furthermore, *S. acidocaldarius* grows fast, the cell numbers can get to a high level. It can be concluded from this research that *S. acidocaldarius* has a better prospect in application for desulfurization processing.

Key words desulfurization of coal, *sulfolobus acidocaldarius*, pyrite, microbiological desulfurization.

· 学术动态 ·

我校耿信笃教授又获一项陕西省科技进步一等奖

在 1997 年度陕西省科技进步奖评审中,我校现代分离科学研究所耿信笃教授等完成的“液相色谱中溶质统一保留模型及生物大分子的构象变化”研究项目荣获一等奖。这是耿信笃教授继 1992 年主持完成的“硅胶表面化学改性和纯化基因工程产品的机理及应用研究”项目获省科技进步一等奖后的又一重大成果。

生物大分子的构象变化研究是生命科学前沿研究课题之一,以耿信笃教授等为首的研究群体自 90 年代初期就一直从事该领域的研究,并取得了一系列重大成果。该课题组提出用液相色谱进行这一研究,用少到几微克的量和在杂质存在的条件下进行分子构象变化和用 HPHLC 进行变性蛋白复性和折叠的研究,并用于建立基因工程中变性蛋白复性及同时纯化工艺。该研究提出了 6 个创造性关键技术。尤其是 HPHLC 能在除变性剂、杂蛋白的同时,对变性蛋白进行由折叠或复性,这是科学上的新发现,而将其用于基因工程生产治疗蛋白的复性及同时纯化亦为国际首创。

(白 荒)