

山竹壳色素对纯棉针织物染色研究

曹机良, 翟海峰, 吴凤保

(河南工程学院 材料与化学工程学院, 河南 郑州 450007)

摘要:采用超声波提取山竹壳色素,并用提取液对改性棉织物进行染色。探讨了不同媒染剂、pH值、温度、时间、色素浓度和媒染剂浓度对山竹壳色素染色织物K/S值影响。测试了提取液对改性棉织物染色后的K/S值和颜色特征值及牢度。结果表明:改性棉织物染色的最佳工艺条件为pH值8,温度98℃,时间60 min,媒染剂用量0.25 g/L;硫酸亚铁、氯化铈可提升染色织物K/S值,且氯化铈对色光影响较小;经山竹壳色素染色的改性棉织物的耐洗和耐摩擦色牢度均在3级以上。

关键词:山竹;色素;改性;棉织物;染色;K/S值;染色牢度

中图分类号:TS 195.644

文献标志码:B

文章编号:1000-4033(2017)08-0033-04

The Dyeing Property Study of Cotton Knitted Fabrics with Mangosteen Pericarp Pigment Extracts

Cao Jiliang, Zhai Haifeng, Wu Fengyu

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

Abstract: Extracts of mangosteen pericarp was prepared by ultrasonic, and it used for dyeing of modified cotton fabrics. The influence of dyeing pH value, temperature, dyeing time, dosage of extracts and mordant on apparent color depth of dyed cotton fabrics was discussed. The apparent color depth value, color characteristic value and fastness of dyed cotton fabric were also tested. The results show that the optimal dyeing process was pH value 8, dyeing at 98℃ for 60 min, the dosage of mordant is 0.25 g/L. The K/S value of ferrous sulfate and cerium chloride mordant dyed cotton fabrics was enhanced obviously, cerium chloride influence slightly on color of dye fabric. The washing and rubbing fastness of modified cotton fabrics dyeing with extracts of mangosteen pericarp were above of 3 levels.

Key words: Mangosteen; Pigment; Modification; Cotton Fabrics; Dyeing; K/S Value; Dyeing Fastness

山竹素有“果中皇后之称”^[1-2],含多种氨基酸和维生素,果皮为深紫色且果皮占总质量55%~71%,是少有的厚皮果实之一^[3]。研究发现,山竹壳中含有诸多的药物成分^[4],山竹壳提取液可以延长食品保质期^[5],且具有抑菌和抗紫外线辐射的作用,其抗紫外线作用优于纳米二氧化钛^[6]。研究结果表明,山竹壳色素可溶于醇中,其耐日光和

耐热性较强^[7]。胥秀英等研究了山竹色素的提取方法^[8-9],虽然有较高的提取率,但提取时间较长,10 h左右,严重影响了生产效率。

如何将山竹壳中含量丰富的色素整理到织物上并获得令人满意的效果,是染色工作者研究的重点。在山竹壳染色方面,刘文凤、余志成研究了其对真丝织物的染色性能,并探究出了最佳的染色工艺^[2];

李小宁、崔永珠等研究了山竹色素对棉针织物的染色特征,得出了棉针织物染色最优工艺^[3]。但由于山竹壳色素与棉纤维之间的亲和力较低,山竹壳色素对棉纤维的染色利用率偏低。本文采用超声波提取山竹壳色素,为提高山竹壳色素对棉针织物的上染率,对棉针织物进行改性,探讨提取色素对改性棉针织物的染色性能。

基金项目:河南省科技厅2017年度科技攻关计划项目(172102310466)。

作者简介:曹机良(1982—),男,讲师,博士生。主要从事纺织化学品的制备和应用及天然色素染色研究。

1 试验

1.1 试验材料与仪器

织物:纯棉针织物(110 g/m²)。
试剂:山竹(购自超市水果市场),改性剂 PECH-amine(东华大学),硫酸亚铁、硫酸铝、氯化镧、氯化铈(均为化学纯,上海阿拉丁生化科技股份有限公司),氢氧化钠和磷酸、乙酸、硼酸 3 酸溶液(均为化学纯,天津市科密欧化学试剂有限公司)

仪器:KQ-100E 型超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司),烘箱、RC-ZZ400 型恒温振荡水浴锅、红外线高温高压染色机、TU-1901 型双光束紫外-可见分光光度计(上海一派印染技术有限公司),Y571N 型耐摩擦色牢度测色仪(青岛山纺仪器有限公司),SW-12A 型耐洗色牢度试验机(温州方圆仪器有限公司),Color-Eye7000A 测色配色仪(美国爱色丽公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 山竹壳色素的提取

将粉碎的新鲜山竹壳放入烧杯,山竹壳与水按 1:2 的质量比混合,80 ℃恒温超声条件下提取 1 h,抽滤得红色提取液。将滤渣加入第 1 次提取水量 1/3 的蒸馏水,在同样条件下提取,合并两次提取液。

1.2.2 棉织物改性

山竹壳色素大多数带负电荷,而棉纤维在一定的溶液体系中也呈负电性,为提高山竹壳色素对棉纤维的上染率,对棉针织物用改性剂 PECH-amine 进行阳离子化改性。浴比 1:50,NaOH 10 g/L,改性剂 PECH-amine 10 g/L,室温投入织物,于红外线高温高压染色机中 2 ℃/min 升温至 90 ℃保温 60 min,充分水洗,酸中和,水洗,烘干。

1.2.3 染色处方及工艺条件

山竹壳色素 5 mL

媒染剂 0.25 g/L
pH 值 8
浴比 1:50
温度 98 ℃
时间 60 min

1.3 测试方法

1.3.1 颜色特征值

测定试样的 K/S 值和 L 、 a 、 b 、 C 、 H 值,选用 D₆₅ 光源和 10° 观察角,试样测定 4 次取平均值。

1.3.2 耐日晒性能

将染色织物分别日晒 3、6、10 h 后测定日晒样与未日晒样品之间的色差。

1.3.3 耐皂洗色牢度

参照 GB/T 3921—2008《纺织品色牢度试验 耐皂洗色牢度》测试。

1.3.4 耐摩擦色牢度

参照 GB/T 3920—2008《纺织品色牢度试验 耐摩擦色牢度》测试。

2 结果与讨论

2.1 媒染剂对山竹壳色素改性棉织物染色性能的影响

参照工艺 1.2.3,探讨媒染剂对山竹壳色素在改性棉织物上的 K/S 值和颜色特征值的影响,如表 1 和图 1 所示。

由图 1 可知,FeSO₄、CeCl₃ 可提高山竹壳色素在改性棉织物上的 K/S 值,Al₂(SO₄)₃、LaCl₃ 使之降低。FeSO₄ 媒染剂可以明显增加色素的上染量,因改性棉纤维上存在着大量可以提供孤对电子的氨基,而色素分子上存在着可以提供孤

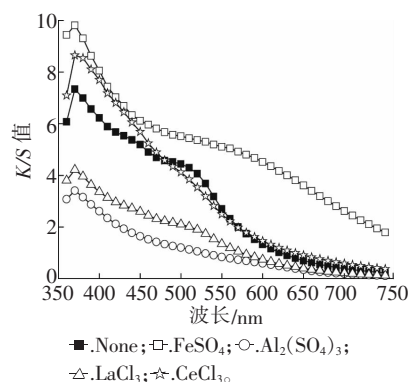


图 1 媒染剂对改性棉织物 K/S 值的影响

对电子的羟基,亚铁离子可以为其提供空的电子轨道,因此,色素可以和亚铁离子形成螯合物,增大色素的相对分子质量,提高色素和改性棉纤维之间的直接性;另一方面,3 者可以形成以亚铁离子为中心的“改性棉纤维→亚铁离子←色素分子”型的三位一体络合物,不但可以增强纤维和色素分子之间的作用力提高染色牢度,而且可以降低色素舍纤维而向染液中扩散的倾向,提高上染量。

由表 1 可知,LaCl₃、CeCl₃ 色差值最小,FeSO₄、Al₂(SO₄)₃ 对色差影响较大,说明 LaCl₃、CeCl₃ 对染色棉织物的色光和色深值影响较小。

2.2 pH 值对改性棉针织物 K/S 值的影响

参照工艺 1.2.3,探讨不同 pH 值对山竹壳色素在改性棉织物上的 K/S 值影响,如图 2 所示。

由图 2 可知,除 FeSO₄ 作为媒染剂外,无论是直接染色还是媒染,试样的 K/S 值随着 pH 值的增

表 1 媒染剂对棉针织物颜色特征值的影响

媒染剂	L	a	b	C	H	ΔE
None	43.643	19.248	18.961	27.019	44.570	—
FeSO ₄	32.575	2.665	4.338	5.091	58.439	24.725
Al ₂ (SO ₄) ₃	63.075	5.467	14.929	15.899	69.887	24.161
LaCl ₃	55.731	13.504	16.575	21.380	50.828	13.594
CeCl ₃	46.107	11.376	19.798	22.833	60.118	8.291

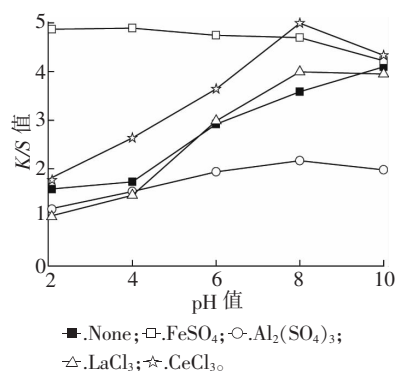


图2 pH值对K/S值的影响

大都不断的增大。因此,选用pH值为8的弱碱性条件下进行染色,既有利于色素的稳定,又有利于染色。

2.3 染色温度对K/S值的影响

参照工艺1.2.3,探讨不同的染色温度对山竹壳色素在改性棉织物上染色K/S值的影响,如图3所示。

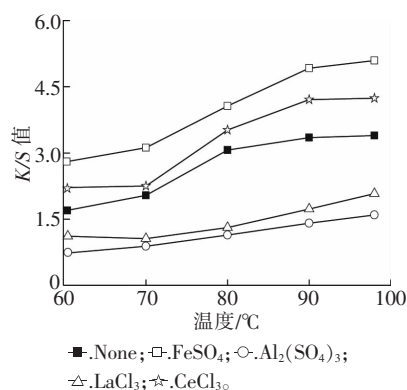


图3 染色温度对K/S值的影响

由图3可知,K/S值随着温度的上升而不断增大。当温度为60℃时试样的得色量很低,在60~70℃时增长的幅度很小。随着温度的提升,纤维充分溶胀空隙增大,色素热运动剧烈,使得色素分子向棉纤维无定形区的扩散变得容易,随着温度的不断上升增长的幅度也不断变大。因此,确定最佳染色温度为98℃。

2.4 染色时间对K/S值的影响

参照工艺1.2.3,探讨不同染色时间时对改性棉织物染色K/S值

的影响,如图4所示。

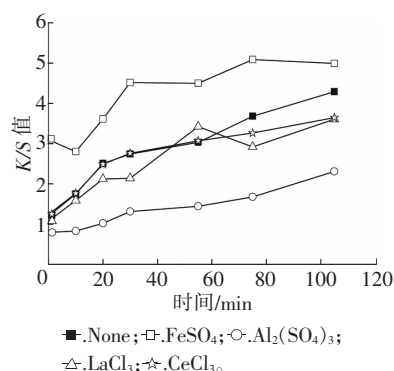


图4 染色时间对K/S值的影响

由图4可知,随染色时间的增加,试样的K/S值不断增加。随着染色时间的延长,纤维充分溶胀空隙增大,使得色素分子向棉纤维无定形区扩散,随染色时间增加,染色深度增长幅度很大,105 min以后纤维上的染料未达到饱和,但60 min后增长幅度减小。因此,选择最佳染色时间为60 min。

2.5 媒染剂浓度对颜色特征值的影响

参照工艺1.2.3,探讨媒染剂浓度对山竹壳色素在改性棉织物染色上的K/S值影响,如图5所示。

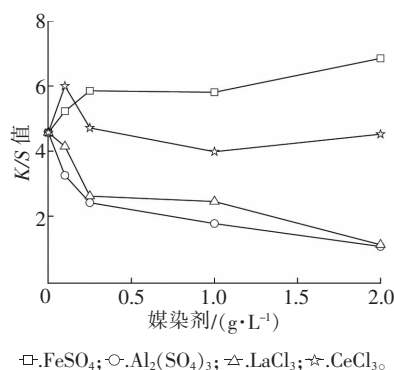


图5 媒染剂浓度对K/S值的影响

由图5可知,随FeSO₄浓度增加,染色织物K/S值缓慢增加;CeCl₃浓度为0.25 g/L时增加,但再随浓度的增加K/S值降低;随LaCl₃、Al₂(SO₄)₃浓度增加,K/S值降低。主要因为FeSO₄中亚铁离子和改性棉

及色素分子之间形成了络合物,增大色素与改性棉之间的作用力及结合力,因此,提升上染率。但过多的媒染剂用量可能改变了色素分子的结构,使得发色体系发生了变化,同时过大的亚铁离子用量会对环境造成一定的污染,所以选择媒染剂用量为0.25 g/L。

2.6 不同媒染剂作用下山竹壳色素提升力

参照工艺1.2.3,探讨不同媒染剂作用下,山竹壳色素在改性棉织物上的提升力,如图6所示。

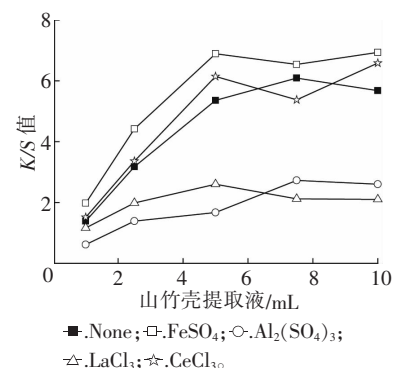


图6 不同媒染剂作用下山竹壳色素提升力

由图6可知,随着山竹壳色素浓度的增加,染色K/S值逐渐增加,提升力较好。但色素浓度增加到5 mL以上时,K/S值的增长幅度下降,纤维上的色素含量基本达到饱和,继续增加色素浓度对K/S值的提高影响不大,同时还会浪费色素提取液。因此,选用5 mL作为2 g改性棉织物染色的最佳色素浓度。

2.7 山竹壳色素耐日晒性能

参照工艺1.2.3,探讨日晒时间对山竹壳色素在染色织物K/S值的影响,如图7、表2所示。

由图7可知,随着日晒时间的延长,染色织物K/S值稍微有所下降,这说明日晒对色素结构有一定的破坏,但基本保持不变。

由表2可知,随着日晒时间的

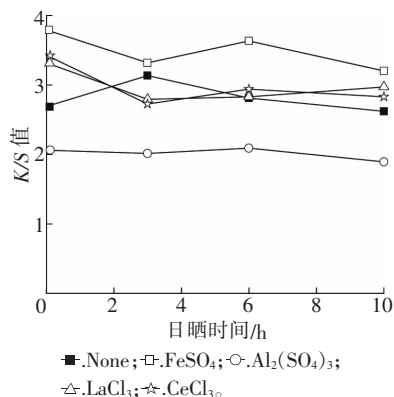


图7 日晒时间对染色织物K/S值的影响

延长,染色试样的色差越来越大,颜色特征值也有一定程度的变化,说明日晒对山竹壳色素有一定的破坏,但染色织物的色光变化相对较小。因此,经山竹壳色素染色的棉织物随日晒时间的延长不会发生迅速掉色的现象,日晒牢度相对较好。

2.8 色牢度

参照1.2.3工艺,对棉织物进行染色,测定染色织物的耐皂洗和耐摩擦色牢度,如表3所示。

由表3可知,山竹壳色素染色的各项牢度均在3级以上,色牢度较好。

3 结论

3.1 采用不同媒染剂对改性棉织物用山竹壳色素染色能改变染色织物的色光,染色最佳工艺为:温度98℃,时间60 min以上,pH 8,媒染剂质量浓度为0.25 g/L。

3.2 硫酸亚铁,氯化铈可提升染色织物K/S值,且氯化铈对色光影响较小。

3.3 经山竹壳色素染色的改性棉织物的耐洗和耐摩擦牢度均在3级以上。

参考文献

[1]刘世彪,彭小列,田儒玉.世界热带五大名果树[J].生物学通报,2003,38(3):11-13.

表2 日晒时间对改性棉织物颜色特征值的影响

媒染剂	时间/h	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>C</i>	<i>h</i> [°]	ΔE
None	0	51.440	14.275	17.979	22.956	51.551	—
	3	50.027	15.437	20.264	25.474	52.701	1.841
	6	51.896	14.660	22.038	26.469	56.369	3.352
	10	52.649	13.511	22.733	26.445	59.276	5.627
FeSO ₄	0	41.386	4.488	7.212	8.494	58.108	—
	3	43.327	4.026	7.827	8.802	62.777	0.750
	6	42.336	3.989	9.639	10.432	67.517	2.449
	10	44.607	4.033	10.766	11.496	69.466	3.581
Al ₂ (SO ₄) ₃	0	55.550	11.760	19.017	22.360	58.267	—
	3	55.824	11.279	19.967	22.933	60.539	2.543
	6	55.497	11.274	21.733	24.483	62.583	4.521
	10	56.954	10.890	21.752	24.325	63.405	3.772
LaCl ₃	0	49.273	16.042	18.920	24.805	49.706	—
	3	51.423	14.233	19.434	24.089	53.782	2.228
	6	51.428	13.943	21.373	25.518	56.880	4.699
	10	51.033	14.292	22.600	26.740	57.690	6.084
CeCl ₃	0	48.776	15.576	19.233	24.749	50.997	—
	3	51.952	13.813	20.457	24.684	55.973	2.452
	6	51.042	13.831	21.918	25.917	57.748	4.428
	10	51.661	13.609	22.627	26.404	58.975	5.432

表3 山竹壳色素染色牢度

媒染剂	摩擦牢度/级		耐洗牢度/级		
	干摩	湿摩	褪色	沾色	
				棉	毛
None	4	4~5	4~5	4~5	4~5
FeSO ₄	4	5	4~5	5	4~5
Al ₂ (SO ₄) ₃	3~4	5	4~5	5	4~5
LaCl ₃	3~4	5	4~5	5	4~5
CeCl ₃	4	4~5	5	5	4~5

[2]刘文凤,余志成.山竹壳天然染料对真丝织物的染色工艺研究[J].现代纺织技术,2014,22(3):20-23.

[3]李小宁,崔永珠,吕丽华.山竹壳色素对棉针织物染色性能分析[J].针织工业,2015,43(3):47-50.

[4]赵晓宇,徐增,李厚金.山竹的化学成分及其咕吨酮类化合物的药理作用研究进展[J].中草药,2013,44(8):1052-1060.

[5]刘爽,罗颖,王丹.山竹果皮中黄酮化合物抑菌特性研究[J].食品工业,2012,33(12):124-127.

[6]张成中,卜其涛,郑毅男.山竹果壳

提取物抗紫外线辐射作用的研究[J].卫生研究,2011,40(4):505-506.

[7]范润珍,彭少伟,林宏图.山竹壳色素的提取及其稳定性研究[J].食品科学,2006,27(10):358-361.

[8]胥秀英,王阿丽,郑一敏.山竹壳中红色素的提取及其应用研究[J].现代食品科技,2006,22(3):173-174.

[9]PADMA S V, RAKHI S.Dyeing cotton, silk and wool yarn with extarct of garcinia mangostana pericarp [J].Journal of Textile and Apparel Technoligy and Management,2009,6(1):1-10.

收稿日期 2016年12月21日