

# 活性染料对大豆蛋白复合纤维的染色性能

吕景春<sup>1</sup>, 王建伟<sup>2</sup>

(1.盐城工学院 纺织服装学院, 江苏 盐城 224051;

2.无锡长泰纺织有限公司, 江苏 无锡 214101)

**摘要:** 研究了Remazol RR系列活性染料对大豆蛋白复合纤维的染色性能, 包括上染率、固色率、SERF值等。结果表明, 此系列染料上染大豆蛋白复合纤维具有较高的上染率和固色率, 且具有很好的重演性; Remazol RR系列中的黄Y-RR上染大豆蛋白复合纤维和棉纤维的对比显示, 大豆蛋白复合纤维与棉纤维有着不同的染色行为, 即加碱前, 活性染料与大豆蛋白复合纤维会发生一定程度的固着作用, 染料的吸附和固着是同时进行的, 推测这和活性染料与大豆蛋白复合纤维中的碱性氨基酸反应有关。另外指出, 活性染料染大豆蛋白复合纤维时应注意工艺的控制, 以保证染色匀染性; 同时, 不能片面采用棉纤维活性染料染色的SERF特征值表征大豆蛋白复合纤维活性染料的染色特性, 应根据实际情况进行调整。

**关键词:** Remazol RR活性染料; 大豆蛋白复合纤维; 染色性能; SERF值; 上染率; 固色率

**中图分类号:** TS 193.63+2

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1000-4033(2012)03-0025-04

随着生活水平的不断提高, 人们环保意识逐渐加强, 越来越需要经济型、生产过程中环境污染少的新型纤维。大豆蛋白复合纤维正好适应了这种需求。

大豆蛋白复合纤维(简称大豆纤维), 是将从大豆榨油后的豆粕中提取到的大豆蛋白改性, 再与聚乙烯基等的高聚物接枝、共聚、共混而成的一种合成纤维。该纤维单丝线密度低、密度小、质轻、强度高, 手感柔软似羊绒, 光泽柔和似蚕丝, 吸湿性好, 穿着舒适保暖<sup>[1]</sup>。

Remazol RR系列活性染料是由德司达公司生产的。该系列活性染料具有卓越的水溶性、较高的固

色率以及优良的牢度性能。由于其活性基团为乙烯砜基团, 染料母体为蒽醌结构, 因此所形成的染料与纤维之间的键非常稳定<sup>[2]</sup>。

本课题组通过研究在一定工艺条件下, Remazol RR系列活性染料在大豆蛋白复合纤维上的染色特征值, 为此类染料在工业生产中的实际应用提供参考依据。

## 1 实验部分

### 1.1 材料与试剂

材料: 大豆蛋白复合纤维(14.6 tex)与氨纶(2.2 tex)混纺弹力针织物(由无锡恒田纺织品有限公司提供), 煮漂前其白度约为59%, 漂白后其白度约为78%; 纯棉针织物。

试剂: Remazol RR系列活性染料; 碳酸钠、硫酸钠、柠檬酸、磷酸氢二钠等(均为分析纯试剂); 平平加O、中性皂洗剂(工业级)。

### 1.2 仪器与设备

振荡式染样机、722S型可见光分光光度计、Color-eye 7000A计算机测配色仪等。

### 1.3 SERF值研究实验

染色条件:

染料	2%
元明粉	40 g/L
纯碱	3 g/L
平平加O	0.5 g/L
浴比	1:30

皂洗条件:

**基金项目:** 盐城工学院新人培养项目(XKY2011023)。

**作者简介:** 吕景春(1979—), 女, 讲师, 硕士。主要从事纺织印染方面的分析与测试研究工作。

中性皂洗剂 2 g/L  
 温度 90 ℃  
 时间 15 min  
 具体步骤:加入染料、元明粉、平平加 O 和织物,在一定染色温度下,染色 40 min 后加入碱剂,继续染色 60 min,最后水洗、皂洗。

染色温度选择:采用恒温染色法,棉织物染色时温度选择 60 ℃;大豆蛋白复合纤维织物染色时温度选择 70 ℃。

#### 1.4 SERF 值的测定

染料上染率采用残液比色法测定,其中吸光度在 722S 型可见分光光度计上,采用 1 cm 厚的比色皿测定。

S 值为染色 40 min 即加碱前的染料上染率。

E 值为染色结束时染料的上染率。

R 值为加碱 5 min 时与染色结束时的染料固色率之比。

F 值为染色结束时,织物洗去浮色后的染料固色率。

S 值、E 值、R 值、F 值按公式(1)至(4)计算<sup>[3-4]</sup>:

$$S = \left(1 - \frac{A_1}{A_0}\right) \times 100\% \quad (1)$$

$$E = \left(1 - \frac{A_2}{A_0}\right) \times 100\% \quad (2)$$

$$R = \frac{F_1}{F} \times 100\% \quad (3)$$

$$F = \left(\frac{A_0 - A_2 - A_3}{A_0}\right) \times 100\% \quad (4)$$

式中:  $A_0$  为染色前染液的吸光度,  $A_1$  为染色 40 min 时染液的吸光度,  $A_2$  为染色结束时染液的吸光度,  $A_3$  为染色结束后织物洗去浮色的皂洗液的吸光度,  $F_1$  为加碱 5 min 时染料的固色率( $F_1$  计算方法类似于  $F$  计算方法)。

#### 1.5 移染指数 MI 的测定

将 2 块等质量的织物 A 和 B 同时置于同一染浴中,在不加碱的

条件下染色 40 min, 然后取出、水洗、晾干。

染色处方为:

染料 2%  
 元明粉 40 g/L

接下来,取一块与染色织物 B 等质量同类白色织物 C, 并将织物 C 与染色织物 B 置于和上述染色条件相似的染浴(只是不加染料)中,移染处理 60 min, 然后取出、水洗、晾干。

测定试样的表观色深 K/S 值,按公式(5)计算:

$$MI = \frac{(K/S)_A}{(K/S)_B} \times 100\% \quad (5)$$

式中:  $(K/S)_A$  和  $(K/S)_B$  分别为织物 A 的 K/S 值和移染试样 B 移染处理后的 K/S 值。

#### 1.6 匀染因子 LDF 的测定

LDF 的测定按(6)计算:

$$LDF = \frac{S}{E} \times MI \quad (6)$$

## 2 结果与讨论

### 2.1 活性染料对大豆蛋白复合纤维的上染率和固色率

采用 Remazol RR 系列的活性染料对大豆蛋白复合纤维弹力针织物进行染色和固色实验,结果如图 1 所示。

图 1 为 3 只染料分别对大豆蛋白复合纤维的上染率和固色率曲线。由图 1 可看出,无论是哪种染料,染色过程均显示了相同的规律,即染料对大豆蛋白复合纤维开始上染较快,然后逐渐减慢,在染色 40 min 加入碱剂后,上染率又加快,然后又逐渐减慢,达到新的平衡。

一般来讲,活性染料的染色分为上染和固着两个阶段,图 1 的上染率曲线和固色率曲线基本反映了这 2 个阶段。

上染阶段,在电解质存在下的中性染液中,染料克服了因染料水

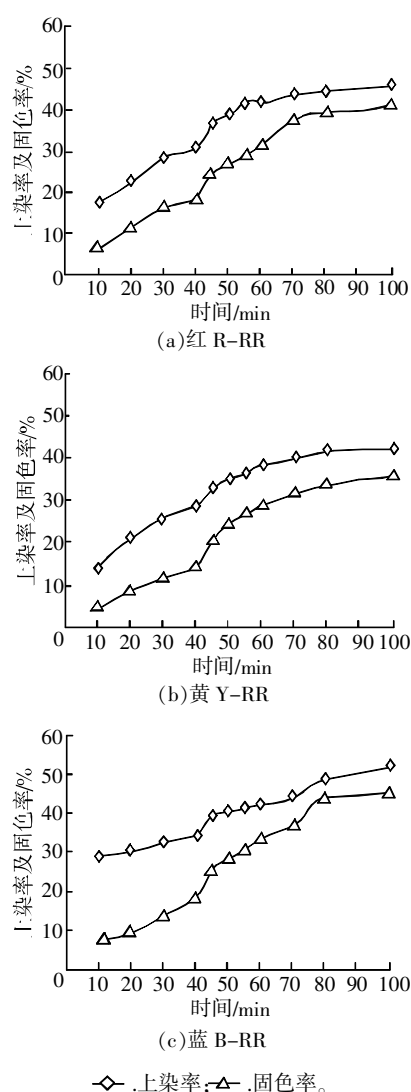


图 1 活性染料对大豆蛋白复合纤维上染率与固色率曲线

溶性基团电离所产生的阴电荷对大豆蛋白复合纤维表面阴电荷的库仑斥力作用,从染液转移到纤维上,被纤维表面吸附,然后在纤维表面与内部的浓度梯度作用下,向纤维内部扩散,直到染料浓度在染液和纤维之间达到平衡,并且纤维表面与其内部的染料浓度接近相等为止<sup>[5]</sup>,这个过程称为第一吸附阶段,如图 1 中的上染率曲线中从 0~40 min 所示。

在固着阶段中,由于碱剂的加入,染液 pH 值上升,吸附阶段形成的平衡被破坏。 $\beta$ -乙基砒硫酸酯会发生  $\beta$ -消除反应生成乙烯砒,易与

大豆蛋白复合纤维发生亲核加成反应<sup>[6]</sup>;水分子逐步离解为氢氧负离子而与活性基发生水解反应。由图1中的上染率曲线可见,加入碱剂后,染料与大豆蛋白复合纤维发生键合反应,改变了染料的性质,与纤维键合的染料不能再向染液转移,降低了纤维内活性染料的浓度,从而破坏了染液与纤维之间原来的染料浓度平衡。新的平衡使溶液中的染料向上染纤维的方向移动,出现了新的上染过程,使染料上染率继续提高,这个过程称为第二吸附阶段。

另外,由图1可看出,在加碱前,3只 Remazol RR 活性染料在大豆蛋白复合纤维上有约30%左右的上染率,而固色率达到10%以上。这可能是因为加碱前,活性染料已与大豆蛋白复合纤维中的碱性氨基酸反应所致<sup>[4]</sup>。

### 2.2 活性染料对大豆蛋白复合纤维染色的SERF值

SERF值综合反映了活性染料的染色性能,并以数值的形式表示了这些性能,因此更具科学性,对活性染料的应用具有重要的指导意义<sup>[7]</sup>。大豆蛋白复合纤维活性染料染色的SERF值如表1所示。

活性染料竭染匀染性与S、E值有关,S、E值表示活性染料对纤维的亲合性,它们与染料母体的分子结构、亲水性基团的性质和数量、染色时用的中性盐种类和数量、染色温度、浴比、染浴pH值、染料浓度及织物类型等有关。以染料本身而言,S值<30%时,染料的匀染性和重演性不好,且活性染料的水解倾向增加;S值>70%时,染料也不容易匀染;当S值=(1/3~2/3)/E时,才具有较好的匀染性<sup>[8]</sup>。

对于活性染料染色,吸附是固着的前提,所以染料直接性(S

表1 活性染料对大豆蛋白复合纤维的染色特征值

染料	S/%	E/%	R/%	F/%	MI/%	LDF
红 R-RR	31.0	46.3	59.4	41.1	25.3	16.9
黄 Y-RR	28.0	42.3	57.0	35.8	36.3	24.0
蓝 B-RR	34.3	52.9	58.2	43.5	20.7	13.4

值)越大,上染于纤维的染料量越多,也就越容易被纤维所固着,染料固色率就越高;但另一方面,水解染料对纤维的附着力也会相应增大,浮色的去除难度提高。因此,染料的S值过高、过低都是不利的。

同时发现,染料染色的匀染性很大程度上与E—S差值有关。不同染料此项差值不同。拼色时,应选用差值相近的染料拼色,因为差值越接近,说明染料的相容性越好,染色重现性就越佳。

活性染料R值太大,如超过65%,表示与纤维的反应能力强,但另一方面也说明容易水解,因此它的F值不会高;同时,因固着速度太快,会使染料不易渗透,容易形成表面堆积,易洗涤性变差。若R值太小,如小于25%,则会增加染料水解的机会,染料的固色率F值也不会高<sup>[8]</sup>。所以比较理想的R值应在35%~60%范围内,这对染料的匀染和固着都非常有利。

由表1可看出,Remazol RR系列染料对大豆蛋白复合纤维的R值是比较高的,均接近60%,但也在35%~60%范围内。这说明该系列的活性染料和大豆蛋白复合纤维的反应性均比较好,利于染料的匀染和固着;同时也说明了在加碱前,活性染料已与大豆蛋白复合纤维发生了一定程度的固着。

从表1还可知,Remazol RR系列染料三原色的E—S差值比较接近,均<30%,R值也小于60%,且其S值也较大,因此可得出,Remazol RR型染料具有很好的重演性,可利用该系列的三原色对大豆蛋白

复合纤维进行拼色。

从移染数值MI可以看出,3只染料中,只有Remazol RR黄的移染指数超过35%,其他2只染料的移染指数均较低。这说明活性染料在大豆蛋白复合纤维染色过程中,与纤维反应并以共价键固着的染料,已无产生移染的余地,因此,需在第一次上染阶段合理控制染色条件,提高染料移染性,改善染料匀染效果。但综合来讲,对活性染料而言,染料移染性对匀染效果作用较小。

匀染因子LDF方面,Remazol RR系列活性染料对大豆蛋白复合纤维的匀染因子大部分仅在20%左右,这对染色不匀而需利用移染补救带来了一定的困难。因此应根据实际情况采取相应的措施:如利用每只染料的上染固色率所呈现的规律,制定合适的升温操作工艺、延长染色保温时间、采用分批加盐加碱、注意染色过程中的搅拌等方法达到匀染的目的。

### 2.3 大豆蛋白复合纤维与棉纤维的染色对比

使用活性染料黄Y-RR分别上染大豆蛋白复合纤维弹力针织物与纯棉针织物,其上染率和固色率的对比曲线如图2所示。SERF值的对比如表2所示。

由图2可看出,大豆蛋白复合纤维在加碱前表现出了与棉纤维不同的染色行为,即吸附和固着是同时进行的,这应该与加碱前活性染料与大豆蛋白复合纤维中的碱性氨基酸反应有关。

加碱后,无论是哪种纤维,活

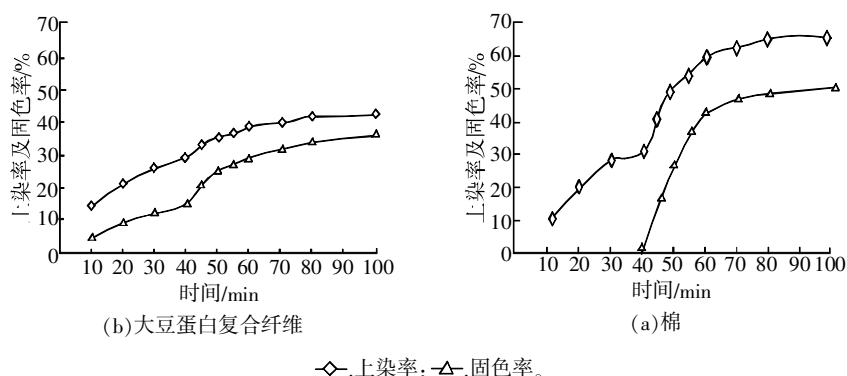


图2 黄Y-RR对棉纤维和大豆蛋白复合纤维的上染率与固色率曲线

表2 活性染料黄Y-RR对棉和大豆蛋白复合纤维的染色特征值

纤维种类	S/%	E/%	R/%	F/%	MI/%	LDF
棉纤维	36.3	64.3	52.5	46.3	66.4	37.5
大豆蛋白复合纤维	28.0	42.3	57.0	35.8	36.3	24.0

性染料的固着速度均加快,这说明大豆蛋白复合纤维与棉纤维在加碱后的染色行为是一致的。但值得注意的是,染料对这2种纤维的上染曲线和固色曲线还是有较大差别的。由于这2种纤维的结构有所不同,大豆蛋白复合纤维中存在碱性氨基酸,在加碱前也可能与染料发生固着作用,因此加碱前大豆蛋白复合纤维的固色率高于棉纤维的固色率。

唐人成,方雪娟等人<sup>[9-10]</sup>认为,活性染料对大豆蛋白复合纤维和棉纤维的固着机理不同,活性染料可与大豆蛋白复合纤维蛋白质组分中的碱性基、羟基和含硫氨基酸反应,也可以与聚乙烯醇组分上残留的羟基反应。由于不同活性染料的活性基团不同,它们与大豆蛋白复合纤维的固色率存在差别。因此,活性染料对大豆蛋白复合纤维进行染色时,应根据活性染料不同的固色率,采取相应措施,以提高大豆蛋白复合纤维的匀染性。

由表2可知,Remazol RR系列活性染料黄Y-RR对大豆蛋白复合纤维的S、R值与对棉纤维的S、R值相差不大,但由于该系列是棉

用的活性染料,比较适合染棉,因此它们对棉纤维的上染率和匀染因子等比大豆蛋白复合纤维的都高。

在实际问题的处理上,应根据实际情况,以染色特征值作为参考依据,对活性染料进行选择,以适应实际生产的需求。

### 3 结论

3.1 德司达公司的Remazol RR系列活性染料上染大豆蛋白复合纤维具有较高的上染率和固色率,同时具有很好的重演性。

3.2 大豆蛋白复合纤维在加碱前表现出了与棉纤维不同的染色行为,即吸附和固着是同时进行的;加碱后,无论是棉纤维还是大豆蛋白复合纤维,活性染料的固色率均加快,最终达到染色平衡。但活性染料对大豆蛋白复合纤维和棉纤

维的固着机理是不同的。

3.3 生产中利用活性染料上染大豆蛋白复合纤维时,不能片面地采用棉纤维活性染料染色的SERF特征值表征大豆蛋白复合纤维活性染料染色特性,应根据实际情况,对染料进行选择,以适应实际生产的需求。

### 参考文献

- [1]唐人成.大豆纤维的结构性能与染整加工研究[D].上海:东华大学,2006.
- [2]德司达公司.新型活性染料 Remazol (雷马素)RR 三原色系统[J].纺织导报,1998(2):44-45.
- [3]冯开隽,薛家栋.印染前处理[M].北京:中国纺织出版社,2006.
- [4]虞波.酸性和活性染料对大豆纤维染色性能的探讨[D].苏州:苏州大学,2005.
- [5]赵涛.染整工艺学教程:第二册[M].北京:中国纺织出版社,2005.
- [6]何瑾馨.染料化学[M].北京:中国纺织出版社,2004.
- [7]尹宇,王春梅,韩海军,等.活性染料SERF值测试与配伍性能研究[J].染料与染色,2003,40(1):26-29.
- [8]陈荣圻.竭染用活性染料的染色特征值及其应用(二)[J].印染,1994,20(4):36-40.
- [9]唐人成,梅士英,王华杰,等.大豆纤维的活性染料染色及其固着机理[J].印染,2003,29(9):5-9.
- [10]方雪娟.大豆纤维结构与染色性能的关系[J].毛纺科技,2002(6):21-23.

注:本文为“第24届(2011年)全国针织染整学术研讨会”优秀论文。

收稿日期 2011年7月15日

《针织工业》以服务行业为己任,  
致力传播、发表行业技术信息,  
打造针织行业技术交流平台。