

Research Progress of Modified Atmosphere Packaging Technology in Fresh Meat and Poultry Preservation

Huanhuan Xu

Qufu Normal University, Rizhao, Shandong, 276800, China

Abstract

In recent years, modified atmosphere packaging technology has been widely used in fresh poultry preservation to slow down the growth and reproduction of microorganisms in fresh poultry, so as to extend its shelf life. This technology has low cost and certain safety. In this paper, the principle of modified atmosphere packaging, the main protective gases and their functions, the selection of packaging materials and the latest research progress of modified atmosphere packaging technology at home and abroad are reviewed, and the research and application of modified atmosphere packaging are prospected.

Keywords

modified atmosphere packaging; fresh meat and poultry; fresh keeping application

气调包装技术在鲜肉禽类保鲜中的研究进展

徐焕焕

曲阜师范大学, 中国·山东日照 276800

摘要

近年来, 气调包装技术被广泛应用于鲜肉禽类保鲜以减缓鲜肉禽类中微生物的生长繁殖, 从而延长其货架期, 该技术成本较低且具有一定的安全性。论文首先对气调包装的定义与原理、包装材料以及工艺进行了介绍, 之后从不同角度对国际上气调包装技术研究的最新进展进行综述, 并对气调包装的研究与应用做出了展望。

关键词

气调包装; 鲜肉禽类; 保鲜应用

1 引言

随着生活水平的提高, 人们越来越注重鲜肉禽类食品的安全卫生保障, 现代包装技术的重要性日益突出, 其中气调包装技术在鲜肉禽类保鲜中的研究成为了热点。鲜肉禽类食品因其美味可口、具有丰富的营养价值等特点, 受到人们的喜爱, 但在加工运输及储存过程中鲜肉禽类食品极易受环境及微生物等的污染, 从而导致其感官品质下降, 储存时间短。气调包装可以减缓鲜肉禽类的腐败变质, 减少汁液流失且在一定程度上可以维持其新鲜色泽^[1], 对鲜肉禽类保鲜具有一定的积极作用。论文从气调包装技术的原理及国际上气调包装技术在鲜肉禽类保鲜中的应用等方面进行阐述, 并重点介绍不同气体比例气调包装和气调包装与其他技术相结合对鲜肉禽类保鲜的影响, 以为鲜肉禽类气调包装的选

择提供参考。

2 气调包装

2.1 气调包装的定义及原理

气调包装 MAP (Modified Atmosphere Packaging) 是指在温度一定的条件下, 将产品装入阻隔性、密封性良好的包装容器内, 充入不同比例的混合气体改变包装内气体环境以延长产品保鲜期的一种包装技术^[2-4]。鲜肉禽类气调包装的基本原理就是采用密封性和阻隔性优良的包装材料以控制包装内气体成分的散失或外界环境中气体的进入^[5]。

2.2 气调包装及常用保护性气体作用

鲜肉禽类气调包装技术可以通过改变密封容器内肉品周围的气体成分, 使其周围达到最有利于肉品保存的气体环境以延长产品的保质期, 目前最常用的保护性气体有氧气(O₂)、二氧化碳(CO₂)、氮气(N₂)。其中, 一定浓度的O₂可以抑制厌氧菌的生长繁殖, 并促进肉红肌蛋白转化为含氧肌红

【作者简介】徐焕焕(2001-), 女, 中国山东临邑人, 本科在读。

蛋白而维持肉的鲜红颜色。但 O_2 在一定程度上也会促进需氧菌等菌群的生长和脂类等物质的氧化,从而导致肉品风味变差、营养价值降低^[6]。 CO_2 可以抑制细菌的生长繁殖,浓度较高的 CO_2 对霉菌和好氧菌的生长繁殖具有非常明显的抑制作用;但当其浓度超过 50% 时,会产生包装塌瘪或肉品气味酸败等现象,对包装美观性具有一定的影响。 N_2 是一种惰性气体,对被包装产品无害且不参与化学反应,在气调包装中主要作为充填气体。

对于鲜肉禽类,不同的肉品所需气体环境等也有所差别。此外,还有研究表明,少量的臭氧、乙醇、一氧化碳等气体会延长鲜肉禽类的保存期,同时,一氧化碳对鲜肉禽类新鲜色泽的维持具有积极作用^[7]。

2.3 气调包装材料

气调包装主要是通过调节包装内气体比例以达到最佳保存效果,防止外界气体进入以及内部气体散逸。因此,气调包装必须选用阻隔性、密封性良好的材料,使包装内混合气体不会泄露^[8],以使密闭容器中产品周围达到最佳气体环境状态。

MAP 材料要求对主要保护性气体 CO_2 、 O_2 、 N_2 具有较好的阻隔性能,因此经常选用聚偏二氯乙烯、双向拉伸尼龙薄膜、双向拉伸聚丙烯薄膜等为基材的复合包装薄膜,要根据包装产品特性进行合适的选择。

2.4 气调包装工艺

鲜肉禽类气调包装工艺中红肉气调包装难度较高,不仅要求具有良好的保鲜效果,而且要保持鲜肉禽类的新鲜色泽以吸引消费者购买欲望^[9]。气调包装工艺主要可以分为三类:气体冲洗式、真空补偿式和真空膜式,徐文达在国际上食品气调包装的方式和机械一文中对其具体工艺过程进行了详尽说明^[10],其中指出真空膜式气调包装工艺优点非常明显。

3 气调包装在鲜肉禽类保鲜中的研究进展

3.1 单一气调包装

大量研究表明,MAP 可以有效地抑制微生物生长繁殖,增强产品保鲜效果,延长贮存期^[11-12]。如张建友等^[13]采用 4 组不同气体比例的气调包装和空气对照组研究发现:相对于空气包装组,气调包装均能有效地提高毛虾的货架期。气调包装在鲜肉禽类保鲜方面具有一定的积极作用。

3.1.1 高氧气调包装

高氧气调包装即向包装容器内充入较高体积分数的 O_2 ,目前体积分数分别为 80%、20% 的 O_2 和 CO_2 组合的高氧气调包装在全球市场上应用广泛^[14]。高氧气调包装虽在初期阶段能够促进鲜肉禽类中好氧菌的生长,但整体上来说,其可以有效地抑制微生物的生长繁殖^[15];此外,高氧环境可以

促进肌红蛋白转化为氧化肌红蛋白,维持鲜肉禽类的新鲜色泽。随着肉品在高氧环境中贮存时间的延长,保鲜效果会逐渐降低,同时会加速高铁肌红蛋白的产生,导致肉品失去原有色泽^[16]。

鲜肉禽类的色泽对其销售具有重要的价值,消费者购买时最直接的评判标准即肉品的色泽,它决定了消费者的购买欲望。杨啸吟^[14]研究发现肉色的稳定性与高氧气调包装对肉品蛋白质组的影响具有较大的联系。高氧气调包装贮存过程中会导致一些相关酶的表达量下降,可能使烟酰胺腺嘌呤二核苷酸和还原型烟酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸的产生量减少,影响肉品的高铁肌红蛋白还原能力和氧气消耗率,从而降低肉色稳定性。Peng 等^[17]研究了高氧气调包装与真空包装对猪肉在模拟照明零售陈列条件下其食用品质和色泽的变化,结果表明:贮存 7 天后,与真空包装相比,高氧气调包装样品在风味、硬度、总体喜好、质量和购买意向等方面表现出较差的消费者接受度,即高氧气调包装猪肉对消费者的可接受性具有一定的负面影响。因此,合理地控制 O_2 比例对气调包装极为关键。

3.1.2 不同比例 CO_2 气调包装

CO_2 在气调包装中发挥着重要的作用,已有研究表明其对于细菌生长繁殖具有显著的抑制效果^[18]。此外,近期郭依萍等人^[19]研究不同 CO_2 浓度气调包装对生鲜鸡翅贮藏过程中挥发性有机物的影响时发现普通保鲜袋包装中己醛、吡嗪、丁酸、2-甲基丙酸等挥发性有机物的含量远远高于不同 CO_2 浓度的气调包装组。鲜肉禽类的酸败气味主要由腐败菌代谢产生的各种酮类、醛类、醇类及有机酸等挥发性有机物组成^[20]。综合以上结果认为:当包装内 CO_2 浓度增加时,一方面相关的挥发性有机物含量降低,另一方面 CO_2 本身对腐败菌等具有一定的抑制作用,因此可以降低肉品异味产生的概率。研究表明 40% CO_2 和 60% O_2 对生鲜鸡翅保鲜和抑制酸败气味产生效果最好。除依靠感官品质对鲜肉禽类风味进行评价外,通过研究 CO_2 利用不同机制对肉品气味的影响在鲜肉禽类风味保持方面也具有一定的参考价值。

3.2 气调包装与其他技术结合

与普通保鲜袋包装相比,气调包装对鲜肉禽类具有良好的保鲜效果。但随着贮存时间的增加,其保鲜效果会逐渐减低,因此可以采用其他先进技术与气调包装相结合的方法,进一步提高产品货架期。论文主要对 CO_2 冷海水预处理、电子束辐照结合气调包装等最新研究进行详细叙述,此外,气调包装还与紫外线技术、真空预冷技术、生物保鲜剂等其他先进技术广泛结合,如表 1 所示。

3.2.1 CO_2 冷海水预处理结合气调包装

CO_2 冷海水是指一定压力条件下,在冷却至 0~4℃ 的海

水中泵入 CO₂^[21]。刘书来等^[22]通过研究 CO₂冷海水处理保鲜技术在南美对虾中的应用得出 CO₂冷海水处理可以延长对虾的储存期的结论,结果表明 CO₂冷海水处理可以有效地控制肉品中微生物的生长繁殖。蔡燕萍等^[21]进一步研究 CO₂冷海水处理与气调包装结合后对南美白对虾的影响发现其可延长 2~3d 的货架期。CO₂冷海水处理后,对南美白对虾保鲜效果较好的气调包装环境是 40%CO₂和 60%N₂或 85%CO₂+5%O₂+10%N₂。CO₂冷海水处理保鲜技术结合气调包装可有效提高货架期,其在鲜肉禽类等方面的研究有待进一步提高。

3.2.2 电子束辐照结合气调包装

电子束技术是一种新兴物理保藏技术,可以较好地抑制腐败微生物的生长^[23,24]。已广泛应用于一些水产品(泥蚶肉、蟹肉、三文鱼)等的贮存研究中,并取得了较显著的保鲜效果^[25-27]。蒋慧亮等^[28]通过研究发现电子束结合 50%CO₂+30%N₂+20%O₂的气调包装对蚌肉的保鲜效果最好,且比对照组延长了货架期 16d。此种方法属于物理保鲜技术与气调包装技术的结合,可以发现其在很大程度上提高了肉品的货架期,具有一定的研究意义。

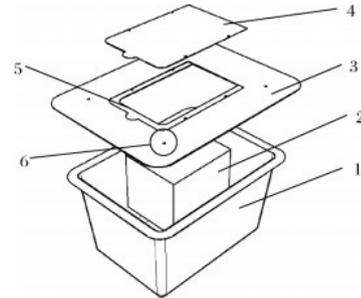
表 1 气调包装与其他技术的结合

研究者	研究技术	肉类品种	最佳条件	研究结果
贺莹 ^[29]	紫外线杀菌结合气调包装	带鱼	60% CO ₂ +33% N ₂ +7% O ₂ 、4℃	相比对照组,延长保质期至 15d
刘永吉等 ^[30]	真空预冷结合气调包装	冷鲜鸡肉	65% CO ₂ +30% N ₂ +5% O ₂ 、(2±2)℃	相比对照组,延长保鲜期至 11d
周强等 ^[31]	肉桂精油-壳聚糖涂膜结合气调包装	冷鲜肉	50% CO ₂ +15% N ₂ +35% O ₂ 、0℃	相比对照组,延长了货架期约 4d
Avtar Singh等 ^[32]	鱿鱼壳寡糖(COS)结合气调包装	金枪鱼片	400 ppm 的 COS 与氧基 MAP 结合	延长了切片的保质期,感官可接受性持续 9 天
Elena等 ^[33]	有机酸结合气调包装	鸡腿	60% CO ₂ +40% N ₂ 、2% 乙酸或 2% 丙酸洗涤	相比不用有机酸处理组,降低了细菌数量
Lázaro等 ^[34]	UV-C 辐射结合气调包装	冷藏罗非鱼鱼片	50% CO ₂ +50% N ₂ 、UV (0.3J/cm ²)	相比对照组,延长了货架期约 5 天
Wenjun等 ^[35]	茶多酚处理结合气调包装	草鱼	50% CO ₂ +50% N ₂ 、0.5% 茶多酚处理	相比对照组,更好地抑制脂质氧化,更有利于鱼片贮藏
崔英丽等 ^[36]	天然复合保鲜剂结合气调包装	冷却牛肉	50% CO ₂ +5% N ₂ +45% O ₂ 、1.5% 丁香、1% 肉桂	相比对照组,延长货架期至 16d

3.3 气调保鲜盒的开发

气调包装通过调节气体比例使包装内气体环境达到最佳状态,但对于一些较大的气调包装,消费者在使用时若只取

出部分产品再封合后,则可能无法恢复原最佳气体环境,对产品的保护性降低。为解决此问题,潘嘹等人^[37]设计开发了一种透气性可调的气调保鲜盒(如图 1 所示),且通过实验发现相比透气性不可调和传统的保鲜盒,该保鲜盒能延长香菇的储存期,对其保鲜效果具有积极作用。



1—底托; 2—产品; 3—底膜;
4—盖膜; 5—粘分区; 6—微孔

图 1 保鲜盒结构示意图

该保鲜盒主要是通过调节微孔的数量和直径等使之与包装容器内产品的呼吸作用相协调,从而实现取出部分产品后能够自动调节包装内部气体环境,继而保护产品。目前,该透气性可变的微孔气调保鲜盒在新鲜果蔬的保鲜中应用较为广泛,在鲜肉禽类保鲜方面的研究较少,大量微生物生长繁殖是鲜肉禽类腐败变质的主要原因,其生长繁殖时需要消耗包装内氧气,产生二氧化碳,随着贮存时间的延长使得包装内外压差发生一定的变化。因此,我们可以根据鲜肉禽类在贮存过程中微生物繁殖速度(呼吸速率)选择合适的保鲜盒材料并制以与之相匹配的微孔数量等,以延长鲜肉禽类的保鲜期。但由于微生物种类繁多,且在生长繁殖方面有着各不相同的机理特点,所以透气性可变的微孔气调包装在鲜肉禽类方面的应用还有待进一步深入研究。

4 存在的问题和困难

气调包装因其成本低、易于操作、安全性好,且在一定范围内可以有效延长被包装产品的保鲜期等特点被广泛应用于鲜肉禽类保鲜包装。但 MAP 技术的发展仍存在一些问题和困难:

①气调包装主要是通过采用高阻隔性和密封性良好的包装材料,改变包装内部混合气体的比例以使包装内达到最有利于产品贮存的气体环境。此包装虽然对外界环境中气体的进入或内部气体散逸具有一定的抑制作用,但在物流运输过程中,不可避免地会因为外界环境气压变化或被包装产品本身特性等因素对气调包装的阻隔性和密封性等造成一定的影响,可能导致包装内最佳气体环境的改变,对被包装产品产生不

良的影响。因此,包装材料等的正确选择是气调包装的一大难题。

②相对于真空包装来说,气调包装技术可以减少鲜肉禽类汁液的散失,维持肉品的新鲜色泽,但有研究发现,MAP比真空包装的保质期短^[38]。秦凤贤等^[39]研究了真空热收缩包装、气调包装以及真空贴体包装三种不同形式的包装在(0±2)℃贮存条件下对冷鲜鹿肉品质的影响,实验对pH值、挥发性盐基氮、菌落数等指标进行评价,结果显示在相同的贮存环境下,真空热收缩包装可以有效地对冷鲜鹿肉进行保鲜,且产品最长保质期达70d,而气调包装冷鲜鹿肉色泽最好但保质期最短。由此可见,气调包装技术还需要深入改进与完善。

③气调包装技术所用机械设备、包装薄膜、生产工艺等诸多方面不完善,如气调包装工艺与罐藏相比,速度慢、效率低且其对引入的混合气体压力具有严格的要求等。MAP技术的不足同样会影响产品保鲜效果,将机械、材料、生物及化学等多领域进行结合方能促进气调包装的进一步发展^[40]。

5 前景和展望

随着生物、化学、物理等多种保鲜技术的发展,气调包装技术与其他新型技术的结合将成为研究重点。同时,透气性可调的气调保鲜盒和改性气调包装等在鲜肉禽类保鲜中的应用还有待进一步研究。总之,气调包装因其能较好地保持肉品鲜艳色泽,减少汁液散失等优点,其在鲜肉禽类保鲜中的应用将具有更广阔的发展空间。

6 结语

论文通过综合研究国际上气调包装最新研究进展,进行了相应的分析与整理。论文主要从气调包装的定义原理、主要保护性气体作用、工艺、研究进展等方面作了相应的介绍,同时提出了需加大透气性可变的微孔气调保鲜盒在鲜肉禽类保鲜方面的研究,分析了气调包装存在的一些问题,旨在为气调包装在鲜肉禽类保鲜方面的研究提供参考。此外,气调包装在鲜肉禽类保鲜中的应用研究具有广阔的前景。

参考文献

[1] 陈海桂.气调包装技术在肉类保鲜中的应用和研究进展[J].肉类研究,2010(11):74-78.
 [2] Kenneth W McMillin. Where is MAP Going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat[J]. Meat Science,2008,80(1):84-88.
 [3] 陈东杰.气调包装对冷却猪肉菌相影响与货架期预测模型[D].济南:山东农业大学,2017.
 [4] 韩吉娜,KOMLA SENAM HIPPOLYTE,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.
 [5] 姚倩儒,陈历水,李慧,等.冷鲜肉保鲜包装技术现状和发展趋势[J].包装工程,2021,42(9):194-200.
 [6] Jasna Djordjevic, Marija Boskovic, Marija Dokmanovic, et al. Vacuum and Modified Atmosphere Packaging Effect on Enterobacteriaceae Behaviour in Minced Meat[J]. Journal of Food Processing and Preservation,2017,41(2):21-22.
 [7] 戴瑞彤,南庆贤.含CO₂气调包装对冷却肉货架期和色泽稳定性的影响[J].保鲜与加工,2004(4):8-10.
 [8] 陈阳楼,王院华,甘泉,等.气调包装用于冷鲜肉保鲜的机理及影响因素[J].包装与食品机械,2009,27(1):9-13.
 [9] 徐文达.食品气调包装技术[J].食品与机械,1994(4):7-9.
 [10] 徐文达.国内外食品气调包装的方式和机械[J].包装与食品机械,1994(4):15-20.
 [11] 任思婕,胡吕霖,沈清,等.不同气体比例气调包装对冷藏微波辣子鸡丁品质的影响[J].食品科学,2018,39(21):245-252.
 [12] 姚尧,毕晓彤,熊凤娇,等.不同气体组分气调包装对冷鲜肉鸡肉贮藏品质的影响[J].肉类研究,2018,32(8):51-56.
 [13] 张建友,陈立帆,周广成,等.气调包装对中国毛虾贮藏稳定性的影响[J].食品与发酵工业,2020,46(17):212-219.
 [14] 杨啸吟,张一敏,朱立贤,等.高氧气调包装贮藏牛排肉色稳定性的蛋白质组学[J].食品科学,2019,40(3):231-237.
 [15] 孙路,唐道邦,黄群.高氧气调包装鲜鸡肉的品质变化及相关性分析[J].食品工业,2020,41(3):77-80.
 [16] Xiaoyin Yang, Yimin Zhang, Lixian Zhu, et al. Effect of packaging atmospheres on storage quality characteristics of heavily marbled beef longissimus steaks[J]. Meat Science,2016(11):117.
 [17] Peng Yunling, Adhiputra Karunia, Padayachee Anneline, et al. High Oxygen Modified Atmosphere Packaging Negatively Influences Consumer Acceptability Traits of Pork[J]. Foods (Basel, Switzerland),2019,8(11):96-97.
 [18] H. Meredith, V. Valdramidis, B.T. Rotabakk, et al. Effect of different modified atmospheric packaging (MAP) gaseous combinations on Campylobacter and the shelf-life of chilled poultry fillets[J]. Food Microbiology, 2014(6):44.
 [19] 郭依萍,李冉,叶可萍,等.不同二氧化碳浓度气调包装对生鲜鸡翅贮藏过程中挥发性有机物的影响[J].食品工业科技,2021(1):63-65.
 [20] Kolsarici N, Candogan K. The effects of potassium sorbate and lactic acid on the shelf-life of vacuum-packed chicken meats[J]. Poultry science,1995,74(11):52-53.
 [21] 蔡燕萍,张莎莎,邹鹏,等.CO₂冷海水预处理结合气调包装对南美白对虾品质的影响[J].食品工业科技,2021,42(3):253-257.

(下转第7页)

砂浆中,并将耐碱的玻璃纤维网布拼接在一起,每侧不应小于100mm。

④墙壁安装并自然停放约15d后,安装最后一块木板,并处理木板与墙壁之间的接缝,并在接缝处使用防火保护。填充岩棉或泡沫聚苯乙烯,并用特殊的填缝剂处理。

⑤安装孔应根据其他专业需要在墙壁上开孔,且孔的加固和开孔必须符合设计及有关规范。

⑥板和主要结构梁的托梁中装有阻燃岩棉或聚苯乙烯泡沫和聚合物砂浆。

⑦在处理完所有细部的墙缝和节点后,分别在墙的外侧涂上抗裂砂浆和防水腻子,并且油漆的高度和范围必须符合设计文件的要求。

5 结语

ALC轻质隔墙板是一种具备较多应用优势的新型板材,

被广泛应用在医院、商场等建筑内,其具有高强、绿色环保等优点;但是在进行ALC板材施工后在其拼缝处易产生裂缝,不利于后期的精装修等作业,通过选材和施工过程管理,有效解决了ALC板块接缝裂缝问题,提高了施工质量,为今后进一步竣工工作提供了良好的基础,方便了后续工作的维护和使用,更好地实现ALC板块的推广应用。

参考文献

- [1] 马廷亮.ALC板材拼缝处裂缝控制施工技术[J].绿色环保建材,2017(6):100-101.
- [2] 李晓瑞,王伟,王君飞.ALC板材拼缝处裂缝施工工艺与防治技术[J].建筑工程技术与设计,2018(11):1836.
- [3] 赵金保,丁常洪,高莉,等.一种以ALC板材为主体的内隔墙CN205134642U[P].2016.
- [4] (上接第4页)
- [22] 刘书来,张莎莎,吕飞,等.CO₂冷海水保鲜技术在南美白对虾中的应用[J].农业机械学报,2012,43(12):158-164.
- [23] J. Farkas. Irradiation for better foods[J]. Trends in Food Science & Technology,2005,17(4):25-26.
- [24] Myung-Woo Byun, Ju-Woon Lee, Hong-Sun Yook, et al. Application of gamma irradiation for inhibition of food allergy[J]. Radiation Physics and Chemistry,2002,63(3):63-65.
- [25] 李超,杨文鸽,徐大伦,等.电子束辐照对泥蚶肉营养成分的影响[J].核农学报,2011,25(5):959-964.
- [26] 梅卡琳,宣仕芬,谭贝贝,等.电子束辐照对细点圆趾蟹肉营养及滋味成分的影响[J].食品科学,2019,40(8):169-174.
- [27] 傅丽丽,林敏,高原,等.电子束辐照对三文鱼品质的影响研究[J].核农学报,2017,31(8):1521-1527.
- [28] 蒋慧亮,王正云,杨絮,等.气调包装结合电子束辐照对蚌肉的保鲜效果[J].现代食品科技,2021,37(3):147-153.
- [29] 贺莹.紫外线杀菌结合气调包装技术对带鱼品质的影响[J].肉类研究,2019,33(1):37-41.
- [30] 刘永吉,冯小燕,钟瑞敏.真空预冷结合气调包装对冷鲜鸡肉冷藏品质的影响[J].湖北农业科学,2018,57(21):105-108+133.
- [31] 周强,刘蒙佳,张宝善,等.肉桂精油-壳聚糖涂膜协同气调包装对冷鲜肉品质的影响[J].浙江大学学报(农业与生命科学版),2019,45(6):723-735.
- [32] Singh Avtar, Benjakul Soottawat, Zhang Bin, et al. Effect of squid pen chitooligosaccharide in conjugation with different modified atmospheric packaging conditions on color and storage stability of tuna slices[J]. Food Control,2021(8):125.
- [33] GonzalezFandos Elena, MartinezLaorden Alba, PerezArnedo Iratxe. Combined Effect of Organic Acids and Modified Atmosphere Packaging on Listeria monocytogenes in Chicken Legs[J]. Animals,2020,10(10):63.
- [34] César A. Lázaro, María Lúcia G. Monteiro, Carlos A. Conte-Junior, et al. Combined Effect of Modified Atmosphere Packaging and UV-C Radiation on Pathogens Reduction, Biogenic Amines, and Shelf Life of Refrigerated Tilapia (Oreochromis niloticus) Fillets[J]. Molecules,2020,25(14):52-55.
- [35] Wenjun Li, Li Wenjun, Wang Chao, et al. Effects of modified atmosphere packaging combined with tea polyphenol treatment on the quality of grass carp during cold storage[J]. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science,2020,559(1):90-91.
- [36] 崔英丽,张慧,刘振彬,等.气调包装和天然复合保鲜剂对冷却牛肉联合保鲜效果影响的研究[J].食品与生物技术学报,2017,36(4):352-356.
- [37] 潘嘹,张倩,卢立新,等.透气性可变的微孔气调保鲜盒的开发及性能表征[J].食品与发酵工业,2020,46(24):43-49.
- [38] 李丹,赵彬,何思远.气体包装储藏冷鲜肉研究进展[J].海军医学杂志,2019,40(2):188-191.
- [39] 秦凤贤,胡铁军,闫晓侠,等.不同包装方式对冷鲜鹿肉品质的影响[J].肉类研究,2014,28(5):33-36.
- [40] 张晨,杨诗奇,李超,等.气调包装与其他技术结合在食品保鲜中的研究进展[J].食品工业,2020,41(5):287-290.