

光催化材料及制品抗菌性能检测情况 及标准化现状分析

孙廷丽 周少璐 黎玉莲 彭如群 谢小保*

(广东省微生物研究所,广东省微生物分析检测中心,省部共建华南应用微生物国家重点实验室,
广东省菌种保藏与应用重点实验室,广东省微生物应用新技术公共实验室,广州 510070)

摘 要 对 2016—2017 年收到的 356 份光催化材料及制品的性能测试,特别是抗生物性能测试需求、标准采用等情况进行了统计分析。结果表明,我国光催化材料及制品市场比较活跃,测试需求量大,其主要应用、研发及测试方向为去除空气中的污染物及抗菌性能的评价,分别占据检测量的 63% 及 24%;在标准制定及应用方面,抗细菌的性能评价标准体系已经比较完善,其测试条件及菌种都有标准规定,采用专门的光催化材料抗菌性能标准的检测占比合计达 34%(可见光 16%,紫外光 18%),但抗真菌及抗病毒的性能测试则只能依据相关的产品标准。采用专门的标准方法,对材料和制品进行定量分析,是十分必要的,对促进技术进步,规范和稳定光催化材料及制品市场,具有积极意义。

关键词 光催化材料及制品,抗菌性能,测试情况,标准化现状

Current status of detection and standardization for the antibacterial performance of photocatalytic material and product

Sun Tingli Zhou Shaolu Li Yulian Peng Ruqun Xie Xiaobao

(Guangdong Institute of Microbiology, Guangdong Detection Center of Microbiology, State Key
Laboratory of Applied Microbiology Southern China, Guangdong Provincial Key
Laboratory of Microbial Culture Collection and Application, Guangdong Open Laboratory of
Applied Microbiology, Guangzhou 510070)

Abstract A data analysis was carried out on the detections especially the requirements of antibiological properties and adoptions of standards for photocatalytic materials and products totally of 356 samples that submitted by different customers between 2016—2017. The results showed that the market of photocatalytic materials and products are very active and the market demand on detection was large. The main application, research and testing demand were all to evaluate the removal of pollutants in the air (63%) and antibacterial properties (24%). For the standards research and application, performance evaluation of antibacterial has been more perfect and their test conditions and strains have standard regulations, but the antifungal, as well as antiviral performance can only be based on relevant product standards. Therefore, using specific standards were necessary and has positive significance for promoting technological progress, standardizing and stabilizing the market of photocatalytic materials and products.

Key words photocatalytic material and product, antibacterial property, current status of test, standardization status

光催化材料及制品因其在光照射激发条件下产生催化作用,发生氧化还原反应,可以长期有效分解有机污染物和部分无机污染物,具有广谱抗菌、除臭、防污、分解空气及水中有机污染物、自洁和可重

复利用等特点。制成的各种功能性产品,广泛应用于空气净化、光催化抗菌、防污自动清洁、大气污染治理和水处理等领域^[1-5]。因此,了解市场情况及光催化材料及制品的性能测试方法的标准化进展及使

基金项目:广东省科技计划项目(2014A040401052)

作者简介:孙廷丽(1982-),女,硕士,助理研究员,主要从事工业材料及制品的抗生物性能测试及标准化研究。

联系人:谢小保(1966-),男,硕士,研究员,主要从事工业材料及制品的抗生物性能测试及标准化研究。

用情况,对促进行业有序发展,具有重要的意义。为此,笔者对本实验室于 2016—2017 年收到委托检验的光催化材料及制品的性能测试项目,特别是抗生物性能测试项目的分布、标准采用等情况进行了统计分析研究。

1 样品来源

2016—2017 年,本实验室收到测试名称为“光催化”及“光触媒”的测试样品共计 356 份,分别来自于全国各光催化材料及制品生产或销售企业。

检测项目和标准经客户与本实验室协商后,由客户根据产品决定。实验室对委托测试的样品进行样品信息、来源信息及测试标准登记。

2 采用的检测标准

采用或参照国内外正式发布的标准,对样品进行检测后登记测试结果。

3 光催化材料及制品检测结果分析

3.1 检测的项目分析

2016—2017 年,本实验室共接收光催化材料及制品类测试样品共 356 件,其检测项目涉及气态污染物,如甲醛、苯、氨和总挥发性有机物(TVOC)等的去除率、抗生物性能(含抗菌、防霉、抗病毒等)、空气微生物杀灭、毒理学检测、重金属含量、pH 等,其中以气态污染物的去除率的委托检测项目最多,共 223 件,占总委托检测量的 63%,其次为抗菌性能检测,多达 90 件,占 24%,这也符合光催化材料本身所具有的分解污染物、广谱抗菌的性能特点,毒理学检测项目占 3%,空气微生物杀灭检测项目占 2%,其他检测项目占 8%。上述材料制品形式多样,包含空气净化剂、涂料、陶瓷、织物、空气净化器及耗材等。

3.2 抗菌性能检测项目及采用检测标准分析

2016—2017 年,本实验室监测光催化材料抗菌性能样品 90 件,其中抗细菌 66 件次,抗真菌检测 21 件次,抗病毒检测 1 件次,空气微生物杀灭 10 件次。

对上述项目的检测均采用或参照已经发布实施的国际国内标准。抗细菌的检测中,16%的样品采用了可见光照射条件下光催化抗菌材料及制品抗菌性能测试方法及评价 GB/T 30706—2014^[6],18%采用了光催化抗菌材料及制品抗菌性能的评价 GB/T 23763—2009^[7],另有 42%的抗细菌检测则

根据产品类型选择了其他抗菌的检测方法,如 GB/T 21866—2008^[8]、GB 21551.2—2010 附录 A 贴膜法^[9]、FZ/T 73023—2006(附录 D8 振荡法、附录 E 晕圈法)^[10]、ASTM E 2149—13a^[11] 动态条件下的抗菌剂活性测定的试验方法、《消毒技术规范》2002 年版—2.1.3^[12]等);抗真菌性能测试分为 2 种,在 21 件抗真菌检测样品中,12 件为涂料,均采用了 GB/T 1741—2007^[13]进行检测并评价了防霉等级(占检测量的 14%),另外 9 件则参照了抗细菌的性能测试流程进行白色念珠菌和黑曲霉的定量检测(占检测量的 9%)。

3.3 抗菌性能检测菌种采用情况分析

在 66 件光催化材料及制品的抗细菌性能检测中,测试菌种主要为大肠杆菌(ATCC8739)及金黄色葡萄球菌(ATCC6538P),其检测次数分别为 54 次和 49 次,此外还测试了肺炎克雷伯氏菌(ATCC 4352)、铜绿假单胞菌(ATCC9027)及鼠伤寒沙门氏菌(NICBPBP50115)等,但检测项目量较少。在抗真菌检测中,送检的涂料样本均采用了 GB 1741—2007^[13]的测试菌种,而 9 件参照抗细菌性能测试方法的抗真菌性能检测中,8 次采用了白色念珠菌(ATCC10231),1 次使用了黑曲霉(ATCC16404)。不常见菌种主要考虑了样品的用途而采用了相关的检测方法。

3.4 抗菌效果分析

选取了 17 组典型的光催化材料及制品检测样品的抗菌检测结果进行分析,结果见表 1。从表 1 可知,送检的光催化材料及制品总体抗菌能力与产品本身有关;不同样品之间,总抗菌率与光照的贡献值之间没有相关性;对同一样品采用不同菌种进行测试,菌种之间的抗菌率、光照贡献值呈现相同的趋势,壁纸、过滤网、负离子释放剂、陶瓷和厨具板材类对大肠杆菌的抗菌率均达到 99.00%,壁纸、负离子释放剂、织物和陶瓷类对金黄色葡萄球的抗菌率均达到 99.00%,光触媒液对金黄色葡萄球的抗菌率达到 95.20%,织物对白色念珠菌的抗菌率达到 99.94%,过滤网对黑曲霉的抗菌率达到 52.86%,涂料对黑曲霉的抗菌率达到 0 级产品标准,受检测的样品均有较好的抗菌性能。研究结果表明,在进行光催化材料与制品抗菌性能检测时,光照对某些样品发挥抗菌作用是必要的,因此在不确定光照对材料总抗菌率影响的前提下,采用特定的光催化标准,对材料和制品进行定量分析,是十分必要的。

表 1 典型光催化材料制品抗菌性能检测结果

样品名称	采用标准	光照条件	测试菌株	抗菌率/%	光照贡献值
壁纸	GB/T 23763—2009	24h,0.1mW·cm ⁻²	大肠杆菌 ATCC 8739	>99.99	0
壁纸	GB/T 23763—2009	24h,0.1mW·cm ⁻²	金黄色葡萄球菌 6538P	>99.99	0
过滤网	GB/T 23763—2009	24h,0.1mW·cm ⁻²	大肠杆菌 ATCC 8739	>99.99	94.74
过滤网	参照 GB/T 23763—2009	24h,0.1mW·cm ⁻²	黑曲霉 ATCC16404	52.86	49.23
负离子释放剂	GB/T 23763—2009	24h,0.1mW·cm ⁻²	大肠杆菌 ATCC 8739	99.99	0
负离子释放剂	GB/T 23763—2009	24h,0.1mW·cm ⁻²	金黄色葡萄球菌 6538P	99.99	0
除臭剂	GB/T 23763—2009	24h,0.1mW·cm ⁻²	大肠杆菌 ATCC 8739	>99.99	>97.22
织物	参照 GB/T 23763—2009	24h,0.1mW·cm ⁻²	白色念珠菌 ATCC10231	99.94	0
织物	GB/T 23763—2009	24h 0.1mW·cm ⁻²	金黄色葡萄球菌 6538P	>99.99	0
陶瓷	GB/T 23763—2009	24h,0.1mW·cm ⁻²	大肠杆菌 ATCC 8739	>99.99	>99.99
陶瓷	GB/T 23763—2009	24h,0.1mW·cm ⁻²	金黄色葡萄球菌 6538P	99.48	98.7
厨具板材	GB/T 23763—2009	24h,0.1mW·cm ⁻²	大肠杆菌 ATCC 8739	>99.99	99.95
光触媒液	GB/T 30706—2009	24h,2500(勒克斯 Lx)	大肠杆菌 ATCC 8739	84.28	18.52
光触媒液	GB/T 30706—2009	24h,300Lx	大肠杆菌 ATCC 8739	99.99	78.46
光触媒液	GB/T 23763—2009	24h,300Lx	大肠杆菌 ATCC 8739	34.62	29.17
光触媒液	GB/T 23763—2009	24h,2500Lx	金黄色葡萄球菌 6538P	95.20	93.68
涂料	GB/T 1741—2007	未光照	黑曲霉(ATCC10404)等 8 种推荐菌种	0 级	—

4 小结

综上所述,光催化材料及制品市场较为活跃,检测需求主要集中于化学测试指标的除气态污染物效率和抗生物性能检测。综合检测类别分布、标准采纳及测试菌种使用情况可知,抗生物性能检测以抗细菌检测为主,间有抗真菌性能检测及抗病毒检测要求。分析认为,可能与光催化材料及制品的抗生物性能检测标准化进程有关。但是至今我国仅有 GB/T 30706—2014《可见光照射下光催化抗菌材料及制品抗菌测试方法及评价》和 GB/T 23763—2009《可见光照射下光催化抗菌材料及制品抗菌性能测试方法及评价》2 个抗细菌检测的标准,而抗真菌检测及抗病毒检测则仅有 ISO 13125:2013《精细陶瓷(高级陶瓷,先进技术陶瓷)半导体光催化材料测试抗真菌活性的方法》及 ISO 18061—2014《精细陶瓷(高级陶瓷,高级工业陶瓷)-半导体光催化材料的抗病毒活性的测定》可以采用,在我国并没有相关的标准。且光催化材料抗真菌检测标准 ISO 13125:2013 中,仅规定了对紫外光照射条件下材料及制品的抗真菌性能,并没有对可见光条件下的检测,另外其测试菌种也不包含白色念珠菌,不能满足

测试要求。标准的缺失,将会导致行业缺乏有效的监督,不利于行业的持续发展。因此,制定我国自己的光催化材料抗真菌及抗病毒的测试标准,是一项必要而迫切的工作,对促进行业的健康发展具有重要的意义。

参考文献

[1] Yang L, HuY H. Toward TiO₂ Nanofluids—Part 2: applications and challenges[J]. Nanoscale Research Letters, 2017, 12 (1): 1-21.

[2] Mauro A D, Fragalá M E, Privitera V, et al. ZnO for application in photocatalysis: from thin films to nanostructures[J]. Materials Science in Semiconductor Processing, 2017, 69: 44-51.

[3] 宋建荣, 张鹏, 张保玉, 等. 光触媒涂料的研究进展与工程应用[J]. 涂料技术与文摘, 2015, 36: 48-57.

[4] 肖红艳, 陈衍夏, 施亦东, 等. 光触媒 TiO₂ 在纺织领域的应用研究现状与进展[J]. 丝绸, 2007, 8: 58-61.

[5] 惠爱平. Ce³⁺, Sm³⁺, Fe³⁺ 掺杂纳米 ZnO 的制备及其光催化和抗菌性能研究[D]. 西安: 陕西科技大学, 2016.

[6] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 30706—2014, 可见光照射下光催化抗菌材料及制品抗菌性能测试方法及评价[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.