

文章编号 : 0253-9721(2007)05-0084-05

竹原纤维酶处理的纤细化效果

楼利琴, 许平辉, 陈波, 任伟伟

(绍兴文理学院, 浙江 绍兴 312000)

摘 要 为了探讨竹原纤维酶处理纤细化的有效方法, 应用漆酶、精练酶及精练酶 + 漆酶二步法经正交设计对已制得的竹原纤维进行纤细化处理试验, 测定酶处理后竹原纤维的细度变化率、木质素含量及强度。结果表明: 精练酶去除木质素的效果比漆酶好, 而精练酶 + 漆酶二步法处理的效果均较精练酶或漆酶单独处理为好, 二步法处理后竹原纤维的细度变化率为 51.33%, 木质素含量从原来的 18.98% 降为 5.49%。

关键词 竹原纤维; 漆酶; 精练酶; 二步法

中图分类号: TS192.552 文献标识码: A

Probe into the impact of enzymatic treatment on the fineness of natural bamboo fibers

LOU Liqin, XU Pinghui, CHEN Bo, REN Weiwei

(Shaoxing University, Shaoxing, Zhejiang 312000, China)

Abstract To probe into the effective methods to make the natural bamboo fiber finer with enzymatic treatment, the manufactured natural bamboo fibers were treated with laccase, scouring enzyme, and scouring enzyme + laccase (a two step method) respectively according to the design by means of orthogonal experiment. The change rate of fineness, tensile strength and the content of lignin of the treated fibers were tested and compared. The results show that in terms of lignin removal, scouring enzyme is better than laccase, whereas the two step method is the best. After two step treatment, the change rate of fineness of natural bamboo fibers has achieved 51.33% and the content of lignin is decreased from 18.98% to 5.49%.

Key words natural bamboo fiber; laccase; scouring enzyme; two step method

竹原纤维吸湿导湿性强, 清爽凉快, 且具有抑菌等优良性能^[1], 在服用面料、家纺面料领域有广泛的应用前景。目前我国对竹原纤维的精细化加工已取得了初步成效, 浙江林学院在其发明专利上介绍了由竹子制取竹原纤维的方法^[2], 但距离具有较好可纺性和性价比的竹原纤维还有较大的差距, 竹原纤维的纤细化及其可纺性研究, 仍是当前迫切需要解决的问题。

生物酶脱胶^[3]具有产品质量好, 环境污染少和经济效益高等优点, 本文就酶处理工艺对竹原纤维纤细化效果进行了初步探讨。

1 试验部分

1.1 材 料

竹原纤维由浙江林学院提供。漆酶、精练酶、渗透剂, 由诺维信(中国)生物技术有限公司提供。其中漆酶最适 pH 值 4~5.5, 最适温度 60~70℃, 活力 120 LAMU/g; 精练酶最适 pH 值 7~8, 最适温度 55℃, 活力 5400 BDSU/g。

1.2 试验方法

用漆酶、精练酶、精练酶 + 漆酶经正交试验对竹

收稿日期: 2006-10-28 修回日期: 2007-01-14

基金项目: 浙江省自然科学基金资助项目(Y405138)

作者简介: 楼利琴(1966—), 女, 副教授, 学士。主要研究领域为纺织新材料研究及纺织品开发。E-mail: llq@zscas.edu.cn。

原纤维进行处理,处理后分别对纤维细度变化率、强度及木质素含量进行测定。并对漆酶进行单因子试验,测定木质素含量随浓度、时间变化的关系。

漆酶处理条件:pH = 5,温度 65 °C,浴比 1:30。

精练酶 + 渗透剂处理条件:pH = 7.5,温度 55 °C,浴比 1:30。精练酶 + 漆酶处理条件:在精练酶处理工艺(振荡条件中等,质量浓度 20 g/L,时间 48 h)基础上再进行漆酶处理。正交试验处理条件如表 1 所示。

表 1 正交试验设定

Tab.1 Orthogonal gene and level enactment

水平	漆酶处理			精练酶处理			精练酶 + 漆酶处理		
	振荡条件	质量浓度/ (g·L ⁻¹)	时间/h	振荡条件	质量浓度/ (g·L ⁻¹)	时间/h	振荡条件	质量浓度/ (g·L ⁻¹)	时间/h
1	无	5	0.5	无	5	12	无	5	0.5
2	中	10	1	中	10	24	中	10	1
3	强	20	2	强	20	48	强	20	2

注:推荐精练酶处理质量浓度 5 ~ 20 g/L;处理时间 12 ~ 48 h。

1.3 测试

细度变化率采用称重法测定,细度变化率 = (原细度 - 处理后细度)/原细度 × 100%;木质素含量按照 GB 5885—86 进行测试。强度采用 YG025 型缕纱强力试验机测定。精练酶处理前后竹原纤维表面状态采用 JSM5610LV 扫描电镜进行观察。

2 结果与分析

2.1 漆酶的正交试验

漆酶的正交试验结果见表 2。可以得出:漆酶正交设计处理的最佳工艺条件为 A₃ B₃ C₂,即强振

荡,浓度 20 g/L,时间 1 h。细度变化率为 32.95%,木质素含量为 12.14%,纤维强度为 2.88 cN/dtex。

2.2 漆酶的单因子试验

图 1 为处理时间 1 h 时,木质素含量与漆酶质量浓度的关系图,图 2 为漆酶质量浓度 20 g/L 时,木质素含量与处理时间的关系图。可看到,木质素含量都随处理浓度和处理时间的增加而减少,但当处理浓度超过 20 g/L,处理时间超过 60 min 后减少趋势降低,曲线趋于平缓;处理浓度在 20 g/L 前和处理时间在 60 min 前,随处理浓度和处理时间的延长,竹原纤维木质素含量明显减少。

表 2 漆酶处理试验结果

Tab.2 Result of treatment with laccase

试验号	A 振荡条件	B 质量浓度	C 时间	测试指标		
				细度变化率/%	木质素含量/%	纤维强度/(cN·dtex ⁻¹)
1	1	1	1	21.73	17.64	3.11
2	1	2	2	22.95	14.70	3.02
3	1	3	3	23.76	13.29	3.01
4	2	1	2	26.35	16.62	3.08
5	2	2	3	26.51	14.53	3.04
6	2	3	1	30.63	13.90	2.98
7	3	1	3	31.86	16.03	2.93
8	3	2	1	31.98	14.00	3.01
9	3	3	2	32.95	12.14	2.88
细度变化率	K _{1j}	22.81	26.65	27.42	T = 248.72	
	K _{2j}	27.83	27.15	28.11	Y = 27.64	
	K _{3j}	32.26	29.11	27.38		
木质素含量	K _{1j}	15.21	16.76	15.18	T = 132.85	
	K _{2j}	15.02	14.41	14.49	Y = 14.76	
	K _{3j}	14.06	13.11	14.62		
纤维强度	K _{1j}	3.05	3.04	3.03	T = 27.06	
	K _{2j}	3.03	3.02	2.99	Y = 3.01	
	K _{3j}	2.94	2.96	2.99		

注:T表示某项测试指标的总值;Y表示平均值。

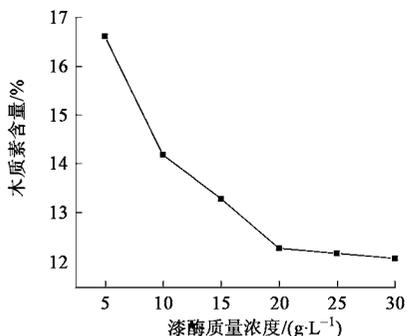


图 1 木质素含量与漆酶质量浓度的曲线

Fig.1 Relation curve about content of lignin and concentration of laccase

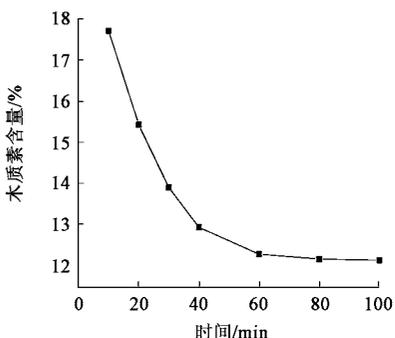


图 2 木质素含量与处理时间的曲线

Fig.2 Relation curve about content of lignin and time

2.3 精练酶的正交试验

精练酶处理结果见表 3。通过分析可得,精练酶处理的最佳工艺条件为 A₂ B₃ C₃,即中振荡,质量浓度 20 g/L,时间 48 h。

2.4 精练酶 + 漆酶二步法正交试验

精练酶 + 漆酶二步法处理的结果见表 4。通过分析得出,二步法处理的最佳工艺条件为 A₃ B₃ C₂,即强振荡,浓度 20 g/L,时间 1 h,细度变化率为 51.33%,木质素含量为 5.49%,纤维强度为 2.72 cN/dtex。

2.5 酶处理结果的比较分析

从上述测试结果来看,酶处理对减少竹原纤维木质素含量具有较好的效果,而且对竹原纤维强度损伤小。酶处理前竹原纤维的木质素含量为 19.98%,平均线密度为 12.33 tex,束纤维平均强度为 3.35 cN/dtex。精练酶、漆酶二步法处理后的竹原纤维木质素平均含量降为 6.19%,平均线密度为 5.98 tex,束纤维平均强度为 2.74 cN/dtex。木质素是一种复杂的芳香族物质^[4],木质素的结构单元是苯丙烷,苯环上有甲氧基存在。结构单元之间基本上是通过醚键和碳碳键连接。木质素结构中 β-烷基-芳基醚键的连接是主要的,它是木质素中主要的结构基团,这种结构的醚键断裂即引起木质素大

表 3 精练酶处理结果

Tab.3 Result of treatment degumming enzyme

试验号	A 振荡条件	B 质量浓度	C 时间	测试指标		
				细度变化率/ %	木质素含量/ %	纤维强度/(cN·dtex ⁻¹)
1	1	1	1	21.78	11.10	3.09
2	1	2	2	22.95	10.30	2.92
3	1	3	3	34.79	8.02	2.95
4	2	1	2	38.76	7.38	2.97
5	2	2	3	39.57	7.27	3.10
6	2	3	1	37.72	8.82	2.62
7	3	1	3	34.79	9.18	2.60
8	3	2	1	36.73	9.33	2.69
9	3	3	2	43.14	7.29	2.61
细度变化率	K _{1j}	26.51	31.78	32.08	T = 310.23	
	K _{2j}	38.68	33.08	34.95	Y = 34.47	
	K _{3j}	38.22	38.55	36.38		
木质素含量	K _{1j}	9.81	9.22	9.75	T = 78.69	
	K _{2j}	7.82	8.97	8.32	Y = 8.74	
	K _{3j}	8.60	8.04	8.16		
纤维强度	K _{1j}	2.99	2.89	2.80	T = 25.55	
	K _{2j}	2.90	2.90	2.83	Y = 2.84	
	K _{3j}	2.63	2.73	2.88		

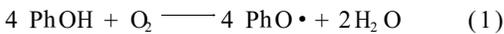
表 4 精练酶 + 漆酶的实验结果

Tab.4 Result of treatment laccase and degumming enzyme

试验号	A 振荡条件	B 质量浓度	C 时间	测试指标		
				细度变化率/ %	木质素含量/ %	纤维强度/(cN·dtex ⁻¹)
1	1	1	1	42.33	6.60	2.80
2	1	2	2	44.60	6.58	2.79
3	1	3	3	47.60	6.24	2.74
4	2	1	2	46.22	6.56	2.72
5	2	2	3	48.98	6.08	2.69
6	2	3	1	48.58	6.09	2.68
7	3	1	3	51.09	5.94	2.78
8	3	2	1	50.12	6.15	2.76
9	3	3	2	51.33	5.49	2.72
细度变化率	K _{1j}	44.84	46.55	47.01	T = 430.85	
	K _{2j}	47.93	47.90	49.22	Y = 47.87	
	K _{3j}	50.85	49.17	47.38		
木质素含量	K _{1j}	6.47	6.37	6.28	T = 55.73	
	K _{2j}	6.24	6.27	6.09	Y = 6.19	
	K _{3j}	5.86	5.94	6.21		
纤维强度	K _{1j}	2.78	2.77	2.75	T = 24.68	
	K _{2j}	2.70	2.75	2.74	Y = 2.74	
	K _{3j}	2.75	2.71	2.74		

分子裂解。木质素结构单元间的 C—C 键连接对化学药品的降解作用具有高度的稳定性,这种键的存在是木质素不能分解成单个木质素单元的一个主要原因,要使木质素溶解,必须使用能使醚键和 C—C 键断裂的生物酶。

漆酶由基因改性的曲霉经发酵制得,漆酶是酚氧化还原酶,可以催化各种芳香族化合物氧化,特别是酚类化合物被氧化形成酚氧自由基。同时伴随着氧被还原成水。如式(1)所示^[5-6]:



产生的酚氧自由基间可以发生非酶催化反应,如脱甲氧基、C—C 键断裂以及一系列的氧化降解反应。从理论上讲,漆酶可以对木质素有较强作用,能大大降低竹原纤维木质素含量,但由于木质素通常是在细胞壁中,细胞间质中含有大量的半纤维素、果胶等,果胶是纤维细胞壁之间的粘合剂^[7],将脂蜡质、木质素与纤维素粘合在一起,因此在漆酶单独处理时,对木质素的作用较小,而精练酶是以碱性果胶酶为主的多种酶制剂的复配产品,果胶酶处理纤维时起到催化水解作用,使复合体界面处迅速发生水解作用。且精练酶中含有一定量的内切纤维素酶,能使纤维素大分子链断裂,加上果胶酶的水解作用,从而使脂蜡质及木质素松动脱落较多,又经过精练酶中各种酶的长时间协同作用,因而使木质素含量大大降低,所以漆酶对减少竹原纤维木质素含量不如

精练酶效果好。

图 3 为精练酶处理前后纤维的扫描电镜照片。

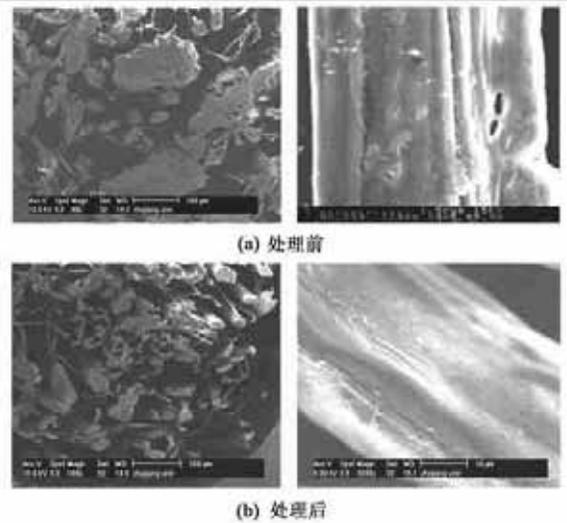


图 3 精练酶处理前后纤维状态比较

Fig.3 Fiber modality non-treated (a) and treated (b) with degumming enzyme

可以看出,未经过精练酶处理的纤维表面较粗糙,附有较多的胶着物质,而经精练酶处理后,纤维表面比较光滑,胶着物质减少。从二步法测试数据来看,二步法处理后的细度变化率最大,木质素含量最小,与亚麻纤维的木质素含量 2.5%~5%^[8]比较接近,这说明二步法对竹原纤维处理效果较精练酶或漆酶单独处理效果为好。

3 结 语

酶处理有较好的去除木质素效果,且对竹原纤维强度损伤小。在酶处理效果中,精练酶去除木质素的效果比漆酶好,精练酶+漆酶二步法处理的效果最好。二步法的最佳处理工艺条件:精练酶处理,pH=7.5,温度55℃,浴比1:30,中振荡,酶质量浓度20 g/L,时间48 h;漆酶处理,pH=5,温度60℃,浴比1:30,强振荡,酶质量浓度20 g/L,时间1 h。但从处理后的竹原纤维结构性能数据来看,纤维还偏粗,要在纺纱厂实际应用,还需要作进一步的柔软和梳理处理。

FZXB

参考文献:

- [1] 李焰,徐海林.竹原纤维织物与苕麻织物服用性能[J].纺织学报,2006,27(11):79-81.
- [2] 姚文斌.一种竹原纤维的制备方法:中国,200310108526.1[P],2005-06-21.
- [3] 唐志荣,李茂松,周文龙,等.彩色棉机织物生物酶处理工艺及性能[J].纺织学报,2005,26(2):111-115.
- [4] 万玉芹.纺织用竹纤维脱胶、细化工艺及其结构性能研究[D].上海:东华大学,2003:37-41.
- [5] Felby C, Pedersen L S, Nielsen B R. Enhanced auto adhesion of wood fibers using phenol oxidases [J]. *Holzforchung*, 1997, 45(3):467-468.
- [6] 周文龙.酶在纺织中的应用[M].北京:中国纺织出版社,2002:269-284.
- [7] 徐蔚.有色棉产品的精练工艺研究[J].东华大学学报:自然科学版,2001,27(5):99-104.
- [8] 姚穆,周锦芳,黄淑珍,等.纺织材料学[M].北京:中国纺织出版社,2002:65.