

牛角瓜纤维的活性染料染色工艺研究

董 华, 张瑞云

(东华大学 纺织学院, 上海 201620)

摘 要: 通过改变活性染料活性艳红 X-3B 染色温度、NaCl 质量浓度、Na₂CO₃ 质量浓度, 研究上染率随时间的变化趋势, 得到适宜牛角瓜纤维活性染料的染色方案: 活性艳红 X-3B 质量浓度 2%, 温度为 50℃, NaCl 质量浓度 40 g/L, Na₂CO₃ 质量浓度 5 g/L, 上染率可以达到 63.75%。并以 K/S 值及上染率为指标对比了 Na₂CO₃ 处理前后, 牛角瓜纤维染色性能的变化。

关键词: 牛角瓜纤维; 活性染料; 染色性能; 染色工艺

中图分类号: TS193.5

文献标识码: B

文章编号: 1001-2044(2018)12-0022-03

DOI: 10.16549/j.cnki.issn.1001-2044.2018.12.006

Dyeing process of akund fiber with reactive dyes

DONG Hua, ZHANG Ruiyun

(College of Textiles, Donghua University, Shanghai 201620, China)

Abstract: The effect of temperature, NaCl dosage and alkali dosage of Reactive Brilliant Red X-3B dye on the dyeing effect of akund fiber is studied. The optimum dyeing conditions are as follows: dye concentration of 2% (owf), temperature of 50℃, NaCl concentration of 40 g/L, alkali concentration of 5 g/L, the dye uptake can reach about 63.75%. The dyeing behaviors of K/S value and dye uptake of the dyeings before and after sodium carbonate treatment are compared.

Key words: akund fiber; reactive dyes; dyeing property; dyeing process

作为一种前景广阔天然纤维素纤维,牛角瓜纤维有着中空度高、体积密度小、光泽强、保暖性好、抗菌、柔软舒适等优异特性^[1-4],具有良好的市场前景。有研究者对直接染料沙拉菲尼^[5]、靛蓝染料^[6]在牛角瓜纤维的上染性能做了探究,而在活性染料方面的研究较少。由于活性染料染色鲜艳,水溶性好、易渗透、扩散快,染料分子基团能够与羟基、氨基反应结合,色牢度适中且价格经济,因此其在纤维素纤维、聚酰胺纤维和蛋白质纤维染色方面应用广泛。其主要的缺点在于染料水解问题,通过合理掌控染色温度、时间以及碱剂用量能够达到理想的染色效果。牛角瓜纤维纵向光滑,但表面有微小缝隙,且纤维中空,染料分子易于进入纤维之间或分子内部与纤维素上的羟基结合。

本文使用染料活性艳红 X-3B,探究了染色温度、盐(NaCl)质量浓度、碱(Na₂CO₃)质量浓度随时间变化对牛角瓜纤维染色效果的影响。

1 试验部分

1.1 试验材料与仪器

原料:云南产牛角瓜纤维。

收稿日期:2017-12-08

基金项目:国家重点研发计划资助(2017YFB0309100)

作者简介:董华(1994—),女,山西运城人,在读硕士研究生,主要从事牛角瓜纤维性能测试与产品开发方面的研究。

通信作者:张瑞云。E-mail:ryzhang@dhu.edu.cn。

设备:CP214型精密电子天平(奥豪斯仪器常州有限公司);DHG-9070型电热鼓风烘箱(上海一恒科学仪器有限公司);DK-S16型恒温水浴锅(上海玺袁科学仪器有限公司);Datacolor650型电脑测色配色仪(美国公司)。Lambd950型紫外分光光度计(Perkin-Elmer公司)。

试剂:NaCl,AR(上海凌峰化学试剂有限公司);Na₂CO₃,AR(上海凌峰化学试剂有限公司);活性艳红 X-3B,AR(南京都莱生物技术有限公司);JFC渗透剂,AR(江苏海安石油化工厂)。

1.2 牛角瓜纤维前处理方案

采用Na₂CO₃对纤维进行预处理,以去除蜡质、果胶、半纤维素等非纤维素类物质。具体工艺参数如下:Na₂CO₃质量浓度20 g/L,反应时间30 min,反应温度40℃。

1.3 牛角瓜纤维染色方法

染料用量2% (omf),浴比1:50, JFC 1 g/L,纤维2 g,探讨染色温度、NaCl质量浓度、Na₂CO₃质量浓度3个单因素随时间变化对上染性能的影响。

染色工艺如下:将牛角瓜纤维按浴比置入一定温度、质量浓度的染液中,上染60 min后,加入NaCl促染(分两次加入,间隔15 min);反应一定时间后加入Na₂CO₃固色,染色结束后将纤维皂洗、烘干。染色过程中连续记录上染率的变化。

染色试验单因素试验方案见表1。

表1 染色试验单因素试验设置

项目	温度/℃	NaCl 质量浓度/(g·L ⁻¹)	Na ₂ CO ₃ 质量浓度/(g·L ⁻¹)
1	25	10	2
2	50	20	5
3	70	30	10
4	90	40	15
5	80	50	20

1.4 染色性能的表现

1.4.1 上染率

纤维的上染率 C_i 可以通过测试上染前后残液吸光度的比值来表示,见式(1):

$$C_i = (1 - \frac{A_i}{A_0}) \quad (1)$$

式中: A_0 ——牛角瓜纤维染色前染液的吸光度;

A_i ——牛角瓜纤维染色后残液的吸光度

在实际测试时,为了获得较为精确的数值,需要将染液及残液分别稀释20倍,使得测得的吸光度数值小于1,以达到规定的标准范围。

1.4.2 表观得色深度

将染色后的纤维束整理成平整的纤维团,在 data-color650 型电脑测色配色仪上进行测试,选用9 mm 小口径测试。

2 结果分析

2.1 染液温度对牛角瓜纤维上染率的影响

在未加入 NaCl 与 Na₂CO₃ 的染液中,测试活性艳红 X-3B 在不同染液温度条件下对牛角瓜纤维染色的上染率随时间的变化,见图1、2。

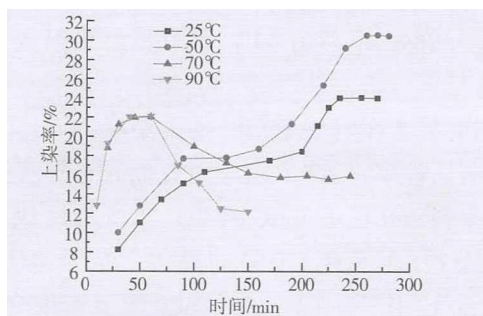


图1 不同温度下上染率随时间的变化

由图1可知,染液温度为25℃、50℃时,牛角瓜纤维的上染率随时间呈现正相关的增长,在230 min左右趋于稳定,上染百分率分别达到24.03%、30.55%;染液温度在70℃、90℃时,牛角瓜纤维的最大上染率随

时间呈先升高后降低的趋势,上染率最大值为22.03%、22.08%,最大上染率均低于25℃与50℃的上染率;而随着时间的延长,上染率逐步下降至15%、12%。原因在于温度升高,染料分子运动活性增加,所以50℃相对于25℃温度下反应的速率快且最终上染率高。因此升温能够提高上染速率,但是却会降低平衡百分率,而温度过高时,会造成染料分子的水解^[5],从而降低上染率。由此可知,活性艳红 X-3B 适宜的染色温度在25℃~50℃。综上分析,可选择50℃作为活性艳红 X-3B 的适合染色温度。

2.2 NaCl 质量浓度对纤维上染率的影响

选择温度为50℃,染料质量分数为2%,在90 min时分两次加入NaCl,两次间隔15 min。为了防止NaCl的促染作用导致染色不均匀,在反应的中后期加入电解质来增加纤维上染率,结果见图2。

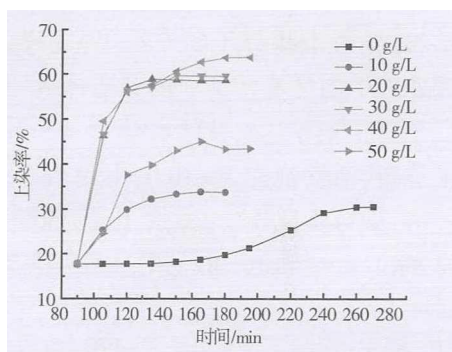
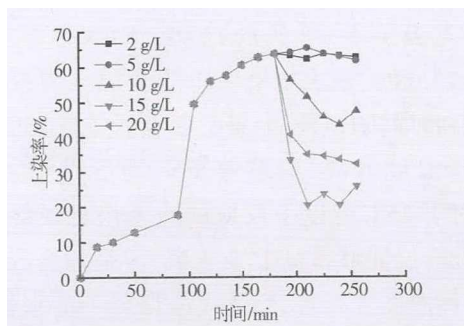


图2 NaCl 不同质量浓度条件下对纤维上染率的变化

从图2可知,加NaCl后纤维上染率的增长速率上升,上染率达到最大值,且达到稳定的时间缩短。NaCl质量浓度在20、30、40 g/L时增长速率大于50、10 g/L,NaCl质量浓度40 g/L时,上染率最大,为63.76%,并趋于稳定。随NaCl质量浓度的增加,上染率呈现先增后减的趋势,原因是活性艳红 X-3B 属于阴离子染料,而牛角瓜纤维带负电荷,两者存在电荷排斥力,加入中性电解质后,可减弱两者之间的电荷排斥力,达到促染效果^[6]。但NaCl的过量导致染料分子在水中发生聚集,同时会造成染液浓度过大,减缓染料分子的运动速度,上染率反而下降。因此活性艳红 X-3B 适合的NaCl质量浓度为40 g/L。

2.3 Na₂CO₃ 质量浓度对纤维上染率的影响

试验选择染液温度50℃,染料质量分数为2%于90 min分两次加入盐,180 min加入Na₂CO₃。Na₂CO₃主要作用是纤维的固色,其对上染率的影响见图3。

图3 Na_2CO_3 质量浓度对纤维上染率的影响

从图3可知,当 Na_2CO_3 质量浓度为2 g/L时,对纤维上染率影响较小; Na_2CO_3 质量浓度为5 g/L时,20 min内上染率有略微增加而后微小下降;当 Na_2CO_3 质量浓度大于5 g/L时,上染率均随着时间的延长而下降,且 Na_2CO_3 质量浓度越大,上染率下降速率越大,导致最后上染率均小于未加 Na_2CO_3 之前的上染率。原因在于:纤维在碱性条件下固色的同时促进了染料的水解,导致染料分子的失活^[5],造成染料的浪费以及后处理中的环境污染。因此选择 Na_2CO_3 用量为5 g/L,使得上染率达到较佳水平。

综上所述,活性艳红X-3B对牛角瓜纤维的较佳染色工艺为:染料质量分数2%,浴比1:50时,染色温度50℃,NaCl质量浓度40 g/L, Na_2CO_3 质量浓度5 g/L。

3 牛角瓜纤维染色性能的对比

纤维经过 Na_2CO_3 溶液处理即1.2处理方案后,纤维的活性艳红X-3B染色性能见图4。

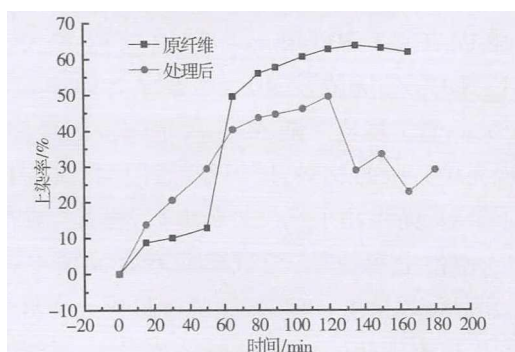


图4 纤维预处理前后的上染率曲线

由图4可知,反应时间在0~50 min时(染液中未加入NaCl或 Na_2CO_3),此时预处理后纤维的曲线斜率高于原纤维,说明预处理后纤维吸收染液、染料分子与纤维结合的速率提高;处理50 min后纤维上染率达到30%,未处理纤维约为13%;在反应50 min时加入40 g/L的NaCl,随着时间延长,未处理纤维与处理后纤维的上染率都会增加,但从增长速率、增长幅度看,

预处理后纤维均小于未处理纤维,最终上染率为49%,小于未处理纤维的上染率(63%);尤其在反应120 min加入5 g/L Na_2CO_3 之后,原纤维上染率有微小增长,预处理后的纤维上染率下降,之后随反应时间延长呈现波动但均低于原纤维的上染率。

分析原因在于,活性染料的上染原理是染料分子与纤维上的羟基基团的结合,预处理后纤维结晶度下降,许多基团被打开,纤维能够更快地与纤维上的羟基结合,因此在未加入NaCl、 Na_2CO_3 时,反应速率大于原纤维。而加入NaCl及 Na_2CO_3 后,最终的上染率却不及原纤维,是因为预处理去除了大量的半纤维素类物质及木质素等,而半纤维素类物质含有许多的羟基基团,木质素分子之间或内部连接了大量的氢键,也是由羟基结合而成,导致最终与纤维结合的羟基数量不及未处理纤维,因此上染率最终值比原纤维略小,K/S值也略低于未处理纤维。

此外,在用相同工艺上染预处理纤维加入 Na_2CO_3 后,即120 min之后,染料的上染率呈现波动,这是因为过多的 Na_2CO_3 导致染料的水解,而水解染料只是原先染料分子中不稳定的基团、原子被取代的过程,其性能与原染料十分类似,容易扩散吸附于纤维上,使得原染料分子无论是与水或纤维结合,被消耗尽后,又会产生一个新的动态平衡,从而产生了上染率的波动。

原纤维上染率为64%,CV值为4.15%;K/S值为3.37,CV值为7.0%。处理后上染率为49%,CV值为5.24%;K/S值为2.46,CV值为5.16%。

将活性染料上染牛角瓜纤维的最大上染率与前人所做的关于直接染料与靛蓝染料对纤维上染性能作对比,靛蓝染料为4.59%,沙拉菲尼尔直接染料:大红为95%,黄为98%,翠蓝为49%;活性艳红染料X-3B为64%。

可知,靛蓝在对牛角瓜纤维上染率方面远不及直接染料与活性染料,产业化应用应优先选择直接染料与活性染料。在已有文献中,牛角瓜纤维用沙拉菲尼尔直接染料(翠蓝色)上染的最佳方案为70℃,60~70 min,染料用量1%(omf),NaCl质量浓度20 g/L。活性艳红的较优工艺:染料质量分数2%,染色时间130 min左右,染色温度50℃,NaCl质量浓度40 g/L, Na_2CO_3 质量浓度5 g/L。直接染料所需的温度更高,而活性染料需要的时间与NaCl用量均多于直接染料,因此,产业化可以选择合适的方案决定具体选择何种

☞(下转第50页)

2.4 织造工艺

采用国产 G747-180 型剑杆织机进行织制。由于纱线粗,织物紧密,织造时须适当加大上机张力,并采用高后梁工艺,以利于打紧纬纱和开清梭口,同时应适当加大车间温湿度,以减少经纱断头。主要上机参数设定如下:车速为 180 r/min;上机张力为 8 kN;开口时间 300°,梭口高度 40 mm;进剑时间 75°、退剑时间 280°、两剑交接时间 180°;后梁高度 90 mm、停经架高度 50 mm,综平时间 320°;车间温度约为 28℃,相对湿度为 80%。

经采取上述工艺与措施后,坯布生产相当顺利,织造生产效率达 92%,下机一等品率为 85%。

3 后整理工艺

采用粗毛纺织物后整理工艺路线,其主要工序有预缩、起毛、剪毛、定型、蒸呢等,其工艺要点如下:

(1) 预缩时采用国产 SP1000 型预缩机,松式整理,控制好车速、蒸汽压力,保证预缩率达到 5%~6%。车速设定在 30 m/min 左右,蒸汽压力以 29.4 N 为宜。

(2) 起毛时采用单机起毛,二正二反,应根据织物绒面和强力情况,及时调整针辊速度和织物张力。主要工艺设定如下:起毛罗拉数量为 18 辊,起毛罗拉逆时针转速为 25 r/min、顺时针转速为 30 r/min,车速 20 m/min。

(3) 由于起毛后表面毛绒长短不一,需要将毛绒剪平齐,故须进行剪毛,其工艺设定为:185 mm 圆刀,车速 18 m/min。

(上接第 24 页)

染料。同时,直接染料的色泽也会对上染率产生重要影响,颜色也应成为考虑因素之一^[7]。

4 结 语

(1) NaCl、Na₂CO₃ 的质量浓度对提高染料上染率的作用十分明显。活性染料适宜的反应温度在 25℃~50℃。牛角瓜纤维染色的适宜条件为:在活性艳红 X-3B 质量分数 2%,染色温度 50℃,NaCl 质量浓度 40 g/L,Na₂CO₃ 质量浓度 5 g/L 时,上染率可以达到 64%。

(2) 牛角瓜纤维经过弱碱处理后,染料活性艳红 X-3B 的上染率略低于未处理前。

(3) 通过与直接染料、靛蓝染料的上染性能比较,活性染料可以成为潜在的牛角瓜纤维染色的染料之

(4) 定型时采用国产 VNE 型短环烘燥定型机,为保证织物尺寸稳定,应合理设定温度、车速等工艺参数:车速设为 25 m/min,温度 150℃,使超喂率达 3% 左右。

(5) 蒸呢时采用国产 N711 型罐蒸机,宜实施高效蒸呢工艺,其主要工艺参数设定为:蒸汽压力 39.2 N,汽蒸 15 min,抽冷 8 min。这样有助于提高纯棉仿毛织物的仿毛效果。

4 结 语

纯棉仿毛人字呢制成后送第三方检测,结果如下:经、纬向断裂强度分别为 1 187、1 043 cN,急弹、缓弹折皱回复角分别为 265°、282°,抗起球等级为 4 级,皂洗色牢度为 4~5 级、白布褪色牢度为 4~5 级,干摩、湿摩色牢度均为 4 级。由此可见,该产品质量较好,具有较好的服用性能,产品风格、色泽与粗纺毛产品相似,与纯毛织物相比,具有坚牢耐穿、尺寸稳定、易洗快干、免烫防蛀、色泽鲜艳、色彩多样、价廉物美等优势。



参考文献:

- [1] 陈慧珍,顾宗栋,蔡冠新.可机洗全毛粗纺人字呢面料的开发[J].上海纺织科技,2010,38(7):44-45.
- [2] 王卫青.涤粘仿毛产品的染整加工[J].印染,2017,43(14):22-25.
- [3] 姚海伟.涤/粘平行纱仿毛产品开发[J].纺织科技进展,2015(1):34-35.
- [4] 王成,孙国良,张龙江.T/R 仿毛彩呢的设计与生产工艺[J].山东纺织科技,2011,52(2):18-19.

一。



参考文献:

- [1] 费魏鹤,胡惠民,李璇,等.牛角瓜纤维的结构与性能研究[J].中国纤检,2011(7):80-83.
- [2] 中国科学院植物志编辑委员会.中国植物志[M].北京:科学出版社,1997.
- [3] 余艳娥,汤雷.木棉纤维活性染料的染色工艺探究[J].染整技术,2011,33(10):33.
- [4] 龙丹,郑小静,余刚,等.牛角瓜纤维的靛蓝染色[J].印染,2014(21):20.
- [5] 高静,赵涛.直接染料对牛角瓜纤维的染色性能[J].印染助剂,2012,29(6):33-38.
- [6] 李勇.木棉纤维的活性染料工艺探究[J].印染,2008(17):5-6.
- [7] 王佳璇.木棉纤维的染色性能研究[J].上海毛麻科技,2013(2):18.