

# 洗涤剂用酶的研究与开发

## ——新型碱性脂肪酶

邬显章 李江华

(中央研究所)

**摘要** 讨论了碱性脂肪酶的性质、生产及其在洗涤剂中的应用

**关键词** 碱性脂肪酶; 洗涤剂; 青霉菌株

### 0 引言

近年来,洗涤剂工业中较有变革的成果就是使用酶制剂。在洗涤剂中加入酶可以提高去污能力、降低表面活性剂和三聚磷酸钠的用量;使洗涤剂朝低磷或无磷化的方向发展、减少环境污染、发挥洗涤的新功能。酶是一种生物制品,无毒并能完全生物降解,对环境的生态平衡起良性作用。因此国外加酶洗涤剂在洗涤剂中所占比重越来越大(表1)。

表1 国外加酶洗涤剂的现状<sup>[1]</sup>

国别	浓缩粉(%)	普通粉(%)	重垢液洗(%)	加酶洗涤剂(%)
日本	85	10	5	95
西欧	20~30	60~70	10	90
美国	20~30	30~40	40	65

从世界酶制剂的产量格局来看,洗涤剂用酶占35%~40%,淀粉类物加工用酶占30%~35%,其它工业用酶占25%~30%。因此,洗涤剂用酶的研究与开发是一个非常具有发展前途的研究领域。

目前世界洗涤剂用酶的80%~90%为蛋白酶,不仅品种少,而且功能低,远未显示出酶所特有的生物助洗作用。我国加酶洗涤剂工业虽有一定发展,但仅占10%左右,且酶种单一,只有蛋白酶一种。同国外相比,在产品质量和造粒技术上均有较大差距,应努力改变这一现状。

1988年,美国、日本市场有名的“Tide”洗涤剂首次在洗涤剂中添加碱性脂肪酶。它的特性是能将衣物油脂污垢分解成脂肪酸,便于在洗涤过程中除去,而且对黄斑的去除效果尤为

收稿日期:1994-01-16

明显。因此日益受到各国科学工作者的重视。

碱性脂肪酶属高科技产品,世界上只有日本、丹麦、美国等少数几个国家掌握了有关技术,密级较高,也是难度较大的技术项目。我院承担的“碱性脂肪酶小试”七五攻关项目,1990年鉴定小试已达到国际先进水平。目前又承担了国家科委的“碱性脂肪酶中试”八五攻关项目。近期研究证实,菌种产酶活性有较大提高,成本将会大幅度下降,因此本项目不但可能在国内外大规模开发应用,并可参与国际竞争;这对节汇、创汇、发展我国加酶洗涤剂工业均有很深远的影响。

## 1 生产菌种及其酶学特性

### 1.1 生产菌种

我们在1985年从广西、上海、南京与北京等地的油田、植物油厂、油化厂、乳品厂、肉联厂与田园中采集土样94个,从中分离获得一支青霉菌株4041(其原始产酶活性为24u/ml)。经Co60、硫酸二乙酯、亚硝基胍与紫外线等多次诱变处理,以克霉唑、制霉菌素及柠檬酸钠、丁酸等为筛子筛选,获得一株碱性脂肪酶高产菌株圆弧青霉的白色变株(*Penicillium cyclopium* Var. *album*) PG37,摇瓶产酶活性可达557u/ml。诱变谱系如下:

圆弧青霉 4041	(24 u/ml)	→	PD 32	(240 u/ml)
↓ Co60			↓ NTG + UV	
PA238	(30 u/ml)		PE 92	(350 u/ml)
↓ DES + NTG			↓ UV	
PB 22	(36 u/ml)		PE 92~49	(398 u/ml)
↓ 自然分离			↓ NTG	
PB 227	(160 u/ml)		PF 144	(469 u/ml)
↓ UV			↓ UV	
PC 2	(183 u/ml)		PG 37	(557 u/ml)
NTG				

### 1.2 PC 37 碱性脂肪酶粗酶的酶学特性<sup>[2]</sup>

1.2.1 pH对酶活性的影响 如图1所示,该酶的最适作用pH为10.0。

1.2.2 温度对酶活性的影响 如图2所示,该酶最适作用温度为25℃。

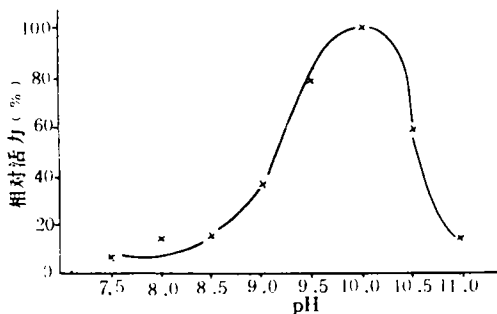


图1 pH对PG37脂肪酶活性的影响

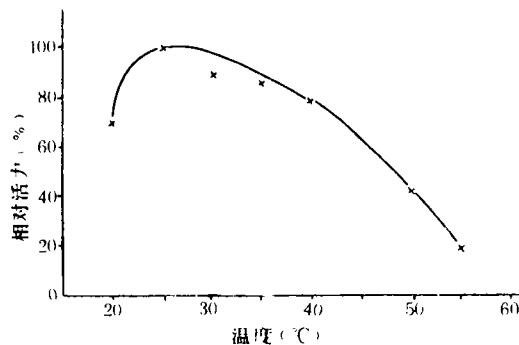


图2 温度对PG37脂肪酶活性的影响

1.2.3 pH对酶稳定性的影响 不同pH下的脂肪酶溶液其稳定性见图3。由图可知,该酶在pH7.0~10.5范围内具有广泛的稳定性。

1.2.4 温度对酶稳定性的影响 由图4可见,PG37脂肪酶在30℃以下有较好的热稳定性。

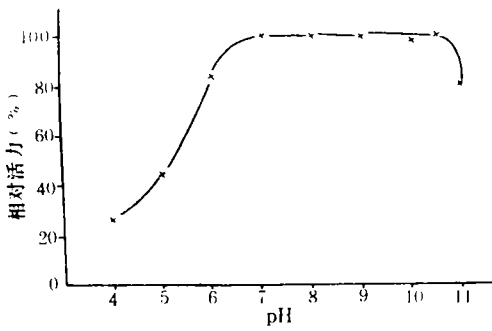


图3 脂肪酶的pH稳定性

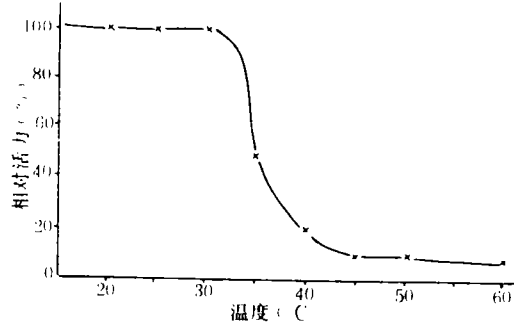
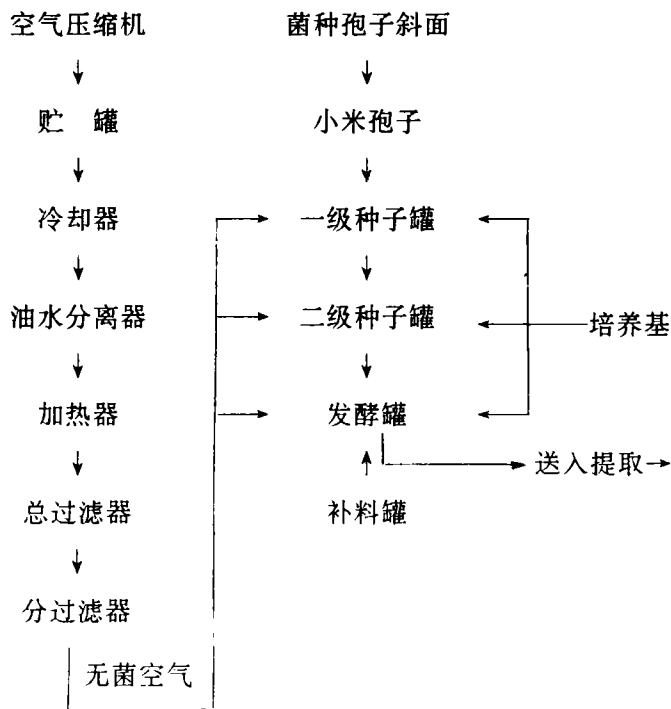


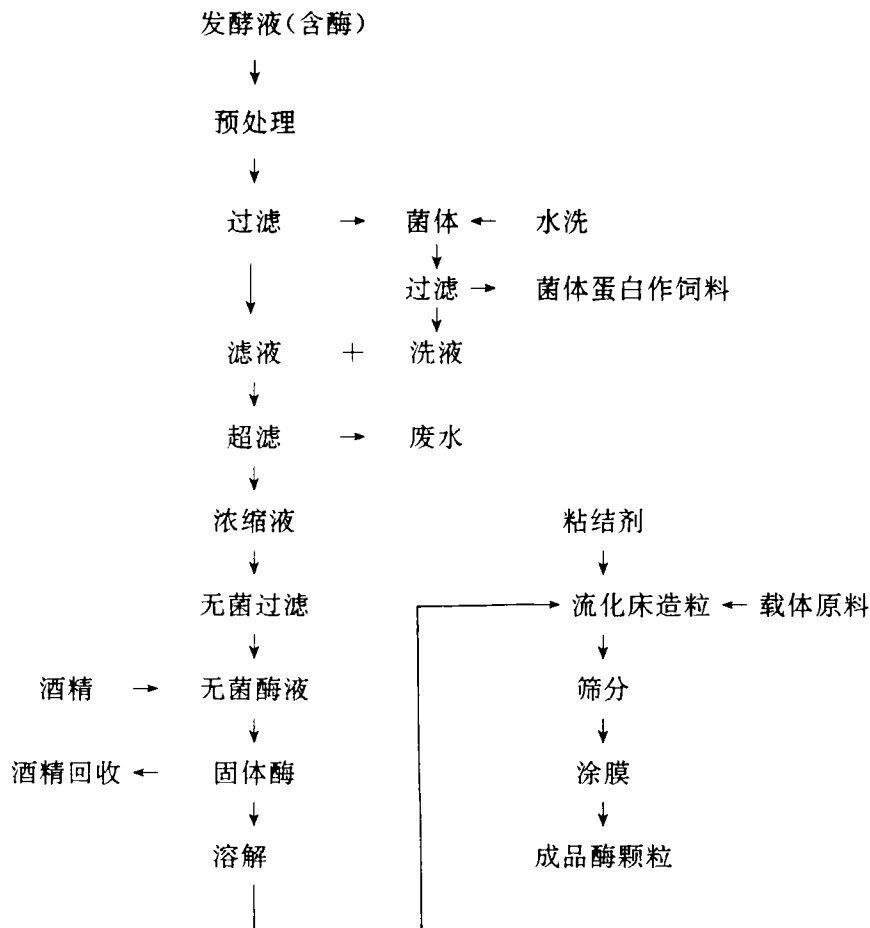
图4 脂肪酶的热稳定性

## 2 碱性脂肪酶的生产工艺

### 2.1 PG37脂肪酶的发酵工艺



### 2.2 酶液提纯与造粒工艺



### 3 碱性脂肪酶在洗涤剂工业中的应用

衣物上的天然污垢中脂质占 76.3%，甘油三酯又占脂质的 23%。Kotani T. 等认为：衣物上的游离脂肪酸、甘油二酯等油性污垢在洗涤过程中经表面活性剂的乳化、增溶、分散以及皂化作用较易除去，而甘油三酯则较难除去。业已证实，脂肪酶能高效地将甘油三酯分解为脂肪酸、甘油二酯、甘油一酯和甘油等。因此，碱性脂肪酶的去污作用是有充分理论根据的。故而开发碱性脂肪酶在洗涤剂工业中的应用是一个很有意义的课题。此外，在洗涤剂中添加碱性脂肪酶还可降低洗涤温度、节约能耗，对化纤类不耐热的衣物尤为适用。

加酶洗涤剂的洗涤效果取决于酶的用量(包括复合酶的用量)、水分、洗涤温度、洗涤时间等因素。

#### 3.1 酶的用量

洗涤剂中酶的用量对洗涤效果有影响，加入量愈大，洗涤效果愈好，但用量过高，就没有明显效果，见图 5。从图中可看出，Lipolase 的用量以 0.1% 即 100u/g 洗衣粉为宜。而美国的通常用量为 500u/g 洗衣粉，采用青霉脂肪酶，我院赵晓红的结论为 100~150u/g 洗衣粉较佳<sup>[3]</sup>。

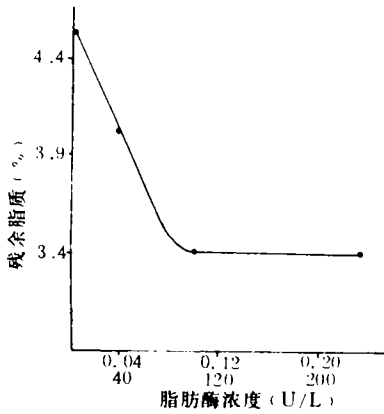


图5 脂肪酶用量对洗涤剂去除脂肪污垢的影响<sup>[1]</sup>

洗衣机: Tery- $\alpha$ -Towefer 洗涤剂: 重垢洗衣粉 5g/kg  
 洗涤方式: 三次连续循环污染和洗涤  
 污布: 不含蛋白质类脂类固体污垢染污的棉织物  
 时间 每次洗涤 30min pH 9.5 温度 30 C

### 3.2 复合酶用量

在洗涤剂中添加脂肪酶可明显提高甘油三酯的去除率,在洗涤剂中同时添加脂肪酶和蛋白酶其甘油三酯去除率比添加单一脂肪酶高,见表 2

表 2 复合酶对洗涤效果的影响<sup>[2]</sup>

洗涤条件	甘油三酯残存率(%)
标准自来水	92.7
ALL 洗衣粉	65.8
ALL 洗衣粉+脂肪酶	20.6
ALL 洗衣粉+漂白激活剂(TAED)	4.4
ALL 洗衣粉+漂白激活剂(TAED)+脂肪酶	4.4
ALL 洗衣粉+漂白激活剂(TAED)+脂肪酶+蛋白酶	2.2

注:用量:ALL 洗衣粉(4g/L),TAED(3%),脂肪酶(20u/10ml),蛋白酶(80u/10ml)  
 洗涤温度 40 C 洗涤 pH 9.1

### 3.3 水分对碱性脂肪酶洗涤效果的影响

脂肪酶的活性中心是疏水基团,只有在水分少或在衣物干燥过程中含水量降低时脂肪酶才显示其最高活性,分解脂肪污垢,在下次循环洗涤过程中将水解的脂肪污垢洗掉。因此,含水量与脂肪酶活性及油脂水解程度有关。织物含水量在 20%时脂肪酶活性最高,而在重垢液体洗涤剂中,含水量小于 60%时,油脂水解程度最高。见图 6、图 7。

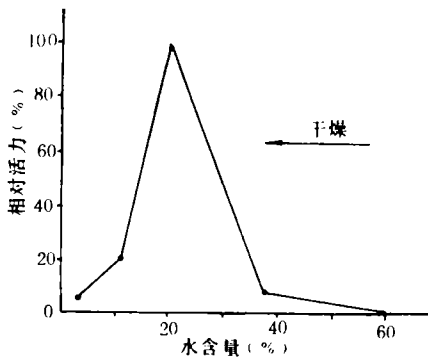


图 6 织物洗后干燥过程中含量与脂肪酶活性的关系

洗涤剂 欧洲产品 5g/L 温度 30 C  
 污布 橄榄油染污的棉织物

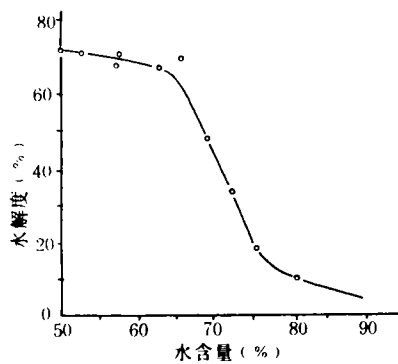


图 7 液体洗涤剂的含水量与脂肪酶水解橄榄油的关系

橄榄油含量 20ml 美国重垢液洗中含 200mg  
 pH 8.7 温度 30 C

此外,加脂肪酶洗涤剂的洗涤效果也与洗涤时间和循环洗涤次数有关。循环洗涤次数增加,脂肪污垢去除率越高。见图8、图9。

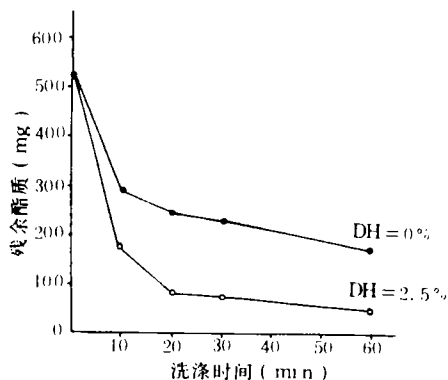


图8 洗涤时间与脂肪酶分解橄榄油量的关系

洗涤剂 含非离子表面活性剂的洗涤剂  
pH 9.0 温度 30℃  
橄榄油 水解度为9%的油样,水解度为25%的油样

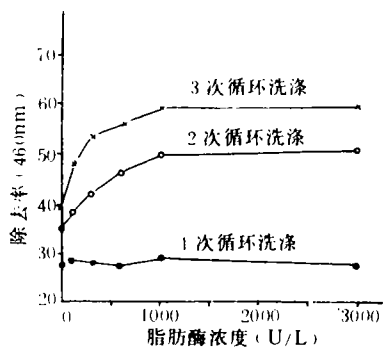


图9 脂肪酶用量同循环洗涤效果的关系

洗涤剂 美国洗衣粉 2.0g/L.  
温度 25℃ 时间 10min  
污布 猪油和苏丹红染污的聚酯棉织物

### 3.4 温度对洗涤能力的影响

从图10可看出加脂肪酶洗涤剂的洗涤效果随温度升高而提高。

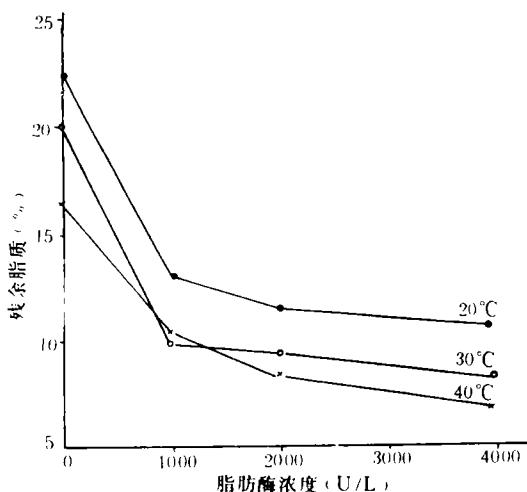


图10 脂肪酶的用量与在不同的温度下活性关系

洗涤剂 欧洲洗衣粉 8g/L. 洗涤循环次数 3 污布 猪油和苏丹红染污的聚酯棉织物

## 4 结束语

洗涤剂用碱性脂肪酶的开发是一个非常有前途且难度较大的研究领域。目前我们在实验室小试已达到国际先进水平,但还未能实现工业化生产。因此今后的首要任务是尽快将实验室技术转变为工业化技术,早日填补国内洗涤剂用碱性脂肪酶的空白。

### 参 考 文 献

- 1 徐长卿. 国外加酶洗涤剂的现状及趋势(考察报告), 1991
- 2 李江华. 硕士论文, 1992
- 3 越晓红. 硕士论文, 1992
- 4 Farin F et al. United State Patent 4933289, 1990

## Research and Development on Detergent Enzymes —— Novel Alkaline Lipase

Wu Xianzhang Li Jianghua  
(Central Research and Design Institute)

**Abstract** The properties and production of alkaline lipase, and its applications in detergents were discussed in this paper.

**Key-words** Alkaline lipase; Detergent; Penicillium strain