

# 天然抗菌纺织品的发展现状

张海涛,张雪,刘蒙蒙,肖凤娟

(山东省产品质量检验研究院,山东 济南 250102)

**摘要:**介绍了抗菌纺织品的分类及其抗菌机理,综述了天然抗菌纺织品的发展现状,并分析了天然抗菌纺织品在开发中存在的问题。

**关键词:**天然抗菌纤维;抗菌植物染料;植物抗菌提取物

**中图分类号:**TS106

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-0356(2020)03-0008-04

生活中人们与致病菌相伴而生,传统纺织品为微生物的生长繁殖提供了良好的载体,在适宜的条件和环境中,致病菌大量繁殖,危害服用者身体健康。随着消费观念的转变和健康理念的提升,人们更加追求绿色、健康的衣着方式,其中抗菌纺织品越来越得到消费者的青睐;在家居、医疗卫生、军用服装等领域,抗菌纺织品的需求也越来越大。近年来抗菌纺织品已成为功能性纺织品领域内的研究热点,但有报道称在使用抗菌织物时会出现皮肤瘙痒、过敏等症状,因此研发安全性能高的抗菌纺织品具有重要意义。

## 1 抗菌纺织品的分类

当前抗菌纺织品可分为3类:天然系、无机系和有机系<sup>[1]</sup>。

### 1.1 天然系

天然系抗菌纺织品指以天然抗菌纤维为原料或者使用天然抗菌剂与织物进行抗菌整理而得到的纺织品。相比于无机系和有机系,这类抗菌纺织品具有原料来源广、成分天然、抗菌谱广、不产生耐药性、安全性高等优点。

### 1.2 无机系

无机系抗菌纺织品是指使用无机抗菌剂对织物进行抗菌整理得到的具有抗菌性能的纺织品。无机抗菌剂可分为以 $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 为代表的金属离子型抗菌剂和以 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{V}_2\text{O}_5$ 为代表的光催化型抗菌剂<sup>[2]</sup>。金属离子抗菌剂的抗菌机理是 $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 等金属离子通过破坏微生物的细胞膜,进入细胞与细胞内的酶结合,阻止代谢机能从而杀灭微

生物;光催化抗菌剂在光子激发下产生很强的氧化还原能力,进而破坏细菌细胞的增殖<sup>[3]</sup>。由于无机抗菌剂具有抗菌性能广、微生物抗药性小、热稳定性良好等优点,使此类抗菌剂在纺织品抗菌整理方面被广泛应用,但由于含有重金属离子,在耐洗涤及安全性方面逐渐受到重视。

### 1.3 有机系

有机系抗菌纺织品是指使用有机抗菌剂对织物进行抗菌整理得到的具有抗菌性能的纺织品。常见的有机抗菌剂有季铵盐类化合物、卤胺化合物、聚六亚甲基双胍盐酸盐等<sup>[4]</sup>。其抗菌机理是通过破坏细胞的组织结构达到抗菌效果。有机抗菌剂杀菌能力强,但毒性较大,在溶出过程中会破坏皮肤的正常菌群。

## 2 天然系抗菌纺织品的开发

抗菌纺织品的安全性体现在当织物起到抗菌防护作用的同时,对人体不产生毒副作用,不破坏人体正常的生物菌群。天然系抗菌纺织品是三类抗菌纺织品中安全性最高的一类。对天然系抗菌纺织品的研发主要集中在天然抗菌纤维、天然抗菌剂等的开发方面。

### 2.1 天然抗菌纤维

天然抗菌纤维由于其自身纤维结构或含有的天然抗菌物质对细菌有很好的抑制和杀灭作用,从而使纺织品具有抗菌性能。天然抗菌纤维主要有壳聚糖纤维、甲壳素纤维、麻类纤维、竹纤维、茶纤维、木棉纤维等。

#### 2.1.1 甲壳素纤维和壳聚糖纤维

甲壳素广泛存在于虾、蟹、昆虫的外壳以及藻类、菌类的细胞壁中,是一种极为丰富的天然高分子聚合物<sup>[5]</sup>。虾、蟹外壳经稀盐酸脱除碳酸钙,热稀碱脱除蛋白质,再经脱色处理后得到甲壳素,甲壳素经脱乙酰基

收稿日期:2019-12-11

作者简介:张海涛(1991-),男,工程师,硕士,主要研究方向:纺织产品抗菌检测,E-mail:15169196270@163.com。

处理得到壳聚糖,甲壳素和壳聚糖能够有效抑制细菌和真菌的生长繁殖,具有抑菌活性高、抗菌谱广、杀灭率高等优点,以甲壳素、壳聚糖为原料通过湿法纺丝制备得到甲壳素纤维、壳聚糖纤维,制得的甲壳素纤维和壳聚糖纤维具有天然抗菌、抑菌性能,是绿色环保纤维<sup>[6-8]</sup>。朱祎俊<sup>[9]</sup>利用甲壳素与长绒棉混纺,当甲壳素的混纺比例达到20%时,织物对金黄色葡萄球菌的抑菌率能达到99.88%,对大肠杆菌的抑菌率能达到91.2%。这类纤维因其较好的生物活性、相容性、降解性和抗菌性在医用伤口敷料领域也得到广泛的应用。

### 2.1.2 麻类纤维

作为四大天然纤维之一,麻纤维具有吸湿透气、抗菌防霉、抗紫外线和无静电等优良特性,是纺织行业的重要原料。麻纤维的抗菌性与其独特的多孔结构和含有的抗菌成分有关。多孔结构使纤维内部富含氧气,抑制厌氧菌的生长;纤维中含有的抗菌物质如麻甾醇、黄酮、酚类物质等对细菌有很好的抑制作用<sup>[10]</sup>。

史加强<sup>[11]</sup>的研究表明亚麻织物对金黄色葡萄球菌和白色念珠菌的抑菌率分别为87.07%和65.37%。郝新敏<sup>[12]</sup>的研究表明汉麻织物对金黄色葡萄球菌的抗菌率约为91.43%,对大肠杆菌的抗菌率约为80%,对白色念珠菌的抗菌率约为85.71%。王群等<sup>[13]</sup>对黄麻的抑菌成分进行分析,发现抑菌成分主要为三萜、甾体类成分。顾秦榕<sup>[14]</sup>对罗布麻混纺织物进行测试,结果表明当罗布麻纤维含量达到40%时,混纺织物对大肠杆菌的抑菌率达到74.6%,对金黄色葡萄球菌的抑菌率达到68.7%。

### 2.1.3 竹纤维

竹纤维是我国自主研发成功并投入生产的纺织材料,用于纺织原料的竹纤维分为竹原纤维和竹浆再生竹纤维<sup>[15]</sup>。竹纤维具有多孔中空的结构,同时竹子中含有的萜醌类物质,赋予了竹纤维良好的天然抗菌性能。

席丽霞<sup>[16]</sup>的研究表明竹浆黏胶纤维作为一种再生纤维素纤维对金黄色葡萄球菌抑菌率达70%以上。张赞琦等<sup>[17]</sup>以涤纶与竹纤维混纺生产抗菌性鞋垫的研究表明抗菌鞋垫的抑菌率随着竹纤维含量的增加而升高,同时试验表明纯竹纤维的抑菌率可达到92.21%;孙居娟<sup>[18]</sup>的研究也发现竹纤维与不具有抗菌性的纤维混纺,抗菌性会随竹纤维含量的降低而下降。由于后整理会对竹纤维的抗菌性能产生影响,崔

洁等<sup>[19]</sup>的研究表明竹原纤维适合在酸性条件下处理,使用 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 代替 $\text{NaCl}$ 工艺,采用活性染料染色对其抑菌率影响较小。竹炭纤维作为竹纤维中的一员同样具有良好的抗菌性能,竹炭纤维的抑菌率高达90%以上,竹炭纤维混纺织物的抑菌率会随着竹炭纤维含量的增加而呈上升趋势,且当竹炭纤维含量大于80%时,混纺织物具有良好的抑菌作用<sup>[20]</sup>。

### 2.1.4 茶纤维

茶纤维是将茶叶中含有的茶多酚、茶色素等抗菌剂以微细粒或溶液的形式加入黏胶纺丝溶液,采用常规湿法纺丝喷丝工艺制得的一种具有抗菌防臭功能的黏胶纤维,广泛用于家用纺织品和贴身服装等领域。茶叶中含有的茶多酚具有广谱的抗菌性能,唐裕芳<sup>[21]</sup>、潘素君<sup>[22]</sup>、刘丹丹<sup>[23]</sup>等的研究均表明茶多酚对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌有很好的抑制作用。张瑞萍等<sup>[24]</sup>的试验表明经茶多酚整理后棉织物的抑菌率(金黄色葡萄球菌)能达到92.2%。陈宁等<sup>[25]</sup>以茶纤维为经纱,麦饭石纤维为纬纱开发出一种多功能家纺面料。

### 2.1.5 木棉纤维

近年来对木棉纤维的研究逐渐增多,木棉纤维作为天然纤维素纤维,具有超细质轻、浮力小、吸湿性好、抗菌防螨等优异性能。研究表明木棉纤维对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌都有一定程度的抑制作用,对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌的抗菌率都在50%以上。木棉纤维抗菌的主要原因:一是木棉纤维上的伴生物,例如黄酮类和三萜类物质有抗菌作用;二是木棉纤维高中空,纤维表面微孔多,比表面积大,使得木棉纤维内部富含氧气,厌氧菌无法生长繁殖<sup>[26]</sup>。王静<sup>[27-29]</sup>用Sunlite纤维、聚酯基咖啡碳纤维与木棉纤维混纺研发出的织物均表现出良好的抗菌性能。

## 2.2 天然抗菌剂

天然抗菌剂是指从动植物体内提取的具有抗菌活性的有机物质,将织物用抗菌剂进行后整理加工,从而赋予织物抗菌性能。天然抗菌剂分为动物类抗菌剂和植物类抗菌剂。

### 2.2.1 动物类抗菌剂

动物类抗菌剂主要有壳聚糖、甲壳素及其衍生物等。

### 2.2.2 植物类抗菌剂

植物类抗菌剂包括抗菌植物染料及植物抗菌提取

物等。植物抗菌剂按其抗菌有效成分分为:黄酮类抗菌剂,如黄芩;萜醌类抗菌剂,如紫苏、大黄、芦荟、茜草等;多酚类抗菌剂,如茶多酚、苏木、芦荟、姜黄、栀子、槐米等;生物碱类抗菌剂,如黄芩、黄连、黄柏等;带有正电荷性的抗菌剂,如黄连;二酮类抗菌剂,如姜黄、石榴皮等。一种植物染料中可能包含多种抗菌成分<sup>[30]</sup>。

### (1) 抗菌植物染料

目前常用的植物染料已达 300 多种,广泛应用于婴幼儿产品、真丝制品、功能产品、家纺用品等领域<sup>[31]</sup>。具有抗菌功能的染料大多为中草药,中草药本身具有一定的抗菌抑菌作用,在用其染色的同时赋予织物抗菌性能。

林明霞<sup>[32]</sup>、全绍华<sup>[33]</sup>研究了经姜黄、大黄、黄连、黄芩 4 种天然植物染料染色的羊毛织物的抗菌性能,结果表明染色后的羊毛织物对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、肺炎杆菌、绿脓杆菌均有一定的抗菌性。沙香玉<sup>[34]</sup>筛选出的 W-CT、H-CY 植物染料在羊毛制品的应用方面表现出较好的染色和抗菌特性,染色后的织物具有较强的抗菌作用,且都对金黄色葡萄球菌的抗菌性强于大肠杆菌。赵宝艳<sup>[35]</sup>研究了姜黄/活性黄复合染色的新工艺,并对其耐晒牢度和抗菌性进行了测试,测试发现通过复合染色能够提高织物的耐晒牢度,并且具有一定的抗菌作用。殷雪<sup>[36]</sup>研究了紫甘薯、姜黄及石榴皮 3 种植物染料的抗菌效果,研究还发现 2 种染料复配能够增强纺织品的抗菌功能,提高色牢度等级。

### (2) 植物抗菌提取物

植物中的抗菌成分主要为挥发油、有机酸、生物碱、黄酮类、萜类、鞣质等化合物。把植物中含有抗菌、抑菌的成分提取出来作为抗菌剂整理织物,使织物获得抗菌性能是近年来探寻天然抗菌剂的一个研究方向。

安利霞<sup>[37]</sup>把汉麻提取物整理到棉、竹黏、莫代尔、黏胶、涤纶纤维上,使织物的抗菌性得到明显提升。田翠芳<sup>[38]</sup>研制的大青叶黏胶纤维对金黄色葡萄球菌的抗菌率为 93.8%。吴红霞<sup>[39]</sup>用大青叶提取物—黄酮类化合物作为抗菌剂整理纯棉织物,对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的抑菌率能达到 94.9% 和 96.7%。赵艳芹<sup>[40]</sup>使用中药提取物制备的抗菌防霉改性棉纤维对金黄色葡萄球菌的抑菌率达 99.81%,水洗 20 次后对金黄色葡萄球菌的抑菌率仍达 90.2%。穆学慧

等<sup>[41]</sup>使用黄芩提取物—黄芩甙整理涤纶、棉布和涤麻,经整理后,涤麻织物的抗菌性能最好,水洗 15 次后,对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、白色念珠菌和红色毛癣菌的抑菌率分别为 79.0%、73.9%、63.5%、66.1%。此外,利用土大黄、五倍子、金银花、石榴皮、蒲公英等中药提取物对织物进行抗菌整理,整理后的织物均能获得很好的抗菌效果<sup>[42-44]</sup>。

## 3 结语

抗菌纺织产品是纺织行业的一个发展方向,随着绿色、健康、时尚观念的深入人心,天然抗菌纺织品也必然会占有更大的市场。但天然抗菌纺织品也存在一些缺陷,如织物的抗菌性能会随着水洗次数的增加而降低,使其限制在一次性抗菌纺织品领域,怎样增加耐洗涤次数仍是需要研究的课题;另外天然抗菌剂的提取过程复杂、收得率低,怎样简化提取程序、提高收得率也是值得思考的问题。

## 参考文献:

- [1] 徐奕,周横竖,刘晋夫,等.天然系抗菌纺织品的开发进展[J].成都纺织高等专科学校学报,2017,34(4):134-137.
- [2] 杨峰,赵碎浪,傅陆军,等.竹再生纺织品的抗菌功能化改性[J].染整技术,2019,41(8):1-6,24.
- [3] 王小娟.抗菌剂的种类及其在纺织品上的应用[J].纺织科技进展,2017,(6):21-24.
- [4] 叶远丽,李飞,冯志忠,等.纺织品抗菌整理研究进展[J].服装学报,2018,3(1):1-7.
- [5] 王金柱.甲壳素的医学应用[J].河南中医药学刊,2001,(4):46.
- [6] 刘婉.甲壳素纤维及其应用[J].纺织科技进展,2015,(3):4-7.
- [7] 秦益民.壳聚糖纤维的理化性能和生物活性研究进展[J].纺织学报,2019,40(5):170-176.
- [8] 冯小强,李小芳,杨声,等.壳聚糖抑菌性能影响因素、机理及其应用研究进展[J].中国酿造,2009,(1):19-23.
- [9] 朱祎俊.不同混纺比甲壳素/长绒棉混纺织物抗菌性的测试与分析[J].河南工程学院学报(自然科学版),2012,24(4):15-21.
- [10] 王群,齐鲁,刘国忠,等.麻类纤维抗菌机理和性能的研究现状[J].上海纺织科技,2010,38(10):11-13.
- [11] 史加强,王占伟.亚麻纤维抗菌机理的探讨[J].黑龙江纺织,2001,(4):6-7.
- [12] 郝新敏,安利霞,王建明,等.汉麻纤维有效抗菌成分提取

- 方法的研究[C]// 第九届中国抗菌产业发展大会论文集, 2013:417-423.
- [13] 顾秦榕, 谢春萍, 吉宜军, 等. 罗布麻混纺织物的抗菌性及防紫外性研究[J]. 上海纺织科技, 2017, 45(12):16-18.
- [14] 王 群, 刘国忠, 谢洪平. 黄麻纤维中天然抑菌活性成分研究[J]. 上海纺织科技, 2014, (5):14-17.
- [15] 王文淑, 冯素江, 赵其明. 天然抗菌纤维——竹纤维[J]. 毛纺科技, 2003, (5):48-50.
- [16] 席丽霞. 纺织用竹原纤维抗菌性能研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2011.
- [17] 张赟琦, 陈美玉. 涤纶/竹纤维非织造抗菌鞋垫的设计与性能[J]. 纺织高校基础科学学报, 2017, (2), 242-246.
- [18] 孙居娟. 竹纤维抗菌性能的研究[D]. 天津: 天津工业大学, 2007.
- [19] 崔 洁, 解廷儒, 王玉军, 等. 染整加工条件对竹原纤维抗菌性能的影响[J]. 天津纺织科技, 2017, (2), 18-22.
- [20] 董海燕, 杨瑜榕. 竹炭纤维纺织品的抗菌性能研究[J]. 质量技术监督研究, 2011, (5):17-21.
- [21] 唐裕芳, 张妙玲, 冯 波, 等. 茶多酚的抑菌活性研究[J]. 浙江林学院学报, 2005, 22(5):553-557.
- [22] 潘素君, 李向荣, 谭周进, 等. 茶多酚的抑菌作用研究[J]. 湖南农业科学, 2009, (11):96-97, 100.
- [23] 刘丹丹, 曹雪姣, 刘祖洋, 等. 不同种类茶叶茶多酚对细菌生长的抑制作用[J]. 中国科技信息, 2014, (6):152-154.
- [24] 张瑞萍, 张葛成, 孟令阔. 茶多酚对棉织物的吸附及其抗菌除臭效果[J]. 纺织学报, 2017, 38(1):100-107
- [25] 陈 宁. 茶纤维和麦饭石纤维功能性家纺面料的开发[J]. 轻纺工业与技术, 2019, (7):4-5.
- [26] 严小飞, 王 茜, 周梦岚, 等. 木棉纤维抗菌性及抗菌机理分析[J]. 棉纺织技术, 2015, (3):21-24.
- [27] 王 静. Sunlite 纤维与木棉纤维混纺针织纱的纺制[J]. 棉纺织技术, 2014, 42(9):64-66, 78.
- [28] 王 静. 咖啡碳纤维/木棉纤维混纺针织纱的研制[J]. 毛纺科技, 2018, 46(2):18-21.
- [29] 王 静, 张建祥, 倪爱红, 等. 咖啡碳木棉混纺多功能织物的生产[J]. 棉纺织技术, 2018, 46(2):68-70.
- [30] 周 谨. 天然植物染料染色与抗菌整理一浴的研究进展[J]. 针织工业, 2016, (8):60-63.
- [31] 刘 阳, 唐晓萍. 植物染料在纺织品中的应用和安全性评价探讨[J]. 检验检疫学刊, 2014, (6):83-85.
- [32] 林明霞. 天然植物染料染色性及其抗菌性的研究[D]. 大连: 大连轻工业学院, 2004.
- [33] 全绍华, 吴 坚, 邓丽丽. 天然植物染料的抗菌性能研究[J]. 针织工业, 2008, (2):61-64.
- [34] 沙香玉. 抗菌植物染料的优选及其在毛织物上的应用[D]. 上海: 东华大学, 2007.
- [35] 赵宝艳. 天然植物染料姜黄用于棉织物复合染色研究[J]. 浙江纺织服装职业技术学院报, 2016, (2):14-18.
- [36] 殷 雪. 天然植物染料染毛织物的抗菌性研究[D]. 大连: 大连工业大学, 2012.
- [37] 安利霞. 汉麻有效抗菌成分提取及抗菌机理的研究[D]. 北京: 北京服装学院, 2013.
- [38] 田翠芳. 大青叶抗菌粘胶纤维的制备及性能研究[D]. 青岛: 青岛大学, 2013.
- [39] 吴红霞. 大青叶抗菌物质的提取及其在纺织品上的应用研究[D]. 长春: 长春工业大学, 2015.
- [40] 赵艳芹. 抗菌防霉功能的植物中药用于棉纤维改性的研究[D]. 青岛: 青岛大学, 2018.
- [41] 穆学慧, 弓太生, 吴 婷, 等. 黄芩甙在不同基布上的抗菌整理及性能对比研究[J]. 纺织科技进展, 2019, (10):1-5.
- [42] 张慧春, 邓 桦. 中草药提取物对棉织物抗菌整理的初步研究[J]. 天津工业大学学报, 2011, (3):37-39, 46.
- [43] 楚久英, 王亚丽, 解相婧. 土大黄提取物对棉织物抗菌整理的研究[J]. 轻纺工业与技术, 2012, (2):61-63.
- [44] 高晓杰, 许 安, 郭竝宇, 等. 石榴皮提取物对棉织物的抗菌整理研究[J]. 上海纺织科技, 2016, (8):21-23.

## Development and Research Status of Natural Antibacterial Textiles

ZHANG Hai-tao, ZHANG Xue, LIU Meng-meng, XIAO Feng-juan

(Shandong Institute for Product Quality Inspection, Jinan 250102, China)

**Abstract:** The classification and antibacterial mechanism of natural antibacterial textiles were introduced. The development and research status of natural antibacterial textiles were reviewed. The problems existing in the development were analyzed.

**Key words:** natural antibacterial fibers; antibacterial plant dyes; antibacterial plant extracts

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告