

天然纤维床垫的抗菌防螨性能

毕雪蓉^{1,3}, 罗建光², 张斌^{1,3}, 杨建平^{1,3}, 郁崇文^{1,4}

(1. 东华大学 纺织学院, 上海 201620; 2. 鑫泰麻业股份有限公司, 湖南 益阳 413000)

(3. 东华大学 生态纺织技术教育部重点实验室, 上海 201620; 4. 中国农业科学院麻类研究所, 湖南 长沙 410205)

摘要: 为研究天然纤维床垫的抗菌防螨性能, 对棕纤维床垫、纯黄麻床垫及黄麻艾叶混合床垫进行扫描电镜、红外光谱、压缩性、透气透湿性、抗菌防螨等性能测试, 并对测试结果进行了比较。从床垫结构和化学物质作用两方面分析了抗菌性和防螨性的机理。结果表明, 在几种床垫中棕纤维床垫具有最优的透气透湿性能, 纯黄麻床垫对大肠杆菌的抑菌率达到 80%, 驱螨率达到 98%, 均达到国标标准的要求, 具有优异的抗菌防螨性能。

关键词: 天然纤维; 黄麻; 床垫; 抗菌性能; 防螨性能; 透气性; 透湿性

中图分类号: TS129

文献标识码: B

文章编号: 1001-2044(2018)02-0055-04

DOI:10.16549/j.cnki.issn.1001-2044.2018.02.018

Antibacterial and anti-mite properties of natural fiber mattress

BI Xuerong^{1,3}, LUO Jianguang², ZHANG Bin^{1,3}, YANG Jianping^{1,3}, YU Chongwen^{1,4}

(1. College of Textile, Donghua University, Shanghai 201620, China)

(2. Hu'nan Isunte Co., Ltd., Yiyang 413000, China)

(3. Key Laboratory of Science & Technology of Eco-Textile, Ministry of Education, Donghua University, Shanghai 201620, China)

(4. Institute of Bast Fiber Crops, Chinese academy of agricultural sciences, Changsha 410205, China)

Abstract: To investigate the antibacterial and anti-mite ability of natural fiber mattresses, the SEM, FTIR, compression performance, air and moisture permeability, antibacterial and anti-mite property of palm-fiber mattress, pure jute mattress and jute-moxa mixed mattress are tested and compared. The mechanism of the antibacterial and anti-mite properties is analyzed from the perspective of mattress physical structure and chemical components. Results show that the palm-fiber mattresses own the best air and moisture permeability among these three mattresses. The antibacterial rate against *Escherichia coli* and anti-mite rate of pure jute mattress could reach up to 80% and 98% respectively, which is good enough to meet the requirement of the national standard.

Key words: natural fiber; jute; mattress; antibiotic property; anti-mite property; air permeability; moisture permeability

床上用品的安全性和舒适性密地影响着人们的健康。美国的一项调查研究表明^[1], 7% 的睡眠问题与床垫的不舒适有关。床垫的硬度对睡眠质量的影响很大, 不理想的床垫支撑是导致背部疼痛的主要原因^[2]。另外, 由于人体会分泌油脂、脱落皮屑, 床垫长期与人体接触后会滋生很多细菌和螨虫, 很容易造成有伤口者细菌感染或免疫力低下者螨虫过敏^[3]。

目前纺织品抑菌、防螨等功能性的实现主要依赖于化学后整理, 虽然化学整理工艺效果显著, 但很多后整理剂依旧存在着稳定性和安全性的隐患^[4]。随着生活水平的提升, 人们的生活需求从满足温暖舒适逐渐转变成追求天然、健康和环保。许多植物纤维拥有人造纤维所不具备的物理化学性能, 合理地利用这些性能可以充分展现出天然材料的优越性。目前已有竹材、山棕、黄麻、秸秆等天然植物材料用于床垫的设计

之中, 使用上述植物纤维材料制作床垫既能有效地改善床垫性能, 又能实现环境的保护和可持续发展, 并可以营造生态健康的舒适睡眠环境^[5]。上述天然纤维中, 麻纤维很早就被应用, 其中黄麻纤维作为一种天然材料, 不仅透气透湿性能优异^[6-7], 更具有优良的防霉、抗紫外线、易降解等生态环保特性^[8]。黄麻纤维中木质素含量较高, 纤维粗硬, 可纺性差, 一直被用于加工麻袋、麻布及其他包装材料。随着纺织技术的发展, 黄麻纤维逐渐被应用于家纺领域。黄麻纤维床垫是一种新型的床垫产品, 相较于传统的棕纤维床垫, 黄麻床垫的柔软性和舒适性更佳^[7], 此外黄麻床垫还含有黄酮类和甾醇类物质, 因此具有优良的抑菌防螨性能^[9-10]。

为探究黄麻床垫的性能, 本文以普通棕纤维床垫为对照, 对黄麻纤维床垫进行测试, 主要表征和分析了 3 种床垫的表观形态、压缩性能、透气性能、透湿性能、抑菌性能以及防螨性能, 从床垫结构以及化学物质的角度分析了黄麻床垫具有以上性能的原因。

1 试验

收稿日期: 2017-12-20

基金项目: 国家麻类产业技术体系(CARS-16)

作者简介: 毕雪蓉(1993-), 女, 在读硕士研究生, 主要从事麻类纤维功能性的研究。

通信作者: 郁崇文。E-mail: yucw@dhu.edu.cn。

1.1 试验仪器、试剂和原料

仪器:TM3000型扫描电子显微镜,L1600300型傅里叶变换红外光谱仪,ZQ-990LB型电动拉力试验机,YG461E型全自动透气性测试仪,YG601H型透湿性测试仪,隔水式恒温恒湿培养箱,FA2204C型电子分析天平,THZ-100型振荡摇床,BKQ-B50 II型高压蒸汽灭菌锅,Lambda35型紫外可见分光光度计。

试剂:磷酸二氢钠,AR;磷酸氢二钠,AR;胰蛋白胨,BR;琼脂粉,BR;牛肉浸膏,BR;氯化钠,AR。

原料:鑫泰麻业有限公司提供的纯黄麻纤维床垫、黄麻艾叶混合床垫以及市场上典型的棕纤维床垫。

1.2 试验方法

1.2.1 扫描电子显微镜测试

采用TM3000型台式扫描电子显微镜(SEM)对3种床垫的表观形态结构进行观察,在100倍的放大倍数下进行拍摄。

1.2.2 压缩性能测试

采用ZQ-990LB型电动拉力试验机对3种床垫进行压缩测试,测试条件设定为压缩速度100 mm/min、压缩强力200 N、压头直径20 mm。

1.2.3 ATR 红外光谱测试

将3种床垫样品用FZ102型微型植物粉碎机进行粉碎,采用ATR红外光谱仪对床垫粉末样品进行测试,得到3种床垫样品在4 000~650 cm^{-1} 波数范围内的红外光谱图,找到各特征吸收峰的波数位置并分析其代表的特征基团。

1.2.4 透气性测试

将3种床垫样品裁剪成(140×140×2)mm,(140×140×3)mm,(140×140×4)mm,(140×140×5)mm,(140×140×6)mm的方形薄片,每个尺寸各3块试样。参考GB/T 5453—1997《纺织品 织物透气性的测定》,试样放在恒温恒湿室中调湿24 h,采用YG461E型全自动透气性测试仪依次对这些试样进行透气性测试。

1.2.5 透湿性测试

透湿性测试根据GB/T 12704.2—2009《纺织品 织物透湿性试验方法 第2部分:蒸发法》中的正杯法进行。将3种床垫样品裁剪成直径9 cm的圆形样品,厚度分别为2 mm和3 mm,每种厚度各3块。测试前将试样放在恒温恒湿室中调湿24 h,透湿杯中装入34 mL水,将试样安装在透湿杯上,测试条件设定为温度38℃、相对湿度50%,计算得出透湿量。

1.2.6 抗菌防霉性测试

采用GB/T 20944.3—2008《纺织品 抗菌性能的评价 第3部分:振荡法测试床垫的抗菌性能》,选取革兰氏阴性代表菌大肠杆菌进行测试。采用GB/T 24253—2009《纺织品 防霉性能的评价》中的驱避法测试床垫的防霉性能。

2 结果和分析

2.1 扫描电子显微镜测试

3种床垫的实物及放大100倍后的表观形态见图1。

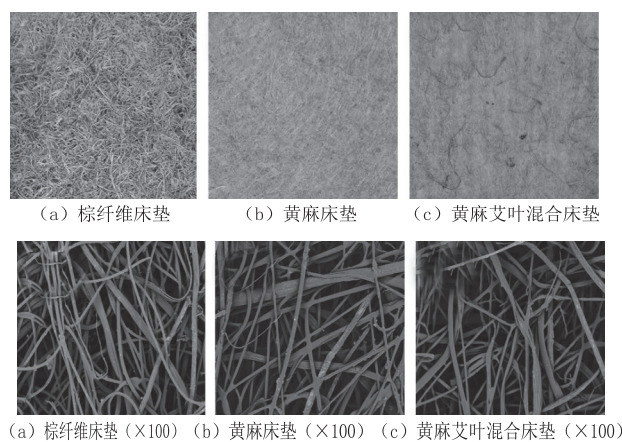


图1 3种床垫实物图及放大100倍后的表观形态

图1 3种床垫实物图及放大100倍后的表观形态

3种床垫均是由植物纤维与热粘性纤维铺网后热压成型。从床垫实物图可以看出,棕纤维床垫纤维较粗,孔隙结构较大;黄麻床垫的结构比较紧密平整;黄麻艾叶混合床垫由于艾叶的掺入使得纯黄麻床垫的结构受到一定的干扰。放大100倍后,显示出3种床垫中纤维杂乱排布,相互紧密纠缠。

2.2 压缩性能测试

对3种床垫进行压缩测试,得到其应力-应变曲线见图2。

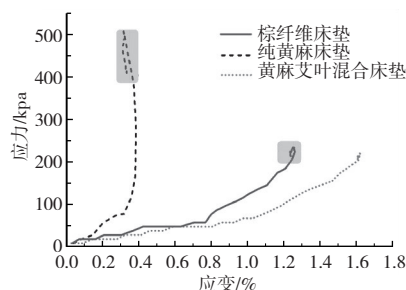


图2 3种床垫的压缩性能

由图2可知,在恒定压力200 N下进行压缩时,棕纤维床垫的应力最大,应变最小,这是由于棕纤维较黄麻纤维硬度更大,结构不易改变。而纯黄麻床垫以及黄麻艾叶混合床垫的应力基本相同。纯黄麻床垫的应

变最大,没有滞后现象。因此相较于棕纤维床垫,黄麻床垫更符合人体工学原理,其舒适性更佳。

2.3 ATR 红外光谱测试

将3种床垫分别在 $4\ 000\sim 500\text{ cm}^{-1}$ 范围内进行ATR红外光谱扫描,得到红外光谱曲线见图3。

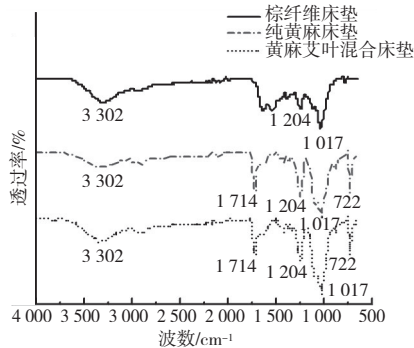


图3 3种床垫的ATR红外光谱图

由图3可见,纯黄麻床垫和黄麻艾叶混合床垫的红外光谱吸收峰基本一致,722 cm^{-1} 处吸收峰为临位取代芳烃的面外弯曲振动,1017 cm^{-1} 处吸收峰为醚键的伸缩振动,1204 cm^{-1} 处吸收峰为链状烷烃的骨架振动,1714 cm^{-1} 处吸收峰为饱和链状酮的伸缩振动。3种床垫都存在3302 cm^{-1} 处的羟基吸收峰^[11-12]。相较于棕纤维床垫,纯黄麻床垫和黄麻艾叶混合床垫增加了722 cm^{-1} 处的临位取代芳烃的弯曲振动吸收峰以及1714 cm^{-1} 处饱和链状酮的伸缩振动吸收峰,这两个特征吸收峰可能由黄麻中的黄酮类化合物产生。

2.4 透气性测试

对2~6 mm厚度的3种床垫分别进行透气性测试,得到各个样品的透气量见图4。

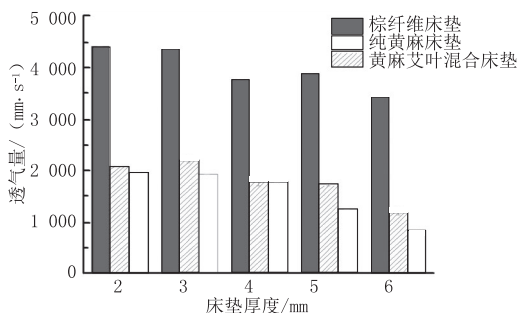


图4 3种不同厚度床垫的透气量

由图4可知,棕纤维床垫的透气性明显优于其他两种黄麻床垫。从床垫外观上来看,棕纤维床垫中纤维较粗,孔隙普遍大于黄麻床垫。而黄麻艾叶混合床垫与纯黄麻床垫的透气性相差不大,纯黄麻床垫的透气性略小,原因在于艾叶的混入干扰了黄麻纤维之间的纠缠结构,导致床垫的紧密度降低,进而透气量增大。

2.5 透湿性测试

对2 mm和3 mm厚度的3种床垫分别进行透湿性测试,得到的样品透湿率见图5。

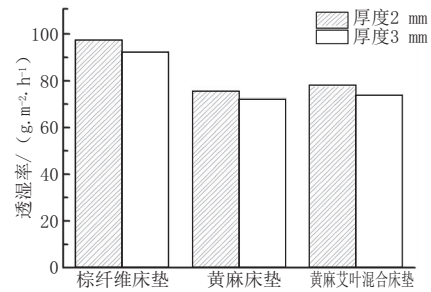


图5 3种床垫的透湿性

由图5可知,透气性最优的棕纤维床垫依旧具有最高的透湿率。3种床垫透湿性和透气性的结果趋势具有一致性,黄麻床垫由于结构更加紧密导致透湿性较棕纤维床垫低,纯黄麻床垫的透湿率最低。

2.6 抗菌防螨测试

对3种床垫的防螨性和抗菌性进行测试,其抑菌率和驱螨率的结果见图6。

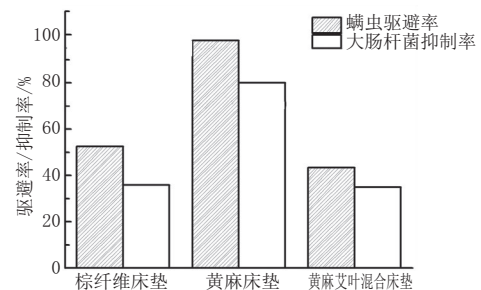


图6 3种床垫的抗菌防螨性能

GB/T 20944.3—2008《纺织品 抗菌性能的评价 第3部分:振荡法测试床垫的抗菌性能》中规定:材料抑菌率达到70%为具有抗菌效果;GB/T 24253—2009《纺织品 防螨性能的评价》中规定,驱螨率达到95%为具有极强的驱螨效果。由图6可见,棕纤维床垫以及黄麻艾叶混合床垫的抑菌率和驱螨率均未达到国家标准;纯黄麻床垫对大肠杆菌的抑制率达到国家标准,而其对螨虫的驱避率达到98%,国标评价为具有极强的驱螨效果。

纯黄麻床垫突出的驱螨率来源于物理和化学两方面的作用,一是由于其具有紧密的结构,高密度纺织品可以阻止螨虫的入侵,将螨虫和人体皮屑隔离,切断其食物来源,促使其死亡,达到防螨的目的^[13-14];另一方面源于黄麻纤维散发出独特的气味,对螨虫有较好的驱避效果^[15]。相较于纯黄麻床垫,黄麻艾叶混合床垫

的驱螨率大幅度下降甚至低于棕纤维床垫。有文献表明^[16],艾叶中存在挥发油,从中已分离出3个单萜类化合物,分别是桉油精、 β -蒎烯和樟脑,这些物质对螨形螨有接触毒性^[17]。但艾叶的加入也带入大量杂质和营养物质,降低了黄麻之间相互缠绕的紧密程度,对床垫物理防螨效果起负面作用。

纯黄麻床垫的抑菌率达到80%,国标评价为具有抗菌效果。床垫的抗菌性能与防螨性能的趋势在一定程度上具有一致性。从机理上讲也有两方面原因的共同作用,一方面源于床垫的多孔结构以及纤维中的孔洞和裂隙,这些结构会存储大量的空气,使得厌氧菌无法生存;另外一方面,黄麻纤维中含有黄酮类和甾醇类等物质,这些物质通过破坏细胞膜的结构,引起微生物细胞膜的电子传递、核苷酸合成及三磷酸腺苷活性等功能障碍,从而抑制了微生物的生长^[18-19]。

3 结 语

本文对棕纤维床垫、纯黄麻床垫以及黄麻艾叶混合床垫进行系列测试,从床垫结构和化学物质两方面分析其抗菌性和防螨性差异的内在原因。结论如下:

(1) 透气透湿性能方面,棕纤维床垫具有最优的透气透湿性能,纯黄麻床垫和黄麻艾叶混合床垫的透气透湿性相差不大。

(2) 压缩性能方面,棕纤维床垫较为坚硬,同样压力进行压缩时应力大而应变小。黄麻床垫弹性较棕纤维床垫好,舒适性更佳。

(3) 防螨性方面,纯黄麻床垫由于结构上的紧密性高而展现出优异的驱螨效果,驱螨率达到98%。而棕纤维床垫由于其结构不够紧密,利于螨虫附着,因而驱螨率仅有52%。对于黄麻艾叶混合床垫,艾叶的加入未能起到正面作用,反而破坏了黄麻纤维之间的紧密结构,引入更多营养物质,使得其驱螨率仅有43%。

(4) 抗菌性方面,纯黄麻床垫对大肠杆菌的抗菌性同样符合国标抗菌指标,抑菌率达到80%。而棕纤

维床垫和黄麻艾叶混合床垫的抗菌防螨性能均有明显下降。



参考文献:

- [1] ADDISON R G, THORPY M J, ROTH T. A survey of united states public concerning the quality of sleep[J]. Sleep Res, 1986(16): 244.
- [2] 陈玉霞, 申黎明, 郭勇, 等. 床垫的人性化设计对睡眠健康的影响[J]. 包装工程, 2012, 33(12): 36-39.
- [3] 陆艳. 抗菌防螨多功能家用纺织品的研究与产品开发[D]. 浙江: 浙江理工大学, 2010.
- [4] 杨志清. 防螨织物研究进展[J]. 纺织服装周刊, 2008(3): 39.
- [5] 赵磊. 丝瓜络床垫性能的研究[D]. 安徽: 安徽农业大学, 2015.
- [6] 彭文芳. 黄麻纤维的性能及服用织物开发前景[J]. 山东纺织科技, 2007(2): 44-46.
- [7] 兰红艳. 麻类纤维的性能及其应用: 全国织造新产品开发学术研讨会暨2014织造年会论文集[C]. 2014.
- [8] 郭叶莹. 棕纤维弹性床垫结构及其性能[J]. 家具, 2012(3): 82-84.
- [9] 孟令翔. 黄麻纤维抗菌性能的研究[D]. 天津: 天津工业大学, 2010.
- [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] 刁均艳, 潘志娟. 黄麻、苕麻及棕榈纤维的聚集态结构与性能[J]. 苏州大学学报(工科版), 2008, 28(6): 39-43.
- [12] 陶少华, 刘国根. 现代谱学[M]. 北京: 科学出版社, 2015.
- [13] 张振方, 李会改, 万明, 等. 纺织品防螨研究进展[J]. 合成纤维, 2015, 44(3): 38-41.
- [14] 刘维. 木棉保暖材料及其保暖机理的研究[D]. 上海: 东华大学, 2011.
- [15] 侯翠芳. 纺织品防螨技术的研究进展[J]. 南通纺织职业技术学院学报, 2009(2): 13-17.
- [16] ZHANG W J, YOU C X, YANG K, et al. Bioactivity of essential oil of *Artemisia argyi* Levl. et Vant. and its main compounds against *Lasioderma serricorne* [J]. J Oleo Sci, 2014, 63(8): 829-837.
- [17] 赵亚娥, 郭娜, 穆鑫, 等. 艾叶精油对离体螨形螨的杀灭作用与机制探讨[J]. 中国人兽共患病学报, 2007, 23(1): 19-22.
- [18] 谢鹏, 张敏红. 黄酮类化合物抑菌作用的研究进展[J]. 中国动物保健, 2004(12): 35-37.
- [19] 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.

《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