



杨焕彬,曾庆培,林光明,等. 生物保鲜剂在禽肉保鲜中的应用研究进展[J]. 轻工学报,2021,36(6):38-46.  
YANG H B,ZENG Q P,LIN G M,et al. Research progress in the application of biological preservatives in poultry  
preservation[J]. Journal of Light Industry,2021,36(6):38-46. DOI:10.12187/2021.06.005  
中图分类号:TS251.55 文献标识码:A 文章编号:2096-1553(2021)06-0038-09

# 生物保鲜剂在禽肉保鲜中的应用研究进展

## Research progress in the application of biological preservatives in poultry preservation

杨焕彬<sup>1</sup>,曾庆培<sup>1</sup>,林光明<sup>1</sup>,刘晓丽<sup>2</sup>,杨锡洪<sup>3</sup>,宋琳<sup>3</sup>,  
解万翠<sup>3</sup>

YANG Huanbin<sup>1</sup>,ZENG Qingpei<sup>1</sup>,LIN Guangming<sup>1</sup>,LIU Xiaoli<sup>2</sup>,YANG Xihong<sup>3</sup>,  
SONG Lin<sup>3</sup>,XIE Wancui<sup>3</sup>

1. 广东无穷食品集团有限公司,广东 潮州 515700;
  2. 江南大学 食品学院/食品科学与技术国家重点实验室/江苏省食品安全与质量控制协同创新中心,江苏 无锡 214122;
  3. 青岛科技大学 海洋科学与生物工程学院,山东 青岛 266042
1. Guangdong Wuqiong Food Groups Co., Ltd., Chaozhou 515700, China;
2. School of Food Science and Technology/State Key Laboratory of Food Science and Technology/Collaborative Innovation Center of Food Safety and Quality Control in Jiangsu Province, Jiangnan University, Wuxi 214122, China;
3. School of Marine Science and Bioengineering, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266042, China

**关键词:**  
禽肉制品;  
生物保鲜剂;  
冷藏保鲜;气调包装

**Key words:**  
poultry products;  
biological preservative;  
cold storage preservation;  
air-conditioned packaging

**摘要:**在分类概述植物源、动物源、微生物源和酶类4种生物保鲜剂的基础上,对生物保鲜剂的复合及与其他保鲜技术的结合应用进行梳理,指出:植物源性生物保鲜剂最常见,但其化学成分较复杂,抑菌浓度难以控制;动物源性生物保鲜剂抑菌效果好,但成本较高、提取率普遍较低,需与其他保鲜剂协同发挥作用;微生物源性生物保鲜剂安全高效,但抗菌谱较窄;酶类生物保鲜剂保鲜效果好,但抗菌谱窄、提取困难、生产成本低;将保鲜效果良好的生物保鲜剂复合使用,或与冷藏保鲜、气调包装等技术相结合,可获得更好的保鲜效果。未来在寻找来源丰富、价格低廉的天然生物保鲜剂的同时,需进一步完善天然生物保鲜剂的技术标准体系,借鉴国际最新相关规范和研究进展,加强对保鲜机理的研究,探索和设计更高效的生物保鲜技术,以期为禽肉制品的产业化生产提供保障。

收稿日期:2020-09-29;修回日期:2021-10-25

基金项目:中国博士后科学基金项目(2020M682924),山东省重点研发计划项目(2017GHY15127)

作者简介:杨焕彬(1979—),男,广东省潮州市人,广东无穷食品集团有限公司工程师,主要研究方向为休闲食品质量安全管理与研发。

通信作者:刘晓丽(1984—),女,甘肃省天水市人,江南大学副教授,博士,主要研究方向为食品加工及其保鲜。

**Abstract:** Based on the classification and overview of the four biological preservatives of plant origin, animal origin, microbial origin and enzymes, the combined application of the technology of biological preservatives and other preservation technology were combed. It was pointed out that plant origin biological preservatives were the most common, but their chemical composition was complicated and their inhibitory concentration was difficult to control. The animal origin biological preservatives had good antibacterial effects, but the cost was high and extraction rate was low, mainly through synergistic effect with other preservatives. The biological preservatives derived from microorganisms were safe and efficient, but they showed a narrow antimicrobial spectrum. The enzymatic biological preservatives had good preservation effect, but had narrow antimicrobia spectrum, difficult extraction and high cost. Better preservation effect could be obtained by compound biological preservatives with refrigerated preservation and air-conditioned packaging preservation. In view of this, while looking for abundant sources of inexpensive natural biological preservatives, it is necessary to improve the technical standard system of natural biological preservative, drawing lessons from the international latest research progress and related specification, to strengthen the research of preservation mechanism, to explore and design more efficient biological preservation technology, so as to provide security for poultry products of industrialization production.

## 0 引言

禽肉肉质细嫩,脂肪含量低,富含蛋白质、不饱和脂肪酸、矿物质、维生素等营养物质。但禽肉水分含量较高,在加工、运输和销售环节非常容易腐败变质,从而造成环境污染和经济损失,甚至会对消费者的健康造成严重危害<sup>[1]</sup>。因此,国内外研究人员对禽肉保鲜进行了广泛深入的研究,以期在确保禽肉食用性和安全性的同时,进一步提高其经济性<sup>[2-3]</sup>。

目前,常用的禽肉保鲜方式主要是传统的低温保鲜和化学保鲜。而天然生物保鲜剂作为一类新兴的食品添加剂,主要包括植物多酚、植物精油、壳聚糖、曲酸、纳他霉素、乳酸链球菌素等,既具有较好的防腐保鲜效果,还安全且容易获得<sup>[4-5]</sup>。但目前大多数天然生物保鲜剂还无法在较短时间内完成大批量生产,同时由于成本、保鲜效果等因素,其在禽肉制品中的推广应用还十分有限。因此,对天然、安全的生物保鲜剂进行深入研究,使其进一步取代现阶段常用的化学保鲜剂,提高禽肉制品的保鲜效果,具有积极意义。本文拟对近年来国内外的植物源性、动物源性、微生物源性、酶类生物保鲜剂及

其在禽肉保鲜中的应用现状进行综述,以期为禽肉保鲜的生产实践提供指导和参考。

## 1 植物源性生物保鲜剂

在肉制品防腐过程中,植物源性生物保鲜剂较为常见,主要包括植物多酚和植物精油,具有去腥、增香、抑菌和延缓肉制品色泽变化的作用。

### 1.1 植物多酚

植物多酚多存在于植物的皮、根、叶、果实中,主要包括一些小分子的酚类化合物,如花青素、儿茶素、没食子酸、鞣花酸、熊果苷等。植物多酚具有天然的抗氧化、抗菌活性,既能抑制氧化酶的酶活性,又能促进抗氧化酶的酶活性。研究表明<sup>[6]</sup>,植物多酚对抑制鸡肉饼在冷藏过程中的脂肪氧化和蛋白氧化均有一定的作用,可延长禽肉制品的货架期。植物多酚的抑菌机制主要是通过影响菌体生长所需的蛋白质和酶的活力,使细胞膜的通透性增加,进一步阻碍蛋白质的表达。马培忠<sup>[7]</sup>研究发现,0.03% (如无特殊说明,百分号均指质量分数)茶多酚与气调包装相结合更有利于提升鸡肉的保鲜效果,并对鸡肉的挥发性盐基氮值(TVB-N值)、硫代

巴比妥酸值(TBA值)和菌落总数具有很好的控制作用,可提高鸡肉在贮藏期内的鲜度水平。此外,宋益娟等<sup>[8]</sup>用0.1%儿茶素、0.1%儿茶素纳米脂质体浸泡处理酱鸭后发现,0.1%儿茶素纳米脂质体和0.1%儿茶素处理组的各项指标均优于无菌蒸馏水处理组,并且0.1%儿茶素纳米脂质体对酱鸭的保鲜效果最好,可将酱鸭的货架期延长至24 d以上。然而,当植物多酚的添加剂量较高时,为了确保其对人体及动物是安全的,还需要对其生物毒性进行深入分析,从而确定其最佳添加量和安全范围。

## 1.2 植物精油

植物精油是采用蒸馏和压榨的方式从草本植物的花、叶、根、树皮、果实、种子、树脂中提炼而来,安全无毒,除了赋予产品香气外,还具有抗氧化、抗菌、抗病毒等多种生物活性,是一种理想的天然保鲜剂<sup>[9]</sup>。高磊等<sup>[10]</sup>研究发现,采用0.164%茶多酚、0.786%牛至精油和0.031% D-异抗坏血酸钠复配处理冷鲜鸡胸肉后,其在4℃条件下的货架期可由原来的7 d延长至11~12 d。刘琳等<sup>[11]</sup>研究发现,将桂皮精油、丁香精油和芥末精油按3:1:2的比例复配后用于生鲜鸡肉的保鲜,鸡肉在4℃条件下的保鲜期可延长至21 d。但在使用植物精油时,还需考虑其会使禽肉变色的缺陷,同时,精油本身强烈的气味可能会对某些调理产品的风味造成影响,因此,其实际应用范围受到了一定的限制。

植物源性生物保鲜剂在诸多禽肉保鲜研究中均显示出较好的保鲜作用,且由于其在防腐和抗氧化方面具有明显优势,因而受到消费者的欢迎。但植物中的化学成分复杂,多数活性成分对光和热不稳定,环境因素对植物中活性成分的含量和种类影响较大,其抑菌浓度难以控制,因此应用于禽肉保鲜的植物精油实例较少。

## 2 动物源性生物保鲜剂

动物源性生物保鲜剂包括壳聚糖、鱼精蛋白、蜂胶等。各种动物源性保鲜剂因其化学成分的不同,保鲜机理也各有差异,但基本上都是通过抑菌、抗氧化和成膜性这三方面发挥防腐作用的。

### 2.1 壳聚糖

壳聚糖是由氨基葡萄糖和N-乙酰氨基葡萄糖通过 $\beta$ -1,4-糖苷键连接起来的长链高分子聚合物,具有良好的抑菌活性<sup>[12]</sup>。壳聚糖的主链上具有可进行结构修饰的活性氨基和活性羟基,通过化学修饰可进一步提高壳聚糖本身的一些功能活性。王莹等<sup>[13]</sup>将由1.75%壳聚糖、2.25%茶多酚、1.25%维生素C、0.30%芦荟提取物和0.25%植酸制备的复配剂应用于冷鲜鸡肉的保鲜,发现鸡肉在4℃条件下贮藏12 d后,其TVB-N含量为14.64 mg/100 g。王勋等<sup>[14]</sup>用0.05%乳酸链球菌素(Nisin)、1.85%羧甲基壳聚糖和0.08%溶菌酶复配的生物保鲜剂处理鸡肉后,发现鸡肉在4℃条件下贮藏7 d,其TVB-N含量达到10.47 mg/100 g。壳聚糖对革兰氏阳性菌的抑制效果较革兰氏阴性菌好,且其抑菌效果在pH值大于6.5时不佳,在pH值为5.0~5.5时具有较好的抑菌效果。E. Latou等<sup>[15]</sup>研究发现,采用质量浓度为0.01 g/mL的壳聚糖溶液结合气调保鲜技术处理冰鲜鸡肉,其货架期可延长2~3 d。A. Khanjari等<sup>[16]</sup>研究发现,将体积分数为1%的牛至精油和质量浓度为0.01 g/mL的壳聚糖溶液复配后处理冰鲜鸡肉,其货架期可延长6 d。采用壳聚糖进行保鲜的优点是操作简单、成本低廉、来源广泛、资源可再生,与其他方式相结合保鲜效果会更好。

### 2.2 蜂胶

蜂胶具有抗氧化和抗菌活性且安全高效,

其中发挥抗氧化和抗菌活性的主要成分是芳香酸、酯类化合物和黄酮. 蜂胶对于防止食品中功能性成分的氧化褐变具有较好效果<sup>[17]</sup>. 蜂胶对革兰氏阳性菌的抑菌活性较革兰氏阴性菌好,其对沙门氏菌、金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、链球菌、枯草杆菌等均具有良好的抑制效果<sup>[18-19]</sup>. 目前主要在鸡饲料中添加蜂胶,以提高鸡肉的感官品质和蛋白含量,而将其应用于禽肉保鲜的研究鲜有报道.

### 2.3 鱼精蛋白

鱼精蛋白是一种强碱性蛋白质,富含精氨酸,从鱼类的精巢中分离获得. 鱼精蛋白主要通过抑制菌体细胞中电子传递成分、与细胞膜相关的新陈代谢进行抑制而起到抑菌的作用. 当鱼精蛋白作用于细胞膜表面后,能够与细胞膜中负责营养运输、生物合成的蛋白发生作用,进而破坏菌体蛋白,对细胞的新陈代谢产生抑制作用,造成细胞死亡<sup>[20]</sup>. 但目前鱼精蛋白的使用成本较高,限制了其进一步的应用.

目前,动物源性生物保鲜剂的商业化应用中面临的最大问题是成本较高、提取率普遍较低. 壳聚糖、蜂胶等动物源性生物保鲜剂主要是通过与其他保鲜剂的协同作用达到禽肉保鲜的目的.

## 3 微生物源性生物保鲜剂

微生物源性生物保鲜剂指由微生物代谢产生并具有抑菌效果的化合物,目前常见的主要有曲酸、纳他霉素、Nisin等. 近年来,因微生物源性生物保鲜剂具有安全、高效、抑菌效果好等特点,其相关研究逐渐成为热点,受到国内外科研人员的重视,并逐渐被应用于禽肉制品保鲜.

### 3.1 曲酸

曲酸是由微生物(如青霉菌属(*Penicillium*)、曲霉属(*Aspergillus*)、醋杆菌属(*Acetobacter*)等)经过好氧发酵产生的一种常见弱酸性代

谢产物,其易溶于水、pH适用范围广、热稳定性好、对人体无刺激且食用安全<sup>[21-24]</sup>. 曲酸能够增强细胞膜的渗透性和疏水性,导致细胞破裂,从而达到杀灭菌体的作用. 目前,曲酸主要应用于医学领域和果蔬保鲜,在禽肉制品保鲜方面的应用较少. 董静等<sup>[22]</sup>研究发现,曲酸对细菌表现出很好的抑制效果,而对酵母和霉菌的抑制效果较细菌差;添加量为0.2%的曲酸对大肠杆菌具有很好的抑制效果,且其抑菌活性远高于苯甲酸钠. 侯温甫等<sup>[23]</sup>研究发现,曲酸对鸭肉中的几种优势菌具有显著的抑制效果,尤其是对假单胞菌和气单胞菌的抑制效果最好.

### 3.2 纳他霉素

纳他霉素是由纳他链霉菌受控发酵制得的,几乎对所有真菌都具有较强的抑制及消灭作用<sup>[25]</sup>,被广泛应用于肉制品(特别是熟火腿、熏制香肠等)抑菌处理中. 纳他霉素分子中具有亲水基团和疏水基团,其中亲水基团能够破坏菌体细胞膜的通透性,使菌体细胞内的小分子内溶物渗出,最终导致菌体细胞裂解和死亡;疏水基团则通过范德华力与菌体细胞膜结合,达到破坏细胞膜通透性的目的. 纳他霉素主要通过浸泡或喷涂方式应用于肉制品保鲜<sup>[26]</sup>. 李春保等<sup>[27]</sup>研究发现,与对照组相比,经不同质量浓度纳他霉素保鲜液浸泡处理后的鸡肉,于3℃条件下贮藏8d后的TBA值远低于前者,并表现出很好的抑菌效果. K. Hanusoval等<sup>[28]</sup>研究发现,将乳酸链球菌素和纳他霉素复配的保鲜液用于鸡肉保鲜,表现出显著的抑菌效果.

### 3.3 Nisin

Nisin是从乳酸链球菌发酵液中制备获得的一种多肽类细菌素,其易溶于酸性溶剂、不会被微生物分解且安全无毒,对产生芽孢的革兰氏阳性菌的抑菌效果较革兰氏阴性菌好<sup>[29]</sup>.

Nisin的抑菌机制是在强烈吸附敏感菌后,破坏细胞壁结构,进而引起菌体细胞质内溶物的释放;另外一种说法是,其可影响肽聚糖、磷脂等的生物合成,破坏细胞壁结构,从而使细胞溶解,内溶物释放<sup>[30]</sup>.有研究表明<sup>[31]</sup>,将香辛料提取物与乙醇、山梨酸钾和Nisin复配后,对鸡肉制品具有良好的保鲜效果.此外,杨万根等<sup>[32]</sup>使用Nisin和植酸对调理鸭肉进行处理后发现,二者均能有效抑制鸭肉制品中的微生物生长,使TVB-N值、TBA值下降,且Nisin的保鲜效果优于植酸.

能够引起禽肉制品腐败的细菌(乳酸杆菌属、链球菌属、假单孢菌属、杆菌属等)很多,且多为耐热菌属,在肉制品的加工过程中,普通的加热方式很难将其杀死.而Nisin能有效抑制上述腐败菌,还可以代替部分亚硝酸盐用于抑制肉毒芽孢杆菌,从而延长肉制品的货架期.将Nisin应用于禽肉制品的防腐保鲜仍存在一些不足,如生产成本较高、抑菌谱较窄、会造成肉质偏酸等,使其在禽肉制品中的应用受到一定限制.因此,在禽肉保鲜中常将Nisin与其他保鲜剂复配使用,在增强抑菌效果的同时,还可保持禽肉制品良好的口感和色泽.

## 4 酶类生物保鲜剂

酶类生物保鲜剂利用酶对蛋白质和氨基酸的催化能力避免或清除外界的不良影响,维持产品的鲜度.酶类生物保鲜剂成本低、保鲜效果好,因而受到人们的喜爱,其中以溶菌酶为主要代表,但酶类本身的不稳定性还需进一步研究解决.

溶菌酶是一种碱性球蛋白,具有较强的作用底物特异性<sup>[33]</sup>,对食品中的各种致病微生物(尤其对沙门氏菌等)具有显著的抑制作用,同时对哺乳动物细胞的毒性较小.李云龙等<sup>[34]</sup>研究发现,通过构建原核表达载体LYZ-

pET32T获得具有抑菌活性的奶牛溶菌酶蛋白,经纯化的奶牛溶菌酶对大肠杆菌BL21、金黄色葡萄球菌、沙门氏菌均具有较好的抑制作用.李春保等<sup>[35]</sup>研究发现,使用不同质量分数的溶菌酶浸泡处理鸡肉15s后,自然沥水5min,再置于经紫外灯灭菌的PS托盘中,用PE塑料保鲜膜封口,在(4±0.5)℃温度下冷藏保存,可显著抑制细菌的生长,并将货架期延长至6~8d,其中0.5g/kg处理组的细菌总数明显低于其他处理组,抑菌效果更佳.尹秀莲等<sup>[36]</sup>采用溶菌酶、壳聚糖和生姜汁作为冷鲜鸡肉的保鲜剂,发现溶菌酶对鸡肉的保鲜效果最好,其次是壳聚糖、生姜汁.

虽然溶菌酶专一性好,可针对特定微生物发挥抑菌作用,作为一种安全有效的防腐抑菌剂已在乳制品、肉制品、水产品等食品中被广泛使用,但禽肉制品需低温贮藏,而低温会限制溶菌酶的效果,因此限制了其在禽肉保鲜中的广泛应用.由于溶菌酶自身存在抗菌谱窄、提取困难、生产成本高等缺陷,如何扩大酶类生物保鲜剂的抗菌谱、简化提取工艺、降低生产成本等,将是其应用于禽肉生产领域的主要研究方向.

## 5 复合生物保鲜剂

单独使用某一种生物保鲜剂时,常会因其自身的某种理化特性而受到限制,无法达到预期的保鲜效果.复合生物保鲜剂由多种生物保鲜剂混合配制而成,往往具有比单一成分更好的保鲜效果<sup>[37]</sup>.章薇等<sup>[38]</sup>研究发现,将0.025%壳聚糖、0.05%茶多酚、2.0%香辛料提取物、0.02%维生素C等组成的复合生物保鲜剂采用浸渍方式涂膜于冷却鸡肉后,在4℃条件下的货架期由7d延长至21d.A.Khanjari等<sup>[39]</sup>研究发现,将接种有单增李斯特菌的鸡肉浸泡于质量浓度为0.01g/mL的N,O-羧甲基

壳聚糖与1%牛至精油组成的复合保鲜剂30 s后,生鲜鸡肉于4℃条件下的货架期较空白对照组延长了5 d. 张立彦等<sup>[40]</sup>研究发现,将鸡肉经质量浓度为8 mg/L的臭氧水浸泡清洗20 min后,再用1.5%壳聚糖、0.3%茶多酚和0.5%维生素C复配的复合保鲜剂进行浸涂后,于4℃条件下的货架期可延长至28 d. 董文丽等<sup>[41]</sup>研究发现,5%壳聚糖、1%茶多酚和3%溶菌酶复配的复合保鲜剂可延长冷鲜牛肉的货架期,且冷鲜牛肉的TVB-N含量达极小值59.2 mg/kg.

采用复合生物保鲜技术可将不同功能的生物保鲜剂联合使用,能够互补单一生物保鲜剂在感官及抑菌效果方面的不足.但由于复合生物保鲜剂存在成本高、在冷藏条件下保鲜效果受阻等问题,目前在禽肉保鲜中的应用还较少.此外,目前对复合生物保鲜剂的抑菌机理方面的研究还很缺乏,后续工作应该在抗菌机理的协同效应方面进行更为系统深入的研究.

## 6 协同保鲜技术

### 6.1 生物保鲜剂结合冷藏保鲜技术

冷藏状态时,大多数食品微生物的活性被抑制而无法生长,可有效保持食品的鲜度,而多数生物保鲜剂可与冷藏保鲜技术形成协同保鲜的效果.王莹等<sup>[13]</sup>研究发现,将鸡肉在1.75%壳聚糖、2.25%茶多酚、1.25%维生素C、0.30%芦荟提取物和0.25%植酸配制的复合天然保鲜剂中浸渍1 min后冷藏,其货架期延长至12 d.周志扬等<sup>[42]</sup>研究发现,用18%氯化钠、24%蔗糖、0.3%甘草抗氧化剂、0.18%迷迭香提取物配制的复合保鲜剂处理鸡肉后,其货架期能额外延长4 d.刘丽莉等<sup>[43]</sup>研究发现,与对照组相比,将鸡肉用羧甲基纤维素(0.81 g/100 mL)、茶多酚(0.57 g/100 mL)、抗坏血酸(0.03 g/100 mL)、山梨糖醇(1.79 g/100 mL)和生姜汁

(25.07%)复配的复合生物保鲜剂处理后冷藏,其剪切力和菌落总数均显著降低( $P<0.05$ ),且鸡肉纤维排列整齐.

生物保鲜剂结合冷藏保鲜技术的协同保鲜方式,操作简便,安全性高,具有良好的应用推广价值.但在实际使用时,还需进一步考虑并筛选出对冷藏环境中禽肉制品品质影响最低的生物保鲜剂,尽量避免保鲜剂的气味和滋味对禽肉制品品质的不良影响;此外,筛选具有在低温环境中发挥保鲜效果的生物保鲜剂也是后续亟需深入研究的内容.

### 6.2 生物保鲜剂结合气调包装

气调包装一般被用作禽肉产品保鲜的主要手段,国内外有很多生物保鲜剂结合气调包装的研究<sup>[44]</sup>.陈雪等<sup>[45]</sup>将牛至精油、茶树精油等生物保鲜剂分别与气调包装(30% CO<sub>2</sub>/70% N<sub>2</sub>)相结合,发现精油处理可以抑制多种优势微生物,实现延长气调包装烤鸭货架期的目的,且比单一气调包装效果更好.陈文文等<sup>[46]</sup>研究发现,0.15%牛至精油结合30% CO<sub>2</sub>气调包装条件下,烤鸭的保鲜效果优于生物保鲜剂和气调包装单独作用的效果.

气调包装与其他技术相结合能有效延长食品的保鲜效果,但气调包装与其他技术的结合应用还面临一些难题,比如包装材料的选择<sup>[47]</sup>.一个好的薄膜可使气体维持更长时间的贮存,从而为产品提供更持久的保鲜效果.臭氧与气调包装的结合应用在刚开始时具有非常好的保鲜效果,但随着臭氧浓度的降低,后期保鲜效果持续降低;包装所需的气调设备、包装材料、食品级气体等都还不太成熟,需要机械、材料、化学、自动化等多学科的协同研究才能实现食品保鲜技术的产业化<sup>[48]</sup>.因此,如何更好地利用多种处理技术结合气调包装延长产品货架期是今后的研究方向.

## 7 结语与展望

本文对植物源性生物保鲜剂、动物源性生物保鲜剂、微生物源性生物保鲜剂、酶类生物保鲜剂及复合生物保鲜剂的开发与应用现状进行了综述,对生物保鲜剂与其他保鲜技术的结合与应用进行了梳理.认为,随着人们对食品安全问题的日益关注,传统化学类保鲜剂将逐渐被天然、绿色、安全的生物保鲜剂所替代,对禽肉制品的生物保鲜研究也将更趋于专业化、多样化和高效化.微生物源性生物保鲜剂安全且高效,逐渐成为研究热点,复合生物保鲜剂具有比单一成分更好的保鲜效果.在此基础上,通过将生物保鲜剂与多种保鲜技术相结合,可以进一步扩大防腐抑菌范围,从而达到协同增效的目的.相对于其他肉类,禽肉制品生物保鲜技术的研究尚处于起步阶段,因此,需要将来源丰富、价格低廉的天然生物保鲜剂应用到禽肉保鲜中的同时,进一步完善天然生物保鲜剂的技术标准体系,借鉴国际最新的相关规范和研究进展,加强对保鲜机理的研究;通过与经典保鲜方法结合使用,探索和设计高效的生物保鲜技术,从而为禽肉制品的保鲜提供保障.

### 参考文献:

[1] 刘爽,李翔,唐华丽.类PSE禽肉(肉鸡、火鸡)加工特性及蛋白质功能性质改善研究进展[J].食品与机械,2021,37(5):209.

[2] 曾庆培,杨焕彬,许艺馨,等.盐焗鸡用天然色素着色及护色研究[J].轻工学报,2021,36(3):20.

[3] 王鹏,张晶,李岩,等.酸鲜鸡肉的食用品质研究[J].轻工学报,2021,36(2):17.

[4] 白艳红,牛苑文,吴月,等.不同冰温贮藏对鸡胸肉品质变化的影响[J].轻工学报,2016,31(1):17.

[5] 侯温甫,欧阳何一,吴忌,等.曲酸对冷鲜鸡肉中优势腐败菌的抑制作用及其抑菌机理[J].食品科学,2019,40(1):278.

[6] 武思敏,黄莉,任晓云,等.不同植物多酚对鸡肉饼冷藏过程中N-亚硝胺含量影响[J].食品与发酵工业,2018,44(9):163.

[7] 马培忠.茶多酚涂膜耦合气调包装对鸡肉品质的影响[J].食品工业,2017,38(8):92.

[8] 宋益娟,蒋晗,关荣发,等.儿茶素纳米脂质体对酱鸭贮藏品质的影响[J].中国食品学报,2013,13(10):109.

[9] 唐敏敏,王虹懿,刘芳,等.植物精油纳米包埋技术的作用机制及其在肉品保鲜中的应用[J].食品工业科技,2020,41(21):345.

[10] 高磊,谢晶,叶藻,等.响应面法优化冷鲜鸡复合生物保鲜剂配比[J].食品工业科技,2015,22(36):313.

[11] 刘琳,张德权,贺稚非.香辛料精油在生鲜调理鸡肉保鲜中的应用研究[J].食品科技,2009,34(10):110.

[12] LIU X L, XIA W S, JIANG Q X, et al. Synthesis, characterization, and antimicrobial activity of kojic acid grafted chitosan oligosaccharide [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2014, 62(1):297.

[13] 王莹,吴二建,王碌碌,等.新型复合天然保鲜剂对冷鲜鸡肉保鲜效果的研究[J].合肥工业大学学报,2019(6):820.

[14] 王勋,解万翠,杨锡洪,等.3种生物保鲜剂对冰鲜鸡肉保鲜效果的研究[J].广东农业科学,2012,39(1):87.

[15] LATOU E, MEXIS S F, BADEKA A V, et al. Combined effect of chitosan and modified atmosphere packaging for shelf life extension of chicken breast fillets [J]. LWT-Food Science and Technology, 2014, 55:263.

[16] KHANJARI A, KARABAGIAS I K, KONTOMINAS M G. Combined effect of N, O-carboxym-

- ethyl chitosan and oregano essential oil to extend shelf life and control *Listeria monocytogenes* in raw chicken meat fillets [J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2013, 53:94.
- [17] 于婷, 缪晓青, 吴珍红. 蜂胶的保鲜机理及其应用[J]. *中国蜂业*, 2011, 62(2):30.
- [18] HASCÍK P, GARLÍK J, ELIMAM I O E, et al. Sensory quality of poultry meat after propolis application[J]. *The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2011, 1(2):172.
- [19] 张琦. 天然防腐剂在肉制品保鲜中的应用研究[J]. *现代食品*, 2019(2):71.
- [20] 张家源, 张洪才, 陈舜胜. 鱼精蛋白复配保鲜剂对南美白对虾的保鲜效果[J]. *食品与发酵工业*, 2020, 46(2):142.
- [21] LIU X L, XIA W S, JIANG Q X, et al. Synthesis, characterization, and antimicrobial activity of kojic acid grafted chitosan oligosaccharide [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2014, 62(1):297.
- [22] 董静, 孟宪军. 曲酸的抑菌作用研究[J]. *粮油加工*, 2009(12):175.
- [23] 侯温甫, 欧阳何, 吴忌, 等. 曲酸对冷鲜鸭肉中优势腐败菌的抑制作用及其抑菌机理[J]. *食品科学*, 2019, 40(1):278.
- [24] 刘晓丽, 夏文水. 壳寡糖-O-曲酸聚合物的理化性质及抗氧化活性研究[J]. *食品科学技术学报*, 2020, 38(5):31.
- [25] SAMPAYO F. Distribution of fungal genera in cheese and dairies [J]. *Achievement fuer Lebensmittelhygiene*, 1995, 46(3):62.
- [26] 吉莉莉, 王卫, 贺婷, 等. 鸡肉产品生物保鲜技术研究及其应用进展[J]. *食品工业*, 2017, 38(8):192.
- [27] 李春保, 卢鹏, 王志耕. 天然保鲜剂对冷鲜鸡肉保鲜效果的影响[J]. *肉类工业*, 2011(4):36.
- [28] HANUSOVAL K, DOBIAS J, KLAUDISOVA K. Effect of packaging films relasing antimicrobial agents on stability of food products [J]. *Czech Journal Food Science*, 2009(27):347.
- [29] 孙丰梅. 乳酸链球菌素在保鲜中的应用[J]. *肉类工业*, 2002(4):27.
- [30] NES I F, DIEP D B, HÅVARSTEIN L S, et al. Biosynthesis of bacteriocins in lactic acid bacteria [J]. *Antonie van Leeuwenhoek*, 1996, 70(2/4):113.
- [31] 曾生林. 香辛料提取液和乳酸链球菌素对禽肉制品的保鲜作用[J]. *食品安全导刊*. 2017(33):117.
- [32] 杨万根, 李冠霖, 曹泽虹. 乳酸链球菌素、植酸及包装材质对调理鸭肉的保鲜效果比较[J]. *食品与发酵工业*, 2016, 42(12):217.
- [33] 周建新, 稽关华, 汪海峰, 等. 花生壳乙醇提取物(EEPH)抗菌性的研究[J]. *中国粮油学报*, 2004, 19(1):64.
- [34] 李云龙, 张海涛, 高峰, 等. 奶牛溶菌酶在大肠杆菌中的分泌表达及抑菌活性研究[J]. *中国饲料*, 2018(3):22.
- [35] 李春保, 卢鹏, 王志耕. 天然保鲜剂对冷鲜鸡肉保鲜效果的影响[J]. *肉类工业*, 2011(4):36.
- [36] 尹秀莲, 游庆红, 万苗苗, 等. 冷鲜鸡肉复合保鲜工艺研究[J]. *食品与发酵科技*, 2016, 52(5):55.
- [37] 王硕, 谢晶, 刘爱芳. 生物保鲜技术在海产品中的应用及展望[J]. *包装工程*, 2017, 38(1):137.
- [38] 章薇, 汪爱民, 熊国远, 等. 复合天然保鲜剂对冷却鸡肉的保鲜效果[J]. *食品科学*, 2011, 32(6):283.
- [39] KHANJARI A, KARABAGIAS I K, KONTO-MINAS M G. Combined effect of N,O-carboxymethyl chitosan and oregano essential oil to extend shelf life and control *Listeria monocytogenes* in raw chicken meat fillets [J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2013, 53:94.



- [40] 张立彦,贾艳花,芮汉明.壳聚糖和茶多酚对鸡肉的保鲜效果及复合保鲜条件的优选[J].食品与发酵工业,2011,37(12):177.
- [41] 董文丽,巩雪,常江.复合生物保鲜剂对冷鲜牛肉的保鲜效果研究[J].包装工程,2020,41(3):13.
- [42] 周志扬,王启芝,唐承明,等.不同冰温贮藏条件对鸡肉贮藏期的影响[J].肉类工业,2020(8):23.
- [43] 刘丽莉,杨晓盼,闫贝贝,等.鸡肉复合生物保鲜剂的筛选及其保鲜效果[J].肉类研究,2019(3):52.
- [44] SCHELEGUEDA L I, DELCARLO S B, GLIEMMO M F, et al. Effect of antimicrobial mixtures and modified atmosphere packaging on the quality of Argentine hake (*Merluccius hubbsi*) burgers[J]. LWT-Food Science and Technology, 2016,68:258.
- [45] 陈雪,赵嘉越,董鹏程,等.生物保鲜剂结合气调包装对烤鸭货架期及微生物多样性的影响[J].中国食品学报,2021,21(10):177.
- [46] 陈文文,张一敏,毛衍伟,等.含牛至精油的壳聚糖涂层对烤鸭保鲜效果的影响[J].食品研究与开发,2020,41(22):17.
- [47] NIRMAL N P, BENJAKUL S. Retardation of quality changes of pacific white shrimp by green tea extract treatment and modified atmosphere packaging during refrigerated storage[J]. International Journal of Food Microbiology, 2011, 149(3): 247.
- [48] ISHFAQ A, LIN H, ZOU L, et al. A comprehensive review on the application of active packaging technologies to muscle foods [J]. Food Control, 2017(82): 163.

(上接第29页)

- [23] 康文怀,徐岩.中国白酒风味分析及其影响机制的研究[J].食品科学技术学报,2012,30(3):53.
- [24] 周维军,左文霞,吴建峰,等.浓香型白酒风味轮的建立及其对感官评价的研究[J].酿酒,2013,40(6):31.
- [25] 勾文君,方芳.窖泥梭菌扰动减控白酒发酵过程正丁醇生成[J].食品与发酵工业,2021,47(15):43.
- [26] 张箜晦,刘雄民,马丽,等.生物催化肉桂醇制备3-苯丙醇[J].化工进展,2010(12):2368.
- [27] 李正涛,孙跃,孙海燕,等.GC-MS/MS-SRM技术在检测白酒中5种吡嗪类化合物的应用研究[J].酿酒科技,2020(5):17.
- [28] 汪文鹏,李永博,吴树坤,等.高温大曲中产吡嗪芽孢杆菌的分离鉴定及发酵产物分析[J].中国酿造,2017,36(6):63.
- [29] 杨磊,陈良.浓香型酒醅中一株耐热地衣芽孢杆菌产淀粉酶和蛋白酶培养条件的优化[J].酿酒,2021,48(2):49.
- [30] 杨建梅,王晓慧,王永伟,等.大曲中高产纤维素酶菌株的选育及其在绵柔型白酒丢糟中的应用[J].酿酒科技,2016(8):71.
- [31] 侯小歌,王俊英,李学思,等.浓香型白酒糟醅及窖泥产香功能菌的研究进展[J].微生物学通报,2013,40(7):1257.