

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2016.04.003

包装材料和腌制溶液对半干鱼品保质效果的影响

杨福馨, 丁晓彤, 叶敦越, 邱艳娜, 张炯炯, 范 飞

(上海海洋大学 食品学院, 上海 201306)

摘要: 利用聚丙烯 (PP) 与聚乙烯 (PE) 改性制作的抑菌抗氧包装袋和聚乙烯与聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET) 改性制作的生物气调保鲜包装袋, 包装水分质量分数分别为 20%, 30%, 60% 的半干草鱼块, 并在腌制溶液中添加磷酸二氢钠与磷酸氢二钠等品质改良剂, 测试不同包装材料与腌制溶液对储藏期内半干鱼品色差、失重率、pH 值、菌落总数的影响。结果表明: 抑菌抗氧包装袋较生物气调保鲜包装袋更能延长半干草鱼的货架期; 不同腌制溶液对半干鱼的品质影响不同, 添加品质改良剂的腌制溶液更能保持半干鱼品的色泽, 降低鱼品的失重率, 延缓鱼品的 pH 值及菌落总数增长速率, 其作用效果为: 生理盐水 < 磷酸二氢钠 < 磷酸氢二钠。

关键词: 半干草鱼; 抑菌抗氧包装; 生物气调保鲜包装; 腌制溶液

中图分类号: TB487

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2016)04-0013-06

Effect of Packaging Materials and Pickling Solutions on Quality of Semi Dry Fish

YANG Fuxin, DING Xiaotong, YE Dunyue, QIU Yanna, ZHANG Jiongjiang, FAN Fei

(College of Food Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: Polypropylene (PP) and polyethylene (PE) modified antibacterial packaging bags and polyethylene and polyethylene glycol terephthalate (PET) modified biological regulation preservation packaging bags were used to wrap semi dry fish with moisture mass fraction of 20%, 30%, 60%, with sodium dihydrogen phosphate and disodium hydrogen phosphate and other quality improver added in the pickling solution. Many experimental parameters were measured such as color, weight loss ratio, pH, the total number of colonies. The results showed that PP and PE modified production of antibacterial bags could extend the shelf life of semi dry fish compared with PE/PET modified production of packaging bags. Different pickling solutions had different influence on the quality of semi dry fish. Adding quality improvement agent pickling solution was more likely to maintain the color of semi dry fish product, reduce fish weight loss rate, delay the fish product pH value and colony counts. The effects were shown as: disodium hydrogen phosphate > sodium dihydrogen phosphate > 8% sodium chloride solution.

Key words: semi dry fish; antibacterial and antioxidant packaging; biological regulation preservation packaging; pickling solution

收稿日期: 2015-11-13

基金项目: 国家 863 计划基金资助项目 (2012AA0992301), 上海市科学技术委员会工程中心建设基金资助项目 (11DZ2280300), 上海市助推计划基金资助项目 (2013CL1312HY), 上海市产学研基金资助项目 (15cxy69), 上海市高校一流学科基金资助项目 (A2-2019-14-0003)

作者简介: 杨福馨 (1958-), 男 (侗族), 贵州天柱人, 上海海洋大学教授, 主要从事包装工程理论与技术方面的教学与研究, E-mail: fxyang@shou.edu.cn

通信作者: 丁晓彤 (1992-), 女, 山东寿光人, 上海海洋大学硕士生, 主要研究方向为食品包装工程技术, E-mail: 1131975580@qq.com

0 引言

我国淡水水产养殖业发展迅速,但加工淡水鱼的销售所占销售总量比例较低,淡水鱼基本上依靠鲜销,在一些重点养鱼地区产销矛盾较突出,存在一定的滞销现象^[1]。

干制是保存新鲜鱼的一种传统方法。据报道,全世界捕获的鱼约有10%制成鱼干,而在非洲和亚洲的某些地区,30%以上的鱼需干制处理。腌制与干制相结合,在降低水分含量的同时增加渗透压,能够起到延长保质期的作用。随着人们食品安全意识的增强,传统的高盐咸鱼制品已经开始向半干淡口咸鱼转化。半干淡口咸鱼水分含量较传统咸鱼高,肌肉软硬度适中,含盐量较低,口感较佳,且烹饪方便,具有较好的市场发展前景^[2]。

鱼肉成分主要是蛋白质,很容易被氧化,抗氧化包装可减少其氧化程度。抑菌包装是活性包装的一种形式^[3]。抑菌包装材料是将防腐剂混入一种或几种高聚物中形成的,它可以释放防腐剂到食品表面,限制或防止微生物生长^[4]。抑菌主要是抑制食品在加工、储运和处理过程中存留于食品表面的微生物生长^[5]。通过在贮藏过程中抑制微生物生长和避免食品二次污染,以延长食品的货架期^[6]。

气调包装(modified atmosphere packaging, MAP)采用人工混合气体代替包装袋内的空气,调节包装袋内的气体成分,以改变食品贮藏环境,抑制食品腐败,延长食品的储藏期,具有抑菌效果和防止脂质氧化的作用,能使食品保持较鲜艳的颜色^[7],实现生物气调保鲜。

本课题利用聚丙烯(polypropylene, PP)与聚乙烯(polyethylene, PE)改性制作的抑菌抗氧化包装袋和聚乙烯与聚对苯二甲酸乙二醇酯(polyethylene terephthalate, PET)改性制作的生物气调保鲜包装袋,包装水分质量分数分别为20%, 30%, 60%的半干草鱼块,研究包装材料和腌制溶液对半干鱼品保鲜效果的影响,以期为研发高水低盐水产品保鲜新材料、延长水产品的货架期提供一定的理论参考。

1 实验

1.1 材料与仪器

1) 主要实验材料

新鲜活草鱼,购于上海海洋大学附近农贸市场;氯化钠、磷酸二氢钠、磷酸氢二钠,均为分析纯,购于国药试剂网;

抑菌抗氧化包装袋,实验室自制(以PP和PE改性

制成);

生物气调保鲜包装袋,实验室自制(以改性的PE/PET制成)。

2) 主要仪器设备

真空干燥箱, DZF-6030型,上海新苗医疗器械制造有限公司;

色差分析仪, NR1103nh型,苏州诺威特测控科技有限公司;

电子天平, FA1204B型,上海精科天美-上海天平仪器厂;

pH测量仪, 雷磁PHS-3C型,日本Konica Minolta公司。

1.2 样品制备

1) 预处理。去除新鲜活鱼表面鳞片,并去掉鱼头、鱼尾、鱼皮、内脏,清洗草鱼的血渍,将鱼体从鱼腹部一剖为二,以50g为单位切成小块。将处理好的鱼块尽快制作成样品,在温度4℃及以下保存2h,以免滋生过多菌体而影响实验效果。

2) 腌制。调配好质量分数为8%的生理盐水,记为A;质量分数为8%的生理盐水和添加质量分数为鱼肉质量0.5%的磷酸二氢钠混合溶液,记为B;质量分数为8%的生理盐水和添加质量分数为鱼肉质量0.5%的磷酸氢二钠混合溶液,记为C。将处理过的样品分为3份,每份3个样品,分别以鱼肉与溶液质量比为1:1.5的比例进行腌制。每种溶液中各放入3个样品进行腌制,腌制时间为2h,温度保持为4℃,避免时间过久而引起微生物增长过多。

3) 摆网。取出腌制好的样品,沥去多余水分,分成3组,均匀摆放在经高温杀菌的网状托盘上,注意鱼肉块不要相互粘连,以免影响实验结果。

4) 真空高温干制。将摆放好的样品放置于真空干燥箱内,分批进行烘干,分别将其水分质量分数控制为20%, 30%, 60%。

5) 包装成品并储藏。使用自制的抑菌抗氧化包装袋与生物气调保鲜包装袋,对烘干后的样品进行包装,并储藏于冰箱中,温度保持为0℃。

1.3 薄膜制备

工艺条件:双螺杆挤出机加热温度分别为160, 170, 170, 170, 170, 160℃,转速为60r/min;吹膜机加热温度分别为160, 165, 165, 160℃,挤出模头温度为160℃,转速为35r/min。

将抑菌剂(质量分数分别为0, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, 2.5%)和抗氧化剂(质量分数分别为0, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, 2.5%)按一定比例添加到聚乙烯和聚丙烯中;将具有生物气调性能的助剂按一定比例(质量

分数分别为0, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, 2.5%)添加到聚乙烯和聚对苯二甲酸乙二醇酯中。具体实验流程如下: 基体树脂→双螺杆挤出机共混挤出造粒→吹膜机吹膜→薄膜。

1.4 实验方法

1.4.1 包装袋性能测定

为了比较生物气调保鲜包装袋和抑菌抗氧包装袋的性能, 分别测试其水蒸气透过系数、氧气透过量、氮气透过量、二氧化碳透过量、透光率、雾度、横向抗拉强度、纵向抗拉强度、纵向断裂伸长率和厚度等参数。

1.4.2 鱼肉色差测定

选择同一实验样品的3个不同部位进行测定, 将色差仪紧贴被测样品, 待显示出一组数据后进行记录, 重复该动作3次, 得出3组数值, 取平均值。

使用色差计, 测量出鱼肉的亮度值 L^* 、红绿值 a^* 和黄蓝值 b^* , 采用式(1)^[8], 计算出鱼肉的白度。

$$\text{白度} = 100 - [(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{1/2} \quad (1)$$

总色差(ΔE)是指处理样品的颜色与对照组颜色平均值之间的色差。计算公式如下:

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

式中: ΔL^* , Δa^* 和 Δb^* 分别是处理组样品的 L^* , a^* , b^* 值与对照组样品的 L^* , a^* , b^* 平均值之差。

1.4.3 鱼肉失重率测定

取干净的称量瓶, 瓶盖瓶身分离, 在101~105℃干燥箱中加热1.0 h, 取出, 冷却0.5 h。称量干燥前后鱼肉样品的质量, 计算鱼肉的失重率。失重率的计算公式如下:

$$M = (m_0 - m_1) / m_0 \times 100\%$$

式中: m_0 表示半干鱼块干燥前的质量, g; m_1 表示半干鱼块干燥后的质量, g。

将A、B、C样品的水分质量分数分别控制为20%, 30%, 60%, 并按表1所示进行分组。观察相同条件下不同腌制溶液对半干鱼块的保鲜效果。

表1 实验分组情况

Table 1 The experimental group situation

腌制溶液	水分质量分数 / %	样品
A	20	A1
A	30	A2
A	60	A3
B	20	B1
B	30	B2
B	60	B3
C	20	C1
C	30	C2
C	60	C3

1.4.4 pH值测定

将样品鱼肉绞碎, 称取5 g置于烧杯中, 加入45 mL煮沸后冷却的蒸馏水, 搅拌均匀, 静置30 min, 用pH计测量其pH值。

1.4.5 菌落总数测定

取5 g样品, 加入45 mL稀释液进行均质, 随后以10的倍数进行稀释, 各取1 mL加入无菌培养皿中, 再加入15~20 mL平板计数琼脂培养基, 转动平板培养皿使其均匀混合。通过计算稀释倍数和取样的量, 得出样品中所含菌落总数。

1.4.6 感官评定方法

从外观、弹性、气味和出水情况4个方面, 对半干鱼块进行感官评定, 具体评定指标见表2。依据黄晓春等^[9]的方法, 评定小组共10名评价人员, 每位评价人员都对同一样品进行评定, 取平均值作为实验数据。

表2 半干鱼块感官评定指标

Table 2 Sensory evaluation method of semi dry fish

分值	评分标准			
	外观	弹性	气味	出水情况
8~10	平滑有光泽	紧致有弹性	新鲜鱼香味	出水量小且清澈
4~7	暗沉无光泽	略松弛	有气味但不强烈	出水量较大且浑浊
0~3	粗糙色暗黄	无弹性	鱼肉腐败恶臭味	出水量大且很浑浊

2 结果与分析

2.1 不同包装袋性能比较

生物气调保鲜包装袋和抑菌抗氧包装袋的性能比较如表3所示。表3中, 生物气调保鲜包装袋测试抗拉强度时的速度为40 mm/min, 抑菌抗氧包装袋测试抗拉强度时的速度为20 mm/min。

表3 生物气调保鲜包装袋与抑菌抗氧包装袋性能比较

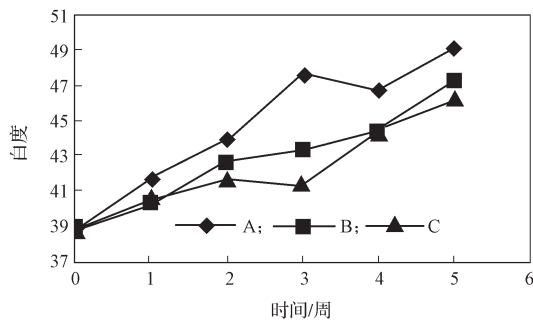
Table 3 Comparison of the performance of antibacterial and antioxidant packaging and biological regulation preservation packaging

检验项目	生物	抑菌抗氧
	气调包装	包装
H ₂ O 透过系数 / (10 ⁻¹⁵ g · m ⁻¹ · s ⁻¹ · Pa ⁻¹)	8.87	7.92
O ₂ 透过量 / (cm ³ · (m ² · 24h · 0.1MPa) ⁻¹)	1 474.67	1 413.01
N ₂ 透过量 / (cm ³ · (m ² · 24h · 0.1MPa) ⁻¹)	没气	93.282
CO ₂ 透过量 / (cm ³ · (m ² · 24h · 0.1MPa) ⁻¹)	没气	2 739.91
透光率 / %	83.50	89.62
雾度 / %	3.34	1.30
横向抗拉强度 / MPa	14.82	15.99
纵向抗拉强度 / MPa	653.38	319.87
纵向断裂伸长率 / %	16.73	17.97
纵向断裂伸长率 / %	473.14	198.23
厚度 / m	6.00 × 10 ⁻⁵	4.21 × 10 ⁻⁵

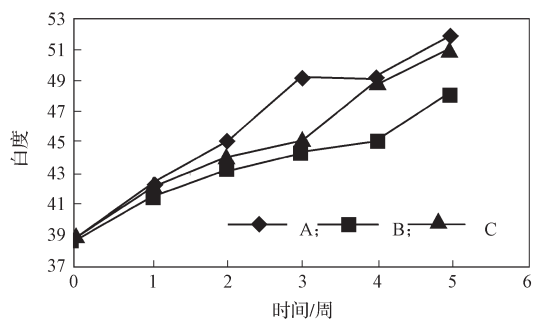
由表3可以看出,生物气调保鲜包装袋较抑菌抗氧包装袋,其水蒸气透过系数、氧气透过量均较大,说明其阻水阻氧能力较差。抑菌抗氧包装袋的抗拉强度优于生物气调保鲜包装袋的,说明抑菌抗氧包装袋强度更高。由此可推测,用2种包装袋包装半干草鱼,抑菌抗氧包装袋的保鲜效果要优于生物气调保鲜包装袋的保鲜效果。

2.2 不同腌制溶液及包装袋对草鱼颜色变化的影响

采用A、B、C 3种不同腌制溶液对草鱼进行腌制,并以2种包装袋对其进行包装,在实验期内,样品的颜色变化如图1所示。



a) 抑菌抗氧包装袋



b) 生物气调保鲜包装袋

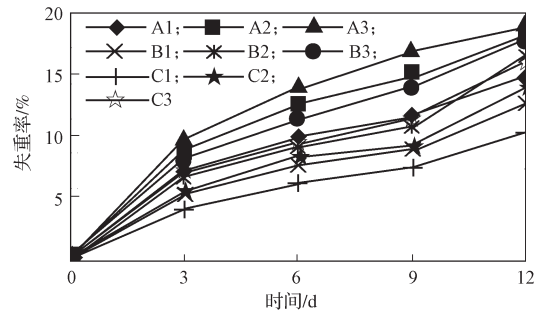
图1 半干草鱼的色差变化

Fig. 1 Changes in color of semi dry grass carp

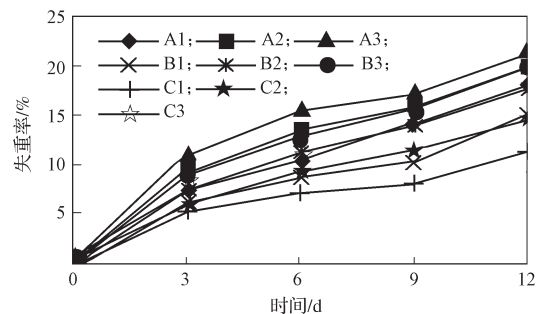
由图1可以看出,实验样品的色差随时间的推移逐渐增大,从第3周开始色差变化较为明显,A样品的色差变化最大,B样品次之,C样品色差变化最小。其色差变化的幅度均在第3~4周较为平缓,第5周变化幅度较大。同时还可看出,腌制过的鱼肉样品在第5周腐败情况最为严重,白度变化最大。经1周保存后观察,A样品颜色较B样品颜色暗沉,又较C样品更为暗沉,由此可得出,3种腌制溶液的保鲜效果依次为A<B<C。对比图1a和b可以看出,与生物气调保鲜包装袋相比,抑菌抗氧包装袋包装的样品白度值更小,说明以其包装的鱼肉色差变化更小,由此可知,2种包装袋的保鲜效果为:生物气调保鲜包装袋<抑菌抗氧包装袋。

2.3 不同腌制溶液及包装袋对草鱼失重率的影响

采用A、B、C 3种腌制溶液对草鱼进行腌制,并以2种包装袋对其进行包装,在实验期内,样品的失重率变化如图2所示。



a) 抑菌抗氧包装袋



b) 生物气调保鲜包装袋

图2 半干草鱼的失重率变化

Fig. 2 Changes in weight loss of semi dry grass carp

草鱼中的水分主要为分布于结缔组织间游离态的自由水和与蛋白质等结合的结合水。鱼肉在贮藏过程中会因微生物、酶等作用发生生理变化,导致水分流失^[10]。由图2可以看出,两种包装袋包装的草鱼,其各样品失重率均呈上升趋势。A1、B1、C1的失重率变化明显低于相同处理条件下含水量不同的其他样品。不同腌制溶液下草鱼的保鲜效果为:生理盐水<磷酸二氢钠<磷酸氢二钠。抑菌抗氧包装袋包装的半干草鱼,其失重率的变化和最大失重率均小于生物气调保鲜包装袋包装半干草鱼的失重率,即两种包装袋的保鲜效果为:生物气调保鲜包装袋<抑菌抗氧包装袋。

2.4 不同腌制溶液及包装袋对草鱼pH值的影响

不同腌制溶液及不同包装材料对草鱼pH值的影响如图3所示。

由图3可以看出,经不同溶液腌制的样品,其pH值随时间的延长先出现轻微的上升后逐渐下降。将处理过的样品放入冰箱中保存1~2d后测量其pH值,数值大多大于7;保存2~3d后,其pH值逐渐变小。不同样品的pH值大致表现为:A1<B1<C1,A2<B2<C2,A3<B3<C3。相同条件下,生物气调保

鲜包装袋包装的样品, 其pH值小于抑菌抗氧包装袋的。作用效果为: 生理盐水<磷酸二氢钠<磷酸氢二钠, 生物气调保鲜包装袋<抑菌抗氧包装袋。由此发现, 产品改良剂对半干鱼产品的保鲜储存具有一定的功效, 可延缓半干鱼品的pH值变化, 延长鱼肉变质腐败的时间。

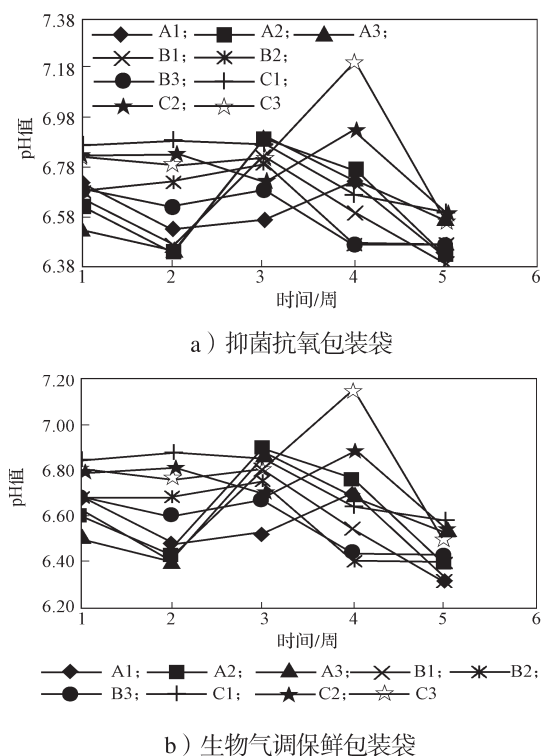


图3 半干草鱼的pH值变化
Fig. 3 Changes in pH of semi dry grass carp

2.5 不同腌制溶液及包装袋对草鱼菌落总数的影响

不同腌制溶液及不同包装材料对草鱼菌落总数的影响如图4所示。

菌落总数是评价鱼肉保存品质与货架寿命的重要指标之一。由图4可看出, 草鱼制品中菌落总数随放置时间的延长均呈现出递增趋势。对比3种腌制溶液的腌制效果发现, 经2 h腌制, 4~5 h烘干, 半干草鱼样品上的菌落开始繁殖, 样品保存1~2 d后出现了较多的菌落, 这会影响半干草鱼样品的品质。菌落总数的大小依次为: A样品>B样品>C样品。生物气调保鲜包装袋包装的半干鱼品较抑菌抗氧包装袋包装样品的菌落数增长更快, 也更容易腐败变质。由此发现, 产品改良剂对半干鱼品的保鲜储存具有一定的功效, 可延缓半干鱼品的菌落总数增长速率, 延长鱼肉变质腐败的时间。作用效果为: 生理盐水<磷酸二氢钠<磷酸氢二钠, 生物气调保鲜包装袋<抑菌抗氧包装袋。

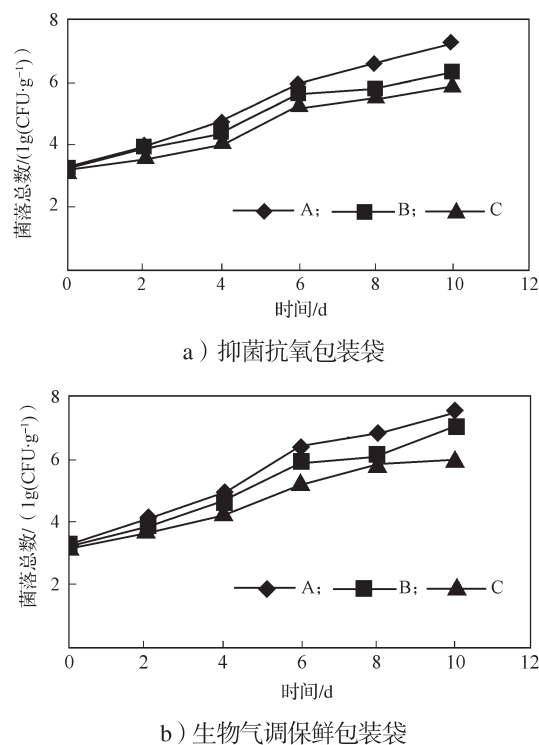


图4 半干草鱼的菌落总数变化
Fig. 4 Changes in total number of colonies of semi dry grass carp

2.6 半干草鱼的感官评定

不同腌制溶液及不同包装材料下半干草鱼的感官评定结果如表4所示。

表4 半干草鱼的感官评定结果

Table 4 Sensory evaluation results of semi dry grass carp

保存时间/d	抑菌抗氧包装袋			生物气调保鲜包装袋		
	A	B	C	A	B	C
0	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
2	8.87	8.98	9.12	8.82	8.89	9.03
4	8.64	8.83	8.92	8.53	8.79	8.85
6	6.88	7.93	8.04	6.51	7.62	7.90
8	5.11	5.24	5.38	4.97	5.15	5.21
10	3.20	3.78	4.01	2.87	3.23	3.95

由表4可以看出, 所有组的感官评分都随着贮存时间的延长而逐渐降低。两种包装袋包装的样品感官评分都表现为A样品最差, C样品最好, 故就腌制溶液而言, 作用效果为: 生理盐水<磷酸二氢钠<磷酸氢二钠。就不同包装袋而言, 第8 d时, 生物气调保鲜包装袋包装的A样品感官评分已降至5分以下, 而且感官评分总体水平比抑菌抗氧包装袋包装的样品要低, 因此, 抑菌抗氧包装袋在感官上更能保持半干草鱼样品的品质, 延长其保质期。利用两种不同材质的包装袋对腌制半干草鱼样品进行包装并储

存, 经过一段时间的观察与比较, 以抑菌抗氧包装袋包装的半干草鱼, 其保鲜效果更好, 更具有市场竞争力。

3 结论

本文从不同包装材料和腌制溶液两方面来测试不同含水量半干草鱼的色差、pH 值、失重率、菌落总数的变化, 以研究不同包装材料和腌制溶液对半干草鱼货架期的影响。实验结果表明:

1) 对比 3 种腌制溶液的保鲜效果可知, 产品改良剂对半干鱼品的保鲜储存具有一定的功效, 可延缓半干鱼品的鱼肉感官变化。

2) 不同含水量对半干鱼品的储存有较大影响, 半干鱼品随含盐量增加, 水分活度显著下降, 磷酸二氢钠与磷酸氢二钠等改良剂的适量添加, 也可明显降低半干草鱼的水分活度。

3) 生物气调保鲜包装袋较抑菌抗氧包装袋的水蒸气透过系数、氧气透过量更大, 透湿效果更明显, 但阻隔性能较差。抑菌抗氧包装袋比生物气调保鲜包装袋更能抑制半干鱼品储存期间菌落的繁殖速率, 更好地保证半干鱼品的水分含量及 pH 值。

参考文献:

- [1] 徐 锦. 淡水鱼精深加工产品开发研究[D]. 成都: 西华大学, 2012.
XU Jin. Studies on the Fine and Deep Processing Products Development of Freshwater Fish[D]. Chengdu: Xihua University, 2012.
- [2] 李 玛. 耐储低盐半干罗非鱼的研制及货架期预测[D]. 广州: 暨南大学, 2015.
LI Ma. The Development of the Long-Term Preserved and Low Salt Semi-Dry Tilapia and Its Shelf-Life Prediction[D]. Guangzhou: Jinan University, 2015.
- [3] 王丽岩. 壳聚糖基活性包装膜的性能及其在食品贮藏中应用的研究[D]. 长春: 吉林大学, 2013.
WANG Liyan. Studies on Performance of Chitosan Based Activity Packaging Films and Applications in Food Storage [D]. Changchun: Jilin University, 2013.
- [4] KANMANI P, RHIM J W. Antimicrobial and Physical-Mechanical Properties of Agar-Based Films Incorporated with Grapefruit Seed Extract[J]. Carbohydrate Polymers, 2014, 102 : 708-716.
- [5] SALLEH E, MUHAMAD I, KHAIRUDDIN N. Preparation, Characterization and Antimicrobial Analysis of Antimicrobial StarchBased Film Incorporated with Chitosan and Lauric Acid[J]. Asian Chitin Journal, 2007, 3 : 55-68.
- [6] 卢 叶, 杨福馨, 张恒光. 载银抗菌剂/LDPE 抗菌薄膜的制备与性能研究[J]. 包装工程, 2013, 34(11): 27-30.
LU Ye, YANG Fuxin, ZHANG Hengguang. Preparation and Properties of Silver-Loaded LDPE Antibacterial Films [J]. Packaging Engineering, 2013, 34 (11) : 27-30.
- [7] 盛利毅. 预处理和品质改良技术对干制丁香鱼品质和贮藏稳定性的影响研究[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2011.
SHENG Liyi. Studies of Pretreatment and Quality-Improving Techniques for the Quality and Storage Stability of Dried Young Anchovy (*Engraulis Japonicus*)[D]. Hangzhou: Zhejiang University of Technology, 2011.
- [8] BENJAKUL S, VISESSANGUAN W, TUEKSUBAN J. Changes in Physico-Chemical Properties and Gel-Forming Ability of Lizardfish(*Saurida Tumbil*) During Post-Mortem Storage in Ice[J]. Food Chemistry, 2003, 80(4): 535-544.
- [9] 黄晓春, 候温甫, 杨文鸽, 等. 冰藏过程中美国红鱼生化特性的变化[J]. 食品科学, 2007, 28(1): 337-340.
HUANG Xiaochun, HOU Wenfu, YANG Wenge, et al. Study on Changes of Biochemical Properties of *Sciaenops Ocellatus* During Frozen Storage[J]. Food Science, 2007, 28(1) : 337-340.
- [10] 蒋 硕, 杨福馨, 张 燕, 等. 聚乙烯醇抗菌包装薄膜对鳊鱼冷藏保鲜效果的影响[J]. 食品科学, 2015, 36(6): 226-231.
JIANG Shuo, YANG Fuxin, ZHANG Yan, et al. Effect of Antibacterial Polyvinyl Alcohol Packaging Films on Quality of Bream During Cold Storage[J]. Food Science, 2015, 36(6) : 226-231.

(责任编辑: 徐海燕)