

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2012.01.005

载银沸石对纸张抑菌防霉性能及 印刷适性的影响

李 婷, 钟泽辉, 卞 喻

(湖南工业大学 包装与材料工程学院, 湖南 株洲 412007)

摘 要: 研究了不同添加质量(或添加质量浓度)的载银沸石对牛皮纸、白卡纸和铜版纸的抑菌防霉效果及机械性能、白度、平滑度等印刷适性的影响。结果表明: 1) 当纸张中载银沸石的添加质量浓度为 1 000 mg/L 时, 大肠杆菌的抑菌环直径达 21.5 mm, 由此可知, 载银沸石能较好地抑制大肠杆菌的生长。2) 当纸张中载银沸石的添加质量为 1.0 g 时, 纸张完全无霉菌生长, 且纸张边缘的菌丝也未见长出, 由此可知, 载银沸石对黑曲霉具有一定的抑制效果。3) 不同添加质量的载银沸石对纸张的机械性能、白度和平滑度有一定影响, 但影响较小。故当载银沸石的添加质量为 0.5~1.0 g 时, 纸张不仅具有较好的抑菌防霉效果, 且其机械性能、白度和平滑度没有明显变化。

关键词: 载银沸石; 抑菌性能; 防霉性能; 机械性能; 白度; 平滑度

中图分类号: TB484.1

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2012)01-0019-05

Influence of Silver-Loaded Zeolite on Antibacterial and Antifungal Properties and Printability of Paper

Li Ting, Zhong Zehui, Bian Yu

(School of Packaging and Material Engineering, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China)

Abstract: Taking E.coli and Aspergillus niger as examples, antibacterial and antifungal effects of silver-loaded zeolite with different additions in kraft paper were detected. Result shows that when the concentration of antibacterial agent in paper is 1 000 mg/L, the inhibition zone reaches 21.5 mm. It can be seen that the growth of E.coli can be inhibited greatly by silver-loaded zeolite. While the quantity of antibacterial agent added in paper is 1.0 g, Aspergillus niger can be inhibited effectively in paper and mycelium cannot grow at the edge of paper, so silver-loaded zeolite has a certain effect on Aspergillus niger. Silver-loaded zeolite with different additions have has very limited impact on mechanism property, whiteness, smoothness of paper. Therefore, While the additions of antibacterial agent are between 0.5 g and 1.0 g, the growth of E.coli and Aspergillus niger can be effectively inhibited by antibacterial paper while mechanism properties, whiteness, smoothness of these papers are not dramatically affected.

Key words silver-loaded zeolite; antibacterial property; antifungal property; mechanism property; whiteness; smoothness

收稿日期: 2011-09-05

基金项目: 湖南省科技厅基金资助项目(2011SK3131)

作者简介: 李 婷(1987-), 女, 湖南株洲人, 湖南工业大学硕士生, 主要研究方向为功能型包装材料,

E-mail: liting1988523@yahoo.com.cn

通信作者: 钟泽辉(1970-), 男, 湖南株洲人, 湖南工业大学教授, 博士, 主要研究方向为印刷图形与图像处理, 包装印刷新材料, E-mail: zzehui@163.com

在提倡环保和节能的现代社会,全球市场对包装材料的环保性能要求越来越高。纸包装材料易于回收,绿色环保,且价格便宜,原料来源广泛,因此,逐渐成为用量最多且用量增长速度最快的包装材料。在功能性包装材料研究的推动下,特种纸中的抗菌纸成为当前的研究热点之一。载银沸石抗菌剂是一种耐热、耐久且缓释性能较好的新型无机抗菌剂^[1-4]。这种抗菌剂可添加到各种合成树脂、涂料、胶黏剂、陶瓷、人造石及合成纤维中,但是将其添加到纸张中制备抗菌纸的报道还较少见。本文将载银沸石添加到聚乙烯醇(polyvinyl alcohol, PVA)胶黏剂中,然后用表面施胶法制备载银沸石抗菌纸,研究载银沸石不同添加质量(或添加质量浓度)对纸张抑菌防霉性能及印刷适性的影响。

1 实验部分

1.1 实验材料与设备

人造沸石(AR)、硝酸银、磷酸氢二钠、吐温-80,均由国药集团化学试剂有限公司生产;PVA17-99,深圳市宏鑫源化工有限公司生产;稀HNO₃,衡阳市凯信化工试剂有限公司生产;牛皮纸、白卡纸和铜版纸,湖南工业大学包装与材料工程学院实验室制备;大肠杆菌和黑曲霉菌,湖南农业大学培养;营养琼脂和营养肉汤,广东环凯微生物科技有限公司生产;琼脂、葡萄糖、新鲜马铃薯、磷酸二氢钾,均由广东汕头市西陇化工厂生产。

JBV-III型变频调速搅拌机,中南大学自动化技术开发公司生产;ZD-85型恒温振荡器,国华企业生产;GZX-9246MBE型电热恒温鼓风干燥箱,上海博迅实业有限公司医疗设备厂生产;HDL型洁净工作台,北京京仪万方科技有限公司生产;AE100型电子分析天平,梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司生产;YXQ-SG46-280S型不锈钢手提式压力蒸汽灭菌锅,上海博迅实业有限公司医疗设备厂生产;404-1型红外线干燥箱,上海实验仪器总厂有限公司生产;DHP-9082型电热恒温培养箱,上海一恒科技有限公司生产;HH型恒温水浴锅,江苏金坛市中大仪器厂生产;SHB-III型循环水式多用真空泵,郑州创宇科技有限公司生产;Olympus BX51TF型生物显微镜,Olympus Corporation生产。

1.2 实验方法

1.2.1 载银沸石的制备

取10g人造沸石粉末,将其过200目筛后加入100 mL浓度为0.1 mol/L的硝酸银溶液中,并用稀HNO₃溶

液调节其pH值至6~8;然后,在70℃条件下于变频调速搅拌机中避光搅拌3h,减压抽滤,并且用蒸馏水洗涤滤渣至滤液清透;最后,将滤饼置于恒温干燥箱中,于105℃条件下干燥3h,收集载银沸石,并避光储存。

1.2.2 载银沸石对纸张抑菌性能影响的测试

将载银沸石粉末均匀分散到无菌蒸馏水中,并配置成质量浓度分别为500, 800, 1 000 mg/L的溶液备用。取无菌并干燥的滤纸片(选取直径为10 mm,厚度不大于4 mm的圆片),每片分别滴加一定量不同质量浓度的抑菌剂并干燥,将其接种在每毫升含 $5 \times 10^5 \sim 5 \times 10^6$ 个菌群的大肠杆菌琼脂培养皿中,并置于电热恒温培养箱中,于37℃条件下培养16~18 h,最后测量抑菌环直径^[5-6]。

1.2.3 载银沸石对纸张防霉性能影响的测试

根据欧洲标准DIN EN 1104—2005《与食品接触的纸和纸板抗微生物成分转移的测定》^[7],将每毫升含 10^5 个菌群的黑曲霉孢子菌悬液加入无菌培养皿中,再加入50℃左右的马铃薯葡萄糖琼脂(potato dextrose agar, PDA)培养基,轻轻摇动培养皿直至混合均匀。待培养基冷却凝固后,将载银沸石添加质量分别为0, 0.3, 0.5, 1.0 g,直径为10 mm的洁净抑菌片贴入琼脂培养基中,并将培养皿置于电热恒温培养箱中,于25℃条件下培养5 d,最后测量抑菌环直径。

1.2.4 载银沸石对纸张印刷适性影响的测试

分别取质量为0, 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 g的载银沸石抗菌剂,添加到100 mL PVA(添加质量分数为2%)溶液中混合均匀。采用双面施胶法将所制得不同质量浓度的抗菌胶黏剂涂布到牛皮纸、白卡纸和铜版纸表面制得载银沸石抗菌纸,并将所制备的抗菌纸置于恒温恒湿箱(温度为23℃,相对湿度为50%)中处理24 h,比较分析不同添加质量的载银沸石对纸张机械性能及白度、平滑度等印刷适性的影响。

2 结果与讨论

2.1 载银沸石对纸张抑菌防霉性能的影响

2.1.1 对纸张抑菌性能的影响

图1为不同添加质量浓度的载银沸石对纸张抑菌性能的影响。由图1可看出,随着抑菌片上载银沸石添加质量浓度的不断增加,抑菌环直径呈现不断增大的趋势。由空白对照组和实验组对比可知,当载银沸石添加质量浓度为1 000 mg/L时,大肠杆菌的

抑菌环直径达 21.5 mm, 此时载银沸石抗菌剂对大肠杆菌具有较好的抑菌效果。而大肠杆菌在实验中常作为革兰氏阴性菌的代表, 故载银沸石对革兰氏阴性菌均具有较好的抑制效果。

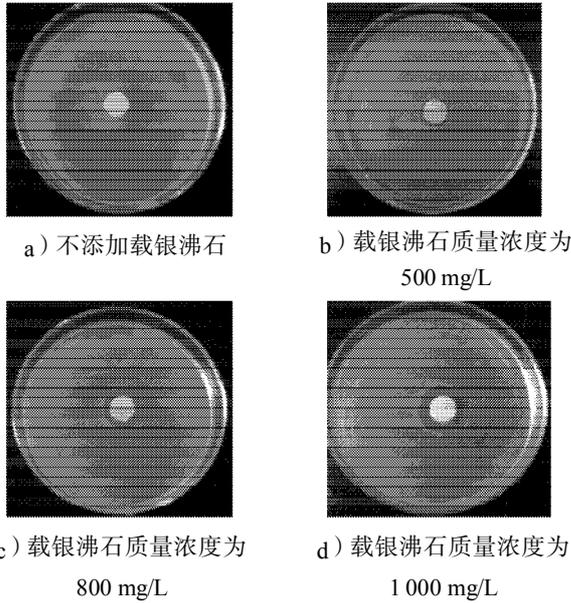


图 1 载银沸石对大肠杆菌的抑菌影响实验

Fig. 1 The inhibition zone of silver-loaded zeolite to E.coli

2.1.2 对纸张防霉性能的影响

黑曲霉菌是常见霉菌菌种之一。图 2 为不同添加质量的载银沸石对纸张防霉性能的影响。

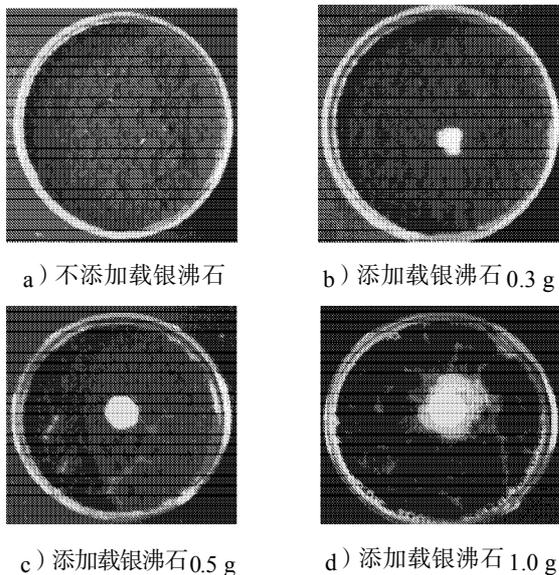


图 2 载银沸石对黑曲霉的抑菌影响实验

Fig. 2 The inhibition zone of silver-loaded zeolite to Aspergillus niger

由图 2 可以看出, 当纸张中载银沸石的添加质量由 0 增加至 1.0 g 时, 抑菌片周围的抑菌环越来越大。当纸张中未添加抗菌剂时, 平板和纸张上被黑曲霉

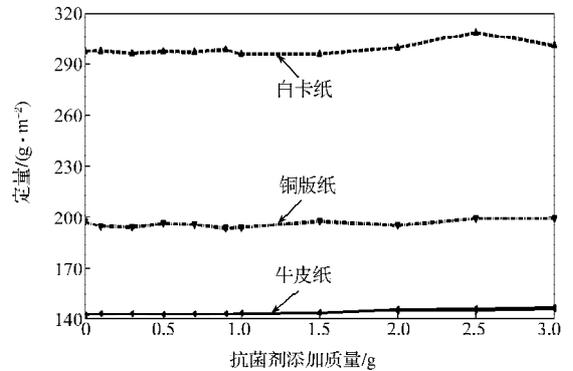
菌完全覆盖; 当添加质量为 0.3 g 时, 纸张边缘有少量菌丝存在; 当添加质量为 0.5 g 时, 纸张表面及边缘较小范围内无霉菌生长; 当添加质量为 1.0 g 时, 纸张完全无霉菌生长, 且纸张边缘的菌丝也未见长出。由此可知, 载银沸石对黑曲霉的生长具有一定的抑制效果。

2.2 载银沸石对纸张印刷适性的影响

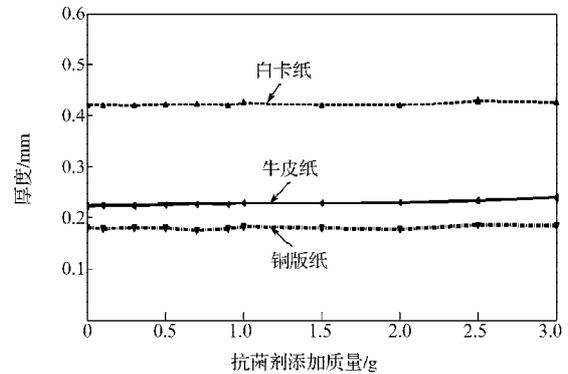
2.2.1 载银沸石对纸张机械性能的影响

纸张的厚度、定量、抗张强度、挺度、耐折度、耐破度、撕裂度、环压强度等机械性能是制约纸张应用的重要因素。

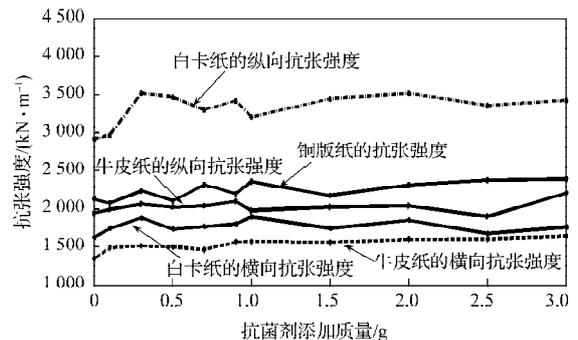
图 3 为不同添加质量的载银沸石对牛皮纸、白卡纸及铜版纸机械性能的影响。



a) 对纸张定量的影响



b) 对纸张厚度的影响



c) 对纸张抗张强度的影响

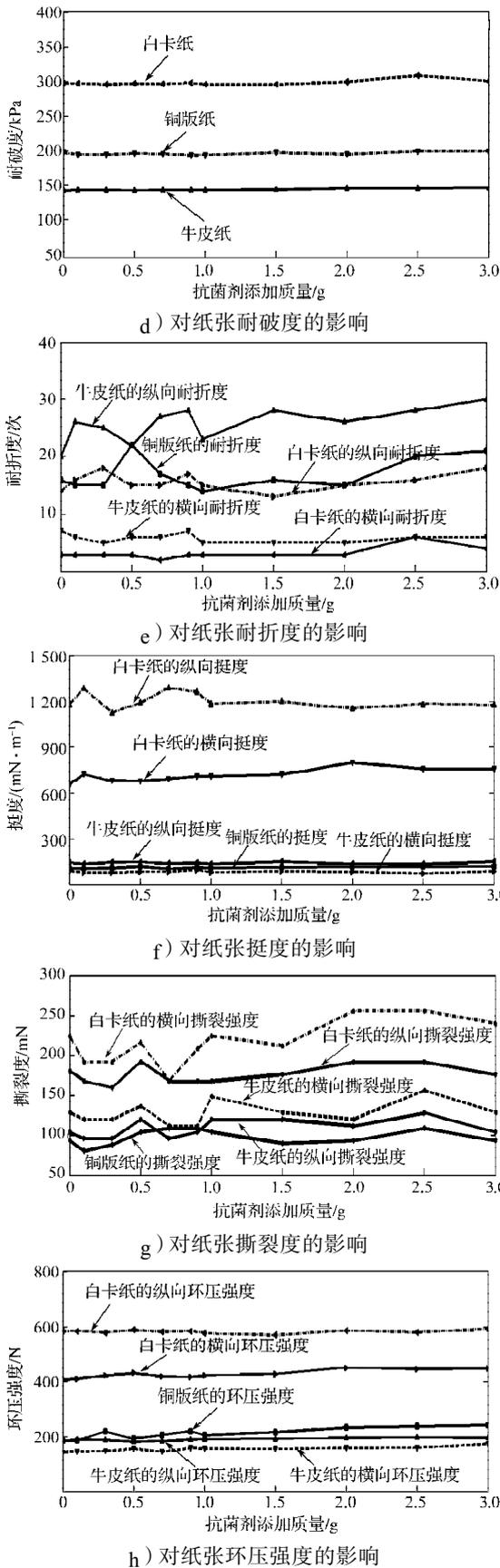


图3 载银沸石对纸张机械性能的影响
 Fig. 3 Influence of silver-loaded zeolite on mechanism property of paper

由图3可看出,随着载银沸石抗菌剂添加质量的不断增加,纸张的厚度和定量有小幅增加,这是由于纸张表面施胶后负载了载银沸石胶黏剂层,且由实验可知,纸张表面胶黏剂分布相对较均匀;纸张的拉伸强度、耐破度、耐折度、挺度、撕裂度和环压强度都在一定范围内波动,但波动幅度都较小。由此可看出,不同添加质量的载银沸石对牛皮纸、白卡纸和铜版纸的机械性能影响不大。

2.2.2 载银沸石对纸张白度、平滑度的影响

白度和平滑度是影响纸张印刷适性的两大重要指标,纸张的白度主要影响印刷后成品的质量,而平滑度对油墨的转移有较大影响。不同添加质量的载银沸石对牛皮纸、白卡纸和铜版纸正反面白度及平滑度的影响见图4~5。

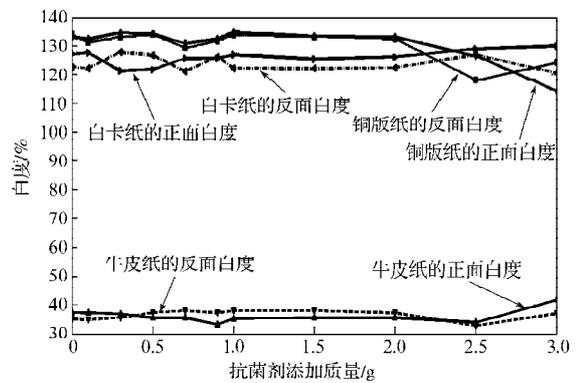


图4 载银沸石对纸张白度的影响

Fig.4 Influence of silver-loaded zeolite on whiteness of paper

由图4可看出,随着载银沸石添加质量的不断增加,牛皮纸、白卡纸和铜版纸正反面的白度变化不大。

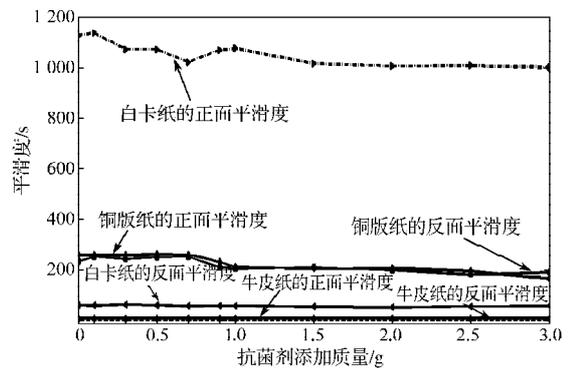


图5 载银沸石对纸张平滑度的影响

Fig. 5 Influence of silver-loaded zeolite on smoothness of paper

由图5可看出,当载银沸石添加质量不大于1.0g时,纸张的平滑度变化幅度相对较小;当添加质量大于1.0g时,纸张的平滑度呈现明显下降趋势。这可能是由于纸张表面施胶时抗菌PVA膜层的厚度控

制不够精确,且载银沸石的粒径相对过大而造成的。

3 结论

研究了不同添加质量(或添加质量浓度)的载银沸石对牛皮纸、白卡纸和铜版纸的抑菌防霉效果及机械性能、白度、平滑度等印刷适性的影响。结果表明:

1)当纸张中载银沸石的添加质量浓度为1 000 mg/L时,大肠杆菌的抑菌环直径达21.5 mm,由此可知,载银沸石能较好地抑制大肠杆菌的生长。

2)当纸张中载银沸石的添加质量为1.0 g时,纸张完全无霉菌生长,且纸张边缘的菌丝也未见长出,由此可知,载银沸石对黑曲霉具有一定的抑制效果。

3)不同添加质量的载银沸石对纸张的机械性能、白度和平滑度有一定影响但影响较小。

综上所述,当载银沸石的添加质量为0.5~1.0 g时,纸张不仅具有较好的抑菌防霉效果,且其机械性能、白度和平滑度没有明显变化。

参考文献:

- [1] 李婷,钟泽辉.载银沸石抗菌剂的研究进展[J].包装工程,2010,31(3):107-109.
Li Ting, Zhong Zehui. Study on Development of Silver Loaded Zeolite[J]. Packing Engineering, 2010, 31(3): 107-109.
- [2] 傅晓云,黄薇.无机抗菌剂在包装材料中的应用[J].包

装工程,2009,30(10):194-196.

Fu Xiaoyun, Huang Wei. Application of Inorganic Antibacterial Agent in Packaging Materials[J]. Packing Engineering, 2009, 30(10): 194-196.

- [3] 刘菁,张建强,邓苗.沸石载银制备抗菌剂的研究[J].非金属矿,2011,34(2):22-24,27.

Liu Jing, Zhang Jiangqiang, Deng Miao. Research on Preparation and Antibacterial Performance of Ag-Loaded Zeolite Antimicrobial Agent[J]. Non-Metallic Mines, 2011, 34(2): 22-24, 27.

- [4] 王洪水,乔学亮,王小健,等.载银沸石抗菌剂的制备及其抗菌性能[J].材料科学与工程学报,2006,24(1):40-43.

Wang Hongshui, Qiao Xueliang, Wang Xiaojian, et al. Preparation of Ag Loaded Zeolite Antimicrobial and Antibacterial Property[J]. Journal of Materials Science & Engineering, 2006, 24(1): 40-43.

- [5] 中华人民共和国卫生部.消毒技术规范[S].北京:中国标准出版社,2008:9-113.

Ministry of Public Health. Disinfection Technical Specifications[S]. Beijing: China Standards Publishing House, 2008: 9-113.

- [6] Harrigan W F. Laboratory Methods in Food Microbiology [M]. California: Academic Press, 1998.

- [7] [Anon]. Paper and Board Intend to Come into Contact with Foodstuff-Determination of the Transfer of Antimicrobial Constituents[S]. [S.l.]: British Standard Institution, 2005: 1-10.

(责任编辑:徐海燕)