

纸质基材抗菌包装及性能研究

汤建新, 邓靖, 李文, 周跃云

(湖南工业大学 包装与材料工程学院, 湖南 株洲 412007)

摘要: 以纳米银为抗菌剂、聚乙烯醇为黏结剂处理普通成纸, 制备了包装用抗菌纸。采用抑菌圈法评价了该抗菌纸对大肠杆菌的抑制效果, 研究了聚乙烯醇和纳米银的含量对抗菌纸抗菌性能、抗张强度和伸长率的影响。结果表明: 抗菌纸的抗张强度及伸长率均能满足包装需求, 且具有良好的抗菌性能, 其抗菌效果随纳米银和聚乙烯醇含量的增加而增强。

关键词: 纳米银; PVA 黏结剂; 抗菌纸; 抗菌性能

中图分类号: TB485.6

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2011)05-0006-03

Research on Paper Substrate Antimicrobial Package and Its Performance

Tang Jianxin, Deng Jing, Li Wen, Zhou Yueyun

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

Abstract: Antimicrobial paper for packaging was prepared with nano-silver as main anti-bacterial ingredients and polyvinyl alcohol as binder, and the inhibition zone method was adopted to evaluate its antibacterial effect on escherichia coli. The effects of different polyvinyl alcohol and nano-silver on the antibacterial performance, the tensile strength and elongation rate of antimicrobial paper were researched. The results show that the tensile strength and elongation rate of antimicrobial paper meet the needs of packaging, the antimicrobial paper has excellent antibacterial property, and the antibacterial property of antimicrobial paper improves with the increasing contents of nano-silver and PVA.

Keywords: nano-silver; polyvinyl alcohol binder; antimicrobial paper; antibacterial performance

0 引言

抗菌包装是将抗菌剂以适当方式添加到基材中或涂覆在基材表面, 来杀菌或抑制微生物的繁殖, 从而达到保护产品的目的^[1-2]。要达到这一目标, 需要在抗菌包装系统设计中采用“缓释”包装技术, 以适当速度缓慢“释放”抗菌剂, 使之与目标微生物的生长动力学相匹配^[3]。抗菌剂是抗菌包装系统的

核心, 一般应根据目标微生物的活性来选择不同抗菌剂。目前, 抗菌材料的种类繁多, 按其成分大体上可分为天然抗菌剂、有机抗菌剂和无机抗菌剂3类^[4]。天然抗菌剂是从天然植物中提取而来, 数量很少, 应用推广有一定难度。有机抗菌剂具有杀菌速度快, 抗菌效能高, 加工方便等特点, 在医疗及工业领域应用较广, 但有机抗菌剂的耐热性差, 易挥发, 使用中可能存在安全隐患。无机抗菌剂主要是

收稿日期: 2011-07-19

基金项目: 湖南省科技厅科技计划基金资助项目(2011NK2006, 2011SK3132)

作者简介: 汤建新(1965-), 男, 湖南宁乡人, 湖南工业大学教授, 博士, 主要从事纳米材料及分子生物学方面的研究,

E-mail: jxtang0733@163.com

通信作者: 邓靖(1979-), 女, 湖南永州人, 湖南工业大学讲师, 博士, 主要研究方向为食品包装材料,

E-mail: dengjing0102@sina.com

利用银、铜、锌和钛等金属的抗菌能力制得的抗菌剂,具有广谱、长效,因而应用较广^[5-6]。其中的Ag系抗菌剂被称为“永久性杀菌剂”,具有用量少、耐久性好,广谱、长效、安全、无副作用等特点,是无机抗菌剂中的研发热点^[7]。

抗菌纸是把抗菌剂以喷洒、施胶、涂布、浸渍、改性纤维等方式添加到普通纸中,制成具有抗菌功能的纸^[8]。抗菌纸的用途较广,如替代某些医用材料,包装食品,还可作一些珍贵文献、书画、证券等纸质资料的原纸。本文以自制纳米银为抗菌剂,采用涂布方式制备抗菌纸,并以大肠杆菌为供试菌种,采用抑菌圈法对抗菌纸的抑菌效果进行评价。

1 实验

1.1 实验材料与仪器

材料:纳米银,湖南工业大学绿色包装与生物纳米技术应用重点实验室采用抗坏血酸方法制备^[9];聚乙烯醇1788 (polyvinyl alcohol, PVA),分析纯,汕头市西陇化工有限公司;营养琼脂,生化纯,湖南汇虹试剂有限公司;大肠杆菌,湖南工业大学绿色包装与生物纳米技术应用重点实验室提供;17 k 纸,四川永丰纸业股份有限公司。

仪器:电子天平,JA1003型,上海精密科学仪器有限公司;变频调速搅拌器,JBV-III型,中南大学自动化技术开发有限公司;洁净工作台,HD1360型,北京东联哈尔仪器制造有限公司;恒温培养箱,ET618-4/180型,上海一恒科学仪器有限公司;压力蒸汽灭菌锅,YQX-280S型,上海三申医疗器械有限公司;电热恒温鼓风干燥箱,GZX-9246MBE型,上海博迅实业有限公司医疗设备厂。

1.2 抗菌纸的制备

PVA黏结剂的制备:分别称取1.2,1.8和2.4 g PVA放入3个烧杯中,并分别加入98.8,98.2和97.6 mL蒸馏水,在磁力搅拌的条件下加热,使PVA完全溶解后冷却至室温,制得质量分数为1.2%,1.8%和2.4%的PVA黏结剂溶液,记为 $A_i(i=1,2,3)$ 。

纳米银溶液的制备:称取2 g 纳米银溶入998 mL水中,制得质量分数0.2%的纳米银溶液,再取该溶液6份分别稀释成质量分数为0.16%,0.12%,0.08%,0.04%,0.02%,0.01%,的纳米银溶液,记为 $B_j(j=1,2,\dots,6)$ 。

PVA与纳米银混合液的制备:将PVA黏结剂溶液 A_i 分别与纳米银溶液 B_j 按体积比1:1混合均匀,制得PVA与纳米银的混合胶溶液18份。

抗菌纸的制备:将上述18种PVA与纳米银含量

不同的混合胶溶液分别均匀涂布在纸张正反两面,再将纸放入65℃的电热恒温鼓风干燥烘箱中烘10 min,制得18种不同的抗菌纸。

1.3 测试方法

抗菌纸抑菌性能的测定:将大肠杆菌在营养琼脂斜面培养基上进行活化后,用无菌水配成 10^8 个/mL左右的菌悬液,振荡均匀。在无菌操作下,取1 mL菌悬液均匀涂布在营养琼脂平板上。将制备的抗菌纸用打孔器制成直径为6 mm的纸片,用无菌镊子将其贴在含菌平板中央。每组做3个平行样。在37℃下培养48 h后测量抑菌圈直径大小^[10]。

抑菌圈直径 = 测量直径 - 纸片直径。

纸张抗张强度和伸长率的测定:抗张强度和伸长率依据TAPPI标准T494测定。

2 结果与讨论

2.1 PVA与纳米银含量对抗菌纸抗菌性能的影响

用1.3节中的方法测得涂布有不同混合胶的抗菌纸的抑菌圈直径,结果如表1所示。

表1 不同混合液涂布纸张的抑菌圈直径

纳米银	PVA		
	A_1	A_2	A_3
B_1	9.5	12.0	13.0
B_2	7.0	9.5	12.5
B_3	6.5	5.5	9.5
B_4	3.0	4.0	3.5
B_5	2.5	3.0	2.0
B_6	微小	微小	微小

由表1可知,当PVA的含量一定时,抗菌纸的抗菌性能随纳米银含量的增加而增强,其原因是抗菌纸的抗菌性是由无机纳米银抗菌剂所决定的。

当纳米银的含量一定时,抗菌纸的抗菌性能整体趋势是随PVA含量的增加而增强。原因是当PVA含量较高时,PVA溶液容易成膜,纳米银易附着在PVA薄膜上,从而使抗菌性能随PVA含量的增加而增强;当PVA含量较低时,PVA溶液不易成膜,而且纳米银在溶解过程中可能出现团聚现象,从而使抗菌性能并不完全随PVA含量的增加而增强。

2.2 PVA与纳米银含量对抗菌纸抗张强度及伸长率的影响

抗张强度是很多纸种应予测定的性能指标,对于包装纸尤其如此。伸长率为纸张受张力到断裂时所增加的长度与原试样长度的比例,伸长率是衡量

纸张韧性的一项指标,其值越大越能减轻外力冲击的破坏作用。涂布不同含量PVA和纳米银的抗菌纸的抗张强度和伸长率分别见表2和表3。

表2 不同混合液涂布纸张的抗张强度

Table 2 The tensile strength of antimicrobial paper with different types of mixture MPa

纳米银	PVA			
	A ₂		A ₃	
	纵向	横向	纵向	横向
B ₁	22.92	12.23	22.96	12.80
B ₂	22.53	12.06	22.77	11.76
B ₃	22.23	11.17	22.51	11.34
B ₄	22.10	10.63	22.30	11.30
B ₅	22.05	10.42	22.24	11.10

注:对照纸样的纵、横向抗张强度分别为22.07和11.33 MPa。

表3 不同混合液涂布纸张的伸长率

Table 3 The elongation rate of antimicrobial paper with different types of mixture %

纳米银	PVA			
	A ₂		A ₃	
	纵向	横向	纵向	横向
B ₁	4.17	6.27	4.55	6.75
B ₂	4.10	5.93	4.50	6.70
B ₃	4.08	5.80	4.30	6.30
B ₄	4.01	5.53	4.25	5.80
B ₅	3.92	4.98	4.22	5.40

注:对照纸张的纵、横向伸长率分别为2.12%和2.94%。

从表2和表3可以看出:随着纳米银含量的增大,纸张的纵、横向抗张强度和伸长率均随之增大;随着黏结剂浓度的增加,纸张的纵、横向抗张强度和伸长率均随之增大,但相对于未涂抗菌材料的对照纸张变化均不显著。

3 结论

1) 银系抗菌纸对以大肠杆菌为代表的细菌有较好的抑菌效果,抗菌纸的抗菌性能随着黏结剂PVA和纳米银含量的增加而增强。

2) 采用纳米银为抗菌剂,PVA为黏结剂的混合液以涂布方式制备的抗菌纸抗张强度及伸长率均能满足包装需求。

参考文献:

[1] 吕飞,叶兴乾,刘东红.食品抗菌包装系统的研究与展望[J].农业机械学报,2009,40(6):138-142.
Lü Fei, Ye Xingqian, Liu Donghong. Review of

Antimicrobial Food Packaging[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2009, 40(6): 138-142.

- [2] 杨中文,刘西文.高阻隔纳米抗菌包装膜的研制与应用[J].工程塑料应用,2010,38(10):55-57.
Yang Zhongwen, Liu Xiwen. Development and Application of Nano-Antibacterial and High Barrier Packaging Film[J]. Engineering Plastics Application, 2010, 38(10): 55-57.
- [3] 黄巍,王建清.真空镀银抗菌包装薄膜的研究[J].包装工程,2006,27(2):43-44.
Huang Wei, Wang Jianqing. Study of Vacuum Coating Ag on Antimicrobial Packaging Film[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(2): 43-44.
- [4] 陈希荣.纳米抗菌包装材料的开发与应用[J].中国包装工业,2006(10):51-55.
Chen Xirong. Development and Application of Naomi Packaging Materials[J]. China Packaging Industry, 2006 (10): 51-55.
- [5] 李敏娜,罗青枝,安静,等.纳米银粒子制备及应用研究进展[J].化工进展,2008,27(11):1765-1771.
Li Minna, Luo Qingzhi, An Jing, et al. Research Progress of Preparation and Application of Ag Nanoparticles[J]. Chemical Industry and Engineering Progress, 2008, 27 (11): 1765-1771.
- [6] 徐光年,乔学亮,邱小林,等.纳米银制备研究进展[J].材料导报,2010,24(21):139-143.
Xu Guangnian, Qiao Xueliang, Qiu Xiaolin, et al. Progress in Preparation of Nano-Silver[J]. Materials Review, 2010, 24(21): 139-143.
- [7] 殷焕顺,艾仕云,钱萍,等.纳米银的制备方法及其应用[J].材料研究与应用,2008,2(1):6-10.
Yin Huanshun, Ai Shiyun, Qian Ping, et al. Preparation Methods and Application of Silver Nanomateria[J]. Materials Research and Application, 2008, 2(1): 6-10.
- [8] 刘秉钺,姚姝妮,刘阳.采用表面喷涂法生产抗菌纸的研究[J].上海造纸,2006,37(6):53-57.
Liu Bingyue, Yao Shuwei, Liu Yang. The Making of Antibacterial Paper by Surface Spraying[J]. Shanghai Paper Making, 2006, 37(6): 53-57.
- [9] 林峰,苏伟,许利剑,等.纳米银粒子在微乳液中的制备及其抗菌性能[J].包装学报,2010,2(1):28-32.
Lin Feng, Su Wei, Xu Lijian, et al. Preparation of Silver Nanoparticles in Microemulsion System and Its Antibacterial Property[J]. Packaging Journal, 2010, 2(1): 28-32.
- [10] Marques M R, Albuquerque L M B, Xavier-Filho J. Antimicrobial and Insecticidal Activities of Cashew Tree Gum Exudates[J]. Annuals of Applied Biology, 1992, 121 (2): 371-377.

(责任编辑:邓光辉)