

苏木植物染料对真丝针织内衣染色抗菌性能及设计要素

杨隽颖¹, 吴国祥¹, 陈东梅²

(1. 嘉兴职业技术学院 纺织与艺术设计分院 浙江 嘉兴 314001; 2. 常州大学 石油化工学院, 江苏 常州 213164)

摘要: 文章采用溶液二倍稀释法探讨了苏木提取液的最小抑菌浓度, 通过琼脂平皿扩散法、吸收法试验探讨苏木染色真丝针织内衣的抗菌性能; 并研究了染色方法、媒染剂种类、染料用量和水洗次数对苏木染色真丝内衣抗菌性能的影响。经分析发现: 苏木提取液对金黄色葡萄球菌的最小抑菌浓度为 1 500 $\mu\text{g}/\text{mL}$, 对大肠杆菌几乎没有抑制作用。经过苏木直接和预媒染染色的真丝针织内衣, 不仅色彩更加柔和淡雅, 在款式设计和色彩设计中, 都呈现出较鲜明的特色, 而且具有较好的抗菌作用。

关键词: 苏木; 植物染料; 真丝; 针织内衣; 抗菌性能

中图分类号: TS190.644 文献标志码: A 文章编号: 1001-7003(2018)07-0021-07 引用页码: 071104

Study on dyeing , antibacterial properties and design elements of silk knitted underwear with hematoxylin plant dyes

YANG Junying¹, WU Guoxiang¹, CHEN Dongmei²

(1. School of Textile and Art Design , Jiaxing Vocational and Technical College , Jiaxing 314001 , China;

2. School of Petrochemical Engineering , Changzhou University , Changzhou 213164 , China)

Abstract: In this paper , the minimum inhibitory concentration of hematoxylin extract was investigated by double dilution of solution , and the antibacterial properties of hematoxylin-dyed silk knitted underwear were studied by agar plate diffusion and absorption method. The effects of dyeing method , mordant type , dye dosage and washing times on antibacterial properties of hematoxylin-dyed silk underwear were studied. The analysis found that: the minimum inhibitory concentration of hematoxylin extract for staphylococcus aureus is 1 500 $\mu\text{g}/\text{mL}$, and it has almost no inhibition for E. coli; for silk knitted underwear directly dyed by hematoxylin and wood and pre-dyed by mordant , the color is more gentle and elegant , Besides , in the style design and color design , the silk knitted underwear not just shows more distinctive features , but also has good antibacterial effect.

Key words: hematoxylin; plant dye; real silk; knitted underwear; antibacterial properties

草木染取材自然,色彩自然,染料生态环保。越来越多手工艺者与设计师,停下匆匆追逐时尚和人工色彩的脚步,开始寻找根植于传统和贴合心灵召唤与生活美学的色彩。如今,草木染已不仅是一门

手艺,更是一种返璞归真的生活潮流,其天然、环保、健康、优雅的品质,得到了大家的推崇。草木染除有沉静安详的气质外,大部分还兼有药用功效,是内衣较合适的染料来源。如苏木,属中药,具有止血祛瘀、消肿止痛、杀菌消炎、抗肿瘤病毒等功效^[1]。本研究既采用苏木对真丝针织内衣进行草木染产业化探索,且对染色后的成衣进行抗菌效果对比和分析,并对苏木染的真丝针织内衣设计要素进行了研究,目的在于让更多的人了解草木染功能,享用草木染的产品。

收稿日期: 2018-01-04; 修回日期: 2018-05-12

基金项目: 嘉兴市科协软科学研究重点课题项目(嘉市科协(2016)66号)

作者简介: 杨隽颖(1972—)女,讲师,主要从事服装设计、服装品牌企划、服装结构设计教学和科研。

1 试验

1.1 材料、药品和仪器

材料: 桑蚕丝针织内衣(钱小萍宋艺坊(苏州)宋锦文化传播有限公司), 一次性使用培养皿(姜堰区康达实验器械厂)。

药品: 苏木植物染料(常州美胜生物材料有限公司), 十二水合硫酸铝钾(明矾)、七水合硫酸亚铁、氯化钠(国药集团化学试剂有限公司), 营养肉汤、营养琼脂、PCA 平板计数琼脂(杭州百思生物技术有限公司), 金黄色葡萄球菌(ATCC 6538)、大肠杆菌(ATCC 11229)(中国工业微生物菌种保藏管理中心)。

仪器: FA2204B 电子天平、SHP-250 培养箱(上海精密仪器仪表有限公司), 缩水率烘箱(常州市华纺纺织仪器有限公司), EC[®] Dyer 全能型试色机(厦门赢世科技有限公司), 海尔 318WSL 冰箱(青岛海尔股份有限公司), DHZ-052D 大型恒温摇床(上海博彩生物科技有限公司), LDZX-50KBS 立式灭菌锅(济南鑫贝西生物技术有限公司), SW-CJ-2FD 型超净工作台(苏州净化设备有限公司), 移液器(南京华东电子集团医疗装备有限公司), 玛瑙研钵(盐城市思锐电子仪器有限公司), SAKURA 樱花[®] XPB48-4818S 洗衣机(武汉东洋樱花电器有限公司), 工业洗衣机(上海力净洗涤机械制备有限公司), 脱水机(上海翔久洗涤设备有限公司)。

1.2 苏木染色方法

1.2.1 直接染色

S: 在工业洗衣机中加水(去离子水), 将真丝针织内衣进水浸湿, 浴比为 1:30, 苏木植物染料质量分数 6%, 于 40 °C 入染, 70 °C 染色 50 min, 水洗、皂洗、水洗、脱水、凉干^[2-3]。

1.2.2 预媒染

S1: 在工业洗衣机中加水(去离子水), 将真丝针织内衣进水浸湿, 浴比为 1:40, 媒染剂明矾质量分数 6%, 85 °C 媒染 40 min, 清水洗去多余的媒染剂;

S2: 将上述衣物再投入浴比为 1:30, 苏木植物染料质量分数 6%, 于 40 °C 入染, 70 °C 染色 50 min, 水洗、皂洗、水洗、脱水、凉干。

1.2.3 后媒染

S3: 在工业洗衣机中加水(去离子水), 将真丝针织内衣进水浸湿, 浴比为 1:30, 苏木植物染料质量分数 6%, 于 40 °C 入染, 70 °C 染色 50 min;

S4: 将上述衣物再投入浴比为 1:40, 媒染剂七水

合硫酸亚铁(加 1 g/L 的醋酸, 以防止其被氧化)质量分数 6% 的溶液中, 50 °C 媒染 40 min, 水洗、皂洗、水洗、脱水、凉干。

1.3 抗菌测试

1.3.1 苏木染料最小抑菌浓度(MIC)测定

参考文献[4], 采用两倍稀释法进行测试。用移液管吸取 1 mL、60 mg/mL 的苏木提取液(以两倍稀释法逐个稀释), 8 mL 无菌营养肉汤和 1 mL 接种细菌(10⁶ cfu/mL)加入无菌试管中。用移液枪吸取 1 mL 无菌蒸馏水、8 mL 无菌营养肉汤和 1 mL 接种细菌(10⁷ cfu/mL)加入试管中为对试样。将装有样品的试管 37 °C 培养 24 h, 培养完毕, 取出。吸取试管中每种菌液 0.1 mL 在平板计数琼脂培养基表面皿上均匀涂布, 将每种培养皿在 37 °C 培养 24 h 后观察是否有菌落生长。上述操作均在无菌环境条件下进行, MIC 是采用以上操作无菌落生成测试液的最低浓度。

1.3.2 染色真丝内衣定性抗菌性能测试

参照 GB/T 20944.1—2007《纺织品 抗菌性能的评价 第 1 部分: 琼脂平皿扩散法》标准对苏木染色真丝针织内衣进行定性抗菌测试^[5]。

1.3.3 染色真丝内衣定量抗菌性能测试

参照 GB/T 20944.2—2007《纺织品 抗菌性能的评价 第 2 部分: 吸收法》标准对苏木染色真丝针织内衣进行定量抗菌测试^[6]。

1.3.4 真丝内衣洗涤

参照 GB/T 20944.2—2007《纺织品 抗菌性能的评价 第 2 部分: 吸收法》中的洗涤方法进行洗涤。

2 结果与分析

2.1 苏木染料最小抑菌浓度分析

采用 1.3.1 的方法测定苏木染料对金黄色葡萄球菌与大肠杆菌的最小抑菌浓度, 抗菌测试操作如表 1 所示, 测试结果如图 1 所示。

从图 1 可知, 苏木植物染料对金黄色葡萄球菌的抑制作用明显强于大肠杆菌, 对金黄色葡萄球菌的 MIC 为 1 500 μg/mL, 对大肠杆菌几乎没有抑制作用。目前, 源于植物抗菌能力强弱判定还没有统一标准。相关研究者认为^[7-8], 源于植物的抗菌剂可分为三类: 强抗菌剂(MIC ≤ 500 μg/mL), 中等抗菌剂(500 μg/mL < MIC ≤ 1 600 μg/mL) 和弱抗菌剂(1 600 μg/mL < MIC)。这一分类对于天然抗菌剂抗

菌能力的强弱判断有一定的参考意义。因此,经过分析可知,苏木植物染料对于金黄色葡萄球菌有一定的抑制作用,可认为该染料是一种具有抗菌活性

并能提供着色的天然色素。由于苏木提取液对大肠杆菌没有抑制效果,故本研究以金黄色葡萄球菌作为苏木染色后抗菌性能评价。

表 1 二倍稀释法参数

Tab. 1 Parameters of double dilution method

待测液浓度/($\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)	待测液体积/mL	蒸馏水体积/mL	营养肉汤体积/mL	菌液体积/mL	待测液最终浓度/($\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)
60.000	1	0	8	1	6 000.0
30.000	1	0	8	1	3 000.0
15.000	1	0	8	1	1 500.0
7.500	1	0	8	1	750.0
3.750	1	0	8	1	375.0
1.875	1	0	8	1	187.5
空白样	0	1	8	1	0.0

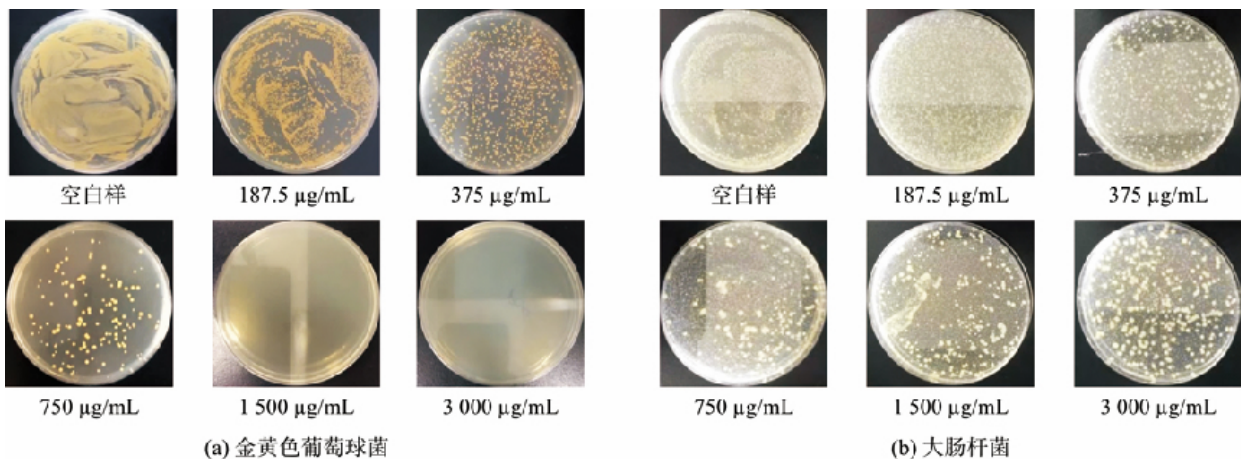


图 1 苏木植物染料对金黄色葡萄球菌和大肠杆菌的抗菌效果

Fig. 1 Antibacterial effect of hematoxylin plant dye against *S. aureus* and *E. coli*

2.2 苏木植物染料染色真丝内衣抗菌性能

2.2.1 染色方法和媒染剂对织物抗菌性能的影响

苏木植物染料对金黄色葡萄球菌显示了一定的抑菌活性。为探讨采用苏木染料染色后具体抗菌性能,就采用直接染色法、明矾预媒法和硫酸亚铁后媒法,研究不同的媒染方法和媒染剂对织物的抗菌效果的影响。所以,采用 1.2 的方法对真丝织物内衣进行染色,染料的质量分数为 10%,运用 1.3 的测定方法测定染色方法和媒染剂对纺织品抗菌效果的影响。苏木染色真丝针织内衣对金黄色葡萄球菌的抗菌结果如表 2 所示。

由表 2 可知,只有直接染色和预媒染的真丝针织内衣面料周围形成了明显的抑菌圈,该抑菌圈意味着织物周围的细菌受到了织物上吸附物质的抑制作用,其原因可能是直接染色和明矾预媒染着色

物质为苏木中抗菌活性物质苏木素,而后媒染染色着色物质为苏木中非抗菌活性物质鞣质,所以造成了如上结果的差异。另外抑菌圈的大小说明,在相同的用量下,直接染色织物的抑菌圈比明矾预媒染效果好,可能是明矾预媒染的过程中,活性物质与金属发生络合反应,降低了苏木中活性物质的抗菌作用。不同染色方法抗菌性结论为:直接染色好于明矾预媒染,硫酸亚铁后媒染染色没有抗菌性能。

2.2.2 染料用量对染色真丝针织内衣抗菌性能的影响

采用 1.2 中直接染色和预媒染染色的方法对真丝内衣进行染色,研究不同的染料质量分数 2%、4%、6%、8%、10% 对染色真丝织物抗菌性能的影响。运用 1.3 的测定方法测定染色织物定性抗菌性能,所得试验结果如表 3 所示。

表 2 染色方法和媒染剂对真丝针织内衣抗菌性能的影响

Tab. 2 Effect of dyeing method and mordant on antibacterial properties of silk knitted underwear

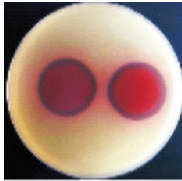
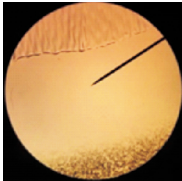
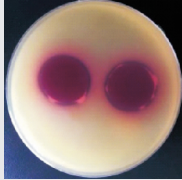
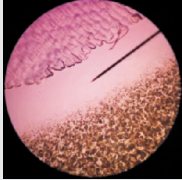
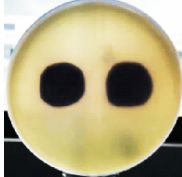
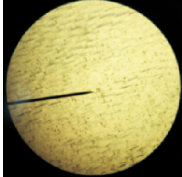

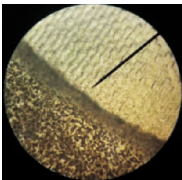

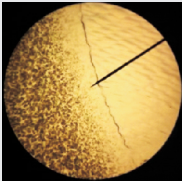

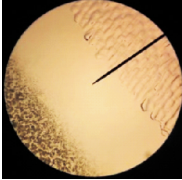

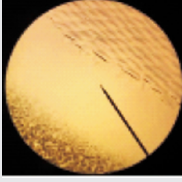

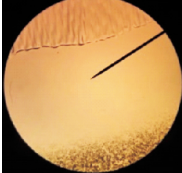
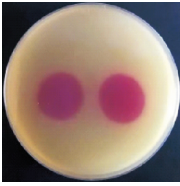
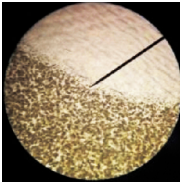

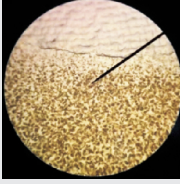

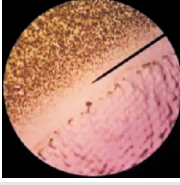

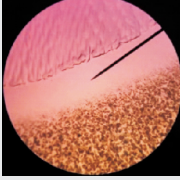

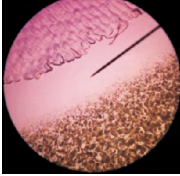
媒染方法	媒染剂	试验菌种	肉眼观察图	显微镜观察图	试验结果
直接染色	无	金黄色葡萄球菌			抑菌圈为 2 ~ 3 mm, 布下没有细菌生长 抗菌效果好
预媒染染色	明矾	金黄色葡萄球菌			抑菌圈为 1 ~ 2 mm, 布下没有细菌生长 抗菌效果好
后媒染染色	硫酸亚铁	金黄色葡萄球菌			抑菌圈为 0 布下有大量的细菌生长 没有抗菌效果

表 3 染料质量分数对真丝针织内衣抗菌性能的影响

Tab. 3 Influence of dye dosage on antibacterial property of silk knitted underwear

染色方法	染料质量分数 / %	肉眼观察图	显微镜观察图	试验结果
直接染色	2			抑菌圈为 0 布下有少量细菌生长 抗菌效果较好
	4			抑菌圈为 0 ~ 1 mm, 布下没有细菌生长 抗菌效果好
	6			抑菌圈为 1 ~ 2 mm, 布下没有细菌生长 抗菌效果好
	8			抑菌圈为 2 mm, 布下没有细菌生长 抗菌效果好
	10			抑菌圈为 2 ~ 3 mm, 布下没有细菌生长 抗菌效果好

续表 3

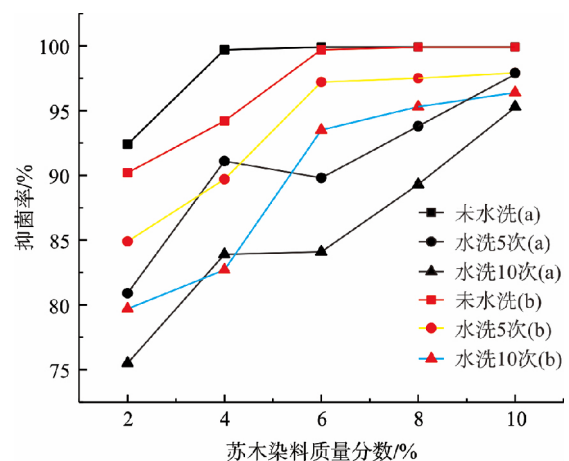
染色方法	染料质量分数 /%	肉眼观察图	显微镜观察图	试验结果
明矾预媒染	2			抑菌圈为 0 mm ,布下细菌减少一半 ,抗菌效果有限
	4			抑菌圈为 0 mm ,布下有少量细菌生长 ,抗菌效果较好
	6			抑菌圈为 0 ~ 1 mm ,布下没有细菌生长 ,抗菌效果好
	8			抑菌圈为 1 mm ,布下没有细菌生长 ,抗菌效果好
	10			抑菌圈为 1 ~ 2 mm ,布下没有细菌生长 ,抗菌效果好

由表 3 可知 ,随着染料质量分数的增加 ,真丝内衣染色织物的抑菌圈增大 ,抗菌性能增强 ,直接染色真丝织物 ,质量分数达到 4% 时 ,有抑菌圈出现 ,显微镜观察 ,布下面没有细菌生长 ;预媒染染色 ,质量分数达到 6% 时 ,有抑菌圈出现 ,显微镜观察 ,布下面没有细菌生长。由此可见 ,在相同的用量时 ,直接染色的抗菌效果比预媒染染色的好。

2.3 苏木染色真丝针织内衣抗菌性能的耐洗性

采用 1.2 中直接染色和铝预媒染的方法对真丝内衣进行染色 ,研究不同的染料质量分数 2%、4%、6%、8%、10% 和水洗次数 (0、5、10 次) 对染色真丝针织内衣抗菌性能的影响。水洗方法按照 1.3.4 中的方法 ,运用 1.3.3 的方法测定染色真丝内衣织物定量抗菌试验 ,所得结果如图 2 所示。

一般认为 ,抑菌率 $\geq 90\%$ 的纺织品具有较强的抑菌性 , $50\% \leq$ 抑菌率 $\leq 90\%$ 的纺织品具有抑菌性 ,抑菌率 $\leq 50\%$ 的纺织品基本不具有抑菌性^[3]。由图 2 看出 ,直接染色和预媒染染色真丝针织内衣都显示



a. 苏木直接染色真丝针织内衣; b. 苏木铝预媒染染色真丝针织内衣
图 2 水洗次数对苏木直接染色及铝预媒染染色真丝针织内衣金黄色葡萄球菌的影响

Fig. 2 Influence of washing times on staphylococcus aureus of silk knitted underwear directly dyed by hematoxylin and pre-dyed by mordant

了一定的抑菌性能,随着染料质量分数的增加,抑菌性能也随之增加。直接染色质量分数达到4%时,抑菌率可以达到99%以上,预媒染染色质量分数达到6%时,抑菌率可以达到99%以上。经反复洗涤后,真丝针织内衣的抑菌性能均有所下降。但直接染色织物抑菌性能受洗涤影响较大,经10次反复水洗后,染色真丝针织内衣普遍仍能达到70%以上的抑菌率;相对而言,媒染真丝内衣的抗菌具有较好的持久性,10次反复水洗后,染色真丝内衣普遍仍能达到75%以上的抑菌率。究其原因:第一,金属离子与苏木素等抗菌成分的络合作用有助于在真丝上的吸附及牢度;第二,金属离子与细菌的相互作用将会影响细菌的新陈代谢,最终导致细菌的死亡^[9]。

3 苏木植物染色真丝针织内衣设计要素的研究

3.1 苏木植物染色真丝针织内衣的风格

内衣风格有经典风格、前卫风格、运动风格、休闲风格、优雅风格、田园风格、浪漫风格等,故经苏木植物染色的真丝针织内衣因其色彩的淡雅、柔和、自然、质朴,面料的垂顺、轻盈,显而易见更容易呈现优雅、浪漫、田园的风格。服装风格的确定,是一切设计要素展开构思的前提。苏木植物染色真丝针织内衣的风格,应以优雅、浪漫、田园风格为主,运动、前卫、经典等风格为辅。

3.2 苏木植物染色真丝针织内衣色彩设计

苏木植物染色的面料和化学染色的面料的最大区别是色彩明度、纯度上的不同。苏木植物染色的面料,中间色彩更自然更柔和。通过染色媒介的不同、染色时间的不同、温度的不同、套染的次数的不同等,可以染出非常丰富细腻的色彩。苏木植物染色真丝针织内衣的色彩设计围绕服装风格进行配色。例如:优雅、浪漫风格,多以同类色搭配、邻近色搭配为主,如淡蓝配天蓝、淡粉配浅紫等,配色效果柔和、淡雅。经典风格,多以无彩色系的白、黑、灰为主,辅以常用色暗红、藏青、米咖等色,配色效果沉稳、平和。运动、前卫风格,多以对比色、互补色进行搭配,如橘黄配普蓝、大红配橄榄绿等,配色效果跳跃、刺激,可通过降低明度、纯度,改变面积对比,来达到色彩的和谐。又因其苏木植物染色明度、纯度较低,色彩设计呈现优雅、浪漫、田园的风格较为容易,其他风格可以通过添加图案和配饰来表达,如豹

纹图案、抽象现代图案的添加等。

3.3 苏木植物染色真丝针织内衣款式设计

真丝针织内衣,因其面料的悬垂性、弹性、柔软性、尺寸的不稳定性等,所以,在款式设计时,应以简洁利落的造型为主。内衣的款式设计在廓形上虽然有H型、A型、S型、T型、X型、O型等,但多是宽松造型,以H型为主,紧身造型以S型为主。在真丝针织款式设计中,仍可以围绕风格展开设计,例如:优雅、浪漫风格,廓形上应该以H型、A型、S型为主。前卫、运动风格,多以X型、T型、H型为主。内衣的主要款式有吊带连衣裙款、背心短裤款、文胸款、秋衣秋裤款、睡衣款等。内衣局部造型的设计,主要以领子的设计为主,无领的领型居多,圆领、鸡心领、一字领、五角形领等。可通过饰边,来增加设计亮点,也可利用面料的悬垂性,设计荡领、连身领等款式。经苏木植物染色的真丝针织内衣,因其色彩的丰富性、柔和自然性,所以总体服装设计以突出色彩特色为主,款式上尽量简洁轻松。

3.4 苏木植物染色真丝针织内衣图案设计

苏木植物染色真丝针织内衣的图案设计,主要有花卉图案、动物图案、人物图案、景物图案、抽象图案等,服装图案的工艺手段主要有印花、绣花、珠绣、手绘、喷绘、编结、拼贴、抽褶、镂空等。针织内衣图案的装饰部位主要在领口、袖口、肩部、门襟、下摆等,图案设计仍可根据服装风格进行设计。例如:浪漫风格的内衣图案设计一般以花卉图案为主,可以是抽象花卉,也可以是具象花卉,花朵可大可小,配色要柔和淡雅,可以是满地花,也可以是局部点缀。一个好的服饰图案设计,可以使服装的风格清晰,美感倍增。

4 结 论

苏木染料,将其配成一定浓度,测定苏木提取物对金黄色葡萄球菌的最低抑菌浓度为1500 $\mu\text{g}/\text{mL}$,但对大肠杆菌几乎没有抑制作用;用苏木提取的染料对真丝内衣进行染色,硫酸亚铁后媒染染色的内衣不具有抗菌效果,只有直接染色和明矾预媒染染色的内衣具有对金黄色葡萄球菌抗菌效果;苏木染料的质量分数从2%增加到10%时,抑菌圈的大小也随之增大,说明抗菌性也增强。采用直接染色的真丝内衣,当苏木染料的质量分数达到4%时,抑菌率可以达到99%,采用明矾预媒染的真丝内衣,当染料

质量分数达到 6% 抑菌率可以达到 99%。经过反复的水洗后,真丝内衣面料的抑菌性能均有所下降,经 10 次水洗后,染色织物普遍仍能达到 70% 以上的抑菌率。苏木植物染色真丝针织内衣的风格,应以优雅、浪漫、田园风格为主,运动、前卫、经典等风格为辅。真丝针织内衣采用苏木植物染料染色比用合成染料染色,色彩上更具柔和、优雅、浪漫的特质。其款式设计应以简洁流畅的造型为主,图案设计可以围绕服装风格定位展开设计。

参考文献:

- [1] 祁乐乐,陈雪敏,王伟,等. 苏木色素的稳定性及抗氧化活性研究[J]. 中国食品添加剂, 2012(1): 121-127.
QI Lele, CHEN Xuemin, WANG Wei, et al. Study on the stability and antioxidation of pigment from caesalpinia sappan L [J]. China Food Additives, 2012(1): 121-127.
- [2] 陈东梅,纪俊玲. 苏木媒染红色系真丝织物[J]. 印染, 2017(13): 16-21.
CHEN Dongmei, JI Junling. Mordant dyeing of silk in red with caesalpinia sappan natural dyes [J]. Dyeing and Finishing, 2017(13): 16-21.
- [3] 赵志军,刘洪澍,刘剑虹. 丝织物苏木染色色谱的关键影响因素[J]. 丝绸, 2017, 54(5): 6-11.
ZHAO Zhijun, LIU Hongshu, LIU Jianhong. The key factors influencing sappanwood dyeing chromatography of silk fabrics [J]. Journal of Silk, 2017, 54(5): 6-11.
- [4] 王华印. 源于桑椹花色苷染料制备、分析及其棉织物染色研究[D]. 杭州: 浙江理工大学, 2016.
WANG Huayin. Preparation, Analysis of Anthocyanin Dyes Extracted from Morus Rubra Fruits and Its Dyeing Investigation on Cotton Fabrics [D]. Hangzhou: Zhejiang Sci-Tech University, 2016.
- [5] 张冒飞,何叶丽,纪俊玲. 真丝织物的青柿天然染料染色[J]. 印染, 2015(23): 1-5.
ZHANG Maofei, HE Yeli, JI Junling. Silk dyeing with natural persimmon dyes [J]. Dyeing and Finishing, 2015(23): 1-5.
- [6] 王亚丽,何叶丽,纪俊玲. 真丝织物的黄连超声波染色[J]. 印染, 2016(9): 15-19.
WANG Yali, HE Yeli, JI Junling. Ultrasonic dyeing of silk fabric with rhizoma coptidis [J]. Dyeing and Finishing, 2016(9): 15-19.
- [7] MICHELIN E M Z, SALVADOR A A, RIEHL C A S, et al. Chemical composition and antibacterial activity of cordia verbenacea extracts obtained by different methods [J]. Bioresource Technology, 2009, 100(24): 6615-6623.
- [8] DUARTE M C T, LEME E E, DELARME LINA C, et al. Activity of essential oils from Brazilian medicinal plants on Escherichia coli [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2007, 111(2): 197-201.
- [9] GHORANNEVISS M, SHAHIDI S, ANVARI A, et al. Influence of plasma sputtering treatment on natural dyeing and antibacterial activity of wool fabrics [J]. Progress in Organic Coatings, 2011, 70(4): 388-393.