

苧麻纤维的碱性复合生物酶脱胶工艺研究

陈佳月^{1,2}, 樊武厚^{1,2,*}, 田睿^{2,3}, 梁娟^{1,2}, 康建平¹, 翁华满¹

(1. 四川省纺织科学研究院, 四川 成都 610083;

2. 高技术有机纤维四川省重点实验室, 四川 成都 610083;

3. 四川益欣科技有限责任公司, 四川 成都 610083)

摘要:通过预处理、复合酶处理和碱精炼工艺对苧麻纤维进行脱胶处理,得到优化的碱性复合生物酶脱胶工艺:将乙二胺四乙酸二钠水溶液预处理的苧麻纤维通过果胶酶(40 g/L)和漆酶(10 g/L)的复合酶在52℃处理3h;随后,在100℃通过NaOH水溶液(10 g/L)继续处理3h。通过该工艺处理后的苧麻纤维残胶率为4.8%,断裂强力为5.06 cN/dtex,白度为50.1度,其各项技术指标基本达到三级苧麻精干麻的要求。

关键词:苧麻纤维;生物脱胶;化学脱胶;果胶酶;漆酶

中图分类号:TS123+.2

文献标识码:A

文章编号:1673-0356(2021)01-0009-04

苧麻纤维由纤维素、半纤维素、木质素和果胶等成分构成,其纤维素占比高达65%~75%,为纤维素含量最高的麻类纤维^[1]。苧麻纤维质量轻、强力大、耐磨、透气,具有防霉抗菌、导湿快干等优点,可广泛用于高档面料、服装鞋帽、床上用品、家居装饰和医用包装等产品中^[1-2]。且苧麻作为我国特有的麻纤维品种,其种植面积广、资源丰富。因此基于苧麻纤维的功能性纺织品的开发具有重要的研究价值和广阔的应用前景。

苧麻纤维的纤维素含量与传统的棉纤维相比仍有较大差距,使其后续加工存在较大难度。通过脱胶来提高苧麻纤维的纤维素占比,能够显著提高苧麻纤维的加工性能和品质,极大推动苧麻纤维的高值化利用。目前,苧麻纤维的脱胶主要采用生物脱胶和化学脱胶2种方法。前者利用芽孢杆菌、厌氧菌、好氧菌等天然微生物在繁殖过程中分泌的酶来分解苧麻中的胶质,使高分子量的果胶、半纤维素分解为易溶于水的小分子物质而与纤维素分离。后者则是利用苧麻纤维中胶质成分和纤维素在酸、碱或氧化条件下的稳定性差异,通过煮练、水洗和物理机械手段使胶质与纤维素分离。传统的生物脱胶方法受制于环境条件,导致脱胶时间长、产品制成率低、质量不稳定等问题。化学脱胶法虽具有工艺条件可控、脱胶速度快、不受环境因素限制等优势,但却存在设备投资费用高昂、废水排放量大、生

产能耗高等问题^[3-7]。针对生物脱胶和化学脱胶的不足,通过常温碱煮^[8]、预氧化^[9]等化学处理手段,并辅之以生物酶或混合菌种处理等生物处理手段^[10],将2种方法相融合,成为当前提高苧麻纤维脱胶效率的发展趋势^[11]。

文中利用乙二胺四乙酸二钠来整合苧麻纤维细胞壁中的钙镁离子,使不溶性果胶酸钙转化为可溶性果胶酸盐,削弱果胶对纤维素及其他胶质组分的粘附和包覆。在复合酶处理阶段,利用果胶酶、漆酶的协同作用,加强处理液对苧麻的内部渗透,增强酶对胶质复合体的降解作用。在碱精炼阶段,利用纤维素与半纤维在NaOH溶液中的溶解性差异去除半纤维素,并利用煮练剂中表面活性剂的净洗、乳化、分散作用,防止已脱除胶质在纤维表面的重新粘附,进一步巩固脱胶效果。采用生物脱胶与化学脱胶相结合的方法,研究了苧麻纤维的碱性复合生物酶脱胶工艺,以期精简其生物化学脱胶工艺流程,在温和的低碱条件下提高苧麻纤维的脱胶效率,为苧麻纤维的高效脱胶提供新思路。

1 材料与方 法

1.1 材 料

苧麻纤维(原麻,四川玉竹麻业有限公司),果胶酶(工业品,上海康地恩生物科技有限公司),漆酶(工业品,南京德居生物科技有限公司),NaOH、亚硫酸钠、碳酸钠、乙二胺四乙酸二钠(分析纯,成都市科龙化工试剂厂),渗透剂JFC(分析纯,上海洋瑞化工有限公司)。

1.2 工 艺 及 方 法

在浴比1:20、温度100℃条件下,通过乙二胺四

收稿日期:2020-11-30

基金项目:四川省基本科研业务费项目(2020QBZ001)

作者简介:陈佳月(1992-),女,助理工程师,学士,主要研究方向为纤维及织物前处理助剂,E-mail:913318885@qq.com。

*通信作者:樊武厚(1988-),博士,工程师,研究方向为纺织用水性高分子材料的合成及应用,E-mail:fanwuhou1988@163.com。

乙酸二钠水溶液(6 g/L)对苧麻纤维浸泡预处理 2 h。待处理液温度降至 50 ℃后,通过 NaOH 调节体系 pH 值至 9.5,并采用不同浓度的果胶酶/漆酶复合酶继续处理 3 h。随后,在浴比 1:20、温度 100 ℃条件下,将复合酶处理的苧麻纤维加入由渗透剂 JFC(2 g/L)、十二烷基苯磺酸钠(3 g/L)、亚硫酸钠(2 g/L)和碳酸钠(3 g/L)组成的煮练液中,在不同浓度 NaOH 条件下继续处理 3 h,水洗至中性后烘干得脱胶苧麻纤维。

1.3 性能测试

残胶率是脱除胶质前后试样干重的差值与原试样的比值,直接反映苧麻纤维的脱胶效果,残胶率越低脱胶效果越好。残胶率根据 GB/T 5889—1986《苧麻化学成分定量分析方法》测定。

液体芯吸高度是表征纤维毛细效应的重要指标,反映纤维对水分的传导功能,液体芯吸高度值越大,纤维的吸湿排汗性越好。液体吸芯高度根据 FZ/T 01071—2008《纺织品毛细效应试验方法》测定。

白度是评定物质表面白色程度的指标,在纺织领域一般指距离理想白色(以高纯度硫酸钡为标准白度 100 度)的程度,白度值越高,越有利于后续染色加工。白度根据 GB 5885—86《苧麻纤维白度试验方法》测定。

束纤维强度是指纤维拉断时所能承受的最大负荷,束纤维强度越大,纤维的可纺性越强,对后续加工

越有利。纤维断裂强度根据 GB/T 5882—1986《苧麻束纤维断裂强度试验方法》测定。

2 结果和分析

2.1 碱性果胶酶浓度对体系苧麻脱胶的影响

在 NaOH 浓度 2 g/L、漆酶 2 g/L 条件下,考察了不同果胶酶浓度(10~60 g/L)对苧麻纤维残胶率、毛细效应、白度及断裂强度的影响,如图 1 所示。随着果胶酶浓度从 10 g/L 增加至 40 g/L,苧麻纤维的残胶率从 19.5% 减少至 16.4%。液体芯吸高度从 5.6 cm 快速增加至 8.5 cm。继续增加果胶酶浓度至 60 g/L,上述 2 项指标几乎保持不变。同时,随着果胶酶浓度从 10 g/L 增加至 30 g/L,苧麻纤维的白度从 22 度快速增加至 28.8 度。继续增加果胶酶浓度至 60 g/L,苧麻试样白度无明显提高。随着果胶酶浓度从 10 g/L 增加至 60 g/L,苧麻纤维的束纤维强度从 2.06 cN/dtex 持续增加至 2.99 cN/dtex,提高了 31%。

由上可知,果胶酶浓度的提高能降低苧麻纤维的残胶率,改善纤维毛细效应,提高白度和断裂强度。综合考虑以上 4 项技术指标及成本因素,确定最佳的果胶酶浓度为 40 g/L。通过在酶处理阶段提高果胶酶浓度,在一定程度上提高苧麻纤维的基本性能,但仍难满足三级苧麻精干麻的要求。为此,尝试通过继续增大漆酶的浓度以进一步提高苧麻纤维的脱胶效率。

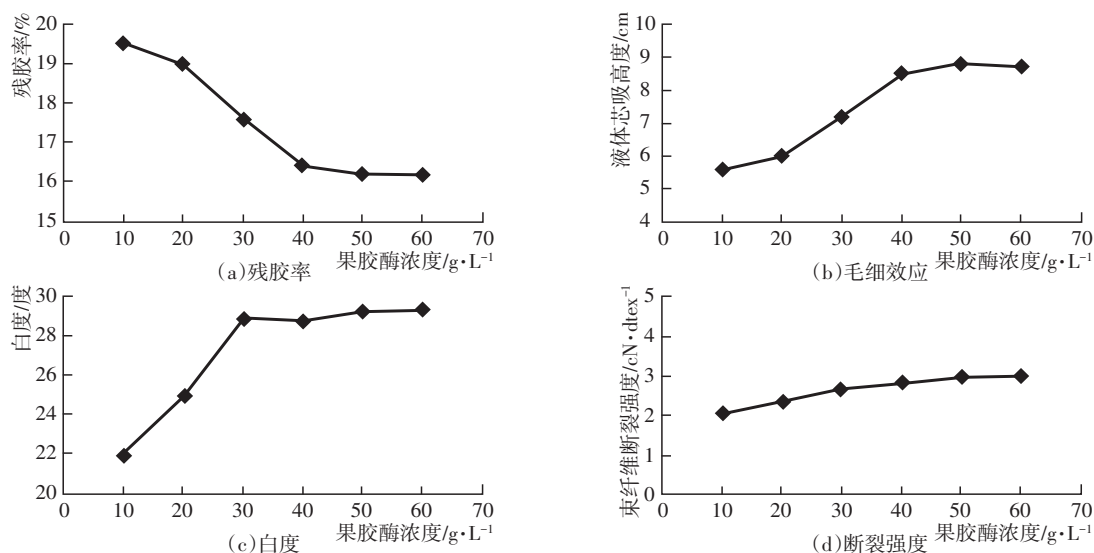


图 1 果胶酶浓度对苧麻纤维残胶率、毛细效应、白度及断裂强度的影响

2.2 漆酶浓度对体系苧麻脱胶的影响

在 NaOH 浓度 2 g/L 和果胶酶 40 g/L 条件下,考察了不同漆酶浓度(4~12 g/L)对苧麻纤维残胶率、毛

毛细效应、白度及断裂强度的影响,如图 2 所示。随着漆酶浓度从 2 g/L 增加至 10 g/L,苧麻纤维的残胶率从 16.4% 减少至 9.8%,液体的芯吸高度从 8.5 cm 快速

增加至 10.3 cm, 白度从 28.8 度快速增加至 40.6 度, 束纤维断裂强度从 2.83 cN/dtex 快速增加至 3.45 cN/dtex, 束纤维强度基本接近精干麻三级品的技术要求 (≥ 3.5 cN/dtex)。继续增加漆酶浓度至 12 g/L, 苧麻纤维的上述 4 项指标无显著变化。

由上可知, 在漆酶浓度不超过 10 g/L 时, 漆酶浓度的增加能显著降低苧麻纤维的残胶率, 改善纤维毛细效应、提高白度和断裂强度, 脱胶效果比仅提高果胶酶浓度得到的苧麻纤维更好。综合考虑以上 4 项技术指标及成本因素, 确定最佳的漆酶浓度为 10 g/L。

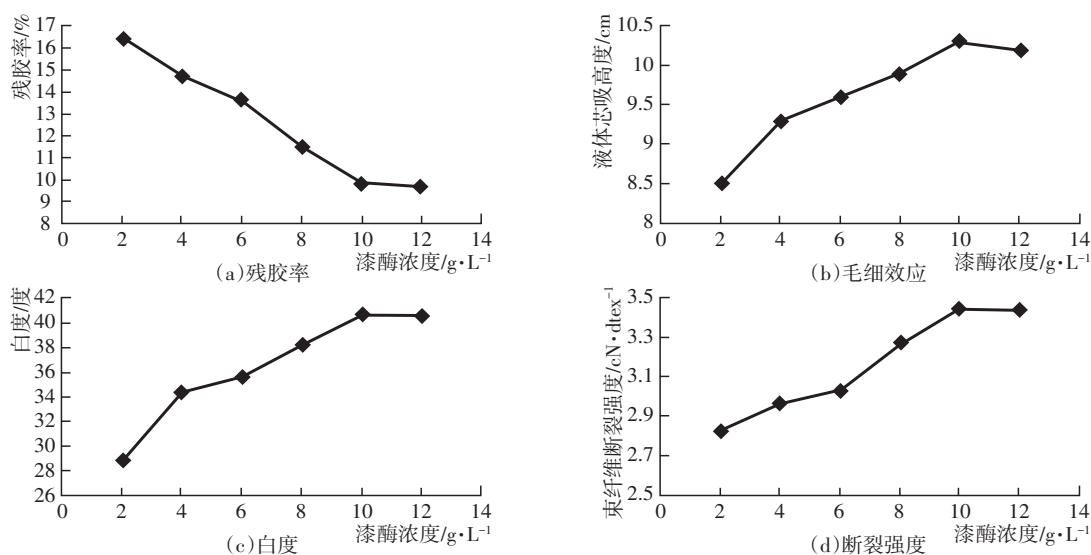


图2 漆酶浓度对苧麻纤维残胶率、毛细效应、白度及断裂强度的影响

2.3 NaOH 浓度对体系苧麻脱胶的影响

在果胶酶 40 g/L 和漆酶 10 g/L 条件下, 考察了不同 NaOH 浓度 (4~12 g/L) 对苧麻纤维残胶率、毛细效应、白度及断裂强度的影响, 如图 3 所示。

随着 NaOH 浓度从 2 g/L 增加至 10 g/L, 苧麻纤维的残胶率从 9.8% 快速减少至 4.8%, 液体芯吸高度

从 10.3 cm 快速增加至 12.8 cm, 白度从 40.6 度快速增加至 50.1 度, 束纤维断裂强度从 3.45 cN/dtex 快速增加至 5.06 cN/dtex。继续增大 NaOH 浓度至 12 g/L, 苧麻纤维的各项指标几乎保持不变。因此, NaOH 的最佳浓度为 10 g/L。

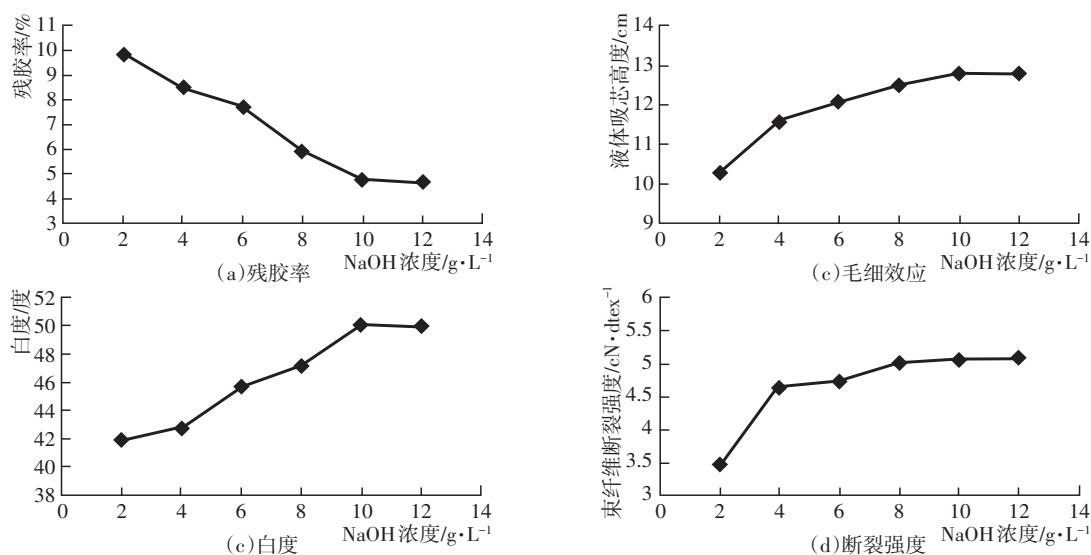


图3 NaOH 浓度对苧麻纤维残胶率、毛细效应、白度及断裂强度的影响

3 结论

利用预处理、酶处理和碱精炼的正向协同促进作用得到苧麻纤维的优化碱性复合生物酶脱胶工艺,筛选出复合酶和碱精炼处理阶段最佳工艺条件为:将乙二胺四乙酸二钠预处理的苧麻纤维通过果胶酶(40 g/L)和漆酶(10 g/L)复合酶在 52 ℃处理 3 h;随后,100 ℃时在 NaOH 溶液(10 g/L)进一步处理 3 h。处理后苧麻纤维的残胶率为 4.8%,断裂强力为 5.06 cN/dtex,白度为 50.1 度,其技术指标达到三级苧麻精干麻的要求。通过对苧麻纤维在果胶酶/漆酶复合生物酶的碱性脱胶工艺研究,为苧麻纤维的高效脱胶提供了新思路。

参考文献:

- [1] 冷娟,肖爱平,聂晴岚. 苧麻纤维品质评价研究[J]. 中国纤检,2003,(5):31-34.
- [2] 兰红艳,张延辉. 麻类纤维的性能及其应用[J]. 上海毛麻科技,2009,(3):1-5.
- [3] 刘国亮. 苧麻过碳酸钠脱胶工艺研究[D]. 上海:东华大学,2012.
- [4] 孙丽,王秋红. 等离子体协同纤维素酶对亚麻织物性能的影响[J]. 大连工业大学学报,2013,21(1):59-63.
- [5] 祁丽. 低温等离子体与生物酶在苧麻脱胶中的应用[D]. 苏州:苏州大学,2017.
- [6] 何燕和,王志文,马艺华,等. 等离子体处理改善苧麻织物毛细效应研究[J]. 广西民族大学学报(自然科学版),2008,(1):57-59.
- [7] 崔运花. 超声波技术在苧麻纤维预处理中的应用[J]. 纺织学报,1998,(6):371-372.
- [8] 邵运果,苏工兵,邹舒畅,等. 常压碱煮-温度压力水苧麻联合脱胶工艺研究[J]. 上海纺织科技,2017,(8):59-62.
- [9] 王成国,刘晓霞,吕香菊. 苧麻脱胶预氧处理中试研究[J]. 广西纺织科技,2007,(4):11-12.
- [10] 胡延素,朱国华. 苧麻微生物-化学联合脱胶方法[J]. 纺织科技进展,2006,(1):63-64.
- [11] 李梦珍. 苧麻纤维的柔软性改良研究[D]. 上海:东华大学,2018.

Degumming Process of Ramie Fibers Using Compound Bio-enzymes under Alkaline Conditions

CHEN Jia-yue^{1,2}, FAN Wu-hou^{1,2,*}, TIAN Rui^{2,3},

LIANG Juan^{1,2}, KANG Jian-ping¹, WENG Hua-man¹

(1.Sichuan Textile Scientific Research Institute, Chengdu 610083, China;

2.High-tech Organic Fibers Key Laboratory of Sichuan Province, Chengdu 610083, China;

3.Sichuan Yixin Technology Co., Ltd., Chengdu 610083, China)

Abstract: The effect of pre-treatment, compound enzyme treatment and alkali refining on the ramie fibers degumming was studied. The optimized alkaline compound bio-enzyme degumming process of ramie fibers was obtained. Ramie fiber was pretreated with ethylenediaminetetraacetic acid disodium solution and treated with pectinase (40 g/L) and laccase (10 g/L) compound enzymes at 52 ℃ for 3 h, and then treated with NaOH solution (10 g/L) at 100 ℃ for 3 h. The residual glue rate of ramie fiber after treatment was 4.8%, the fracture strength was 5.06 cN/dtex, the whiteness was 50.1%, and its technical index basically met the requirements of the third grade.

Key words: ramie fiber; biological degumming; chemical degumming; pectinase; laccase

(上接第 8 页)

Study on the Properties of PUR Hot Melt Adhesive Used in Textile Fabrics

SUN Ming-zhen, LU Jing, PAN Xiao-die, XU Jing, XU Ting, HUANG Li-xin*

(Jiaying University, Jiaying 314001, China)

Abstract: PUR hot melt adhesive was synthesized with polyester polyol and polyether polyol (PPG-N210) as raw material. Through the test of viscosity, curing time, bonding strength, opening time and water resistance of hot melt adhesive for textile fabrics, the synthesis process were optimized. The results showed that when NCO content was 2.7% and curing time was 76 h, the comprehensive properties of PUR hot melt adhesive could meet the high standard requirements of bonding strength, washing resistance and curing time for textile fabrics.

Key words: hot melt adhesive; curing time; bonding strength; water resistance