文章编号 :1009-038X(2002)06-0651-04

转谷氨酰胺酶处理羊毛织物

李影¹, 丁霄霖²

(1. 江南大学 化学与材料工程学院, 江苏 无锡 214036 ; 2. 江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214036)

摘要:用转谷氨酰胺酶处理羊毛织物后,羊毛织物的毡缩率明显下降,其断裂强力和断裂伸长增强而减量率接近零,转谷氨酰胺酶和蛋白酶同时处理后,其防毡缩效果超过单用蛋白酶处理,而羊毛织物减量率却降低,羊毛织物的断裂强力和断裂伸长率升高。

关键词:转谷氨酰胺酶;蛋白酶;防毡缩;复合酶

中图分类号:TS 195.1

文献标识码:A

Study On Transglutaminase in Treating Wool Fibers

LI Ying¹, DING Xiao-lin²

(1. School of Chemical and Material Engineering, Southern Yangtze University, Wuxi 214036, China; 2. School of Food Science and technology, Southern Yangtze University, Wuxi 214036, China)

Abstract: A method of treating wool fibers with a transglutaminase was developed. This treatment resulted in higher tensile strength retention, improvement of shrink-resistance stretch and burst strength, and zero weight loss. When transglutaminase was used together with proteolytic enzyme in same processing, in comparison with treatments with proteolytic enzymes alone, the treatment reduced weight loss and fiber damage, improved strength and shrink-resistance.

Key words: transglutaminase; proteinase; shrinkproof; composite enzyme

转谷氨酰胺酶¹(TG, EC2.3.2.13)可以催化蛋白质之间发生交联,使蛋白质改性。在催化反应中肽链上谷氨酰胺残基的 γ -酰氨基是酰基供体,与赖氨酸或其残基上的伯胺生成 ϵ -(γ -谷氨酰)赖氨酸。肽链谷氨酰胺与肽链上赖氨酸的N-端相连,形成分子内和分子间的网状结构。羊毛中谷氨酰胺加谷氨酸质量分数为14.9%,赖氨酸残基占3.1%^[2]。用TG处理羊毛织物的研究发现,可以提高羊毛织物的防毡缩能力^[3],增强其断裂强力和断裂伸长率而减量率为零。当TG和蛋白酶共同作用羊毛织物

时,发现这两种酶存在互补协同作用,既可由蛋白酶把羊毛鳞片层部分剥除,改善其染色性能和防毡缩性能^[4~6]。同时也可由TG改善蛋白酶对羊毛纤维的损伤,降低减量率,达到理想效果。

1 材料与方法

1.1 酶及其参数

实验中所试用的酶及参数见表1。

1.2 材料

凡立丁,代号25062,无锡协新毛纺厂提供。

收稿日期 2002-06-27; 修订日期 2002-09-08.

作者简介:李影(1965-),女,江苏无锡人,工学硕士,讲师。

万方数据

表1 选用的酶制剂及其工艺参数

Tab.1 Properties of some enzymes

编号	酶名称	产地	最佳 pH	最佳活性温度/℃
E1	脂肪酶	国产	8~9	40
E2	转谷氨酰胺酶	日本	5~8	45~55
E3	蛋白酶	国产	5~7	50
E4	蛋白酶	Novo	9~11	50~55

注:最适 pH 和最适温度由生产厂家提供。

1.3 测试方法

1.3.1 毡缩率的测定 用小鸭-圣吉奥滚桶全自动洗衣机,洗液温度约为 40 ℃,洗衣粉用标准合成洗衣粉,质量浓度为 4 g/L,中性皂片质量浓度为 0.5 g/L,洗涤织物 0.8 kg,连续洗涤 3 h,洗涤后清水洗 2 次,然后脱水烘,待织物吸湿平衡后按下式计算毡缩率:

$$\text{毡缩率} = 1 - \frac{\text{洗后织物面积}}{\text{洗前织物面积}}$$

1.3.2 减量率的测定 经 H₂O₂ 预处理后,织物在 105 ℃ 烘至恒重,精确称重后进行酶处理,再在 105 ℃ 烘至恒重,精确称重,计算减量率。

$$\text{减量率} = 1 - \frac{\text{处理后织物干重}}{\text{处理前织物干重}}$$

1.3.3 断裂强力和断裂伸长率的测定 根据 GB3916—83 标准测量织物断裂强力和断裂伸长率,测定仪器为 USTER TENSORAPID3。

2 结果与讨论

2.1 E2 对羊毛织物毡缩率及其他性能的影响

试验于 43 ℃ 条件下热水预处理, pH 为 5.5~8,浴比为 1:20(以下试验浴比相同),反应温度为 50 ℃,反应时间为 20 min,洗涤条件为自来水,质量浓度为 0.5 g/L 的皂片,洗涤 3 h,织物称重 0.8 kg,试验结果列于表 2^[7]。

表2 E2 处理羊毛织物的效果

Tab.2 The results from treatment of wool fibers with E2

(o. w. f) %	毡缩率/%	减量率/%	断裂强力/cN	断裂伸长率/%
0	7.77	1.83	224.8	31.01
0.3	4.99	1.90	233.6	31.42
0.5	4.81	1.89	229.8	32.24
1.0	4.42	1.92	229.2	32.25
2.0	4.61	1.82	226.7	30.47
4.0	4.87	1.95	228.7	34.06

注: o. w. f 指酶用量占织物称重的质量分数(表 3~6 均同)。

从表 2 看出,采用 E2 处理羊毛织物后,降低了羊毛织物的毡缩率,而减量率与空白对照接近零,羊毛织物的断裂强力增加了约 2.5%,E2 作用后羊毛织物的断裂伸长率平均上升了约 1.8%。说明 E2 酶处理羊毛织物,增加了羊毛角质层里及皮质层中基质层的酰胺交联键,导致羊毛织物的强度增加。

2.2 E4 的不同用量对织物防毡缩效果及其他影响

先在体积分数为 40 mL/L 的 H₂O₂,质量浓度为 3.5 g/L 的 Na₂SiO₃,质量浓度为 1 g/L 的脂肪醇聚氧乙烯醚(JFC),温度为 50 ℃ 的条件下,预氧化 35 min 后,E4 再作用 40 min,反应温度为 50 ℃,pH 8.5。试验结果列于表 3。

表3 E4 处理羊毛织物的效果

Tab.3 The results from treatment wool fibers with E4

(o. w. f) %	毡缩率/%	断裂强力/cN	断裂伸长率/%	减量率/%
0	12.27	224.4	31.01	1.83
1	10.82	214.9	36.95	-
2	9.61	212.2	38.32	-
4	7.32	213.3	36.50	3.67
6	7.55	214.0	33.96	-

从表 3 获悉,随着 E4 酶用量增加,降低了羊毛织物的毡缩率,但断裂强力也下降,减量率是 1.84%。这是由于羊毛仅鳞片外层被 E4 作用均匀剥除,导致毡缩率下降的同时强力损失达 5%,对羊毛织物损伤严重。由于羊毛细度变小,羊毛卷曲度增加,所以断裂伸长率升高,上升幅度为 17%,导致毡缩率最终下降不大。

2.3 H₂O₂ 预氧化处理后,E2、E4 复合酶对毡缩率的影响

正交试验中,将 E2、E4 复配,在预氧化处理的基础上,比较酶的加入方式及酶作用的时间及用量对羊毛防毡缩效果的影响。表 4 中,"E2 + H₂O₂ + E4"表示羊毛织物先用 E2 处理,再灭酶,预氧化处理后加 E4 处理;"H₂O₂ + E2, E4"表示先预氧化处理后用 E2 处理,灭酶后用 E4 最后处理;"H₂O₂ + E4, E2"表示先预氧化处理后用 E4 处理,灭酶后用 E2 最后处理;"H₂O₂ + E4 + E2"表示先预氧化处理后用 E4 和 E2 同时加入处理。温度都为 50 ℃。洗涤条件为自来水,质量浓度为 0.5 g/L 的皂片,洗涤 3 h,织物称重 0.8 kg。

表 4 L₁₆(4⁵) 试验因数水平表

Tab.4 The factors and levels for the L₁₆(4⁵)orthogonal experiment

水平	因 素				
	(A)E2 (o. w. f) %	(B)E2 时间/ min	(C)E4 (o. w. f) %	(D)E4 时间/ min	(E) 加入 方式
1	4	10	2	15	E2 + H ₂ O ₂ + E4
2	6	20	3	30	H ₂ O ₂ + E2 ,E4
3	8	30	4	45	H ₂ O ₂ + E4 ,E2
4	10	40	5	60	H ₂ O ₂ + E4 + E2

正交试验结果表明,复合酶处理羊毛织物防毡缩效果明显好,超过单用转谷氨酰胺酶处理.各因子对毡缩率影响的主要次序为 B>E>C>A>D.

在正交试验的各因素中,E2的作用时间及加入方式是主要影响因素.反应最佳的条件是:E2作用时间为 20 min,反应温度为 50 ℃,酶的加入方式为 E2 + H₂O₂ + E4.

2.4 E3 处理羊毛织物的效果

相同预氧化处理后,E3酶处理条件为 pH 7.0,反应温度为 50 ℃,试验结果见表 5.

表 5 E3 处理羊毛织物的效果

Tab.5 The results from treatment of wool fibers with E3

(o. w. f) %	毡缩 率/%	断裂 强力/cN	断裂 伸长率/%	减量 率/%
0	12.27	224.9	31.09	1.83
0.5	10.23	214.5	31.97	-
2.0	8.94	213.6	31.82	-
4.0	6.24	209.2	31.46	6.24
6.0	4.79	213.5	28.34	-
8.0	5.66	216.6	28.53	-

由表 5 可得出,随着 E3 用量的增加,毡缩率逐渐下降,强力损失在 6%左右,断裂伸长率大部分下降了 7%左右,减量率为 4.41%.说明 E3 处理羊毛织物对羊毛织物损伤很严重,这是由于 E3 对鳞片表层不能均匀酶解,并且对结构较松、交联较少的皮质层与鳞片层中间起粘连作用的 CMC 蛋白质进行了水解,造成鳞片整个剥离,羊毛的皮质层结构部分外露,成为酶分子攻击的目标,皮质细胞以剥离的形式脱离羊毛纤维,造成羊毛织物强度严重损伤.

2.5 复合酶处理羊毛织物的效果

先用 E1 酶去除鳞片最外层的类脂层或用 H₂O₂ 预处理,再加入 E2,反应时间为 20 min,温度为 50 ℃,最后同时加入 E3,E4,反应时间为 40 min,相应的 pH 和温度与前面相同.试验结果见表 6.

表 6 复合酶处理的羊毛织物效果

Tab.6 The results from treatment with composite enzyme

E1 (o. w. f) %	E2 (o. w. f) %	E3 (o. w. f) %	E4 (o. w. f) %	H ₂ O ₂ (ml/L)	毡缩 率/%	减量 率/%	断裂 强力/cN	断裂伸长 率/%
0	0	0	0	0	12.27	1.83	223.9	31.09
0	0.5	0	1.0	0	3.83	3.12	223.1	31.44
0.1	0.5	0	1.0	0	2.43	3.10	227.0	32.48
0.4	0.5	0	1.0	0	3.91	3.13	230.2	32.21
0.1	0.5	2	0	0	3.49	5.20	216.6	35.04
0.1	0.5	2	0.5	30	3.12	4.11	226.8	39.58

从表 2~6 的数据对比看出,单用酶 E4 或 E3 处理不如用复合酶处理防毡缩效果好.复合酶处理后,羊毛织物的减量率减小,防毡缩效果增加显著,羊毛织物的断裂强力和断裂伸长率略有增大.说明羊毛织物在复合酶处理后损伤降低到理想状态,这是单用蛋白酶处理无法达到的.

3 结 论

用转谷氨酰胺酶处理羊毛织物,羊毛织物的减量率接近零,毡缩率明显下降,TG 和蛋白酶等同时处理,防毡缩效果超过单用蛋白酶处理,且处理后羊毛织物的减量率有所下降,断裂强力和断裂伸长率略有升高,说明 TG 和蛋白酶共同作用羊毛织物

时,这两种酶存在互补协同作用,在改善其染色性能和提高其防毡缩性能的同时,降低了羊毛织物的

减量率,对羊毛织物的损伤大大降低,达到了理想效果.

参考文献:

- [1] 张红城,彭志英,赵谋明等.转谷氨酰胺酶在食品中的应用[J].食品与发酵工业,1998,24(3):73-76.
- [2] 钱国砥.纺织品的生物酶整理[J].印染,2000(4):39-43.
- [3] MCDEVITT, TASON PATRICR, WINKLER. Method for enzymatic tretmen[P].美国专利:USP6051033,2000-04-18.
- [4] HIRAKU ITO. Shrink-Resistant Properties and Surface Charateristics of Wool Fibers Treated with Multifunctional Epoxides[J]. *Textile Res*, 1994, 8:440-444.
- [5] 孙铠,周文龙.羊毛针织物生物防毡缩整理[J].毛纺科技,1997(5):42-47.
- [6] 方景芳.羊毛纤维的酶处理[J].毛纺科技,2001(3):40-47.
- [7] 李影,丁霄霖.生物酶在羊毛织物防毡缩工艺中的应用[D].无锡:无锡轻工大学,1999.

(责任编辑 杨萌)

(上接第647页)

从表4中可以看出,原酱油粉的吸湿率较大,添加麦芽糊精可以降低酱油粉的吸湿率,而且随着麦芽糊精添加量的增加,酱油粉的吸湿率随之明显降低,这将有利于酱油粉的保存.在相同添加量条件下,添加交联麦芽糊精的酱油粉比添加麦芽糊精的酱油粉吸湿率低,这是因为交联麦芽糊精的吸湿率较低.

3 结论

1) 麦芽糊精的吸湿率随DE值、相对湿度的增加而增加.

2) 交联麦芽糊精的吸湿率在任一相对湿度下均小于同一DE值的麦芽糊精的吸湿率,在高相对湿度范围内,差别更明显.相对湿度为100%时,交联麦芽糊精的吸湿率比同一DE值麦芽糊精吸湿率下降33.00%.

3) 交联麦芽糊精与麦芽糊精的吸湿率都随粒径的减小而增加.

4) 在酱油粉中添加麦芽糊精与交联麦芽糊精后,其吸湿率明显低于纯酱油粉的吸湿率;添加量相同时,加交联麦芽糊精的酱油粉的吸湿率低于加麦芽糊精的酱油粉的吸湿率;添加同一种样品,随着添加量的增加其吸湿率明显降低.

参考文献:

- [1] 吴正达.粉末酱油的制造技术[J].中国调味品,1994(6):16-18.
- [2] 赵春涛,周世英.食品用交联淀粉的研究[J].中国粮油学报,1990(4):7-11.
- [3] 蔡智,陈春郁,李月英.湿度发生器及湿度测量[J].仪表技术与传感器,1997(4):30-32.
- [4] HARI P K, BHALLA S. Some studies on modified starch for low humidity application[J]. *Starch/Stäch*, 1986, 38(9):301-305.
- [5] 尤新.淀粉糖品生产与应用手册[M].北京:中国轻工业出版社,1997.

(责任编辑 朱明)