

文章编号:0253-9721(2006)12-0041-03

## 菠萝叶纤维酶法脱胶技术

刘恩平,郭安平,郭运玲,孔华,王炎松,章霄云,贺立卡

(中国热带农业科学院 热带作物生物技术国家重点实验室,海口 571101)

**摘要** 为充分利用热带农业生物资源,弥补我国天然纺织原料的短缺,对菠萝叶纤维进行了酶法脱胶技术的理论探讨和试验研究。从自然界筛选高产果胶酶菌株,发酵生产出高活性果胶酶。研究表明:果胶酶用量 8%,pH 值 7.0,温度 52℃,处理 4 h 左右菠萝叶纤维能达到良好的脱胶效果。脱胶后菠萝叶纤维再经木聚糖酶处理 45 min,再用 30% 的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 处理 15 min 能满足纺织工艺要求。

**关键词** 菠萝叶纤维;生物酶;脱胶;果胶酶

中图分类号:TS1 02.23 文献标识码:A

### Study on enzymatic degumming of pineapple leaf fiber

LIU En ping, GUO An ping, GUO Yur ling, KONG Hua, WANG Yan song, ZHANG Xiao yun, HE Li ka

(State Key Laboratory of Tropical Crop Biotechnology, CATAS, Haikou, Hainan 571101, China)

**Abstract** In order to make full use of tropical agricultural biotic resources and make up raw material shortage for textile industry in China, enzymatic degumming of pineapple leaf fibre was explored in both theoretical and practical aspects. Purified pectinase with high enzymatic activity from a strain screened by us was used. It was shown that the optimal result of degumming could be achieved when reaction conditions were pectinase dosage 8%, pH value 7.0, 52℃ and treated for 4 hours. A post-treatment after degumming with xylanase for 45 min and following treatment with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> for 15 min would yield fiber qualified for textile utilization.

**Key words** pineapple leaf fiber; bio-enzyme; degumming; pectinase

菠萝叶纤维是由菠萝收获后废弃的叶片加工获得。菠萝叶纤维是以束纤维的形式存在于菠萝叶片中,属多细胞叶脉纤维,纤维细胞长 3~8 mm,宽 9.4 μm,长宽比 580,可纺 33.3~20 tex(30~50 Nm)纱,经特殊处理可纺制 12.5 tex(80 Nm)纱。加工处理后,可纯纺也可与天然纤维或合成纤维混纺,织物容易印染,吸湿透气,抑菌除臭,挺括不起皱,适宜制作各种中、高档的西服、衬衫、裙袍、领带以及各种装饰织物等<sup>[1]</sup>。

菠萝叶纤维主要由纤维素和非纤维素(半纤维素、木质素和果胶质)等成分组成。其中纤维素含量 56.0%~68.5%;半纤维素含量 16.0%~18.8%;果胶质含量 1.1%~2.0%;木质素含量 6.0%~

13.0%;水溶物含量 1.0%~1.46%;脂蜡质含量 3.2%~7.2%;灰分含量 0.9%~2.8%。纤维细度 314 Nm;束纤维断裂强度 39.6 cN/dtex<sup>[2-4]</sup>。菠萝叶纤维和其它麻类作物一样,在纺纱之前必须将胶质去除。菠萝叶纤维脱胶可借鉴苧麻化学脱胶工艺和设备,此法存在化工原料和能源消耗量大,损伤纤维,严重污染环境,生产成本高等突出问题。随着人类环保意识的加强和全球资源、能源的短缺,发展“低耗、高效、优质、少污染”的菠萝叶纤维酶法脱胶技术对促进我国热带地区经济的良性循环和可持续发展有着重要的意义。目前,国内外菠萝叶纤维酶法脱胶技术的相关研究报道还很少。为此,本文对菠萝叶纤维进行了酶法脱胶技术的理论探讨和试验研究。

收稿日期:2006-07-03 修回日期:2006-09-11

基金项目:中国热带农业科学院科技基金项目(RKY0528)

作者简介:刘恩平(1965-),男,副研究员。主要从事农产品生物加工技术研究。郭安平,通讯作者,E-mail:gap211@126.com。

## 1 试验部分

菠萝叶纤维胶杂质中包含的果胶、半纤维素、木质素等大分子相互间形成网络体系,以共价键形式连接。果胶酶中包含有果胶甲酯酶、多聚半乳糖醛酸酶、裂解酶、原果胶酶等多种组分,用其处理原麻后,可使果胶大分子链断裂,胶杂质复合体结构松散,从而释放出纤维素纤维。

### 1.1 材料

菠萝叶纤维原料由中国热带农业科学院农业机械研究所提供;果胶酶菌种经筛选分离获得,编号为 BTCl05;半纤维素酶由湖南尤特尔生化有限公司提供;果胶购自德国 Sigma 公司,其它化学药品均为国产。

### 1.2 仪器

UNIVERSL32R 型台式高速冷冻离心机;EL-2000S 型电子天平;320A/C 型 pH 计;THZ-82 型水浴振荡器,BS-1E 型振荡培养箱;SHHW21.420 型恒温水箱。

### 1.3 试样制作

增殖培养基:果胶 0.1%,硝酸铵 0.2%,硫酸钠 0.05%。

选择培养基:果胶 0.1%,蔗糖 2.0%,硫酸镁 0.05%,氯化钾 0.05%,硫酸铁 0.001%,磷酸氢二钾 0.1%,硝酸钠 0.3%。

发酵培养基(液体发酵):面粉 1%,酵母汁 0.05%, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  0.1%, $\text{K}_2\text{HPO}_4$  0.1%,pH 值 7.0,培养温度 37℃,通气量摇床控制在 100~150 r/min,时间 8 h。

果胶酶分离纯化与活性测定:取发酵液于 4℃,8 000 r/min 离心 20 min,收集的上清液即为粗酶液。取粗酶液加入硫酸铵至 75% 饱和度,4℃,12 000 r/min 离心 15 min,收集沉淀物溶于 pH 值为 6.0 的少量 0.05 mol/L 磷酸缓冲液中,透析除盐,得到经硫酸铵沉淀的纯化酶液。果胶酶活力采用滴定法或 DNS 法测定。

### 1.4 方案设计

试验步骤<sup>[5]</sup>:称样→预处理→酶脱胶→敲打→冲洗→后处理→漂洗→给油→晒干(烘干)。

通过初步脱胶试验,选择正交表  $L_9(3^4)$  作正交

果胶酶脱胶试验,以确定果胶酶的处理时间、用量、pH 值及温度,各因素水平选取见表 1。然后根据纤维手感、分离情况、柔软度、白度以及用手搓揉后纤维的分离情况等指标给试验样品打分,质量最差的打 0 分,质量最好的打 6 分,其余的根据质量情况在 0~6 分之间打分。

表 1 果胶酶脱胶试验选择的各因素水平表

水平	A 时间/h	B 酶用量/%	C pH 值	D 温度/℃
1	2	5	7.0	45
2	3	8	3.5	52
3	4	10	6.0	60

注:浴比均为 1:10。

半纤维素酶后处理:酶用量 1.5%,pH 值 6.5,温度 52℃,浴比 1:10,时间 45 min。

漂洗采用质量分数为 30% 的  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,用量 15% (相对处理料,下同),浴比 1:25,温度 100℃,时间 15 min,漂洗过程中加入 3%~5% 的  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  作为稳定剂。处理用清水冲洗。

## 2 结果与分析

### 2.1 正交试验结果

表 2 为果胶酶脱胶正交试验结果。

表 2 果胶酶脱胶正交试验结果

实验号	A	B	C	D	白度/%	分值
1	1	1	1	1	75	1
2	1	2	2	2	75	4
3	1	3	3	3	80	5
4	2	1	2	3	75	4
5	2	2	3	1	80	2
6	2	3	1	2	90	6
7	3	1	3	2	85	5
8	3	2	1	3	80	6
9	3	3	2	1	70	1
分 值	I	10	10	13	4	
	II	12	12	9	15	
	III	12	12	12	15	

注:I、II、III 分别表示因素 A、B、C 的得分之和。

由表 2 可以得出因素 A、B、C、D 分别应取 3、2、1、2 水平。菠萝叶纤维生物脱胶的优化工艺参数为:时间 4 h,酶用量 8%,pH 值 7.0,温度 52℃。

### 2.2 化学成分

由于菠萝叶纤维的单纤维长度很短,因而脱胶只能采用半脱胶,残胶可以将很短的纤维黏连成长纤维,以满足纺织工艺要求。表 3 为脱胶前后菠萝叶纤维化学成分测试结果。

表3 脱胶前后菠萝叶纤维化学成分测试结果

试样	纤维素	半纤维素	木质素	果胶质	水溶物	脂蜡质	灰分
原菠萝叶纤维	56.0 ~ 68.5	16.0 ~ 18.8	6.0 ~ 13.0	1.1 ~ 2.0	1.0 ~ 1.46	3.2 ~ 7.2	0.9 ~ 2.8
化学脱胶菠萝叶纤维	74.56	10.67	6.21	1.91	2.52	2.12	2.01
酶法脱胶菠萝叶纤维	72.46	13.41	5.62	0.33	1.21	1.35	1.66

注:原菠萝叶纤维、化学脱胶菠萝叶纤维数据来源于文献[2,3,5],下同。

从表3可见:除半纤维素指标含量稍高外,菠萝叶纤维酶法脱胶各项指标均优于化学脱胶。特别是对果胶质的降解达到了菠萝叶纤维纺织工艺的要求。

### 2.3 物理性能

表4为脱胶前后菠萝叶纤维物理性能测试结果。可看出,菠萝叶纤维纤维线密度偏低,类似于黄麻,不利于纺高支纱,必须通过加工处理后才能达到纺织加工的要求。酶脱胶后纤维细度得到了明显的提高,这是因为果胶酶降解了工艺纤维中单纤维之间的果胶质,使单纤维从工艺纤维中分离出来,纤维细度变小,但对菠萝叶纤维进行酶法脱胶后,强力下降,而细度改善后,相对强力有所上升。

表4 脱胶前后菠萝麻物理性能测试结果

试样	支数/ Nm	线密度/ tex	断裂强度/ (cN·tex <sup>-1</sup> )	断裂伸长 率/%
原菠萝叶纤维	314	3.18	39.6	3.93
化学脱胶菠萝叶纤维	420	2.38	36.7	5.67
酶法脱胶菠萝叶纤维	533	1.88	34.29	2.69

## 3 结 语

1) 菠萝叶纤维酶法脱胶技术能解决菠萝叶纤维产业化中的瓶颈问题,对有效利用热带农业废弃物

和减轻农业生态环境的污染,促进我国热带地区经济的良性循环和可持续发展有着重要意义。

2) 当菠萝叶纤维细度为500~650 Nm时,可纺菠萝叶纤维/棉(30/70)的混纺纱,也可与其它纤维进行混纺和纯纺。因此,酶脱胶后的菠萝叶纤维具有很好的可纺性,能满足生产工艺的要求。

3) 虽然菠萝叶纤维是一种亟待开发而且具有功能性的新型天然纺织原料,但在开发和利用中还存在着菠萝叶纤维原料缺乏相应的质量标准,无专用设备以及由于品种不同,产地不同,菠萝叶纤维的性能不同等问题,对加工影响较大,在菠萝栽培上要求品种良种化和区域化。

4) 菠萝叶纤维酶法脱胶工程菌株的构建与高效表达是下一步研究方向,以提高其稳定性、专一性和降低生产成本。  
FZXB

### 参考文献:

- [1] 刘恩平,郭安平,郭运玲,等.菠萝叶纤维的开发与应用现状及前景[J].纺织导报,2006,(2):32-35.
- [2] 郁崇文,张元明,姜繁昌.菠萝纤维的性能及化学处理研究[J].中国麻作,2000,22(3):28-31.
- [3] 郁崇文,张元明,姜繁昌,等.菠萝纤维的纺纱工艺研究[J].纺织学报,2000,21(6):24-26.
- [4] 郁崇文,张元明.菠萝叶纤维的性能研究[J].中国纺织大学学报(自然科学版),1997,(6):17-20.
- [5] 蒋国华.苕麻微生物脱胶研究[J].纺织学报,2001,22(6):63-64.