

文章编号:1673-1689(2006)04-0047-04

油烟废气中脂肪酸降解菌的选育和降解条件

王志平, 郑连英*, 徐健全

(浙江大学材料与化学工程学院, 浙江 杭州 310027)

摘要: 从受油烟废气污染严重的土壤中分离、筛选出一株具有较强的降解油酸能力的 ZFS-1 菌株。最佳生长条件为:碳源 2.33 g/dL、氮源 0.53 g/dL、摇床转速 180 r/min。最佳的降解条件:温度 33℃, pH 7.5, 接种体积分数为 10%, 油酸质量浓度 0.79 mg/mL, 18 h 后油酸的降解率达到 85% 以上。

关键词: 油烟废气; 油酸; 降解

中图分类号:Q 78

文献标识码:A

Screening of the Microbe Used for Degradating the Fatty Acid in Oil Smoke and the Research on Degradation Conditions

WANG Zhi-ping, ZHENG Lian-ying*, XU Jian-quan

(College of Materials Science and Chemical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: A strain with strong oleic acid degradating ability, ZFS-1, was isolated from the soil severely contaminated by exhaust smoke or gas. The optimal growth condition was as follow: carbon content of 2.33%, nitrogen content of 0.53% and shaking speed of 180 r/min. Under the condition of temperature 33 °C, pH 7.5, incubation amount 10% and oleic acid 0.79 mg/mL, after 18 hours cultivation the oleic acid degradation rate of up to 85% could be reached.

Key words: oil exhaust; gas; oleic acid; degradation

随着餐饮业的迅速发展,产生了大量的油烟废气,引起严重的环境污染问题。油烟的成分至少有 300 多种,主要是脂肪酸、烷烃、烯烃、醛类、酮、醇、酯、芳香族化合物和杂环化合物^[1]。大多数物质对肺脏、肝脏、脂质体产损伤,还具有生殖毒性,使人的免疫功能受到影响并产生致突变性,诱发肿瘤。此外,油烟废气中脂肪酸等物质具有很强的吸附性,易与室外空气中的悬浮颗粒结合,在紫外线的照射下,发生复杂的化学反应,形成光化学烟雾,成

为城市大气污染的一个重要来源^[2]。通过对油烟冷凝物的 GC/MS 分析,油酸等 5 种脂肪酸占 56%^[3],因此能否有效降解油烟中的脂肪酸是油烟废气处理的关键。

微生物能够利用废气中的有机成分繁殖自身(合成细胞组成物质),排泄最终产物(二氧化碳和水)^[4]。生物法净化利用微生物的这一特征,广泛应用于环境污染防治等领域。这种方法具有效果好、投资和运行费用低、安全性好、无二次污染等优

收稿日期:2005-09-16; 修回日期:2005-10-21.

基金项目:浙江省重点科技项目(2003C23019).

作者简介:王志平(1981-),女,浙江安吉人,化学工程硕士研究生.* 通讯作者.

点,目前已经成为世界工业废气净化研究的热点之一^[5-7]。刘勇等用驯化培养的假单胞菌对油烟废气降解进行了初步研究^[8],缪建玉等对生物膜填料塔降解油烟气进行了研究^[9]。

作者研究了脂肪酸降解菌的选育,并确立了最佳生长条件和降解条件,为进行混合菌生物膜填料塔降解油烟废气建立工艺控制模型提供了理论依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

菌株:从受油烟污染严重的土壤中分离纯化得到的菌株 ZFS-1;油酸:化学纯,远航试剂厂生产;石油醚:分析纯,杭州炼油厂生产,沸程 30~60 ℃。

1.2 培 养 基

富集培养基(组分 g/dL):蛋白胨 1,牛肉膏 0.4, KH_2PO_4 0.3, NH_4Cl 0.2, MgSO_4 0.02,琼脂 10。

分离培养基(组分 g/dL):油酸 0.4, KH_2PO_4 0.3, NH_4Cl 0.1, MgSO_4 0.02,琼脂 10。

摇瓶培养基(组分 g/dL):葡萄糖 2,蛋白胨 0.4, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0.1, KH_2PO_4 0.1, NaH_2PO_4 0.05, MgSO_4 0.02, CaCl_2 0.001。

1.3 实 验 方 法

1.3.1 菌种的筛选 分别由 10 个受油烟污染严重地方取得的土样,从 10 个样品中各取 1 g,分别稀释成 10^2 、 10^3 、 10^4 倍的菌悬液,分别取 0.1 mL 均匀涂布到富集培养基上,30 ℃培养 48 h。挑选细菌单菌落划线到表面覆盖有油酸的分离培养基上,30 ℃培养 48 h。将能够生长的 2 株菌株进行摇瓶通气培养。分别测定各菌株对油酸的降解能力。

1.3.2 菌种最适生长条件 将所筛得的菌种接入到初始 pH 7.0、装液量为 30 mL 的摇瓶培养基中,30 ℃培养 18 h,接种体积分数为 10%。分别对碳源、氮源、摇床转速进行单因素实验,确定菌种的最适生长条件。

葡萄糖质量浓度分别为 1.33, 1.67, 2.00, 2.33, 2.67, 3.00 g/dL;

蛋白胨质量浓度分别为 0.33, 0.40, 0.47, 0.53, 0.60, 0.67 g/dL;

摇床转速分别为 150, 160, 170, 180, 190, 200 r/min。

1.3.3 菌种的最佳降解条件 对菌种降解温度(25, 28, 30, 33, 35, 37, 40 ℃), 初始 pH 值(6.0,

6.5, 7.0, 7.5, 8.0, 8.5, 9.0), 油酸质量浓度(0.19, 0.34, 0.55, 0.79, 1.00 mg/mL 培养基)以及降解时间(10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 h)进行单因素实验,确定最佳降解条件。

1.4 菌种生长测定

比浊法测定^[10]。

1.5 油酸含量的测定

1.5.1 标定油酸标准曲线 将油酸配制成 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2 mg/mL 的石油醚溶液,用紫外分光光度计测 OD 值,波长为 232 nm。标定 OD 值与油酸浓度的标准曲线。

1.5.2 培养液中油酸浓度测定 将摇瓶中的培养液分别用 10, 5, 5 mL 石油醚萃取 3 次,萃取液用石油醚定容至 25 mL,摇匀,测 OD 值,油酸含量由标准曲线查得。

2 结果与讨论

2.1 油酸降解菌的筛选

经分离培养基培养得到的 5 株菌,考察 5 株菌降解油酸试验,结果见表 1。在相同条件下,ZFS-1 的生长情况和降解油酸的能力都比其它菌株好,经初步鉴定为甲单胞菌。

表 1 菌种对油酸降解率的比较

Tab.1 The oleic acid degradation abilities with in different bacteria

菌种	菌体浓度/(个/mL)	降解率/%
ZFS-1	1.6×10^8	85.0
ZFS-2	5.0×10^7	52.3
ZSF-3	3.0×10^5	23.4
ZSF-4	2.5×10^5	22.6
ZSF-5	3.6×10^7	48.7

2.1 菌种生长条件优化

对 ZFS-1 的碳源、氮源的量以及摇床转速进行优化。

2.1.1 碳源的量对菌种生长的影响 将斜面保存菌种接入到初始 pH 值为 7.0 的摇瓶培养基中,接种体积分数为 10%。葡萄糖的添加量对菌种浓度的影响见图 1。葡萄糖的添加量对菌种生长影响比较大,最适添加量为 2.33 g/dL。这是由于葡萄糖的添加量少,环境不能为菌种提供生长所必需的生理物质,导致菌种生长不完全。葡萄糖的添加量过多,太多的碳源可能影响其它生理物质的吸收,从而抑制了菌种的生长。

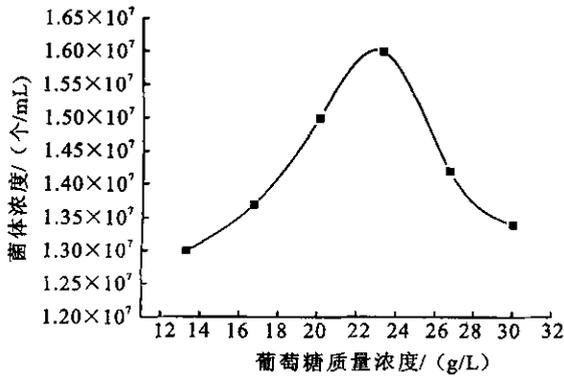


图 1 葡萄糖质量浓度与菌种浓度的关系

Fig. 1 The relationship between the concentrations of glucose and bacteria

2.1.2 氮源的添加量对菌种生长的影响 蛋白胨的添加量对细菌生长的影响见图 2。蛋白胨的添加量对菌种生长的影响比较大,最适添加量为 0.53 g/dL。

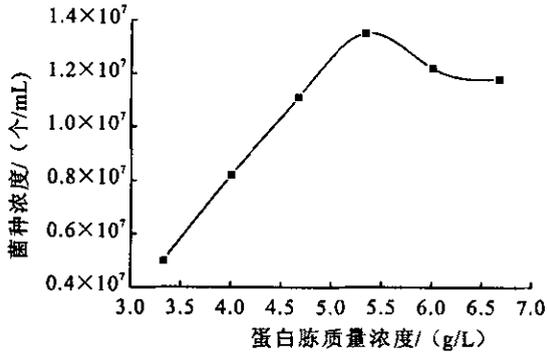


图 2 蛋白胨质量浓度与菌种浓度的关系

Fig. 2 The relationship between the concentrations of peptone and bacteria

2.1.3 摇床转速对菌种生长的影响 摇床转速对菌种生长的影响见图 3。摇床转速对菌种生长的影响非常显著,最适转速 180 r/min。分析认为,ZFS-1 菌是好氧菌,生长快慢与水中的溶解氧关系密切。在本实验条件下,摇床转速增加,气液相接触的比表面积增加,气膜和液膜的厚度减小,氧的传质阻力减小,水中的溶解氧浓度增加,微生物生长繁殖加快。当转速达到 180 r/min 时,氧的传递速率与细菌的繁殖速度形成了动态平衡。转速继续提高会使得细菌碰壁太过剧烈,从而影响了生长繁殖的速度。

2.2 菌种降解油酸条件的优化

在最佳生长条件下,对 ZFS-1 菌降解油酸的温度、pH 值、油酸的量、降解时间进行优化试验。

2.2.1 温度对油酸降解的影响 将斜面保存菌种接入到初始 pH 值为 7.0 的摇瓶培养基,每毫升培养基油酸加入量为 0.4 mg,降解时间为 20 h。温度对油酸降解的影响见图 4。温度较低时,温度对降

解率的影响不显著,33 °C 后,随着温度的增加,降解率急剧下降。33 °C 降解率最高,约为 82.5%。可能是低温对细菌分泌的胞外酶影响小,33 °C 以后,酶对温度敏感,对油酸的降解能力锐减。

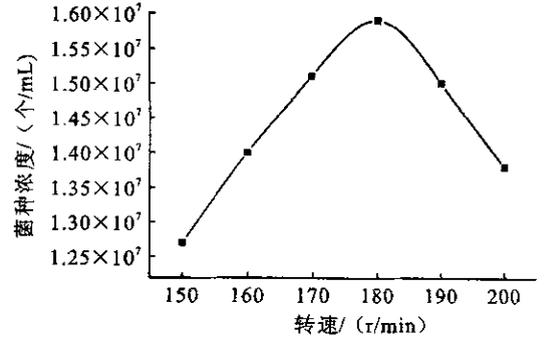


图 3 转速与菌种质量浓度的关系

Fig. 3 The relationship between bacteria concentration and rotate speed

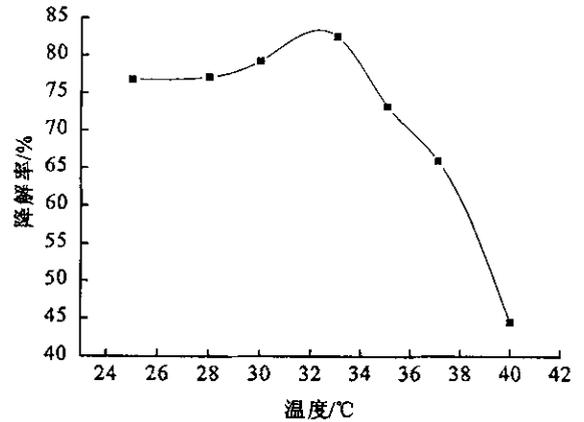


图 4 降解率与温度的关系

Fig. 4 The relationship between degradation rate and temperature

2.2.2 pH 对油酸降解率的影响 pH 值对油酸降解率的影响见图 5。pH 值对细菌降解油酸有一定的影响,最适 pH 值为 7.5。ZSF-1 降解油酸可能是由于胞外酶的作用,pH 值对此酶系降解油酸的活性受中性范围的 pH 值影响较小,表明该菌具有广泛 pH 值适应性。

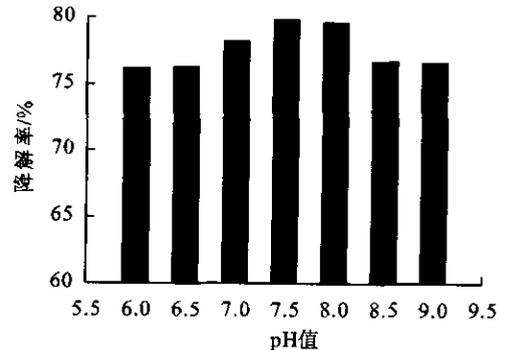


图 5 降解率与 pH 值的关系

Fig. 5 The relationship between degradation rate and pH

2.2.3 油酸量对降解率的影响 油酸量对降解率的影响见图6。最初降解率随着油酸量的增加而增加,油酸质量浓度达到0.79 mg/mL时,降解率随着油酸量的增加而减少,最佳的油酸质量浓度为0.79 mg/mL。可能是环境中与脂肪酸结构类似的竞争性抑制物存在,抑制了油酸与酶的结合。脂肪酸质量浓度的增加,这种抑制剂的作用减小,降解率增加。因为油酸是非水溶性的,质量浓度太大,聚集成的油滴颗粒也大,不利于降解。

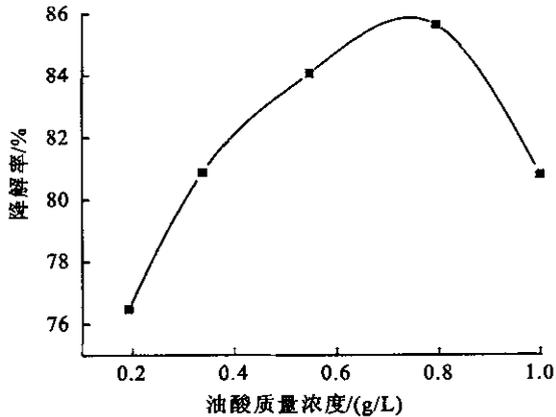


图6 降解率与油酸质量浓度的关系

Fig. 6 The relationship between degradation rate and oleic acid concentration

2.2.4 降解时间对油酸降解率的影响 降解时间对油酸降解率的影响见图7。开始阶段油酸的降解率随着时间的增加而增加,18 h后降解率随时间的增加趋于平稳。这是因为开始阶段细菌处在生长

对数期,细菌数成指数增长,分泌的胞外酶也迅速增多,降解率迅速增加。当细菌生长达到稳定期后,胞外酶相应也达到稳定,降解率趋于平衡。

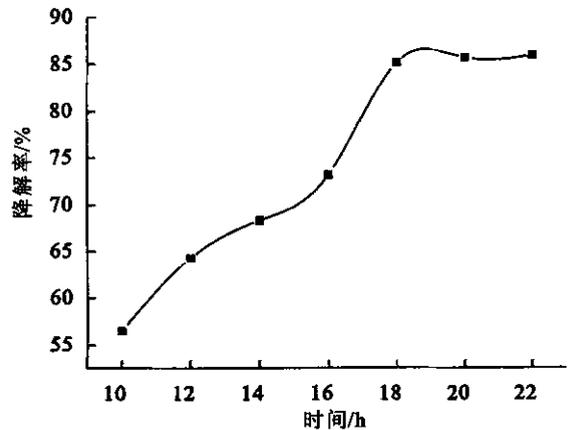


图7 降解率与时间的关系

Fig. 7 The relationship between degradation rate and time

3 结论

1) 从受油烟废气污染严重的土壤中分离、筛选出一株具有较强的降解油酸能力的 ZFS-1 菌株。

2) ZFS-1 菌的最佳生长条件为:碳源(葡萄糖)2.3 g/dL,氮源(蛋白胨)0.53 g/dL,摇床转速为180 r/min。

3) ZFS-1 菌的最佳降解油酸条件为:温度33 ℃,pH 值为7.0~8.0,油酸添加量为0.79 mg/mL,降解18 h后降解率可达到85%以上。

参考文献:

- [1] 陈华,叶舜华. 烹调油烟对人体健康的影响[J]. 上海环境科学,1999,10(8):48.
- [2] 张金萍,李德生. 饮食业油烟净化工艺的新探索[J]. 环境工程,2005,23(2):45-48.
- [3] 王凯雄,朱杏冬. 烹调油烟气的成分及其分析方法[M]. 上海环境科学,1999,18(11):526-528.
- [4] 郑连英,缪建玉. *Pseudomonas*, ZD-8 对菜油降解特性的研究[J]. 中国粮油学报,2003,10(4):69-72.
- [5] Leson G, Winer A. Biofiltration: a innovative air pollution control technology for VOC emissions[J]. *J Air Waste Manage Assoc.* 1991,41(8):1045-1053.
- [6] Bohn H L. Consider biofiltration for decontaminating gases[J]. *Chem Eng Progress*,1992,88(4):34-40.
- [7] Pedersen A, Arvin E. Removal of toluene in waste gases using a biological trickling filter—biodegradation[J]. 1995,6(2):109-118.
- [8] 廖雷,宁娟,刘勇. 油烟废气处理新工艺——生物填料塔试验研究[J]. 桂林工学院学报,2001,21(3):258-260.
- [9] MIAO Jian-yu (缪建玉), ZHENG Lian-ying (郑连英), GUO Xiao-fen (郭晓芬). Restaurant emissions removal by a bio-filter with immobilized bacteria[J]. *Journal of Zhejiang University(SCIENCE)*,2005,6(5):433-437.
- [10] 沈萍,范秀容. 微生物学实验[M]. 北京:高等教育出版社,1998.

(责任编辑:李春丽)