

荆芥色素对锦纶织物染色和防紫外线性能研究

曹机良, 庆智斌, 王有权, 黄家墙, 李武龙

(河南工程学院 材料与化学工程学院, 河南 郑州 450007)

摘要:文中采用荆芥色素对锦纶针织物进行染色,探讨了荆芥色素染色对锦纶针织物染色性能和防紫外线性能的影响,测试了染色织物上染百分率、颜色特征值、UPF指数、紫外线透过率和染色牢度。结果表明,当荆芥色素用量为50 mL/L时,直接染色最佳工艺为pH值2.00~4.00,温度100 ℃,保温染色60 min;染色后锦纶针织物的染色牢度均达到3级以上;当荆芥色素用量为100 mL/L时,染色锦纶具有优异的防紫外线性能,UPF值达30.00以上。

关键词:荆芥色素;天然染料;锦纶针织物;染色性能;防紫外线性能

中图分类号:TS 193.62

文献标志码:B

文章编号:1000-4033(2019)06-0038-04

Dyeing and UV Protection of Nylon Fabric with Nepeta Pigment

Cao Jiliang, Qing Zhibin, Wang Youquan, Huang Jiaqiang, Li Wulong

(Department of Materials and Chemical Engineering, Henan Institute of Engineering, Zhengzhou, Henan 450007, China)

Abstract: Natural dyes are easily biodegradable, rich in resources, and have a certain function. In this paper, the Nepeta pigment was used to dyeing of nylon fabrics. The effects of dyeing pH, temperature, time and dyes dosage on the dyeing and anti-UV performance of nylon fabrics were investigated. The dye uptake, color characteristics value, UPF index, UV transmittance and color fastness of dyed fabrics were tested. The results show that when the dosage of pigment was 50 mL/L, the optimum process for directly dyeing nylon fabric was pH 2.00~4.00, dyeing at 100 ℃ for 60 minutes, the color fastness of dyed polyamide fabrics was up to grade 3.00. When the amount of Nepeta pigment is 100 mL/L, the dyed nylon has excellent anti-UV performance and the UPF value is over 30.00.

Key words: Nepeta Pigment; Natural Dyes; Nylon Knitted Fabrics; Dyeing Performance; Anti-UV Performance

天然染料具有易生物降解,资源丰富,并具有一定功能性作用,符合生态纺织品的发展趋势^[1-2]。荆芥色素是以荆芥为原料,在超声波条件下以水为提取介质,提取的一种植物天然色素^[3]。荆芥属于黄色系列植物染料,其化学成分复杂,其中以黄酮、酸类和醇类为主^[4],可用于纺织品的黄色染色。近年来关于天然染料的研究报道越来越

多^[5-7],但有关荆芥色素染色锦纶的研究较少。

本试验采用荆芥色素对锦纶针织物进行染色,通过荆芥色素对锦纶染色及防紫外线性能的探讨,寻求最佳染色工艺,以期对荆芥色素染色锦纶提供一定的借鉴意义。

1 试验

1.1 试验材料与仪器

织物:18.45 tex 锦纶针织物

(市售,90 g/m²)。

试剂:荆芥(市售),标准合成洗涤剂(上海市纺织工业技术监督所)。

仪器:红外线高温染色机 IR-24S 和定形烘干机(上海一派印染技术有限公司),Color-Eye7000A 测色仪(美国爱色丽公司),Y571N 摩擦色牢度仪(南通宏大实验仪器有限公司),UV-2000F 纺织物防晒

基金项目:河南省科技厅 2017 年度科技攻关计划项目(172102310466);河南工程学院博士基金资助项目(Dkj2018005)。

获奖情况:“第 31 届(2018 年)全国针织染整学术研讨会”优秀论文。

作者简介:曹机良(1982—),男,副教授,博士。主要从事纺织品染整工艺与理论,纺织品功能整理方面的研究工作。

指数分析仪(美国 Labsphere 公司),TU-1901 型双光束紫外-可见分光光度计(北京普析通用仪器有限公司),SW-12A 耐洗色牢度试验机(温州方圆仪器有限公司)。

1.2 荆芥色素的提取

称取荆芥 2 g 和蒸馏水 40 mL 放入烧杯中,于 90 ℃ 恒温中性条件下超声提取 1 h,抽滤得到色素提取液。

1.3 染色方法

取荆芥色素提取母液 50 mL/L,用 pH 缓冲溶液调节染液 pH 值,溶比 1:20,于室温入染,以 1 ℃/min 升温至 100 ℃,保温染色 60 min,以 3 ℃/min 降温至 70 ℃,水洗。

1.4 测试方法

1.4.1 上染百分率

利用 TU-1901 型双光束紫外-可见分光光度计测定染液吸光度值,上染百分率计算见式(1)。

$$\text{上染百分率} = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中: A_0 为染色原液的吸光度值; A_1 为染色残液的吸光度值。

1.4.2 颜色特征值

在 Color-Eye7000A 测色仪上测定试样的色度值 L^* 、 a^* 、 b^* 、 C^* 及 H° ,采用 D_{65} 光源和 10° 观察角,每个试样测量 4 次取平均值。染色织物的颜色深度 ΔE 由总色差公式计算,以未染色织物为标样,以染色织物为试样。

1.4.3 防紫外线性能

参照 AS/NZS 4399—1996《太阳防护服的评定与分类》测试 UPF 指数、UVA 和 UVB 透过率(分别用 T_A 、 T_B 表示),每个样品测试 4 次,取其平均值。UPF 指数越大,UVA 和 UVB 透过率越小,表示防紫外线性能越好。

1.4.4 染色牢度

a. 耐皂洗色牢度

按 GB/T 3921—2008《纺织品

色牢度试验 耐皂洗色牢度》测试。

b. 耐摩擦色牢度

按 GB/T 3920—2008《纺织品色牢度试验 耐摩擦色牢度》测试。

c. 耐日晒色牢度

按 GB/T 3920—2008《纺织品色牢度试验 耐日晒色牢度》测试。

2 结果与讨论

2.1 pH 值对织物染色性能的影响

参照 1.3 染色工艺,探讨 pH 值对锦纶针织物染色性能和防紫外线性能的影响,结果见图 1、表 1。

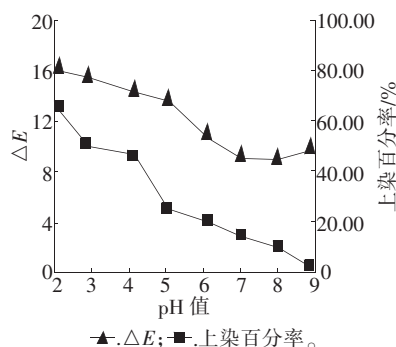


图 1 pH 值对锦纶颜色深度和上染百分率的影响

由图 1 可知,随着 pH 值的增大,染色试样的上染百分率和颜色深度均逐渐减小。这是因为色素分子能和锦纶纤维以离子键、氢键、范德华力结合,同时荆芥色素中含有较多的酸类物质,在酸性溶液存在着电离平衡,带有负电荷;当 pH 值增大时,色素必须克服较大的静电斥力才能上染纤维,不利于

色素的吸附,因此颜色深度会逐渐变浅,上染百分率低;在低 pH 值时,色素被锦纶纤维上带正电荷的氨基所吸引,有利于色素上染纤维,得色量大,上染百分率和染色深度也较大。

由表 1 可知,随着 pH 值增大,染色织物明度 L^* 增大,彩度 C^* 减小,这说明色素上染量逐渐减小,染色深度减小,鲜艳度降低,这与图 1 变化规律相同; a^* 和 b^* 逐渐减小,说明染色试样的红光和黄光逐渐减弱;色相角 H° 略微增大,说明 pH 值对染色锦纶的色光有一定的影响。染色织物的 UPF 指数逐渐减小,UVA 和 UVB 透过率逐渐增大,说明随着 pH 值的增大,锦纶针织物的防紫外线性能减弱,在 pH 值为 2.00~3.00 时,UPF 指数大于 25,具有较好的防紫外线性能。因此,选择 pH 值在 2.00~4.00 条件下染锦纶效果较好。

2.2 温度对织物染色性能的影响

参照 1.3 工艺,pH 值 1.98,探讨染色温度对锦纶针织物染色性能和防紫外线性能的影响,结果见图 2、表 2。

由图 2 可知,随着温度升高,上染百分率和颜色深度 ΔE 逐渐增大,在 80 ℃ 时增速显著。说明升高温度有利于染料上染锦纶纤维,是因为随着温度的升高,超过锦纶

表 1 pH 值对锦纶颜色特征值和防紫外线性能的影响

pH 值	L^*	a^*	b^*	C^*	H°	UPF 值	$T_A/\%$	$T_B/\%$
原布	84.03	-0.90	-1.30	1.58	235.26	12.03	18.00	7.62
1.98	81.88	4.50	13.74	14.46	71.89	26.25	8.28	3.44
2.87	82.92	4.22	13.30	13.95	72.42	29.05	7.85	3.09
4.10	83.67	3.77	12.30	12.86	72.98	27.55	8.54	3.24
5.02	83.44	3.74	11.46	12.06	71.95	23.52	9.83	3.82
6.09	84.34	2.97	8.82	9.31	71.37	21.43	10.27	4.25
7.00	86.33	2.12	6.86	7.18	72.79	19.00	11.53	4.80
7.96	86.56	2.08	6.81	7.12	73.01	19.63	12.17	4.57
8.95	86.36	2.62	7.40	7.85	70.49	22.34	10.87	4.01

纤维的玻璃化温度,纤维膨化度增大,大分子链段运动剧烈,动能增大,色素更容易向纤维内部扩散。

由表 2 可知,随着温度升高,染色织物的明度 L^* 逐渐减小,彩度 C^* 逐渐增大,说明锦纶染色深度增大,鲜艳度增大; a^* 和 b^* 增大,说明染色织物偏红光和偏黄光都增强;色相角 H° 有所减小,说明升高温度对锦纶染色的色光有一定的影响。而 UPF 指数随着温度的升高逐渐增大,在 100℃ 时超过 25, UVA 和 UVB 透过率逐渐减小,说明随温度的升高,锦纶针织物的防紫外线性能逐渐增强。因此,综合考虑选择染色温度为 100℃。

2.3 时间对织物染色性能的影响

参照 1.3 工艺, pH 值 1.98, 探讨染色时间对织物染色性能和防紫外线性能的影响,结果见图 3、表

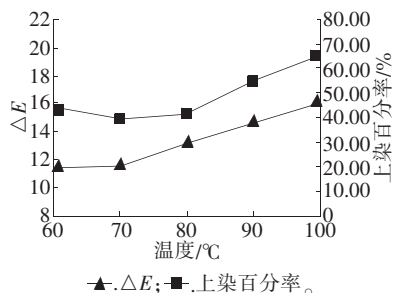
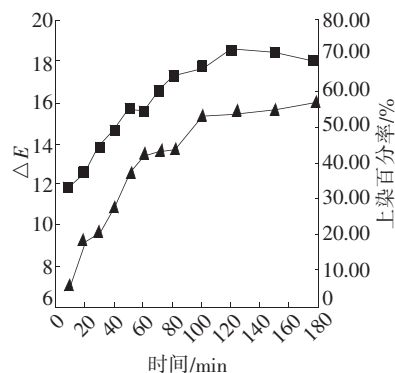


图 2 温度对锦纶颜色深度和上染百分率的影响



注: ΔE 、上染百分率; 10 min 时温度为 50℃, 以 1℃/min 进行升温, 60 min 达到 100℃, 然后保温染色。

图 3 时间对锦纶颜色深度和上染百分率的影响

3。

由图 3 可知,随着温度升高和染色时间延长,上染百分率和颜色深度均逐渐增大,100℃ 保温 60 min 时达到最大值,之后有下降趋势。这是因为随着时间延长,染色温度不断升高,纤维膨化度不断增大,同时色素分子动能增大,更有利于色素分子向纤维内部扩散,同时锦纶纤维中还含有大量可与色素形成氢键和范德华力结合的基团。

由表 3 可知,随着温度升高和时间延长,染色织物明度 L^* 逐渐减小,彩度 C^* 逐渐增大,说明锦纶染色深度增大,鲜艳度增大; a^* 和 b^* 均增大,说明染色织物偏红光和偏黄光增强;色相角 H° 减小,说明延长染色时间对染色锦纶色光有一定的影响。而 UPF 指数逐渐增

大, UVA 和 UVB 透过率逐渐减小,在保温 40 min 之后 UPF 指数达到 25 以上,说明随着保温时间延长,锦纶针织物防紫外线性能逐渐增强。因此,选择保温时间 60 min。

2.4 荆芥色素用量对织物染色性能的影响

参照 1.3 工艺, pH 值 1.98, 探讨染料用量对织物染色性能和防紫外线性能的影响,结果见图 4、表 4。

由图 4 可知,随着荆芥色素用量增大,上染百分率逐渐降低,染色深度逐渐增大,且增加速率逐渐减慢。这是因为纤维吸附色素分子的数量是有限的,随着荆芥色素用量的增大,逐渐达到吸附饱和值,而未能吸附上染的荆芥色素量逐渐增多,上染的荆芥色素量所占比例逐渐减小,但总体来说上染的染料

表 2 温度对锦纶颜色特征值和防紫外线性能的影响

温度/℃	L^*	a^*	b^*	C^*	H°	UPF 值	$T_A/\%$	$T_B/\%$
原布	84.03	-0.90	-1.30	1.58	235.26	12.03	18.00	7.62
60	87.16	2.07	9.30	9.52	77.48	16.55	12.56	5.50
70	85.77	2.13	9.71	9.94	77.63	19.54	10.77	4.64
80	85.66	2.95	11.24	11.62	75.29	21.54	9.71	4.22
90	83.34	4.03	12.47	13.10	72.07	25.68	8.18	3.53
100	81.88	4.50	13.74	14.46	71.89	26.25	8.28	3.44

表 3 时间对锦纶颜色特征值和防紫外线性能的影响

取样点	L^*	a^*	b^*	C^*	H°	UPF 值	$T_A/\%$	$T_B/\%$
原布	84.03	-0.90	-1.30	1.58	235.26	12.03	18.00	7.62
50℃	89.46	0.52	3.09	3.14	80.55	14.28	14.25	6.43
60℃	88.54	1.25	6.43	6.55	78.97	15.29	13.88	5.98
70℃	88.51	1.44	6.90	7.04	78.22	16.18	13.26	5.64
80℃	87.88	1.93	8.41	8.63	77.07	16.87	12.80	5.39
90℃	87.20	2.53	10.27	10.58	76.14	19.94	11.24	4.54
100℃	86.23	3.07	11.57	11.97	75.13	20.71	10.79	4.36
保温 10 min	85.32	3.25	11.56	12.00	74.32	24.48	8.60	3.70
保温 20 min	83.35	3.30	11.33	11.80	73.75	25.25	8.73	3.58
保温 40 min	83.81	4.04	13.15	13.76	72.91	27.42	8.47	3.27
保温 60 min	83.41	4.18	13.18	13.83	72.41	29.37	8.14	3.04
保温 90 min	82.37	4.35	13.29	13.99	71.88	30.02	7.83	3.05
保温 120 min	80.57	4.63	13.32	14.10	70.82	38.29	6.44	2.31

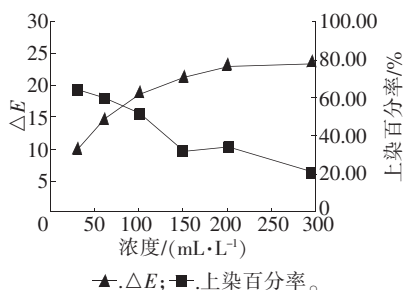


图4 荆芥色素用量对锦纶颜色深度和上染百分率的影响

量是逐渐增大的,因此,染色深度不断增大,增加速率逐渐减小。

由表4可知,随着染料用量的增大,明度值 L^* 逐渐减小,彩度 C^* 逐渐增大,说明颜色深度逐渐增大,颜色鲜艳度增大; a^* 和 b^* 均增大,说明染色试样的红光和黄光均增强;色相角 H° 有所减小,染料用量对色光变化有一定的影响。锦纶针织物随染料用量的增大,UPF指数逐渐增大,透过率UVA和UVB逐渐减小,说明锦纶针织物的防紫外线性能逐渐增强,当染料用量为100 mL/L时,UPF指数已超过43.00,透过率UVA和UVB都小于5.00%,具有优良的防紫外线性能,因此可根据染色需要选择适当的染料用量。

2.5 染色牢度

参照1.3工艺,pH值1.98,测试锦纶针织物的染色牢度,结果见表5。

由表5可知,荆芥色素可直接染色锦纶针织物,不需加入媒染剂,其耐摩擦色牢度、耐日晒色牢度均达到3~4级以上,具有优良的染色牢度,可满足服用性能要求。

2.6 防紫外线整理耐久性

参照1.3工艺条件,取荆芥色素提取液100 mL/L,pH值1.98,测试染色后锦纶针织物防紫外线整理效果的耐久性,结果见表6。

由表6可知,荆芥色素直接染色锦纶针织物具有优异的防紫外

表4 荆芥色素用量对锦纶颜色特征值和防紫外线性能的影响

荆芥色素用量/(mL·L ⁻¹)	L^*	a^*	b^*	C^*	H°	UPF值	$T_A/\%$	$T_B/\%$
原布	84.03	-0.90	-1.30	1.58	235.26	12.03	18.00	7.62
30	81.11	1.80	7.79	8.00	76.97	19.08	12.09	5.07
60	78.44	3.20	11.48	11.92	74.45	27.10	7.41	3.39
100	74.98	4.62	14.19	14.92	71.95	43.69	4.97	2.05
150	71.84	5.22	15.11	15.98	70.94	64.12	3.55	1.39
200	70.29	5.86	15.96	17.00	69.83	66.56	3.25	1.35
300	69.89	6.12	16.18	17.30	69.28	67.44	3.23	1.33

表5 锦纶织物的染色牢度

耐日晒色牢度/级	耐摩擦色牢度/级		耐皂洗色牢度/级		
	干摩	湿摩	褪色	沾色	
				锦纶	棉
3	4	3~4	3~4	4	4

表6 防紫外线性能耐久性

水洗次数/次	UPF值	$T_A/\%$	$T_B/\%$
0	43.69	4.97	2.05
1	42.87	5.11	2.09
3	42.54	5.18	2.14
5	41.79	5.26	2.19
10	40.66	5.38	2.25
20	39.76	5.72	2.38
30	36.65	6.03	2.59

线效果,UPF值达到43.69,经过30次水洗后织物的UPF仍为36.65,说明其防紫外线整理耐久性较好。

3 结论

3.1 当荆芥色素用量为50 mL/L时荆芥色素直接染色锦纶针织物的最佳工艺为pH值2.00~4.00,温度100℃,保温染色60 min。

3.2 荆芥色素可直接染色锦纶针织物,不需媒染剂作用,染色牢度均达3级以上,满足服用性能要求。

3.3 当色素用量达到100 mL/L以上时染色锦纶针织物具有优良的防紫外线性能,UPF值达30.00以上,满足防紫外线服饰的要求,且防紫外整理的耐久性较好。

参考文献

[1]余静,贾丽霞.天然染料的研究进展

[J].针织工业,2005(4):42-45.

[2]单国华,赵涛,贾丽霞,等.天然染料媒染染色研究进展[J].针织工业,2017(9):33-38.

[3]王勇钧.荆芥挥发油提取工艺的探讨[J].中国中医药现代远程教育,2011,9(15):143.

[4]宋坤,王洪庆,刘超,等.土荆芥化学成分的研究[J].中国中药杂志,2014,39(2):254-257.

[5]李志刚.板栗壳天然染料对羊绒纤维染色性能的研究[J].针织工业,2017(3):55-57.

[6]张弛,崔永珠,魏春艳.黄土媒染红色系天然染料婴幼儿面料生态染色[J].针织工业,2007(5):44-47.

[7]曹机良,孟春丽,牛子联.山竹壳提取液对锦纶染色和防紫外线整理[J].丝绸,2016,53(8):7-12.

收稿日期 2018年11月2日