

# 苧麻生物脱胶技术应用研究

刘正初 罗才安 杨瑞林 孙庆祥 彭源德

(中国农业科学院麻类研究所)

**【摘要】** 本文报道苧麻细菌化学联合脱胶技术通过中试以后,应用到生产中的研究结果。研究内容包括菌种制备、生物脱胶以及后处理工艺技术的改进。

利用微生物进行苧麻脱胶具有工艺投入少,加工质量好,环境污染轻和经济效益高等优点。国内外曾在这方面做过大量研究工作,但大多是实验室研究结果,未能达到生产实用水平。

本所自1972年起开展了生物脱胶技术研究,至1985年苧麻细菌化学联合脱胶技术通过了纺织工业部和农牧渔业部共同委托湖南省科委主持的中试技术鉴定,并获得国家发明专利,率先将生物技术用于苧麻脱胶生产上<sup>[1~3]</sup>。本文报道1986年以来,结合该项技术的推广应用,对工艺技术所作的进一步研究的结果。

## 一、材料和方法

### (一) 脱胶菌种

本所选育的枯草芽孢杆菌(*B. Subtilis*) $T_{28}$ 的突变株  $T_{66}$ 。

### (二) 原辅材料

1. 原料: 生苧麻来自湖南、湖北、四川、河南、广东、广西等省、自治区,生产于1986~1989年不同季别,品种混杂。

2. 辅料: 包括烧碱、硫酸、次氯酸钠、茶油、肥皂、磷酸盐助剂及细菌培养基组分等,均为市场商品。

### (三) 特定工艺设备

为适应大规模生产需要,根据常规生产生苧麻投入批量500kg的配套原则,参考中试设备的原理和结构,自行设计了有关设备:

1. 菌种培养罐为立式双层通气搅拌发酵

罐,高径比1.84,有效容积300L,最高温度125℃,最高工作压147.11kPa,蒸汽直接加热,夹层以水保温,摆线针轮减速机驱动搅拌,电机功率1.6~2.2kw,搅拌机双桨,转速160~240r/min。

2. 超细玻璃纤维纸空气过滤器,除菌率99.99%,流速0.2~1.5m/s,滤板直径260mm,最高温度125℃,最高工作压(气压)294.21kPa。

3. 细菌脱胶锅为实用新型专利产品(专利号: 892115696)。

### (四) 生物化学联合脱胶工艺

根据中试所形成的工艺路线及其参数,分别对四川黔江、河南社旗、湖南沅江和广东连南等地新、改建的脱胶厂进行了工艺设计,其生产能力达日处理2、4、6、8吨生苧麻。工艺设备有机械化程度较高的漂酸洗(油)联合机,也有劳动强度较大的漂酸槽等。生产工艺流程为:

#### 菌种制备

生苧麻扎把→装笼→生物脱胶→精练→打纤→漂酸洗→脱水抖麻(或轧干)→给油→脱水抖麻→烘干。

1. 菌种制备: 其基本方案是保藏菌种  $38^{\circ}\text{C}, 14\sim 16\text{h}$  → 活化菌种  $38^{\circ}\text{C}, 14\sim 16\text{h}$  → 茄形瓶菌膜 → 菌种罐菌液, 其中菌种罐扩大培养条件为: 300L 罐盛豆质培养基(豆饼粉2%或黄豆粉或黄豆浆,  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  0.1%,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0.05%, 水为介质)200L, 通入

培养基的净化压缩空气量为  $1\text{dm}^3/\text{min}\cdot\text{L}$ ，罐内气压  $49.04\text{kPa}$ ，保温  $38\sim 44^\circ\text{C}$ ，扩培时间一般  $8\sim 10\text{h}$ 。

2. 生物脱胶：按 1:10 的浴比，生苧麻重 1% 的磷酸二氢钾或三聚磷酸钠和 20% 的接菌液量配制好菌悬液，并调节其温度为  $44\sim 46^\circ\text{C}$  后，将装好生苧麻的麻笼吊入细菌脱胶锅里，加盖密封，通气发酵，压缩空气通入发酵液的量为  $0.3\sim 0.5\text{m}^3/\text{min}\cdot\text{m}^3$ ，锅内气压  $49.04\text{kPa}$ 。残酶脱胶即通气发酵一段时间后停止通入压缩空气，再通过并连于通气管上的蒸汽管直接加热或吊出麻笼置于另一容器中处理。

3. 后处理：根据生物脱胶程度调节碱液浓度，一般为  $5\text{g}/\text{l}$ ；三聚磷酸钠 1%；蒸汽压  $198.14\text{kPa}$ ，精练  $1.5\sim 2.0\text{h}$ 。解散并抖松麻把置于拷麻机上进行打纤，打纤时每次翻转麻把  $120^\circ$ 。采用联合机漂酸洗时，有效氯浓度和硫酸浓度分别控制在  $1.0\pm 0.2\text{g}/\text{l}$  和  $1.5\sim 1.8\text{g}/\text{l}$  范围内；采用漂酸槽时，其浓度分别控制为  $0.3\sim 0.5\text{g}/\text{l}$  和  $1.2\sim 1.5\text{g}/\text{l}$ ，时间  $10\sim 15\text{min}/\text{槽}$ 。吊篮式给油，乳化油 0.8%，肥皂 0.5%，时间 1 小时；采用连续给油机油液浓度比常规方法降低三分之一。脱水、抖麻及烘干均同于常规方法。

## 二、结果与讨论

### (一) 菌种制备

生物脱胶的好坏首先取决于菌种制备的质

量。影响菌种制备质量的因素一方面是菌种本身的特性，另一方面则是人为的菌种生存和生长条件。由于脱胶菌种  $T_{66}$  是一化学诱变株，不能排除它有回复突变或者与其母株  $T_{26}$  伴生的可能。中试沿用的菌种制备流程为：索氏保藏菌种→活化菌落→冰箱保存试管斜面菌种→活化试管斜面菌种→茄形瓶菌膜→菌种罐扩培菌液。试验发现同一冰箱保存试管斜面菌种转接扩培后的菌悬液中  $T_{66}$  所占比例变化幅度很大。这无疑会影响生物脱胶的稳定性。将上述流程改为：索氏保藏菌种→冰箱保存菌落→活化典型  $T_{66}$  菌落→茄形瓶菌膜→菌种罐扩培菌液。再测定其菌悬液， $T_{66}$  的比例稳定在 90% 以上。以活化典型  $T_{66}$  菌落接茄形瓶可减少一次转接斜面的手续，同时也避免斜面难以鉴别  $T_{66}$  生长情况的局限性。因此，减少了变异机会，增强了分辨能力，保证了进入液态培养时固态培养的菌种纯度。

鲜马铃薯作为培养基的主要组分营养丰富、价格低廉等优点。但随着生产规模扩大，用量增大给其保鲜工作带来了困难，况且各地生产的马铃薯所含营养成分也因地理区别而有较大差异，不同地点不同时间采购的马铃薯所制作的培养基上生长的  $T_{66}$  在菌落形态上亦有区别，难以判断其脱胶性能的优劣。经反复试验，以营养琼脂(3%)、葡萄糖(1%)、磷酸二氢钾(0.1%)和硫酸镁(0.05%)配制而成的固态培养基可代替马铃薯葡萄糖琼脂培养基。其培养时间可缩短至 12h 左右。进一步试验结果

表 1 黄豆粉用量试验结果

活菌量单位：个/mL

培养时间 (h)		6		8		10	
测定项目		活菌量	脱胶	活菌量	脱胶	活菌量	脱胶
用 量 (%)	1.5	$5.9 \times 10^7$	4 <sup>+</sup>	$8.2 \times 10^8$	4 <sup>+</sup>	$1.78 \times 10^{10}$	4 <sup>+</sup>
	1.2	$4.0 \times 10^7$	4 <sup>+</sup>	$6.3 \times 10^8$	4 <sup>+</sup>	$1.75 \times 10^{10}$	4 <sup>+</sup>
	0.9	$1.4 \times 10^7$	3.3 <sup>+</sup>	$3.9 \times 10^8$	4 <sup>+</sup>	$1.70 \times 10^9$	4 <sup>+</sup>
	对照	$5.7 \times 10^7$	4 <sup>+</sup>	$5.6 \times 10^8$	4 <sup>+</sup>	$3.20 \times 10^9$	4 <sup>+</sup>

注：1. 脱胶系指生物脱胶后麻把软化及纤维分散程度共分五级。4<sup>+</sup>—麻把完全软化，纤维全部分散；3<sup>+</sup>—大部分纤维分散；2<sup>+</sup>—一半数纤维分散；1<sup>+</sup>—少数纤维分散；0—未脱胶。

2. 活菌量测定以马铃薯葡萄糖琼脂作平板，温度  $38\sim 40^\circ\text{C}$ ， $14\sim 16\text{h}$ 。

表明,其脱胶效果比马铃薯葡萄糖琼脂的效果更好。这可能是菌种活力更强的缘故。

豆饼粉作为扩大培养基的主要组分应该是无可非议的。但少数用户反映,由于该原料用量不大,既不好采购又难以保管。将黄豆磨成浆或粉代替豆饼所做的试验结果表明(表1),用1.2%的黄豆粉可以取代2%的豆饼粉。试验结果还表明,只要保证接入菌种罐的菌种纯度,不改变扩大培养的其他条件,扩培时间缩短至6h仍能获得满意的脱胶效果。因此,可以把原定菌种罐的使用周期12h改为8h,即每日两班制改为每日三班制,既便于生产管理又提高设备利用率,减少建厂投资。

(二)生物脱胶

生物脱胶是整个生产工艺的中心环节。由表2所列试验结果可以看出,生物脱胶好,精练用碱量低,否则,用碱量高,不仅影响经济效益,还可能对纤维固有特性产生负作用。总结中试工作经验以后认为,稳定生物脱胶效果除保证菌种制备质量以外,生物脱胶过程本身还有潜力可挖。通过测定发酵液体中活菌的变化情况(表3),发现脱胶细菌 $T_{66}$ 接种到生苧麻中以后,它利用苧麻胶质作为营养继续生长,发酵液中活菌量随时间延长呈增长趋势(受营养趋向性作用在麻上的菌数增大幅度会更大)。同时,来源于生苧麻、自来水、脱胶设备的杂菌也在大量繁殖。这就说明,生物脱胶之所以能降低废水中有机物含量,是因为 $T_{66}$ 和杂菌生长进行有氧呼吸彻底分解了大量胶质所致。由于杂菌的存在,降低了酶解产物的浓度,加速了 $T_{66}$ 产脱胶酶基因的活动,增加了脱胶体系中酶的浓度。但由于酶的最适反应条件不同于菌的生长条件,因此,脱胶酶并未充分发挥作用。如改变酶促反应条件,可能会有利于加速脱胶进程。试验结果(表4、5)表明,通过改变酶促反应的温度、pH和产物浓度等条件,其脱胶效果明显优于始终通气发酵的效果。由表5可以看出,通气发酵6h后以pH8.5,55℃温度浸泡2h的效果比始终通

表2 生物脱胶程度与精练用碱量关系

脱胶程度	样品残胶量 (%)	精练用碱 (g/l)	精练后残胶 (%)
1 <sup>+</sup>	21.39	11	2.74
2 <sup>+</sup>	18.45	9	2.67
3 <sup>+</sup>	16.45	7	2.32
4 <sup>+</sup>	13.22	5	1.88

注:残胶按GB5889-86规定进行测定。

表3 不同发酵时间发酵液中活菌量(个/ml)

发酵时间 (h)	4	6	8	10
灭 菌	$1.4 \times 10^6$	$7.6 \times 10^7$	$9.0 \times 10^7$	$9.5 \times 10^7$
不 灭 菌	$T_{66}$	$2.6 \times 10^6$	$5.0 \times 10^6$	$7.1 \times 10^6$
	杂菌	$3.7 \times 10^6$	$4.1 \times 10^7$	$1.2 \times 10^9$
				—
				—

注:培养时间 $T_{66}$ :14~16h,杂菌:24h。

表4 残酶脱胶方法试验结果

处理编号*	1	2	3
样品残胶 (%)	12.44	13.71	15.18

注:1. 通气发酵6h后升温至55℃处理1h,再以pH8.5,55℃温水浸泡1h;  
2. 通气发酵7h后升温至55℃处理1h;  
3. 通气发酵8h。

表5 不同发酵周期残酶脱胶结果

处理编号*	1	2	3	4	5	6	7
样品残胶 (%)	15.27	15.30	14.36	14.30	11.61	11.95	11.28

注:1,2,3,4分别为通气发酵6,8,10,12h后不处理;5,6,7分别为通气发酵6,8,10h后,以pH8.5,55℃温水浸泡2h。

气发酵12h还要好得多。由此看来,适时终止通气发酵,改变酶促反应条件,不仅可以稳定脱胶效果,也许还能控制杂菌大量繁殖可能带来的不良后果。还可以缩短脱胶锅的占用周期,即由原计划的16h缩短至8h以内,从而提高生产率和设备利用率,减少建厂投资和生产过程中的电力消耗,进一步降低生产成本,同时也便于生产管理。

(三)化学后处理

通过保证菌种制备质量和改进发酵方式,

(上接第20页)

生物脱胶效果能稳定在4<sup>+</sup>水平,因而精练用碱量可以控制在4.8~5.4g/L的范围之内。通过改进拷麻时翻麻方式,拷麻工作量较常规化学方法减轻三分之一以上。此外,乳化油及肥皂用量减少40%左右,还节省了蒸汽用量,提高了渍油锅生产率。按前述方法操作,精练麻残胶稳定在3%以下,平均2.5%以下;再经拷麻、漂整,水麻残胶2%以下,未发现返工类生麻,正品率稳定在95%以上,脱胶制成率稳定在88%以上。

#### (四) 产品质量

连南精干麻厂应用该项技术稳定生产了一年多时间,表6所列的测定结果系89年1~5月连续生产的产品监测情况。由表6可以看出,精干麻理化指标能满足现行中高档纺织要

表 6 生物脱胶精干麻理化指标

日期 (月.日)	残胶率 (%)	强度 (CN)	含油率 (%)	回潮率 (%)	细度 (tex)
1.26	1.49	9.87	1.27	6.04	0.606
4.21	2.25	8.88	0.76	8.53	0.663
4.27	2.06	8.59	0.92	—	0.685
5.27	2.36	10.36	0.88	8.51	0.586
平均	2.04	9.92	0.96	7.69	0.630

注:本表由乐昌苧麻纺织厂提供原始资料。

求。经乐昌苧麻纺织厂进一步试产,其27.78tex(86<sup>S</sup>)纯麻纱获得广东省90年度优质产品。

#### 参 考 资 料

- [1] 《中国麻作》, 1989, №4, p.15~20。
- [2] 《苧麻纺织科技》, 1990, №3, p.16~18。
- [3] 《纺织学报》, 1990, №8, p.39~40。