

# 食品抗菌包装材料的研究进展

李 婷, 钟泽辉, 邵 杰, 陈智芳, 刘 阳, 孙 艺

(湖南工业大学 包装与材料工程学院, 湖南 株洲 412007)

**摘 要:** 介绍了食品抗菌包装体系及其抗菌机理, 食品包装用抗菌剂及其实现方式, 以及抗菌纸、抗菌塑料、抗菌陶瓷、抗菌不锈钢产品等食品抗菌包装材料的研究进展及其在食品包装中的应用。

**关键词:** 抗菌机理; 食品包装; 抗菌剂; 抗菌材料

中图分类号: TB484

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2011)02-0034-03

## Developments of Food Packaging Materials

Li Ting, Zhong Zehui, Shao Jie, Chen Zhifang, Liu Yang, Sun Yi

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

**Abstract:** The system of antibacterial food packaging, its mechanism, and the implementations of these antibacterial agents for food are introduced. Then, developments and applications of antibacterial packaging materials for food, such as antibacterial paper, antibacterial plastic, antibacterial ceramic and antibacterial stainless products are described.

**Key words:** antibacterial mechanism; food packaging; antibacterial agent; antibacterial materials

食品抗菌包装是使用对人体安全的抗菌剂, 使包装材料具有抗菌功能, 以提高被包装食品的货架寿命。食品包装材料的研发重点主要集中在可再生、可降解材料, 及提高包装容器和薄膜材料的阻隔性能, 开发新型活性材料等<sup>[1]</sup>。在活性包装材料的研究方面主要致力于材料的抗菌活性研究, 从而使食品在储运中免受微生物侵扰, 提高食品的货架寿命。

### 1 食品抗菌包装体系及其抗菌机理

食品抗菌包装体系主要包含包装材料、食品和包装内的顶隙。包装体系一般有包装、食品和包装、顶隙、食品 2 种形式。其中, 当食品与包装材料直接接触时, 包装材料中的抗菌剂在食品和包装材料中扩散

并进行分配; 当存在顶隙时, 抗菌剂迁移机制为顶隙、包装材料和食品中的蒸发及平衡分布; 除扩散和平衡吸附作用外, 某些抗菌包装材料还可利用共价结合的方法固定抗生素、杀菌剂或活性基团。

目前食品抗菌包装体系的抗菌主要通过 2 种方式实现: 1) 直接抗菌, 即通过含有抗菌成分的包装材料与食品直接接触实现抗菌; 2) 间接抗菌, 主要是在载体中添加一些能够调节包装内微环境的物质, 或利用包装材料的选择透过性来控制微生物的生长<sup>[2]</sup>。

### 2 食品包装用抗菌剂

食品包装用抗菌剂的基本要求是: 无毒无害, 应避免使用具有急性毒性、慢性毒性、气味较大、刺激

收稿日期: 2010-10-28

基金项目: 湖南省科学计划基金资助项目(2008FJ3031), 湖南省大学生研究性学习和创新性实验计划基金资助项目(湘教通[2010]244-492)

作者简介: 李 婷(1987-), 女, 湖南株洲人, 湖南工业大学硕士生, 主要研究方向为抗菌纸的试制与印刷适性研究,

E-mail: liting1988523@yahoo.com.cn

皮肤等类的抗菌剂<sup>[3]</sup>。抗菌剂种类很多,目前食品包装用抗菌剂研究主要集中在以下3种抗菌剂上。

1) 有机抗菌剂。有季铵盐类、卤化物类、异噻唑类、二苯醚类、有机金属和有机氮类化合物等,这些抗菌剂杀菌力强、效果迅速且价格便宜,但耐热性能较差,有一定的毒性,这在很大程度上限制了其应用。

2) 常用的天然抗菌剂。包括壳聚糖、山梨酸等,其安全性高且抗菌范围广,但耐热性能差、药效期短且受生产条件制约,难以大规模生产。

3) 无机抗菌剂。包括金属或金属离子负载于无机载体(如沸石、二氧化钛、硅胶等)制得的金属离子交换型抗菌剂和以TiO<sub>2</sub>为代表的光催化型抗菌剂,其抗菌范围广,具有较好的抗菌持久性、耐热性、安全性,但存在抗菌力不强和价格贵等问题。其中,纳米系列抗菌剂除价格高外,其他性能均优异<sup>[4]81-82</sup>。

## 3 抗菌包装的实现方式

### 3.1 添加含挥发性抗菌物质的衬垫

常见的衬垫有:除氧剂、吸湿剂和乙醇挥发产生剂。其中,除氧剂是通过减少氧气来抑制需氧菌的生长;吸湿剂是通过降低体系中水分活度来抑制微生物生长;乙醇挥发产生剂是以胶囊的形式存在于载体中或放置在包装袋中,通过乙醇的释放来实现抗菌<sup>[5]</sup>。目前这种添加衬垫方式的抗菌包装已经成功应用。

### 3.2 添加抗菌物

将生物活性剂(即抗菌物)以溶解或熔融的形式添加到包装材料中以实现抗菌。目前,越来越多的新型抗菌物被成功添加到包装材料中,通过抗菌物的协同作用抑制微生物的生长。这种方式比直接浸泡和喷洒,抗菌效果更好,在生产中已有运用。

### 3.3 表面包覆或吸附抗菌物

这种抗菌包装主要是针对耐高温性不强的抗菌物,其工序是先将包装材料加工成薄膜,然后对包装材料进行表面处理,最后将抗菌物包覆或吸附在包装材料表面上制成。

### 3.4 化学键结合作用

含有特殊基团的抗菌物和包装材料可通过离子键或共价键结合,或通过“连接臂”将二者连接起来。离子键结合的抗菌物可缓慢释放到食品中,而共价键结合的抗菌物结合牢固,在加热或高酸环境下才发生水解作用。固定点的抗菌活性会有所下降,故固定时要保护活性位点并相应增加包装材料结合的表面积。

### 3.5 天然抗菌材料作用

自然界中存在着一些可食的天然抗菌材料,如壳聚糖、山梨酸和聚-L-赖氨酸等,这些抗菌材料不仅

安全无毒,而且抗菌效果优异。其中壳聚糖因具有良好的成膜性能、通透性能和抗菌性能,广泛用作涂膜保鲜剂。壳聚糖与其他材料(如淀粉、聚乙烯醇等)的共混改性研究是目前研究的新领域。

## 4 抗菌材料在食品包装中的应用

### 4.1 抗菌纸

随着人们对食品卫生要求的提高,以及对延长食品保险期的需要,纸食品包装材料被列为抗菌材料的重要研究对象。将制备好的抗菌剂通过一定的工序添加到纸张中可制得抗菌纸。

杨飞等人考察了反应时间、温度、pH值和硝酸银浓度对银交换量的影响,得出离子交换法制备无机载银沸石抗菌剂的最佳条件。结果表明,这种载银量高达5.38%的抗菌剂制备的抗菌纸强度基本不变,白度略微降低且抗菌性能良好<sup>[6]</sup>。A. Rodriguez等人分别研究了涂布在石蜡基体上的丁香、肉桂、牛至天然精油和富含肉桂醛的肉桂天然精油制备果蔬包装抗菌纸,并检测其抗菌活性。通过单滴微萃取和气体色谱质谱分析4℃下储存7d后的2组草莓的色觉和味觉变化。结果表明,富含肉桂醛的肉桂天然精油抗菌性能和耐久性能最佳,能极大地提高纸包装食品的货架寿命<sup>[7]</sup>。Rasika Tankhiwale等人研究了在最佳反应温度30℃和最佳引发时间15min条件下,纤维素滤纸与硝酸铈铵和丙烯酰胺接枝共聚,再负载纳米银粒子用于食品抗菌包装。研究表明,这种环保型抗菌纸对大肠杆菌的杀菌效果特别好,且该方法无需使用有机溶剂,反应条件容易达到,为其普及提供了有利条件<sup>[8]</sup>。

### 4.2 抗菌塑料

食品用抗菌塑料由抗菌剂和基础树脂材料构成,由于抗菌剂在塑料中存在易变色、耐热性能差、分散不均等问题,给其应用带来了极大的不便。目前较多采用食品抗菌母粒技术,即通过食品抗菌母粒和塑料粒子简单掺混后再加工成型,这种抗菌塑料的抑菌杀菌效果和持久性能均较好<sup>[4]125-197</sup>。

目前,国内外抗菌塑料技术应用十分广泛。日本在无机抗菌剂的研发方面较成功,其抗菌塑料2003年就覆盖了通用和工程塑料的所有品种。最近,日本研发了在薄膜中添加银离子、氟石、桉醇等制备抗菌保鲜薄膜,延长了果蔬的保鲜期。日本昭和公司还研制了以载银磷酸锆系为抗菌成分的聚苯乙烯抗菌薄膜,这种杀菌力强的抗菌薄膜已大量使用在各种食品包装上<sup>[4]84</sup>。而美国Nanocor公司研发了以蒙脱石为基体的纳米级塑料添加剂用于树脂阻燃、阻隔和力学性能的改善<sup>[4]133</sup>。在国内,黄灵阁等人研究了含有银离子的

无机抗菌剂制成的专用抗菌母料 Antim-PP 与 PP 熔融共混制备 PP 基抗菌塑料。结果表明,当抗菌母料与 PP 的质量比为 4:100 时,抗菌 PP 塑料对大肠杆菌的抗菌率大于 99%,抗菌母料的加入使共混物的冲击性能明显改善,其他力学性能基本不受影响<sup>[9]</sup>。邱竟介绍了纳米抗菌食品级塑料包装材料这种新型产品,即在多层共挤的食品包装材料中添加一定量功能性纳米无机抗菌剂,以赋予包装材料抗菌性能,其安全无毒,可延长食品保质期。目前这种技术已经投入生产<sup>[10]</sup>。

#### 4.3 抗菌陶瓷

陶瓷因其安全性能好而一直备受食品包装者青睐。将抗菌剂加入陶瓷釉料中,经高温烧制得到抗菌陶瓷。目前较多采用在加入抗菌剂后再加入纳米氧化钛,以使污垢不易黏附,纳米氧化钛形成的光固化层还可以净化空气。这种抗菌陶瓷对革兰氏阳性菌、阴性菌均具有较好的抗菌性能<sup>[4]277-307</sup>。

随着纳米技术的推广,纳米陶瓷成为陶瓷行业的主流发展方向。最新抗菌陶瓷技术主要有陶瓷变性防锈抗菌涂层技术、不断裂的纳米抗菌陶瓷技术、纳米抗菌陶瓷刀具材料技术和纳米硅抗菌陶瓷技术等,这些技术的研发将给抗菌陶瓷领域带来更好的前景。

#### 4.4 抗菌不锈钢产品

由于不锈钢含有锰、钛、钴、钼和镉等人体所需的微量元素,越来越多的不锈钢被运用到食品包装中。抗菌不锈钢产品是往不锈钢中加入一定量的金属铜或金属银进行合金化,通过热处理制得。其抗菌性能优异,且益于人体健康<sup>[4]241-275</sup>。目前国际上日本、美国和德国的抗菌不锈钢技术较为先进,而我国也逐渐形成了生产能力较好的纳米金属材料生产线,且能生产 Fe, Ni, Ag, Al 和 Co 等金属纳米粉。

## 5 结语

目前,食品抗菌包装研究已成为食品包装领域的一大热点。但此研究还存在一些有待深入探讨的问题:

1) 包装材料与抗菌剂的相互作用及抗菌剂本身的稳定性和安全性问题还有待深入研究。

2) 抗菌剂迁移特性的定量研究还不多见,尤其是通过数值分析和有限元分析法的研究较少。

3) 由于各方面条件的限制,食品抗菌包装材料的印刷适性研究目前还处于相对空白状态,比如抗菌剂的添加对包装材料印刷是否存在影响,抗菌剂与印刷油墨间会不会发生作用使包装丧失抗菌性能等。

4) 国内关于抗菌包装技术方面的相关法规和标准还较少,因此加快相关标准的颁发和法规的制定对抗菌材料的研发意义重大。

## 参考文献:

- [1] 陈伊凡. 食品包装材料的研究[J]. 印刷质量与标准化, 2009(3): 27-29.  
Chen Yifan. Study on Food Packaging Materials[J]. Printing Quality & Standardization, 2009(3): 27-29.
- [2] 毕海丹. 抗菌包装技术及其在肉类保鲜中的应用[J]. 肉类研究, 2009(2): 57-61.  
Bi Haidan. Antimicrobial Packaging Technique and Its Application in Fresh Meat[J]. Meat Research, 2009(2): 57-61.
- [3] 张红. 抗菌剂及其在食品包装纸中的应用[J]. 黑龙江造纸, 2009(2): 26-27.  
Zhang Hong. Antibacterial Agent and Its Application on Paper Packaging for Food[J]. Heilongjiang Pulp & Paper, 2009(2): 26-27.
- [4] 丁浩, 童忠良, 杜高翔. 纳米抗菌技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008.  
Ding Hao, Tong Zhongliang, Du Gaoxiang. Nano-Antibacterial Technology[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2008.
- [5] 刘冰. 抗菌技术及其在食品包装中的应用[J]. 湖南包装, 2008(2): 21-23.  
Liu Bing. Antibacterial Technology and Its Application in Food Packaging[J]. Hunan Packaging, 2008(2): 21-23.
- [6] 杨飞, 陈克复, 杨仁党, 等. 抗菌剂及其在抗菌纸中的应用[J]. 中国造纸, 2006, 25(8): 51-52.  
Yang Fei, Chen Kefu, Yang Rendang, et al. Antibacterial Agent and Its Application in Antibacterial Paper[J]. China Pulp & Paper, 2006, 25(8): 51-52.
- [7] Rodriguez A, Battle R, Nern C. The Use of Natural Essential Oils as Antimicrobial Solutions in Paper Packaging: Part II [J]. Progress in Organic Coatings, 2007, 60: 33-38.
- [8] Rasika T, Bajpai S K. Graft Copolymerization onto Cellulose-Based Filter Paper and Its Further Development as Silver Nanoparticles Loaded Antibacterial Food-Packaging Material[J]. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 2009, 69: 164-168.
- [9] 黄灵阁, 曹宏深, 陈金周, 等. 聚丙烯基抗菌塑料的制备与性能研究[J]. 化学推进剂与高分子材料, 2008, 6(5): 38-40.  
Huang Lingge, Cao Hongshen, Chen Jinzhou, et al. Study on Synthesis and Properties of Antibacterial Polypropylene Plastics[J]. Chemical Propellants & Polymeric Materials, 2008, 6(5): 38-40.
- [10] 邱竟. 纳米抗菌包装材料和防锈包装材料[J]. 塑料包装, 2009, 19(3): 51.  
Qiu Jing. Nano-Antibacterial Packaging Materials and Rust-Proof Packaging Materials[J]. Plastics Packaging, 2009, 19(3): 51.

(责任编辑:徐海燕)