

抗菌保鲜膜的研究进展

刘莹¹, 王碧², 谢峰^{1,2*}

(1. 四川理工学院 材料与化学工程学院, 四川 自贡 643000;
2. 内江师范学院 化学化工学院, 四川 内江 641199)

摘要:综述了近几年国内外以不同基质制备抗菌保鲜膜的研究进展,分析了不同单一基质抗菌保鲜膜的优缺点以及复合型抗菌保鲜膜在研究应用中的优点和发展趋势. 抗菌保鲜膜具有抑制或减缓果蔬成熟的进程、气调、防雾、抗菌等作用;制备方法主要有在已成型的薄膜上涂覆、喷涂抗菌剂和将抗菌剂与树脂一起经吹塑成型两种;抗菌膜的类型分别有以多糖、蛋白质和以蛋白质、多糖、脂质以不同的配比结合在一起的基质制成的抗菌保鲜膜. 目前抗菌保鲜膜存在食品安全和环境保护两大问题.

关键词:抗菌保鲜膜;保鲜机理;制备方法;类型

中图分类号:TB43, TB484 文献标志码:A
DOI:10.13603/j.cnki.51-1621/z.2014.06.009

文章编号:1671-1785(2014)06-0039-05

抗菌保鲜膜是指将抗菌剂添加到成膜材料中而制成的涂层与膜,可作为各种食品抗氧化剂、抗菌剂的载体,对食品有保鲜功能. 抗菌膜高效、稳定、安全等独特的优点越来越受到重视,在食品包装和保鲜方面有广阔的应用前景并产生巨大的经济效益^[1-3]. 抗菌保鲜膜在果蔬中有广泛的用途,特别是多糖亲水膜对果蔬的保鲜作用显著. 多糖亲水膜可在一定程度上限制 CO₂ 和 O₂ 的渗透,降低果蔬的呼吸作用从而减缓其成熟进程,多糖膜的高亲水性又可以防止由于水蒸气凝结而导致果蔬腐败加剧的现象^[4]. 此外,抗菌保鲜膜可以更为有效地保鲜肉类食品,减缓抗菌剂从膜向肉品表面的迁移速度,维持抑菌所需的高浓度,在肉品运输、流通、贮存期间达到保鲜效果,延长肉类的货架期^[5].

1 保鲜膜的保鲜机理

一般认为保鲜膜主要是从以下几个方面达到对食物的保鲜作用:1)抑制或者减缓果蔬成熟的进程:通过在保鲜膜中添加乙烯吸收剂来降低保鲜膜内的

乙烯浓度,从而有效的减缓果蔬的呼吸强度、减缓营养消耗和延长保鲜期. 2)气调作用:通过自动调节 O₂ 和 CO₂, 保持一定的气体浓度;利用呼吸作用消耗氧气,提高 CO₂ 浓度,达到抑制果蔬自身呼吸代谢的目的;同时低 O₂, 高 CO₂ 的协同作用能有效的抵抗乙烯等激素的作用,减少自身消耗,达到延长果蔬保鲜期的效果. 3)防雾作用:果蔬中水分的蒸发会使水蒸气凝结在薄膜的表面形成雾,影响果蔬的外观,且潮湿的环境会滋生细菌,可通过在保鲜膜中加入防雾剂来有效的改善^[6]. 4)抗菌作用:通过加入抗菌剂,有效的抑制食品表面微生物的生长,防止食品腐坏,保证食品安全.

2 抗菌保鲜膜的制备方法

抗菌保鲜膜的制备方法主要有两种:1)在已成型的薄膜上涂覆、喷涂抗菌剂(热稳定性不好、不能承受高温的抗菌剂);2)将抗菌剂(能承受高温的抗菌剂)与树脂一起经吹塑成型,常用的为母粒法,制成含有抗菌剂的浓缩母粒(浓度为抗菌制品中浓度

收稿日期:2014-03-03

基金项目:四川省教育厅成果转化培育项目(12ZZ012).

作者简介:刘莹(1989-),女,四川仪陇人,四川理工学院研究生. 研究方向:化学工程.

*通讯作者:谢峰(1958-),男,四川荣县人,内江师范学院教授,四川理工学院硕士生导师. 研究方向:化学工程.

的 25 倍或 50 倍)^[7]。

3 抗菌膜的类型

3.1 以多糖为基质的抗菌保鲜膜

多糖类抗菌膜的原料主要有壳聚糖及其衍生物、魔芋葡甘聚糖、纤维素及其衍生物、淀粉及其衍生物、海藻酸盐等。多糖所具有的长链螺旋分子结构使抗菌膜的化学性质很稳定,可均匀的覆于食品表面,对气体有较好的阻隔性,能适应不同的储存环境。但多糖的亲水性限制了抗菌膜在高湿环境中的应用。在制膜过程中加入脂类能够提高膜的阻湿性,研究发现,脂类物质形成的脂肪球颗粒均匀的分布在膜表面从而构成良好的疏水层,在相对湿度很高的环境中也能保持较高的阻湿性^[8]。

壳聚糖是由甲壳素经脱乙酰化反应后而得到的生物高分子,具有良好的成膜性能,可以满足包装材料的各种要求。但分子的晶体结构以及氨基和羟基之间存在较强的氢键,使得壳聚糖水溶性较差且溶液具有高粘性^[9],因此通常通过化学改性以得到水溶性优良的衍生物;或与其他高聚物接枝共聚引入其他基团改善性能;或通过溶液共混的方法得到性能优异的壳聚糖共混膜。易国斌^[10]、Huang^[11]、杨文鸽^[12]等分别对壳聚糖改性得到丙酮酸壳聚糖席夫碱(PCHI),酰化壳聚糖季铵盐、N-乙酰基壳聚糖季铵盐,羧甲基壳聚糖,并研究了它们的抗菌性能。实验表明它们均有较好的抗菌性,尤其是对金黄色葡萄球菌的抗菌作用。壳聚糖本身也有一定的抗菌作用,但其单体的抗菌效果不好。为此,可以加入具有抗菌性的其它物质。马齿苋提取物^[13]、百里香酚^[14]等的加入能有效的改善壳聚糖单体的抗菌性能。

魔芋在中国主要分布于云、贵、川、陕西南部和湖北西部,以四川盆地周围山区的魔芋资源最为丰富。魔芋精粉的主要成分为魔芋甘露糖酐,经提取后,得到魔芋葡甘聚糖。魔芋葡甘聚糖广泛的应用于水果的保鲜及鱼、肉类食品的防腐^[15]。王文果^[16]以 KGM(魔芋葡甘聚糖)为试材,将 KGM 脱乙酰化后添加大蒜提取液来达到抗菌效果,通过系统的研究,确定了实验室制膜的最佳工艺,为工业化制膜的关键技术及其参数的确定提供基础数据和有益参考。

改性纤维素有良好的成膜性能,但对气体的阻隔性不好。在国外的研究中,通常加入脂肪酸、甘油、蛋白质来改善这一不足。国内对其膜性质的改进研究还很少,还停留在纤维素膜的应用上^[17]。张宇瑶等^[18]以 NMMO 法制备了抗菌保鲜纤维素膜,测定

了其大肠杆菌的抑菌性,并在冷藏条件下对比了几种膜对鲜猪肉的保鲜效果。表明抗菌保鲜纤维素膜能有效延长鲜猪肉的保鲜期,尤其是涂膜的效果最好。

淀粉是一种可再生资源,价格便宜易得,是应用最广泛的食品原材料之一,用淀粉制作膜材料有着广阔的应用前景。闫倩倩^[19]以氧化酯化淀粉为基质添加甘油、海藻酸钠制得氧化酯化淀粉膜,并将添加抗菌剂脱氢醋酸钠得到的抗菌膜应用于蛋糕包装,可提高其安全性并延长货架期,具有很大的经济效益。

海藻酸是由 D-甘露糖醛酸和 L-古洛糖以(1,4)糖苷键连接而成,和其它多糖一样,它具有良好的成膜性。将海藻酸钠溶液涂覆于果实上可减少果实活性氧的形成,降低膜脂过氧化程度,保持细胞膜的完整性,使果实保持较低的酶活性,从而延长果实的保鲜期。在海藻酸钠中加入抗菌剂能有效的提高膜的抗菌性,如丁香油树脂^[20]、肉桂精油^[21]、茶多酚^[22]、山梨酸钾^[23]的加入均能得到力学性质和抗菌性能良好的海藻酸钠基抗菌保鲜膜。单一的抗菌剂的抗菌作用有一定的局限性,为了获得较好的抑菌效果,也可以同时加入几种抗菌剂^[24-25]。

3.2 以蛋白质为基质的抗菌保鲜膜

制备蛋白质类抗菌膜的原料主要有动物分离蛋白和植物分离蛋白,蛋白质膜主要有大豆分离蛋白、玉米醇溶蛋白、鱼皮胶原蛋白^[26]、明胶蛋白等。蛋白质溶液有较好的成膜性能,不仅自身具有一定的营养价值而且有很好的阻氧性。其缺点在于机械性能差,阻湿性不高不适宜用于高湿环境中。因此,通常加入添加剂或改进加工条件来改善这一不足。例如,在蛋白质中加入交联剂,如乳酸,甘氨酸,氯化钙,戊二醛等以增加膜的抗水性;加入原花青素和京尼平可改善明胶膜材料的微结构的孔隙度和捕获度,调控抗菌剂在膜材料中的分布和形态,控制抗菌剂的扩散速率,从而达到抗菌剂的缓释作用^[27]。将淀粉和蛋白质进行热能混合,类似于一种交联反应,使得淀粉-蛋白质膜中的无定形部分转化为晶相,可提高膜的机械性能,还可改进膜的透水性能^[28]。

郭丛珊^[29]、汪少芸^[30]分别将天然抗菌剂茶多酚、二氧化钛加入大豆分离蛋白制成了新型抗菌膜,并对其阻水性能和力学性能进行了测试。结果表明,茶多酚对大豆分离蛋白膜的阻水性能和力学性能有显著提高;在原料中添加二氧化钛,降低了膜的透水

性、透气性和透光率,使复合膜水分迁移量减少,膜防腐效果提高,能更好地达到食品包装保护的作用,延缓食品的氧化变质,从而起到抗氧化的作用,同时,还实现了光催化剂二氧化钛和蛋白质的复合利用。

3.3 复合型抗菌保鲜膜

复合型抗菌保鲜膜是将蛋白质、多糖、脂质以不同的配比结合在一起制成。可通过改变复合膜中蛋白质、多糖、脂质的配比来改变膜的透气性、力学性质等性能。复合型可食性抗菌膜可以满足不同食品包装的需要,具有良好的保鲜效果,因此成为可食性抗菌膜的主要研究发展方向^[31]。

将壳聚糖及其衍生物与纤维素^[32-33]、葡甘聚糖^[34-35]两两共混,并加入抗菌剂所制备的二元膜具有较单一膜更好的力学性能和抗菌效果,应用范围更为广阔。以海藻酸钠为成膜基质,羧甲基纤维素钠为共混膜的原料,并添加了增塑剂甘油和防腐剂山梨酸钾,将其应用于畜肉的保鲜中,可使牛肉的货架期延长6 d^[36-37]。

多糖与蛋白复合的抗菌保鲜膜也有不错的保鲜抗菌性能,如壳聚糖/木薯淀粉/明胶共混膜^[38]、羧甲基纤维素钠与明胶膜能较好的阻隔外界的气体、水分和微生物;由于抗菌剂的缓释,能抑制食品表面微生物的生长,对食品起到持久抑菌作用,延长食品的货架期;在食品加工生产过程中能减少抗菌剂的添加量,大大减少了消费者摄入化学试剂的量^[39]。张其清^[40]发明了一种可食性鱼皮胶原蛋白抗菌膜的制备方法,其膜组分中含有鱼皮胶原蛋白、壳聚糖、植物精油、大豆卵磷脂和甘油。制备的胶原蛋白抗菌膜具有良好的抗菌性能,能被生物降解,减少对环境的污染。

尹寿伟等^[41]发明了一种控释抗菌膜的制备方法:结合玉米醇溶蛋白、酪蛋白酸钠两种蛋白的优点,加入疏水抗菌剂百里香酚得到纳米粒子粉末,将成膜基质溶于水,加入纳米粒子粉末和溶菌酶。发明采用直接和间接双重添加抗菌剂的方式,通过较快释放和缓释的两种方式对初始微生物和后续微生物加以有效控制。

3.4 以其他物质为基质的抗菌保鲜膜

我国现有的保鲜膜,大多是由聚丙烯、聚乙烯、聚酯等材料加工而成,这些制品加工方便、成本低、制作工艺成熟,但在自然环境中不易降解而造成环境污染,对人们的生活产生诸多不利影响。以聚丙烯

等为基质的抗菌保鲜膜的研究一定程度上为其他生物聚合物抗菌膜的研究提供借鉴。

将抗菌粉体制成抗菌母料,然后将抗菌母料按一定比例添加至聚乙烯中,通过混匀、吹塑等工艺制备抗菌保鲜膜^[42]。在聚乙烯醇中添加精油包合物,通过精油从包合物中的缓慢释放以及在膜中的迁移,最后达到在食品表面发挥抗菌作用^[43-44]。采用纳米氧化锌(ZnO)与聚氯乙烯(PVC)复合制得纳米抗菌自粘保鲜膜,自粘膜的力学强度和防雾性能也明显提高^[45]。

刘丽娜^[46]将含有反应性基团硅氧烷的有机单体3-(异丁烯酰氧)丙基三甲氧基硅烷接枝到经过碱处理PVDF上,通过与PVDF共混,提高了膜材料的力学性能,降低碱处理对膜的伤害。同时,将纳米银嵌入到共混膜上,赋予膜抗菌性能,降低微生物带来的膜污染。

将抗菌沸石通过填充改性的方法加入低密度聚乙烯(LDPE)制备抗菌保鲜膜,研究了它的抗菌效果。通过各项基本性能的测试,自制的保鲜膜符合果蔬包装的要求。并对几种果蔬进行试验,有不错的保鲜效果^[47]。

三菱化学研制的聚丙烯(PP)抗菌保鲜食品包装膜(含有微型胶囊状芥末提取物烯丙基芥子油),当包装内的蔬菜、水果和生鲜等食品的水分含量发生变化时,微型胶囊将破裂释放烯丙基芥子油,可以有效控制和调节袋内水蒸气、氧气和二氧化碳的浓度,发挥长时间保鲜抗菌功效^[48]。

4 抗菌保鲜膜的发展趋势

目前抗菌保鲜膜主要面临以下两个问题:一是安全问题。将抗菌剂用于包装材料上,将与食品直接或间接发生接触,故使用时必须考虑食品的安全问题。选择抗菌剂需要考虑:抗菌剂的稳定温度范围;与成膜基质是否发生反应;是否会和其它添加剂发生作用;是否有不良气味(尤其是中草药,香辛料提取液);是否会影响被包装食品的风味特征,食用后是否会对人体产生危害;抗菌剂释放时,是否会转移到食品上;抗菌剂对膜的色泽影响,是否影响对被包装食品的外观等。另外,还必须符合相关的国内外食品法规。二是环境保护问题。目前我国的保鲜膜大多是由聚乙烯、聚丙烯制成,适用范围广,但它们在自然环境的降解缓慢,对环境造成许多不利影响^[49]。新型抗菌保鲜膜研究的进步和完善,将对食品包装

行业产生巨大影响。

抗菌保鲜膜的发展趋势主要有以下几点:1)抗菌剂主要选用国际上认可的食品添加剂和天然抗菌物质提取物,从而保证食品的安全性;2)通过抗菌剂的缓释,延长保鲜时间,抗菌保鲜性能更优异;3)用途的专一性;4)抗菌与自发气调(MA)的复合;5)生物可降解。

参考文献:

- [1] 袁海涛,芮汉明,陶学红,等. 可食性膜研究进展 [J]. 粮油食品科技,2002,10(2):17-18.
- [2] 胡永茂,项金钟,张学清,等. 抗菌食品保鲜膜的研究与进展 [J]. 大理学院学报,2005,4(1):92-96.
- [3] Paola Appendini, Joseph H. Hotchkiss. Review of Antimicrobial Food Packing [J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2002(3): 113-126.
- [4] Nisperos-carriedomo. Edible coatings and films based on polysaccharides [C]//Edible Coating and Films to Improve Food Quality, 1994: 305-335.
- [5] Gennadios A, Hanna M A, Kurth L B. Application of edible coatings on meat, poultry and sea foods: a review [J]. Lebensmittel-Wissenschaft Technologies, 1997, 30, 337-350.
- [6] 周晓媛,蔡佑星,邓靖,等. 果蔬保鲜膜的保鲜机理与研究进展 [J]. 食品研究与开发,2008,29(11):148-152
- [7] 陈超,叶秀娟,卢婷. 食品抗菌保鲜膜的研究现状与展望 [J]. 农产品加工:创新版,2012(9):53-58.
- [8] 卢鹏. 壳聚糖抗菌膜在冷鲜鸡肉保鲜中的应用 [D]. 合肥:安徽农业大学,2011.
- [9] 李东旭,耿燕丽. 壳聚糖的改性及作为生物材料的应用研究 [J]. 材料科学与工程学报,2006,24(2):301-305.
- [10] 易国斌,康正,黄小香,等. 丙酮壳聚糖席夫碱保鲜膜在果蔬保鲜中的应用研究 [J]. 食品工业科技,2007,27(7):144-145,143.
- [11] Songhua Huang, Yumin Du, Lianshuang Zheng. A new approach to chemically modified chitosan sulfates, and study of their influences on the inhibition of Escherichia coli and staphylococcus aureus growth [J]. Reactive & Functional Polymers,2004,59(1):41-51.
- [12] 杨文鸽,裘迪红,孙爱,等. 羧甲基壳聚糖抗菌性及其保鲜鲫鱼效果的研究 [J]. 食品科技,2003(11):59-61.
- [13] 裴芝贤. 添加马齿苋提取物的抗菌膜组合物以及用它制备的抗菌膜、涂覆材料和喷雾溶液:中国,200810108642.8 [P]. 2009-04-22.
- [14] 胡瑛,杜予民,刘慧. 壳聚糖-百里香酚复合物的抑菌活性研究 [J]. 武汉大学学报:理学版,2003,49(2):261-265.
- [15] Hyun Jin Park. Development of advanced edible coating for fruit [J]. Trends in Food Science & Technology, 1999,10(8):254-260.
- [16] 王文果. 脱乙酰基葡甘聚糖复合抗菌膜的研究 [D]. 福州:福建农林大学,2006.
- [17] 申景博. 壳聚糖-淀粉-聚乙烯醇保鲜膜的制备研究及其应用 [D]. 天津:天津科技大学,2008
- [18] 张宇瑶,王建清. NMMO 法纤维素抗菌保鲜膜对鲜猪肉的保鲜效果研究 [J]. 包装工程,2007,28(12):20-22.
- [19] 闫倩倩. 氧化酯化淀粉基抗菌食品包装膜的制备及性能研究 [D]. 泰安:山东农业大学,2012.
- [20] 邓靖,谭兴和,周晓媛. 丁香油-海藻酸钠可食性抗菌膜的研制 [J]. 食品工业科技,2009,30(6):302-305.
- [21] 蒋世全,邓靖. 肉桂精油-海藻酸钠可食性抗菌膜的研制 [J]. 包装学报,2010,2(4):75-78.
- [22] 谢超,林琳,马剑茵,等. 虾类生物保鲜膜的制备技术研究 [J]. 浙江海洋学院学报:自然科学版,2011,30(1):56-60.
- [23] 王四维. 复合型抗菌膜保鲜虾的研究与应用 [D]. 无锡:江南大学,2006.
- [24] 张杰,王跃军,刘均忠,等. 抗菌性海藻酸钠涂膜在罗非鱼片保鲜中的应用 [J]. 渔业科学进展,2010,31(2):102-108.
- [25] 王跃军,王海婷,王春波,等. 一种新型海洋溶菌酶抗菌保鲜涂膜的制备方法:中国,200910224160.3 [P]. 2010-05-12.
- [26] 张其清,伍久林,葛尚英,等. 含有肉桂精油的胶原蛋白抗菌膜及其制备方法:中国,201210577168.X [P]. 2013-04-10.
- [27] 尹寿伟,马雯,唐传核,等. 一种交联明胶抗菌膜材料的制备方法:中国,201210252241.6 [P]. 2012-11-14.
- [28] 周昕. 可食性壳聚糖保鲜膜研究 [D]. 上海:上海交通大学,2006.
- [29] 郭丛珊,张丽叶. 含茶多酚大豆分离蛋白抗菌膜的制备及其性能和保鲜效果 [J]. 北京化工大学学报:自然科学版,2011,38(4):104-109.
- [30] 汪少芸,祝贝贝,孟春,等. 一种二氧化钛-大豆分离蛋白复合纳米抗菌膜及制备方法:中国,201110294539.9 [P]. 2012-06-20.
- [31] 卢鹏. 壳聚糖抗菌膜在冷鲜鸡肉保鲜中的应用 [D]. 合肥:安徽农业大学,2011.
- [32] 李伟静. 季铵化壳聚糖/TiO₂ 抗菌膜的制备及机械性能研究 [D]. 南京:南京理工大学,2013.
- [33] 郑化,杜予民. 纤维素/羧甲基壳聚糖混膜结构与抗菌性能 [J]. 高分子材料科学与工程,2002,31(4):124-128.
- [34] 代亨燕,刘春梅,谭书明. 可食性鲜椒专用保鲜膜特性及其抗菌效果初探 [J]. 中国调味品,2009,34(7):61-64,67.
- [35] 许秀珍. 魔芋葡甘聚糖环保复合膜的研制及其应用 [D]. 重庆:西南农业大学,2004.
- [36] 孙瑶,王瑞,腾飞,等. 海藻酸钠-羧甲基纤维素-山梨酸钾复合抗菌膜的制备 [J]. 食品工业科技,2013,34(9):90-93.

- [37] 孔保华,夏秀芳,李沛军,等. 海藻酸钠复合抗菌膜及其在畜肉胴体保鲜中应用: 中国,201210590731. 7 [P]. 2013-04-24.
- [38] 钟秋平,夏文水. 壳聚糖木薯淀粉明胶复合可食抗菌保鲜膜性能的研究 [J]. 食品科学,2006,27(6):59-63.
- [39] 孙月娥,王卫东,秦卫东,等. 一种利用可食用复合抗菌膜保鲜腊肉的方法: 中,201110404122 3 [P]. 2012-06-13.
- [40] 张其清,陈善飞,葛尚英,等. 一种可食性鱼皮胶原蛋白抗菌膜及其制备方法: 中国,201210139512. 7 [P]. 2012-08-22.
- [41] 尹寿伟,黎亢抗,杨晓泉. 一种控释抗菌膜的制备方法: 中国,201210248886. 2 [P]. 2012-11-21.
- [42] 谭绍早,张红,陈展华,等. PE抗菌食品保鲜膜的研制 [J]. 塑料工业,2003,31(10):51-53.
- [43] 孙淼. 基于丁香精油/ β -环糊精包合物的聚乙烯醇抗菌膜的制备及性能研究 [D]. 株洲:湖南工业大学,2012.
- [44] 邓靖,李文,谭兴和,等. 一种基于精油/ β -环糊精包合物的活性包装膜及其制备方法: 中国,201110007384. 6 [P]. 2012-07-18.
- [45] 刘西文,杨中文. 纳米 ZnO/PVC 自粘保鲜膜抗菌性能的研究 [J]. 塑料工业,2010,38(9):76-78,85.
- [46] 刘丽娜. 聚偏氟乙烯-纳米银抗菌膜的制备及性能研究 [D]. 天津:天津工业大学,2012.
- [47] 韩永生,孙耀强,高留意,等. 抗菌保鲜膜的研究与应用 [J]. 食品工业科技,2005,26(4):146-147,45.
- [48] 张东生. 烯丙基芥子油食品保鲜膜 [J]. 国际化工信息,2006,(4):33.
- [49] 王男,王晓敏. 抗菌材料及其在包装中的应用 [J]. 中国包装工业,2006(4):67-71.

Research Progress of Antimicrobial Preservative Film

LIU Ying¹, WANG Bi², XIE Feng^{2*}

(1. College of Materials and Chemical Engineering, Sichuan University of Science and Engineering, Zigong, Sichuan 643000, China;
2. College of Chemistry and Chemical Engineering, Neijiang Normal University, Neijiang, Sichuan 641199, China)

Abstract: Antibacterial preservative film can effectively inhibit the growth of microorganism on the surface of food, thus can prolong the shelf life and ensure the safety of food. Research progress of the preparation of antibacterial preservative film with different matrix in recent years was summed up. The advantages and disadvantages of different singular-matrix antimicrobial preservative film, as well as the advantages and development trend of the composite antibacterial film were also examined. The antibacterial film plays a versatile role in inhibiting or retarding the maturing process of fruits and vegetables and has functions in air-conditioning, anti-fogging and anti-bacteria. Two preparation methods and two types of antibacterial films are introduced because the current antibacterial films are blamed for the risks in food security and environmental protection.

Key words: antimicrobial preservative film; fresh-keeping mechanism; preparation method; types

(责任编辑:胡蓉)