

微波协同纳米二氧化钛对羽绒的 抗菌效果研究

张国铭¹, 黎 彧^{2*}, 邹训重³, 林福杰², 黎柳堂², 陈伟鸣⁴, 邱远婷⁴

- (1. 广东省理工职业技术学院, 广东 广州 510500;
2. 广东轻工职业技术学院 环境工程系/轻化工程系, 广东 广州 510300;
3. 广东药学院 中药学院/药科学院, 广东 广州 510006;
4. 嘉应学院 化学与环境学院, 广东 梅州 514015)

摘要:在不同微波辐射功率、辐射时间、辐射温度、羽绒与纳米材料最佳质量比等实验条件下,研究了纳米二氧化钛对羽绒抗菌效果的影响,在所得最佳灭菌条件下,探讨微波协同纳米二氧化钛的最佳抗菌率。同时,进行纳米二氧化钛的回收实验,研究了多次回收的纳米材料抗菌效果的变化规律。结果纳米二氧化钛的最佳抗菌条件为:纳米二氧化钛与羽绒质量比为2:1,微波时间为2 min,微波功率为100 W,微波温度为35℃,最佳抗菌效果为72.63%。随着纳米抗菌剂循环使用次数的增加,抗菌效果逐渐下降。

关键词:微波;纳米二氧化钛;羽绒;抗菌;回收

中图分类号:TQ051.8

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2015)12-0109-03

DOI:10.16606/j.cnki.issn 0253-4320.2015.12.028

Antibacterial effect of nanometer titanium dioxide on feather assisted with microwave

ZHANG Guo-ming¹, LI Yu^{2*}, ZOU Xun-zhong³, LIN Fu-jie², LI Liu-tang²,
CHEN Wei-ming⁴, QIU Yuan-ting⁴

- (1. Guangdong Vocational School of Polytechnic, Guangzhou 510500, China; 2. Department of Environmental Engineering, Department of Chemical Engineering, Guangdong Industry Technological College, Guangzhou 510300, China; 3. School of Traditional Chinese Medicine/School of pharmacy, Guangdong Pharmaceutical University, Guangzhou 510006, China; 4. School of Chemistry and Environment, Jiaying University, Meizhou 514015, China)

Abstract: The antibacterial effect of nanometer titanium dioxide is studied under different experiment conditions, such as microwave radiation power, radiation time, radiation temperature, mass ratio of the nano material and feather. The antibacterial rate of nanometer titanium dioxide is also discussed under the best sterilization conditions. Meanwhile, the recycling of nanometer titanium dioxide is performed, which is used to discover the law of the sterilization rate of the recycled materials. The best antibacterial rate can achieve 72.63% under the following conditions: 2:1 mass ratio of nanometer titanium dioxide and feather, 2 minutes of microwave time, 100 W of microwave power and 35℃ of microwave temperature. The antibacterial effect gradually declines with the increased recycle times of nanometer titanium dioxide.

Key words: microwave; nanometer titanium dioxide; feather; antibacterial effect; recycling

我国是世界上最大的羽绒及制品生产国、出口国和消费国,年产羽毛绒约20万t,占世界产量的80%。与天然纤维或合成纤维制成的织物半成品完全不同,羽绒是一种动物性蛋白质纤维,使用方式特殊,质地比较蓬松,保温性能高,更适合细菌的生长繁殖^[1-2]。传统抗菌织物大多采用有机物杀菌剂,其不仅作用寿命短,作用效果欠佳,对人体有害,而且部分有机物存在难降解性,成为污染环境的隐患。此外,有机抗菌材料还有易洗脱,高温易分

解等缺陷。纳米抗菌材料是一类具备抑菌性能的新型材料,由于材料中纳米抗菌剂的高比表面积和高反应活性的特殊效应,大大提高了整体的抗菌效果^[3-5]。

纳米TiO₂也称光触媒,对大肠杆菌、绿脓杆菌、牙枝菌、金黄色葡萄球菌、沙门氏菌和曲霉等近百种病菌均具有较好的抑菌能力,广泛应用于纺织品、卫生日用品、食品包装、水处理、化妆品等行业,具有优异的长效杀菌效应,是一种理想的无机抗菌剂^[6-7]。

收稿日期:2015-07-09

基金项目:广东省高等职业院校珠江学者岗位计划资助项目(2015);广州市科技计划项目(201510010170);广东省科技计划重点项目(2007B03010300);广东轻院自然科学基金项目(KJ201301)

作者简介:张国铭(1963-),男,学士,副教授,主要从事环保建材的研究工作,gdlgzgm@126.com;黎彧(1970-),男,博士,教授,硕士生导师,主要从事绿色化学的研究工作,通讯联系人,liyuletter@163.com。

微波杀菌技术也是近年来发展起来的对环境友好的绿色除菌技术,具有节能、高效和环保等优点^[8-10]。微波不同于传统加热,传统加热是通过辐射、对流和传导这 3 种方式由表及里进行的,而微波加热是材料在电磁场中由介质损耗而引起的介电加热产生热效应,具有杀菌快速、高效及环保等特点,已经应用于食品和医疗等领域,能有效杀灭金黄色葡萄球菌、大肠杆菌和白色念珠菌等细菌,同时克服了传统抗菌纳米材料光照不均匀的特点,并且在羽绒灭菌过程中同时具有干燥的作用。目前尚无微波协同纳米材料在羽绒抗菌方面的报道。

1 实验部分

1.1 实验仪器及药品

WF-4000 微波快速反应系统;江阴滨江医疗设备厂生产的 YX-280B 型手提式蒸汽消毒器;上海锐风仪器制造有限公司生产的 DHP-9002 隔水式恒温培养箱;上海金忠科学仪器有限公司生产的 JB101-2A 型数显热风干燥器。鸭绒毛,广东鸿基羽绒制品有限公司生产;99% 水性纳米二氧化钛,上海汇精亚纳米新材料有限公司生产;营养琼脂,广东环凯微生物科技有限公司生产;其他所用试剂和溶剂均为分析纯。

1.2 实验步骤

1.2.1 相关实验仪器及试剂的灭菌

对实验过程中所需要的玻璃仪器及试剂进行包扎,用手提式高压蒸汽灭菌锅进行灭菌。

1.2.2 制备培养基

将 3.3 g 琼脂培养基置于锥形瓶中,100 mL 无菌水中加热至琼脂培养基完全溶解即溶液呈现透明状,盖好硅胶塞并包扎,放入灭菌锅进行灭菌。

1.2.3 制备样品

称取 0.50 g 绒毛,放入装有 50 mL 的无菌水锥形瓶中,充分搅拌,使羽毛上的部分细菌脱落进入水中,抽滤,50 mL 无菌水再次清洗,混合无菌水。

1.2.4 测定样品中菌落总数

在无菌室中,先从装无菌水的锥形瓶中分别吸取 9 mL 于 3 支试管中。取 1 根 1 mL 吸量管从浸泡有绒毛的试样中吸取 1 mL 试样于第 1 根试管中,振荡 30 次,摇匀。第 1 根试管中吸取 1 mL 试液于第 2 根试管中,振荡摇匀。从第 2 根试管中移取 1 mL 于第 3 根试管,振荡均匀。

移取 1 mL 无菌水于 1 个培养皿中,分别从第 2、3 支试管中各 2 次移取 1 mL 于 4 个培养皿中(即

平行 2 次)。

将约 45℃ 琼脂培养基均匀倒入以上 5 个培养皿中,待琼脂冷却凝固后,倒放平板,放入 37℃ 的培养箱中培养 24 h 后取出,读取菌落总数并记录。

1.2.5 纳米二氧化钛对鸭绒毛抗菌效果的影响

取 0.5 g 经处理样品,测定实验前绒毛中的菌落总数。在样品中加入纳米材料,设定实验条件,测定不同实验条件下的菌落总数,进行多次平行实验,计算并记录抗菌率,分析得出抗菌最佳条件。

2 实验结果及讨论

2.1 微波辐射时间对纳米材料抗菌效果的影响

实验在无菌室中进行,取经处理的样品 1 份,测定并记录实验前绒毛中的菌落总数。

将用无菌水洗过的 0.50 g 羽绒抽滤,转移到装有 50 mL 无菌水的锥形瓶中,放入灭菌后的转子,充分摇匀,测定微波前羽绒中的菌落总数。加入纳米材料 0.50 g,设定 WF-4000 微波快速反应系统的功率为 100 W,微波时的温度为 50℃,测定不同微波时间对微波协同纳米材料抗菌效果的影响,实验结果如表 1 所示。

表 1 微波时间对纳米材料抗菌性能的影响

微波辐射时间/min	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
抗菌率/%	64.31	65.06	68.48	67.72	67.07	66.08	63.14

由表 1 可知,微波辐射时间在 0.5~2.0 min,微波协同纳米二氧化钛的抗菌效果随着微波辐射时间的增加有所增高,微波协同纳米二氧化钛的抗菌率与微波时间在一定范围内呈正相关关系;当微波时间超过 2 min 后,微波协同纳米二氧化钛的抗菌效果呈下降趋势,故最佳微波辐射时间为 2.0 min。

2.2 绒毛与纳米材料质量比对抗菌效果的影响

将用无菌水洗过的 0.50 g 羽绒抽滤,转移到装有 50 mL 无菌水的锥形瓶中,放入灭菌后的转子,充分摇匀,测定微波前羽绒中的菌落总数。设定微波功率为 100 W,微波温度为 50℃,微波时间为 2 min,研究不同羽绒与纳米二氧化钛的质量比对微波协同纳米二氧化钛抗菌效果的影响,如表 2 所示。

表 2 羽绒与纳米二氧化钛质量比对微波协同纳米材料抗菌性能的影响

$m(\text{纳米二氧化钛}):$ $m(\text{羽绒})$	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
抗菌率/%	70.69	72.93	75.29	64.33	63.47	63.31

由表2可知,纳米二氧化钛与羽绒的质量比在0.5~2.0时,微波协同纳米二氧化钛抗菌率随纳米二氧化钛与羽绒的质量比的增加有所增高,羽绒的抗菌率与纳米二氧化钛的用量在一定范围内呈正相关关系;当纳米二氧化钛与羽绒的质量比超过2.0后,微波协同纳米二氧化钛抗菌率呈略下降趋势。因此,微波协同纳米二氧化钛与羽绒的最佳的质量比为2.0。

2.3 温度对微波协同纳米材料效果的影响

将用无菌水洗过的0.50 g羽绒抽滤,转移到装有50 mL无菌水的锥形瓶中,放入灭菌后的转子,充分摇匀,测定微波前羽绒中的菌落总数。设定WF-4000微波快速反应系统的功率为100 W,微波时间为2.0 min,纳米材料的质量为0.50 g,研究温度对微波协同纳米材料抗菌效果的影响,结果如表3所示。

表3 温度对微波协同纳米二氧化钛效果的影响

温度/℃	35	38	41	44	47	50
抗菌率/%	65.31	65.71	66.13	67.03	67.48	68.48

由表3可知,温度在35~50℃时,微波协同纳米材料的抗菌率随着温度的升高有所增高,微波协同纳米材料的抗菌率与微波时的温度成正相关关系。温度本身也有灭菌的作用,而且温度越高,其抗菌效果越强,因此,微波时温度不能过高,减小温度对微波协同纳米材料抗菌效果的影响,35℃比较接近室温,可以更好地体现微波的非热效应,故选择35℃为最佳微波温度。

2.4 微波功率对微波协同纳米材料抗菌效果的影响

将用无菌水洗过的0.50 g羽绒抽滤,转移到装有50 mL无菌水的消化瓶中,放入灭菌后的转子,充分摇匀,测定微波前羽绒中的菌落总数。设定微波温度为50℃,微波时间为2.0 min,纳米材料的质量为0.50 g,研究微波功率对微波协同纳米材料抗菌效果的影响,结果如表4所示。

表4 微波功率对微波协同纳米二氧化钛抗菌效果的影响

微波功率/W	100	200	300	400	500
抗菌率/%	72.93	73.17	75.49	76.58	76.95

由表4可知,微波功率在100~500 W时,微波

协同纳米氧化锌的抗菌率随着微波功率的增加有所增加,微波协同纳米氧化锌的抗菌率与微波功率成正相关关系;微波时功率越大,能耗越大,而且试液温度升得越快,不利于微波操作,故选择100 W为最佳微波功率。

2.5 纳米材料的回收及重复使用

将第1次做过的纳米材料与羽绒的混合物用撒子过滤,去除羽绒,调节温度为100℃,烘2~3 h。将纳米材料烘干、灭菌,并研磨成细腻的粉末,置于干燥箱中保存待用,在最佳抗菌条件下进行纳米材料的抗菌实验,1~3次回收后纳米二氧化钛的抗菌率分别为56.94%、48.69%、46.89%。

3 结论

(1)微波协同纳米二氧化钛选用最佳抗菌条件为:纳米二氧化钛质量与羽绒的质量比为2:1,微波时间为2 min,微波功率为100 W,微波温度为35℃;最适宜条件下,微波协同纳米二氧化钛的抗菌率为72.93%。

(2)纳米二氧化钛可重复利用一定次数,安全环保,节能成本。

参考文献

- [1] 何源,徐成书,师文钊. 织物抗菌整理研究进展[J]. 印染, 2013, (16): 50-54.
- [2] 徐君. 棉织物的纳米无机抗菌整理研究[D]. 上海: 东华大学, 2007.
- [3] 周强. 抗菌材料及其应用[N]. 中国包装报, 2001-10-01 (003).
- [4] 胡占江,赵忠,王雪梅. 纳米氧化锌抗菌性能及机制[J]. 中国组织工程研究, 2012, 16(03): 527-530.
- [5] 毛勇,邓玉明. 纳米抗菌材料的研究进展[N]. 中国包装报, 2011-08-10(003).
- [6] 庄沛林,高燕,凌均荣,等. 三种无机纳米抗菌剂对粪肠球菌的抗菌作用[J]. 牙体牙髓牙周病学杂志, 2011, 21(12): 694-697.
- [7] 苏艳孟. 无机纳米抗菌剂的制备及其在天然织物上抗菌机理研究[D]. 江苏: 苏州大学, 2011.
- [8] 雷超,陈虹,乔军,等. 微波灭菌技术在甘薯类食品中的研究[J]. 山东化工, 2015, 44: 78-80.
- [9] 赵丹,连微微,汤蓉,等. 微波灭菌技术的应用与研究进展[J]. 贵阳中医学院学报, 2014, 36(5): 48-50.
- [10] 邹训重,张莉杰,刘亚杰,等. 微波灭菌的研究进展[J]. 广东微量元素科学, 2013, 20(6): 67-70. ■