

天然染料在柞蚕丝冷轧堆染色中的应用

贾艳梅¹, 于学智², 梁鹏¹, 靳卫³

(1.辽东学院 化工与机械学院, 辽宁 丹东 118003;

2.辽东学院 服装与纺织学院, 辽宁 丹东 118003;

3.营口职业技术学院, 辽宁 营口 115000)

摘要:为丰富天然染料的色谱,探索冷轧堆工艺在天然染料染色中的应用效果,采用3种天然材料黑米、栀子和板栗壳的提取液对柞蚕丝织物进行冷轧堆染色,研究浸轧次数、染浴pH值及明矾和硫酸亚铁媒染对试样K/S值及 L^* 、 a^* 、 b^* 的影响,对试样的颜色及色牢度进行测试。结果表明,天然染料适宜的冷轧堆染色工艺为:浸轧两次,pH值=4.0,预媒法染色,在此条件下染色柞蚕丝织物可以得到较高的K/S值及较好的色牢度。通过天然染料冷轧堆染色及媒染,可以获得一系列色泽的柞蚕丝织物。

关键词:天然染料;柞蚕丝;冷轧堆染色;媒染

中图分类号:TS 193.6

文献标志码:B

文章编号:1000-4033(2021)12-0035-04

Application of Natural Dyes in Tussah Silk Cold Pad-batch Dyeing

Jia Yanmei¹, Yu Xuezh², Liang Peng¹, Jin Wei³

(1.College of Chemical Engineering and Machinery, Eastern Liaoning University, Dandong, Liaoning 118003, China;

2.College of Clothing and Textile, Eastern Liaoning University, Dandong, Liaoning 118003, China;

3.Yingkou Institute of Vocational Technology, Yingkou, Liaoning 115000, China)

Abstract:To enrich natural dye chromatography and explore the application of natural dyes in cold pad-batch dyeing process, three kinds of natural dyes are extracted from black rice, gardenia and chestnut shell, respectively. The extracted dyes are used on tussah silk fabrics dyeing by cold pad-batch process. The effect of padding times, dyeing pH value and alum and ferrous sulfate mordant on K/S value and color coordinates L^* , a^* , b^* of the dyed samples are studied, the color values and color fastness of the dyed samples are tested. The results show that the optimum conditions for silk dyeing by cold pad-batch dyeing process of the three natural dyes is: two pad cycles, pH=4.0, pre-mordant dyeing process, then the dyed tussah silk fabrics could get higher K/S value and better color fastness in the optimum condition. A series of colored tussah silk fabrics can be obtained by the three natural dyes with cold pad-batch dyeing process and mordant treatment.

Key words:Natural Dye; Tussah Silk; Cold Pad-batch Dyeing; Mordant Dyeing

柞蚕丝属于蛋白质纤维,具有吸湿、透气性好、手感挺括、光泽自然、冬暖夏凉等优点,素有纤维皇后的美称。采用天然染料对柞蚕丝进行染色可保持其纯天然品质,获得优雅自然的色调及一定的保健功能^[1]。冷轧堆染色具有工艺流程

短、设备简单和节能环保等优势,可以解决浸染工艺存在的生产周期长、效率低、能耗高及污染大的问题。特别适合多品种、小批量生产,被认为是目前最具发展前景的染色生产技术之一^[2-3]。目前,有关天然染料对纺织品冷轧堆染色工

艺的研究鲜见报道。

本文研究3种天然材料黑米、栀子以及板栗壳提取液在柞蚕丝织物上的冷轧堆染色性能,探讨浸轧次数、染色pH值、媒染剂及媒染工艺对染色性能的影响,并对染色牢度进行测试。

基金项目:辽宁省自然科学基金项目(2018055050347);国家级大学生创新训练计划项目(2018117790009)。

作者简介:贾艳梅(1967—),女,教授,硕士生导师。主要从事天然产物的开发及其在纺织品染整中的应用方向的研究工作。

1 试验部分

1.1 材料及仪器

材料:柞蚕丝织物,黑米(辽宁好星来农业科技开发有限公司),梔子(购自中药店),板栗壳(采自辽东学院校园),碳酸钠、冰醋酸、七水合硫酸亚铁、明矾(分析纯,国药集团化学试剂有限公司)。

仪器:HH-4 数显恒温水浴锅(常州国华电器有限公司),LE2002E 型电子天平(瑞士梅特勒公司),DELTA320 型 pH 计(瑞士梅特勒公司),立式小轧车(靖江市海澜装备厂),SW-12D 型耐洗色牢度测试仪、YB571B 型摩擦牢度测试仪(宁波纺织仪器厂),Color-Eye 7000A 型计算机测色配色仪。

1.2 试验方法

1.2.1 天然染料的提取

根据天然材料黑米、梔子及板栗壳中色素的含量及耐热性能不同,分别按 1.0:6.5、1.0:20.0、1.0:6.5 的料液比,以去离子水为溶剂进行染料提取,分别在 70 ℃、70 ℃和 100 ℃恒温回流提取 60 min^[4],之后过滤除去残渣,提取液作为柞蚕丝织物冷轧堆染液备用。

1.2.2 柞蚕丝织物冷轧堆染色

a. 直接染色

柞蚕丝试样在浸轧前浸入到含有 2 g/L 洗衣粉的水溶液中,于 70 ℃下浸渍处理 5~10 min,然后自来水冲洗,甩干,备用。

以上述提取的天然染料原液

作为冷轧堆染色工作液,将一浸二轧定义为一次轧染,用 HAc 及 Na₂CO₃ 调节染浴 pH 值。

染色后的柞蚕丝织物室温下塑膜封闭堆置 24 h,然后经水洗、皂洗、水洗、晾干。

柞蚕丝织物冷轧堆染色工艺流程:一浸二轧染色工作液(室温浸 60 s,轧余率 100%)→重复 1~2 次→室温堆置 24 h→水洗→皂洗→水洗→烘干。

b. 媒染工艺

分别采用明矾和结晶硫酸亚铁作为媒染剂,对柞蚕丝进行天然染料的媒染染色,染色及媒处理的先后顺序分别按照先浸轧媒染剂溶液再浸轧染色液、同浴浸轧染料与媒染剂混合溶液、先浸轧染色液再浸轧媒染剂溶液工艺,简单称之为预媒、同媒及后媒方法。

预媒工艺:一浸二轧媒染剂(5 g/L,室温浸 60 s,轧余率 100%)→室温塑膜封闭堆置 4 h→浸轧染液(室温浸 60 s,轧余率 100%,一浸二轧,两次)→室温堆置 20 h→水洗→皂洗→水洗→烘干。

同媒工艺:一浸二轧染料及媒染剂溶液(染料提取原液+媒染剂 5 g/L),两次→室温堆置 24 h→水洗→皂洗→水洗→烘干。

后媒工艺:浸轧染液(室温浸 60 s,轧余率 100%,一浸二轧,两次)→室温塑膜封闭堆置 4 h→一浸二轧媒染剂溶液(5 g/L,室温浸

60 s,轧余率 100%)→室温堆置 20 h→水洗→皂洗→水洗→烘干。

1.3 测试方法

1.3.1 K/S 值和颜色特征值 L^* 、 a^* 、 b^*

将柞蚕丝试样折叠 4 层,采用 Color-Eye 7000A 型计算机测色配色仪测定 K/S 值和颜色特征值 L^* 、 a^* 、 b^* 。

1.3.2 色牢度

染色试样的耐皂洗色牢度按照 GB/T 3921—2008《纺织品 色牢度试验 耐皂洗色牢度》试验条件 A (1)进行测试,染色试样的耐干、湿摩擦色牢度按照 GB/T 3920—2008《纺织品 色牢度试验 耐摩擦色牢度》进行测试。

2 结果与讨论

2.1 浸轧次数对染色的影响

分别采用提取的黑米、梔子和板栗壳染料原液进行柞蚕丝的冷轧堆染色,按照 1.2.2 直接染色工艺,浸轧次数对染色柞蚕丝试样色度值的影响如表 1 所示。

由表 1 可知,浸轧两次试样的 K/S 值均高于浸轧一次试样的 K/S 值,这是因为浸轧两次时纤维与染料的接触时间比浸轧一次的接触时间要长,而染料对纤维的吸附量与轧辊压力、接触时间以及堆置温度等因素有关,浸轧两次时染料在纤维上的吸附量会有所提高,使给色量增加。因此,选择两次一浸二轧进行后续试验。

表 1 浸轧次数对柞蚕丝试样色度值的影响

试样	浸轧次数/次	K/S 值	$\lambda_{\max}/\text{nm}$	L^* 值	a^* 值	b^* 值
未染色空白样	—	0.35	400	86.64	-1.23	7.66
黑米	1	1.26	530	62.43	7.35	-0.18
	2	1.72	530	60.17	8.53	-2.25
梔子	1	1.72	440	83.02	5.84	45.01
	2	2.09	440	80.59	6.65	44.03
板栗壳	1	1.12	400	76.89	2.06	17.14
	2	1.38	400	75.81	2.38	17.69

2.2 pH 值对染色的影响

天然染料提取原液的 pH 值介于 5.5~6.0 之间,调节染浴 pH 值为 4.0~7.0, 固定浸轧次数为两次,按 1.2.2 直接染色工艺进行冷轧堆染色, 研究染液 pH 值对试样色度值的影响,结果如表 2—表 4 所示。

由表 2—表 4 可知, 对于天然染料冷轧堆染色, pH 值对染色的影响规律相同, 即随着 pH 值逐渐提高, 试样的 K/S 值逐渐减小, 明度值 L^* 逐渐增大, 表明试样得色量随着 pH 值的提高而逐渐降低。当 pH 值=4.0 时, 试样的 K/S 值最高。据此,天然染料对柞蚕丝冷轧堆染色, 适宜的染色 pH 值均为 4.0。试验所测染色 pH 值对试样 K/S 值的影响趋势与文献[4—7]的研究结果相一致,很多的天然染料上染蛋白质纤维时,均是酸性介质下的染色试样得色深浓,分析这可能与蛋白质纤维的两性性质有关,也会受染料的离子性及电离特性所影响,具体机制尚需进一步研究。

由表 2—表 4 还可以看出, 黑米染料染色试样的红绿值 a^* 值为正值, 黄蓝值 b^* 值很小且为负值, 试样得色为粉色; 栀子染料染色试样的 a^* 值及 b^* 值均为正, 且 b^* 值较高, 试样得色为艳黄色; 板栗壳染料染色试样的 a^* 值、 b^* 值均为正, b^* 值较栀子染色试样明显降低, 试样得色为浅棕色。

2.3 媒染工艺对染色的影响

分别以明矾及硫酸亚铁作为媒染剂,按 1.2.2 媒染工艺流程,以 3 种天然染料对柞蚕丝进行预媒染、同媒染和后媒染工艺的冷轧堆染色,染色试样的色度值测试结果如表 5—表 7 所示。

由表 5—表 7 可知, 对于天然染料冷轧堆染色柞蚕丝,媒染工艺对 K/S 值的影响: 预媒染色>后媒

表 2 pH 值对黑米染料染色试样色度值的影响

pH值	K/S 值	$\lambda_{\max}/\text{nm}$	L^* 值	a^* 值	b^* 值
4.0	2.76	530	55.65	11.44	-2.65
5.0	2.38	530	58.14	10.03	-2.15
6.0	1.72	530	61.57	8.53	-1.95
7.0	0.90	400	63.02	7.01	-0.58

表 3 pH 值对栀子染料染色试样色度值的影响

pH值	K/S 值	$\lambda_{\max}/\text{nm}$	L^* 值	a^* 值	b^* 值
4.0	3.41	440	74.01	6.84	49.19
5.0	3.07	440	75.11	7.57	49.15
6.0	2.36	440	79.21	5.35	44.33
7.0	1.75	440	82.12	5.44	43.70

表 4 pH 值对板栗壳染料染色试样色度值的影响

pH值	K/S 值	$\lambda_{\max}/\text{nm}$	L^* 值	a^* 值	b^* 值
4.0	1.75	400	73.50	2.72	19.80
5.0	1.52	400	75.35	2.37	18.55
6.0	1.21	400	76.61	2.19	17.32
7.0	0.85	400	78.75	2.49	16.35

表 5 不同媒染条件黑米染料染色试样的色度值

媒染剂	媒染工艺	K/S 值	$\lambda_{\max}/\text{nm}$	L^* 值	a^* 值	b^* 值
明矾	预媒	3.81	580	43.26	-0.92	-11.32
	同媒	2.61	580	48.10	-0.97	-8.95
	后媒	3.45	580	46.42	-2.91	-9.30
硫酸亚铁	预媒	3.52	600	41.34	-1.55	-2.94
	同媒	2.31	610	45.31	-2.43	-8.26
	后媒	3.33	600	42.38	-2.74	-4.57

表 6 不同媒染条件栀子染料染色试样的色度值

媒染剂	媒染工艺	K/S 值	$\lambda_{\max}/\text{nm}$	L^* 值	a^* 值	b^* 值
明矾	预媒	3.95	440	75.46	10.66	55.27
	同媒	2.79	440	76.03	8.95	52.13
	后媒	3.70	440	75.82	9.29	54.23
硫酸亚铁	预媒	4.14	400	67.10	-0.38	30.31
	同媒	3.15	400	64.08	-1.12	22.37
	后媒	3.75	400	62.91	-0.40	34.09

表 7 不同媒染条件板栗壳染料染色试样的色度值

媒染剂	媒染工艺	K/S 值	$\lambda_{\max}/\text{nm}$	L^* 值	a^* 值	b^* 值
明矾	预媒	2.13	400	69.18	1.59	20.99
	同媒	1.79	400	72.17	2.59	20.71
	后媒	1.91	400	71.87	2.06	21.43
硫酸亚铁	预媒	2.29	400	50.12	-1.35	-0.15
	同媒	1.87	400	51.49	-1.55	-3.54
	后媒	2.11	400	50.58	-1.31	-2.87

染色>同媒染色。与直接染色 K/S 值相比较,预媒染色试样 K/S 值提高,而同媒染色效果最差,试样 K/S 值甚至低于直接染色试样。

比较表 5—表 7 中媒染剂种类对染色性能的影响,可以看出明矾及硫酸亚铁媒染对 3 种染料表观色深值及色调的影响有差异。黑米染料对柞蚕丝冷轧堆染色试样的 K/S 值顺序为:明矾>硫酸亚铁;而对于栀子染料和板栗壳染料染色试样 K/S 值顺序为:硫酸亚铁>明矾。比较媒染试样与直接染色试样的色度值可以看出,对于黑米染色柞蚕丝,明矾媒染试样的红绿值 a^* 值由直接染样的正值转变为负值(由偏红光转变为偏绿光), b^* 值降低,蓝光增加,试样由直接染色的粉色变为蓝色;硫酸亚铁媒染试样的 a^* 值、 b^* 值显著进一步降低,试样外观呈蓝灰色。对于栀子染料及板栗壳染料染色试样,硫酸亚铁媒染后试样的明度值 L^* 均显著降低,红绿值 a^* 值均由正转负, b^* 值显著降低,试样颜色分别由直接染色的艳黄色和浅棕色转变为黄绿色(栀子)和灰色(板栗壳);而明矾媒染对试样的色泽无显著影响。采用天然染料及媒染,可以分别得到粉、黄、棕及蓝、蓝灰、黄绿等色泽,丰富了天然染料的色谱。

天然染料染色试样的 K/S 值相比较为:栀子>黑米>板栗壳。其原因可能与材料提取原液中色素的浓度不同有关,也可能与 3 种天然染料对蛋白质纤维的亲合力不同有一定关系,这使得染料在柞蚕丝纤维上的吸附速率和染色温度有所不同。如文献报道的黑米及栀子黄的适宜浸染温度为 55℃、60℃和 70℃^[8-10],而板栗壳染料浸染温度则为 95℃甚至沸染^[11]。通过比较,栀子染料及黑米染料较为适

表 8 冷轧堆染色柞蚕丝试样的色牢度

级

项目		黑米			栀子			板栗壳		
		直接	明矾	硫酸亚铁	直接	明矾	硫酸亚铁	直接	明矾	硫酸亚铁
耐皂洗 色牢度	变色	2	3	2~3	2	3	3	3	3~4	4
	沾色	3	3~4	3~4	3	3~4	3~4	3~4	4	4
耐摩擦 色牢度	干摩	4	4	4	3	4	4	4	4~5	4
	湿摩	3	3~4	3	2~3	3	3~4	3~4	4~5	4~5

合作蚕丝冷轧堆染色工艺,而板栗壳染料效果稍差。

2.4 染色牢度

对黑米、栀子及板栗壳染料冷轧堆染色柞蚕丝试样(直接染色及预媒染色)的色牢度进行测定,结果如表 8 所示。

由表 8 可知,黑米染料和栀子染料直接染样的耐皂洗变色牢度偏低,仅为 2 级,所测其他牢度可达到 3 级。板栗壳染色样品各项色牢度达到 3 级。经明矾和硫酸亚铁媒染后,所有试样色牢度得到提高,可满足纺织品的使用要求。

3 结论

3.1 3 种天然染料冷轧堆染色柞蚕丝织物的适宜工艺:一浸两轧进行两次,染浴 pH 值 4.0。

3.2 3 种天然染料冷轧堆染色柞蚕丝,以明矾或硫酸亚铁为媒染剂,预媒工艺可以得到较高的表观色深值,而后媒工艺及同浴媒染工艺效果较差。对于黑米染料上染柞蚕丝,以明矾为媒染剂试样 K/S 值较高,对于栀子和板栗壳染料,硫酸亚铁媒染试样 K/S 值较高。3 种天然染料相比较,栀子染料和黑米染料较为适合柞蚕丝织物冷轧堆染色工艺,而板栗壳染料效果则稍差。

3.3 采用 3 种天然染料对柞蚕丝进行冷轧堆媒染染色,可以得到粉、黄、棕及蓝、蓝灰、黄绿等不同色泽的织物,同时,预媒染色试样各项色牢度较直接染色试样提高,

可满足纺织品使用需求。

参考文献

- [1]贾艳梅.媒染剂对柞蚕丝黑米色素冷轧堆染色的影响[J].印染,2014,40(6):27-29.
- [2]房宽峻.活性染料冷轧堆染色理论与染色质量控制[J].染整技术,2013,35(9):35-37.
- [3]周家伟,姚平,许磊.蚕丝织物活性染料冷轧堆染色工艺的优化[J].纺织学报,2011,32(4):79-84.
- [4]贾艳梅,侯江波.黑米色素的稳定性及其对羊毛织物的染色[J].毛纺科技,2014,42(2):36-39.
- [5]张鹏,范荣,钟雨文,等.银杏落叶植物染料的提取及真丝染色[J].印染,2018,44(9):26-30.
- [6]曹机良,庆智斌,王有权,等.荆芥色素对锦纶织物染色和防紫外线性能研究[J].针织工业,2019(6):38-41.
- [7]宋墩墩,唐人成.红米红对蚕丝和锦纶的染色性能[J].纺织学报,2010,31(9):49-52.
- [8]周培剑,余志成.黑米色素的提取及其对真丝织物的染色[J].现代纺织技术,2012,20(3):5-9.
- [9]祁明珍.丝胶接枝棉织物栀子黄色素染色工艺研究[J].丝绸,2015,52(2):14-17.
- [10]单晓宇,王秋兰,郑昊,等.大黄及栀子黄染料对桑蚕丝的染色工艺研究[J].纺织科学与工程学报,2018,35(4):465-469.
- [11]刘俊辉,孙卫国,陈莉,等.板栗壳天然染料对真丝织物染色性能的影响[J].印染助剂,2009,26(10):27-29.

收稿日期 2021 年 3 月 23 日