

畜禽鲜肉保鲜技术研究进展

邹金浩, 杨怀谷, 唐道邦*, 程镜蓉, 王旭苹

(广东省农业科学院蚕业与农产品加工研究所, 广东省农产品加工重点实验室, 广东 广州 510610)

摘要: 畜禽原料肉是消费者常用的主要食物来源, 传统畜禽肉以屠宰后直接销售的热鲜肉和在 -18°C 以下贮存的冷冻肉为主, 随着禽流感、猪瘟等动物性流感的爆发和人们对食品质量安全要求的提高, 畜禽肉的销售逐渐向冷藏生鲜肉形式转变。本文根据畜禽宰后肉品质变化机理和品质评价指标, 综述了当前畜禽鲜肉的主要保鲜技术和发展趋势, 旨在为其技术开展进一步研究和应用提供理论参考, 推动畜禽养殖业和加工业的发展。

关键词: 畜禽; 生鲜食品; 保鲜技术; 贮藏期; 研究进展

Recent Progress in Preservation Technologies for Fresh Meat and Poultry

ZOU Jinhao, YANG Huaigu, TANG Daobang*, CHENG Jingrong, WANG Xuping

(Guangdong Key Laboratory of Agricultural Products Processing, Sericulture and Agri-Food Research Institute,
Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510610, China)

Abstract: Raw meat and poultry are the main common food sources for consumers. Traditionally, raw meat and poultry are sold directly after slaughter or after being stored -18°C . The sale of meat and poultry has been gradually transformed to chilled and frozen meat due to people's increased demand for food quality and safety and animal influenza outbreaks such as avian influenza and swine fever. This paper describes the mechanism of postmortem quality changes in meat and poultry and the indicators used to evaluate their quality, reviews the existing major preservation technologies for raw meat and poultry, and discusses future development trends, aiming to provide theoretical reference for further research and application of novel meat preservation technologies to promote the development of livestock and poultry breeding and processing industries.

Keywords: livestock and poultry; fresh food; preservation technology; storage period; progress

DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20200722-174

中图分类号: TS251.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123 (2020) 10-0096-07

引文格式:

邹金浩, 杨怀谷, 唐道邦, 等. 畜禽鲜肉保鲜技术研究进展[J]. 肉类研究, 2020, 34(10): 96-102. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20200722-174. <http://www.rlyj.net.cn>

ZOU Jinhao, YANG Huaigu, TANG Daobang, et al. Recent progress in preservation technologies for fresh meat and poultry[J]. Meat Research, 2020, 34(10): 96-102. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20200722-174. <http://www.rlyj.net.cn>

生鲜食品是指由种植、采摘、养殖、捕捞形成的, 未经加工或经初级加工, 可供人类食用的生鲜农产品^[1]。畜禽是“生鲜三品(果蔬、水产品、肉类)”中肉类的主要来源, 也是人类摄取蛋白质的主要来源。我国是畜禽生产大国和出口大国, 据联合国粮食及农业组织(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)统计, 2018年我国鸡、鸭、猪等畜禽的总产量分别占据世界总产量的1/4、3/5、1/2^[2]。同时, 我国也是畜禽肉类

消费大国, 2017年我国猪肉消费量达到全球49.6%, 是世界猪肉消费第一大国。猪肉在我国肉类消费总量中占比约60%, 禽肉中鸡肉占比较高, 约20%。近些年来, 我国畜禽养殖业发展迅速, 生产规模不断扩大, 许多地区都在大力推动畜禽养殖业的发展。例如, 广东省既是畜禽肉产品的生产大省, 也是消耗大省, 而随着经济的发展和人口的增长, 畜禽肉产品消耗速率加快, 产出和消耗速率不对等, 再由于保鲜方式不恰

收稿日期: 2020-07-22

基金项目: 南方现代草牧业(牛)创新团队项目(2019KJ114); 广州市科技计划项目(201909020001)

第一作者简介: 邹金浩(1995—)(ORCID: 0000-0001-8854-5571), 男, 研究实习生, 硕士, 研究方向为农产品加工及贮藏。

E-mail: lizjhy@163.com

*通信作者简介: 唐道邦(1973—)(ORCID: 0000-0003-2680-3269), 男, 研究员, 硕士, 研究方向为农产品加工及贮藏。

E-mail: tdbang@163.com

当以及动物性流感的爆发, 畜禽肉产品价格持续偏高, 严重影响了人们的生活。

受传统消费习惯的影响, 我国大部分居民常购买热鲜肉, 然而热鲜肉在售卖过程中, 容易受到微生物感染, 从而发生变质。由于禽流感、猪瘟等动物性流感的爆发, 多地政府部门如北京、上海、深圳等城市明令禁止售卖活鸡, 活禽市场受到很大的限制^[3]。为了防控非洲猪瘟, 我国猪肉的流通方式也逐渐从“运猪”向“运肉”转变, 居民消费畜禽肉的形式逐渐由购买活禽、热鲜肉转变为冷鲜肉。随着消费者食品安全意识的日益提高, 畜禽鲜肉产品的品质和货架期受到许多关注, 发展鲜肉保鲜技术, 提高产品的品质和货架期成为主要研究方向。目前, 世界各国都十分重视对畜禽肉产品保鲜技术的研究, 而传统的保鲜技术^[4]如低温冷藏保鲜、低水分活性保鲜、加热处理、发酵处理等都无法有效保证肉产品的鲜度。面对日益增长的需求, 近年来我国在传统保鲜技术的基础上研发出许多新技术和新设备。不同于水产品 and 果蔬的保鲜, 我国畜禽肉产品需求量大, 保鲜技术发展相对落后, 再由于动物性流感的频频发生, 加快了肉产品消费结构的转变, 使得畜禽鲜肉保鲜技术的研究与开发面临着更严峻的考验。本文以畜禽鲜肉产品为主要对象, 根据畜禽屠宰后品质变化机理和品质评价指标, 从物理、化学、生物等方面介绍畜禽鲜肉产品的保鲜技术发展现状及趋势, 以期对畜禽鲜肉产品的保鲜技术的研究与应用提供理论参考。

1 畜禽鲜肉产品品质变化机理及评价指标

1.1 畜禽肉宰后品质变化机理

畜禽在屠宰后品质的变化大概可分为以下4个阶段^[5]:

1) 僵直阶段: 畜禽宰后停止呼吸, 在缺氧状态下, 糖原酵解产生的乳酸积聚, 使pH值下降, 同时供给肌肉的三磷酸腺苷(adenosine triphosphate, ATP)急剧减少, 使得合成的肌动球蛋白减少, 引起肌纤维收缩并失去伸长性, 肌肉表现为僵直状态, 这种僵直的状态一般会持续数小时或数十小时。2) 成熟阶段: 僵直阶段结束, 肌肉重新开始变软, 肉的持水性和风味得到改善。在成熟过程中, 胶原纤维的网状结构逐渐松弛, 存在于胶原纤维中的黏多糖被分解, 这使得胶原纤维剪切力下降, 肉的嫩度得到极大改善, 蛋白质在酶的作用下, 肽链解离, 游离氨基酸含量增加。3) 自溶阶段: 自溶是指肌肉中蛋白质在组织蛋白酶的作用下, 分解为肽类和氨基酸等物质。自溶后肌肉色泽变暗, 弹性下降, 不良气味和滋味出现。4) 腐败阶段: 腐败过程中, 蛋白质在微生物作用下分解为蛋白胨和多肽类, 这两者在加热时进入肉汤, 使肉汤变得浑浊, 此外微生物分泌的脂肪酶使肌肉中脂

肪水解, 产生游离脂肪酸、甘油和甘油酯, 并且脂肪还会发生氧化形成过氧化物, 肉即表现出腐败特征。

1.2 畜禽鲜肉产品品质评价指标

目前我国现行有效或部分有效的生鲜畜禽肉国家标准有GB 2707—2016《食品安全国家标准 鲜(冻)畜、禽产品》、GB 16869—2005《鲜、冻禽产品》、GB/T 17238—2008《鲜、冻分割牛肉》、GB/T 9959.2—2008《分割鲜、冻猪瘦肉》、GB/T 9961—2008《鲜、冻胴体羊肉》、GB/T 17239—2008《鲜、冻兔肉》等, 指标要求包括感官、理化以及微生物指标等3种。

1.2.1 感官指标

感官指标是最直接反映食品品质的指标之一, 畜禽鲜肉产品的感官指标主要有色泽、气味、组织状态、肉汤性状等。色泽是指生鲜肉的颜色和光泽, 生鲜肉的颜色一般呈鲜红色, 随着贮藏时间的延长, 肌红蛋白和氧合肌红蛋白发生氧化生成高铁肌红蛋白和胆绿素, 二者与肉中的红色结合形成灰色色调, 失去原有光泽, 并使肉呈现褐色^[6-7]。生鲜肉通常带有一些正常腥味, 但变质后会出现令人不愉快的酸败味^[7]。组织状态是指生鲜肉的弹性和黏性, 正常的生鲜肉在受到外力使其凹陷时能迅速恢复原来形状, 而变质后的生鲜肉恢复原来形状的能力较差, 且可能出现汁液流失, 使得表面松弛黏手^[7-9]。新鲜生肉在加热成肉汤后, 肉汤为澄清状态, 而变质后的肉汤为浑浊状态^[10-11]。虽然对于生鲜肉的感官评价体系已基本完善, 但感官评价是基于评价者的主观判断, 要对生鲜肉的整体品质进行客观评价, 还需要结合其他理化、微生物等指标。

1.2.2 理化指标

生鲜肉的理化指标是指生鲜肉腐败变质后其理化特性改变或产物变化的定量分析指标。主要有挥发性盐基氮(total volatile base nitrogen, TVB-N)含量^[12-13]、硫代巴比妥酸反应物(thiobarbituric acid reactive substance, TBARs)值^[14-16]、汁液流失率^[17-19]、pH值^[18-19]等指标。一般来说, 随着贮藏时间的延长, 生鲜肉中的TVB-N含量逐渐升高, 食品的腐败味也越浓。GB 9959.1—2001《鲜、冻片猪肉》中规定, 一级鲜肉TVB-N含量 ≤ 15 mg/100g, 二级鲜肉TVB-N含量 ≤ 20 mg/100g, 而变质肉中TVB-N含量 > 20 mg/100 g。TBARs值表示生鲜肉中脂质氧化的程度, TBARs值越高, 脂质氧化程度越高, 一定程度上可以反映生鲜肉的新鲜程度^[14]。在贮藏过程中, 肌肉组织内部发生生理化学反应, 导致肌肉纤维蛋白结构网络结合力减弱, 使肌肉持水力下降, 从而造成汁液流失, 汁液流失率高, 则表示生鲜肉品质下降程度高^[19]。动物肌肉中的pH值一般呈中性(pH 7.1~7.2), 但在贮藏期间pH值会随贮藏时间的延长先降低后升高, 这是由于肌糖原进行无氧酵解和蛋白质在细菌酶的作用



下分解为氨和胺类碱性物质的作用^[18]。除上述理化指标外, 生鲜肉的持水性、质构特性以及微观结构等也可以反映生鲜肉贮藏期间的品质变化。

1.2.3 微生物指标

菌落总数是判断生鲜肉品质的一个重要微生物指标, 国家卫生标准常用其判定食品的卫生质量。GB/T 9959.2—2008规定, 生鲜猪肉中的细菌菌落总数不得超过 10^6 CFU/g, 大肠菌群数不得超过 1×10^4 MPN/100 g, 且不得检出沙门氏菌、志贺氏菌等致病菌。GB 16869—2005规定, 鲜、冻禽产品的菌落总数分别不得大于 1×10^6 、 5×10^5 CFU/g, 大肠菌群数分别不得大于 1×10^4 、 5×10^3 MPN/100 g。目前大多数保鲜方法以抑制微生物生长繁殖, 降低菌落总数, 从而延缓食品的腐败为目的。

2 畜禽鲜肉产品主要保鲜技术

贮藏温度、氧气、内源性酶、水分、光照以及微生物等因素相互关联, 均会影响生鲜肉的货架期和新鲜度。目前, 主要畜禽鲜肉产品的货架期一般都不超过7 d, 根据畜禽产品屠宰后品质变化机理, 在其生产和流通过程中主要有物理、化学、生物等保鲜方法, 随着人们对生鲜产品货架期和品质的不断追求, 越来越多的保鲜技术被研究和应用。

2.1 物理保鲜方法

2.1.1 低温保鲜

低温保鲜是畜禽鲜肉产品最常见的物理保鲜方法之一, 按贮藏温度分为冷藏保鲜($0 \sim 4^\circ\text{C}$)、冰温保鲜($0 \sim -2^\circ\text{C}$)、微冻保鲜($-2 \sim -4^\circ\text{C}$)以及冷冻保鲜($-18 \sim -40^\circ\text{C}$) 4种保鲜方式。冷藏和冷冻保鲜是目前畜禽鲜肉产品保鲜主要采用的方法, 冷藏保鲜虽然可以使大部分致病菌停止繁殖, 但缺点在于一些嗜冷腐败菌仍然可以生长, 而冷冻保鲜的缺点在于冷冻过程中冰晶的形成和解冻过程会使肉的品质有所下降^[20-21]。近年来, 冰温保鲜在畜禽鲜肉产品的保鲜研究中取得了一些成果, 许多研究表明, 经冰温保鲜的鸡肉^[22-23]、鸭肉^[18, 24]、牛肉^[25]等的感官品质和贮藏期均优于冷藏保鲜。微冻保鲜最早被广泛应用于水产品^[26-28]的保鲜中, 在畜禽鲜肉产品的保鲜中应用较晚。刘玺等^[29]研究表明, 微冻保鲜猪肉的贮藏期限可达20 d以上, 并且能够较好地保持猪肉的各项鲜度指标, 达到比较理想的保鲜效果。孙凯旋等^[30]研究结果也表明, 牛肉在 -3 、 -5°C 贮藏14 d后仍保持在二级鲜度范围内, 且在贮藏初期能保持较好的感官品质。

2.1.2 液氮速冻保鲜

液氮速冻保鲜属于低温保鲜的一种, 不同于普通的氨和氟利昂冷冻, 液氮沸点为 -195.8°C , 其冷冻食品

的能力更强, 冻结速率可达普通冰箱冷冻(-18°C)的100倍以上^[31]。随着人们对食品品质追求的提高, 液氮速冻技术受到越来越多的关注和重视, 其在食品冷冻中的应用也得到较大发展。目前, 液氮速冻技术在水产品^[32]、果蔬^[31]、预制食品^[33]中的应用研究较多, 结果均表明液氮速冻保持食品原有品质的程度较高, 有学者认为, $-20 \sim -18^\circ\text{C}$ 冷冻已足够满足生鲜肉的保鲜, 液氮速冻对生鲜肉品质的影响很小^[34]。而李志新^[35]和Muela^[36]等的研究结果均表明, 液氮速冻对生鲜肉品质的保持效果较好。在液氮速冻过程中, 食品与环境之间温差较大, 使食品可以在很短的时间内完成冷冻, 形成的冰晶比较细小且分布均匀, 对食品组织结构的影响很小, 在畜禽生鲜肉的保鲜中有很大的应用潜力。但由于液氮成本昂贵, 产品的价格偏高, 因此, 要想普遍应用于工业化生产中, 还需要对液氮速冻保鲜的规律性和实用性进行大量相关的基础研究。

2.1.3 超高压保鲜

超高压保鲜技术是目前新兴的食品高新技术之一, 也被称为液态静高压技术或高压技术, 即利用液体的高静压($100 \sim 1\,000\text{ MPa}$)对食品进行一段时间处理, 从而达到杀灭生鲜肉中微生物以及肌肉内寄生虫的作用。研究表明, 超高压技术对食品原有的感官品质和营养成分影响小^[37], 还可以杀灭微生物, 有效延长产品贮藏期^[38-40], 在一定程度上, 还可以提高产品的品质^[41-42]。Kruk等^[43]将生鲜鸡肉分别采用300、450、600 MPa高压处理5 min, 发现经450、600 MPa高压处理后, 鸡肉中均未检出沙门氏菌、大肠杆菌、李斯特菌3种病原菌。靳焯等^[44]对宰后牛肉施加250 MPa压力处理, 分析贮藏期间牛肉理化指标的变化, 结果表明, 高压处理后牛肉的风味与自然成熟牛肉接近, 且高压处理能够明显降低牛肉的剪切力和改善牛肉的嫩度。尽管近年来许多研究结果表明超高压技术对果蔬^[45-46]、水产品^[47-48]、肉类^[9, 49]等保鲜均有较好的作用, 但因其投入较高, 在工业化生产中还未得到广泛的应用。

2.1.4 气调保鲜

气调保鲜的原理是通过改变食品所处的气体环境, 从而达到延长食品新鲜度和货架期的一种方法。在畜禽鲜肉产品的保鲜中, 有真空包装和气调包装2种应用方式。真空包装是将食品包装中的空气全部抽出并密封, 气调包装则是通过将一种或多种气体(O_2 、 CO_2 、 N_2 等)按一定比例充入食品包装袋中, 从而抑制微生物的生长繁殖, 延长食品的货架期。姚尧等^[50]研究普通托盘包装以及3组气调包装($5\% \text{ O}_2 + 40\% \text{ CO}_2 + 55\% \text{ N}_2$ 、 $10\% \text{ O}_2 + 40\% \text{ CO}_2 + 50\% \text{ N}_2$ 、 $40\% \text{ CO}_2 + 60\% \text{ N}_2$)对新鲜鸡肉的保鲜效果, 结果表明在贮藏14 d后, $5\% \text{ O}_2 + 40\% \text{ CO}_2 + 55\% \text{ N}_2$ 气调包装组的保鲜效果最好。Latou等^[51]研究表



明, 将鸡肉使用30% CO₂+70% N₂气调包装, 并在4℃条件下贮藏, 可将其货架期从5 d延长至14 d。韩吉娜等^[52]研究发现, 与普通保鲜膜托盘包装相比, 在贮藏20 d内, 30% CO₂+70% N₂和0.4% CO+30% CO₂+70% N₂ 2种气调包装均能明显抑制冷却鸭肉中微生物的生长繁殖, 延长冷却鸭肉的货架期。由于单一的O₂、CO₂、N₂填充存在不同的弊端, 且保鲜效果较差, 通常会按照不同的比例来进行气调包装, 国内对畜禽鲜肉产品的气调保鲜研究主要集中在寻找适宜的气体组分和包装材料等方向, 以期达到最佳的保鲜效果。目前, 真空包装在食品工业上的应用依旧较为广泛, 而随着气调包装的引进, 不同气体组分的气调包装也逐渐开始应用于畜禽鲜肉类、新鲜果蔬类以及熟食类等消耗量较大的食品保鲜中。

2.1.5 辐照保鲜

辐照保鲜是利用射线通过食物时以强大的能量将食物表面和内部的微生物杀死, 从而达到延长食物贮藏期的一种现代冷加工技术, 目前主要有 γ 射线辐照、X射线辐照和电子束辐照3种, 其中 γ 射线辐照(⁶⁰Co和¹³⁷Cs)和电子束辐照在食品中应用较多, 由于 γ 射线辐照比电子束辐照的穿透能力强, 杀菌效率更高, 因此多用于肉类产品的保鲜, 而电子束辐照则多用于谷物类或其他低密度食品的保鲜^[53]。曹宏等^[54]用剂量为2.5 kGy的 γ 射线辐照处理真空包装冷鲜鸡, 结果表明辐照使冷鲜鸡的初始菌数量降低, 保鲜期从小于14 d延长到28 d。Lacroix等^[55]用6 kGy的 γ 射线辐照处理真空包装冷鲜猪背最长肌, 发现贮藏43 d后, 猪肉感官品质良好, 微生物数量也未超标。电子束辐照对牛肉^[56]、猪肉^[57]等也有较好的保鲜作用。可见辐照能够有效延长各类畜禽鲜肉产品的货架期, 但在实际应用过程中, 辐照剂量的使用应恰当, 我国规定以杀灭沙门氏菌为目的对冷冻包装的猪肉、羊肉、牛肉、鸡鸭肉等进行辐照, 其总体平均吸收剂量不得超过2.5 kGy^[58]。考虑到辐照保鲜的安全性和辐照过程中可能引起的产品品质变化, 目前辐照保鲜的发展受到较大的制约。

2.2 化学保鲜方法

化学保鲜是将抑菌效果好和安全性高的化学物质作为食品添加剂用于食品生产、贮藏和运输过程中, 从而达到抑制微生物生长和防止食品发生腐败的目的^[3]。化学保鲜剂包括钠盐、柠檬酸和磷酸盐等无机盐、有机酸及其盐类, 一般通过单一添加或复合配制成保鲜液应用于生鲜肉中。张志强等^[6]比较研究1%三聚磷酸钠保鲜液和1%异抗坏血酸钠+1%乙酸复合保鲜液对冷鲜鸭胸肉的保鲜效果, 结果表明, 复合保鲜液更能延缓鸭肉冷藏过程中菌落总数的升高, 且可以使鸭肉货架期达到9 d左右。孙梦桐等^[59]研究Nisin和山梨酸钾复合使用比例对鸡翅中腐败菌的抑制作用, 结果表明, 复合物质量浓度为

0.24 g/mL时, 鸡翅货架期延长至7 d。化学保鲜剂的保鲜效果虽好, 但如果使用不当可能会影响人体健康, 这使得化学保鲜技术的发展受到很大的限制。

2.3 生物保鲜方法

2.3.1 生物源性保鲜剂

生物方法保鲜是指利用一些具有抑菌或杀菌特性的天然物质, 将其配制成一定浓度的溶液, 一般通过喷洒、浸泡或涂膜等方式用于畜禽鲜肉产品, 进而达到抑制微生物生长繁殖, 提高产品货架期的效果。目前, 研究较多的主要有利用药用植物和微生物菌体及其代谢产物保鲜、生物天然提取物保鲜和基因工程技术保鲜。侯温甫等^[60]研究曲酸(青霉和曲霉真菌发酵产生的一种有机酸)对冷鲜鸭肉中假单胞菌、气单胞菌、热杀索丝菌和沙门氏菌的抑制作用和抑菌机理, 结果表明曲酸通过促进疏水物质暴露、破坏菌株相关酶和改变细胞膜通透性, 干扰菌株的新陈代谢, 从而对4种菌株产生抑制作用。Krishna等^[61]将牛至、常青树、黑芥和桂皮等药材制成生物保鲜剂涂覆在鸡肉表面, 于4℃贮藏15 d, 结果表明, 该生物保鲜剂能够促进鸡肉的脂类抗氧化作用, 有效抑制微生物生长。生物保鲜剂主要来源于动植物及利用微生物发酵得到的产物, 具有天然、安全、简便等优点, 因此逐渐成为畜禽鲜肉产品保鲜研究的热点。

2.3.2 复合生物保鲜剂

相比于单一的生物保鲜剂, 由多种生物保鲜剂复配制备的复合生物保鲜剂的保鲜效果更好。黄明焜等^[8]运用复合生物保鲜剂对冷却牛肉进行保鲜处理, 结果表明, 使用22.5 g/L壳聚糖、0.15 g/L Nisin、9.7 g/L乳源抗菌肽、1.5 g/L茶多酚、3.0 g/L丁香精油时, (4±1)℃冷却牛肉的货架期较空白组延长25 d以上。张盼^[62]用壳聚糖和普鲁兰多糖复合制备一种具有抗菌作用的保鲜薄膜, 结果表明该薄膜对减缓冷鲜牛肉品质劣变具有明显作用。Khanjari等^[63]将生鸡鸡肉在由牛至油和N,O-羧甲基壳聚糖复配的复合保鲜剂中浸泡处理30 s, 结果表明, 贮藏14 d后鸡肉中的李斯特菌得到明显抑制, 货架期延长5 d。王晓英等^[64]选用蒲公英总黄酮提取物和壳聚糖作为复合天然保鲜剂对冷鲜猪肉进行涂膜保鲜, 结果表明, 该天然可食性抑菌膜具有抑制微生物生长, 延长冷鲜肉货架期的作用。

2.4 栅栏技术

由于单一保鲜技术保鲜效果的有限性, 越来越多的研究者意识到需要运用综合保鲜方法以提高畜禽鲜肉产品的保鲜效果, 这种综合保鲜方法被称为栅栏技术, 即将单一的保鲜技术如低温贮藏、超高压处理、气调包装、保鲜液浸泡等结合使用, 以期发挥各保鲜技术的优势, 提高整体保鲜效果。赵菲等^[9]采用150 MPa超高压处理牛肉并于(-2.0±0.2)℃贮藏, 结果表明, 与未处理

牛肉相比,经超高压处理后牛肉的质构、蒸煮损失率、pH值等指标的变化趋势均较慢,且贮藏期可达到32 d。许立兴等^[19]分别采用-1、-3℃的普通和气调包装贮藏羊肉,发现在相同贮藏温度下,气调包装能使羊肉保持良好的色泽,抑制微生物菌落总数增加,且-3℃气调包装的保鲜效果最好,可以使羊肉有效保鲜时间达到40 d。因此,合理利用不同保鲜技术的优势可以使畜禽鲜肉产品达到较好的保鲜效果,但具体运用各保鲜技术达到最佳保鲜效果的工艺还有待进一步研究。

表1 不同栅栏技术的保鲜效果

Table 1 Effect of different hurdle technologies in food preservation

保鲜方式	样品	主要效果	参考文献
超高压处理+冰温保鲜	牛肉	与对照组相比,牛肉贮藏期从28 d延长至35 d	[9]
保鲜液浸泡+辐照保鲜	鸡肉	与对照组相比,冷却鸡肉初始菌数量降低,保鲜期从14 d延长至28 d	[54]
微冻、冰温+气调包装	羊肉	与其他组相比,-3℃微冻气调包装可使羊肉保鲜时间达到40 d,保鲜效果最好	[19]
保鲜液浸泡+气调包装	猪肉	与对照组相比,单一柠檬酸浸泡处理可使猪肉货架期延长3 d	[65]
保鲜液浸泡+冷藏保鲜	鸭肉	与单一保鲜液相比,复合保鲜液可以使冰鲜鸭胸肉货架期达9 d左右	[6]

3 畜禽鲜肉产品保鲜技术发展趋势

3.1 特定产品采用特定保鲜技术

由于畜禽鲜肉产品的多样化,不同保鲜技术应用在不同生鲜肉中的保鲜效果不一,因此需要针对某一特定生鲜肉在其保鲜技术工艺上进行设计。李建雄等^[66]将猪肉于-1℃冰温条件下贮藏19 d,贮藏结束后猪肉仍保持一级鲜度,菌落总数接近 10^6 CFU/g。薛松等^[67]采用 (-0.8 ± 0.2) ℃冰温条件保鲜鸡肉,结果表明,贮藏25 d后,鸡肉中菌落总数仅 10^5 CFU/g,保持一级鲜度。不同生鲜肉在贮藏期间品质变化的原因不同,发现不同生鲜肉品质变化机理,对原有保鲜工艺进行优化,从而设计针对产品的最佳保鲜工艺是目前的主要研究内容。

3.2 多种保鲜技术结合运用

单一保鲜技术对畜禽鲜肉产品保鲜效果有限,需要多种保鲜技术综合运用,以期发挥各自优势,提升整体的保鲜效果。许多研究^[6,9,19,54,65]均表明,运用栅栏技术的保鲜效果优于单一保鲜技术。就目前来说,栅栏技术的运用将持续受到关注,对多种保鲜技术的结合使用进行评估,寻找保鲜技术结合使用效果的规律,有效发挥各保鲜技术优点,以期投入工业化生产应用。

3.3 产品生产至售卖全程把控

目前,我国畜禽产品的消费方式仍以热鲜肉为主,而由于禽流感等动物性流感的爆发,活禽市场受到较大影响,越来越多的消费者选择购买生鲜产品,各大超市已成为消费者购买生鲜肉的主要渠道,这对畜禽产业的

发展来说既是考验也是机会。随着生鲜肉的流通形式发生变化,冷链物流技术等现代保鲜技术也逐渐发展。吴艺鸣^[68]研究3种不同包装方式的生猪肉在冷链运输过程中品质的变化,结果表明,气调包装可有效抑制冷链运输中生猪肉菌群数量变化,对生猪肉颜色等保持程度也较高。由于畜禽鲜肉产品在加工、贮藏、运输、分销和零售过程中品质会发生劣化,需要生产至售卖全程把控以在销售终端前保证产品的新鲜度。同时,多学科多研究方向的交叉发展对畜禽鲜肉产品保鲜的全面把控具有至关重要的作用。

4 结 语

受中国传统观念的影响,大多数消费者认为热鲜肉比生鲜肉更新鲜和具有营养价值,近年来,由于热鲜肉的品质问题和消费者购买方式发生变化,各大超市逐渐开始售卖畜禽生鲜肉,消费者也逐渐习惯从超市购买畜禽生鲜肉,但产业还处于起步阶段,其发展依旧受到很大限制。由于产业链结构不够完善,保鲜技术效果不够好,仍存在畜禽鲜肉产品的货架期短和品质下降等问题。目前,对于畜禽鲜肉产品的保鲜已出现许多新技术和新设备,但对其保鲜效果的研究仍然是保鲜技术发展的重点。畜禽鲜肉产品的重点在于其“鲜”的程度,目前普遍认为多种保鲜技术结合使用可以达到较好的保鲜效果,畜禽鲜肉产品保鲜技术的研究还有很多发展空间,畜禽生鲜产业的发展也有较好的前景。在达到保鲜效果基础上,也要综合考虑保鲜成本,做到既保证产品的品质,也能为产业增加创收。越来越多的保鲜新技术、新方法和新设备不断应用于畜禽生鲜产品中,这将对促进畜禽养殖业发展,完善畜禽鲜肉产业结构,提高产品国际竞争力,扩大出口贸易,推动农业与食品产业的持续发展,发挥不可忽略的作用。

参考文献:

- [1] 励建荣. 生鲜食品保鲜技术研究进展[J]. 中国食品学报, 2010, 10(3): 1-12. DOI:10.3969/j.issn.1009-7848.2010.03.001.
- [2] Food and Agriculture Organization of the United Nations. Production of chicken, duck and pig[EB/OL]. (2018-10-09) [2020-7-19]. <http://www.fao.org/faostat/zh/#data/QA.ED229817E3D7B5B69B955FC0FE.E22C11>.
- [3] 高磊, 谢晶. 生鲜鸡肉保鲜技术研究进展[J]. 食品与机械, 2014, 30(5): 310-315. DOI:10.13652/j.issn.1003-5788.2014.05.067.
- [4] 窦立静. 浅谈肉类保鲜技术[J]. 石河子科技, 2005, 15(5): 15-17. DOI:10.3969/j.issn.1008-0899.2005.05.011.
- [5] 余结廷, 杨久德. 实用畜禽产品加工技术[M]. 北京: 北京出版社, 2000: 4-6.
- [6] 张志强, 孙杨赢, 潘道东, 等. 两种保鲜液对冷却鸭胸肉品质的影响[J]. 食品工业科技, 2016, 37(18): 324-328; 335. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2016.18.053.



- [7] 王晓香, 夏杨毅, 张斌斌, 等. 不同包装方式对黑山羊冷鲜肉保鲜效果的比较[J]. 包装工程, 2014, 35(7): 11-16; 59. DOI:10.19554/j.cnki.1001-3563.2014.07.003.
- [8] 黄明焜, 师振强, 李志成, 等. 乳源抗菌肽复合生物保鲜剂对冷却牛肉货架期的影响[J]. 食品科学, 2018, 39(23): 212-220. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201823032.
- [9] 赵菲, 刘敬斌, 关文强, 等. 超高压处理对冰温保鲜牛肉品质的影响[J]. 食品科学, 2015, 36(2): 238-241. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201502046.
- [10] 刘雪, 刘娇, 周鹏, 等. 冰鲜鸡肉品质及其货架期的研究进展与展望[J]. 现代食品科技, 2017, 33(3): 328-340. DOI:10.13982/j.mfst.1673-9078.2017.3.049.
- [11] 党晓燕, 王凯丽, 王玮, 等. 天然保鲜剂对猪肉微冻贮藏中生物胺含量的影响[J]. 食品科学, 2017, 38(7): 253-259. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201707040.
- [12] 曾少甫, 胡长鹰, 匡衡峰, 等. 肉桂醛在壳聚糖复合活性包装膜中的释放及在鲜猪肉冷藏中的应用[J]. 食品科学, 2018, 39(9): 182-189. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201809028.
- [13] ANANG D M, RUSUL G, BAKAR J, et al. Effects of lactic acid and lauricidin on the survival of *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enteritidis* and *Escherichia coli* O157:H7 in chicken breast stored at 4 °C[J]. Food Control, 2007, 18(8): 961-969. DOI:10.1016/j.foodcont.2006.05.015.
- [14] 李鹏, 王红提, 孙玉凤, 等. 高压静电场对不同包装冷鲜鸡肉贮藏过程中产品特性的影响[J]. 肉类研究, 2018, 32(11): 36-40. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201811006.
- [15] 李莎莎, 计红芳, 张令文, 等. 冰温保鲜过程中鸡肉品质及微观结构的变化[J]. 食品与发酵工业, 2019, 45(16): 201-207. DOI:10.13995/j.cnki.11-1802/ts.020553.
- [16] HASAPIDOU A, SAVVAIDIS I N. The effects of modified atmosphere packaging, EDTA and oregano oil on the quality of chicken liver meat[J]. Food Research International, 2011, 44(9): 2751-2756. DOI:10.1016/j.foodres.2011.06.011.
- [17] 彭涛, 邓洁红, 谭兴和, 等. 微冻贮藏对猪肉品质的影响研究[J]. 制冷学报, 2012, 33(3): 74-78. DOI:10.3969/j.issn.0253-4339.2012.03.074.
- [18] 许立兴, 荆红彭, 赵菲, 等. 冰温贮藏对鸭胸肉品质变化的影响[J]. 食品科学, 2015, 36(14): 222-227. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201514043.
- [19] 许立兴, 薛晓东, 仵轩轩, 等. 微冻及冰温结合气调包装对羊肉的保鲜效果[J]. 食品科学, 2017, 38(3): 232-238. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201703038.
- [20] SOYER A, OZALP B, DALMIS U, et al. Effects of freezing temperature and duration of frozen storage on lipid and protein oxidation in chicken meat[J]. Food Chemistry, 2010, 120(4): 1025-1030. DOI:10.1016/j.foodchem.2009.11.042.
- [21] UTRERA M, MORCUENDE D, ESTEVEZ M. Temperature of frozen storage affects the nature and consequences of protein oxidation in beef patties[J]. Meat Science, 2014, 96(3): 1250-1257. DOI:10.1016/j.meatsci.2013.10.032.
- [22] 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): 17-22; 28. DOI:10.3969/j.issn.2096-1553.2016.1.004.
- [23] 葛庆联, 唐修君, 樊艳凤, 等. 冰温贮藏对黄羽肉鸡肌肉感官品质和游离氨基酸变化的影响[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(21): 7220-7224. DOI:10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.2019.21.026.
- [24] 陈泰怡, 万金庆, 王国强. 冷藏与冰温贮藏鸭肉的实验比较[J]. 食品工业科技, 2008, 206(6): 271-273. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2008.06.073.
- [25] 辜雪冬, 孙术国, 杨飞艳, 等. 冰温或冷藏对牦牛肉贮藏品质及水分迁移的影响[J]. 农业工程学报, 2019, 35(16): 343-350. DOI:10.11975/j.issn.1002-6819.2019.16.038.
- [26] LIU Dasong, LIANG Li, XIA Wenshui et al. Biochemical and physical changes of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) fillets stored at -3 and 0 °C[J]. Food Chemistry, 2013, 140(1): 105-114. DOI:10.1016/j.foodchem.2013.02.034.
- [27] 胡玥, 杨水兵, 余海霞, 等. 微冻保鲜方法对带鱼品质及组织结构的影响[J]. 食品科学, 2016, 37(18): 290-297. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201618046.
- [28] ANDO M, NAKAMURA H, HARADA R, et al. Effect of super chilling storage on maintenance of freshness of kuruma prawn[J]. Food Science and Technology Research, 2004, 10(1): 25-31. DOI:10.3136/fstr.10.25.
- [29] 刘玺, 宋照军, 王树宁, 等. 鲜猪肉微冻保鲜技术的初步研究[J]. 食品工业科技, 2008, 209(9): 112-114. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2008.09.023.
- [30] 孙凯旋, 陶乐仁, 姜云北. 微冻保鲜对牛肉贮藏品质的影响[J]. 食品与发酵科技, 2015, 51(6): 22-26. DOI:10.3969/j.issn.1674-506X.2015.06-005.
- [31] 杨瑾莉, 罗司嘉, 丁皓玥, 等. 液氮速冻对火龙果块微生物和品质的影响研究[J]. 制冷学报, 2020, 41(3): 91-101. DOI:10.3969/j.issn.0253-4339.2020.03.091.
- [32] 张洪杰, 于刚, 杨少玲, 等. 船上液氮速冻技术对金枪鱼保鲜质量的影响[J]. 广东农业科学, 2014, 41(4): 122-125; 135. DOI:10.16768/j.issn.1004-874x.2014.04.008.
- [33] YU Shifeng, MA Ying, SUN Dawen. Effects of freezing rates on starch retrogradation and textural properties of cooked rice during storage[J]. LWT-Food Science and Technology, 2010, 43(7): 1138-1143. DOI:10.1016/j.lwt.2010.03.004.
- [34] FAROUK M M, WIELICZKO K J, MERTS I. Ultra-fast freezing and low storage temperatures are not necessary to maintain the functional properties of manufacturing beef[J]. Meat Science, 2003, 66(1): 171-179. DOI:10.1016/S0309-1740(03)00081-0.
- [35] 李志新, 胡松青, 陈玲, 等. 食品冷冻理论和技术的进展[J]. 食品工业科技, 2007, 194(6): 116; 223-225. DOI:10.3969/j.issn.1002-0306.2007.06.073.
- [36] MUELA E, SANUDO C, CAMPO M M, et al. Effect of freezing method and frozen storage duration on lamb sensory quality[J]. Meat Science, 2012, 90(1): 209-215. DOI:10.1016/j.meatsci.2011.07.003.
- [37] HUGAS M, GARRIGA M, MONFORT J M. New mild technologies in meat processing: high pressure as a model technology[J]. Meat Science, 2002, 62(3): 359-371. DOI:10.1016/S0309-1740(02)00122-5.
- [38] 常江. 超高压保压时间对冷鲜肉品质的影响[J]. 哈尔滨商业大学学报(自然科学版), 2015, 31(3): 338-340. DOI:10.3969/j.issn.1672-0946.2015.03.021.
- [39] LIU Fengxia, WANG Yongtao, BI Xiufang, et al. Comparison of microbial inactivation and rheological characteristics of mango pulp after high hydrostatic pressure treatment and high temperature short time treatment[J]. Food and Bioprocess Technology, 2013, 6(10): 2675-2684. DOI:10.1007/s11947-012-0953-z.
- [40] GAYAN E, TORRES J A, PAREDES S D. Hurdle approach to increase the microbial inactivation by high pressure processing: effect of essential oil[J]. Food Engineering Reviews, 2012, 4(3): 141-148. DOI:10.1007/s12393-012-9055-y.
- [41] 白艳红, 杨公明, 德力格尔桑. 高压处理对牛、羊肌肉感官特性及显微结构的影响[J]. 食品工业科技, 2004, 25(5): 67-69. DOI:10.3969/j.issn.1002-0306.2004.05.019.



- [42] 马汉军, 赵良, 潘润淑, 等. 高压和热结合处理对鸡肉pH、嫩度和脂肪氧化的影响[J]. 食品工业科技, 2006, 27(8): 56-59. DOI:10.3969/j.issn.1002-0306.2006.08.014.
- [43] KRUK Z A, YUN H J, RUTLEY D L, et al. The effect of high pressure on microbial population, meat quality and sensory characteristics of chicken breast fillet[J]. Food Control, 2011, 22(1): 6-12. DOI:10.1016/j.foodcont.2010.06.003.
- [44] 靳烨, 南庆贤. 高压处理对牛肉感官特性与食用品质的影响[J]. 农业工程学报, 2004, 20(5): 196-199. DOI:10.3321/j.issn.1002-6819.2004.05.043.
- [45] NEETOO H, NEKOOZADEH S, JIANG Z, et al. Application of high hydrostatic pressure to decontaminate green onions from *Salmonella* and *Escherichia coli* O157:H7[J]. Food Microbiology, 2011, 28(7): 1275-1283. DOI:10.1016/j.fm.2011.05.005.
- [46] ALEMAN G, FARKAS D F, TORRES A, et al. Ultra-high pressure pasteurization of fresh cut pineapple[J]. Journal of Food Protection, 1994, 57(10): 931-934. DOI:10.4315/0362-028X-57.10.931.
- [47] KARIM N U, KENNEDY T, LINTON M, et al. Effect of high pressure processing on the quality of herring (*Clupea harengus*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) stored on ice[J]. Food Control, 2011, 22(3): 476-484. DOI:10.1016/j.foodcont.2010.09.030.
- [48] JUAN C, SUAREZ R, MICHAEL M T. Effect of high pressure processing (HPP) on shelf life of albacore tuna (*Thunnus alalunga*) minced muscle[J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2006, 7(1): 19-27. DOI:10.1016/j.ifset.2005.08.004.
- [49] 靳烨, 南庆贤. 高压处理对牛肉保藏性能的影响[J]. 肉类研究, 2000, 19(1): 41-44. DOI:10.3969/j.issn.1001-8123.2000.01.016.
- [50] 姚尧, 毕晓彤, 熊凤娇, 等. 不同气体组分气调包装对冷鲜肉肉贮藏品质的影响[J]. 肉类研究, 2018, 32(8): 51-56. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201808009.
- [51] 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(1): 263-268. DOI:10.1016/j.lwt.2013.09.010.
- [52] 韩吉娜, HIPPOLYTE K S, 杨鸿博, 等. 气调包装对冷却鸭肉的保鲜效果研究[J]. 食品与发酵工业, 2019, 45(9): 159-164. DOI:10.13995/j.cnki.11-1802/ts.018894.
- [53] 李成梁, 靳国锋, 马素敏, 等. 辐照对肉品品质影响及控制研究进展[J]. 食品科学, 2016, 37(21): 271-278. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201621046.
- [54] 曹宏, 蒋云升, 赖宏刚, 等. 辐照综合保鲜对冷鲜鸡货架期的影响[J]. 核农学报, 2017, 31(9): 1746-1752. DOI:10.11869/j.issn.100-8551.2017.09.1746.
- [55] LACROIX M, SMORAGIEWICZ W, JOBIN M, et al. Protein quality and microbiological changes in aerobically- or vacuum-packaged, irradiated fresh pork loins[J]. Meat Science, 2000, 56(1): 31-39. DOI:10.1016/S0309-1740(00)00016-4.
- [56] 王宁, 王晓拓, 王志东, 等. 电子束辐照剂量率对真空包装冷鲜牛肉品质的影响[J]. 现代食品科技, 2015, 31(7): 241-247. DOI:10.13982/j.mfst.1673-9078.2015.7.038.
- [57] 程述震, 王宁, 王晓拓, 等. 电子束和 γ 射线辐照对冷鲜猪肉保鲜效果的研究[J]. 核农学报, 2016, 30(5): 897-903. DOI:10.11869/j.issn.100-8551.2016.05.0897.
- [58] 中华人民共和国卫生部. 辐照冷冻包装畜禽肉类标准: GB 14891.7—1997[S]. 北京: 中国标准出版社, 1997.
- [59] 孙梦桐, 林洋, 马欢欢, 等. Nisin、山梨酸钾复合抑制尹家鸡翅中腐败菌的研究[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(16): 179-184. DOI:10.3969/j.issn.1005-6521.2017.16.039.
- [60] 侯温甫, 欧阳何一, 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): 278-285. DOI:10.7506/spkx1002-6630-20180613-226.
- [61] KRISHNAN K R, BABUSKIN S, BABU P A S, et al. Antimicrobial and antioxidant effects of spice extracts on the shelf life extension of raw chicken meat[J]. International Journal of Food Microbiology, 2014, 171(1): 32-40. DOI:10.1016/j.ijfoodmicro.2013.11.011.
- [62] 张盼, 王俊平. 壳聚糖-普鲁兰多糖复合抗菌保鲜膜对冷鲜牛肉的保鲜效果[J]. 中国食品学报, 2020, 20(6): 194-201. DOI:10.16429/j.1009-7848.2020.06.024.
- [63] KHANJARI A, KARABAGIAS I K, KONTOMINAS 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(1): 94-99. DOI:10.1016/j.lwt.2013.02.012.
- [64] 王晓英, 刘长蛟, 段连海, 等. 蒲公英总黄酮提取物在冷鲜猪肉涂膜保鲜中的应用[J]. 食品科学, 2014, 35(6): 214-218. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201406046.
- [65] 刘恩超, 代钰, 李祥慧, 等. 有机酸对冷鲜猪肉气调贮藏品质的影响[J]. 食品工业, 2018, 39(9): 77-80.
- [66] 李建雄, 谢晶, 潘迎捷. 冰温对猪肉的新鲜度和品质的影响[J]. 食品工业科技, 2009, 30(9): 67-70.
- [67] 薛松, 万金庆, 张丹丹, 等. 冰温贮藏对鸡肉鲜度和游离氨基酸变化的影响[J]. 江苏农业科学, 2010, 278(6): 411-413. DOI:10.3969/j.issn.1002-1302.2010.06.163.
- [68] 吴艺鸣. 冷链运输中不同包装方式对生鲜猪肉品质的比较分析[J]. 现代食品科技, 2020, 36(3): 127-132. DOI:10.13982/j.mfst.1673-9078.2020.3.017.