



# 棉麻织物阳离子改性工艺及 栀子黄染色性能研究

马小强, 潘 婷

(武汉职业技术学院 纺织服装工程学院, 湖北 武汉 430064)

**摘 要:** 采用浸轧法对棉麻织物进行阳离子改性, 探究改性剂用量、处理液 pH、焙烘温度、焙烘时间对阳离子改性后栀子黄染色效果的影响。通过正交实验得出最佳棉麻织物阳离子改性工艺并进行栀子黄染色, 与栀子黄直接染色法和硫酸铝钾后酶法进行染色效果对比。研究发现, 采用浸轧法改性: 阳离子改性剂浓度 10g/L, pH=11, 两浸两轧(轧余率 75%), 焙烘温度 125℃, 焙烘时间 120 秒时阳离子改性效果最佳。最佳工艺下, 改性后织物染色性能牢度提高明显, 其中湿摩擦牢度可达 3-4 级; 皂洗牢度沾色牢度和变色牢度均可可达 4 级; 日晒牢度也有提高, 可达到 4 级。

**关键词:** 天然染料; 栀子黄; 阳离子; 棉麻织物; 色牢度

中图分类号: TS193.62

文献标识码: A

文章编号: 1671-931X (2019) 04-0090-04

自化学染料问世以来, 由于其色泽丰富、使用自然迅速占领市场, 使天然染料的发展受到很大的限制, 近年随着印染行业染色废水的污染问题, 天然染料又重新被人们所重视<sup>[1]</sup>。

以栀子果实为原料提取的栀子黄染料是一种优良的具有极高应用价值的染料。栀子黄色素的主要着色成分是西红花苷和西红花酸, 均易溶于水、乙醇等极性溶剂。在酸性条件下色素稳定性较差, 中性、碱性条件下色素稳定性良好<sup>[2]</sup>。与其他类胡萝卜素相似, 栀子黄色素耐日光性较差<sup>[3]</sup>。

本文通过阳离子改性剂 GX-H23 对棉麻织物进行改性, 研究改性工艺对染色效果的影响, 与栀子黄硫酸铝钾后媒染色法及直接染色法进行对比, 为栀子黄染料在改性棉麻织物工业化生产提供实验依据。

## 一、实验

### (一) 材料

棉麻混纺机织物(85/15, 8\*18tex, 已煮漂, 无锡通

顺), 山栀子药材(安国市旭芳中药材经营有限公司)、硫酸铝钾(AR, 西陇化工)、醋酸(AR, 上海国药)、碳酸钠(AR, 上海国药)、柠檬酸(AR, 上海国药)、硫酸钠(AR, 上海国药)、碳酸钠(AR, 上海国药)、壳聚糖(BR, 脱乙酰 80-95%, 国药集团)、阳离子改性剂 GX-H23(上海瑞鹰化工有限公司)、非离子渗透剂 M(清远瑞华助剂有限公司)。

### (二) 仪器

LH-18B 中药粉碎机(创力药材器械厂), XW-ZDR 振荡式染样机(靖江新旺染整设备厂), SW-24E 耐洗色牢度试验机, YG611S 型日晒气候牢度测试仪, Y571 摩擦牢度仪(温州大荣纺织仪器有限公司), Datacolor-600 测配色仪(Datacolor), JA1003 电子天平(上海力辰仪器科技有限公司), DHG-9240 电热恒温鼓风干燥箱(上海一恒科学仪器有限公司), P/AO 小轧车, R-3 小定型机(上海罗中科技发展有限公司)。

### (三) 栀子提取工艺

收稿日期: 2019-07-04

基金项目: 湖北省教育厅科学技术研究计划指导性项目“废茶叶梗中茶多酚的提取及其在羊毛染整上应用研究”(项目编号: B2019402)。

作者简介: 马小强(1984-), 男, 湖北黄冈人, 武汉职业技术学院纺织服装工程学院讲师, 研究方向: 天然染料的制备及染整应用研究。

按照水浸法提取工艺,进行栀子染料提取,取已粉碎(200目)栀子中药20g,浴比为1:50,调节pH为8-9,提取工艺为80℃\*60min,离心(6000r/min,10min),取上层清液旋转蒸发仪,真空干燥后待用<sup>[2]</sup>。

#### (四)棉麻织物季铵盐改性工艺

阳离子改性剂改工艺,浸轧法:GX-H23浓度3-16g/L,pH8-12,两浸两轧(轧余率75%)→烘干→焙烘→酸洗中和,焙烘温度110-170℃,焙烘时间30-210s。

#### (五)染色工艺

直接染色法:取栀子染料2g,加水100mL,进行直接染色,在70℃\*60min,水洗皂洗烘干<sup>[4]</sup>。

后媒染色法:取栀子染料2g,加水100mL,进行直接染色,在70℃\*60min。后媒:硫酸铝钾用量2g/L,媒染温度80℃,媒染时间60min,硫酸钠20g/L,水洗皂洗烘干<sup>[5]</sup>。

季铵盐改性后直接染色法:取栀子染料2g,加水100mL,进行直接染色,在70℃\*60min,水洗皂洗烘干。

#### (六)测试

##### 1.染色织物K/S值

采用Datacolor-600对染后织物测色,条件为D65光源、10°视角,每个样品折叠4层,在不同部位测4次。染色织物的K/S值越大,表明织物所染的颜色越深。

##### 2.色牢度

参照GB/T 3920-1997《纺织品 色牢度试验 耐摩擦色牢度》测试;参照GB/T 3921-2008《纺织品 色牢度试验 耐皂洗色牢度》测试;参照GB/T8427-1998《纺织品色牢度试验耐人造光色牢度:氙弧》测定<sup>[6]</sup>。

## 二、结果与分析

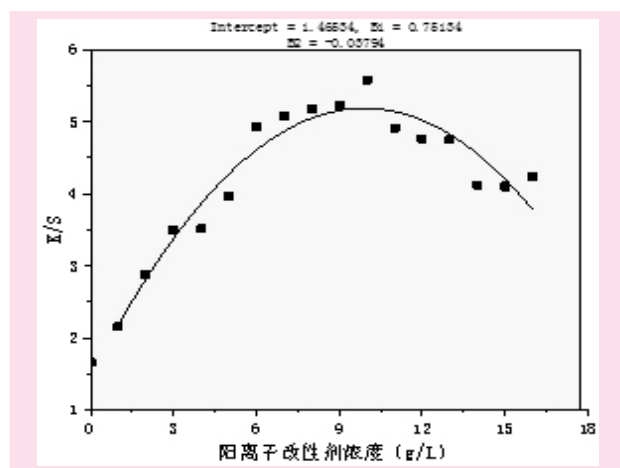


图1 阳离子改性剂GX-H23用量的优化

#### (一)阳离子改性剂GX-H23工艺优化

##### 1.阳离子改性剂GX-H23用量的优化

以阳离子改性用量为单因素变量,染色后水洗

烘干后测定K/S,如下图所示:

从图1可以看出,通过对改性后棉麻织物染色K/S进行测定和结果拟合分析,当阳离子改性剂GX-H23采用浸轧法进行改性时,用量小于5g/L时作用不明显,浓度在6-13g/L有较好的得色量,在10g/L时效果最佳,浓度高于12g/L后反而有所下降。这是因为棉纤维经过阳离子改性处理后,引入了正电荷,降低了棉纤维与天然染料之间的斥力,使上染率增加<sup>[6]</sup>。阳离子改性剂GX-H23用量较低时,棉麻纤维改性效果不明显;但随着改性剂浓度增大,纤维表面所吸附的阳离子改性剂逐步达到饱和,在10g/L时达到最大值,织物染色效果最佳;继续增加改性剂用量,由于溶液中带正电荷离子增加,离子间静电斥力增加,从而阻碍纤维对改性剂的吸附。故改

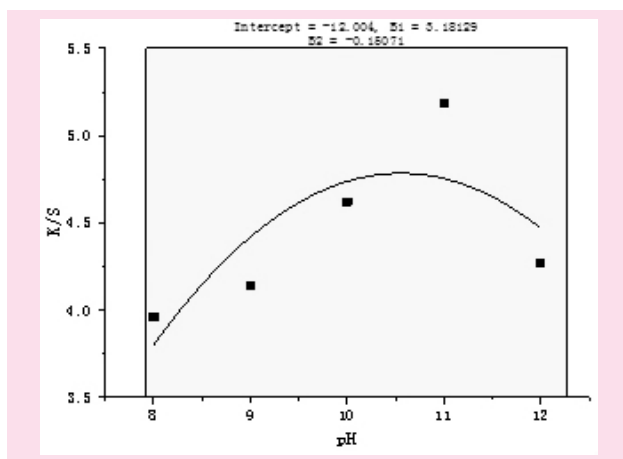


图2 阳离子改性剂GX-H23改性工艺中pH值优化

性剂的浓度为10g/L。

##### 2.阳离子改性剂GX-H23改性工艺中pH值优化

以pH值为单因素变量,染色后水洗烘干后测定K/S,如图2所示:

从上图可以看出,通过对改性后棉麻织物染色K/S进行测定和结果拟合分析,当pH为11时染色效果最佳,pH过低或过高,织物得色量不佳。这是因为阳离子改性剂GX-H23为叔铵盐和环氧氯丙烷的聚合产物,碱性条件下,改性剂分子结构上的环氧基能与纤维素阴离子间发生反应,从而吸附在纤维上<sup>[7]</sup>。pH过低,难以维持反应进行的碱性条件;pH过高反应,阻碍于改性与纤维素阴离子建的反应。故改性剂pH为11。

##### 3.阳离子改性剂GX-H23焙烘温度的优化

以焙烘温度为单因素变量,染色后水洗烘干后测定K/S,如图3所示:

从图2可以看出,通过对改性后棉麻织物染色K/S进行测定和结果拟合分析,当焙烘温度为120-140℃时,染色效果有较好的提高效果,其中130℃最佳,温度高于150℃时染色效果急剧下降。这是因为GX-H23为叔铵盐和环氧氯丙烷的聚合产物,在碱

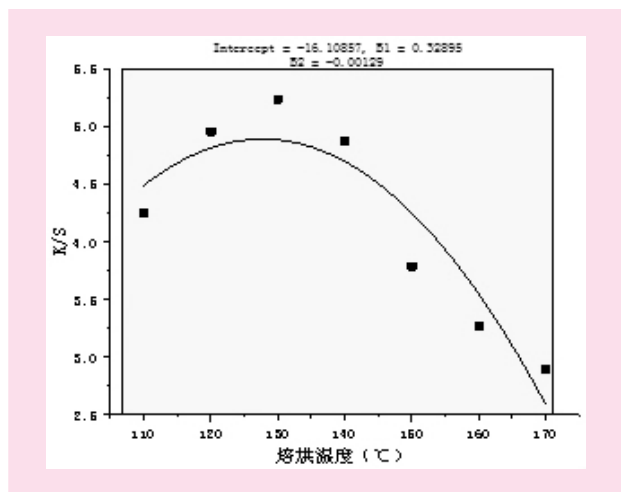


图3 阳离子改性剂 GX-H23 焙烘温度的优化

性条件下分子链上环氧基重新生成,从而与纤维素阴离子的发生反应使得织物阳离子改性完成。温度的升高,有利于改性剂与纤维素阴离子的反应;当温度超过 150℃,改性剂上的生成的环氧基易分解,不利于织物的阳离子改性。故改性剂工艺温度为

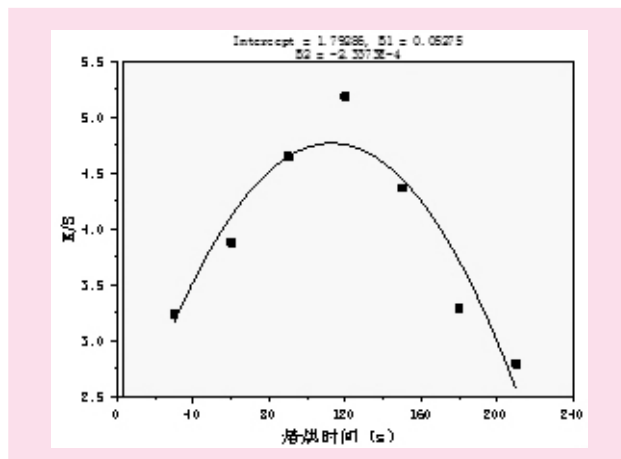


图4 阳离子改性剂 GX-H23 焙烘时间的优化

130℃。

#### 4.阳离子改性剂 GX-H23 焙烘时间的优化

以焙烘时间为单因素变量,染色后水洗烘干后测定 K/S,如图 4 所示:

从图 4 可以看出,通过对改性后棉麻织物染色 K/S 进行测定和结果拟合分析,当焙烘时间为 90-150 秒时,染色效果有较好的提高效果,其中 120 秒最佳,时间高于 150 秒时染色效果急剧下降。这是因为在改性剂浓度为 10g/L 时,碱性条件下,随着时间的延长,改性剂反应程度逐步提高,当焙烘时间为 120 秒时,反应完成;继续增加时间反倒会使得改性剂水解,不利于反应的进行。故选择焙烘时间为 120 秒。

#### 5.阳离子改性剂 GX-H23 改性工艺正交实验

根据上述的四个单因素中选取三个水平参数设计正交实验 L9(34),以此来确定最佳工艺如表 1 所

示。

水洗皂洗烘干后,测定布面 K/S 值,正交实验分析如表 2 所示。

表 1 改性工艺正交实验各因素及其水平

水平	浓度	pH	焙烘温度(℃)	焙烘时间(S)
1	9	10	125	105
2	10	11	130	120
3	11	12	135	135

表 2 改性工艺正交实验直观表

因素	浓度	pH	焙烘温度(℃)	焙烘时间(S)	K/S
1	9	10	125	105	4.67
2	9	11	130	120	4.92
3	9	12	135	135	4.57
4	10	10	130	135	5.24
5	10	11	135	105	5.12
6	10	12	125	120	5.47
7	11	10	135	120	4.75
8	11	11	125	135	5.12
9	11	12	130	105	4.89
K1	4.720	4.887	5.087	4.893	
K2	5.277	5.053	5.017	5.047	
K3	4.920	4.977	4.813	4.977	
极差	0.557	0.166	0.274	0.154	

表 3 正交直观分析

主次顺序	A>C>B>D			
优水平	A2	B2	C1	D2
优组合	A2B2C1D2			

正交结果分析如表 3:

有正交实验分析中极差越大因素影响越大,结合上表结果的可以得出:阳离子改性工艺中,改性剂浓度影响最大,焙烘温度次之,pH 影响不大,焙烘时间影响最小。故最佳工艺条件为 A2B2C1D2,即为阳离子改性剂 GX-H23 浓度 10g/L,pH=11,两浸两轧(轧余率 75%),焙烘温度 125℃,焙烘时间 120 秒。

#### (二)阳离子改性棉麻织物染色染性能分析

取栀子染料浓缩液 50mL,加水 50mL,用正交实验结果中最佳改性工艺对棉麻织物进行染色,与栀子黄直接染色法、硫酸铝钾后酶法进行对比。染色后,测得织物 K/S 值、耐摩擦色牢度、耐皂洗色牢度、耐日晒牢度如表 4 所示:

对比织物 K/S 值、耐摩擦色牢度、耐皂洗色牢度、耐日晒牢度四种结果,阳离子改性后织物染色性能最佳,相对后媒法和直接染色法。棉麻织物染色性

表4 不同染色方法对染色效果的影响

染色方法	K/S	摩擦牢度		皂洗牢度		日晒牢度
		干摩	湿摩	棉沾色	变色	
阳离子改性法染色	5.67	4-5	3-4	4	4	4
Al3+后媒染色	3.76	4	3	3	3	3-4
直接染色	2.13	2-3	1-2	2	1-2	2-3

能有明显提升。湿摩擦牢度提高明显,可达3-4级;皂洗牢度沾色牢度和变色牢度均可可达4级;日晒牢度也有提高,可达到4级。

### 三、实验结论

第一,阳离子改性剂最佳工艺条件,浸轧法:阳离子改性剂GX-H23浓度10g/L,ph=11,两浸两轧(轧余率75%),焙烘温度125℃,焙烘时间120秒。

第二,最佳改性工艺对棉麻织物进行染色,与栀子黄直接染色法、硫酸铝钾后酶法进行对比。阳离子改性后织物染色性能最佳,相对后酶法和直接染色法效果有明显提升。湿摩擦牢度提高明显,可达3-4级;皂洗牢度沾色牢度和变色牢度均可可达4级;日晒牢度也有提高,可达到4级。

参考文献:

[1] 李伟. 栀子黄天然染料染色机理及耐光稳定性研究[D].

武汉:武汉纺织大学,2018.

- [2] 潘婷,马小强.水浸法提取栀子黄染料及其在亚麻棉上染色研究[J].浙江纺织服装职业技术学院学报,2019,(02):1-6.
- [3] 陈英.天然染料栀子黄对棉织物染色性能研究[C].全国染料与染色学术研讨会暨信息发布会,2004.
- [4] 翁柳燕,袁卫,张瑞萍,等.棉织物阳离子改性工艺对黄色系天然染料染色性能和织物紫外防护性能的影响[J].纺织科技进展,2016,(04):17-21.
- [5] 甘应进,叶清珠,陈东生,等.天然栀子黄色素的提取及其对棉织物的染色特征值研究[J].毛纺科技,2018,(07):40-43.
- [6] 夏建明,董杰,董超萍.改性棉织物的核桃皮植物染料染色[J].印染,2014,(03):24-27.
- [7] 周岚,柴丽琴,邵建中.棉纤维的非反应型改性及其在天然染料染色中的应用[J].纺织学报,2010,(08):86-91.

[责任编辑:高小娥]

## Study on the dyeing properties of gardenia yellow

MA xiao-qiang,PAN ting

(College of Textile and Garment, Wuhan Polytechnic, Wuhan430074,China)

**Abstract:** The cation modification of cotton and linen fabrics was carried out by padding method. The effects of modifier dosage, pH of the treatment solution, baking temperature and baking time on the dyeing effect of cation-modified scorpion yellow were investigated. The cation modification process of the best cotton and linen fabric was obtained by orthogonal experiment and the dyeing of gardenia yellow was carried out. The dyeing effect was compared with the direct dyeing method of gardenia yellow and the method of enzymatic method. The study found that the modification by padding method: cationic modifier concentration 10g / L, ph = 11, two dip two rolling (rolling rate of 75%), baking temperature of 125 ° C, baking time 120 seconds cation modification The best results. Under the optimal process, the dyeing performance fastness of the modified fabric is improved obviously, and the wet rubbing fastness can reach 3-4 grades; the color fastness and color fastness of the soaping fastness can reach 4 grades; the light fastness can be reached There are also improvements that can reach level 4.

**Key words:** natural dye; gardenia yellow; cation; cotton and linen fabric; color fastness