

冷鲜肉保鲜包装技术现状和发展趋势

姚倩儒¹, 陈历水^{1,2}, 李慧^{1,3}, 杨海莺^{1,4}, 王申丽¹, 王静⁵

(1.中粮营养健康研究院有限公司,北京 102209;2.老年营养食品研究北京市工程实验室,北京 102209;
3.现代粮食流通与安全协同创新中心,北京 102209;4.营养健康与食品安全北京市重点实验室,
北京 102209;5.北京工商大学 北京食品营养与人类健康高精尖创新中心,北京 100048)

摘要: **目的** 研究现阶段冷鲜肉保鲜包装技术的工艺流程、保鲜效果、研究进展等, 以期冷鲜肉包装的选用提供指导。**方法** 采用文献调研法, 搜集汇总国内外关于冷鲜肉保鲜包装技术的研究, 分析各种技术的特点和适用范围。**结论** 虽然现阶段应用最广泛的为真空包装保鲜技术和气调包装保鲜技术, 但是将多种保鲜技术相结合, 取长补短, 协同发挥作用, 理论上要优于单独保鲜技术, 这将是未来肉品保鲜的研究和发展趋势, 主要包括物理保鲜技术与包装技术相结合, 以及生物化学保鲜技术与包装技术相结合。此外, 选择包装材料要综合考虑多方面因素, 并不是阻隔性越好的材料越有利于保鲜。

关键词: 保鲜包装技术; 真空包装; 气调包装

中图分类号: TB485.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)09-0194-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.09.027

Current Situation and Development Trend of Packaging Technology for Chilled Fresh Meat

YAO Qian-ru¹, CHEN Li-shui^{1,2}, LI Hui^{1,3}, YANG Hai-ying^{1,4}, WANG Shen-li¹, WANG Jing⁵

(1.COFCO Nutrition & Health Research Institute Co., Ltd., Beijing 102209, China; 2.Beijing Engineering Laboratory of Geriatric Nutrition & Food, Beijing 102209, China; 3.Collaborative Innovation Center of Modern Grain Circulation and Security, Beijing 102209, China; 4.Beijing Key Laboratory of Nutrition, Health and Food Safety, Beijing 102209, China; 5.Beijing Advanced Innovation Center for Food Nutrition and Human Health, Beijing Technology & Business University, Beijing 100048, China)

ABSTRACT: This paper aims to study the technological process, fresh-keeping effect and research progress of fresh-keeping packaging technology of chilled fresh meat, so as to provide readers with guidance on the selection of chilled fresh meat packaging. This paper collected and summarized the domestic and foreign research on the fresh-keeping packaging technology of chilled fresh meat, and analyzed the characteristics and application scope of various technologies by using the method of literature research. Vacuum packaging technology and modified atmosphere packaging technology are the most widely used at present. The combination of various preservation technologies, including the combination of physical preservation technology and packaging technology and the combination of biochemical preservation technology and packaging technology, will be the future research and development trend of meat preservation, because it can complement each other and play a synergistic role. Theoretically, it is better than the single preservation technology. In addition, many factors should be taken into consideration in the selection of packaging materials. It is

收稿日期: 2020-09-16

基金项目: 北京市科技计划 (Z191100008619003)

作者简介: 姚倩儒 (1994—), 女, 助理工程师, 主要研究方向为食品包装工艺及技术。

通信作者: 王静 (1976—), 女, 北京工商大学教授, 主要研究方向为生物技术在食品工业中的应用。

not that the better the barrier is, the better the preservation is.

KEY WORDS: fresh-keeping packaging technology; vacuum packing; modified atmosphere packaging

随着消费者生活水平的不断提高和消费观念的逐步转变,人们对鲜肉的质量和食品安全要求越来越高。保持鲜肉良好的新鲜度不仅关系到食品安全问题,也与肉制品行业的持续发展息息相关,因此如何延长冷藏鲜肉保鲜期已成为行业研究的热点^[1]。包装使食品更加方便储藏和运输,从微生物、生物和化学变化等方面为食品提供了更大的安全保证,延长了包装食品的货架期。

作为消费者最直观的感受,以前商超里面的肉制品多以裸露的形式展示给消费者,如今随着我国食品级生鲜超市的发展和冷链的不断完善,更多以盒装、袋装等预包装形式的冷鲜肉展现出来。这一趋势的变化是因为包装鲜肉可以延缓鲜肉腐败,减少汁液流失,并使肉的色泽保持鲜红色^[2]。文中对现阶段冷鲜肉保鲜包装技术(真空包装保鲜技术、气调包装保鲜技术和多种保鲜技术相结合等)的工艺流程、保鲜效果、研究进展等进行阐述,以期冷鲜肉包装的选用提供参考。

1 真空包装

真空包装技术是一种用于延长冷鲜肉货架期和肉品质量的常用包装技术,采用高阻隔性复合包装材料,降低鲜肉周围的空气密度,从而抑制肌红蛋白和脂肪的氧化,以及好氧微生物的生长。真空包装技术具体应用在冷鲜肉保鲜分为真空收缩包装、真空热成型包装和真空贴体包装。

1.1 真空收缩包装

现阶段,真空收缩包装主要用于冷鲜肉包装,将内包物真空密封后放入热水或热通道内(80~82℃,保持1~2s),包装袋收缩成冷鲜肉原有的形状,成为肉的第2层皮。收缩使包装与肉块贴合更加紧密,外观更加美观,提升了肉品的吸引力;包装袋收缩消除了薄膜褶皱和由其产生的毛细吸水现象,最大程度降低了血水从肉中渗出;由于收缩作用,阻隔塑料袋薄膜的厚度增加,从而增强了其耐磨性和阻隔性能^[3]。多层共挤出聚偏二氯乙烯(PVDC)高阻隔薄膜是用于真空收缩常用的包装材料,其具有高收缩性、高阻隔性、良好的热封性能和韧性^[4]。

1.2 真空热成型包装

真空热成型包装是利用向下挤出水冷加工工艺制成的薄膜经加热可再次软化的性能,借助薄膜2面压差或单面机械压力的作用。为了得到合适形状成型薄膜,需要使用适当的模具^[5]。相较于其他成型方

法,真空热成型工艺制造出的产品更薄、更轻,运输、仓储和使用也更加便捷,可以适用于各种异型的肉类产品,生产效率高。用于真空热成型的主要包装材料有聚苯乙烯(PS)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚氯乙烯(PVC)、聚丙烯(PP)等^[6]。

1.3 真空贴体包装

衬底托盘和塑料盖膜是组成真空贴体包装的主要组成部分。贴体包装的工艺过程:首先将被包装产品放置在衬底托盘处;然后为了使特质贴体塑料能紧紧包裹在产品表面,将贴体塑料包裹在产品表面,用加热与抽真空的同时作用使之紧贴于产品,并且与衬底托盘一同封合^[7]。真空贴体包装基板托盘要求具有良好的拉伸性能、良好的阻隔性、高强度和较强的耐压性,其结构一般为高阻隔的PVC或PET复合片材,如VMPET/PE/EVOH/PE、PVC/PE/EVOH/PE等(其中VMPET为聚酯镀铝膜,EVOH为乙烯-乙烯醇共聚物,PE为聚乙烯);真空贴体包装盖膜通常是多层高阻隔共挤材料,内层一般为乙烯-醋酸乙烯共聚物(EVA)树脂,具有良好的热粘合性和弹性。真空贴体包装不需要任何模具,对于不同大小和形状的产品,可以使用特殊的透明贴体盖膜来达到贴近食品和密封包装的效果,具有方便、经济、高效等优点^[8]。

1.4 冷鲜肉真空包装保鲜技术研究现状

国内外对真空包装冷鲜肉的保鲜效果进行了很多研究。张楠等^[9]研究了冷却猪肉在真空热缩包装和无包装情况下的品质和货架期等方面的差异,通过测定微生物、肉品品质指标测定和感官评价,证明真空热缩包装不但降低了微生物的生长速度和运销成本,并且改善了肉品颜色,延长了产品货架期。路立立等^[10]研究了2种不同阻隔性的收缩包装材料对真空收缩包装冷却猪通脊肉贮藏期间品质的影响,以托盘包装作为对照,其中托盘材质为PE,高阻隔收缩材料为PVDC/PE,低阻隔材料为EVA/PE,对冷却肉的菌落总数、挥发性盐基氮、色差、保水性、剪切力、蛋白质氧化和肌原纤维蛋白变化等指标进行检测,结果表明,高阻隔性的真空收缩包装延长3d左右的货架期,高阻隔收缩材料更加适合冷鲜肉的长期保存;高阻隔性的收缩包装使冷却肉呈现紫红色,暴露在空气后恢复成亮红色,有利于保持肉品色泽,并抑制肌原纤维蛋白的氧化,促进蛋白质降解。秦凤贤等^[11]研究了3种不同包装方式(真空热缩包装、真空贴体包装和气调包装)对冷鲜鹿肉在(0±2)℃储藏条件下品质的影响,通过对水分流失率、挥发性盐基氮值、pH值和菌落总数等指标的分析,表明在冷藏条件相

的前提下,真空热缩包装的鹿肉保鲜效果最好且保质期最长,气调包装的产品色泽最好但保质期最短。

María 等^[12]研究了普通托盘包装、真空包装、高氧气调包装(O_2 (体积分数为 80%)+ CO_2 (体积分数为 20%))和低氧气调包装(O_2 (体积分数为 30%)+ CO_2 (体积分数为 70%))等 4 种不同包装形式对新鲜驴肉货架期的影响。将样品置于 2℃ 的环境中贮藏 14 d,通过对不同包装方式下肉的 pH 值、颜色、脂肪和蛋白氧化、微生物计数和感官评价的分析,得出样品在普通托盘包装和高氧气调包装中的保质期最长为 10 d,在低氧气调包装中的保质期接近 14 d,在真空包装中的保质期超过 14 d。Pennacchia 等^[13]研究了 9 种不同牛肉样品在 4℃ 下贮藏在空气中或真空包装中导致牛肉腐败的相关微生物群,通过对贮藏前、贮藏第 7 天和第 20 天的相关指标检测,表明真空包装降低了假单胞菌和肠杆菌科细菌的活菌数,乳酸菌(LAB)的生长不受影响,真空包装贮藏主要影响活菌数,不一定影响肉上微生物种群的物种多样性;在空气或真空包装的肉类样品中都存在发光细菌,这表明该菌可能在腐败过程中起一定作用。

2 气调包装

气调包装是现阶段尤其是国外保存肉类广泛使用的方法。气调包装是将包装中的气体替换成适合食品保鲜的气体,常用的气体是 O_2 , N_2 和 CO_2 ,其目的是抑制微生物生长,减缓氧化反应速度,并且防止酶促反应,进而延长产品货架期^[14]。冷鲜肉气调包装的基本原理是利用高阻隔性的材料(塑料托盘和封盖膜)使包装中难以进入外界空气。

2.1 气调包装保鲜机理

适当浓度的 O_2 可以保持肉的鲜红色,并且抑制厌氧微生物的生长,较高浓度的 O_2 能促进生成氧合肌红蛋白,从而使肉保持鲜红色泽,并延长其货架期^[15-18]。过高浓度的 O_2 使肉品嫩度降低, O_2 浓度越高,肉品嫩度下降越快^[19-20]。反之,低浓度 O_2 的肉品大部分呈现暗红色,不过适当低浓度的 O_2 可抑制脂肪氧化和微生物生长,使货架期延长^[21]。 CO 也常被用来改善肉品的色泽,其原理是 CO 与肌红蛋白作用,形成碳氧肌红蛋白,从而使肉品保持鲜红的色泽; CO 的使用在一些国家有争议,这是因为 CO 存在潜在毒性,大多数国家不允许在肉类包装中使用 CO ^[22-29]。 CO_2 类似于一种气体抑菌剂, CO_2 含量的变化对气调包装内冷却肉的菌落总数、肠杆菌科和假单胞菌属等细菌的生长有抑制作用,适当的 CO_2 气体比例可以延长货架期,抑制肉品微生物生长,其副作用是使肉类发酸^[30-31]。 N_2 作为惰性气体充入包装内部,不但降低了脂肪氧化速度、微生物生长速度等,

而且降低了肉品的汁液损失率^[32]。

2.2 冷鲜肉气调包装保鲜技术研究现状

国内外对气调包装冷鲜肉的保鲜效果、气体比例优化等方面进行了很多研究。林顿^[31]研究了在-2℃ 微冻条件下,气调包装充气比例对猪肉保鲜的效果,研究表明, CO_2 体积分数在 40% 以下对猪肉的抑菌效果越好,同时会使肉类发酸,肉的颜色也会向褐色转变; O_2 能使肉的颜色呈鲜红色,同时会加速其腐败变质;通过 CO_2 和 O_2 气体一定比例的组合实验,得出当气体配比为 CO_2 (体积分数为 40%)+ O_2 (体积分数为 60%),猪肉的保鲜期可延长到 24 d。Bağdatli 等^[33]研究了无包装、真空包装、气调包装(O_2 (体积分数为 60%)+ CO_2 (体积分数为 40%))和含氮气调包装(O_2 (体积分数为 60%)+ CO_2 (体积分数为 20%)+ N_2 (体积分数为 20%))等 4 种不同包装形式对牛排品质和货架期的影响。通过对物理、化学、感官等的分析,结果表明,4 种包装形式样品的持水量都显著下降,其中真空包装样品持水量下降得最小,在感官颜色方面的评价效果最好,从脂肪氧化水平来看,真空包装样品可能提供最长的保质期。何帆^[34]比较了 PA/EVOH/PE(PA 为尼龙/聚酰胺)复合真空包装、PVC 普通托盘包装、EVOH/PE 气调包装等 3 种包装形式对猪肉的保鲜效果。通过测定颜色、挥发性盐基氮(TVBN)值、pH 值和微生物等指标,结果表明,TVBN 值和细菌总数持续增加,肉品的 pH 值和色差值总体呈现先下降后上升的趋势,其中,托盘包装方式下各数值变化较快,气调包装方式下各项数值相对最优,在 4℃ 的储存环境下,普通托盘包装的货架期可达到 8 d,真空包装和气调包装可达到 15 d 以上。

3 多种保鲜技术组合

随着对冷鲜肉保鲜技术研究的不断深入,多种保鲜技术相结合,取长补短,协同发挥作用是未来肉品保鲜的一个趋势,例如物理保鲜技术与包装技术相结合、生物化学保鲜技术与包装技术相结合等^[35-36]。

3.1 物理保鲜技术与包装技术相结合

冷鲜肉物理保鲜技术主要通过温度、压力、辐射等物理因素的改变来延长货架期。

通过温度改变来延长肉品货架期的技术主要为冰温保鲜技术。冰温保鲜指在生物体冻结点以上、0℃ 以下的温度带进行储藏的保鲜技术^[37]。Liu 等^[38]研究比较了新鲜牛肉分别在冰温(-1℃)、冷藏(4℃)和冷冻(-18℃)贮藏条件下牛肉品质的变化,结果表明,冷藏牛肉贮藏 8 d 后腐烂严重,冷冻牛肉无明显变化,冰温牛肉可延长货架期至 20 d,并保持较高的品质。Duun 等^[39]研究了真空包装猪排在-2.0℃冰

温和3.5℃冷藏下贮藏16周后的感官、物理、生化和微生物指标,结果表明,在冰温条件下猪排的货架期显著延长,在整个储存期间猪排保持了良好的感官质量和较低的微生物数量。综上所述,在冰温状态下,鲜肉不存在冻结,生理活性降到最低,腐败变质的速率显著降低,有效延长了产品的保鲜时间,达到长期保鲜的目的,使损失降到最低。

通过压力延长肉品货架期的技术主要为超高压技术。超高压技术是一种新兴的食品加工技术,也被称为液态静高压技术或高压技术,一般是指使用100 MPa以上(一般为100~1000 MPa)的压力通过介质在室温或者特定温度对食品物料进行处理,从而达到改变物料性质和理化反应速率、灭菌等效果^[40]。超高压技术在肉品中应用较广,其作用于鲜肉可以起到杀菌、提高肉品保质期等作用,还可以改善肉的脂肪氧化、凝聚性、嫩度、风味和乳化性^[41]。谢晶等^[42]研究了超高压(290 MPa、6 min)结合真空包装和气调包装对在4℃下冷藏带鱼品质的影响,并对感官、菌落总数、挥发性盐基氮值、硫代巴比妥酸值、肌动球蛋白溶出量和肌动球蛋白的总巯基含量进行了测定,结果表明,真空包装组延长冷藏带鱼货架期至11 d,气调包装组可延长货架期至21 d。

辐照保鲜技术是一种利用电子射线或电离辐射产生的射线对肉品进行辐照,从而达到保鲜效果的保鲜技术^[43]。这些高能带电或不带电的射线与微生物发生反应,使它们的生长发育和新陈代谢受到抑制,从而杀灭食品表层微生物,延长肉的贮藏时间。王宁等^[44]研究比较了电子束辐射剂量率对真空包装冷鲜牛肉品质的影响,在2 kGy的辐照剂量下,对真空包装的冷鲜牛肉分别采用不同剂量率(0, 700, 1500, 2500, 3500 Gy/s)进行处理,之后在2℃的环境中储藏15 d。期间分别对微生物指标和挥发性盐基氮值、硫代巴比妥酸值、过氧化值、色泽等进行测定,结果表明,剂量为2500 Gy/s的综合辐照效果最佳。虽然辐射保鲜技术操作简便、能耗低,易于推广使用,但可能存在影响肉类风味的风险。

3.2 生物化学保鲜技术与包装技术相结合

生物化学性保鲜技术是一种通过向冷鲜肉的包装内添加生物和化学保鲜剂的方法,从而起到延长肉品货架期的作用^[45]。常用的化学保鲜剂有乳酸、抗坏血酸、山梨酸、乙酸、甲酸、复合磷酸盐类、柠檬酸及其盐类等^[46]。随着绿色食品的兴起,天然保鲜剂成为主流,主要有乳酸链球菌素、溶菌酶、壳聚糖、海藻糖、茶多酚和天然香辛料提取物等^[47]。

Gouveia等^[48]研究了乙二胺四乙酸(EDTA)、百里香精油和迷迭香精油结合真空包装技术对鸡胸肉保鲜的影响,分别制备了空气包装组,真空包装组,真空包装与EDTA组,真空包装与百里香精油组,真

空包装与迷迭香精油组,并在(4±0.5)℃下贮藏18 d,通过对微生物分析发现,百里香精油和迷迭香精油对李斯特氏菌(ATCC(美国模式培养物集存库)标准菌株)单核细胞增生具有很好的抑菌效果,适合应用于牛肉的冷藏保鲜。张赟彬等^[49]研究了气调包装与荷叶精油复合作用对散装鲜肉的保鲜效果,测定不同浓度的荷叶精油分别与高氧气调包装或低氧气调包装复合作用处理鲜肉后的感官指标、pH值和菌落总数,虽然货架期可以延长7 d,但肉的颜色不能保持鲜艳的颜色。马培忠^[50]研究了采用茶多酚涂膜包装材料的气调包装对鸡肉品质的影响,通过对TVBN值、pH值、硫代巴比妥酸值(TBA值)和菌落总数的分析,得出质量分数为0.03%的茶多酚涂膜结合气调包装能使鸡肉整体感官和品质保持良好的状态。

4 结语

无论是真空包装还是气调包装都是借助包装内部的气体环境抑制微生物的生长繁殖,延长冷鲜肉的货架期,同时每种包装方式的适用条件也有所不同。真空包装在整个贮藏过程中,包装内部压力变化导致汁液损失严重;真空贴体包装能更好地维持肉品的系水力,可能是由于贴体包装限制了肉品的汁液外渗。相较于真空包装,虽然气调包装不一定比真空包装的货架期长,但是这种包装形式能减少产品受压和血水渗出,同时合理的气体比例有利于保持鲜肉良好的色泽。此外,选择包装材料要综合考虑多方面因素,并不是阻隔性越好的材料越有利于保鲜。多种保鲜技术相结合,取长补短,协同发挥作用,理论上要优于单独保鲜技术,这将是未来肉品保鲜的研究和发展趋势。

参考文献:

- [1] 李晓波. 原料肉冷却保鲜过程中存在的问题及质量控制[J]. 农产品加工(学刊), 2014(17): 73—75.
LI Xiao-bo. Quality Control Strategy on the Raw Meat Refrigerating and Freshness[J]. Academic Periodical of Farm Products Processing, 2014(17): 73—75.
- [2] BAĞDATLI A, KAYAARDI S. Influence of Storage Period and Packaging Methods on Quality Attributes of Fresh Beef Steaks[J]. CyTA-Journal of Food, 2015, 13(1): 124—133.
- [3] 孟鸿菊. 真空热缩包装技术在我国鲜肉保鲜工业中的发展[J]. 肉类工业, 2007(9): 35—37.
MENG Hong-ju. Development of the Vacuum Pyrocondensation Packing Technology in Fresh Meat Freshness Industry in China[J]. Meat Industry, 2007(9): 35—37.

- [4] 熊焰. “希悦尔”真空收缩包装的高阻隔性和高收缩性为中国的肉类产品带来绿色创新[J]. 塑料包装, 2014, 24(2): 9—10.
XIONG Yan. The High Barrier and Shrink Performance of Sealed Air's Vacuum Shrink Bag Brings Green Innovation to Chinese Meat Products[J]. Plastic Packaging, 2014, 24(2): 9—10.
- [5] 彭润玲, 谢元华, 张志军, 等. 真空包装的现状与发展趋势[J]. 真空, 2019, 56(2): 9—23.
PENG Run-ling, XIE Yuan-hua, ZHANG Zhi-jun, et al. Present Situation and Development Trend of Vacuum Packaging[J]. Vacuum, 2019, 56(2): 9—23.
- [6] 王淑慧. 基于异形包装件的多腔式薄膜热成型技术研究[D]. 无锡: 江南大学, 2017: 23—26.
WANG Shu-hui. Research on Multi-Cavity Thermoforming by Film of Irregular Package[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2017: 23—26.
- [7] 马雪飞, 杜志龙, 马季威, 等. 食品用贴体包装技术及设备研究进展[J]. 中国农机化学报, 2018, 39(5): 106—111.
MA Xue-fei, DU Zhi-long, MA Ji-wei, et al. Research Progress of Skin Packaging Technology and Equipment for Food[J]. Journal of Chinese Agricultural Mechanization, 2018, 39(5): 106—111.
- [8] 吴瑞平. 贴体包装技术及应用[J]. 包装与食品机械, 2010, 28(4): 65—69.
WU Rui-ping. Skin Packaging Technology and Application[J]. Packaging and Food Machinery, 2010, 28(4): 65—69.
- [9] 张楠, 王帅武, 黄伟, 等. 真空热收缩包装在冷却猪肉保鲜中的应用[J]. 肉类研究, 2015, 29(5): 18—21.
ZHANG Nan, WANG Shuai-wu, HUANG Wei, et al. Application of Vacuum Heat Shrinkable Packaging in Chilled Pork Preservation[J]. Meat Research, 2015, 29(5): 18—21.
- [10] 路立立, 胡宏海, 张春江, 等. 真空收缩包装对冷却肉品质的影响[J]. 中国食品学报, 2016, 16(6): 145—152.
LU Li-li, HU Hong-hai, ZHANG Chun-jiang, et al. The Effect of Vacuum Shrink Packaging on Quality of Chilled Pork Meat[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2016, 16(6): 145—152.
- [11] 秦凤贤, 胡铁军, 闫晓侠, 等. 不同包装方式对冷却鹿肉品质的影响[J]. 肉类研究, 2014, 28(5): 33—36.
QIN Feng-xian, HU Tie-jun, YAN Xiao-xia, et al. Effects of Different Packaging Methods on Quality of Chilled Deer Meat[J]. Meat Research, 2014, 28(5): 33—36.
- [12] MARÍA G, JOSÉ M L. Effect of Packaging Conditions on Shelf-Life of Fresh Foal Meat[J]. Meat Science, 2012, 91(4): 513—520.
- [13] PENNACCHIA C, ERCOLINI D, VILLANI F. Spoilage-Related Microbiota Associated with Chilled Beef Stored in Air or Vacuum Pack[J]. Food Microbiology, 2011, 28(1): 84—93.
- [14] 潘松年. 包装工艺学[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2011: 200—203.
PAN Song-nian. Packaging Technology[M]. Beijing: Printing Industry Press, 2011: 200—203.
- [15] 吕永平, 徐幸莲, 徐鑫. 不同包装方式对二段冷却法冷鲜猪肉品质及货架期影响的研究[J]. 通化师范学院学报, 2014, 35(3): 46—48.
LYU Yong-ping, XU Xing-lian, XU Xin. Effects of Different Packaging Methods on Quality and Shelf Life of Chilled Pork with Two Stage Cooling[J]. Journal of Tonghua Normal University, 2014, 35(3): 46—48.
- [16] 马利华, 王卫东, 宋慧, 等. 不同包装对肉品贮藏期间蛋白质氧化影响的研究[J]. 食品科技, 2017, 42(5): 106—110.
MA Li-hua, WANG Wei-dong, SONG Hui, et al. Effect of Different Manner of Packing on Protein Oxidation in the Storage Period of Meat[J]. Food Science and Technology, 2017, 42(5): 106—110.
- [17] 任清杰, 王建清, 金政伟. 低温气调包装对鲜猪肉保鲜效果的影响研究[J]. 包装工程, 2012, 33(3): 33—36.
REN Qing-jie, WANG Jian-qing, JIN Zheng-wei. Research on Influence of Modified Atmosphere Packaging on Fresh-Keeping Effect of Fresh Pork in Low Temperature[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(3): 33—36.
- [18] IMAZAKI P H, DOUNY C, ELANSARY M, et al. Effect of Muscle Type, Aging Technique, and Aging Time on Oxidative Stability and Antioxidant Capacity of Beef Packed in High-Oxygen Atmosphere[J]. Journal of Food Processing & Preservation, 2018, 42(5): 1—10.
- [19] KIM Y H, HUFF-LONERGAN E, SEBRANEK J G, et al. High Oxygen Modified Atmosphere Packaging System Induces Lipid and Myoglobin Oxidation and Protein Polymerization[J]. Meat Science, 2010, 85(3): 759—767.
- [20] 陈东杰, 李向阳, 张玉华, 等. 不同包装条件下冷却肉品质变化及腐败菌相研究[J]. 食品工业科技, 2017, 38(13): 281—285.
CHEN Dong-jie, LI Xiang-yang, ZHANG Yu-hua, et al. Effect of Different Packaging on the Quality and Dominant Spoilage Bacteria of Chill Pork during Sto-

- rage[J]. Science and Technology of Food Industry, 2017, 38(13): 281—285.
- [21] 陈雯钰, 卢立新, 唐亚丽, 等. 包装内 O_2 对冷却肉微生物生长的影响[J]. 食品与发酵工业, 2013, 39(5): 224—228.
CHEN Wen-yu, LU Li-xin, TANG Ya-li, et al. Effect of Concentration of O_2 Concentration in Packaging on the Growth of Microorganism from Chilled Meat[J]. Food and Fermentation Industries, 2013, 39(5): 224—228.
- [22] DJAMEL D, RONCALÉS P. Carbon Monoxide in Meat and Fish Packaging: Advantages and Limits[J]. Foods, 2018, 7(2): 1—34.
- [23] GREBITUS C, JENSEN H H, ROOSEN J, et al. Fresh Meat Packaging: Consumer Acceptance of Modified Atmosphere Packaging Including Carbon Monoxide[J]. Journal of Food Protection, 2013, 76(1): 99—107.
- [24] 王永林, 赵建生. 含 CO 气调包装对冷却肉护色效果的研究[J]. 肉类研究, 2010(8): 45—48.
WANG Yong-lin, ZHAO Jian-sheng. Effect of CO -Modified Atmosphere Packaging on Color Protection on Chilled Meat[J]. Meat Research, 2010(7): 45—48.
- [25] MARÍA B L, VERGARA H. Effect of Gas Stunning and Modified-Atmosphere Packaging on the Quality of Meat from Spanish Manchego Light Lamb[J]. Small Ruminant Research, 2012(108): 87—94.
- [26] FONTES P R, GOMIDE L A M, FONTES E A F, et al. Composition and Color Stability of Carbon Monoxide Treated Dried Porcine Blood[J]. Meat Science, 2010, 85(3): 472—480.
- [27] JEONG J Y, CLAUS J R. Color Stability of Ground Beef Packaged in a Low Carbon Monoxide Atmosphere or Vacuum[J]. Meat Science, 2011, 87(1): 1—6.
- [28] VENTURINI A C, FARIA J A F, OLINDA R A, et al. Shelf Life of Fresh Beef Stored in Master Packages with Carbon Monoxide and High Levels of Carbon Dioxide[J]. Packaging Technology & Science, 2013, 27(1): 29—35.
- [29] DJAMEL D, RONCALÉS P. Carbon Monoxide in Meat and Fish Packaging: Advantages and Limits[J]. Foods, 2018, 7(12): 1—34.
- [30] 瞿圣, 符绍辉, 姜无边. 不同气调包装方式对冷鲜肉品质的影响[J]. 食品工业, 2014, 35(9): 47—50.
QU Sheng, FU Shao-hui, JIANG Wu-bian. Different Modified Atmosphere Packaging on Chilled Pork Quality[J]. Food Industry, 2014, 35(9): 47—50.
- [31] 林顿. 猪肉微冻气调包装保鲜技术的研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2015: 15—17.
LIN Duan. Study on Superchilling Preservation Combined with Modified Atmosphere Packaging of Pork[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2015: 15—17.
- [32] 高欣. 气调包装对冷鲜禽肉感官特性和保质期的影响[J]. 包装工程, 2014, 35(9): 36—40.
GAO Xin. Influence of Modified Atmosphere Packaging on the Sensory Characteristics and the Shelf Life of Cold Fresh Poultry Meat[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(9): 36—40.
- [33] BAĞDATLI A, KAYAARDI S. Influence of Storage Period and Packaging Methods on Quality Attributes of Fresh Beef Steaks[J]. CyTA-Journal of Food, 2015, 13(1): 124—133.
- [34] 何帆. 冷却猪肉贮藏过程中的品质变化及货架期预测模型研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2010: 33—38.
HE Fan. Study on Quality Change and Prediction Model for Shelf-Life of Chilled Pork[D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2010: 33—38.
- [35] 孙天利. 冰温保鲜技术对牛肉品质的影响研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2013: 20—26.
SUN Tian-li. Influences of Controlled Freezing Point Storage on Beef[D]. Shenyang: Shenyang Agricultural University, 2013: 20—26.
- [36] 杨辉. 植物精油-EVOH 活性包装薄膜的研制及其保鲜效果的研究[D]. 上海: 上海海洋大学, 2015: 26—29.
YANG Hui. The Preparation and Preservation Performance of Essential Oils-EVOH Active Packaging Films[D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2015: 26—29.
- [37] MAGNUSSEN O M, HAUGLAND A, HEMMINGSEN A K T, et al. Advances in Superchilling of Food—Process Characteristics and Product Quality[J]. Trends in Food Science & Technology, 2008, 19(8): 418—424.
- [38] LIU Q, WANG R, KONG B H, et al. Effect of Superchilling Storage on Quality Characteristics of Beef as Compared with Chilled and Frozen Preservation[J]. Advanced Materials Research, 2012, 554: 1195—1201.
- [39] DUUN A S, HEMMINGSEN A K T, HAUGLAND A, et al. Quality Changes during Superchilled Storage of Pork Roast[J]. LWT-Food Science and Technology, 2008, 41(10): 2136—2143.
- [40] GONG X, CHANG J, LI D T. Research on the Development of Ultra High Pressure Fresh-Keeping Packaging Technology[J]. Applied Mechanics and Materials, 2015, 731: 351—354.
- [41] 陈峰, 郎录雁, 曾霖霖, 等. 超高压技术在肉品加工中的应用[J]. 食品工业, 2012(10): 83—85.

- CHEN Feng, LANG Lu-yan, ZENG Ling-ling, et al. Study on the Application of Ultra High Pressure Technology in Meat Processing[J]. Food Industry, 2012(10): 83—85.
- [42] 谢晶, 杨茜, 张新林, 等. 超高压技术结合气调包装保持冷藏带鱼品质[J]. 农业工程学报, 2015, 31(12): 246—252.
- XIE Jing, YANG Xi, ZHANG Xin-lin, et al. High Hydrostatic Pressure Treatment Combined with Modified Atmosphere Package Keeping Quality Characteristic of *Trichiurus lepturus* during Cold Storage[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2015, 31(12): 246—252.
- [43] 张晗, 吕鸣春, 梅卡琳, 等. 电子束辐照对鲈鱼肉杀菌保鲜效果及品质的影响[J]. 食品科学, 2018, 39(21): 73—78.
- ZHANG Han, LYU Ming-chun, MEI Ka-lin, et al. Effects of Electron Beam Irradiation on the Preservation and Quality of Sea Bass(*Lateolabrax japonicus*) Meat[J]. Food Science, 2018, 39(21): 73—78.
- [44] 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.
- WANG Ning, WANG Xiao-tuo, WANG Zhi-dong, et al. Effect of Electron Beam Irradiation Dose on the Quality of Vacuum-Packaged Chilled Fresh Beef[J]. Modern Food Science and Technology, 2015, 31(7): 241—247.
- [45] 王艳芳, 郑华, 林捷, 等. 复合保鲜剂对分割生鲜鸡肉保鲜效果的优化[J]. 食品工业科技, 2015, 36(13): 271—274.
- WANG Yan-fang, ZHENG Hua, LIN Jie, et al. Effect of Biochemistry Compound Preservatives on Fresh Chicken Quality[J]. Science and Technology of Food Industry, 2015, 36(13): 271—274.
- [46] 王戡, 葛长荣. 冷却肉保鲜方法及保鲜剂研究进展[J]. 肉类研究, 2011(5): 54—57.
- WANG Jian, GE Chang-rong. Research Progress on Preservation Methods and Preservatives for Chilled Meat[J]. Meat Research, 2011(5): 54—57.
- [47] PAVELKOVÁ A, KAČÁNIOVÁ M, HORSKÁ E, et al. The Effect of Vacuum Packaging, EDTA, Oregano and Thyme Oils on the Microbiological Quality of Chicken's Breast[J]. Anaerobe, 2014, 29: 128—133.
- [48] GOUVEIA A R, ALVES M, SILVA J A, et al. The Antimicrobial Effect of Rosemary and Thyme Essential Oils Against *Listeria monocytogenes* in Sous Vide Cook-Chill Beef during Storage[J]. Procedia Food Science, 2016, 7: 173—176.
- [49] 张赞彬, 缪存铅, 宋庆. 荷叶精油与气调包装协同对鲜肉的抑菌活性研究[J]. 食品工业, 2010, 31(1): 57—60.
- ZHANG Yun-bin, MIAO Chun-qian, SONG Qing. Bacterial Inhibition Activities of Essential Oil from Lotus Leaf Combined with MAP[J]. Food Industry, 2010, 31(1): 57—60.
- [50] 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—94.
- MA Pei-zhong. Effect of Tea Polyphenol Coating Coupled with Modified Atmosphere Packaging on the Chicken Quality[J]. Food Industry, 2017, 38(8): 92—94.