

· 综述评 ·

纤维素酶在织物整理中的应用

周秀梅 夏黎明

(浙江大学材料与化学工程学院, 杭州, 310027)

摘 要: 综述了纤维素酶在牛仔布仿旧、纺织品生物抛光中的应用, 指出目前纤维素酶生物整理中存在的问题及发展前景。

关键词: 纤维素酶 棉纺织物 生物抛光

中图分类号: TS 195.6 文献标识码: A 文章编号: 0253-9721(2004)03-0114-02

酶用于纺织行业的历史悠久, 最初是应用于退浆。近年来, 利用纤维素酶在纺织品加工中的应用日益广泛。目前, 国内外纺织行业已将这一生物整理技术广泛应用于工业生产中。

1 纤维素酶的作用原理^[1]

纤维素酶是水解纤维素、生成葡萄糖的一组酶的总称。它主要包括 3 类性质不同的酶: 内切型- β -葡聚糖酶、外切型- β -葡聚糖酶和 β -葡萄糖苷酶。

在纤维素降解过程中, 首先由内切酶作用于微纤维的非结晶区, 使其露出许多末端供外切酶作用, 产生纤维二糖, 最后由 β -葡萄糖苷酶作用将其分解成葡萄糖。作为纺织工业用纤维素酶, 它不需要将棉纤维素分解成葡萄糖, 而只要破坏棉纤维束分子间的氢键, 松散棉纤维束的结构, 或者部分降解纤维素分子长链, 即可达到工艺要求。

2 纤维素酶在纺织品生物整理中的应用^[2,3]

纤维素酶作为一种高效生物催化剂, 因其具有可降解性及对织物能产生可控的整理而广泛应用于纺织行业。其中, 牛仔布的仿旧整理及纺织品的生物抛光是纤维素酶最成功的应用。

2.1 牛仔布的仿旧整理

蓝色牛仔服在近些年来越来越受到人们的青睐。在 20 世纪 70 年代后期及 80 年代初期, 工业上主要采用浮石洗工艺去除纤维表面的染料, 以达到霜白效果。

采用纤维素酶洗涤不仅能对纤维表层进行可控的“刻蚀”, 使织物产生不均匀的褪色, 而且对织物内部纤维的强力不会过度损伤。纤维素酶的使用一方面有利于保护环境; 另一方面, 处理后的织物手感细腻、柔软、耐用性增强, 因而纤维素酶洗工艺已广泛取代了传统的石磨水洗。

2.2 纺织品的生物抛光

为了防止及除去织物表面的毛球, 运用纤维素酶对织物进行生物抛光显得格外必要。

用纤维素酶处理在织物表面改性方面开辟出了新领域。在酶洗过程中, 因纤维素酶分子比水分子要大 1 千倍以上, 不能透入棉纤维的内部。所以只有接近纤维素纤维表面的 β -1,4-葡萄糖苷键受到影响。织物表面的纤细纤维在生物降解和机械力作用的影响下脱落, 得到了平滑的纤维表面。织物经纤维素酶处理后, 大大降低了起毛起球的趋势; 而且手感柔软, 悬垂性好; 吸水性也得到了改善。

3 存在的问题和拟采取的措施^[4-9]

纤维素酶生物整理已成为织物后整理的一种新颖的高科技纺织技术。但是从技术上看, 目前还存在不少问题, 需进一步探讨解决。

3.1 返沾色

纤维素酶洗过程中从织物表面去除的靛蓝染料, 会再次沉积到服装背面、内袋以及织物白色部分, 给出较浅的蓝色背景。这种现象被称为返沾色。据资料显示, 纤维素酶蛋白的性质是影响靛蓝返沾色的真正原因, 而纤维素酶洗过程中的 pH 值只是间接地影响返沾色的程度。

为了有效地减少返沾色, 获得所希望得到的色泽对比度, 可采取以下措施: 1) 为了减轻纤维素酶蛋白在纤维素表面的吸附状态, 可以考虑将纤维素酶的 CBD(纤维素酶的结合区域) 和酶的活性核分离, 以达到减少返沾色的目的。2) 因专一的单组分酶比多组分酶系具有较低的返沾色, 故可分离纯化多组分酶。3) 加入一定量的靛蓝染料分散剂, 来减少返沾色程度。如 Sandoclear IDS, 具有形成胶束的能力, 能溶解靛蓝染料, 从而促进返沾色的去除。4) 加入靛蓝染料分解酶——漆酶, 再配合特定的介质

ABTS、1-羟基苯并三唑(HOBT)或4-羟基苯磺酸(PHBS)等,可有效地将靛蓝氧化成无色物质,实现减少返沾色的目的。5)由于纤维素酶结合棉基质的能力,在靛蓝返沾色中起着主要作用。因此,可以应用蛋白酶以去除织物上的结合酶蛋白,从而减少靛蓝染料的吸附位点。但是要注意添加蛋白酶的时间,建议在复洗处理时加入,一方面降低了返沾色程度;另一方面由于蛋白酶对纤维素酶蛋白的水解,还可消除纤维素酶的活性,简化了处理工艺。

3.2 重现性

酶整理织物效果的重现性与酶处理液 pH 有关。酸性纤维素酶处理 pH 值的适用范围窄, pH 值变化 0.5 就会引起 20% ~ 30% 的酶活性变化。一般酶处理中,经常使用醋酸-醋酸钠作为酶处理的 pH 缓冲剂,因为它比较稳定且使用方便。但据有关报道,在 HAc-NaAc 缓冲体系下, pH 值的变动会给纤维素酶的活力带来较大的影响。而在 RF-6 体系, pH 值的变动不会更大地影响纤维素酶的活力。因此选用恰当的 pH 缓冲剂是获得良好重现性的一种途径。另外在实验过程中应避免使用高浓度酶处理,且严格将温度控制在酶的最适温度范围内。

在纤维素酶处理过程中,还易出现折印、色光变化及过度的强力损失等问题。虽然目前的处理工艺中仍然存在一些问题,但通过对纤维素酶制剂的改进以及服装水洗工艺的优化,定会逐步解决上述问题。

4 工艺优化及酶制剂的发展^[10,11]

纤维素酶处理织物效果的好坏及工作效率的高低并不完全取决于纤维素酶本身,因为影响效果的因素诸多,如工艺条件以及工艺组合等。

4.1 酶的复配

4.1.1 多种酶制剂的复配 目前的工艺多采用单一的酶进行处理,实际上酶的复配也是酶应用的重要环节,须开发 2 种或 2 种以上酶的混拼复配产品。通过多种功能酶的复配可以实现多道工序的一浴处理,提高加工效率。而且利用多种酶之间的协同效应,扬长避短,以期达到仅靠一种酶所无法达到的效果。目前需要解决的是不同酶制剂的相容性及复配酶的稳定性问题。

4.1.2 单一酶的优化配制 作为纺织应用产品,酶制剂要求具有良好的贮存稳定性及高的处理效率。为了达到上述要求,可在酶制剂中加入适当的稳定剂及促进剂。要求所添加助剂与酶具有良好的相容性,促进剂对纤维素具有适宜的吸附能力,不影响纤维素酶处理浴的 pH 值,本身价格低,能够产生较大

的经济效益,符合环境保护的要求。其中多种表面活性剂的复配是一个值得研究的课题。

4.2 新型酶的开发

纺织工业中只需纤维素酶破坏棉纤维束分子间氢键,松散棉纤维束的结构,而无需将纤维素降解为葡萄糖。因此,为了达到仿旧及抛光的目的,仅选用内切酶含量高的纤维素酶即可。已经证实内切酶含量高的纤维素酶,会产生更优越的仿旧感。但目前的纺织酶制剂主要来源于微生物,采用的是常见菌种。由这些菌种产生的酶制剂的作用对象具有一定的局限性,而且多为复合酶,无法满足一些特殊处理对酶制剂的要求。因此对新酶种的研究、开发已经成为纺织酶应用的一个前沿内容。目前在通过筛选具有某种功能的菌种,然后利用基因改性生产高性能的酶制剂及通过克隆、转基因获得基因工程菌,进行新酶种的生产方面已经获得了一些重要的进展,为生化技术在纺织工业中的应用展示了美好的前景。

5 结束语

随着纺织业的发展和改革,纤维素酶的应用范围将更加广泛。尽管经酶洗后的服饰产品价格较高,但由于纤维素酶的生物整理不但能够提高产量、质量,而且大大的降低了生产成本,因此市场消费量仍呈高速增长的态势。纤维素酶在纺织中具有较大的发展潜力和广泛的应用前景。

参 考 文 献

- 1 宋桂经等.纤维素酶及其在纺织工业上的应用.印染助剂,1995(3):1~3.
- 2 M. K. Bhat. Cellulase and Related Enzymes in Biotechnology Journal of Biotechnology, 2000(18):355~383.
- 3 唐志翔译.纤维素织物的生物打光.印染译丛,1995(4):83~85.
- 4 唐志翔译.纤维素酶应用的最优化.印染译丛,1994(5):60~67.
- 5 王秀玲译.现代化的靛蓝劳动布洗涤.印染译丛,2000(5):88~93.
- 6 R. Campos B. Indio Degradation with Purified Laccases from Trametes Hirsute and Sclerotium Rolfsii. Journal of Biotechnology, 2001(89):131~139.
- 7 王宁等.靛蓝牛仔服的纤维素酶洗效果的影响因素浅析.染整技术,2001(6):21~24.
- 8 吴来超译.牛仔布的纤维素酶整理.国外纺织技术:化纤、染整、环境保护分册,1994(6):22~25.
- 9 吴永红等.酶洗激活剂 RF-6 的应用.印染助剂,1999(1):21~23.
- 10 Hafedh Belghith et al. Biostoning of Denims by Penicillium Occitanis (Pol6) Cellulases. Journal of Biotechnology, 2001(89):257~262.
- 11 周文龙.酶在纺织中的应用.北京:中国纺织出版社,2002:20, 110, 302~303.