

糜蛋白酶预处理羊毛的低温染色性能

袁淑军

(盐城工学院 纺织服装学院, 江苏 盐城 224051)

摘要:用正交试验法研究了糜蛋白酶对羊毛纤维的预处理情况,再用染料酸性大红 BS 在较低温度下对预处理后的羊毛进行染色,测定了羊毛的上染率、表观色深值、断裂强力等性能。实验结果表明:在糜蛋白酶用量为 2% (owf)、pH 值为 7、温度为 40 ℃、时间为 60 min 的预处理条件下,酸性大红 BS 在 80 ℃下染羊毛的上染率达到 95.1%,色深值(K/S)达到 15.05,强力下降率只有 5.78%,与常规染色工艺条件下的染色性能相比,上染率和色深值均有提高,而纤维强力损失较小。

关键词:糜蛋白酶;预处理羊毛;上染率;色深值;强力

中图分类号:TS193.2

文献标识码:A

文章编号:1671-5322(2012)04-0001-04

羊毛及其纺织物的染色通常采用强酸性染浴和高温沸染(>100 ℃)的常规染色工艺,但在此条件下,羊毛纤维会发生部分水解,导致纤维强力下降较大,染色后织物颜色泛黄,手感粗糙,降低了羊毛纤维的纺纱性能^[1],因此探索羊毛的低温染色工艺很重要。

目前低温染色方法有:甲酸法、尿素法、溶剂法、表面活性剂法以及氧化还原法等,其目的是使蛋白质纤维在化学试剂的作用下变性,解除羊毛鳞片层表面胱氨酸的屏障,从而使染料扩散速率提高,容易渗透到纤维内部,使染料容易固着在纤维上^[2]。以上方法虽有成效,但因成本高或者工艺复杂以及某种染料的局限性并未得到广泛应用。羊毛染色前用蛋白酶对其进行处理时,蛋白酶是肽链水解的催化剂,可促使羊毛中的缩氨酸键水解,能够不同程度地剥除鳞片表层、鳞片层或者类脂层,松懈羊毛表面紧密结构,使羊毛低温染色成为可能^[3]。另外它是一种绿色环保的高新技术,能耗低,不会引起环境污染。经过处理的羊毛染色性能大大优于未经处理的羊毛,在低温下染色的羊毛手感柔软丰厚,羊毛织物不易起球、不易缩水,因此酶处理法引起人们的重视^[4]。本文研究了羊毛经糜蛋白酶处理后的低温染色性能。

1 实验

1.1 实验材料与仪器

1.1.1 实验药品与材料

澳毛 9.72 tex(石家庄市第二毛纺厂);糜蛋白酶(海南灵康制药有限公司);酸性大红 BS(广州伟伯化工有限公司);盐酸(上海化学试剂一厂);元明粉(南通市宏强盐化有限公司)等。

1.1.2 试验仪器

722S 型可见分光光度计(上海精密仪器有限公司);LLY-06A 型电子单纤维强力仪(莱州市电子仪器有限公司);Color-Eye 7000A 型电脑测色配色仪(上海理宝公司);电子天平(苏州赛恩斯仪器有限公司)等。

1.2 试验方法

1.2.1 蛋白酶改性处理

用糜蛋白酶对羊毛进行改性处理,采用 4 因素(酶的浓度、处理温度、处理时间和 pH 值)3 水平的正交试验,浴比为 1:100,根据不同的工艺条件(见表 1)对羊毛进行预处理。

1.2.2 羊毛的染色工艺

用酸性大红 BS 对处理后的羊毛的低温染色工艺条件为:染料 2% (owf),浴比 1:100,pH 值为

收稿日期:2012-10-08

作者简介:袁淑军(1964-),男,江苏盐城人,教授,博士,主要研究方向为纺织品用染整助剂。

表 1 正交试验条件
Table 1 The conditions of orthogonal experiment

水平	因素			
	A 酶用量%,owf	B θ/℃	C pH 值	D t/min
1	1	25	5	40
2	2	40	7	60
3	3	55	9	80

2~3, 硫酸钠 2% (owf), 40 ℃ 时羊毛入染, 缓慢升温到 80 ℃ 保持 40 min, 降温到室温, 水洗。未处理羊毛的常规染色工艺中染浴配比同上, 只是保温温度改为 100 ℃。

低温染色工艺曲线图如图 1 所示。

1.2.3 上染率测试

在酸性大红 BS 最大吸收波长(530 nm)下, 用722S型分光光度计分别测定羊毛染色前后染

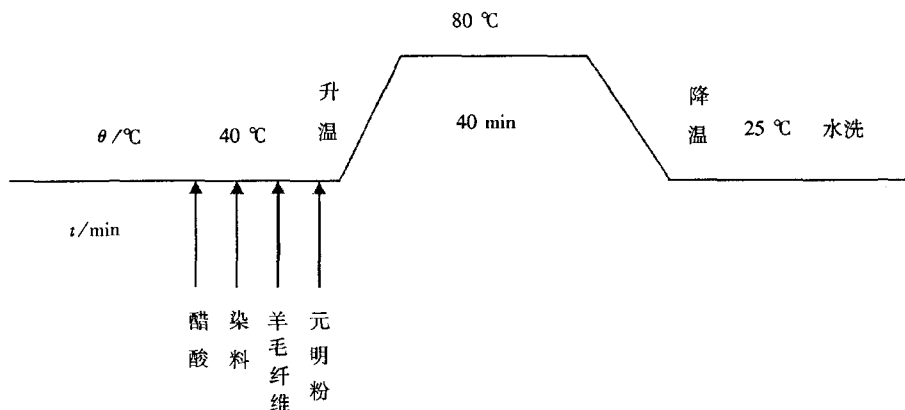


图 1 低温染色工艺曲线
Fig. 1 The Process curve of low temperature dyeing

浴的吸光度 E_0 和 E_1 , 根据式(1)计算出上染率。

$$\text{上染率} = (1 - E_1/E_0) \times 100\% \quad (1)$$

1.2.4 K/S 值测试

在 Color - Eye 7000A 型电脑测色配色仪上直接测得染色羊毛的表观色深值 K/S。

1.2.5 纤维强力测试

随机抽取 10 根长度为 20 mm 以上的染色羊毛纤维, 在电子单纤维强力仪上测定其断裂强力, 计算各组的平均值。

2 结果与讨论

2.1 酶处理工艺对羊毛纤维上染率的影响

用糜蛋白酶在正交试验条件下处理的 9 组羊毛以及未处理的羊毛, 经酸性大红 BS 的低温染色后的上染率结果与分析见表 2。

从表 2 的各组上染率来看, 处理过的每组羊毛的低温上染率都高于未处理羊毛的低温上染率, 但有些还低于未处理羊毛的常规工艺染色上染率。说明羊毛经酶处理后有利于低温染色。通过极差分析法可知, A 因素(酶用量)在 3 水平下的上染率平均值($k_1 \sim k_3$)中 k_2 最高, k_3 与 k_2 接近, 因此选择第 2 水平值为最佳值, 即酶用量选择

2% (owf) 为最佳值; 同此类推, B 因素(处理温

表 2 处理羊毛的上染率试验结果与分析

Table 2 Results and analysis of dye uptake of pretreated wool

实验组	因素				上染率/%
	A	B	C	D	
1	1	1	1	1	80.86
2	1	2	2	2	91.03
3	1	3	3	3	87.93
4	2	1	2	3	93.44
5	2	2	3	1	94.31
6	2	3	1	2	93.79
7	3	1	3	2	94.37
8	3	2	1	3	95.13
9	3	3	2	1	91.76
k_1	86.60	89.56	89.93	88.98	
k_2	93.85	93.49	92.08	93.06	
k_3	93.75	91.16	92.20	92.17	
极差 R	7.25	3.93	2.27	4.08	

注: 未处理羊毛的低温染色上染率为 75.86%; 未处理羊毛常规工艺染色上染率 92.23%

度)最佳值为 40 ℃; C 因素(pH 值)最佳值为 7, 这是考虑到羊毛不耐碱, 且 pH 为 7 时与 9 时的差异不大, 故选择最佳 pH 值为 7; D 因素(处理时

间)最佳值为 60 min。从各因素的极差 R 值来看,酶用量对上染率影响最大,说明随着酶用量对上染率影响最大,说明随着酶用量的增加,加大了其对羊毛表面肽键水解的作用,使表面鳞片层的破坏程度提高,从而减少了染料向纤维内部渗透的阻力,上染率得以提高^[5]。

2.2 酶处理工艺对羊毛纤维 K/S 值的影响

用酸性大红 BS 对处理前后的羊毛染色后,用电脑测色配色仪测出的表观色深值 K/S 的数据与分析列于表 3。

表 3 染色羊毛 K/S 值的结果与分析
Table 3 Results and analysis of K/S value of dyeing wool

实验组	因素				K/S 值
	A	B	C	D	
1	1	1	1	1	8.84
2	1	2	2	2	12.16
3	1	3	3	3	10.06
4	2	1	2	3	13.52
5	2	2	3	1	14.15
6	2	3	1	2	13.87
7	3	1	3	2	14.24
8	3	2	1	3	14.81
9	3	3	2	1	12.56
K_1	10.35	12.20	12.51	11.85	
K_2	13.85	13.71	12.75	13.42	
K_3	13.87	12.16	12.81	12.80	
极差 R	3.52	1.55	0.30	1.57	

注:未处理羊毛低温染色后的 K/S 为 6.36;未处理羊毛常规工艺染色后的 K/S 为 14.18

从表 3 中 K/S 值来看,经过低温染色,用酶处理过的羊毛的 K/S 均比未处理羊毛的高,但有些赶不上未处理羊毛经常规高温染色后的 K/S 值。再通过极差分析法可知,A 因素(酶用量)在 3 水平下的 K/S 值平均值($k_1 \sim k_3$)中 k_3 最高,但 k_2 与 k_3 接近,因此选择第 2 水平值为最佳值,即酶用量选择 2% (owf) 为最佳值;依此类推,B 因素(处理温度)最佳值为 40 ℃;C 因素(pH 值)对 K/S 值影响不大,因而最佳值先 pH = 7;D 因素(处理时间)最佳值为 60 min。从极差 R 值来看,酶用量对 K/S 值影响仍然最大。各因素对 K/S 值的影响规律与其对上染率的影响规律基本相同。

2.3 酶处理工艺对羊毛纤维断裂强力的影响

羊毛经过强酸性染料染色后,纤维的强力都

有不同程度的下降。表 4 列出了用酶处理后的羊毛再经酸性大红 BS 的低温工艺和常规高温工艺染色后的断裂强力下降率。

表 4 染色羊毛断裂强力下降率的结果与分析
Table 4 Results and analysis for breaking strength decrease of dyeing wool

实验组	因素				强力下降率/ %
	A	B	C	D	
1	1	1	1	1	3.28
2	1	2	2	2	4.84
3	1	3	3	3	3.78
4	2	1	2	3	5.17
5	2	2	3	1	5.29
6	2	3	1	2	5.13
7	3	1	3	2	5.33
8	3	2	1	3	5.85
9	3	3	2	1	5.02
K_1	3.97	4.59	4.75	4.53	
K_2	5.20	5.33	5.01	5.10	
K_3	5.40	4.64	4.80	4.93	
极差 R	1.43	0.74	0.26	0.57	

注:未处理羊毛经常规高温染色后的强力下降率为 10.36%

从表 4 中极差值来看,影响羊毛强力变化的主要因素仍然是酶的用量,其次是处理温度和时间。但从 9 组强力下降率数据上看,经酶处理后再低温染色的羊毛,其断裂强力下降率(最高为 5.85%)都远远小于未处理羊毛经常规高温染色后的强力下降率(10.36%),而且在实验中发现前者手感更柔软、滑顺。说明经酶处理再低温染色能保证羊毛损伤较小,强度变化不大的要求。

2.4 两种工艺的对比

经以上分析,用糜蛋白酶对羊毛预处理的最佳工艺条件为:酶用量为 2% (owf),处理温度为 40 ℃,处理时间为 60 min,处理液的 pH 值为 7。在此条件下处理的羊毛纤维经用酸性大红 BS 在低温(80 ℃)染色工艺条件下染色后的性能测试结果列于表 5。

表 5 羊毛在两种工艺下的染色结果
Table 5 Dyeing results in two processes

工艺	上染率/ %	K/S 值	强力下降率/ %	手感
酶处理染色工艺	95.10	15.05	5.78	柔顺
常规染色工艺	92.23	14.18	10.36	粗糙

两种工艺结果表明,酶处理染色工艺不但能满足染色性能要求,而且能大大降低羊毛的损伤程度,比常规染色工艺好。

3 结论

经糜蛋白酶预处理的羊毛纤维,可实现酸性大红 BS 染料的低温染色,其最佳处理工艺条件

为:酶用量为 2% (owf),处理温度为 40 ℃,处理时间为 60 min,处理液的 pH 值为 7;低温染色工艺条件为:染料 2% (owf),浴比 1:100,pH 值为 2~3,硫酸钠 2% (owf),40 ℃时羊毛入染,缓慢升温到 80 ℃保持 40 min。染色后的羊毛上染率可达到 95.10%,K/S 值为 15.05%,强力下降率为 5.87%。

参考文献:

- [1] 滑均凯. 毛和仿毛产品的染色与印花[M]. 北京:中国纺织出版社,2000.
- [2] 展义臻,赵雪,王伟. 羊毛低温染色方法与机理[J]. 上海毛麻科技,2007(3):27-33.
- [3] 崔淑玲,张雪晶. 酶变性处理在羊毛改性中的应用[J]. 毛纺科技,2006(5):17-20.
- [4] 刘振静. 羊毛纤维酶减量工艺的探讨[J]. 天津纺织科技,2006(3):8-9.
- [5] 王生,张瑞萍,贺良震. TG 酶改性羊毛织物的性能[J]. 印染,2012(8):9-13.

Low Temperature Dyeing Properties of Wool Pretreated by Chymotrypsin

YUAN Shu-jun

(College of Textile and Garment, Yancheng Institute of Technology, Yancheng Jiangsu 224051, China)

Abstract: The pretreatment of wool fibers with chymotrypsin was researched, then the pretreated wool was dyed with acid scarlet BS in low temperature dyeing process, the dye uptake, K/S value and breaking strength of dyeing wool were determined. The results of experiment expressed that, in the pretreatment conditions of 2% (owf) chymotrypsin, pH=7, 40 ℃ and 60min, the wool was dyed with acid scarlet BS at 80 ℃ to get 95.1% of dye uptake, 15.05 of K/S, 5.78% lose of breaking strength. Compared with Conventional process, both of the dye uptake and K/S value had increased while the lose of breaking strength was less.

Keywords: chymotrypsin; pretreatment wool; dye uptake; K/S; breaking strength

(责任编辑:沈建新)