

技术专论

低温气调包装对鲜猪肉保鲜效果的影响研究

任清杰, 王建清, 金政伟

(天津科技大学, 天津 300222)

摘要:按5种气调方式包装新鲜猪肉,于低温(约3.79℃)下储存,检测了鲜猪肉挥发性盐基氮(TVB-N)含量、pH值、感官指标和包装内的气体组分含量等指标。实验结果表明:采用高氧气调包装,鲜肉货架寿命长达24d,且能够保持猪肉的鲜红色,较适宜用于鲜肉冷链运输和货架销售;抑菌剂在低温储存环境中,能将鲜猪肉的货架寿命延长25%。

关键词:低温;气调包装;抑菌剂;猪肉保鲜

中图分类号:TB487;TS206 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-3563(2012)09-0033-04

Research on Influence of Modified Atmosphere Packaging on Fresh-keeping Effect of Fresh Pork in Low Temperature

REN Qing-jie, WANG Jian-qing, JIN Zheng-wei

(Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China)

Abstract: Fresh pork was placed in low temperature (about 3.79℃) after packaging with five kinds of modified atmosphere packaging. Total volatile basic nitrogen (TVB-N), pH value, sensory index, O₂ and CO₂ concentration in the packaging were tested. The results showed that the shelf life of fresh pork was up to 24 days in high oxygen modified atmosphere packaging under low temperature storage which could maintain the bright red color of fresh meat and was propitious to logistics and transport, and supermarket retail; antibacterial agents increase the shelf life of fresh meat by 25% in low temperature storage environment.

Key words: low temperature; modified atmosphere packaging; antibacterial agents; fresh-keeping of pork

我国是世界上肉类食品生产和消费的第一大国,目前市场上鲜肉的消费方式主要有3种,即热鲜肉、冷冻肉和冷鲜肉,而我国绝大部分鲜肉制品是在裸露状态下进行储存、运输和销售的。

鲜肉气调包装是指用高阻隔性的包装材料将肉制品密封于一个改变了的气体环境中,从而减缓氧化的速度,抑制微生物的生长和阻止酶促反应,延长鲜肉的货架寿命^[1]。鲜肉气调包装用的气体通常为CO₂, O₂和N₂,每种气体对鲜肉的保鲜作用不同,可在一定程度上保证鲜肉质量^[2-5]。文中研究了5种气调包装方式和抑菌剂对鲜猪肉保鲜效果的影响,综合测试评价了鲜猪肉各项指标。

1 实验

1.1 材料与设备

材料:冷鲜肉,采用市售后腿精瘦肉(屠宰后4℃放置48h);7层共挤真空包装薄膜,天津市芙蓉塑料包装制品有限公司, O₂和CO₂的透过系数分别为 14.23×10^{-15} , 19.05×10^{-15} cm³·m/(cm²·s·Pa);抑菌精油为0.5%丁香精油+0.3%花椒精油+0.2%百里香精油+0.5%肉桂精油(均以体积分数计),精油复配后溶于20%(体积分数)乙醇溶液中;浓盐酸、甲基橙、甲基红、亚甲基蓝、氢氧化钠、氧

收稿日期:2012-03-06

基金项目:国家“十二五”科技支撑计划项目(2011BAD24B01)

作者简介:任清杰(1987—),男,安徽人,天津科技大学硕士生,主攻包装材料和包装技术和包装材料。

通讯作者:王建清(1953—),男,湖南人,天津科技大学教授,主要研究方向为包装材料和包装技术。

化镁、硼酸等测试用试剂,天津市江天化工技术有限公司。

设备:AR2130 电子天平,梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司;DZQ400/2 多功能真空充气包装机,南通鑫燕包装机械有限公司;GM-B 气体比例混合器,上海水产大学食品学院;CheckMate9900 气体分析仪,丹麦 PBI Dansensor 公司;X-rite 528 分光密度仪,美国爱色丽色彩仪器公司;1765 半微量凯氏定氮仪,金坛市晶玻实验仪器厂;PHS-25 酸度计,上海雷磁仪器厂。

1.2 实验方法

1.2.1 鲜肉气调包装保鲜实验

分切并称量新鲜猪肉,每份猪肉样品的质量约为 50 g,留作实验备用。按 5 种气调包装方式对包装内的气体进行置换,将鲜肉置于低温环境下(约 3.79 °C)储存,抑菌剂不和鲜肉直接接触,以自制“悬浮”抑菌形式均匀扩散、挥发到鲜肉整体包装空间内,通过测试挥发性盐基氮(TVB-N)含量、pH 值、包装内组分气体(O₂ 和 CO₂)浓度变化及感官评价,综合分析鲜肉货架寿命。5 种气调包装方式(以体积分数计)如下:MAP I 为 20% O₂ + 50% CO₂ + 30% N₂; AP II 为 21% O₂ + 0% CO₂ + 78% N₂; AP+抑菌剂 III 为 21% O₂ + 0% CO₂ + 78% N₂ + 抑菌剂; MAP IV 为 50% O₂ + 25% CO₂ + 25% N₂; MAP V 为 75% O₂ + 25% CO₂ + 0% N₂。

1.2.2 鲜肉 TVB-N 含量的测定

鲜肉挥发性盐基氮含量测试参照 GB 5009.44-2003^[6]中的半微量定氮法进行。

1.2.3 鲜肉 pH 值的测定

参考 GB 9695.5-2008^[7],从包装内切取一定鲜肉样品,绞碎后,称取约 10 g 置于锥形瓶中,加入 100 mL 氯化钾溶液(浓度 0.1 mol/L, pH 值约为 7.0)均质。量取一定均质试样,将标定后的 pH 计电极浸没在其中,读取 pH 值。

1.2.4 鲜肉制品感官评价

参考 NY 5029-2008^[8],按照相关标准评价鲜肉的色泽、组织状态、黏度、气味和总体可接受性 5 个指标。

用爱色丽 528 型分光密度仪测试鲜肉制品 L*, a* 和 b* 值。测试前,从包装中取出肉制品获得平整表面,在其上覆盖一层保鲜膜,以防污染仪器而对测试结果造成偏差。对于覆膜前后,选取同一样品进行测试结

果对比,分析 ΔE 值的变化,以确定结果有效性。

选择 5 名经过培训的人员组成评分小组,对各项指标进行打分(1~9 分制),并取平均值。评分完成后,将各储存时间内的分值按(1)式进行标准化,绘制鲜肉感官评分的雷达图,以更直观地评判不同储存环境下,各气调包装对鲜肉感官指标的影响。

$$y_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_{1 \leq i \leq n} x_{ij}}{\max_{1 \leq i \leq n} x_{ij} - \min_{1 \leq i \leq n} x_{ij}} \quad (1)$$

1.2.5 鲜肉气调包装内气体浓度测试

每隔一定时间,从不同储存环境中取出鲜肉气调包装样品,用 PBI CheckMate 9900 气体分析仪测试鲜肉气调包装内 O₂ 和 CO₂ 的浓度。测试期间要保证包装的气密性,将气体探测针头插入包装内部,多次测试气体浓度的有效值,以获得准确的数据。

2 结果与讨论

2.1 气调包装对鲜肉 TVB-N 含量的影响

由图 1 分析可知,低温(3.79 °C)条件下,5 种气

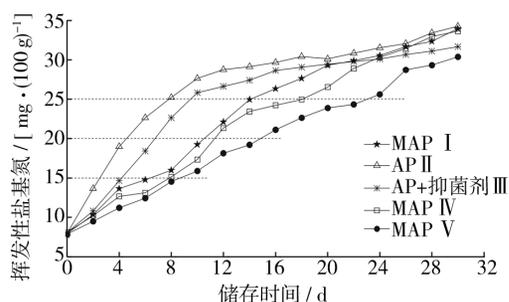


图 1 鲜肉 TVB-N 含量随储存时间的变化
Fig. 1 Change of TVB-N value of fresh meat with storage time

调包装中的鲜猪肉样品 TVB-N 含量均随着储存时间的延长而逐渐升高,按照 TVB-N 含量的上升速度依次排序为 AP II > AP+抑菌剂 III > MAP I > MAP IV > MAP V,即充入空气包装的肉制品最先腐败,高氧气调包装的鲜肉保存时间最长。依据 GB 2707-2005 鲜猪肉挥发性盐基氮指标,可判断猪肉的新鲜度^[9-10]。AP II 包装中的鲜肉 TVB-N 含量在 8 天左右达到鲜肉腐败临界值 25 mg/100 g,添加抑菌剂后,则是在 10 天左右达到腐败临界点。可见抑菌剂在低温条件下能将鲜肉货架寿命延长 25%,有一定保鲜效果。低氧气调 I、中氧气调 IV 和高氧气调 V 包装中的鲜肉 TVB-N 含量分别在 15, 18, 24 d 左右达到

腐败临界值。高氧气调包装 MAP V 和对照组 AP II 相比,能延长鲜猪肉货架寿命 200%,且能够保持肉制品呈鲜红色。

2.2 气调包装对鲜肉 pH 值的影响

根据图 2 可看出,低温条件下,5 种气调包装中

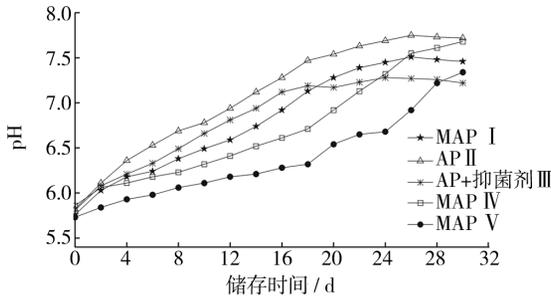


图 2 鲜肉 pH 值随储存时间的变化

Fig. 2 Change of pH value of fresh meat with storage time

的鲜猪肉样品 pH 值均随着储存时间的延长而逐渐升高,在储存期第 18 天之前,按照 pH 值的上升速度依次排序为 AP II>AP+抑菌剂 III>MAP I>MAP IV>MAP V,和该条件下 TVB-N 含量的变化情况一致。但在储存期第 18 天之后,添加抑菌剂的空气气调包装中的鲜肉 pH 值略微下降,可能是因为抑菌剂中的成分被鲜肉吸收,产生酸性物质,并与鲜肉腐败产生的碱性物质发生中和反应而致。

根据 pH 值和鲜肉新鲜度的指标,对照组 AP II 包装中的鲜肉 pH 值在 8 天左右达到鲜肉腐败临界值 6.7,添加抑菌剂后,鲜肉 pH 值在 10 天左右达到腐败临界点,和 TVB-N 含量的情况一致。低氧气调 I、中氧气调 IV 和高氧气调 V 包装中的鲜肉 pH 值分别在 14,18,24 d 左右达到腐败临界值 6.7 以上。

2.3 气调包装对鲜肉感官评价指标的影响

由图 3 可见,低温条件下,高氧气调包装 MAP V

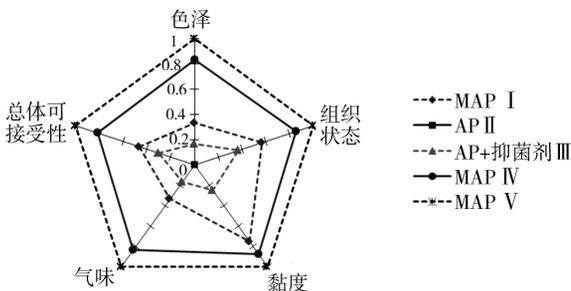


图 3 鲜肉感官指标的变化

Fig. 3 Change of sensory index of fresh meat

中的猪肉感官指标较稳定,5 项指标标准化后因子均

为 1。因子越大,肉制品感官可接受度越好。中氧气调包装 MAP IV 中的鲜肉感官指标标准化后因子为 0.8,仅次于高氧气调保鲜效果。低氧气调包装 MAP I 中的猪肉黏度指标较好,但其色泽因子变化较明显,标准化后仅为 0.3 左右,会在一定程度上降低猪肉的总体可接受度。对照组空气气调包装 AP II 中的猪肉样品,各感官指标相对于其它包装均较差;含有抑菌剂的包装在色泽上表现较差,但其它指标相对于对照组包装有所改善,抑菌剂使得猪肉的组织状态相对稳定。

2.4 气调包装对鲜肉颜色变化的影响

由图 4 可以看出,低温条件下,在鲜肉腐败变质

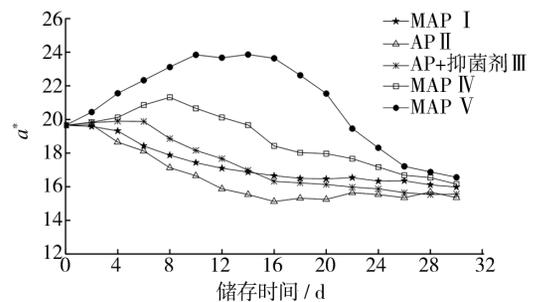


图 4 鲜肉 a^* 值随储存时间的变化

Fig. 4 Change of a^* value of fresh meat with storage time

前期,高氧气调包装 V 和中氧气调包装 IV 中的猪肉红色值 a^* 保持较好,适于销售。这 2 种包装中起初含有较高浓度的氧气,能够促进肌红蛋白转化为氧合肌红蛋白,使猪肉保持可被接受的鲜红色;但随着储存时间的延长,好氧菌等微生物繁殖消耗大量氧气,使氧气浓度降低及诸多颜色各异的副产物产生,加速了肌红蛋白被氧化为高铁肌红蛋白,肉制品逐渐变为褐色,不被消费者所接受。

在低氧气调包装 I、对照组空气气调包装 II 和含有抑菌剂的空气气调包装 III 中的猪肉,红色值 a^* 均随着储存时间延长呈现缓慢下降趋势,这是由于低浓度氧气的存在不会促使氧合肌红蛋白的形成,而是逐渐形成高铁肌红蛋白,且微生物生长消耗氧气并产生副产物,使得 a^* 值下降。在低温条件下,微生物繁殖相对较慢,高浓度氧气能使鲜肉保持较长时间的鲜红色,较适宜用于超市货架销售。

2.5 气调包装对鲜肉包装内气体浓度的影响

由图 5 可看出,低温条件下,各气调包装内氧气浓度呈现总体下降趋势。高氧气调包装 V 和中氧气

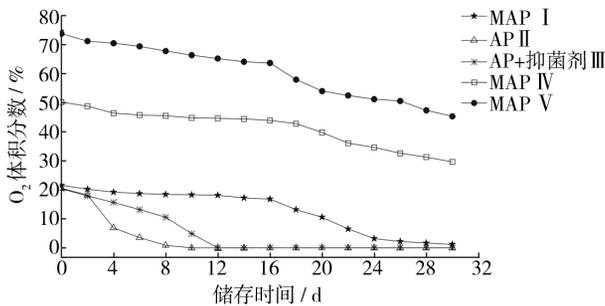


图5 鲜肉气调包装内 O_2 含量随储存时间的变化

Fig. 5 Change of oxygen concentration in fresh meat MAP with storage time

调包装 IV 中氧气浓度的下降速度相对较稳定,到储存期第 30 天,约下降 20%。对照组空气气调包装 II 和含有抑菌剂的空气气调包装 III 中,氧气浓度下降速度较快,分别在第 10 天和第 12 天下降为 0,证明包装内氧气被完全消耗。低氧气调包装 I 中氧气浓度起初变化较缓慢,这是由于包装内高 CO_2 浓度和低温环境在一定程度上抑制了微生物的生长,猪肉各指标相对较稳定,表现为鲜肉包装内气体浓度变化不大;但到储存期第 16 天,猪肉内微生物繁殖加速,直至第 30 天几乎完全消耗掉包装内的氧气。

根据图 6 可看出,低温条件下,各气调包装内

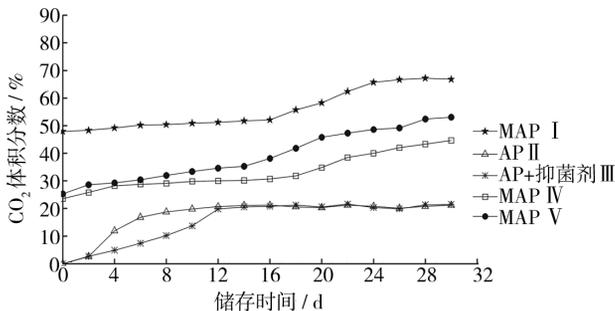


图6 鲜肉气调包装内 CO_2 含量随储存时间的变化

Fig. 6 Change of carbon dioxide concentration in fresh meat MAP with storage time

CO_2 浓度呈总体上升趋势。这是包装内微生物繁殖消耗 O_2 转化为 CO_2 的结果,最终表现为 O_2 和 CO_2 浓度之和接近初始 2 种气体浓度之和。

3 结论

实验结果表明,低温储存条件下,5 种气调包装中,以高氧气调包装表现最为优秀,该包装内的鲜肉

各项指标稳定,颜色呈现为可被消费者接受的鲜红色,有利于储存运输和促进销售。气调包装和复配抑菌剂均能有效延长鲜肉货架寿命,将抑菌剂和气调包装技术相结合,它们的协同作用能进一步延长鲜肉的货架寿命。

参考文献:

- [1] 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(1):9-13.
CHEN Yang-lou, WANG Yuan-hua, GAN Quan, et al. The Mechanism and Impact Factors of Modified Atmosphere Packaging for Chilled Fresh Meat Preservation [J]. Packaging and Food Machinery, 2009(1):9-13.
- [2] 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,2010,31(15):15-17.
ZHAO Su-fen, LIU Xiao-yan. Study on High Oxygen Modified Atmosphere Packaging for Chilled Fresh Pork [J]. Packaging Engineering, 2010, 31(15):15-17.
- [3] 付丽,孔保华,马丽卿,等. $CO/CO_2/N_2$ 三种气体协同对冷却猪肉保鲜及护色效果的研究[J]. 食品研究与开发, 2008(10):124-127.
FU Li, KONG Bao-hua, MA Li-qing, et al. Shelf-life Extension and Color Stabilisation of Pork Packaged in Modified Atmosphere Packaging Containing CO_2 , N_2 and Low CO [J]. Food Research and Development, 2008 (10):124-127.
- [4] 付丽,马丽卿,孔保华. 含 CO 的混合气体对冷却猪肉保鲜护色效果的研究[J]. 食品科技,2006(10):269-272.
FU Li, MA Li-qing, KONG Bao-hua. Shelf-life Extension and Color Stabilisation of Pork Packaged in Modified Atmosphere Packaging Containing Low CO [J]. Food Science and Technology, 2006(10):269-272.
- [5] PATSIAS A, CHOULIARA I, BADEKA A, et al. Shelf-life of a Chilled Precooked Chicken Product Stored in Air and under Modified Atmospheres: Microbiological, Chemical, Sensory Attributes [J]. Food Microbiology, 2006, 23(5):423-429.
- [6] GB/T 5009.44-2003, 肉与肉制品卫生标准的分析方法 [S].
GB/T 5009.44-2003, Method for Analysis of Hygienic Standard of Meat and Meat Product [S].
- [7] GB/T 9695.5-2008, 肉与肉制品 pH 测定 [S].
GB/T 9695.5-2008, Meat and Meat Products Measurement of pH [S].

(下转第 48 页)

$R=0.4$, $\eta\ddot{u}_m=0.05$, 在不同质量比条件下的冲击谱与破损边界曲面见图 4。可见, 冲击谱随质量比的增加而减小。

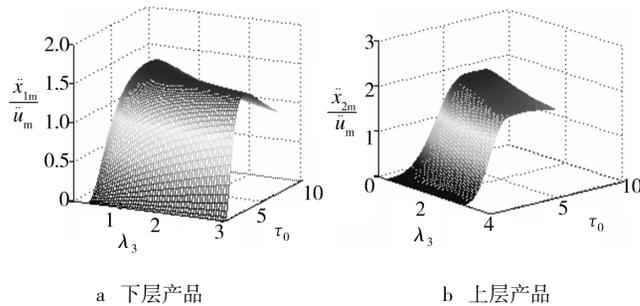


图 4 包装系统在不同质量比时的冲击谱
Fig. 4 Shock response spectrum of packaging system at different mass ratio

3 结语

建立了发泡聚乙烯两层缓冲包装的滞后性模型, 得到了系统在半正弦脉冲激励下的冲击谱与破损边界曲线, 讨论了衬垫的面积比、厚度比、质量比对冲击响应的影响。这对于更加深入地研究多自由度这样的复杂缓冲包装的机理, 更加科学地指导包装设计, 具有一定意义。

参考文献:

- [1] NEWTON R E. Fragility Assessment Theory and Practice[R]. Monterey Research Laboratory, Inc. Monterey, California, 1968.
- [2] WANG Z L, WU C F, XI De-chang. Damage Boundary of

Packaging System under Rectangular Pulse Excitation [J]. Packaging Techno Sci, 1998, 11: 189-202.

- [3] 卢富德, 高德, 梁爱锋. 立方非线性双层包装在矩形方波冲击下破损边界曲线的研究[J]. 包装工程, 2008, 29(12): 7-10.
- LU Fu-de, GAO De, LIANG Ai-feng. Study of Damage Boundary Curve of Cubic Non-linear Double Layer Package under Rectangular Pulse [J]. Packaging Engineering, 2008, 29(12): 7-10.
- [4] 高德, 卢富德. 考虑转动的双曲正切与正切组合模型缓冲系统冲击响应研究[J]. 振动工程学报, 2012, 25(1): 6-11.
- GAO De, LU Fu-de. The Shock Response of Hyperbolic Tangent and Tangent Comprehensive Model on Cushion System Considering Rotary Motion [J]. J of Vibration Engineering, 2012, 25(1): 6-11.
- [5] 高德, 卢富德. 具有转动包装系统的正切非线性模型冲击响应研究[J]. 振动与冲击, 2010, 29(10): 131-138, 210.
- GAO De, LU Fu-de. Shock Response of a Nonlinear Tangent Packaging System with Rotation [J]. J of Vibration Engineering, 2010, 29(10): 131-138, 210.
- [6] 高德, 卢富德. 聚乙烯缓冲材料多自由度跌落包装系统优化设计[J]. 振动与冲击, 2012, 31(3): 69-72.
- GAO De, LU Fu-de. Optimization Design of MDOF Package Cushioning System Made of Polyethylene [J]. J of Vibration Engineering, 2012, 31(3): 69-72.
- [7] 卢富德, 张绍云, 杜启祥. 发泡聚乙烯隔振性能研究[J]. 包装工程, 2011, 32(11): 1-4.
- LU Fu-de, ZHANG Shao-yun, DU Qi-xiang. Study of Vibration Isolation Performance of EPE [J]. Packaging Engineering, 2011, 32(11): 1-4.

(上接第 36 页)

- [8] NY 5029-2008, 无公害食品 猪肉[S].
NY 5029-2008, Pollution-free Food—Pork Lion[S].
- [9] 蒋立凤, 叶扣贯. 猪肉在冻藏中挥发性盐基氮含量的变化[J]. 肉类工业, 2001(12): 17-18.
- JIANG Li-feng, YE Kou-guan. Changes of Volatile Basic Nitrogen Content in Pork during Frozen Storage [J]. Meat Industry, 2001(12): 17-18.
- [10] GB 2707-2005, 鲜(冻)畜肉卫生标准[S].
GB 2707-2005, Hygienic Standard for Fresh (Frozen) Meat of Livestock[S].