



可食性抑菌膜在酱卤肉制品中的应用研究进展

祝超智¹, 温耀涵¹, 原晓喻¹, 赵改名^{1*}, 郭世良², 赵光辉², 徐俊涛²

(1.河南农业大学食品科学技术学院, 河南 郑州 450002; 2.双汇集团技术中心, 河南 漯河 462000)

摘要: 酱卤肉制品在我国一直有着广阔的市场, 为延长酱卤肉制品货架期, 保证其安全美味, 开发绿色环保、对人体无毒无害的保鲜技术势在必行。可食性膜是一种绿色无污染、可食用且易降解的保鲜材料, 在抑制肉制品中微生物生长、减少肉制品水分流失方面有其独特优势, 从而能够延长肉制品贮藏期。可食性膜与具有杀菌、抑菌效果的防腐保鲜剂相结合形成的可食性抑菌膜不仅能有效加强抑菌效果, 而且减少了防腐保鲜剂直接作用于食品可能引起的危害, 加大了食品安全性。本文综述我国酱卤肉制品保鲜中存在的基础问题、可食性抑菌膜概述及其在酱卤肉制品中的应用, 并对可食性抑菌膜的发展前景进行展望, 为酱卤肉制品防腐保鲜技术的发展和产业化应用提供理论依据。

关键词: 可食性抑菌膜; 酱卤肉制品; 成膜种类; 影响因素; 防腐保鲜; 前景展望

Recent Progress in the Application of Edible Antibacterial Films in Soy Sauce and Pot-Roast Meat Products

ZHU Chaozhi¹, WEN Yaohan¹, YUAN Xiaoyu¹, ZHAO Gaiming^{1*}, GUO Shiliang², ZHAO Guanghui², XU Juntao²

(1.College of Food Science and Technology, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;

2.Shuanghui Group Technology Center, Luohe 462000, China)

Abstract: Soy sauce pot-roast meat products have long enjoyed a broad market in China. Developing green, environmental friendly, non-toxic and harmless preservation technologies is imperative for extending the shelf life and ensuring the safety and taste of soy sauce and pot-roast meat products. The edible film is a kind of green, pollution-free, edible and easily degradable packaging material, which has distinctive advantages in inhibiting the growth of microorganisms in meat products, reducing the water loss, and extending the storage period. The combination of edible films and preservatives with bactericidal and bacteriostatic effects can not only effectively strengthen the bacteriostatic effect, but also reduce the possible harm caused by direct addition of preservatives to foods, thus increasing food safety. In this paper, the basic problems existing in the preservation of soy sauce pot-roast meat products in China are outlined, and an overview of various edible antibacterial films and their application in soy sauce pot-roast meat products is given. An outlook on the future of edible antibacterial films is presented in order to provide a theoretical basis for the development and industrial application of preservation technologies for soy sauce pot-roast meat products.

Keywords: edible antibacterial film; soy sauce pot-roast meat products; film forming material type; factors; preservation; future outlook

DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20201105-259

中图分类号: TS251.5

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123 (2020) 12-0081-06

引文格式:

祝超智, 温耀涵, 原晓喻, 等. 可食性抑菌膜在酱卤肉制品中的应用研究进展[J]. 肉类研究, 2020, 34(12): 81-86.

DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20201105-259. <http://www.rlyj.net.cn>

ZHU Chaozhi, WEN Yaohan, YUAN Xiaoyu, et al. Recent progress in the application of edible antibacterial films in soy sauce and pot-roast meat products[J]. Meat Research, 2020, 34(12): 81-86. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20201105-259.

<http://www.rlyj.net.cn>

收稿日期: 2020-11-05

基金项目: 国家现代农业(肉牛牦牛)产业技术体系建设专项(CARS-37);

酱卤牛肉机械嫩化关键技术研究与开发项目(18B550006)

第一作者简介: 祝超智(1985—)(ORCID: 0000-0002-4582-747X), 女, 讲师, 博士, 研究方向为肉品加工与质量控制。

E-mail: zhuchaozhi66@163.com

*通信作者简介: 赵改名(1965—)(ORCID: 0000-0002-4538-3186), 男, 教授, 博士, 研究方向为肉品加工与质量控制。

E-mail: gmzhao@126.com

酱卤肉制品是中国传统美食，是将原料肉用水煮制，加入多种调味料、香辛料作酱卤制成的熟肉类制品，长久以来深受广大消费者的喜爱^[1]。酱卤肉制品有较大的消费市场，但其贮藏保鲜技术与方法仍较落后，正常状态下酱卤肉保质期只有3~5 d，采用散装零售的方式较多，酱卤肉制品大规模商业化的流通发展受到极大限制^[2]。因此，如何保证酱卤肉制品卫生、安全且有效延长其贮藏时间是酱卤肉制品工业化生产中亟待解决的问题。

可食性膜是以多糖、蛋白质和脂类等人体可消化吸收的生物大分子物质为原料，添加可食性交联剂、增塑剂等，利用不同分子间相互作用而形成的一种具有阻隔作用的多孔网络结构薄层^[3-4]。可食性膜通常作用于食品表面，隔绝食品与外界环境中氧气、水分、微生物等的直接接触，从而抑制微生物等外来污染物的入侵，达到保证食品新鲜度、延长食品货架期等目的。然而单一技术的可食性膜防腐保鲜功能并不突出，以可食性膜为载体，加入防腐剂、抑菌剂的可食性抑菌膜可以有效增强对细菌、腐败菌等微生物的抑制作用，弥补抑菌效果方面的缺失，扩大了可食性抑菌膜的应用范围^[5-6]。

1 我国酱卤肉制品存在的主要问题与包装现状

1.1 主要问题

由于我国酱卤肉制品的出品率普遍偏低，大约为50%~60%，低出品率导致产品成本偏高、经济效益低下^[7]。市面上大多酱卤肉制品以散装方式出售，产品存在货架期短、携带困难、品质难以保证等问题，酱卤肉制品极易发生腐败变质，使其感官发生变化，不适合食用。我国市场上的酱卤肉制品大多是经过高温处理的初加工产品，而市面上用于休闲便携类酱卤肉制品的可食性包装相对较少，在购买后携带与食用均不便，并且每个批次产品的风味、质地也会有很大波动。传统酱卤制品制备所需时间长，部分以个人制作经验为主，品质不易准确控制，加工技术含量低，防腐保鲜技术落后，容易腐败变质^[8]。目前，酱卤肉制品的加工设备整体水平落后，工厂设备简陋，缺少酱卤、煮制、杀菌、包装等环节的高效加工设备，大部分酱卤肉制品加工生产中缺乏严格、规范的工艺程序、有效的安全管理体系、科学的质量检测与品质检验技术，致使酱卤肉制品品质不稳定，发生安全风险的风险机率不断增加^[9]。

1.2 酱卤肉制品包装

目前我国酱卤肉制品包装大致分为两大类：一是作坊式酱卤肉制品生产中应用较多的草纸、托盘保鲜膜和普通塑料膜等简易包装，这类产品大多在零售店铺进行散装销售；二是工业化生产中常见的包装形式，包括真空包装和气调包装，真空包装是现如今保鲜包装中应用

最多的一种，是将包装内部空气抽去，使产品处于无氧状态，从而抑制有氧微生物代谢活动的进行^[10]。气调包装是向产品包装袋中充入惰性气体，改变包装袋内的气体成分，从而抑制微生物繁殖，也可以阻止酶促反应，保护酱卤肉制品色泽，最终达到延长贮藏时间的效果^[11]。

1.3 酱卤肉制品包装材料

酱卤肉制品包装材料的研发日新月异，而在有效包装方式的基础上结合优质的包装材料可大大延长肉制品的保鲜时间。

表1 不同包装材料分类及用途

Table 1 Different types packaging materials and their purposes

分类	实例	介绍及用途	参考文献
复合包装材料	聚乙烯、聚偏氯乙烯、乙烯-乙烯共聚物	铝箔与其他材料复合，在阻隔氧气和水蒸气方面效果最佳；聚乙烯氧气透过率高，但其水蒸气透过性好，抗油、抗碱性性能佳；聚偏氯乙烯不耐热，但有良好的阻隔性	[12]
活性包装	抗菌活性包装、抗氧化活性包装	活性包装可以包裹食品，使食品与环境相协调，创造对食品有益的条件；使用百里香精油/冰鱼皮明胶复合抗菌膜成功抑制了鸡里脊中李斯特菌和大肠杆菌的生长	[13]
纳米复合包装	纳米Ag、纳米ZnO、纳米TiO ₂	纳米复合材料是将纳米级填料加入聚合物材料中，是一种新型材料，稳定性、耐热性、耐气性良好，且具有良好的流动性、可回收等特点	[14]
可食性膜	壳聚糖膜、胶原蛋白膜、海藻酸钠膜、明胶膜、大豆蛋白膜	可食性膜由天然多糖、蛋白质、脂质制成，是可食性的生物可降解环保材料，而且可将某些活性保鲜剂加入包装基质中，提高包装保鲜能力，改善包装食品的口感特性和营养标准	[15-16]

由表1可知，不同包装材料都有其独特优势，然而各自的不足之处也不可忽略。复合材料有很好的保鲜作用，应用广泛，技术成熟，但其是非生物可降解材料，对环境造成很大负担，将逐渐被淘汰^[17]。活性包装将活性物质装在小包装中，如干燥剂等物质，可以改善食品所处环境，但小包装有破裂风险，容易造成活性物质与食品混合，存在一定安全风险。纳米复合包装材料在保鲜、抑菌、可回收方面均表现良好，但对其安全性的研究还处于初级阶段，且成本较高，一般只应用于高端食品^[18]。可食性膜在大规模工业生产中虽存在一定技术障碍，但它是可生物降解的环保型包装材料，有巨大的应用前景，也可以利用一些防腐保鲜剂和营养强化剂的载体，从而加强膜的性能，制备成可食性抑菌膜，从而加强抑菌特性，改善包装食品的营养和感官特性^[17]。可食性抑菌膜原料来源广，制膜成本较低，消费者认可度高，近年来受到相当大的关注，是保鲜技术的研究重点。

2 可食性抑菌膜概述

可食性膜是以多糖、蛋白质和脂类等天然高分子物质或其复合物为主要成膜基质，添加可食性的交联剂或增塑剂等，辅以各种可食性防腐保鲜剂（防腐剂、抑菌剂、抗氧化剂）制备而成的膜液，以制成膜材料或涂膜

的方式直接应用于食品组分表面, 形成一层覆盖食品的可食性薄膜, 主要应用于食品的防腐保鲜, 保证食品质量^[19]。然而, 直接将防腐保鲜剂应用于酱卤肉制品效果不佳^[20]。一是防腐保鲜剂直接接触肉制品表面可能存在一定的安全危害且易失效, 二是防腐保鲜剂进入肉制品内部后, 抑菌效果无法针对微生物最易生长繁殖的表面部位。因此使用可食性抑菌膜保鲜更为有效, 在酱卤肉制品流通、运输、贮藏期间, 可食性抑菌膜既可减缓防腐保鲜剂从膜向肉制品表面的迁移, 还可维持所需的抑菌效果。

2.1 可食性抑菌膜种类

可食性抑菌膜基本可分为多糖膜、蛋白质膜、脂质膜和复合膜四大类^[21]。现阶段多糖膜在酱卤肉制品中的研究最为常见, 随着研究的深入, 综合各基质优点的复合可食性抑菌膜将广泛应用。

2.1.1 多糖膜

多糖类物质是一类纯天然、大分子质量化合物, 具有一定的营养价值。代表性的多糖类成膜基质主要包括淀粉、纤维素、壳聚糖、海藻酸钠、普鲁兰多糖及魔芋葡聚糖等^[22]。由于多糖的特殊结构, 使其具备良好的机械性能和透明性, 有阻气、阻氧且在食品表面成膜均匀的特点。多糖类大分子大多有一定的亲水性, 因此阻湿和耐水性均较差, 限制了其在潮湿环境下的应用, 常与蛋白质等复配制成可食性膜。壳聚糖在自然界中广泛存在, 它不仅有良好的成膜特性还是健康无害的天然防腐剂, 对酵母菌、霉菌、革兰氏阳性菌和阴性菌均有抑制作用, 是极佳的可食性抑菌膜的成膜材料。李丽杰等^[23]对壳聚糖、木薯淀粉可食性膜进行研究, 发现其能延缓羊肉腐败变质, 防止水分蒸发。雷俊^[24]考察多糖、脂类在可食性大豆分离蛋白 (soy protein isolate, SPI) 膜中的共混改性对可食性膜阻隔性能和机械性能的影响, 并在此基础上探讨可食性SPI膜应用于果仁保藏的可行性, 结果证明, 可食性SPI膜具有良好的阻水、阻气性能, 能有效延长果仁贮藏期。李帅等^[25]对多糖类可食性膜的主要组成、物理性能、成膜机理及生物活性等进行总结, 并展望其良好的应用前景。

2.1.2 蛋白质膜

蛋白质可食性膜主要从动植物的蛋白中提取而来。明胶、玉米醇溶蛋白、大豆蛋白、胶原蛋白、乳清蛋白等都是较为常见的蛋白质成膜材料^[26]。蛋白质膜有着较强的阻氧性能, 对水分、脂肪、挥发性成分都有良好的阻隔性能, 且营养价值高, 成膜效果显著。Ramos等^[27]以乳清分离蛋白为成膜基质, 将乳酸、壳聚糖和苯甲酸钠等抑菌剂加入成膜溶液中, 结果发现, 蛋白抑菌膜有极强的抑菌效果且适用于酱卤肉制品保鲜。赵元汇等^[28]制备大豆蛋白包装膜, 研究大豆蛋白包装膜的冲击强度、

抗拉强度、断裂伸长率、撕裂强度、透光率、透湿率和雾度等性能, 结果表明, SPI添加量为6%时制得的大豆蛋白包装膜综合性能最好。

2.1.3 脂质膜

脂质膜阻水性优良, 水蒸气透过系数低, 且极性相对于脂质较低, 其成膜基质包括脂肪酸、蜂蜡、树脂和酰基甘油等。然而由于脂质膜的阻气性能较差且难溶于水等特性, 一般不单独成膜, 通常将脂类加入其他膜液中以提高阻水性^[29]。

2.1.4 复合膜

复合膜是将多糖、蛋白质和脂质等多种成膜基质以不同比例结合制成的可食性膜, 弥补了单一可食性膜的不足, 在膜的透明度、阻水、阻气、机械性能等方面都有极大优势, 复合膜将是未来可食性膜的发展趋势。Vargas等^[30]将用明胶、卡拉胶制备的复合可食性膜用于干香肠, 经品质测定发现, 经复合可食性膜处理的香肠水分减少量相比对照组降低。郭光平等^[31]研究壳聚糖-乳酸链球菌素 (nisin) 复合包装膜处理对烧鸡保鲜的作用, 结果显示, 在4℃低温贮藏条件下, 样品的pH值、总挥发性盐基氮 (total volatile basic nitrogen, TVB-N) 含量、硫代巴比妥酸反应物值、菌落总数均显著低于对照组, 且处理组样品货架期较对照组延长。

2.2 可食性抑菌膜成膜工艺

可食性抑菌膜的成膜工艺主要分为湿法和干法两大类^[32]。湿法是将成膜基质通过喷雾、涂布、浸没等方式均匀覆盖于食品表面, 干燥后在食物表面形成透明的薄层, 直接作用于食品表面, 或制成膜经贮藏后再覆盖于食品上, 具体方法有手工涂布法、气流涂布法、流延法、循环浸润法等; 干法是利用高分子材料的热塑性特点通过模塑、挤压、压缩等方式直接成膜, 保鲜时可以将膜置于酱卤肉制品上, 对酱卤肉制品进行二次包装的具体方法有浇注法、挤压吹塑法或压延法等^[29]。湿法可以应用于零装散售的作坊式酱卤肉制品, 使用湿法不会影响酱卤肉制品的色泽, 有利于直接销售。而对于大规模生产的工业化酱卤肉制品来说, 干法成膜的方式更高效, 但需要昂贵的机械设备, 适合工业化生产。湿法和干法工艺流程分别如下:

湿法工艺流程: 原料→成膜溶液配制→脱气、脱泡→喷雾、涂布、浸没→干燥→贮藏

干法工艺流程: 原料准备→加入防腐保鲜剂→加入增塑剂、钙交联剂→成膜溶液配制→脱气脱泡→涂布于光滑玻璃板上→干燥→揭膜保存

2.3 影响可食膜抑菌膜性能的因素

可食性膜性能受许多因素影响, 主要分为内因和外因, 可食性膜的常见影响因素如表2所示。

表2 可食性抑菌膜性能的影响因素

Table 2 Factors influencing the performance of edible antibacterial films

因素或条件	影响效果	参考文献	
成膜基质	多糖膜透明性好, 阻气和机械性能也较优异; 蛋白质膜阻气性能强; 脂质膜一般阻水性突出	[33]	
防腐保鲜剂	防腐保鲜剂的加入会增强膜的抑菌性能, 但持续加入可能会影响其结构, 使膜结构疏松, 厚度增加, 影响其阻隔性能	[34]	
成膜材料	成膜溶剂	不同溶剂的种类和含量对膜有影响, 当水作为成膜溶剂时有极强的水透过性, 有机酸也可以作为成膜溶剂	[35]
增塑剂、交联剂	常见的增塑剂有甘油、山梨糖醇和葡萄糖, 甘油有强吸湿性, 对膜的透气性和透水性都有较大影响, 交联剂有单宁、核黄素, 可改变膜的微观结构, 影响膜的机械性能	[36]	
制膜工艺	pH值	制膜时溶液酸碱性对膜性能有一定影响, 影响膜的透氧或透水性; 肉筋蛋白膜在碱性条件下形成, 其透氧性较大	[37]
热处理	热处理膜液会使膜的结构更加稳定, 交联度增加, 温度会影响膜的机械性能, 使膜不易被破坏	[38]	
膜液均一	膜液中各组分的分布情况会对膜的透明性等性能产生影响	[39]	
相对湿度	环境相对湿度会影响膜的透水性, 相对湿度越高透水性越强, 相对湿度低时, 膜更容易成型, 相对湿度高时, 膜的光泽会变差	[40]	
贮藏条件	贮藏温度	一般来说, 温度升高, 膜的透水性降低, 透氧性增强	[41]
贮藏时间	随着贮藏时间延长, 膜的透氧、透水、抗压强度均会不可避免的下降	[42]	

可食性抑菌膜的性能主要表现在抑菌性能、阻隔性能、机械性能上, 受多种因素影响, 内因主要是成膜溶液各组分的性质及其相互作用, 外因主要是制膜工艺及可食性膜食品的贮藏条件。因此通过对各方面因素调整和把控, 可以极大影响水蒸气透过率, 提高可食性膜的机械性能, 并且结合防腐保鲜剂可以进一步加强膜的保鲜性能。例如, 调整pH值或热处理等方式使成膜基质的分子结构发生改变, 最后在一定温度和湿度条件下将膜溶液烘干^[37-38]。为了改善膜性能, 也可加入一些增塑剂, 它可以与蛋白质和多糖间的羟基相互作用形成氢键, 降低膜的内聚力, 从而起到降低膜脆性、提高弹塑性、韧性及抗撕裂强度等作用^[43]。

3 可食性抑菌膜在酱卤肉制品中的应用

可食性抑菌膜可以阻隔空气, 抑制微生物生长, 减少食品污染和营养物质流失, 保护食物的外观及品质, 从而达到防腐保鲜的作用。肉制品的腐败变质是由微生物在肉品表面进行代谢活动, 污染肉制品引起的, 将防腐保鲜剂添加到可食性膜中能有效抑制肉品表面腐败菌的繁殖^[44]。可食性抑菌膜不仅可以赋予肉制品更好的感官品质, 还能防止肉中水分的流失, 增加肉表面色泽^[45], 还可以和食品一起食用, 部分成膜基质具有较高营养价值。壳聚糖具有良好的成膜性, 而且是天然防腐保鲜剂, 具有极强的抑菌能力。在工业化生产中, 胶原蛋白膜已经基本取代了天然肠衣, 大豆蛋白可以生产可溶性包装袋, 许多国家都在研制可食性保鲜膜制备技术, 其低成本、可降解、保鲜效果优良、对人体无毒无害且有一定营养价值。

近年来, 一些研究以海藻酸钠为成膜基质, 添加丁香精油、肉桂精油、月桂、茶多酚等天然抑菌剂, 用于肉制品保鲜, 通过对膜的拉伸强度、抗菌性能、吸水率及产品品质等进行综合测定发现, 海藻酸钠与抑菌剂复配后可显著抑制沙门氏菌、金黄色葡萄球菌、李斯特菌的生长, 并能减少肉制品的汁液流失, 延缓脂肪氧化, 延长肉制品保存时间^[46-48]。已有一些研究以壳聚糖为成膜基质, 加入Nisin、甘油等天然抑菌剂制备可食性抑菌膜, 应用于酱卤肉制品中, 通过对肉制品品质进行测定发现, 壳聚糖抑菌膜在抑菌方面效果显著, 在理化指标方面, TVB-N含量、硫代巴比妥酸反应物值相比未经处理的对照组增加缓慢, 在感官评定方面, 能保持酱卤肉制品的新鲜色泽, 且对风味和口感无较大影响^[49-51]。多糖膜的机械性能优良, 但其阻气性能有待加强, 现在对多糖膜的应用偏重于表面的研究与探讨, 缺乏机理性的深入研究。

此外, 以动物体内提取的胶原蛋白为成膜基质, 添加Nisin、VE、茶多酚等防腐保鲜剂, 应用于肉制品保鲜的研究也很多。罗爱平等^[52]测定不同贮藏期酱牛肉的菌落总数、硫化氢实验、TVB-N含量和感官评分, 发现可食性膜在肉表面起到了屏障作用, 能减少水分流失, 抑制微生物的生长繁殖, 延缓肉中TVB-N含量的升高, 减缓酱卤肉的变质, 从而达到保鲜目的。蛋白膜透明度高, 阻气效果好, 但其在较低湿度条件下易于断裂, 在较高湿度条件下又会吸湿, 产生溶胀作用, 所以应运用物理和化学方法进行改性处理, 使其持水性、稳定性等得到改善。之后应系统研究蛋白膜的包装特性、成膜机理和优化性能, 开发疏水性、多功能的可食蛋白抑菌膜。

表3 可食性抑菌膜在酱卤肉制品中的应用

Table 3 Application of edible antibacterial films in soy sauce pot-roast meat products

成膜基质	防腐保鲜剂	应用对象	应用效果	参考文献
胶原蛋白、壳聚糖	体积分数1%醋酸、0.05 g/100 mL VC、0.03 g/100 mL烟酰胺	酱牛肉	可以延缓酱牛肉的氧化反应, 维持表面色泽, 增加可食性和保质期	[52]
大豆蛋白、牛骨胶原蛋白	—	酱牛肉	经大豆蛋白和牛骨胶原蛋白复合可食性膜处理后, 酱卤肉的保质期有效延长, 且牛骨胶原蛋白可食性膜的保质、保鲜效果优于大豆蛋白可食性膜	[53]
海藻酸钠	体积分数60%乙醇、体积分数0.5%乳酸、体积分数0.2%醋酸	卤猪肉	细菌总数及大肠菌群均未检出, 可以在常温下贮存28 d	[54]
海藻酸钠	—	酱卤鸡腿	降低酱卤鸡腿失水率, 极大延长贮存时间	[55]
壳聚糖	8%肉桂精油(以壳聚糖质量为基准)	酱卤牛肉	保鲜性较好, 对酱牛肉的失水率、菌落总数都有明显抑制作用	[56]
壳聚糖	0%、2%、4%、6%、8%、10%、12%肉桂精油(以壳聚糖质量为基准)	酱卤牛肉	壳聚糖-肉桂精油可食性膜保鲜性能明显优于不添加肉桂精油的单一壳聚糖膜, 壳聚糖-肉桂精油可食性膜能够显著改善酱卤牛肉贮藏过程中品质	[57]

注: 各防腐保鲜剂添加量为成膜基质与防腐保鲜剂配制所得溶液中添加量; —. 未加入。



可食性抑菌膜在酱卤肉制品中的部分应用研究成果如表3所示。从上述研究可知,加入防腐保鲜剂的可食性膜在保鲜方面有极其显著的效果,且相比于其他不添加抑菌剂或保鲜剂的普通可食性膜,其在抑制微生物方面表现突出,因此可食性抑菌膜是酱卤肉制品防腐保鲜研究的重要方面。

4 结 语

如今,食品安全、营养健康已成为人们日常生活消费中首要关心的问题,对绿色天然、可降解的环境友好型食品包装材料的需求不断增加。可食性膜与传统包装相比有着可食性、绿色环保、营养价值高等特点,在阻隔水分、氧气、防止微生物侵入污染和防腐保鲜方面效果更好。与防腐剂、抗氧化剂等防腐保鲜剂复合制备而成的可食性抑菌膜不仅具有可食性膜的优点,而且能使其中的防腐保鲜剂缓慢且稳定作用于酱卤肉制品,极大提高了膜的抑菌性能。将不同基质可食性膜与不同防腐保鲜剂结合,形成保鲜效果更优的可食性抑菌膜是今后的可持续研究方向。

目前大部分研究均集中在可食性膜在冷鲜肉中的应用,多数酱卤肉制品仍以散装零售为主,大规模商业化、工业化的流通发展受到限制,专门应用于酱卤肉制品保鲜包装的可食性抑菌膜研究相对较少,可以加强这方面针对性的研究。目前,关于可食性抑菌膜的研究相对有限,还未能大规模生产应用,因此,可以致力于选择更加安全、有效的制膜材料和辅助剂,研究除现有种类以外且在其基础上创新的可食性抑菌膜。随着国民经济水平和民众环保意识的不断增强,可食性抑菌膜在酱卤肉制品中的应用也会越来越受到生产者和消费者的关注,有着广阔的研发空间和应用前景。

参考文献:

- [1] 陈胜姝,王恒鹏,吴鹏. 酱卤牛肉研究进展[J]. 中国调味品, 2019, 44(4): 181-183. DOI:10.3969/j.issn.1000-9973.2019.04.041.
- [2] 窦海凤. 酱卤肉制品保鲜技术的研究与质量控制体系的建立[D]. 武汉:华中农业大学, 2005: 9-11. DOI:10.7666/d.Y806549.
- [3] DEHGHANI S, HOSSEINI S V, REGENSTEIN J M. Edible films and coatings in seafood preservation: a review[J]. Food Chemistry, 2017, 240: 505-513. DOI:10.1016/j.foodchem.2017.07.034.
- [4] 王海鸥. 可食性膜及其在食品工业中的应用[J]. 食品与机械, 2002(5): 4-8. DOI:10.3969/j.issn.1003-5788.2002.05.001.
- [5] 高丽红,郑艳. 可食用膜在冷鲜肉保鲜中的应用研究进展[J]. 肉类研究, 2017, 31(12): 56-59. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201712010.
- [6] 李雪,贺雅非,李洪军. 可食性膜在肉及肉制品保鲜贮藏中的应用研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2019, 45(2): 233-239. DOI:10.13995/j.cnki.11-1802/ts.017373.
- [7] 张勉,唐道邦,刘忠义,等. 酱卤肉制品的研究进展[J]. 肉类工业, 2010(9): 47-50. DOI:10.3969/j.issn.1008-5467.2010.09.017.
- [8] 吴晓丽,张相生,蒋爱民. 酱卤肉制品保鲜技术研究进展[J]. 肉类工业, 2014(7): 46-50. DOI:10.3969/j.issn.1008-5467.2014.07.014.
- [9] 苑冰冰,张苏苏,赵子瑞,等. 酱卤肉制品加工与新技术应用研究进展[J]. 农产品加工, 2016(18): 39-45. DOI:10.16693/j.cnki.1671-9646(X).2016.09.041.
- [10] 郝佳,李强,戴岳,等. 肉制品包装的微生物控制技术概述[J]. 肉类工业, 2016(12): 44-49. DOI:10.3969/j.issn.1008-5467.2016.12.013.
- [11] 李升升,谢鹏,靳义超. 气调包装技术在牛肉中的应用研究进展[J]. 食品工业, 2014, 35(4): 153-157.
- [12] 骆双灵,张萍,高德. 肉类食品保鲜包装材料与技术的研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2019, 45(4): 220-228. DOI:10.13995/j.cnki.11-1802/ts.017763.
- [13] LEE K, LEE J, YANG H, et al. Production and characterisation of skate skin gelatin films incorporated with thyme essential oil and their application in chicken tenderloin packaging[J]. International Journal of Food Science and Technology, 2016, 51(6): 1465-1472. DOI:10.1111/ijfs.13119.
- [14] 顾文娟. 生物可降解/纳米复合材料在食品包装的应用[J]. 中国包装, 2007, 27(6): 40-42. DOI:10.3969/j.issn.1003-062X.2007.06.011.
- [15] 李超,李梦琴,赵秋艳. 可食性膜的研究进展[J]. 食品科学, 2005, 26(2): 264-269.
- [16] 王翠娟. 可食性包装材料:食品包装新趋向[J]. 印刷工业, 2014(12): 80-81.
- [17] 李月明,刘飞,姜雪晶,等. 生物可降解膜在肉品保鲜中的应用研究进展[J]. 肉类研究, 2017, 31(6): 51-54. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201706010.
- [18] 李倩,刘晨光. 纳米技术在食品科学中的应用研究进展[J]. 中国农业科技导报, 2009, 11(6): 24-29. DOI:10.3969/j.issn.1008-0864.2009.06.005.
- [19] 陈丽. 可食性狭鳕鱼皮明胶复合膜的制备、性质与应用研究[D]. 青岛:中国海洋大学, 2009: 14-19. DOI:10.7666/d.y1503213.
- [20] 黄现青,高晓平,赵改名,等. 可食性抗菌膜在肉类食品中的应用[J]. 肉类工业, 2009(8): 11-13. DOI:10.3969/j.issn.1008-5467.2009.08.006.
- [21] 杨君. 可食性膜及其研究进展[J]. 广东农工商职业技术学院学报, 2001(2): 77-81.
- [22] 马丹,岳喜庆. 可食性膜在肉制品加工保鲜中的应用研究[J]. 食品研究与开发, 2009, 30(1): 126-129. DOI:10.3969/j.issn.1005-6521.2009.01.038.
- [23] 李丽杰,王越男,李艳辉. 可食性复合膜的制备及其在羊肉保鲜中的应用[J]. 食品科学, 2013, 34(2): 317-320.
- [24] 雷俊. 可食性膜的成膜性能及其应用研究[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学, 2008: 18-45. DOI:10.7666/d.y1256783.
- [25] 李帅,钟耕辉,刘玉梅. 多糖类可食性膜的研究进展[J]. 食品科学, 2018, 39(3): 309-316. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201803046.
- [26] 汤虎,徐志宏,孙志达,等. 可食性膜的研究现状与展望[J]. 农产品加工(学刊), 2007(2): 20-25. DOI:10.3969/j.issn.1671-9646-B.2007.02.006.
- [27] RAMOS Ó L, SANTOS A C, LEÃO M V, et al. Antimicrobial activity of edible coatings prepared from whey protein isolate and formulated with various antimicrobial agents[J]. International Dairy Journal, 2012, 25(2): 132-141. DOI:10.1016/j.idairyj.2012.02.008.
- [28] 赵元汇,郭玉花,黄震,等. 可食性大豆蛋白包装膜性能研究[J]. 包装工程, 2012, 33(19): 48-50; 60.
- [29] HASSAN B, CHATHA S A S, HUSSAIN A I, et al. Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: a review[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2018, 109: 1095-1107. DOI:10.1016/j.ijbiomac.2017.11.097.

- [30] VARGAS M, ALBORS A, CHIRALT A. Application of chitosan-sunflower oil edible films to pork meat hamburgers[J]. *Procedia Food Science*, 2011, 1: 39-43. DOI:10.1016/j.profoo.2011.09.007.
- [31] 郭光平, 徐世明, 赵瑞连, 等. 壳聚糖-Nisin复合包装膜在烧鸡保鲜中的应用[J]. *农产品加工*, 2015(1): 40-43. DOI:10.3969/j.issn.1671-9646(X).2015.01.013.
- [32] 雷桥, 王易芬, 李立. 功能性可食性复合蛋白膜的研究进展[J]. *塑料包装*, 2018, 28(1): 40-45. DOI:10.3969/j.issn.1006-9828.2018.01.008.
- [33] 左贯杰, 陈复生, 张丽芬, 等. 复合型可食用膜的研究进展[J]. *食品工业*, 2016, 37(11): 190-194.
- [34] 王文光, 袁唯, 曹冠华. 天然防腐剂的防腐机理及抑菌效果研究现状[J]. *农产品加工(学刊)*, 2012(8): 107-109. DOI:10.3969/j.issn.1671-9646(X).2012.08.030.
- [35] 卞晓锴, 施柳青, 陆晓峰. 溶剂种类对PVDF超滤膜结构和性能的影响研究[J]. *膜科学与技术*, 2009, 29(2): 16-21. DOI:10.3969/j.issn.1007-8924.2009.02.004.
- [36] 颜田田, 戚勃, 杨贤庆, 等. 增塑剂对卡拉胶可食用膜性能的影响[J]. *食品与发酵工业*, 2019, 45(23): 97-102. DOI:10.13995/j.cnki.11-1802/ts.020642.
- [37] 丛旭. 小麦面筋蛋白复合膜制备及应用研究[D]. 天津: 天津科技大学, 2017: 9-12.
- [38] 马丹, 张超, 马越, 等. 热处理对大豆分离蛋白可食性膜性能和结构的影响[J]. *食品科学*, 2010, 31(1): 102-104. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201001024.
- [39] 赖凤英, 林庆生, 张伟. 在可食性MC膜的研制中溶剂类型对膜性能的影响[J]. *广州食品工业科技*, 2001, 17(1): 78-79; 9. DOI:10.13982/j.mfst.1673-9078.2001.01.029.
- [40] 王新伟, 赵仁勇, 田双起, 等. 温度和湿度对大豆分离蛋白膜透气性的影响[J]. *河南工业大学学报(自然科学版)*, 2018, 39(5): 8-11. DOI:10.3969/j.issn.1673-2383.2018.05.002.
- [41] 苏骏, 马庭瑞, 刘红清, 等. 温度对塑料薄膜透氧性能影响的研究[J]. *轻工科技*, 2014(2): 38; 76.
- [42] 周红锋, 张子勇. 微波处理对可食性壳聚糖/淀粉复合膜性能的影响[J]. *食品科技*, 2006, 31(4): 18-21. DOI:10.3969/j.issn.1005-9989.2006.04.006.
- [43] 潘红阳, 张根义. 共干燥技术在蛋白质/多糖膜制备中的应用[J]. *中国粮油学报*, 2006, 21(5): 68-70; 74. DOI:10.3321/j.issn.1003-0174.2006.05.017.
- [44] 汪学荣, 阚建全, 陈宗道. 可食用膜在肉类保鲜中应用的研究进展[J]. *肉类工业*, 2003(3): 23-25. DOI:10.3969/j.issn.1008-5467.2003.03.008.
- [45] 徐明悦. 含乳酸菌可食膜制备及应用研究[D]. 重庆: 西南大学, 2016: 11-17.
- [46] 郭锦棠, 张瑾, 殷俊威. 抗菌性海藻酸钠膜的制备及性能分析[J]. *天津大学学报(自然科学与工程技术版)*, 2013, 46(7): 653-658. DOI:10.11784/tdxb20130714.
- [47] GUO M, YADAV M P, JIN T Z. Antimicrobial edible coatings and film from microemulsions and their food applications[J]. *International Journal of Food Microbiology*, 2017, 263: 9-16. DOI:10.1016/j.ijfoodmicro.2017.10.002.
- [48] 马青青. 海藻酸钠涂膜对冷却鸡胸肉保鲜效果的影响[D]. 南京: 南京农业大学, 2011: 13-15. DOI:10.7666/d.Y2361169.
- [49] 张晓春, 葛良鹏, 欧秀琼. 壳聚糖涂膜保藏技术在卤鹅加工中的应用[J]. *食品研究与开发*, 2013, 34(2): 85-87.
- [50] 吴琼. 壳聚糖/海藻酸钠复合保鲜膜的制备与应用研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2014.
- [51] TYBURCY A, KOZYRA D. Effects of composite surface coating and pre-drying on the propenies of kabanosy dry sausage[J]. *Meat Science*, 2010, 86(2): 405-410. DOI:10.1016/j.meatsci.2010.05.025.
- [52] 罗爱平, 李昌军, 肖蕾, 等. 可食天然复合保鲜膜对低温肉制品的保质研究[J]. *食品科技*, 2004(5): 75-78. DOI:10.3969/j.issn.1005-9989.2004.05.026.
- [53] 吴京蔚, 王玉田, 查恩辉. 可食性膜制备及在酱牛肉保鲜中的应用研究[J]. *食品工业科技*, 2012, 33(4): 353-356.
- [54] 吕跃钢, 顾天成, 张培, 等. 可食性涂膜对熟肉制品保鲜作用的初步研究[J]. *中国轻工业学院学报*, 2000, 18(3): 16-20. DOI:10.3969/j.issn.1671-1513.2000.03.004.
- [55] 白艳红, 吴晓丽, 张相生, 等. 海藻酸钠可食性膜对酱卤鸡腿的保鲜效果[J]. *郑州轻工业学院学报*, 2015, 30(1): 1-5. DOI:10.3969/j.issn.2095-476X.2015.01.001.
- [56] 张赞彬, 罗宁宁, 王一非. 壳聚糖-肉桂精油可食膜的制备及其对酱卤牛肉保鲜的研究[J]. *中国食品添加剂*, 2015(8): 139-144. DOI:10.3969/j.issn.1006-2513.2015.08.016.
- [57] 罗宁宁. 壳聚糖-肉桂精油可食性膜的制备、性能及应用研究[D]. 上海: 上海应用技术学院, 2016: 26-34.