

DOI:10.16549/j.cnki.issn.1001-2044.2018.11.010

河北木蓝树叶对真丝面料的染色性能研究

祖倚丹, 李龙春, 王 瑾, 刘雨浩, 申凯旋

(河北科技大学 纺织服装学院, 河北 石家庄 050018)

摘要:以传统的水煮法制取河北木蓝树叶染液。采用单因子试验方法研究并优化染液浓度和染色时间,再以染色时间、染色温度、染液 pH 作为控制变量设计正交试验方案,优化直接染色和媒染染色工艺。结果表明,河北木蓝树叶直接染色为浅棕色调,媒染染色为深棕或深棕黄色调。直接染色和媒染染色优化工艺均为:染色温度 100℃、染色时间 90 min、pH 7。经过水洗,直接染色和媒染染色的面料色调都变得更深。直接染色和媒染染色具有良好的水洗色牢度,加入皂矾媒染剂后日晒色牢度明显提高。作为一种植物染料,河北木蓝树叶具有较好的染色性能。

关键词:真丝;直接染色;媒染;染液浓度;染色时间;染色温度;pH;河北木蓝树叶

中图分类号:TS190.644

文献标识码:B

文章编号:1001-2044(2018)11-0031-04

Dyeing properties of *Indigofera bungeana* leaves on silk fabric

ZU Yidan, LI Longchun, WANG Jin, LIU Yuhao, SHEN Kaixuan

(College of Textile and Garment, Hebei University of Science & Technology, Shijiazhuang 050018, China)

Abstract: Extraction of *Indigofera bungeana* leaves is carried out by boiling the leaves in water for an hour, and then the natural dyes are used for silk dyeing with direct dyeing process and mordant dyeing process. The concentration of dyeing solution and dyeing time are optimized by single factor experiments, and orthogonal experimental designs are carried out with dyeing temperature, dyeing time and pH value as variation factors. The results show that the shade of silk dyeings show light brown with direct dyeing process and deep brown/deep yellow brown with mordant dyeing process. The optimum conditions of direct dyeing and mordant dyeing are 100℃ for 90 min with pH value of 7. The shade of the both silk dyeings deepen after washing. The color fastness to washing is good. The dyeings with FeSO₄ as the mordant could significantly improve the color fastness to sunlight. *Indigofera bungeana* leave as a kind of plant dye has good dyeing properties.

Key words: real silk; direct dyeing; mordanting; concentration of dyeing solution; dyeing time; dyeing temperature; pH value; *indigofera bungeana* leaves

随着环保和安全意识的提高,人们对纺织品的绿色健康提出了更高的要求,天然植物染料正逐步回归纺织印染行业以满足时代需求。河北木蓝(*Indigofera bungeana*)是一种生长于北方地区的观花灌木植物,适合大量种植^[1],并具有清热止血、抗菌消毒的功能^[2]。目前国内文献对于河北木蓝的相关研究很少,关于其染色用途尚无文献报道。本文将河北木蓝树叶用于真丝面料染色,采用单因子试验和正交试验方法优化直接染色和媒染染色工艺,并测定其耐皂洗色牢度和耐日晒色牢度。

1 试验材料和仪器

1.1 材料

河北木蓝树叶:野外采集,经洗净、室温晾干、制粉后备用。

面料:面密度为 64.584 g/m²(15 姆米)的 100%真丝电力纺(市售),经纬密度分别为 409 根/10 cm、606 根/10 cm。

药品:皂矾(硫酸亚铁,市售)、氢氧化钠、冰醋酸。

1.2 仪器

T200 型电子分析天平(常熟市双杰测试仪器厂);雷磁 PHSJ-4A 型 pH 测试仪(上海精密科学仪器有限公司);Color i5 型测色仪(美国 x-rite 公司);SW-12A II 型耐洗色牢度试验机(温州大荣纺织仪器有限公司);YG(B)G II-III 型日晒气候试验机(温州大荣纺织仪器有限公司)。

2 试验方法

2.1 染料萃取

采用水煮法提取河北木蓝树叶色素。将树叶洗净,并于阴凉处晾干、粉碎。

分别提取质量浓度为 5、10、15、20、30、40 g/L 的河北木蓝树叶染液,具体步骤为:根据料液比称取树叶粉末,加入蒸馏水,调节温度至 95℃~100℃,保持 1 h;过滤染液,往剩余树叶残渣中加入蒸馏水,再次提取;将两次提取的染液混合,制得染液。

2.2 直接染色

浴比为 1:100,调节 pH(5、7、9),在一定温度(40℃、60℃、80℃、100℃)和时间(10、30、50、70、90、

收稿日期:2018-06-27

基金项目:河北省高等学校人文社会科学研究项目(SD171083)

作者简介:祖倚丹(1972—),女,硕士,副教授,主要从事服装服饰设计与工程的研究。

110 min)条件下进行染色,然后降温,水洗,晾干。

2.3 媒染染色

本文选用预媒染方法染色,媒染剂为质量分数5%的皂矾($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$),预媒染液浴比为1:50,染色温度 60°C ,染色时间20 min。预媒染面料晾干后投入染液染色。媒染染色工艺和直接染色工艺相同。

2.4 染色性能测试

采用测色配色仪测定染色织物的明暗度(L^*)、红绿色值(a^*)、黄蓝色(b^*)和当前染色织物与未染色真丝面料之间的总色差(ΔE),及色彩的色相、明度和彩度(HV/C), K/S 值。测定条件为 D_{65} 光源, 10° 标准视角,测定2次,取平均值。在可视光波长中选择最高吸收波长的 K/S 值来表示真丝的色素染色量。

按GB/T 3921—2008《纺织品色牢度试验耐皂洗色牢度》测定耐皂洗色牢度;按GB/T 8427—2008《纺织品色牢度试验耐人造光色牢度:氙弧》测定耐晒色牢度。使用变色用灰色样卡和沾色用灰色样卡判定色牢度。

3 结果与讨论

3.1 染液浓度对染色结果的影响

分别提取质量浓度为5、10、15、20、30、40 g/L的河北木蓝树叶染液,在染色温度 100°C ,染色时间50 min,pH为7的条件下对面料进行直接染色和媒染染色。测定染色试样的 K/S 值,见图1。

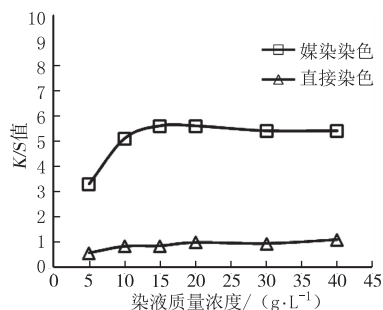


图1 染液质量浓度对 K/S 值的影响

由图1可见,随着染液浓度的上升,媒染染色的 K/S 值提高较为明显,直接染色 K/S 值没有明显变化。当媒染染液质量浓度达到15 g/L之后, K/S 值基本不再增加。综合媒染染色和直接染色的整体结果,并从节约物料的角度出发,选择质量浓度为15 g/L配制染液。

3.2 染色时间对染色结果的影响

用河北木蓝树叶对真丝面料进行媒染染色,设定染液质量浓度为15 g/L,染色温度为 100°C ,染液pH为7,仅改变染色时间,分别为10、30、50、70、90、

110 min,得到 K/S 值随染色时间变化的曲线,见图2。

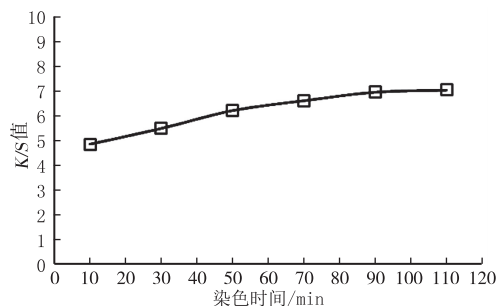


图2 染色时间对 K/S 值的影响

由图2可见,随着染色时间的延长, K/S 值呈现不断增加的趋势。当染色时间从10 min延长到90 min时, K/S 值逐渐上升;当染色时间从90 min延长到110 min时, K/S 值变化很小,仅从6.93增加到7.01,说明此时上染趋于饱和。因此,在后续染色试验中,选择30、50、70、90 min 4个水平进行正交试验。

3.3 直接染色工艺的优化

选择温度、时间、pH为变量设计正交试验,进一步优化河北木蓝树叶对真丝面料的直接染色工艺。由于采用水煮法染色,所以染色温度选择 40°C 、 60°C 、 80°C 、 100°C 4个水平,染色时间选择30、50、70、90 min 4个水平,pH选择5、7、9 3个水平,得到12个正交试验方案。染色结果和正交分析见表1。可见,河北木蓝对真丝面料直接染色均在YR区域, L^* 值较高,即呈浅棕色,染色pH、温度、时间对色相变化没有明显影响。在自然生长的树木中广泛存在着黄酮、单宁等天然棕色色素,从树木的叶子、果实、种子、坚果、树皮和根茎中可提取大量的棕色染料进行染色。在国外文献中,有用琼楠属树木(樟科)、观音草、月桂树、柚木等树叶提取液来染棕色的报道^[3]。在国内相关文献中^[4-7],除了茶叶,还有柞树、桉树、樟树、柳树等树叶染色均可得到棕色系色彩。本文所采用的河北木蓝树叶与这类植物染色结果相近,其色素也应为黄酮或单宁。

由正交试验结果可以看到,对 K/S 值影响最大的因素是温度,其次是时间,最后是pH。从染色原理的角度来分析,温度越高反应过程的平衡期越短,升高染色温度和延长染色时间均会使分子运动速度加快,有利于色素分子吸附并扩散至纤维内部,从而使色素分子的吸附量增大。分析表1可知,较优的水平组合方案为 $A_2B_4C_4$,因此,选择染色温度 100°C 、染色时间90 min、pH 7为直接染色优化工艺。

表1 河北木蓝树叶对真丝直接染色的色彩数据

试验号	pH	温度/°C	时间/min	L^*	a^*	b^*	HV/C	ΔE	K/S 值
标样	—	—	—	80.36	-0.06	0.43	0	0	0.172
1	5(1)	40(1)	30(1)	70.47	5.08	12.22	8.1YR6.9/2.1	16.88	0.893
2	5	60(2)	50(2)	69.23	6.06	12.55	7.3YR6.8/2.3	18.16	0.918
3	5	80(3)	70(3)	66.40	6.90	13.87	7.2YR6.5/2.6	21.18	1.190
4	5	100(4)	90(4)	64.27	8.28	14.51	6.3YR6.3/2.9	23.78	1.369
5	7(2)	40	50	71.27	5.03	10.43	7.2YR7.0/1.9	15.08	0.852
6	7	60	70	68.81	6.91	10.66	5.0YR6.8/2.3	17.50	0.981
7	7	80	90	65.24	7.93	12.28	5.1YR6.4/2.6	21.49	1.506
8	7	100	30	66.96	7.06	10.46	4.9YR6.6/2.2	18.73	1.051
9	9(3)	40	70	74.18	2.94	7.66	8.4YR7.3/1.3	10.51	0.539
10	9	60	90	71.20	4.41	9.24	7.0YR7.0/1.7	14.09	0.769
11	9	80	30	70.97	4.94	8.64	5.9YR7.0/1.7	13.91	0.733
12	9	100	50	67.18	6.10	11.90	6.9YR6.6/2.2	19.07	1.160
k_1	1.094	0.761	0.892	—	—	—	—	—	—
k_2	1.098	0.889	0.977	—	—	—	—	—	—
k_3	0.800	1.143	0.903	—	—	—	—	—	—
k_4	—	1.195	1.216	—	—	—	—	—	—
R	0.293	0.434	0.324	—	—	—	—	—	—

3.4 媒染染色工艺的优化

选择温度、时间、pH 为变量设计正交试验,进一步优化河北木蓝树叶对真丝面料的媒染染色工艺。设计

方法同直接染色,共 12 个试验方案。染色结果和正交分析见表 2。

表2 河北木蓝对真丝媒染染色的色彩数据

试验号	pH	温度/°C	时间/min	L^*	a^*	b^*	HV/C	ΔE	K/S 值
标样	—	—	—	80.36	-0.06	0.43	0	0	0.172
1	5(1)	40(1)	30(1)	59.62	3.78	18.38	1.5Y5.9/2.8	28.39	3.185
2	5	60(2)	50(2)	55.62	4.92	16.34	0.1Y5.5/2.6	30.54	3.551
3	5	80(3)	70(3)	54.34	5.13	15.58	9.8YR5.3/2.6	31.02	3.560
4	5	100(4)	90(4)	50.08	5.25	13.57	9.1YR4.9/2.3	33.92	4.000
5	7(2)	40	50	51.82	3.54	16.28	1.5Y5.1/2.5	33.59	4.785
6	7	60	70	48.33	4.24	14.72	0.4Y4.7/2.3	35.91	5.406
7	7	80	90	48.23	5.04	14.87	9.6YR4.7/2.4	36.23	5.374
8	7	100	30	44.45	5.63	11.39	7.7YR4.3/2.0	38.52	5.453
9	9(3)	40	70	53.41	5.66	16.39	9.4YR5.2/2.7	32.57	4.301
10	9	60	90	53.95	6.77	17.54	8.8YR5.3/3.0	33.01	4.410
11	9	80	30	53.47	6.78	17.15	8.7YR5.2/3.0	32.92	4.369
12	9	100	50	49.63	7.29	15.89	7.9YR4.9/2.8	35.37	4.892
k_1	3.574	4.090	4.336	—	—	—	—	—	—
k_2	5.255	4.456	4.409	—	—	—	—	—	—
k_3	4.493	4.435	4.423	—	—	—	—	—	—
k_4	—	4.782	4.595	—	—	—	—	—	—
R	1.681	0.692	0.259	—	—	—	—	—	—

由表 2 可知,河北木蓝树叶对真丝面料采用铁媒染处理后,染色结果集中于 YR 和 Y 区域, L^* 值降低,为深棕或深棕黄色调。相比于直接染色,媒染染色的

a^* 值没有明显变化, b^* 值有所增加。由正交试验结果可以看到,对 K/S 值影响最大的因素是 pH,其次是温度,然后是时间。pH 的变化对媒染染色有显著影响。

较优的水平组合为 $A_2B_4C_4$, 因此, 选择染色温度 100°C 、染色时间 90 min、pH 7 为媒染染色优化工艺。

3.5 河北木蓝树叶对真丝染色的色牢度测定

3.5.1 耐皂洗色牢度

表3 耐皂洗色牢度

级

项目	变色				丝沾				棉沾			
	1#	2#	3#	平均	1#	2#	3#	平均	1#	2#	3#	平均
直染	2	1~2	2	2	5	5	4~5	5	4~5	5	5	5
媒染	3	2~3	3	3	4~5	4~5	4~5	4~5	5	5	5	5

由表3可知, 河北木蓝树叶对真丝直接染色和媒染染色的丝沾、棉沾色牢度都非常好, 基本都达到了4~5级, 但是变色牢度较差。原因是经过碱性皂洗液洗涤后, 原样的色调明显向暖色调的方向转移, 这种现象在其他植物染色文献中也有报道^[8]。

3.5.2 耐日晒色牢度测定

将染色试样夹在测试夹板上, 放入日晒气候试验机中, 开启氙灯照射 20 h 后取出。重复测试 3 次, 取平均值。直接染色的测试结果为 2~3 级, 媒染染色的耐日晒色牢度为 4 级。可见, 媒染染色的日晒色牢度明显提高, 这是由于媒染剂通常是金属盐化合物, 它能够和染料结合形成复杂的色素分子结构上染, 并与织物牢固结合, 因此加入媒染剂通常都会提高色牢度。河北木蓝树叶直接染色的耐日晒色牢度与同类植物树叶接近, 媒染耐日晒色牢度高于同类植物树叶, 如柳树叶对真丝直接染色耐日晒色牢度为 1~2 级, 媒染为 3~4 级; 桉树叶对真丝直接染色耐日晒色牢度为 3 级, 媒染为 3~4 级。

4 结 语

通过水煮法提取的河北木蓝树叶染料对真丝染色呈现棕色调, 加入皂矾媒染剂后, 色彩变深。提高染液浓度、延长染色时间在一定范围内会明显增加上染率。通过控制染色变量, 得到河北木蓝树叶直接染色和媒

配制 5 g/L 皂粉洗涤液, 取染色真丝样品与标准贴衬缝合, 放入耐洗色牢度试验机中。在 40°C 条件下洗涤 30 min, 浴比为 1 : 50。重复测试 3 次, 取平均值, 测试结果见表 3。

染染色的优化工艺: 染色温度 100°C 、染色时间 90 min、pH 为 7。直接染色沾色水洗色牢度为 5 级, 变色水洗色牢度为 2 级, 日晒色牢度为 2~3 级; 媒染染色沾色水洗色牢度为 4~5 级, 变色水洗色牢度为 3 级, 日晒色牢度为 4 级。可见, 河北木蓝树叶具有较好的染色性能, 由于其具有抗菌保健功效, 因此可作为一种绿色、健康、无污染的植物染料应用于纺织品服装的生产中。

CS

参考文献:

- [1] 焦云红, 付伟, 耿雷, 等. 河北木蓝繁殖研究[J]. 安徽农业科学, 2009(34): 16824-16825.
- [2] 田卫, 马建苹, 张辉, 等. 本氏木兰挥发性组分和抗菌能力的研究[J]. 兰州大学学报, 2006(4): 34-37.
- [3] VANKAR, PADMA S. Sonicator dyeing of cotton with the leaves extract beilschmiedia fagifolia[J]. Colourage, 2008(11): 82-88.
- [4] 贾艳梅. 棉织物的柞叶植物染料轧染工艺[J]. 印染, 2013(4): 13-16.
- [5] 黄旭, 张炜栋. 桉树叶天然染料对蚕丝和羊毛织物的染色性能[J]. 毛纺科技, 2012(6): 30-34.
- [6] 陈美云, 袁德宏, 张玉萍. 樟树叶天然染料的提取及用于真丝绸染色[J]. 丝绸, 2012(1): 5-10.
- [7] 陶永瑛. 柳树叶天然色素的提取及用于真丝绸染色[J]. 纺织科技进展, 2015(5): 31-35.
- [8] SUPALUK T. Dyeing of cotton, bombyx mori and eri silk fabrics with the natural dye extracted from tamarind seed[J]. International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics, 2012(3): 159-163.

《上海纺织科技》编辑部启事

我编辑部尚有少量会议论文集优惠出售, 有需要者可直接联系本刊编辑部邮购。

联系电话: 021-55211341, 传真 021-51670000, 联系人: 冯雪峰, 欲购从速, 款到即寄。

《2010 全国现代纺纱技术论文集》 100 元

《耐高温芳纶纤维开发应用研讨会论文集》 50 元

《“太平洋杯”2007 现代梳理技术论文集》 50 元

《2006“苏拉杯”全国现代纺纱技术论文集》 50 元