

# 正交分析法在棉织物整理工艺中的应用研究

黄 晨 许云辉 何银地 项 伟

(安徽农业大学蚕业丝绸系,合肥,230036)

摘 要:通过对纯棉针织物酶整理效果的诸因素试验数据的正交分析,定量获得较优的工艺参数,优化了纤维素酶整理工艺。整理后柔软性、透气性、吸湿性等性能均有改善,且厚型纯棉针织物的整理效果更好。

关键词:正交分析 棉织物 整理 纤维素酶 减量率

中图分类号:TS 195.6 文献标识码:A 文章编号:0253-9721(2004)03-0052-03

本文研究了纯棉针织物的纤维素酶处理工艺,选择了 4 因子和 4 水平用正交分析法,分析影响酶洗效果各因素<sup>[1-3]</sup>,并以减量率、断裂强力、悬垂系数为综合指标,优化纯棉针织物的酶整理工艺。

## 1 实验材料、方法与内容

### 1.1 实验材料

1<sup>#</sup> 织物:20<sup>s</sup>/1 半畦编组织(厚型);2<sup>#</sup> 织物:纬编平针织组织(薄型);3<sup>#</sup> 织物:纯棉卡其布。

### 1.2 性能测试方法

减量率在 TG328B 分析天平上称量计算,断裂强力在 YG021 A-3 型单纱强力仪上按 GB3916-83 标准测试,透气性在 YG461 型织物中压透气量仪上按 GB5453-85 标准测定,毛效在 YGW-871 型毛细管效应仪上测试,悬垂系数在 YG321 型悬垂仪上测定,

白度在 ZBD 型白度仪上测试。

### 1.3 试 验

1.3.1 试样制备 将样布在实验室条件下,在干燥器内平衡放置 24 h 后,距布边 5 cm 以上沿纵向均匀剪取试样若干块。本试验所用织物为 20<sup>s</sup>/1 半畦编纯棉针织物(厚型),5 g/块。

1.3.2 酶洗工艺正交试验 采用酶用量、pH 值、酶处理温度、酶处理时间 4 个因子,每个因子分 4 个水平进行试验。用纤维素酶对棉针织物进行功能整理,减量率是衡量整理效果的主要指标;而断裂强力和悬垂系数是评价针织物整理后性能的主要指标。所以用减量率、断裂强力、悬垂系数作为综合指标对酶整理工艺进行优化,具体条件见表 1。

根据表 1 中的对应关系选择合适的正交表是  $L_{16}(4^4)$ 。

表 1 因素与水平

水平	A 酶用量(%,o.w.f)	B pH 值	C 温度(℃)	D 时间(min)
1	4	4.6	45	30
2	6	5.0	50	60
3	8	5.5	55	90
4	10	6.0	60	120

## 2 结果与讨论

### 2.1 正交试验设计及结果分析

为了减少系统误差,采用查随机数表的办法来安排实验次序,正交试验结果如表 2 所示<sup>[4]</sup>。

为了便于比较各因子的影响程度,故对 3 个综合指标进行加权处理,使之单一量化,应用统计分析软件 SPSS 对各因素的方差分析结果见表 3。

由表 3 中按加权平均  $F$  值大小决定各因子的主次顺序如表 4 所示。

从表 2 和表 4 分析可以看出,对减量率和悬垂系数 2 指标影响最大因子是 B 因子,且 1 水平效果最好;其次是 C 因子,3 水平效果最好;而 A 和 D 因

子相对于 B 因子和 C 因子来说,影响不太明显,可以取任何水平;但 D 因子又比 A 因子影响较大,位于 C 因子之后。对断裂强力影响最大的因子是 C 因子,4 水平最好,但 4 水平时的减量率过低,故综合考虑取 3 水平;而 D 因子位居其后,影响较大,且 1 水平最好,但 1 水平时的减量率也较低,再从节省工艺处理时间来考虑取 2 水平;因子 A 和 B 影响小,可以取任何水平。所以,在结合单因素实验基础上,再根据实际生产情况综合起来考虑,进口酶 1 (纤维素酶 R-10) 对纯棉针织物(厚型)整理的最佳工艺配方组合是:  $A_2 B_1 C_3 D_2$ 。

### 2.2 对比试验

用以上正交试验所得最佳结果(工艺组合:  $A_2 B_1 C_3 D_2$ ) 对 3 种样布[1# 织物:20#/1 半畦编组织(厚型);2# 织物:纬编平针织物(薄型);3# 织物:纯棉卡其布]分别进行处理,得出结果见表 5,进一步验证试验结果可行性和对比不同规格样布效果的提高性。

表 2 正交试验结果

试验号	A 酶用量(%,o.w.f)	B pH 值	C 温度(℃)	D 时间(min)	悬垂系数 (%)	减量率 (%)	透气量 ( $L \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ )	断裂强力 (N)	毛效 (cm/30 min)
1	4	4.6	45	30	31.91	2.50	406	110.06	11.5
2	6	5.0	45	60	34.53	3.19	424	101.36	13.4
3	8	5.5	45	90	33.56	2.88	410	95.87	11.8
4	10	6.0	45	120	30.33	2.45	375	103.67	11.3
5	6	4.6	50	90	36.20	4.66	437	89.69	15.5
6	4	5.0	50	120	34.58	3.65	418	100.12	14.1
7	10	5.5	50	30	29.93	1.87	371	108.44	11.3
8	8	6.0	50	60	29.96	2.03	367	98.57	11.8
9	8	4.6	55	120	36.07	4.11	435	90.42	15.2
10	10	5.0	55	90	35.43	3.93	429	88.14	15.0
11	4	5.5	55	60	33.24	2.88	394	94.26	13.4
12	6	6.0	55	30	30.45	2.47	373	96.72	12.7
13	10	4.6	60	60	35.27	3.61	432	95.87	14.9
14	8	5.0	60	30	33.45	3.09	391	106.12	13.1
15	6	5.5	60	120	29.87	1.03	352	106.09	11.2
16	4	6.0	60	90	28.02	0.84	331	111.67	10.9
悬垂系数 (%)	$K_1$	127.75	139.45	130.33	125.74				
	$K_2$	131.05	137.99	130.67	133.00				
	$K_3$	133.04	126.60	135.19	133.21				
	$K_4$	130.96	118.76	126.61	130.85				
	极差	0.8940	18.0658	2.3254	2.2478				
减量率 (%)	$K_1$	9.87	14.88	11.02	9.93				
	$K_2$	11.35	13.86	12.21	11.71				
	$K_3$	12.11	8.66	13.39	12.31				
	$K_4$	11.86	7.79	8.57	11.24				
	极差	0.1893	2.4117	0.7998	0.1954				
断裂强力 (N)	$K_1$	416.11	386.04	410.96	421.34				
	$K_2$	393.86	395.74	396.82	390.06				
	$K_3$	390.98	404.66	369.54	385.37				
	$K_4$	396.12	410.63	419.75	400.30				
	极差	24.4556	21.6186	90.3178	47.9384				

表3 方差分析

	离差 ( $S_i$ )	自由度 (DN)	F 值	显著性	加权平均 F 值	显著性
减量率 (%)	A 因子水平间	0.7543	3	0.1878	A 0.4022	
	B 因子水平间	9.6649	3	5.3997	B 7.8215	极显著( ** )
	C 因子水平间	3.1819	3	0.9329	C 2.4680	较显著( * )
	D 因子水平间	0.7672	3	0.1911	D 0.9363	较有影响
	随机误差	2.4562	12			
断裂强力 (N)	A 因子水平间	97.8750	3	0.5447		
	B 因子水平间	86.3988	3	0.4733		
	C 因子水平间	361.4904	3	3.1774	较显著( * )	
	D 因子水平间	191.5449	3	1.2259	有影响	
	随机误差	79.2523	12			
悬垂系数 (%)	A 因子水平间	3.5920	3	0.1452		
	B 因子水平间	72.2700	3	9.5542	极显著( *** )	
	C 因子水平间	9.2565	3	0.3970	较有影响	
	D 因子水平间	9.0535	3	0.3874		
	随机误差	8.3548	12			

注:  $F > F_{0.01}(3, 12) = 5.95$  时有极显著影响;  $F > F_{0.05}(3, 12) = 3.49$  时有显著影响;  $F > F_{0.10}(3, 12) = 2.61$  时有较显著影响;  $F > F_{0.25}(3, 12) = 1.56$  时有影响。

表4 因子主次顺序

指标	因子主次顺序(主→次)
减量率 (%)	B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub> A <sub>3</sub>
拉伸断裂强力 (N)	C <sub>4</sub> D <sub>1</sub> A <sub>1</sub> B <sub>4</sub>
悬垂系数 (%)	B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub> A <sub>3</sub>
综合指标(按加权平均 F 值)	B→C→D→A

从表5可知,实验所用的3种织物经纤维素酶整理后,其柔软性、透气性和吸湿性均有较大提高,白度也有所改善。但2#织物和3#织物的强力下降过多,而1#织物(厚型)的强力保持在适当水平上,符合有关标准。

表5 3种织物测试结果

规格	减量率 (%)	断裂强力 (N)	强力保持率 (%)	悬垂系数 (%)	毛效 (cm/30min)	透气量 ( $L \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ )	白度/色差	
1# 织物	处理前	0	116.81	100	27.24	10.2	320	良好
	处理后	3.93	97.21	83.22	35.53	15.5	409	无明显色差
2# 织物	处理前	0	38.88	100	7.14	11.1	384	良好
	处理后	4.37	27.75	71.37	12.86	19.2	434	良好
3# 织物	处理前	0	82.49	100	7.32	10.0	315	良好
	处理后	4.14	61.37	74.39	12.15	15.0	397	较好

### 3 结论

1. 通过正交试验得出纤维素酶 R-10(进口酶1)处理纯棉针织物最佳工艺是:酶用量 6%(o.w.f)、pH 值为 4.6、温度为 55℃、时间为 60 min、浴比为 1:20~1:25。

2. 对比纤维素酶 R-10(进口酶1)处理后的纯棉厚型针织物,纯棉薄型针织物和纯棉机织物的整理效果可得出,纤维素酶 R-10 对棉针织物整理效果良

好,尤其是厚型棉针织物。

### 参 考 文 献

- 1 王光明等.棉、麻、人丝织物的酶洗工艺研究.印染,2002(4):6~10.
- 2 钱国坻.纺织品的生物酶整理.印染,2000(4):39~43.
- 3 罗兰译,C.H.温著.酶的结构和功能.北京:科学技术出版社,1983:52~96.
- 4 孙容恒.应用数理统计.北京:科学出版社,1998:383~505.

《纺织学报》订阅热线 010-65017778 转 8008