

冷鲜肉保鲜技术研究进展

程述震, 王晓拓, 王志东*

(中国农业科学院农产品加工研究所, 北京 100193)

摘要: 冷鲜肉具有滋味鲜美, 营养价值高等优点, 但货架期短是制约冷鲜肉发展的一个瓶颈。在综述了冷鲜肉腐败变质原因的基础上, 介绍几种目前研究较多的冷鲜肉保鲜方法, 并对目前冷鲜肉市场存在的问题及未来的冷鲜肉保鲜技术进行展望。

关键词: 冷鲜肉; 保鲜技术; 研究进展

Research Progress on Preservation Methods for Chilled Meat

CHENG Shu-zhen, WANG Xiao-tuo, WANG Zhi-dong*

(Institute of Agro-products Processing Science and Technology, Chinese Academy of Agricultural Science, Beijing 100193, China)

Abstract: The chilled meat has lots of advantages, such as delicious taste, high nutritive value. But the shelf life of chilled meat is very short, and the problem has been the obstacle of chilled meat developing. This paper summaries the cause of the deterioration and preservation methods for chilled meat. At last, the manuscript has also expressed some problems in the market of chilled meat, forecasted the future preservation technologies of chilled meat.

Key words: chilled meat; preservation technology; research progress

在过去的几十年中, 中国的肉类产量在不断的增长, 至 2009 年中国已成为世界上最大的肉类生产国, 年产量达 7 821 万吨, 约占世界总产量的 28 %^[1]。从 2009 年~2015 年, 我国的肉类产量继续大幅度增长, 至 2015 年, 肉类产量达到 8 625 万吨^[2]。目前, 我国生肉市场上的肉主要以冷冻肉、热鲜肉和冷鲜肉 3 种形式为主^[3]。

冷鲜肉是指采用严格的兽医检疫制度, 屠宰后的畜胴体迅速冷却处理, 同时胴体温度在 24 h 内迅速冷却至 0 ℃~4 ℃, 并且在后续加工、流通和销售过程中始终在此温度范围内, 不发生较大的温度波动^[4]。冷鲜肉保留了肉质绝大部分营养成分, 能被人体充分吸收, 具有鲜嫩多汁、易咀嚼、汤清肉鲜等特点, 因此随着社会经济发展, 人民生活水平提高, 肉品产业的发展趋势将是品质佳、卫生条件好的低温冷鲜肉^[5]。

目前生肉的主要保藏方式为冷冻法, 虽然 -18 ℃ 冷冻可以使生肉的保藏期达到 12 个月以上, 但解冻过程中的汁液流失使牛肉营养损失, 鲜度、嫩度下降, 风味淡化, 从而使其价值降低, 此外, 肉的冷冻过程比较耗能^[6]。热鲜肉由于宰后未经过冷却排酸, 不利于人体吸收, 其保质期在常温下仅为半天甚至更短。在 0 ℃~4 ℃ 条件下, 冷鲜肉的货架期仅为 3 d~5 d, 货架期短成为限制冷却肉快速发展的主要瓶颈。如何延长冷鲜肉货架期, 保证冷鲜肉品质成为企业和科研人员关注的重点。

1 冷鲜肉腐败变质的原因

冷鲜肉腐败变质的主要原因可归纳为 3 点。

1) 腐败菌的大量繁殖是造成肉类腐败变质的最主要原因。虽然冷鲜肉在生产、加工、流通、销售等环节中始终处于低温环境, 但一些耐冷性微生物依然能够生长繁殖, 分解蛋白质和其他营养物质, 使肉体表面发黏, 产生臭味, 在短时间内腐败变质^[7]。其主要微生物在有氧的条件下主要是假单胞菌(*Pseudomonas*), 真空条件下主要是厌氧和兼性厌氧的乳酸菌群(*Lac-*

基金项目: 国家科技支撑计划课题(2014BAA03B05)

作者简介: 程述震(1990—), 男(汉), 硕士, 研究方向: 食品加工与安全。

* 通信作者: 王志东(1959—), 男(汉), 研究员, 研究方向: 农产品加工与贮藏。

tobacillus)和肠杆菌群(*Enterobacter*)等^[8-9]。

2) 肉中蛋白质和脂肪在自身蛋白酶和脂肪酶以及多种腐败菌产生蛋白酶和脂肪酶作用下会发生降解和氧化,进而生成小分子多肽、氨基酸、氨类、尸胺、酸类、醛类等挥发性物质^[10],当这些物质积累到一定量时便使肉散发出刺激的臭味。

3) 肉的理化因素(贮藏温度、pH值、氧含量等)通过影响冷鲜肉表面微生物间接引起冷鲜肉的腐败。温度越高微生物生长繁殖速度越快;大多数腐败菌在pH 7.0左右最适合生长繁殖,生肉的正常pH值低于7.0,随着生肉pH值升高,腐败菌就越容易繁殖;在有氧条件下,假单胞菌、芽孢杆菌等好氧菌可以很好的生长,而乳酸杆菌的生长则受到抑制^[11]。这些因素综合起来决定了冷鲜肉表面腐败微生物的生长繁殖速度。

通过以上3点总结可以得出,微生物是影响冷鲜肉货架期的主要原因,控制微生物数量是延长冷鲜肉货架期的首要条件。

2 冷鲜肉贮藏保鲜技术

2.1 防腐保鲜技术

保鲜剂的种类有很多,根据其来源,食品保鲜剂可分为化学保鲜剂和天然保鲜剂两大类,其中在冷鲜肉保鲜方面有应用研究的化学保鲜剂主要有乳酸及其盐类、山梨酸及其钾盐类、丙酸及其盐类、柠檬酸、抗坏血酸、混合磷酸盐类等;天然保鲜剂主要有壳聚糖、香辛料及中药提取物、微生物代谢物乳酸链球菌素、溶菌酶等。

2.1.1 化学保鲜剂保鲜技术

李清秀等^[12]研究了乳酸钠及醋酸对冷鲜鸡脯肉的保鲜效果,结果表明将3%的乳酸钠和2%的醋酸复配保鲜液喷洒于样品表面,鸡肉平放于聚乙烯托盘中,保鲜膜封装,4℃条件下贮藏,在感官品质良好的情况下,保质期可达8d。李红民等^[13]将冷却猪肉浸泡于1%醋酸+1%乳酸+0.2%茶多酚的复合保鲜剂中60s,后沥干10min,无菌包装贮藏于0℃~4℃条件下,结果在贮藏6d后挥发性盐基氮、大肠菌群、菌落总数均在国家标准要求范围之内,且感官颜色可以接受。严成^[14]等将冷鲜牛肉浸泡于3%的丙酸钙中1min,后沥干30min,真空包装贮藏于0℃条件下,通过测定挥发性盐基氮(Total Volatile Basic Nitrogen, TVB-N)、pH值、菌落总数和感官等指标评定丙酸钙对冷鲜牛肉的保鲜效果,结果表明此处理可使冷鲜牛肉的贮藏期达24d。1%异抗坏血酸钠和1%乙酸复合保鲜液浸泡冷鲜鸭脯肉30s后自然沥干,4℃贮藏,在挥发性盐基

氮(TVB-N)、大肠菌群和菌落总数符合国家标准的前提下,可使其货架期达到9d^[15]。Cosansu等^[16]在鸡腿和鸡胸肉中接种肠炎沙门氏菌,然后在乳酸和乙酸中浸泡10min后检测菌落数发现,对照组和处理组中沙门氏菌菌落数之间存在显著差异($P<0.05$),说明乳酸或乙酸处理能有效降低沙门氏菌对冷鲜肉的污染。

2.1.2 天然保鲜剂保鲜技术

Darmadji等^[17]研究表明,0.1%~1%的壳聚糖可以有效抑制冷鲜肉贮藏期间腐败菌和致病菌的生长,延缓脂质氧化,改良肉品的感官品质。张强等^[18]研究了洋葱、生姜和大蒜提取物对冷却猪肉的冷藏保鲜效果,结果表明三者均能够显著抑制冷却肉贮藏过程中感官评分的下降,延缓汁液流失率及pH值的上升,提高冷却肉的保水能力,有效阻止硫代巴比妥酸(thiobarbituric acid values, TBARS)及TVB-N值的增加,使冷却肉的贮藏品得到明显改善。Vaithyanathan等^[19]将冷鲜鸡胸肉浸泡于0.02%石榴汁酚类溶液,测定TBARS值和微生物含量,结果表明脂肪氧化速率显著性降低,好氧嗜冷菌生长被抑制,在4℃下储藏12d,仍具有良好的商品性。李巍^[20]研究表明添加了Nisin(1000 IU/mg)的冷鲜猪肉货架期延长至12d,色泽鲜艳,组织状态良好,具有较好的弹性。宫春波等^[21]利用鲜姜汁浸泡市售新鲜猪肉,于4℃的环境中贮藏,定期进行细菌总数测定和感官评定,结果表明:姜汁能有效抑制猪肉中细菌的生长,浓度不同抑菌作用不同,肉品经过姜汁浸泡处理后,其食用风味不受影响。徐鹏昀等^[22]研究发现效价640 AU/mL的植物乳杆菌素L-1可使冷鲜猪肉的货架期由3d延长至12d,对冷鲜肉中主要污染菌假单胞菌和潜在致病菌单增李斯特菌有较好的抑制效果。

防腐保鲜剂在冷鲜肉的贮藏保鲜方面研究较多,具有一定的效果。其保鲜机制主要是通过杀灭或抑制冷鲜肉中的微生物,降低脂肪和蛋白氧化,以达到防腐保鲜的效果。多数防腐保鲜剂在研究过程中主要是通过浸泡或喷淋后晾干的方式,在一定程度上使冷鲜肉的重量增加,同时化学保鲜剂的长期摄入会对人体的健康产生一定的影响。天然保鲜剂在冷鲜肉贮藏保鲜研究中具有一定的实用性,而香辛料及中药提取物等天然保鲜剂的加入会使冷鲜肉产生异味,不太适合应用于冷鲜肉的保鲜,目前研究最多、最集中、效果相对更优良的物质是茶多酚、壳聚糖和Nisin^[23]。

2.2 物理保鲜技术

目前,在冷鲜肉贮藏保鲜研究中常见的物理保鲜技术主要有超高压保鲜、冰温保鲜、辐照保鲜、超声波保鲜、气调保鲜等。

2.2.1 超高压保鲜技术

作为一种新型的非热加工技术,超高压技术主要通过破坏微生物的细胞壁、细胞膜及细胞间隙的结构,使蛋白质等成分发生变性,使酶活性降低来达到杀菌保鲜的目的^[24]。常江等^[25]将包装后的冷鲜猪肉置于 300 MPa 压力下处理 5 min,4 °C 贮藏 15 d,其 TVB-N 值为 15.3 mg/100 g,pH 值为 6.6,色度值(a*)为 14.1,菌落总数为 4.8×10^4 cfu/g,基本达到了国家标准规定的一级鲜肉标准,保鲜效果较好。真空包装冷鲜猪肉糜经过 600 MPa,20 min 处理后微生物残活率下降了 2.98 个对数^[26]。Garrigaa 等^[27]研究了 600 MPa 的超高压对冷鲜肉制品货架期的影响,结果表明,600 MPa 的压力下处理 6 min 可以有效的抑制酵母菌的生长,同时在此条件下还可以预防乳酸菌导致的食品败坏,降低牛肉中沙门氏菌和李斯特菌导致的食品污染。

然而,不同压力水平的超高压处理能影响到鲜肉的质量参数,包括改变鲜肉的颜色、质地,其中肉色改变最为明显^[28-29],超高压处理后,肉色苍白,失去鲜肉的原有鲜红色,表现为亮度和黄度增加,红度降低。根据欧盟对鲜肉的定义^[30],鲜肉是指除了冷藏肉、冻藏肉、速冻肉及真空包装或适当气体包装肉之外的不经任何保藏处理的肉。因此超高压在鲜肉保鲜领域的应用的受到了极大限制。此外,不同的压力水平和处理时间可能会导致脂质氧化^[31-32]。

2.2.2 冰温保鲜技术

冰温贮藏保鲜技术是继冷藏、冷冻后新兴的第三代保鲜技术,它是一种将生鲜食品放置于 0 °C 以下,冰点温度以上的一种冷藏方式^[33]。冰温贮藏可以让食品在维持正常的新陈代谢的基础上,让其生理活性维持在最低的水平,且不会产生冻害和腐败冻害,从而达到长期保鲜的效果^[34-35]。目前,冰温技术的应用研究主要集中在果蔬^[36-39]和水产品^[40-42]方面。

近年来,也有部分学者将冰温保鲜技术应用于冷鲜肉的保藏中,岳喜庆等^[43]研究发现真空包装牛肉在冰温条件下贮藏,可有效延长牛肉的贮藏期,货架期可以达 28 d 左右,且贮藏后期各指标变化皆优于传统冷鲜肉。孙天利等^[44]发现 50 % O₂+50 % CO₂ 气调包装的牛肉在冰温条件下贮藏,贮藏期可以达到 24 d。而赵菲等^[45]研究发现-1 °C 冰温条件结合 75 % O₂+25 % CO₂ 气调包装可以使羊肉有效保鲜 42 d。

目前,冰温保鲜技术的难点在于冷库温度的波动性无法精确控制,而有研究表明,稳定的-1 °C 冰温能保持猪肉的一级鲜度 19 d,波动的-1 °C 冰温只有 12 d^[46]。冰温保鲜的温度控制范围需要在 0 °C 以下,冰点以上,

而在这一温度范围已超出冷鲜肉的贮藏温度,在一定程度上而言,冰温保鲜的“冷鲜肉”已非实际意义上的冷鲜肉。

2.2.3 气调保鲜技术

气调包装保鲜是通过在包装内充入一定的气体,破坏或改变微生物赖以生存繁殖的条件,以减缓包装食品的生化变质,达到保鲜防腐的目的^[47]。冷鲜肉气调包装用的气体通常为 CO₂、O₂ 和 N₂,或是它们以不同的比例混合,但每种气体对鲜肉的保鲜作用各不相同。另外,在混合气体中加入低浓度 CO 可使冷却肉具有樱桃红色^[48]。目前,作为一种冷鲜肉的物理保鲜技术,气调保鲜得到众多研究学者的认可与研究。

与真空包装冷鲜山羊肉相比,65 % O₂+20 % CO₂+15 % N₂ 气调包装冷鲜肉货架期可达到 16 d~20 d^[49]。Grobbel 等^[50]研究了高氧气调包装和超低氧气调包装对牛肋骨、肋骨、胸椎骨及肩胛骨骨髓褪色的影响,结果表明,超低氧包装具有较好的护色效果。黄状霞^[51]发现常温条件下贮藏的冷鲜肉货架期仅能达到 3 d,而 40 % O₂ 和 25 % CO₂ 气调包装冷鲜肉在 4 °C 条件下贮藏期可达 8 d,货架期延长了近 3 倍。赵素芬等^[52]研究表明 75 % 氧气包装的冷鲜猪肉抑菌效果最好,保鲜效果最佳,继续增加氧气含量保鲜效果反而下降。蒋予箭等^[53]将冷鲜猪肉采用空气、真空、气调等不同包装方式进行包装后贮藏于 0 °C~4 °C 条件下进行保鲜试验,通过测定冷却肉的菌落总数、pH 值、TVB-N 值以及颜色、气味等感官指标,探究不同包装方式对冷却肉的颜色与保鲜效果的影响。结果表明:70 % O₂、30 % CO₂ 和 50 % O₂、50 % CO₂ 气调包装猪肉的保鲜效果较真空包装和空气包装好,货架期可延长 6 d。张嫚等^[54]通过测定菌落总数、大肠菌群、挥发性盐基氮(TVB-N)和感官评定等品质指标,表明在(3±1) °C 贮藏条件下,60 % O₂、20 % CO₂ 和 20 % N₂ 气调包装冷鲜牛肉的贮藏期可达到 12 d。

目前,气调保鲜技术在冷鲜肉贮藏应用方面得到了广泛的认可,但仍不能达到最佳的保鲜作用,而使用气调包装辅以其他保鲜技术相互协同对肉类保鲜仍然是今后的主要研究方向。

2.2.4 辐照保鲜技术

食品辐照保鲜技术是利用电离辐射(γ 射线、电子束或 X 射线)与物质相互作用所产生的物理、化学和生物效应对食品进行加工处理的保藏技术。食品中的微生物受到辐照后吸收射线中能量,化学键断裂,细胞内的化学成分发生变化,导致菌体死亡或失去繁殖能力,从而达到杀菌保鲜,延长货架期和安全食用的

目的^[55]。辐照对存在于肉类食品中的微生物,如细菌、酵母、霉菌等均有一定的破坏作用。在一般情况下,辐照处理可以减少或清除那些导致新鲜肉类食品腐败变质的微生物和病菌,极大的延长肉类的货架期^[56]。

Modi 等^[57]用 4 kGy γ 射线辐照处理羊肉,在(3±1) °C 条件下保藏 8 d 后对其进行理化性质和感官性质的分析,经过辐照处理的羊肉的品质明显较同样条件下未经辐照处理的羊肉优质,微生物也得到明显抑制,且未发现肠球菌、大肠杆菌等致病菌。Lacroix 等^[58]研究发现经过 6 kGy γ 射线辐照处理的真空冷鲜猪背最长肌,贮藏期可以达到 43 d,感官品质良好,微生物不超标。在水分、蛋白质、脂肪等营养指标无显著性差异的情况下,辐照处理的冷鲜骆驼肉微生物货架期延长至 6 周,而未处理组仅为 2 周^[59]。

辐照保鲜技术虽然可以有效杀灭肉品中腐败菌和致病菌,极大的延长肉类的货架期,但由于人们目前对于这一技术的普遍认知程度不高,从而抑制了这一技术的发展与应用。1980 年国际原子能机构、联合国粮农组织和世界卫生组织联合组织各国科学家对辐照食品进行毒理学、营养学、辐射化学及微生物学的科研试验,研究表明:对于辐照处理食品平均吸收剂量在 10 kGy 以下时,不会产生毒理学危害,在此剂量及以下剂量处理的食物不再要求进行毒理学试验,同时在营养学和微生物学方面也是安全的。1999 年 WTO 公布:10 kGy 以上剂量的辐照处理,食品也不存在安全性问题。

3 展望

由于冷鲜肉水分含量高,营养价值丰富,贮藏温度要求高等自身特点,因此腐败性和致病性微生物极易滋长,使其品质劣变,货架期缩短,因而冷鲜肉的保质保鲜尤为重要。目前,国内外对冷鲜肉的保鲜方法研究众多,但是由于试验研究条件和工厂实际生产条件的差异性,如操作环境和人员、贮藏温度、成本、实际效果等,使得试验研究与工厂生产之间出现脱节,众多保鲜方法无法应用转化到工厂,保鲜效果好的保鲜方法也仅能在实验室中实现。

目前,冷鲜肉从屠宰场屠宰,排酸,分割到超市销售柜台采用较多的包装方式为裸装或真空包装。从冷鲜肉的源头起,并未采取减菌措施,使得冷鲜肉初始微生物含量较高,在后期贮藏过程中,货架期缩短。因此在冷鲜肉保鲜贮藏前,生产源头需要采取一定的减菌措施。在销售阶段,由于货架期较短,某些超市会将当天销售不完的冷鲜肉进行冷冻贮藏,次日解冻后再

以“冷鲜肉”名义进行销售,这种行为一定程度上是对消费者的欺骗。因此,探索研究延长冷鲜肉货架期的方法,并将其与生产相链接是十分必要的,也是具有重要意义。

随着对肉类保鲜理论和保鲜技术研究的深入,众多研究学者认为冷鲜肉的保鲜应该采取栅栏技术,在有效控制微生物延长货架期的同时,还应确保冷鲜肉品质,以使其具有良好的商品价值和经济效益,从而更好地促进肉制品工业的发展。新型包装技术与天然保鲜剂及辐照技术的综合应用有望成为未来冷鲜肉保鲜的趋势。

参考文献:

- [1] Zhou G H,Zhang W G,Xu X L. China's meat industry revolution: challenges and opportunities for the future [J]. Meat Science,2012,92: 188-196
- [2] 中华人民共和国国家统计局. 中华人民共和国 2015 年国民经济和社会发展统计公报[EB]. (2015-02-29)[2016-10-31]. http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/201602/t20160229_1323991.html
- [3] 程述震,张春晖,张洁,等. 电子束辐照对充氮包装冷鲜牛肉品质的影响[J]. 食品科学,2016,37(18):230-235
- [4] 冯晓琳,王志东. 电子束辐照对真空包装冷鲜猪肉品质的影响[D]. 北京:中国农业科学院,2014
- [5] 褚益可,雷桥,欧杰. 气调包装中气体浓度对牛肉保鲜的影响[J]. 食品与发酵工业,2011,34(4):226-232
- [6] 陈雷. 冷却牛肉保鲜技术的进展[J]. 肉类工业,2010(9):56-57
- [7] 孙卫青,马丽珍,南庆贤. 天然保鲜液对冷却猪肉保鲜效果的研究[J]. 中国农业科学 2007,40(8):1835-1842
- [8] Koekela H,Bjekroth J. Microbiological spoilage and contamination of vacuum-packaged cooked sausages[J]. Journal of Food Protection, 1997,60(6):724-731
- [9] John S. Selective effects of the product type and the packaging conditions on the species of lactic bacteria dominating the spoilage microbial association of cooked meats at 4 °C[J]. Food Microbiology, 2000,17:329-340
- [10] 卢智. 物理方法提高冷却羊肉嫩度和延长其保质期方法的研究[D]. 晋中:山西农业大学,2005
- [11] 贾秀春. 壳聚糖在冷鲜肉保鲜中的应用研究[D]. 济南:山东轻工业学院,2012
- [12] 李清秀,房兴堂,贺锋,等. 乳酸钠及醋酸对鸡肉的保鲜效果[J]. 江苏农业科学,2008,36(4):251-253
- [13] 李红民,徐胜,肖华党,等. 复合保鲜剂对冷鲜肉货架期的影响[J]. 肉类研究,2010(10):43-45
- [14] 严成. 丙酸钙对牛肉保鲜效果的研究 [J]. 食品科学,2009,30(14): 300-303
- [15] 张志强,孙杨赢,潘道东,等. 两种保鲜液对冷鲜鸭胸肉品质的影响[J]. 食品工业科技,2016,37(18):324-328,335
- [16] Cosansu S,Ayhan K. Effects of lactic and acetic acid on survival of Salmonella enteritidis during refrigerated and frozen storage of

- chicken meats [J]. Food and Bioprocess Technology,2012,5(1):372-377
- [17] Darmadji P,Izumimoto M. Effect of chitosan in meat preservation [J]. Meat Science,1994,38(2):243-254
- [18] 张强,孙玉军,蒋圣娟,等. 洋葱、生姜、大蒜提取物对冷却肉保鲜效果的研究[J]. 食品工业科技,2016,36(4):310-314
- [19] Vaithyanathan S,Naveena B M,Muthukumar M,et al. Effect of dipping in pomegranate (Punicagranatum) fruit juice phenolic solution on the shelf life of chicken meat under refrigerated storage (4 °C)[J]. Meat Science,2011,88(3):409-414
- [20] 李巍. Nisin 对冷鲜肉保质期的影响[J]. 安徽农业科学,2012,40(5):2866-2867,3005
- [21] 宫春波,杨伟,刘永红,等. 鲜姜汁抑菌效果及其在鲜肉保鲜中的研究[J]. 肉类工业,2005(4):29-31
- [22] 徐鹏响,樊雯,徐美玲,等. 植物乳杆菌素 L-1 对冷却肉的防腐保鲜效果研究[J]. 食品科学,2009,30(2):264-267
- [23] 夏静华. 天然保鲜剂对冷鲜羊肉保鲜效果及其内源蛋白酶和品质影响的研究[D]. 成都:四川农业大学,2010
- [24] 巩雪,常江,李丹婷. 超高压保鲜包装技术的研究进展[J]. 包装工程,2014,35(4):97-101,111
- [25] 常江,巩雪. 超高压处理对冷鲜肉品质影响[J]. 包装工程,2015,36(9):60-63
- [26] 肖华志,吕洪波,贾恺,等. 超高压处理对芥菜制品与生鲜猪肉杀菌效果的研究[J]. 食品与机械,2007(1):36-38
- [27] Garriga M, Grèbola N,Aymerich M T. Microbial inactivation after high-pressure processing at 600MPa in commercial meat products over its shelf life[J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies,2004(5):451-457
- [28] Cheftel J C,Culioli J. Effects of high pressure on meat[J]. Meat Science,1997,46(3):211-236
- [29] Bajovic B,Bolumar T,Heinz,V. Quality considerations with high pressure processing of fresh and value added meat products[J]. Meat Science,2012,92(3):280-289
- [30] European Commission. Corrigendum to Regulation(EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 laying down specific hygiene rules for food of animal origin[J]. J Off,2004, 25: 2004
- [31] OrlieV,Hansen E,Skibsted L H. Lipid oxidation in high-pressure processed chicken breast muscle during chill storage: critical working pressure in relation to oxidation mechanism[J]. European Food Research Technology,2000,211(2):99-104
- [32] Mariutti L R B,OrlieV,Bragagnolo N,et al. Effect of sage and garlic on lipid oxidation in high-pressure processed chicken meat[J]. European Food Research Technology,2008,227(2):337-344
- [33] Magnussen O M,Haugland A,Hemingsen A K T,et al. Advances in super chilling of food process characteristics and product quality[J]. Trends in Food Science & Technology,2008,19(8):418-424
- [34] 李林,申江,王晓东. 冰温贮藏技术研究[J]. 保鲜研究,2008,45(2): 38-41
- [35] 应月,李保国,董梅,等. 冰温技术在食品贮藏中的研究进展[J]. 制冷技术,2009(2): 12-15
- [36] 李志文,张平,张昆明,等. 1-MCP 结合冰温贮藏对葡萄果实品质的影响[J]. 农业机械学报,2011,42(7):176-181
- [37] 张昆明,朱志强,农绍庄,等. 冰温结合气调包装对葡萄贮藏保鲜效果的影响[J]. 食品研究与开发,2011,32(1):126-130
- [38] 赵猛,王亮,李超,等. 冰温气调对红富士苹果贮藏效果的影响[J]. 保鲜与加工,2010,10(3):46-50
- [39] 郭丽,程建军,马莺,等. 青椒冰温贮藏的研究[J]. 食品科学,2004,25(11):323-325
- [40] 施建兵,谢晶,高志立,等. 臭氧水浸渍后冰温贮藏提高鲳鱼块的保鲜品质[J]. 农业工程学报,2013(6):274-279
- [41] 陈军,朱红波,赵立. 冰温结合壳聚糖涂膜对草鱼片品质的影响[J]. 食品工业,2014(4):23-27
- [42] 李来好,彭城宇,岑剑伟,等. 冰温气调贮藏对罗非鱼片品质的影响[J]. 食品科学,2009,30(24):439-443.
- [43] 岳喜庆,张秀梅,孙天利,等. 冰温结合真空包装牛肉的品质变化[J]. 食品与发酵工业,2013,39(6):225-229
- [44] 孙天利,岳喜庆,张平,等. 冰温结合气调包装对牛肉品质的影响[J]. 现代食品科技,2014(5):239-244
- [45] 赵菲,荆红彭,伍新龄,等. 不同气调包装结合冰温贮藏对羊肉保鲜效果的影响[J]. 食品科学,2015,36(14):232-236
- [46] 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(6):67-70
- [47] 王平. 气调包装技术在冷鲜肉中保鲜的应用[J]. 肉类工业,2009(11):12-14
- [48] 付丽,孔保华. 气调包装在冷鲜肉包装中的应用[J]. 农村新技术, 2009(8):21-23
- [49] 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(7):11-16
- [50] Grobbel J P,Dikeman M E,Smits J S,et al. Effects of Polyvinyl Chloride Overwrap Film. High-oxygen Modified Atmosphere Packaging or Ultra-low-oxygen Modified Atmosphere Packaging on Bone Marrow Discoloration in Beef Humerus Rih Thoracic Vertebra and Scapula [J]. Journal of Animal Science,2006,84(3):694-701
- [51] 黄状霞. 鲜牛肉气调包装及其冷藏货架期保鲜技术研究[D]. 无锡:江南大学,2004
- [52] 赵素芬,刘晓艳. 高氧气调包装对冷鲜肉的保鲜研究[J]. 包装工程,2010(15):23-25
- [53] 蒋子箭,周小平. 对冷却猪肉进行气调保鲜的货架期研究[J]. 食品与发酵工业,2003,29(10):29-32
- [54] 张嫚,周光宏,徐幸莲. 冷却牛肉的气调保鲜包装[J]. 食品科学, 2004,25(2):179-183
- [55] 邓文敏,陈浩,王志东,等. 高能电子加速器在食品辐照加工中的应用分析[J]. 核农学报,2012,26(6):0919-0923
- [56] 王永红,张淑荣. 冷鲜肉的保鲜技术研究进展[J]. 粮油食品科技, 2012,20(1):48-51
- [57] Modi V K,Sakhare P Z,Sachindra N M,et al. Changes in quality of minced meat from goat due to gamma irradiation [J]. Journal of muscle foods,2008,19(4):430-442
- [58] 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(36):31-39
- [59] Al-Bahir M,Zeinou R. Effect of gamma irradiation on microbial load and quality characteristics of minced camel meat[J]. Meat Science, 2009(82):119-124