

# 蛋白酶对羊毛织物毡缩性影响的研究

朱洁 邱晓忠

(无锡协新集团)

【摘要】 本文用蛋白酶对羊毛进行处理,通过正交试验,获得了羊毛纤维损伤小,毡缩率低的最佳复配方案和工艺条件。

关键词:毛织物 羊毛 防毡缩 蛋白酶 酶处理 影响

中图分类号:TS 195

羊毛织物的生物酶整理是指利用蛋白质酶对羊毛织物进行减量加工,酶作为一种生物催化剂提供了较温和、少污染、非腐蚀性的工艺条件,与传统的氯化一树脂二步法防毡缩工艺相比具有对羊毛织物损伤最小和保护环境的优点。因此,越来越受到人们的重视。

但是,工业化酶种类的缺少,尤其是专门应用于羊毛防毡缩研究的酶更少,这是影响生物防毡工业化的重大问题。本文对复配酶在羊毛织物上的毡缩性影响进行了研究,通过正交试验找出了最佳工艺。

## 一、作用机理

羊毛纤维主要由蛋白质组成,是蛋白酶的理想基质。存在着不同程度专一性的蛋白酶,其范围从几乎非专一性到高度专一性。如果用非专一的蛋白酶,则蛋白纤维能被完全溶解。可以选择高效的蛋白酶把鳞片或角质层锉去。要达到羊毛的高度防毡缩性,要解决两个问题:①酶的侵袭应有效地指向角质层,以降低发生在皮质层的一般性纤维损伤。②酶的催化反应应该是均匀的,不均匀的反应将大幅度降低防缩效果。显然,用单一的专一性的酶很难达到防毡缩的目的。可以选择几种专一性的蛋白酶共同对羊毛作用来解决防毡缩的目的,由于蛋白酶本身就是蛋白质,蛋白酶之间的相容性很重要。

## 二、实验材料

### 1. 试验织物

JV25062 全毛凡立丁:经密 258 根/10cm, 纬密 208 根/10cm, 纱支 62/2, 185g/m<sup>2</sup>。

### 2. 酶制剂(见表1)

表1 选用的蛋白酶制剂

编号	名称	产地	最佳 pH 值	最佳活性温度(℃)
1	蛋白酶 E1	进口	5~7	45~50
2	蛋白酶 E2	进口	8~10	50~55
3	蛋白酶 E3	国产	5~7	50

## 三、实验方法

### 1. 毡缩率的测定

参照 GB8629 - 88,用小天鹅全自动洗衣机,洗液温度 40℃左右,洗衣粉 4g/l,加水 40l,并加 1kg 织物,浴比为 1:40,连续洗涤 3h。洗后清水洗二次,然后脱水烘干,待织物吸湿平衡后,按下式计算面积收缩率(毡缩率)

毛缩率(%) = (1 - 洗后织物面积/洗前织物面积) × 100

### 2. 织物断裂强力和断裂伸长率的测定

根据 GB3916 - 83 标准在 USTER TEN-SORAPID3 上测量织物断裂强力和断裂伸长率。

### 3. 实验采用正交实验设计法(见表2)

表2 L<sub>16</sub>(4<sup>5</sup>) 正交实验各因子水平

	1	2	3	4
A E <sub>2</sub> (O. W. F)	0.5%	1%	2%	4%
B E <sub>1</sub> (O. W. F)	0.3%	0.5%	1%	2%
C H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (ml/l)	30	40	50	60
D E <sub>3</sub> (O. W. F.)	2%	4%	6%	8%
E 加入方式	E <sub>1</sub> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> E <sub>3</sub> + E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub> + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> E <sub>3</sub> + E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> E <sub>3</sub> E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> E <sub>3</sub> E <sub>2</sub>

## 四、实验结果和讨论

### 1. 初步正交实验(见表3)

表 3 预氧化 E<sub>1</sub> E<sub>2</sub> E<sub>3</sub> 复配酶处理防毡缩效果正交实验 4 L<sub>16</sub>(4<sup>5</sup>)

样号	A	B	C	D	E	毡缩率 (%)	强力 (cN)	断裂伸长率 (%)
0	0	0	0	0	0	12.27	224.3	31.02
1	1	1	1	1	1	3.72	226.8	39.58
2	1	2	2	2	2	6.25	218.9	39.19
3	1	3	3	3	3	3.72	215.0	33.13
4	1	4	4	4	4	7.71	210.7	30.54
5	2	1	2	3	4	5.98	206.6	28.76
6	2	2	1	4	3	3.86	206.1	24.35
7	2	3	4	1	2	6.62	206.5	31.24
8	2	4	3	2	1	4.95	204.6	30.79
9	3	1	3	4	2	3.37	193.2	24.19
10	3	2	4	3	1	3.48	203.7	29.8
11	3	3	1	2	4	3.55	196.0	21.54
12	3	4	2	1	3	2.67	179.0	19.31
13	4	1	4	2	3	2.14	156.8	17.02
14	4	2	3	1	4	4.32	179.8	20.32
15	4	3	2	4	1	3.01	177.4	20.02
16	4	4	1	3	2	3.44	175.6	20.52

本研究在初步掌握有关工艺参数的基础上,采用正交实验设计法寻找最佳工艺条件,衡量指标为毡缩率、织物断裂强力和断裂伸长率,最佳工艺条件希望在断裂强力和断裂伸长损伤较小的情况下获得较好的防毡缩效果。

表 4 极差数据分析

		A	B	C	D	E
毡缩率 (%)	极差	6.25	4.17	3.72	4.42	3.88
		5.53	4.72	4.47	4.23	4.92
		3.27	4.23	4.09	4.46	3.09
		3.23	4.87	5.12	4.66	5.37
		3.02	0.66	1.39	0.43	2.28
		217.9	195.9	201.2	192.9	203.1
断裂强力 (%)	极差	206.0	202.1	195.4	194.1	198.6
		193.0	201.2	200.0	200.2	189.3
		172.4	192.5	194.4	196.9	198.3
		45.5	9.6	6.8	7.3	13.8
		5.61	27.39	25.94	27.61	30.05
断裂伸长 (%)	极差	8.79	28.42	26.82	27.14	28.79
		3.71	26.48	27.22	28.05	23.45
		9.47	25.29	27.15	24.78	25.29
		6.14	3.13	1.28	3.27	6.6
		217.9	195.9	201.2	192.9	203.1

从表 4 的极差数据看,各因素对各指标的重要次序为:

毡缩率(%) A > E > C > B > D

断裂强力(cN) A > E > B > D > C

断裂伸长率(%) A > E > D > B > C

从毡缩率的极差结果看首先增加 E<sub>2</sub> 浓度,羊毛织物的毡缩率下降幅度较大,当 E<sub>2</sub> 从 0.5 ~ 4% (o, w, f) 毡缩率由 6.25% 下降至 3.23%,下降了 3 个百分点,其次复配酶加入方式对羊毛织物的毡缩率影响较大。其中 E<sub>1</sub> H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> E<sub>2</sub> E<sub>3</sub> 即先加 E<sub>1</sub> 处理 20 分钟,再用 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 预氧化处理 30 分钟,尔后加 E<sub>2</sub> 作用 40 分钟,再加 E<sub>3</sub> 作用同样 40 分钟,这样处理其羊毛织物的毡缩率最小为 3.09,但同时羊毛织物的断裂强力及断裂伸长率损失很大,羊毛纤维断裂现象较严重,对羊毛的损伤很大。所以在复配酶加入方式上,可以考虑选择第 1 加入方式。即 E<sub>1</sub> H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> E<sub>3</sub> + E<sub>2</sub> 这样既简化了加入步骤又可以节省时间,且可以达到预期的效果。其对应的毡缩率为平均 3.88%,而其对应的断裂强力为 203.1% 损失 9%,断裂伸长率为 30.05%,损失 3.1%,还是可以接受的。

2. 工艺的进一步优化

表 5 试样处理条件及处理的织物效果

	A	B	C	D	E	毡缩率 (%)	断裂强力 (cN)	断裂伸长率 (%)
1 #	0	0	30	0		9.00	224.2	31.01
2 #	0.5	0.3	30	0	E <sub>1</sub> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> E <sub>3</sub> + E <sub>2</sub>	4.37	213.04	32.45
3 #	0.5	0.6	30	2	E <sub>1</sub> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> E <sub>3</sub> + E <sub>2</sub>	2.16	214.81	33.91
4 #	1	0.3	30	2	E <sub>1</sub> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> E <sub>3</sub> + E <sub>2</sub>	4.32	204.12	27.25
5 #	0	0.3	30	2	E <sub>1</sub> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> E <sub>3</sub>	2.96	209.43	31.42
6 #	0.5	1	30	5%	E <sub>1</sub> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> E <sub>3</sub> + E <sub>2</sub>	2.23	207.32	31.37

A: E<sub>2</sub> 浓度(o, w, f); B: E<sub>1</sub> 浓度(o, w, f);

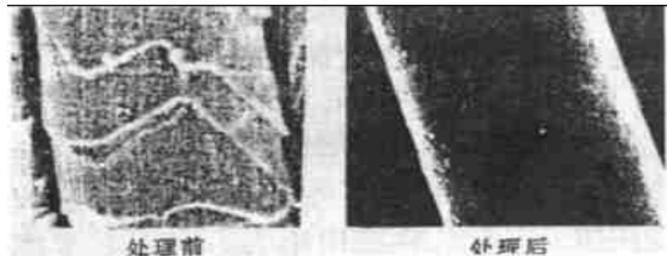
C: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 浓度; D: E<sub>3</sub> 浓度(o, w, f);

E: 加入方式, E<sub>2</sub> + E<sub>3</sub> 表示 E<sub>2</sub>、E<sub>3</sub> 共浴,一起加。

由表 5 的结果看,用复合酶处理的毡缩率均较好,其中 3 #、5 #、6 # 毡缩率在 3% 以下。综合比较断裂强力和断裂伸长率的变化,3 # 样为最好,其毡缩率最小,为 2.16%,断裂强力最小,为 4.18%,断裂伸长率反而比空白增加,增加幅度最大为 9.35%,下图为处理前后羊毛的

电镜照片。处理后的羊毛酶解迹象明显,鳞片剥除均匀。说明选用的蛋白酶对羊毛协同作用明显。由于选用的蛋白酶具有高度专一性,能够把蛋白酶的催化反应有效地控制在羊毛角质层,并且蛋白酶 E<sub>2</sub> 对羊毛的作用机理是对羊毛的角质蛋白进行交链,所以降低了发生在羊毛皮质层的一般性纤维损伤。而且可机洗的目标是可以达到的。

最佳工艺条件为: E<sub>1</sub> 0.6%; E<sub>2</sub> 0.5%; H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30 ml/l; E<sub>3</sub> 2%



处理前后羊毛的电镜照片

酶加入方式: E<sub>1</sub> H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> E<sub>2</sub> + E<sub>3</sub>

## 五 结论

1. 用复配酶对羊毛进行处理,鳞片剥除均匀,羊毛的损伤很小,是可以接受的。

2. 通过正交试验,对复配酶在羊毛上处理的工艺条件进行优化,获得了羊毛纱强力损伤小且防缩效果好的工艺条件,在生产上可望得到应用。

## 参 考 资 料

- [1] 《印染译丛》,1997, No. 2, P. 60 ~ 67.
- [2] 《毛纺科技》,1997, No. 5, P. 42 ~ 47.
- [3] 韩之俊 曹秀玲编著:《统计技术》,南京理工大学, P. 52 ~ 66.
- [4] 《印染译丛》,1996, No. 4, P. 64 ~ 72.
- [5] GB8629-88.