

食品抗菌包装及其在鲜肉包装中的应用

韩春阳^{1,2}, 王建清¹, 李 杨¹, 崔 妍¹, 孙炳新²

(1. 天津科技大学, 天津 300222; 2. 沈阳农业大学, 沈阳 110866)

摘要:重点对食品抗菌包装的 5 种类型(在包装中添加含有挥发性抗菌成分的小袋或衬垫;直接合并抗菌剂到聚合物包装材料中;在聚合物表面涂布或吸附抗菌剂;通过离子键或共价键将抗菌剂固定到聚合物中;使用本身具有抗菌作用的包装材料)及其各自的特点进行了综述,最后介绍了抗菌包装在易腐食品鲜肉中的具体应用及实际抗菌保鲜效果,并对抗菌食品包装的发展趋势进行了展望。

关键词: 抗菌; 包装; 鲜肉; 应用

中图分类号: TB485.6; TS206 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)19-0024-05

Antimicrobial Packaging and Its Application in Fresh Meat Packaging

HAN Chun-yang^{1,2}, WANG Jian-qing¹, LI Yang¹, CUI Yan¹, SUN Bing-xin²

(1. Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300222, China; 2. Shenyang Agriculture University, Shenyang 110866, China)

Abstract: Five types of food antimicrobial packaging and their characteristics were summarized, which were addition of sachets/pads containing volatile antimicrobial agents into packages, incorporation of volatile and non-volatile antimicrobial agents directly into polymers, coating or adsorbing antimicrobials onto polymer surfaces, immobilization of antimicrobials to polymers by ion or covalent linkages, and inherently antimicrobial polymers. The application and antimicrobial effect of the antimicrobial packaging on fresh meat was introduced. The development trend of food antimicrobial packaging was prospected.

Key words: antimicrobial; packaging; fresh meat; application

尽管现代食品加工及生产技术大大提升了食品的安全卫生性,但是不可否认食品安全仍然是极其重要的公共安全问题。在发展中国家每年至少有 30% 的人口遭受食源性疾病的侵袭,仅 2000 年全球至少有 200 万人死于变质食品引起的腹泻^[1-2]。近年来由于食源性有害微生物爆发案例的不断增多,使得越来越多的学者开始寻找和探索能够抑制食品中有害微生物的生长繁殖,同时保持食品质量好、新鲜、卫生的方法,其中一种有效的方法就是通过包装来提高食品的品质质量和安全卫生性,即抗菌包装。抗菌包装在确保食品质量安全,降低食品遭受病原微生物感染风险方面扮演了重要角色。抗菌包装是活性包装的一种,它能够减少、抑制或延迟微生物的生长,既包括可

能出现在食品中的,也包括可能出现在食品包装材料上的^[3]。

1 食品抗菌包装类型

抗菌包装可以分为以下几种类型:在食品包装中添加含有挥发性抗菌成分的小袋或衬垫;直接将挥发性或非挥发性抗菌剂合并到聚合物包装材料中;在聚合物表面涂布或吸附抗菌剂;通过离子键或共价键将抗菌剂固定到聚合物中;使用本身具有抗菌作用的包装材料。

1.1 在包装中添加含有挥发性抗菌成分的小袋或衬垫

在包装中添加含有挥发性抗菌成分的小袋或衬

收稿日期: 2013-08-12

基金项目: 国家“十二五”科技支撑计划项目(2011BAD24B01)

作者简介: 韩春阳(1980-),男,辽宁人,天津科技大学研究生,主攻抗菌食品包装材料与技术。

通讯作者: 王建清(1953-),男,湖南人,天津科技大学教授,主要研究方向为包装材料与技术。

垫是抗菌包装目前最成功的一种商业应用方式。乙醇在此类抗菌包装中最早被应用,通过适当的缓释技术,能够控制包装内乙醇蒸汽的含量,达到持久的抗菌目的。这种包装最早被应用到焙烤食品及干鱼制品,用来防止霉菌的生长^[4]。把乙醇作为抗菌剂在包装中使用的缺点是会产生乙醇的气味,从而影响感官品质。有机酸和表面活性剂也已经被使用到鲜肉及禽肉制品的包装衬垫中,用来防止其营养丰富的渗出液中微生物的大量繁殖^[5]。

1.2 直接合并抗菌剂到聚合物包装材料中

直接将抗菌剂合并到聚合物材料中已经在许多领域中得到商业应用,例如药品和杀虫剂包装、家用产品、针织品、外科植入物、生物医疗器械等。最近出版的相关文献表明,这种方法在食品相关领域的研究与应用正在快速增长。不同的抗菌剂已经被合并到纸和塑料中,测试结果表明能够有效抑制包括大肠杆菌、李斯特菌、沙门氏菌及霉菌等在内的多种微生物。在此类抗菌材料中银取代沸石作为抗菌物质使用最为广泛,尤其是在日本。在聚乙烯、聚丙烯、尼龙、丁二烯等聚合物中添加质量分数为1%~3%银取代沸石能够有效抑制多数细菌和霉菌的生长和繁殖^[6]。除了银取代沸石以外,其他的抗菌剂,如各种具有抗菌作用的酶、多肽、天然酚类,包括乳过氧化物酶、乳铁蛋白、蛙皮素、蛾血素、对苯二酚、儿茶素等添加到聚合物中也具有较好的抗菌作用^[7]。单一抗菌剂的抗菌谱往往受到限制,所以可同时在聚合物中加入2种或2种以上抗菌剂,以达到更好的抗菌效果。在聚合物中添加抗菌剂保护食品的原理,主要是基于食品中有害微生物大部分都集中在食品表面。当具有抗菌作用的包装材料与食品表面接触时,通过消除或抑制食品表面微生物的生长和繁殖达到食品抗菌保鲜的目的。一般抗菌剂在聚合物中的质量分数为0.1%~5%,尤其是在薄膜中^[3]。

1.3 在聚合物表面涂布或吸附抗菌剂

抗菌包装发展初期,是通过将抗菌剂混入石蜡中,涂覆到水果和蔬菜表面,或形成蜡纸、涂蜡纤维素膜包装食品,达到抗菌目的^[8-9]。一些不能承受聚合物高温加工处理的抗菌剂,通常采用在聚合物表面形成涂覆膜的方式使用。包含抗菌剂的可食性涂覆膜已经被应用到包装材料和食品上,例如将含有乳酸链球菌肽的甲基纤维素膜涂覆在聚乙烯薄膜表面、含有乳酸链球菌肽的玉米胶蛋白膜用来包装禽肉等^[10]。

在可食性涂膜材料中,各种蛋白因为其自身具有良好的吸附性及对不同极性物质的亲和性经常被使用,例如大豆蛋白、玉米蛋白、小麦蛋白等。改变聚合物表面的结构有助于提高其吸附性能和抗菌剂的释放性能,用氢氧化钠和丙酮处理过的聚乙烯甲基丙烯酸薄膜,能够增加吸附性能和抗菌剂的释放性能,而且经过氢氧化钠处理过的薄膜通常对霉菌具有较高抑制作用^[11]。

1.4 通过离子键或共价键将抗菌剂固定到聚合物中

将抗菌剂通过离子键或共价键固定在聚合物表面,也是一种使包装材料获得抗菌性能的有效方法,但是这种方法的成功实施需要同时满足2个条件:抗菌剂和材料均具有适当的官能团。具有官能团的抗菌剂有多肽类、酶、多胺类、有机酸等,具有官能团的聚合物有尼龙、聚氯乙烯、乙烯醇、聚苯乙烯等。除了具有官能团的抗菌剂和聚合物以外,还需要“连接”分子,使聚合物表面与抗菌剂连接到一起,而且这些“连接”分子还要在适当的条件下能够释放这些被连接到聚合物表面的抗菌剂到食品表面,能够被使用到食品包装中的“连接”分子主要包括右旋糖酐、聚对蔡二甲酸乙二醇脂、乙二胺、聚乙烯亚胺等。

1.5 使用本身具有抗菌作用的包装材料

一些聚合物本身就具有抗菌作用,并且已经被作为包装薄膜或涂层使用。阳离子聚合物,如壳聚糖、聚L赖氨酸等能够促进微生物细胞粘附,改变其有机胺类结构,对其细胞膜产生负面作用,引发细胞内容的泄漏,从而产生抗菌作用^[12]。壳聚糖作为涂膜材料已经被用于保护水果和蔬菜避免霉变产生,虽然保鲜效果主要应该归功于壳聚糖的抗真菌作用,但是壳聚糖膜层在产品表面形成一层保护屏障,隔断了微生物和产品之间营养物质的接触,应该也起到了一定的作用^[13]。此外,壳聚糖作为成膜物质同时加入有机酸或香料提取物也已经被研究使用^[14]。海藻酸钙涂膜能够抑制牛肉表面大肠杆菌的增长^[13]。复合聚丙烯胺质子化薄膜作为包装材料能够延长水果和蔬菜的货架寿命^[15]。利用物理方法改变薄膜表面结构,也可以获得抗菌性能,例如,利用紫外线对尼龙薄膜表面进行辐照后,能够获得抗菌性能,一种可能的解释是这种处理增加了薄膜表面胺的浓度^[16]。增加聚合物表面胺基的数量能加大对微生物细胞的粘附作用,但是不一定杀死微生物^[17]。后续的研究表明,紫外线辐照尼龙薄膜表面所产生的胺基能够杀死微

生物,但是随着粘附微生物的增加,这种作用将逐渐被减弱^[18]。

2 抗菌包装在鲜肉包装中的应用

大多数食品包装可分为 2 种包装形式:包装/食品,包装/顶空/食品,见图 1。

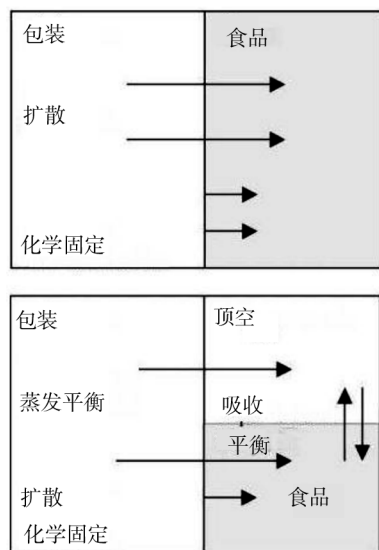


图 1 食品包装系统及活性物质的相互作用行为^[19]

Fig. 1 Food packaging systems and interaction among active substances

第 1 种形式通常是固体食品或液体食品,直接与包装材料接触没有空隙,此类抗菌包装中抗菌剂可以直接添加到食品表面,或与包装材料结合,然后通过包装材料扩散到食品表面起到抗菌作用。第 2 种包装形式通常是食品放置在容器中再用柔性包装材料包装,在包装材料和食品之间有一定的顶空间隙,此类抗菌包装适合于具有挥发性的抗菌剂使用,挥发性抗菌成分可以通过顶空间扩散迁移到食品表面^[20]。

Karabagias 等(2003)使用质量分数为 0.1% 的百里香精油和牛至精油在 4℃ 下与气调包装结合对羊肉进行保鲜,可使其货架寿命达到 22 d^[21]。Nadara-jah 等(2005)研究发现芥末粉末能有效抑制大肠杆菌,并延长接种过大肠杆菌的碎牛肉的货架寿命^[22]。姚成强等(2011)试验研究表明桂皮精油及丁香精油对冷却猪肉均有较好的保鲜作用,能延长冷却猪肉的贮藏期,其中质量分数为 0.8% 桂皮精油的保鲜效果最佳^[23]。

抗菌剂与包装材料通过不同方式相结合,使包装材料获得抗菌性能。用于鲜肉包装,具有能够避免抗菌剂与食品直接接触,对抗菌剂的释放具有一定的可控性^[24-25],使用方便等优点,近年来已经成为人们的研究热点。抗菌剂与包装材料的不同结合方式及活性抗菌物质的迁移过程见图 2。Kyriaki G. Zinoviadou

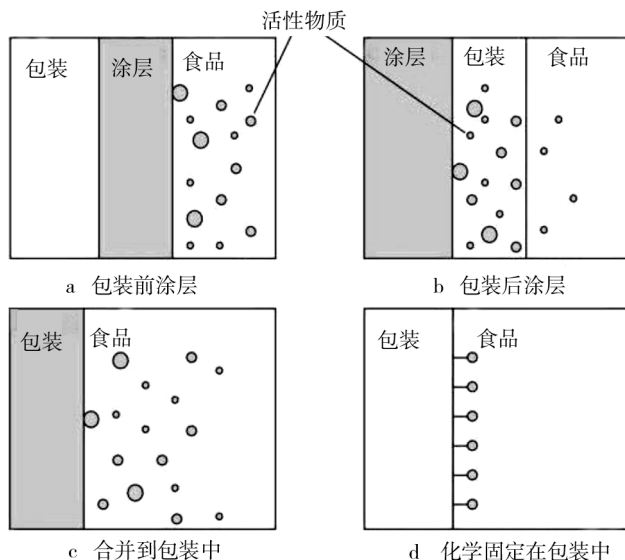


图 2 抗菌剂与包装材料结合方式及活性物质的相互作用行为^[19]

Fig. 2 The combination method of antimicrobial and packaging material and interaction among active substances

等(2009)利用含有不同质量分数牛至精油(0.5%, 1%, 1.5%)的乳清蛋白膜包装鲜牛肉,试验结果表明含质量分数为 1.5% 牛至精油的乳清蛋白膜在贮藏过程中牛肉的乳酸菌完全被抑制,并且能够有效减少牛肉的菌落总数和假单胞菌数量,延长鲜牛肉的货架寿命^[26]。Millette 等(2007)将乳酸链球菌素通过共价键与被高碘酸钠活化过的海藻酸钙薄膜结合,对碎牛肉进行 14 d 贮藏后发现,牛肉中的金黄色葡萄球菌下降了 2.21 lg cfu/g,此种抗菌包装材料对碎牛肉具有较好的保鲜效果^[27]。Scannell 等(2000)通过离子键将细菌素固定在聚乙烯/尼龙复合薄膜表面,发现在冷藏温度和室温条件下抗菌活性可以保持 3 个月^[28]。Oussalah 等(2004)在牛奶蛋白膜中加入质量分数为 1% 的牛至精油和西班牙甘椒精油及两者混合物,并包装接种过大肠杆菌和假单胞菌的牛肉,试验结果表明与空白对照组相比加入抗菌剂的牛奶蛋白薄膜能明显降低牛肉表面的细菌数量,并且发现在空白组中大肠杆菌和假单胞菌的数量明显高于无

包装组,解释其原因是细菌能够将牛奶蛋白薄膜作为营养基质,加速其生长和繁殖。此外还发现,加入牛至精油的牛奶蛋白薄膜抗菌性能最强,并表现出相对最高的抗氧化性能^[29]。Mehraj Ahmad 等(2012)在明胶薄膜中加入了质量分数为 2.5% 柠檬草精油,在 4℃ 下考察这种抗菌薄膜对鲜黑鲈鱼片的保鲜效果,试验结果表明与空白对照组相比含有柠檬草精油的明胶薄膜能有效减少鲜黑鲈鱼片的颜色变化,降低挥发性盐基氮的产生,减少脂肪氧化,降低菌落总数,有效维持鲜黑鲈鱼片的质量并延长鲜黑鲈鱼片的货架寿命至 12 d^[30]。

3 结语

虽然目前抗菌包装受到缺乏高效广谱抗菌剂、抗菌剂安全性、相关食品卫生法规等原因的限制,但是抗菌包装由于具有延长食品货架寿命,保护食品安全等优点,已经引起了学者和生产企业的浓厚兴趣。随着相关研究的不断深入,能够兼容聚合物和抗菌剂的涂膜、利用离子键或共价键形成的功能性表面、能包含抗菌剂的新的印刷技术在抗菌包装的发展中将扮演重要角色。将抗菌剂涂覆到材料表面和在成型包装容器上形成膜层等技术,可避免高温对抗菌剂的影响,从而使更多的抗菌剂能够应用到抗菌包装中。利用物理方法改变材料表面,从而获得抗菌性能的方法正越来越受到人们的重视。

参考文献:

- [1] SARA B. Essential Oils; Their Antibacterial Properties and Potential Applications in Foods-A Review[J]. International Journal of Food Microbiology, 2004, 94: 223-253.
- [2] WHO. Food Safety and Foodborne Illness[Z]. World Health Organization Fact sheet 237, 2002.
- [3] PAOLA A, JOSEPH H H. Review of Antimicrobial Food Packaging[J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2002(3): 113-126.
- [4] SMITH J, HOSHINO J, ABE Y. Interactive Packaging Involving Sachet Technology[M]. UK: Blackie Academic and Professional, 1995.
- [5] HANSEN R, RIPPL C, MIDKIFF D, et al. Antimicrobial Absorbent Food Pad; US, 4865855[P]. 1989-09-12.
- [6] BRODY A, STRUPINSKY E, KLINE L. Active Packaging for Food Applications[M]. Lancaster, PA: Technomic Publishing Co, 2001.
- [7] HOTCHKISS J. Food Packaging Interactions Influencing Quality and Safety[J]. Food Additives and Contaminants, 1997, 14(7): 601-607.
- [8] SHETTY K, DWELLE R. Disease and Sprout Control in Individual Film Wrapped Potatoes[J]. American Potato Journal, 1990, 67(10): 705-718.
- [9] LABUZA T, BREENE W. Applications of Active Packaging for Improvement of Shelf-life and Nutritional Quality of Fresh and Extended Shelf-life Foods[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 1989, 13: 81-89.
- [10] COOKSEY K. Utilization of Antimicrobial Packaging Films for Inhibition of Selected Microorganisms[J]. Food Packaging: Testing Methods and Applications, 2000(6): 17-25.
- [11] WENG Y, CHEN M, CHEN W. Benzoyl Chloride Modified Ionomer Films as Antimicrobial Food Packaging Materials[J]. International Journal of Food Science and Technology, 1997, 32: 229-234.
- [12] GOLDBERG S, DOYLE R, ROSENBERG M. Mechanism of Enhancement of Microbial Cell Hydrophobicity by Cationic Polymers[J]. Journal of Bacteriology, 1990, 172(10): 5650-5654.
- [13] CUQ B, GONTARD N, GUILBERT S. Active Food Packaging[M]. UK: Blackie Academic and Professional, 1995.
- [14] OUATTARA B, SIMARD R, PIETTE G, et al. Diffusion of Acetic and Propionic Acids from Chitosan-based Antimicrobial Packaging Films[J]. Journal of Food Science, 2000, 65(5): 768-772.
- [15] PARDINI S. Method for Imparting Antimicrobial Activity from Acrylics; US, 4708870[P]. 1987-11-24.
- [16] LEE J, JUNG H, KANG I, et al. Cell Behavior on Polymer Surfaces with Different Functional Groups[J]. Biomaterials, 1994, 15(9): 705-711.
- [17] LACROIX M, OUATTARA B. Combined Industrial Processes with Irradiation to Assure Innocuity and Preservation of Food Products-A Review[J]. Food Research International, 2000, 33(2): 719-724.
- [18] PAIK J, DHANASEKHARAN M, KELLEY M. Antimicrobial Activity of UV-irradiated Nylon Film for Packaging Applications[J]. Packaging Technology and Science, 1998, 11: 179-187.
- [19] HAN J H. Antimicrobial Food Packaging[J]. Food Technology, 2000, 54: 56-65.
- [20] STEFANIA Q, LOREDANA V. Antimicrobial Food Packaging in Meat Industry[J]. Meat Science, 2002, 62: 373-380.

- [21] KARABAGIAS I,BADEKA A,KONTOMINAS M G. Use of Mustard Flour to Inactivate Escherichia Coli O157:H7 in Ground Beef under Nitrogen Flushed Packaging[J]. Meat Science,2011,88:109-116.
- [22] NADARAJAH A, HAN J H, HOLLEY R A. A Proposed Mechanism of Tenderizing Post-rigor Beef Using High Pressure-heat Treatment[J]. International Journal of Food Microbiology,2005,99:257-267.
- [23] 姚成强,郑俏然. 几种天然香精油对冷却猪肉保鲜效果的比较研究[J]. 食品科学,2010,36(9):119-121.
YAO Cheng-qiang, ZHENG Qiao-ran. The Preservation Effect of Different Essential Oils on Chilled Pork[J]. Food Science,2010,36(9):119-121.
- [24] BELGIZAR A,NAZAN T K. Use of Antimicrobial Methylcellulose Films to Control Staphylococcus Aureus During Storage of Kasar Cheese[J]. Packaging Technology and Science,2009,22:461-469.
- [25] DEVLIEGHERE F, VERMEIREN L, DEBEVERE J. New Preservation Technologies: Possibilities and Limitations [J]. International Dairy Journal,2004,14:273-285.
- [26] KYRIAKI G Z, KONSTANTINOS P K, COSTAS G B. Physico-chemical Properties of Whey Protein Isolate Films Containing Oregano Oil and Their Antimicrobial Action Against Spoilage Flora of Fresh Beef[J]. Meat Science,2009,82:338-345.
- [27] MILLETTE M, LE T C, SMORAGIEWICZ W, et al. Inhibition of Staphylococcus Aureus on Beef by Nisin-containing Modified Alginate Films and Beads [J]. Food Control,2007,18:878-884.
- [28] SCANNELL A G M, HILL C, ROSS R P, et al. Development of Bioactive Food Packaging Materials Using Immobilised Bacteriocins Lacticin 3147 and Nisaplin [J]. International Journal of Food Microbiology,2000,60:241-249.
- [29] OUATTARA B, GIROUX M, SMORAGIEWICZ W, et al. Combined Effect of Irradiation, Ascorbic Acid and Edible Coating on the Improvement of Microbiological and Biochemical Characteristics of Ground Beef [J]. Journal of Food Protection,2004,65:981-987.
- [30] MEHRAJ A, SOOTTAWAT B, PUNNANEE S, et al. Quality Changes of Sea Bass Slices Wrapped with Gelatin Film Incorporated with Lemongrass Essential Oil [J]. International Journal of Food Microbiology,2012,155:171-178.

(上接第13页)

泡罩包装漏气缺陷的无损检测、高度智能化等需求,未来此项检测技术还可应用到在线实时检测。

参考文献:

- [1] 蔡叶菁. 铝塑泡装药品包装检测系统[J]. 中国包装工业,2002,95(5):38-39.
CAI Ye-qing. Detective System of the Aluminium Plastics Foam Medicinal Package[J]. Medicinal Package,2002,95(5):38-39.
- [2] 朱湘莹. 包装密封性检测原理简析[J]. 包装世界,2011(2):11-14.
ZHU Xiang-ying. Principle Analysis of Packing Tightness Testing[J]. Packaging World,2011(2):11-14.
- [3] 张怀智,高廷如. 关于包装密封性的非破坏性检测方法[J]. 包装工程,2002,23(4):23-24.
ZHANG Huai-zhi, GAO Ting-ru. Researching on Nondestructive Inspecting Method of Sealed Package[J]. Packaging Engineering,2002,23(4):23-24.
- [4] 朱建堂. 激光、红外和微波无损检测技术的应用与发展[J]. 无损检测,1997,19(11):314-319.
ZHU Jian-tang. Application and Development of Laser, Infrared Radiation and Microwave Nondestructive Testing[J]. Nondestructive Testing,1997,19(11):314-319.
- [5] 缪丽玲. 相位式激光测距传感器原理及其在自动化生产中的应用[J]. 电子世界,2012(11):25-27.
MIAO Li-ling. Principles of Phasic Laser Range Sensor and Application in Automated Production [J]. Electronics World,2012(11):25-27.
- [6] 张明. 步进电机的基本原理[J]. 科技信息,2007(9):83.
ZHANG Ming. Fundamentals of Stepper Motor[J]. Science & Technology Information,2007(9):83.
- [7] 龙华伟,顾永刚. LabVIEW 8.2.1 与 DAQ 数据采集[M]. 北京:清华大学出版社,2010:191.
LONG Huan-wei. LabVIEW 8.2.1 and DAQ[M]. Beijing: Tsinghua University Press,2010:191.
- [8] 胡佑兰,彭天好,朱刘英. MATLAB 和 LabVIEW 混合编程及在控制系统中的应用[J]. 机床与液压,2009,37(10):209-212.
HU You-lan, PENG Tian-hao, ZHU Liu-ying. Mixed Programming with MATLAB & LabVIEW and Its Application in Control System [J]. Hydromechatronics Engineering,2009,37(10):209-212.
- [9] 陈树学,刘萱. LabVIEW 宝典[M]. 北京:电子工业出版社,2012:460-488.
CHEN Shu-xue, LIU Xuan. LabVIEW Bible [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry,2012:460-488.