

食品包装

气调成分对泥鳅保藏效果的影响研究

李浩宇¹, 夏杨毅^{1,2,3}, 于建行¹, 尚永彪^{1,2,3}(1. 西南大学, 重庆 400716; 2. 农业部农产品贮藏保鲜质量安全评估实验室, 重庆 400716;
3. 重庆市特色食品工程技术研究中心, 重庆 400716)

摘要: **目的** 根据不同气体比例气调包装生鲜泥鳅冷藏过程中的品质变化规律, 确定生鲜泥鳅气调包装最佳气体组成并确定产品的货架期。 **方法** 将屠宰好的生鲜泥鳅分别以空气, CO₂(75%)+N₂(25%), CO₂(50%)+N₂(50%), CO₂(25%)+N₂(75%)的气体进行包装, 测定4℃条件下冷藏过程中感官、微生物和理化指标的变化。 **结果** 高CO₂包装组(CO₂(75%)+N₂(25%), CO₂(50%)+N₂(50%))的感官品质在贮藏过程中明显优于其他组; 贮藏到10 d时, 高CO₂包装组的菌落总数分别为4.08和4.36 lg cfu/g, 均低于临界值6 lg cfu/g, 其余组均超标; CO₂比例越高, 其pH值在贮藏后期就越低; 高CO₂包装组的 a^* 值、 b^* 值和 L^* 值较其他两组相比变化更加平缓, 护色效果更好; 从剪切值上来看, 高CO₂包装组对泥鳅肌肉组织结构的保护效果明显优于其他两组; 在贮藏过程中, 气调包装组的TBA值远低于空气包装组; 第10天, 高CO₂包装组TVB-N值分别为6.61和9.72 mg/100 g, 均未超标, 其余2组均超标。 **结论** 气调包装可显著延长生鲜泥鳅的保质期; 气调比例以CO₂(50%)+N₂(50%)为最佳, 4℃条件下冷藏货架期可达10 d。

关键词: 泥鳅; 气调包装; CO₂含量

中图分类号: TB485.6; TS206 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2016)01-0094-07

Influence of Gas Composition of Modified Atmosphere Packaging on Preservation Effect of Refrigerating Loaches

LI Hao-yu¹, XIA Yang-yi^{1,2,3}, YU Jian-hang¹, SHANG Yong-biao^{1,2,3}

(1. Southwest University, Chongqing 400716, China; 2. Quality and Safety Risk Assessment Laboratory of Products Preservation, Ministry of Agriculture, Chongqing 400716, China; 3. Chongqing Special Food Programme and Technology Research Center, Chongqing 400716, China)

ABSTRACT: According to the qualities variation of fresh loaches in refrigeration with different gas composition, the best gas composition of modified atmosphere packaging (MAP) and shelf life of fresh loaches were determined. After slaughtered, loaches were packaged with different gas compositions: CO₂(75%)+N₂(25%), CO₂(50%)+N₂(50%), CO₂(25%)+N₂(75%) and 100% air. The changes of sensory, microbial, physical and chemical indexes were measured during storage at 4℃. During the whole storage period, the sensory quality of high CO₂ packaging groups (CO₂(75%)+N₂(25%) and CO₂(50%)+N₂(50%)) were superior to those of other groups; after 10 days preservations, the total numbers of colonies of high CO₂ packaging groups were 4.08 and 4.36 lg cfu/g, which were lower than the threshold value 6 lg cfu/g, while the other groups exceeded the threshold value; the higher CO₂ concentration used in packaging, the lower pH value of loaches reached in the later storage stage; the variety of a^* , b^* and L^* of high CO₂ packaging groups was smaller than those of other groups, which indicated that the high CO₂ packaging had better effect on protecting colors; from the texture profile analysis, high

收稿日期: 2015-06-16

基金项目: 国家公益性行业(农业)科研专项(201303144)

作者简介: 李浩宇(1994—), 男, 河北邯郸人, 西南大学本科生, 主攻农产品加工与贮藏工程。

通讯作者: 尚永彪(1964—), 男, 河南郑州人, 博士, 西南大学教授, 主要研究方向为农产品加工。

CO₂ packaging groups had better effect on loach muscle structure protecting; the TBA values of MAP groups were far lower than those of the air packaging during storage; after preservation for 10 days, TVB-N values of high CO₂ packaging groups were 6.61 mg/100 g and 9.72 mg/100 g, which were within the standard range, while the other groups exceeded the standard. In conclusion, modified atmosphere packaging could obviously extend the shelf life of fresh loaches; the best gas composition was CO₂(50%)+N₂(50%), with which the loaches could be preserved 10 days under 4 °C refrigeration condition.

KEY WORDS: loach; modified atmosphere packaging; CO₂ concentration

泥鳅不仅肉质细腻、味道鲜美,而且还具有极高的营养价值,被誉为“水中人参”^[1]。随着人们生活水平的不断提高,膳食结构的变化和对泥鳅等水产品营养价值的进一步认识,泥鳅作为优质动物蛋白的来源,开始受到消费者的青睐,使得近年来泥鳅的市场需求量大幅增加^[2]。当前,国内泥鳅大多以鲜活产品的方式运输和销售,随着居家和餐饮业的发展变化,宰杀后的生鲜产品将会成为今后的市场主流。泥鳅的价格近年来也在不断攀升,如果生鲜泥鳅在市场流通中因保藏措施不到位而变质,就会造成大量损失^[3]。采取恰当的贮藏方法,在确保泥鳅品质的前提下有效延长其货架期,就成了保证食品质量和减少厂商损失、增加企业经济效益的关键。

气调包装技术(MAP)是用一种或几种混合气体代替食品包装袋内的空气,抑制产品的腐败、延长食品保鲜期的一种新型保鲜技术^[3-5]。在欧、美、日等地区,气调包装已经成为了一种主流的食品保存方法,应用于多种食品的保存,在鱼类、鱼制品保存方面,气调包装更是平均延长了保质期达1.5倍^[6]。在我国,气调包装也越来越多地应用于肉类和水产制品的保鲜。

文中主要探究不同气体组分的气调包装在泥鳅冷藏过程中,对其感官指标、菌落总数、pH、TVB-N、TBA、汁液流失率、色泽、剪切值的影响,寻找在泥鳅的气调保鲜中适宜的气体组分条件,为延长泥鳅在冷链销售过程中的货架期提供参考。

1 实验

1.1 材料

材料:活泥鳅,平均体长约20 cm,每尾质量约为60 g,由重庆水生农业开发有限公司提供;硬塑托盘(20 cm × 13 cm),PET/ CPP真空包装袋(30 cm × 20 cm)。试剂:浓硫酸,重庆川东化工有限公司化学试剂厂;硫酸钾、硫酸铜、硼酸、氯化钾、氢氧化钾,成都市科龙化工试剂厂;氢氧化钠、乙醇,重庆北碚化学试剂厂;石油醚,天津市致远化学试剂有限公司;碘乙酸,天津市光复精细化工研究所;正戊醇,成都西亚化工

股份有限公司。以上试剂均为分析纯。

1.2 仪器与设备

仪器与设备:FA2004A型电子天平,上海精天电子仪器有限公司;DHP-9162电热恒温培养箱,上海齐欣科学仪器有限公司;MAP-500D气调包装机,上海炬钢机械制造有限公司;TA-XT2i,英国 stable micro system 公司;测色仪,美国 HunterLab 公司;DW-25W518型冰箱,青岛海尔电器有限公司;PHS-4C+型酸度计,成都世纪方舟科技有限公司;HH-6型数显恒温水浴锅,金坛市富华仪器有限公司;722-P型可见分光光度计,上海现科仪器有限公司;Avanti J-30I型贝克曼冷冻离心机,美国贝克曼库尔特公司;KjelFlex K-360型全自动凯氏定氮仪,瑞士 BuCHI公司;SX-4-10型马弗炉,北京中兴伟业仪器有限公司。

1.3 方法

1.3.1 原料处理

选取体态完好、体型均匀的活泥鳅,经宰杀后去掉头尾及内脏,水洗后沥干表面水分,随机分成4组,每组120条,把硬塑托盘和包装袋放入杀菌锅内进行高压沸水杀菌,按照每组30袋,每袋4条,放在已灭菌的硬塑托盘上,并装入已灭菌的包装袋内进行充气包装。

1.3.2 包装与贮藏条件

空气包装组(对照组),气体比例:空气的体积分数为100%。气调包装组:共分为3组,气体比例分别为CO₂(75%)+N₂(25%),CO₂(50%)+N₂(50%),CO₂(25%)+N₂(75%)。包装过程中充气体积与样品质量比为3:1,包装后立即将样品放入4 °C的冰箱中进行贮藏。

1.3.3 测定方法

每天从各组中随机取3袋泥鳅,测定其各项理化指标。

1) 感官评价。泥鳅感官评定参照傅德成等^[7]的方法,略有改动。由5人经培训后组成感官评定小组,分别对泥鳅体表、肌肉、气味3项指标进行评分,各项评定标准见表1。然后按18~24分为一级鲜度,12~18分为二级鲜度,0~12分为不新鲜。

表1 感官评分标准

Tab.1 Grading standard for sensory evaluation

项目	等级				
	8分	6分	4分	2分	0分
体表	色泽明亮	色泽较明亮	色泽稍暗	色泽较暗	色泽暗沉
	黏液透明	粘液透明	粘液稍黄	粘液较混浊	粘液混浊
肌肉	组织紧密	组织较紧密	组织尚紧密	组织较松弛	组织松弛
	弹性强	有弹性	弹性较差	弹性差	无弹性
气味	固有气味	无异味	稍有异味	臭味、氨味	恶臭

2) 菌落总数的测定。参照GB 4789.2—2010的方法进行测定^[8]。

3) pH的测定。将泥鳅段取出,沿脊背切分为两片,剔除骨刺,去皮切碎。参照Bendall^[9]和Arashisar^[10]的方法进行修改,测定试样的pH值。准确称取10.00 g鱼肉置于烧杯,加100 mL预先煮沸冷却的蒸馏水,10 000 r/min下高速均质20 s,用酸度计直接测定pH。

4) 挥发性盐基氮(TVB-N)的测定。采用GB 5009.44—2003 中半微量定氮法测定样品中挥发性盐基氮的含量^[11]。

5) 硫代巴比妥酸值(TBA)的测定。将泥鳅段取出,沿脊背切分为两片,剔除骨刺,去皮切碎。参考万建荣^[12]的方法测定硫代巴比妥酸值。

6) 汁液流失率的测定。汁液流失率为汁液流失量与原料肉的质量之比。称量包装袋、试样和渗出汁液的总质量 m_1 ,剪开包装袋,倒出汁液,吸干包装袋与试样体表上沾的水分,称量包装袋和试样的总质量 m_2 ,以及包装袋的质量 m_3 ,平行测2次。汁液流失率计算公式:汁液流失率= $(m_1-m_2)/(m_1-m_3) \times 100\%$ 。

7) 鱼肉色差的测定。将泥鳅段取出,沿脊背切分为两片,剔除骨刺,取其脊背处肌肉,切成30 mm × 10 mm × 5 mm大小,采用色差仪进行测定。在使用色差计测定前,应先对其进行校正,将切好的鱼肉块在空气中放置20 min后,将其置于色差屏的圆孔上,用手轻轻摁住,进行测定。读取色差仪显示的数值(L^* , a^* , b^*)。每个样品在测定时选取3个点,每个点连续测定3次,最终结果取9次测量值的平均值。

8) 剪切值的测定^[13]。将泥鳅段取出,沿脊背切分为两片,剔除骨刺,取其脊背处肌肉,装入50 mL离心管于80 °C下恒温水浴20 min,冷却后切成30 mm × 5 mm × 5 mm大小,采用TA-XTPlus质构仪进行测定,每个试样重复测试3次。质构仪参数设置如下:探头类型为HDP-BSW;测前速度为2 mm/s;测中速度为1 mm/s;测后速度为5 mm/s;下降距离为23 mm。

1.3.4 实验统计分析

实验重复3次,每次测定3个平行样。所得数据用Microsoft Office 2013的Excel软件进行平均数和标准偏差的统计分析,用Originpro8.6软件作图,SPSS Statistics 17.0软件进行差异显著性分析,显著水平为0.05。

2 结果与分析

2.1 冷藏过程中感官指标的变化

新鲜的泥鳅,体表光泽明亮,粘液透明,肌肉组织紧密、富有弹性,无异味。空气包装组的泥鳅在第6天即发出强烈的氨臭味,肉质松散,颜色发黄,开始腐败。而气调包装组的腐败起始日则要延迟,并且随着CO₂含量增加,延迟的时间越长。CO₂(25%)气调包装组在第8天开始腐败,CO₂体积分数为50%和75%气调包装组到取样终点时(第10天),感官评分分别为16.2分和16.4分,保持着二级鲜度仍未腐败。这是由于气调包装可以抑制或减缓微生物的生长和营养成分的氧化变质,从而延长了泥鳅的货架期。

2.2 冷藏过程中菌落总数的变化

在整个冷藏过程中,样品泥鳅菌落总数的变化见图1。随着冷藏时间的延长,各组样品菌落总数总体

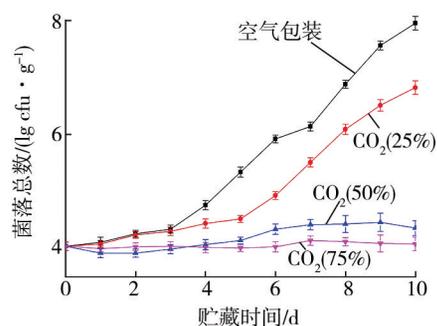


图1 不同气体比例气调包装冷藏泥鳅菌落总数的变化

Fig.1 Change of aerobic bacterial count in loach during storage under different gas rates of MAP

表2 不同气体比例气调包装冷藏泥鳅感官评分的变化

Tab.2 Change in sensory score of loaches during storage under different gas rates of MAP

指标	处理组	贮藏时间/d											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
体表	空气	8.0 ±	7.8 ±	7.6 ±	7.0 ±	5.6 ±	5.2 ±	4.6 ±	—	—	—	—	
	包装	0.00 ^{aA}	0.45 ^{aA}	0.55 ^{abA}	0.71 ^{bA}	0.55 ^{cA}	0.45 ^{cA}	0.55 ^{dA}	—	—	—	—	
	CO ₂ (25%)	8.0 ±	7.8 ±	7.6 ±	7.0 ±	6.4 ±	5.8 ±	5.2 ±	4.2 ±	4.0 ±	3.2 ±	2.8 ±	
		0.00 ^{aA}	0.45 ^{aA}	0.55 ^{aA}	0.71 ^{bA}	0.55 ^{cB}	0.45 ^{dB}	0.45 ^{cA}	0.45 ^{fA}	0.00 ^{fA}	0.45 ^{eA}	0.45 ^{eA}	
	CO ₂ (50%)	8.0 ±	7.8 ±	7.8 ±	7.6 ±	7.2 ±	7.0 ±	6.4 ±	6.0 ±	5.4 ±	5.2 ±	4.8 ±	
		0.00 ^{aA}	0.45 ^{aA}	0.45 ^{aA}	0.55 ^{abA}	0.45 ^{bcC}	0.00 ^{cC}	0.55 ^{dB}	0.00 ^{dB}	0.55 ^B	0.45 ^{dB}	0.45 ^{dB}	
	CO ₂ (75%)	8.0 ±	7.8 ±	7.8 ±	7.6 ±	7.4 ±	6.8 ±	6.6 ±	6.0 ±	5.6 ±	5.4 ±	5.0 ±	
		0.00 ^{aA}	0.45 ^{aA}	0.45 ^{aA}	0.55 ^{aA}	0.55 ^{acC}	0.45 ^{bcC}	0.55 ^{BB}	0.00 ^{dB}	0.55 ^{dB}	0.55 ^{dB}	0.00 ^{aA}	
	肌肉	空气	8.0 ±	8.0 ±	7.8 ±	7.6 ±	6.4 ±	5.6 ±	4.8 ±	—	—	—	—
		包装	0.00 ^{aA}	0.00 ^{aA}	0.45 ^{aA}	0.55 ^{aA}	0.55 ^{bA}	0.55 ^{cA}	0.45 ^{dA}	—	—	—	—
		CO ₂ (25%)	8.0 ±	8.0 ±	7.8 ±	7.6 ±	7.4 ±	7.2 ±	5.6 ±	4.4 ±	4.2 ±	3.0 ±	2.8 ±
			0.00 ^{aA}	0.00 ^{aA}	0.45 ^{aA}	0.55 ^{aA}	0.55 ^{abB}	0.45 ^{bB}	0.55 ^{cB}	0.55 ^{dA}	0.45 ^{dA}	0.71 ^{fA}	0.45 ^{fA}
CO ₂ (50%)		8.0 ±	8.0 ±	8.0 ±	8.0 ±	7.8 ±	7.6 ±	7.4 ±	7.2 ±	6.8 ±	6.6 ±	6.2 ±	
		0.00 ^{aA}	0.00 ^{aA}	0.00 ^{aA}	0.00 ^{aA}	0.45 ^{abB}	0.55 ^{abB}	0.55 ^{bcC}	0.45 ^{dB}	0.45 ^{dB}	0.55 ^{dB}	0.45 ^{dB}	
CO ₂ (75%)		8.0 ±	8.0 ±	8.0 ±	8.0 ±	8.0 ±	7.8 ±	7.6 ±	7.4 ±	7.2 ±	7.0 ±	6.2 ±	
		0.00 ^{aA}	0.00 ^{aA}	0.00 ^{aA}	0.00 ^{aA}	0.00 ^{abB}	0.45 ^{abB}	0.55 ^{abC}	0.55 ^{bcB}	0.45 ^{dB}	0.00 ^{dB}	0.45 ^{dB}	
气味		空气	8.0 ±	7.8 ±	7.4 ±	6.6 ±	5.2 ±	4.8 ±	4.2 ±	—	—	—	—
		包装	0.00 ^{aA}	0.45 ^{aA}	0.55 ^{aA}	0.55 ^{bA}	0.45 ^{cA}	0.45 ^{cA}	0.45 ^{dA}	—	—	—	—
		CO ₂ (25%)	8.0 ±	7.8 ±	7.4 ±	6.6 ±	6.2 ±	5.8 ±	5.2 ±	4.2 ±	4.0 ±	2.2 ±	2.0 ±
			0.00 ^{aA}	0.45 ^{aA}	0.55 ^{bA}	0.55 ^{cA}	0.45 ^{dB}	0.45 ^{dB}	0.45 ^{dB}	0.45 ^{gA}	0.00 ^{gA}	0.45 ^{hA}	0.00 ^{hA}
	CO ₂ (50%)	8.0 ±	7.8 ±	7.8 ±	7.6 ±	7.4 ±	7.0 ±	6.6 ±	6.0 ±	5.6 ±	5.4 ±	5.2 ±	
		0.00 ^{aA}	0.45 ^{aA}	0.45 ^{aA}	0.55 ^{abB}	0.55 ^{abC}	0.00 ^{bcC}	0.55 ^{cC}	0.00 ^{dB}	0.55 ^{dB}	0.55 ^{dB}	0.45 ^{dB}	
	CO ₂ (75%)	8.0 ±	7.8 ±	7.8 ±	7.6 ±	7.4 ±	7.0 ±	6.6 ±	6.2 ±	5.6 ±	5.2 ±	5.2 ±	
		0.00 ^{aA}	0.45 ^{aA}	0.45 ^{aA}	0.55 ^{abB}	0.55 ^{abC}	0.00 ^{bcC}	0.55 ^{dcC}	0.45 ^{dB}	0.55 ^{dB}	0.45 ^{dB}	0.45 ^{dB}	
	总分	空气	24.0 ±	23.6 ±	22.8 ±	21.2 ±	17.2 ±	15.6 ±	13.6 ±	—	—	—	—
		包装	0.00 ^{aA}	0.55 ^{aA}	0.45 ^{bA}	0.84 ^{cA}	0.45 ^{dA}	0.55 ^{eA}	0.55 ^{fA}	—	—	—	—
		CO ₂ (25%)	24.0 ±	23.6 ±	22.8 ±	21.2 ±	20.0 ±	18.8 ±	16.0 ±	12.8 ±	12.2 ±	8.4 ±	7.6 ±
			0.00 ^{aA}	0.55 ^{abA}	0.45 ^{bA}	0.84 ^{cA}	0.71 ^{dB}	0.84 ^B	0.71 ^B	0.84 ^{gA}	0.45 ^{gA}	0.89 ^{hA}	0.55 ^{hA}
CO ₂ (50%)		24.0 ±	23.6 ±	23.6 ±	23.2 ±	22.4 ±	21.6 ±	20.4 ±	19.2 ±	17.8 ±	17.2 ±	16.2 ±	
		0.00 ^{aA}	0.55 ^{abA}	0.55 ^{abB}	0.45 ^{bB}	0.89 ^{cC}	0.55 ^{dcC}	0.55 ^{cC}	0.45 ^{dB}	0.45 ^{dB}	0.84 ^{dB}	0.45 ^{dB}	
CO ₂ (75%)		24.0 ±	23.6 ±	23.6 ±	23.2 ±	22.8 ±	21.6 ±	20.8 ±	19.6 ±	18.4 ±	17.6 ±	16.4 ±	
		0.00 ^{aA}	0.55 ^{abA}	0.55 ^{abB}	0.45 ^{bB}	0.45 ^{bcC}	0.55 ^{cC}	0.84 ^{dcC}	0.89 ^{dB}	0.55 ^{dB}	0.55 ^{dB}	0.55 ^{dB}	

注:同行不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$),同列不同大写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

呈增长趋势,包装中气体比例对样品中菌落总数的变化有显著影响($P < 0.05$),在初始菌落数相同的情况下,空气包装组与CO₂(25%)组气调包装分别在第6天、第8天达到临界值,而CO₂(50%)气调包装组与CO₂(75%)气调包装组在第10天菌落总数的对数值分别为4.36,4.08,均未超标。本实验中,CO₂(50%)组与CO₂(75%)组抑菌效果差异不显著($P > 0.05$),这与马海霞关于罗非鱼的实验结果一致^[4]。CO₂有明显的抑菌作用,并且在其体积分数达到50%之前,其抑菌效果

与含量呈正比,当CO₂体积分数 $\geq 50\%$ 时气调包装的抑菌效果最好。

2.3 冷藏过程中pH的变化

各组样品泥鳅在冷藏期间pH的变化见图2。在前3天中,各组pH均呈下降趋势,且各组之间无显著差异($P > 0.05$)。空气包装组与CO₂(25%)气调包装组,CO₂(50%)和CO₂(75%)气调包装组分别于第4天、第5天开始持续上升。空气包装组pH显著高于CO₂

(50%)、CO₂(75%)气调包装组($P < 0.05$), CO₂(25%)气调包装组 pH 虽始终低于空气包装组,但其差异不显著($P > 0.05$)。pH 下降是由于泥鳅死后肌肉组织无氧呼吸导致糖原分解成乳酸造成的,之后由于腐败非生物的活动,肉中蛋白质、氨基酸等氮源开始被分解释放出碱性基团, pH 上升^[15]。CO₂体积分数为 50%与 75%气调包装组由于其高含量 CO₂的抑菌作用明显,故其 pH 上升缓慢。值得注意的是 CO₂(75%)气调包装组在第 7 天 pH 开始下降,这可能是由于高含量 CO₂溶于肌肉中,产生弱酸电离出 H⁺造成的。

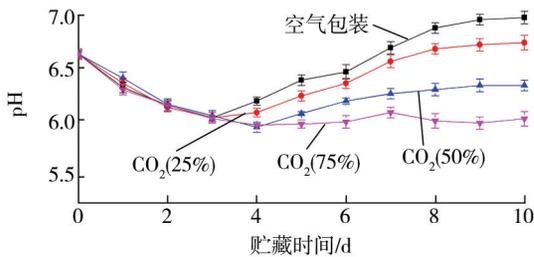


图2 不同气体比例气调包装冷藏泥鳅pH值的变化
Fig.2 Change of pH value in loach during storage under different gas rates of MAP

2.4 冷藏过程中 TVB-N 值的变化

冷藏过程中各组样品泥鳅的 TVB-N 值的变化见图 3。各组样品的 TVB-N 值随冷藏时间的延长总体呈上升趋势。TVB-N 的上升主要是由于细菌作用产生三甲胺(TMA)和二甲胺(DMA),还有分解蛋白质、氨基酸等氮源产生的氨或各种胺类化合物^[16]。空气包装组在第 8 天时就已经超过 20 mg/100 g,即国标中规定的安全限量。从图 3 中可以看出气调包装对 TVB-N 的上升有明显的抑制作用($P > 0.05$), CO₂的浓度越高,抑制作用越强,并且随着时间延长,抑制作用更加明显。其中 CO₂(25%)气调包装组的 TVB-N 值在第 10 天超过 20 mg/100 g,而 CO₂体积分数为 50%和 75%气调包装组的 TVB-N 值分别为 9.72 和 6.61 mg/100 g,仍属于一级鲜度范围。这是由于气调包装抑制了微生物的代谢,减少了 TVB-N 的生成。

2.5 冷藏过程中 TBA 的变化

TBA 值常用来判定脂肪的氧化程度,见图 4,冷藏过程中的前 3 天,各组样品的 TBA 值增长缓慢,且各组之间无显著差异($P > 0.05$)。第 4 天开始,空气包装组的 TBA 值显著上升($P < 0.05$),并显著大于各气调包装组($P < 0.05$)。这是由于泥鳅中含有大量不饱和脂肪酸,极易被空气中的氧气氧化酸败,导致 TBA

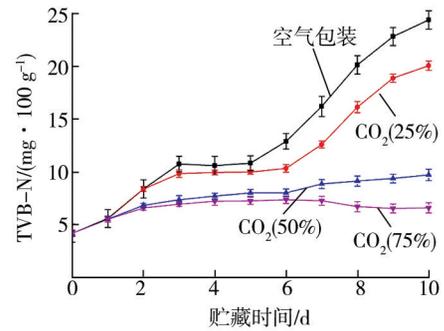


图3 不同气体比例气调包装冷藏泥鳅挥发性盐基氮的变化
Fig.3 Change of Total Volatile Basic Nitrogen in loach during storage under different gas rates of MAP

值升高^[17]。气调包装由于隔绝了泥鳅与氧气的接触,有效地抑制了脂肪的氧化,以致各气调包装组在整个冷藏过程中 TBA 值上升缓慢,但各气调包装组之间差异不明显($P > 0.05$)。

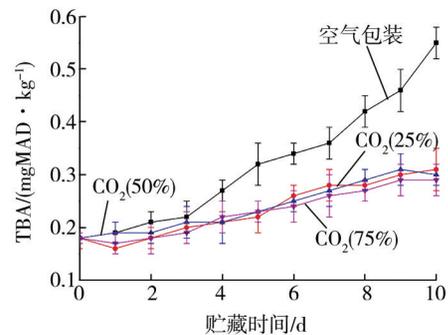


图4 不同气体比例气调包装冷藏泥鳅硫代巴比妥酸值的变化
Fig.4 Change of Thiobarbituric Reactive Substances in loach during storage under different gas rates of MAP

2.6 冷藏过程中汁液流失率的变化

汁液流失率反映了泥鳅在贮藏过程中汁液的流失状况,汁液流失过多会使肉质、适口性变差,产品色泽变暗,营养大量流失以致商品价值下降^[18]。冷藏过程中各组样品泥鳅汁液流失率的变化见图 5。各组样品的汁液流失率随着时间的延长均呈上升趋势,且气调包装要高于空气包装组,并随着 CO₂的浓度增加,汁液流失率变大。这是由于溶解于鱼肉中的 CO₂会使肉的 pH 降低并靠近蛋白质的等电点,使蛋白质的持水力下降,汁液流失率增加,所以在气调包装过程中不能为追求抑菌效果而使用过高浓度的 CO₂。

2.7 冷藏过程中色泽的变化

冷藏过程中各组样品泥鳅的 L*值 a*值和 b*值见图 6。各组样品的 L*值、a*值总体上呈上升趋势, b*值总

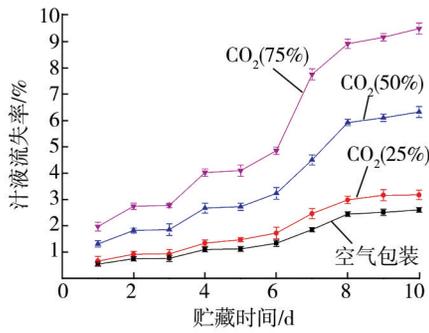


图5 不同气体比例气调包装冷藏泥鳅汁液流失率的变化
Fig.5 Change of drop loss rate in loach during storage under different gas rates of MAP

体上呈下降趋势。其中CO₂体积分数为50%和75%气调包装组的L*值、a*值与b*值随着冷藏时间的延长均无显著变化(P>0.05)。空气包装组的L*值与a*值随着时间延长下降最为显著(P<0.05)。在冷藏前3 d,各

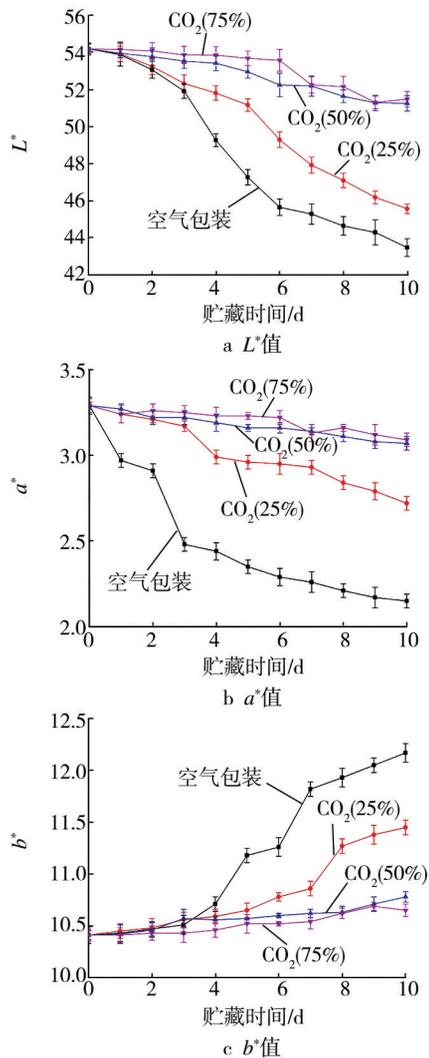


图6 不同气体比例气调包装冷藏泥鳅L*,a*,b*值的变化
Fig.6 Change of b* value in loach during storage under different gas rates of MAP

组b*值无显著差异(P>0.05),空气包装组b*值在第4天开始高于气调包装组,并且差异显著(P<0.05),CO₂体积分数为25%气调包装组b*值在第6天开始显著高于CO₂体积分数为50%和75%气调包装组。气调包装阻碍了肉与O₂的接触,肌红蛋白难以被氧化为氧合肌红蛋白和高铁肌红蛋白,再加上CO₂的抑菌作用,使得泥鳅的肉色可以得到较好的维持^[9]。可见气调包装的护色作用明显,有效提高了生鲜泥鳅在货架期内的感官质量;并且护色效果随着CO₂的含量增加而提升,但当CO₂体积分数超过50%时,增加CO₂含量,护色效果提升不明显。

2.8 冷藏过程中剪切值的变化

从图7中可以看出,前3 d,各组剪切值均缓慢上升,且各组之间的差异不显著(P>0.05)。空气包装组、CO₂(25%)气调包装组分别从第4、第5天开始,随着冷藏时间的延长,剪切值显著降低(P<0.05);CO₂体积分数为50%和75%气调包装组从第6天开始剪切值略有降低(P>0.05)。由此可得出气调包装对泥鳅的肌肉组织结构具有保护作用,且CO₂含量越高,保护作用越强。这是由于CO₂抑制了微生物对肌肉组织结构的破坏,延缓了鱼体死后自身的代谢反应所造成的自溶,使肌肉组织结构维持稳定。本实验中CO₂体积分数为50%和75%气调包装有显著的保护作用,CO₂(25%)气调包装虽具有一定的保护作用,但不显著(P>0.05)。

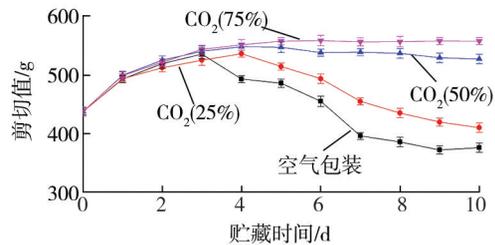


图7 不同气体比例气调包装冷藏泥鳅剪切值的变化
Fig.7 Change of WBSF in loach during storage under different gas rates of MAP

3 结语

以生鲜泥鳅为对象,测定空气包装与不同气体组成的气调包装的泥鳅在4℃冷藏过程中的感官品质及理化指标。结果表明,相比于空气包装,气调包装能有效抑制细菌生长与油脂氧化酸败,保持泥鳅的感官品质,延长泥鳅的货架期。CO₂体积分数为50%和75%气调包装组的感官品质要优于CO₂(25%)的气调

包装组。这是由于在抑菌、保持肉色、保护肌肉组织结构等方面CO₂体积分数为50%和75%气调包装均优于CO₂(25%)气调包装;CO₂体积分数为50%与75%CO₂气调包装组的感官品质并无显著差异。CO₂易溶于肉中,过高浓度的CO₂会导致包装袋塌陷,影响外观,而且溶于肉中的CO₂会使蛋白质的持水力下降,造成汁液流失率增加。由于以上原因并且考虑到气调包装的成本问题,选用CO₂(50%)+N₂(50%)的气调包装对冷藏中的泥鳅保鲜效果最好,该条件下生鲜泥鳅的货架期为10 d。

参考文献:

- [1] 翟旭亮. 泥鳅繁殖生物学和人工繁殖技术研究[D]. 重庆: 西南大学, 2011.
ZHAI Xu-liang. Studies on Reproductive Biology and Artificial Propagation of Loach[D]. Chongqing: Southwest University, 2011.
- [2] 桂庆平, 饶瑞, 陈伟, 等. 铜仁地区发展泥鳅养殖的前景分析[J]. 中国水产, 2015(1): 25—27.
GUI Qing-ping, RAO Rui, CHEN Wei, et al. Analysis of Loach Farming Prospects on Tongren[J]. China Fisheries, 2015(1): 25—27.
- [3] 励建荣, 刘永吉, 朱军莉, 等. 真空、空气和气调包装对冷藏鱼糜制品品质的影响[J]. 水产学报, 2011(3): 446—455.
LI Jian-rong, LIU Yong-ji, ZHU Jun-li, et al. Influence of Refrigerating Surimi Quality with Vacuum Packaging, Air Packaging and Modified Atmosphere Packaging[J]. Journal of Fisheries of China, 2011(3): 446—455.
- [4] VAZHYYILV. Seafood Processing: Adding Value Through Quick Freezing, Retortable Packaging, Cooking Chilling and Other Methods[M]. Florida: CRC Press Traylor & Francis Group, 2006.
- [5] RUIZ-CAPILLSC, MORALA. Free Aminoacids in Muscle of Norway Lobster (*Nepropsnovergicus*) in Controlled and Modified Atmosphere During Chilled Storage[J]. Food Chemistry, 2004, 86(1): 85—91.
- [6] 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.
- [7] 傅德成. 食品质量感官鉴别指南[M]. 北京: 中国标准出版社, 2001.
FU De-cheng. Food Quality and Sensory Identification Guide [M]. Beijing: China Standard Press, 2001.
- [8] GB 4789.2—2010, 食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定[S].
GB 4789.2—2010, National Standards of Food Safety Microbiological Examination of Food the Total Number of Colonies Detected[S].
- [9] 朱学伸. 动物宰后肌肉成熟期间乳酸含量与pH的变化[D]. 南京: 南京农业大学, 2007.
ZHU Xue-shen. Changes of pH Value and Lactic Acid Content in Muscle during Aging after Postmortem[D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2007.
- [10] ARASHISAR S, HISAR O, KAYA M, et al. Effects of Modified Atmosphere and Vacuum Packaging on Microbiological and Chemical Properties of Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*) Fillets[J]. International Journal of Food Microbiology, 2004, 97(2): 209—214.
- [11] GB/T 5009. 44—2003, 肉与肉制品卫生标准分析方法[S].
GB/T 5009. 44—2003, Method for Analysis of Hygienic Standard of Meat and Meat Products[S].
- [12] 万建荣. 水产食品化学分析手册[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1993.
WAN Jian-rong. Manual Analysis of Aquatic Food Chemistry [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1993.
- [13] 高淑娟. 两段式冷却及电刺激对牛肉食用品质和肌原纤维超微结构的影响[D]. 泰安: 山东农业大学, 2009.
GAO Shu-juan. Effect of Two-Stage Chilling and Electrical Stimulation on Eating Quality and Myofibrillar Ultrastructural of Beef[D]. Taian: Shandong Agricultural University, 2009.
- [14] 马海霞, 李来好, 杨贤庆, 等. 不同CO₂比例气调包装对冰温贮藏鲜罗非鱼片品质的影响[J]. 食品工业科技, 2010, 01: 323—327.
MA Hai-xia, LI Lai-hao, YANG Xian-qing, et al. Effects of Different Concentrations of Carbondioxide on Quality of Fresh Tilapia Fillets Packaged in Modified Atmosphere during Super Chilling Storage[J]. Science and Technology of Food Industry, 2010(1): 323—327.
- [15] 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.
WANG Xiao-xiang, XIA Yang-yi, ZHANG Bin-bin, et al. Effects of Different Packaging Ways on the Preservation of Chilled Black Goat Meat[J]. Packaging Engineering, 2014(7): 11—16.
- [16] 陈椒, 周培根, 吴建中, 等. 不同CO₂气调包装对冷藏青鱼块质量的影响[J]. 上海水产大学学报, 2003(4): 331—337.
CHEN Jiao, ZHOU Pei-gen, WU Jian-zhong, et al. The Effect of Modified Atmosphere Packaging on the Quality of Black Carp Steaks under Refrigeration[J]. Journal of Shanghai Fisheries University, 2003(4): 331—337.
- [17] 杨胜平, 谢晶. 不同气调包装方式对鲜带鱼冷藏保鲜过程中品质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2010(6): 211—215.
YANG Sheng-ping, XIE Jing. Influence of Fresh Octopus

- 究[J]. 包装工程, 2013, 34(21): 39—42.
- LI Huan, LU Jia-ping, XIA Meng. Influence of Packaging Material on Glutinous Rice Flour Quality[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(21): 39—42.
- [4] 韦玉芳. 天然五色粽子研制[J]. 广西轻工业, 2010(10): 16—18.
- WEI Yu-fang. Development of Five-color Natural Zongzi[J]. Guangxi Journal of Light Industry, 2010(10): 16—18.
- [5] 徐吉祥, 王飞生, 罗月红, 等. HACCP在软包装即食笋生产中的应用[J]. 现代食品科技, 2011, 27(5): 574—576.
- XU Ji-xiang, WANG Fei-sheng, LUO Yue-hong, et al. Application of HACCP on Soft-packing Seasoning Bamboo Shoot[J]. Modern Food Science & Technology, 2011, 27(5): 574—576.
- [6] 赵晴, 翟玮玮. 食品生产概论[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- ZHAO Qing, ZHAI Wei-wei. Introduction of Food Production [M]. Beijing: Science Press, 2004.
- [7] ZYNGIEL W, KOLENDA H. The Influence of High Pressure Processing Parameters on Quality and Stability of Preserved Carrot Juices[J]. Zywnosc Nauka Technologia Jakosc, 2009, 42(3): 408—413.
- [8] 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(3): 97—101.
- GONG Xue, CHANG Jiang, LI Dan-ting. Development of Ultra High Pressure Fresh-keeping Packaging Technology[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(3): 97—101.
- [9] TANG Juming. US FDA Approved First Microwave Sterilization Process Developed by Washington State University[J]. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 2010, 3(1): 1.
- [10] SABLIOV C M, BOLDOR D, CORONEL P, et al. Continuous Microwave Processing of Peanut Beverages[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2008, 32(6): 935—945.
- [11] WANNINGER L A. Mathematical Model Predicts Stability of Ascorbic Acid in Food Products[J]. Food Technology, 1972, 26: 42—48.
- [12] GB/T 4789.2—2010, 食品安全国家标准食品微生物学检验菌落总数的测定[S].
- GB/T 4789.2—2010, National Standards for Food Safety Microbiology Test Determination of the Total Bacterial Colonies for Food Hygiene [S].
- [13] GB 5009.3—2010, 食品安全国家标准食品中水分的测定[S].
- GB/T 5009.3—2010, National Standards for Food Safety Determination of Moisture in Food[S].
- [14] LEMOINE M L, CIVELLO P, CHAVES A, et al. Hot Air Treatment Delays Senescence and Maintains Quality of Fresh-Cut Broccoliflorets During Refrigerated Storage[J]. LWT—Food Science and Technology, 2009(6): 1076—1081.
- [15] 包清彬, 猪谷富雄. 日本大米食味理化学测定[J]. 食品科技, 2006(2): 83—86.
- BAO Qing-bin, TOMIO Itani. Introduction to the Physico-chemical Determination of Rice Taste in Japan[J]. Food Science and Technology, 2006(2): 83—86.
- [16] ILO S, LIU Y, BERGHOFER E. Extrusion Cooking of Rice Flour and Amaranth Blends[J]. Food Science and Technology, 1999, 32: 79—88.
- [17] YAU N J N, HUANG J J. Sensory Analysis of Cooked Rice[J]. Food Quality and Preference, 1996, 7(3): 263—270.
- [18] 张守勤. 超高压生物技术及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- ZHANG Shou-qin. Ultra High Pressure Biological Technology and Application[M]. Beijing: Science Press, 2011.
- [19] 杨国峰, 周建新. 食品微波杀菌有关问题的探讨[J]. 食品科学, 2006, 27(10): 593—596.
- YANG Guo-feng, ZHOU Jian-xin. Some Discussions on Microwave Disinfect in Food Processing[J]. Food Science, 2006, 27(10): 593—596.
- [20] 潘梦垚, 卢立新, 孙昊, 等. 温度对真空包装水煮毛竹笋贮藏品质的影响[J]. 包装工程, 2013, 34(1): 22—25.
- PAN Meng-yao, LU Li-xin, SUN Hao, et al. Effect of Temperature on Quality Degradation of Vacuum-packaged Boiled Mao Bamboo Shoot[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(1): 22—25.
- [21] LOPEZ-MALO A, PALOU E, BARBOSA-CANOVAS G V, et al. Polyphenoloxidase Activity And Color Changes During Storage of High Hydrostatic Pressure Treated Avocado Puree [J]. Food Research International, 1998, 31: 549—556.

(上接第100页)

- Quality with Different Ways of MAP during Refrigerated Storage[J]. Food and Fermentation Industries, 2010(6): 211—215.
- [18] 吕凯波, 熊善柏, 王佳雅. 包装处理方式对冰温贮藏黄鳝片品质的影响[J]. 华中农业大学学报, 2007(5): 714—718.
- LU Kai-bo, XIONG Shan-bai, WANG Jia-ya. Influence of Eel Slices Quality with Different Packaging Ways in Ice Temperature[J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 2007(5): 714—718.
- [19] 王家国, 王金刚. 气调包装与肉的颜色[J]. 肉类工业, 2001(4): 17—20.
- WANG Jia-guo, WANG Jin-gang. Modified Atmosphere Packaging and Meat Color[J]. Meat Industry, 2001(4): 17—20.