

文章编号 :0253-9721(2006)03-0021-03

兔毛纤维的酶处理

奚柏君,唐立敏,张才前

(绍兴文理学院 纺织服装系,浙江 绍兴 312000)

摘要 为了克服兔毛纤维表面光滑、摩擦因数小及其产品容易脱毛的缺点,对兔毛纤维用双氧水(30%)处理后,再配合酶处理工艺,使纤维得到一定的减量率。通过分析蛋白酶含量、酶处理时间对兔毛纤维直径、强度、伸长率、表面摩擦因数的影响,确定合适的酶处理工艺,使兔毛纤维的强度和伸长率变化在尽可能小的情况下,纤维表面形态结构发生改变,从而提高了其表面摩擦因数,增加了纤维之间的抱合力,提高了纤维的可纺性,大大减少了兔毛纺织品的脱毛现象。

关键词 兔毛;预处理;生物酶;摩擦因数;脱毛

中图分类号:TS195.5 文献标识码:A

Enzymatic treatment of rabbit hair fiber

XI Bo-jun, TANG Li-min, ZHANG Cai-qian

(Department of Textile Engineering and Apparel Designing, Shaoxing University, Shaoxing, Zhejiang 312000, China)

Abstract Rabbit hair fiber is characterized by smooth fiber surface, low coefficient of friction, and the tendency to depilating. To overcome these phenomena, the rabbit hair was first treated with hydrogen peroxide solution (30%), followed by enzymatic treatment so that weigh deduction of the fiber was achieved to a certain extent. The effect of protease content and enzymatic treating time on the fiber diameter, strength, elongation, and the coefficient of surface friction was analyzed, and a suitable process of enzymatic treatment was determined, which changed the morphological structure of the fiber surface with the least possible variation in strength and elongation. Thus, the fiber surface friction coefficient, inter-fiber cohesion, and spinnability were enhanced, and the depilation of the rabbit hair textile product was also greatly improved.

Key words rabbit hair; pretreatment; bio-enzyme; friction coefficient; depilation phenomenon

兔毛具有手感柔软、表面光滑、质轻蓬松、保暖性和吸湿性好等特点,是一种珍贵的特种动物纤维。兔毛作为高档的纺织原料,已广泛应用于各类产品。但是由于兔毛纤维表面光滑、摩擦因数小、卷曲数少、抱合力差等,使兔毛纤维可纺性较差,产品脱毛现象较为严重,影响了产品的风格和服用性能^[1]。

随着纺织技术的发展,兔毛可纺性已得到了基本解决,但兔毛织物脱毛成为制约兔毛产品开发的关键。兔毛纤维的鳞片结构影响到其表面性能,摩擦因数比其它纤维小,使兔毛纤维易于滑脱,这是兔毛织物脱毛的主要原因之一。兔毛纤维表面的鳞片是极其坚硬的蛋白质,含有大量的胱氨酸,经生物酶适当处理,在兔毛纤维强力损失尽可能小的情况下,

达到纤维表面鳞片结构改变或部分鳞片脱落,使兔毛纤维的表面摩擦因数增大,从而减少兔毛织物的脱毛现象。为了有效地使酶催化水解发生在纤维表面,减少对纤维内部蛋白质水解和纤维强力的损失,需要严格控制酶处理的条件,如 pH 值、温度、时间等。另外为了使生物酶处理反映均匀有效,需要对兔毛纤维进行预处理。

1 实验部分

1.1 材料

试样:国产一级兔毛。试剂:1398 蛋白酶,双氧水,焦磷酸钠,草酸钠等。仪器:Y151 型纤维摩擦系

收稿日期:2005-05-26 修回日期:2005-11-13

作者简介:奚柏君(1963-),女,教授。主要从事纺织新材料及其产品的研究与教学工作。

数测定仪, LLY-6 型电子单纤维强力机, EY501 织物脱毛测试仪, 尼康 50i 正置荧光显微镜, HHS-4 型电热恒温水浴锅, 天平, 烧杯等。

1.2 方法

1.2.1 预处理

蛋白酶的分子较大, 不易进入兔毛纤维鳞片层的内部, 或发生酶处理不均匀, 故需要进行预处理, 以使鳞片疏松、膨胀、变软。预处理剂有氯化剂、还原剂、氧化剂等, 其中双氧水对兔毛蛋白质的氧化比较缓和, 而且没有污染, 双氧水氧化主要集中于含硫氨基酸残基部分, 即主要发生在富含胱氨酸的鳞片层外, 促使胱氨酸尽可能多地转化为半胱氨酸, 使后面的酶处理均匀有效^[1,2]。当双氧水(30%)用量为 35~40 mL/L, 配合适当的酶处理工艺, 纤维得到一定的减量率, 当双氧水(30%)用量超过 40 mL/L 时, 减量率不再明显增大, 但纤维损失明显加剧, 故选用双氧水(30%)用量为 35~40 mL/L 进行预处理。

在温度为(70±10)℃条件下处理兔毛 1 h, 冲洗, 干燥。配方: 30%双氧水 35~40 mL/L; 焦磷酸钠 7.0 g/L; 草酸钠 3.5 g/L; 浴比 1: 25。

1.2.2 酶处理

兔毛蛋白质由多种氨基酸组成, 当用不同的蛋白酶处理时, 兔毛蛋白质中有不同的活性中心, 通过对几种蛋白质的对比实验, 确定使用中性蛋白酶——1398 枯中性草杆菌蛋白酶, 以达到理想的处理效果。为了使酶发挥出较高的活力, 同时又保持良好的热稳定性, 1398 蛋白酶处理的最适宜温度为 45~55℃^[2-7]。在处理工艺中选择温度 50℃, pH 值 7, 浴比 1: 25, 兔毛纤维通过不同生物酶含量及不同时间的处理以后, 分别用热水冲洗, 再用冷水冲洗, 过滤, 烘干。

1.2.3 性能测试

测试处理后兔毛纤维的表面摩擦因数、直径、强伸度及重量损失率的变化, 分析蛋白酶含量和酶处理时间对纤维性能的影响, 同时测试分析酶处理对兔毛混纺产品掉毛现象的影响, 测试条件为温度(20±30)℃, 相对湿度(65±5)%^[8,9]。

2 结果与讨论

2.1 蛋白酶含量对纤维性能的影响

1398 蛋白酶的含量分别为 4%、6%、8%、10%、12%, 经过相同时间处理后, 兔毛纤维的性能变化见

表 1。

表 1 蛋白酶含量对兔毛改性纤维的性能影响

处理情况	重量损失率/ %	平均直径/ μm	强力/ cN	伸长率/ %	
处理前	0.00	13.86	2.40	42.49	
预处理	2.51	13.86	2.34	42.40	
1398 蛋白酶的含量/ %	4	7.35	13.83	2.30	41.02
	6	9.20	13.69	2.27	40.93
	8	11.45	13.65	2.27	40.87
	10	17.17	13.02	2.02	36.34
	12	20.81	12.08	1.71	30.23

注: 酶处理时间为 3 h。

由表 1 可见, 当预处理条件和酶处理条件一定时, 随着蛋白酶含量的增加, 纤维的减量率逐渐增加, 纤维的平均直径、纤维的断裂强力和伸长率逐渐减小。当蛋白酶含量低于 5%(o.w.f), 兔毛纤维改性不明显, 当蛋白酶含量超过 10%(o.w.f) 以后, 纤维的减量率较大, 纤维的平均直径减少较多, 纤维的断裂强力和伸长率较小, 从显微镜下观察, 纤维的表面受到一定损伤, 所以酶处理中选择 1398 蛋白酶的含量一般为 6%~10%(o.w.f)。

2.2 蛋白酶处理时间对兔毛纤维性能的影响

1398 蛋白酶的处理时间分别为 1、2、3、4、5 h, 兔毛纤维的性能变化见表 2。

表 2 蛋白酶处理时间对兔毛纤维性能的影响

处理时间/ h	重量损失率/ %	平均直径/ μm	强力/ cN	伸长率/ %
1	3.23	13.86	2.34	42.20
2	6.75	13.80	2.30	41.91
3	11.45	13.65	2.27	40.87
4	15.14	13.11	2.26	39.76
5	22.12	12.80	1.90	36.47

注: 1398 蛋白酶的含量为 8%(o.w.f)。

随着酶处理时间的延长, 兔毛纤维的重量损失率增加, 纤维的直径逐渐变细, 纤维的断裂强力、伸长率逐渐下降。酶处理时间在 2 h 以下, 纤维的性能变化缓慢; 酶处理时间 5 h 时, 由于酶的长时间作用, 纤维表面的鳞片钝化、疏松, 酶分子进入纤维内部, 使蛋白质分子链被降解, 从而使兔毛纤维的重量损失率超过 20%, 强伸度下降较大。如果纤维的强度过低, 会使兔毛成纱困难, 其产品更容易掉毛, 所以酶处理时间一般在 2~4 h 之间。

综上所述, 蛋白酶的含量在 6%~10%(o.w.f) 及酶处理时间在 2~4 h 范围内, 蛋白酶对兔毛纤维的改性作用比较有效。当蛋白酶的含量较高时, 酶处理时间相应减少; 当蛋白酶的含量较低时, 酶处理

时间相应延长。

2.3 兔毛纤维的摩擦因数

经过氧化和酶处理3 h后,兔毛纤维的表面摩擦因数(干态)的变化见表3。

表3 兔毛改性纤维摩擦因数

处理情况	静摩擦因数		动摩擦因数	
	逆鳞片	顺鳞片	逆鳞片	顺鳞片
处理前	0.276 2	0.142 1	0.343 4	0.220 6
处理后	0.372 8	0.261 3	0.603 9	0.362 8

注:1398 蛋白酶含量8%(o.w.f),酶处理时间3 h。

兔毛纤维由于鳞片与毛干包覆较紧,鳞片尖端张开角度小,使得兔毛纤维具有较低的摩擦因数。通过氧化及酶处理后兔毛纤维的表面结构发生了变化,兔毛纤维随着生物酶的含量或处理时间的增加,纤维表面的鳞片逐渐疏松、膨胀,鳞片尖端张开角度逐渐增大,使纤维的表面摩擦因数增加。

2.4 兔毛纺织品的掉毛现象

将50%兔毛、30%羊绒、20%化学纤维以粗梳毛纺系统加工成混纺纱,纱线的线密度为37tex×2,捻度为180捻/m,然后用国产手动横机编织,机号12针,针密10针/2.54cm,平针组织,对织物进行缩绒、整理、洗涤、干燥,利用EY501织物脱毛测试仪对兔毛混纺针织品进行测试分析。各产品分别做5块试样,取正、反面平均值,刷毛次数为100次时混纺针织品的掉毛量见表4^[10,11]。

表4 兔毛混纺针织品的掉毛量 mg

测试次数	1# 产品	2# 产品
1	44.2	23.5
2	46.1	24.7
3	45.9	27.5
4	41.7	28.9
5	48.0	26.6
平均	45.18	26.24

注:1#为未经处理的兔毛混纺产品;2#为经过氧化及酶处理的兔毛混纺产品。

由表4可见,经过氧化及酶处理的兔毛混纺产品的掉毛量明显小于未做处理的兔毛混纺产品。这是由于经过氧化及酶处理后兔毛纤维的表面结构发生了变化,纤维的表面摩擦因数增加,纤维之间的抱合力增大,提高了兔毛纤维的可纺性,大大改善了兔毛产品的掉毛现象。

3 结 论

兔毛纤维通过氧化及酶处理后,纤维的直径、强伸度、重量、表面摩擦因数均发生了较大的变化。综合几方面因素考虑,预处理条件为双氧水(30%) 35~40 ml/L,温度70℃,处理时间1 h;酶处理条件为pH值7,温度50℃,蛋白酶含量6%~10%(o.w.f),酶处理时间2~4 h。兔毛纤维经氧化及生物酶适当处理,在兔毛纤维的强力损失尽可能小的情况下,可使纤维表面鳞片结构改变,兔毛纤维的表面摩擦因数增大,增加了纤维的抱合力,提高了兔毛纤维的可纺性,大大减少了兔毛产品的掉毛现象。 FZXB

参考文献:

- [1] 薛纪莹.特种动物纤维产品与加工[M].北京:中国纺织出版社,1998.
- [2] 毛志平.兔毛纤维的天然高分子物改性[J].印染助剂,2002,(6):1-3.
- [3] 王趁红.蛋白酶对羊毛减量处理前的预处理初探[J].毛纺科技,1999,(4):28-31.
- [4] Onilude A A, Oso B A. Effect of fungal enzyme mixture supplementation of various fibre-containing diets fed to broiler chicks I: Performance and carcass characteristics [J]. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 1999,(6):309-314.
- [5] Saravanabhavan S, Aravindhan, Thanikaivelan P, et al. A source reduction approach: integrated bio-based tanning methods and the role of enzymes in dehairing and fibre opening [J]. Clean Technologies and Environmental Policy, 2004,(12):3-14.
- [6] 刘金树.氧化-蛋白酶对羊毛织物变性整理的研究[J].毛纺科技,1999,(3):39-41.
- [7] 王树根.蛋白酶对羊毛碱减量处理的研究[J].毛纺科技,1995,(3):54-57.
- [8] 樊增禄.蛋白酶处理对羊毛物理机械性能的影响[J].纺织学报,2002,23(2):28-30.
- [9] 姚穆,周锦芳,黄淑珍,等.纺织材料学[M].第2版.北京:纺织工业出版社,1990.355-379,422-435.
- [10] 赵书经.纺织材料实验教程[M].北京:纺织工业出版社,1989.77-87,90-95.
- [11] 季晓雷.兔毛织物防掉毛整理的研究[J].中国纺织大学学报,1998,(5):10-13.
- [12] 奚柏君,袁海萍,杨炜炜.兔羊绒纺织品的开发[J].毛纺科技,2005,(9):40-43.