

茶多酚对涤纶织物的抗菌消臭整理研究

戴悦¹, 胡亚楠¹, 张瑞萍¹, 张贤国², 洪约利²

(1.南通大学 纺织服装学院, 江苏 南通 226019;

2.江苏顺远新材料科技股份有限公司, 江苏 南通 226019)

摘要:植物提取剂茶多酚主要有抗菌、除臭及防紫外线等作用,可以使织物获得抗菌消臭以及紫外线防护等性能。文中利用茶多酚对涤纶织物进行整理,并利用CuSO₄进行后媒整理,通过单因素法研究了茶多酚对涤纶织物的高温高压处理工艺最佳条件,测试了整理织物的抗菌消臭及耐水洗性。结果表明,茶多酚整理涤纶织物时酸性或碱性过强,均不利于茶多酚吸附在涤纶织物上;茶多酚溶液为碱性时,整理后织物的抑菌和消臭率较高。对茶多酚整理后的织物进行CuSO₄后媒处理,织物的抑菌率和消臭率均大幅提升,可以赋予织物良好的抗菌消臭性能,且具有较好的耐水洗性。

关键词:茶多酚;涤纶织物;抗菌性;消臭性;耐水洗性

中图分类号:TS 195.5

文献标志码:B

文章编号:1000-4033(2019)04-0044-05

Study of Antibacterial Property and Deodorization of Polyester Fabric Treated by Tea Polyphenols

Dai Yue¹, Hu Yanan¹, Zhang Ruiping¹, Zhang Xianguo², Hong Yueli²

(1.College of Textile and Clothing, Nantong University, Nantong, Jiangsu 226019, China;

2.Jiangsu Shunyuan New Materials Technology Co., Ltd., Nantong, Jiangsu 226019, China)

Abstract: Tea polyphenols, a plant extractant, has the functions of anti-bacterial, deodorizing and anti-ultraviolet radiation, which can endow fabrics with the same functions. In this paper, polyester fabrics were treated with tea polyphenols with CuSO₄ as post-medium. The optimum conditions of high temperature and high pressure treatment of polyester fabrics with tea polyphenols were studied by single factor method, and the anti-bacterial, deodorizing and water resistance of the finished fabrics were tested. The results showed that the excessive acidity or alkalinity treating condition was not conducive to the adsorption of tea polyphenols on polyester fabric. The fabric treated with tea polyphenol at alkaline bath showed the better antimicrobial and deodorizing performance. CuSO₄ medium treatment improved the antibacterial and deodorizing performance obviously. The post-media treatment can impart good antibacterial and deodorizing properties to the fabric and good water washing resistance.

Key words: Tea Polyphenols; Polyester Fabric; Antibacterial and Deodorizing Performance; Washing Resistance

纺织品抗菌消臭整理剂大多是有机或者无机合成抗菌剂或消臭剂,虽然整理的效果优异但是或

多或少具有毒性,不仅不利于生态环保而且可能对人体有一定的负面影响。植物提取剂茶多酚主要有

抗菌、除臭、清除自由基、抗氧化、抗病毒以及防紫外线照射等作用,将其应用于纺织品整理领域,赋予

基金项目:江苏省重点研发计划(产业前瞻与共性关键技术)-竞争项目(BE2016111);江苏省研究生科研与实践创新计划(KYCX18-2428);江苏省大学生创新训练计划项目(201810304101X)。

作者简介:戴悦(1994—),女,硕士研究生。主要研究方向为纺织品功能整理。

通讯作者:张瑞萍(1964—),女,教授,博士。E-mail:zhang.rp@ntu.edu.cn。

纺织品一定的功能效果。

茶多酚应用于纺织品整理中,可以使织物获得抗菌消臭以及紫外防护等性能,配合媒染剂不仅可在染色方面提高得色量,而且功能整理效果比纯茶多酚处理更为优异^[1-3]。涤纶是目前用途广泛的合成纤维,在家纺面料、汽车内饰和防护服领域占有很大比重。本文采用高温高压处理工艺整理涤纶织物,通过单因素分析茶多酚对涤纶织物的整理效果,以 280 nm 处紫外透过率为指标,确定整理工艺,制备基于茶多酚的抗菌消臭涤纶织物。

1 试验

1.1 材料及仪器

材料:经编涤纶针织物[新世嘉纺织品(南通)有限公司]。

试剂:茶多酚(芜湖天远生物科技有限公司),磷酸、乙酸、硼酸、氢氧化钠、硫酸铜(分析纯,上海润捷化学试剂有限公司)。

仪器:YG(B)912E 型纺织品防紫外性能测试仪(温州大荣纺织仪器有限公司)、pHS-25 型数显 pH 计(上海精密科学仪器有限公司)、1XC-F1 型瑞比全能型试色机(厦门瑞比精密机械有限公司)、01AB-1 型电热恒温干燥箱(江苏海门市恒昌仪器厂)。

1.2 试验方法

1.2.1 缓冲溶液配制

在 100.0 mL 磷酸、硼酸和醋酸(浓度均为 0.04 mol/L)的混合液中,加入不同体积的 NaOH 溶液(NaOH 浓度为 0.20 mol/L),配制 pH 值 3~12 的缓冲溶液:NaOH 溶液 19.0 mL(pH 值=3);NaOH 溶液 25.0 mL(pH 值=4);NaOH 溶液 35.0 mL(pH 值=5);NaOH 溶液 42.5 mL(pH 值=6);NaOH 溶液 52.5 mL(pH 值=7);NaOH 溶液 61.0 mL

(pH 值=8);NaOH 溶液 69.0 mL(pH 值=9);NaOH 溶液 79.0 mL(pH 值=10);NaOH 溶液 84.0 mL(pH 值=11);NaOH 溶液 98.0 mL(pH 值=12)。

1.2.2 高温高压处理工艺

工艺配方及条件:

茶多酚	2.00%~10.00%
浴比	1:50
温度	110~130℃
时间	20~60min

用 1.2.1 配制的缓冲液配制染液使其具有不同 pH 值,初始温度 50℃,1℃/min 升温到 110~130℃,保温 20~60 min,降温至 70℃,水洗,恒温干燥箱 80℃烘干。

1.2.3 CuSO₄ 后媒处理

处理配方及条件:

CuSO ₄	3.00%
浴比	1:50
温度	45℃
时间	60 min

1.3 测试方法

1.3.1 整理织物茶多酚含量

茶多酚的主要成分为儿茶素类,其紫外吸收主要为苯环的 B 带吸收,使用 YG(B)912E 型纺织品防紫外性能测试仪测试整理织物在 280 nm 处的紫外透过率,作为整理后涤纶织物上茶多酚含量的间接评判依据。

1.3.2 抗菌消臭性能

选择大肠杆菌和金黄色葡萄球菌为菌种,参照 GB/T 20944.3—2008《纺织品 抗菌性能的评价 第 3 部分:振荡法》进行抗菌性能测试。以氨气为臭气测试处理后织物的消臭性能。将织物剪成直径 4 cm 的圆形,吸取 0.1 mL 的氨水于玻璃皿上,将玻璃皿放置在干燥器底部,织物置于干燥器托盘上,吸氨 14 h,吸氨结束后,用 100.0 mL 蒸馏水于 40℃萃取 2 h。采用 HJ534—

2009 次氯酸钠-水杨酸分光光度法测定萃取液中的氨含量,通过未整理织物与整理后织物上吸附氨的差值除以未整理织物吸附氨的值,间接得出整理织物的消臭率。

1.3.3 耐水洗性能

参考 FZ/T 73023—2006《抗菌针织品》附录 C 的简化洗涤条件及程序,对整理后的针织物进行标准洗涤。标准洗涤剂 2 g/L,在 40℃ 的恒温振荡水浴锅振荡洗涤 5 min,洗涤完后用蒸馏水清洗,作为 1 次洗涤。按照上述程序,对整理后织物进行 10 次洗涤,测试水洗后织物的抗菌消臭性能。

2 结果与讨论

2.1 不同 pH 值茶多酚溶液的显色现象及光谱曲线分析

2.1.1 显色现象

利用 1.2.1 配制的缓冲溶液,配制不同 pH 值的茶多酚溶液(茶多酚浓度为 1 g/L),不同 pH 值下茶多酚溶液呈色反应如表 1 所示。

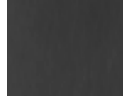
由表 1 可知,溶液 pH 值不同,茶多酚加入后呈色也不同,随着 pH 值增大溶液颜色由浅黄变红并逐渐变成褐色。这是因为茶多酚是一类组成复杂的多酚类衍生物混合物,其主要成分为儿茶素类,儿茶素类的基本结构^[4]如图 1 所示。

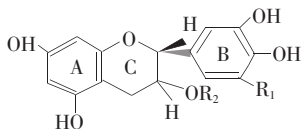
儿茶素类的基本结构至少包括 A、B、C 环,酯化后还有 D 环,儿茶素本无色,但其极易氧化聚合,氧化产物如茶黄素等使溶液呈棕红色,聚合产物使共轭双键延长从而使颜色变深,因此,溶液的呈色取决于茶多酚的氧化和聚合程度^[4]。由表 1 可知,碱性越大呈色越深,这是因为茶多酚溶液随着 pH 值提高,氧化速率增大^[4],因此,溶液颜色变深。

2.1.2 紫外可见光谱分析

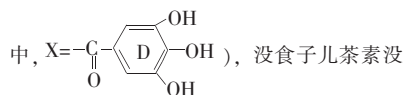
选取 2.1.1 中不同 pH 值的茶

表1 不同 pH 值茶多酚溶液的呈色反应

pH 值	呈色现象	pH 值	呈色现象
3		8	
4		9	
5		10	
6		11	
7		12	



注: $R_1=R_2=H$, 儿茶素; $R_1=OH, R_2=X$ (其



中, $X=-C(=O)-C_6H_2(OH)_3$, 没食子儿茶素没食子酸酯; $R_1=OH, R_2=H$, 没食子儿茶素; $R_1=H, R_2=X$, 儿茶素没食子酸酯。

图1 儿茶素类的基本结构

多酚溶液, 测试其紫外可见光谱, 结果如图2所示。

茶多酚的主要成分为儿茶素类, 其紫外吸收主要为苯环的B带吸收^[4]。图2a—图2e表明不同 pH 值和不调 pH 值的茶多酚溶液在 230 nm 和 280 nm 附近有两个吸收峰, 这是因为儿茶素类为芳香族化合物, 有 E 带和 B 带吸收带, 而儿茶素类极易氧化和聚合, 使得共轭双键延长, 发生红移现象^[4], 使得

E 带(184~203 nm)吸收移动至 230 nm 附近就变成了 K 带吸收, B 带(230~270 nm)移动至 280 nm 处^[5]。由于儿茶素类在紫外的重要吸收为 B 带吸收, 故本试验使 280 nm 处紫外透过率间接表示整理后涤纶织物上的茶多酚含量, 茶多酚含量越高, 280 nm 处的透过率越小。

由图2可知, 当茶多酚溶液碱性达到 11 时, 280 nm 附近的吸收峰减弱, 这是因为碱性过强, 茶多酚氧化程度高, 改变了原有的共轭体系, 造成 B 带吸收的变化, 因此, 选择茶多酚处理涤纶织物的 pH 值为 3~10。

2.2 处理条件对茶多酚整理织物紫外透过率的影响

2.2.1 pH 值

采用 1.2 试验方法, 配制茶多酚溶液 pH 值为 3~10, 对涤纶织物进行高温浸渍整理, 结果如表2所

示。

由表2可知, 当溶液 pH 值为 5 和 8 时, 280 nm 处的透过率较低, 分别为 2.08 和 1.92, 说明此时织物上吸附的茶多酚较多。因为酸性过强, 会促进缔合现象的发生, 多酚溶液的胶体性质强^[4], 不利于茶多酚吸附于涤纶织物上; 而碱性过强, 稳定性差, 茶多酚溶液的氧化聚合程度高, 因此, 织物上吸附的茶多酚不多。

2.2.2 整理温度

选取茶多酚溶液 pH 值为 5 和 8, 参照 1.2.2 试验方法, 探讨温度对茶多酚整理织物的紫外透过率的影响, 结果如表3所示。

由表3可知, 随着温度增加, 整理后涤纶织物的透射比减小, 酸性条件下, 透过率由 2.44% 降低至 1.52%; 碱性条件下, 透过率由 2.87% 降低至 1.59%。另外, 温度越高对涤纶织物的损伤越大, 试验过程中随着温度提高, 整理残液中的散纤维越多, 处理温度最高取 130 ℃。因此, 茶多酚整理涤纶织物的最佳温度为 130 ℃。

2.2.3 保温时间

参照 1.2.2 试验方法, 升温至 130 ℃, 探讨保温时间对茶多酚整理织物紫外透过率的影响, 结果如表4所示。

由表4可知, 酸性和碱性条件下, 保温 30 min 可得最低透过率。当时间增加到 60 min, 织物在 280 nm 处的透过率升高, 这是因为时间较长, 茶多酚的氧化聚合程度

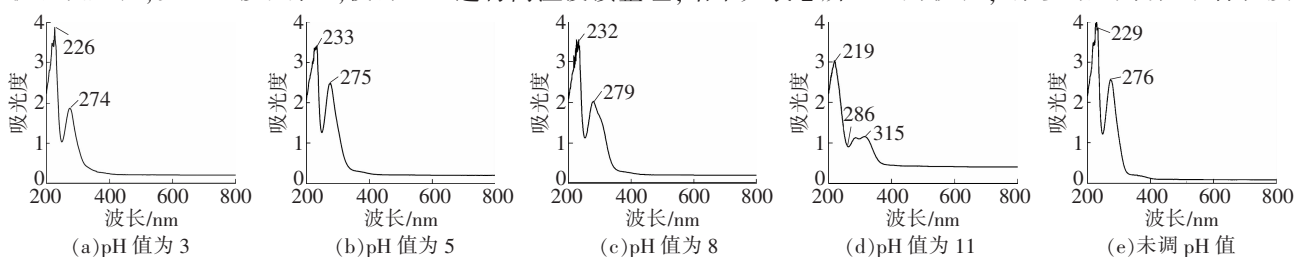


图2 不同 pH 值下茶多酚溶液的紫外可见吸收光谱

表2 pH值对 $\lambda_{280\text{ nm}}$ 处透过率的影响

pH值	$T/\%$
3	2.13
4	2.41
5	2.08
6	2.10
7	2.10
8	1.92
9	2.02
10	2.09

注:茶多酚 5.00%, 120 ℃保温 30 min, 未处理织物 $\lambda_{280\text{ nm}}$ 处透过率为 3.22%。

表3 温度对 $\lambda_{280\text{ nm}}$ 处透过率的影响

pH值	$T/\%$		
	110 ℃	120 ℃	130 ℃
5	2.44	2.08	1.52
8	2.87	1.92	1.59

注:茶多酚用量 5.00%, 保温时间 30 min。

表4 时间对 $\lambda_{280\text{ nm}}$ 处透过率的影响

保温时间/ min	$T/\%$	
	pH 值=5	pH 值=8
20	1.62	1.86
30	1.52	1.59
60	2.33	2.34

高,活性低,从而吸附在织物表面的多酚含量低,因此,综合考虑保温时间选择 30 min。

2.2.4 茶多酚用量

参照 1.2.2 试验方法,升温至 130 ℃,保温 30 min,探讨茶多酚用量对于整理织物紫外透过率(280 nm 处)的影响,如表 5 所示。

表5 茶多酚用量对 $\lambda_{280\text{ nm}}$ 处透过率的影响

茶多酚用量/ %	$T/\%$	
	pH 值=5	pH 值=8
2.00	2.02	1.81
4.00	1.57	1.57
5.00	1.52	1.59
6.00	2.47	1.83
8.00	1.72	1.77
10.00	1.92	2.16

由表 5 可知,酸性条件下,茶

多酚用量为 5.00%时,透过率最低,为 1.52%;碱性条件下,茶多酚用量为 4.00%时,透过率最低,为 1.57%。这是由于茶多酚分子中大量的酚羟基和苯环会发生氢键与疏水键的分子缔合,随着茶多酚的浓度增大,会促进缔合现象的发生,茶多酚溶液的胶体性质增强^[4],难以整理在涤纶织物上,因此 pH 值为 5 时适宜茶多酚用量为 5.00%,pH 值为 8 时适宜茶多酚用量为 4.00%。

2.2.5 CuSO₄后媒处理

采用 1.2 试验方法,对茶多酚整理后的涤纶织物进行后媒处理,结果如表 6 所示。

表6 CuSO₄后媒处理对 $\lambda_{280\text{ nm}}$ 处透过率的影响

pH值	$T/\%$	
	媒染前	媒染后
5	1.52	1.35
8	1.57	1.40

注:未处理织物媒染前 T 为 3.22%,未处理织物媒染后降低至 2.09%。

由表 6 可知,CuSO₄后媒整理织物过程中,茶多酚酸性或碱性浴整理涤纶织物的紫外透过率均明显降低,因为茶多酚整理后吸附在涤纶表面的酚羟基与 Cu 离子发生络合,络合物不易溶于水沉积在织物表面^[6],因此,降低了织物的紫外透过率。

2.3 整理织物的抗菌消臭性能

参照 1.2 试验方法,在 2.1—2.2 确定的最佳试验条件下对织物

进行茶多酚整理,测试整理后织物的抗菌消臭性能,结果如表 7 所示。

由表 7 可知,不论是酸性浴或是碱性浴,茶多酚整理后涤纶织物均获得一定的抗菌性能,这是因为茶多酚可破坏微生物细胞膜的脂质层,从而导致微生物死亡;茶多酚碱性浴比酸性浴得到的整理织物的抑菌率高,这是因为茶多酚及其单体对细菌的抑制作用较弱,而茶多酚的氧化聚合产物如茶黄素、茶红素对真菌的抑制能力较强^[4],碱性条件下,茶多酚的氧化聚合程度大,因此整理后涤纶织物的抑菌率高。由表 7 还发现茶多酚对金黄色葡萄球菌的抑菌率普遍高于大肠杆菌,因为茶提取物对革兰氏阳性菌的抑制作用比阴性菌强^[4]。

茶多酚整理后涤纶织物具有消臭性能,是因为其酚性羟基可与胺基、氨等基团进行缩合、中和反应,消除游离在环境中的异味物质。茶多酚碱性浴比酸性浴得到的整理织物的消臭率高,这是因为除臭效果会随 pH 值升高而增强^[4]。

CuSO₄具有抗菌性能,但涤纶织物直接使用 CuSO₄处理时,由于离子与涤纶的亲合力小,大部分离子在整理液中^[7],不能完全发挥 CuSO₄的抑菌效果。茶多酚整理后织物进行 CuSO₄后媒处理,织物的抑菌率和消臭率明显提高,碱性条件下,茶多酚后媒处理对金黄色葡萄球菌的抑菌率达到 100.00%,这

表7 茶多酚整理织物的抗菌消臭效果

pH值	消臭率/%		抑菌率/%			
			大肠杆菌		金黄色葡萄球菌	
	媒染前	媒染后	媒染前	媒染后	媒染前	媒染后
5	61.00	77.70	61.30	90.20	69.40	95.80
8	78.60	86.80	72.00	95.90	85.70	100.00

注:涤纶织物仅 CuSO₄处理后织物的大肠杆菌、金黄色葡萄球菌抑菌率分别为 67.80%、75.60%,消臭率为 33.20%。

是因为织物上吸附的酚羟基与 Cu 离子形成了络合物,织物表面沉积的金属络合物具有优异的抗菌消臭性能^[8]。

2.4 整理织物的耐水洗性能

对茶多酚整理后的织物进行耐水洗测试,探讨整理织物抑菌消臭的耐久性,10次洗涤后织物的抑菌消臭性如表8所示。

由表8可知,茶多酚加 CuSO₄ 后媒处理的织物水洗10次后的抑菌率下降不明显,消臭率虽下降幅度比抑菌率大,但也能保持在60.00%左右,说明茶多酚与 Cu 离子形成的络合物具有一定的耐洗性,整理织物的耐洗性较好。

3 结论

3.1 茶多酚整理涤纶织物,酸性或碱性过强,不利于茶多酚吸附在涤纶织物上。

3.2 茶多酚对涤纶织物的较优整理工艺为:酸性浴,茶多酚用量5.00%,染浴 pH 值为5,130℃整理30 min,λ_{280 nm}处透过率为1.52,硫酸铜后媒处理降低λ_{280 nm}处透过率为1.35;碱性浴,茶多酚用量4.00%,染浴 pH 值为8,130℃整理30 min,λ_{280 nm}处透过率为1.57,硫酸铜后媒处理降低λ_{280 nm}处透过率为1.40。

3.3 茶多酚溶液为碱性时,整理后织物的抑菌和消臭率较高;茶多酚溶液 pH 值为5,织物的抑菌(大肠杆菌)率分别为61.30%、72.00%,消臭率为61.00%;pH 值为8时,抑菌(金黄色葡萄球菌)为69.40%、85.70%,消臭率为78.60%;对茶多酚整理后的织物进行 CuSO₄ 后媒处理,织物的抑菌率和消臭率均大幅提升,后媒处理可以赋予织物良好的抗菌消臭性能。

3.4 茶多酚加 CuSO₄ 后媒处理的织物经10次洗涤后,抑菌率下降

表8 整理织物的耐水洗性能

pH值	消臭率/%		抑菌率/%			
			大肠杆菌		金黄色葡萄球菌	
	水洗前	水洗后	水洗前	水洗后	水洗前	水洗后
5	77.70	53.00	90.20	85.30	95.80	90.90
8	86.80	67.50	95.90	91.70	100.00	93.90

不明显,消臭率能够保持在60.00%左右,整理织物的耐洗性较好。

参考文献

- [1]任燕飞,巩继贤,李秋瑾.茶梗天然功能物质对纺织品的仿生整理研究[J].针织工业,2014(7):77-80.
- [2]姜江飞,巩继贤,李政.生物质染料的染色应用研究[J].针织工业,2016(3):39-43.
- [3]李慧玲,吴明华,林鹤鸣.茶多酚-铜络合物的合成及其抗菌、消臭性能研究[J].浙江理工大学学报,2008,25(3):266-270.
- [4]杨贤强,王岳飞,陈留记.茶多酚化

学[M].上海:上海科学技术出版社,2003.

[5]邓芹英,刘岚,邓慧敏.波谱分析教程[M].北京:科学出版社,2007.

[6]李凤艳,刘丽华.媒染剂对茶色素染色棉纤维性能的影响[J].纺织学报,2011,32(8):62-66.

[7]李慧玲.茶多酚的抗菌除臭性能及其改性研究[D].杭州:浙江理工大学,2008.

[8]唐慧,唐人成.茶多酚在棉织物上的媒染性能[J].印染,2011,37(9):10-13.

收稿日期 2018年10月26日

链接

茶多酚性能及在纺织品中应用注意事项

1 茶多酚及其性能

茶多酚是茶叶中多酚类物质的总称,是茶叶的主要成分,包括黄烷醇类、花色苷类、黄酮类、黄酮醇类和酚酸类等。茶多酚等活性物质具解毒和抗辐射作用,能有效地阻止放射性物质侵入骨髓,且本身具有抗菌、防臭和防紫外等优良的特性。

2 茶多酚在纺织品中应用注意事项

茶多酚本身具有抗菌、防臭和防紫外等优良的特性。将其应用于纺织品上,会赋予织物天然的功能性,有很大的发展前景。茶多酚的性能对其应用具有重要的影响。研究表明,在纺织染整中需要注意以下几点。

a. 茶多酚的稳定性。茶多酚在酸性条件下较稳定,在中性至碱性条件下,易被氧化和电离而使溶液的颜色加深;随着温度的升高,茶多酚溶液被氧化的速率加快。

b. 茶多酚的吸附性能对 pH 值非常敏感,在酸性条件下茶多酚的吸尽率相对较高,在中性至碱性条件下,吸尽率随着 pH 值的增大明显下降。

c. 温度对茶多酚的吸附性能有较大影响,根据纤维的不同表现趋势也不同,如茶多酚在羊毛上的吸尽率随温度的升高而增大,在蚕丝上的吸尽率随温度的升高而减小。