

冰温条件下贮藏军曹鱼最佳气调包装参数的研究

吴燕燕¹,孙继英^{1,2},杨贤庆¹,马海霞¹,杨少玲¹

(1.中国水产科学研究院南海水产研究所,农业部水产品加工重点实验室,广东广州 5103001;

2.大连海洋大学,辽宁大连 116023)

摘要:在冰温下贮藏,研究不同的包装条件对军曹鱼品质的影响,确定冰温气调包装军曹鱼最佳气调包装参数。对照组为空气贮藏,实验组气体配比为6组,分别为100% N₂、75% N₂+25% CO₂、50% N₂+50% CO₂、30% N₂+65% CO₂+5% O₂、25% N₂+75% CO₂、100% CO₂,包装袋以纯PE、一般阻隔性、高阻隔性3种材质的包装材料为对象进行研究,气调包装后在冰温袋-1.01~0℃范围内贮藏,贮藏期间考察K值、挥发性盐基氮(TVB-N)含量、细菌总数和汁液流失率等品质指标的变化。结果表明,K值、TVB-N含量、细菌总数、汁液流失率均在贮藏期间有不同程度的增加,并且对照组和实验组有显著性差异($p<0.05$),以K值、TVB-N含量、细菌总数增长速度慢,汁液流失率少为评定标准,综合比较几种品质指标的变化规律,最终确定为使用高阻隔性包装袋并充以50% N₂+50% CO₂的气体配比进行冰温气调包装军曹鱼为最佳。
关键词:军曹鱼,冰温,气调包装,K值,挥发性盐基氮,细菌总数,汁液流失率

Study on the best modified atmosphere packaging parameters of cobia during freezing-point storage

WU Yan-yan¹, SUN Ji-ying^{1,2}, YANG Xian-qing¹, MA Hai-xia¹, YANG Shao-ling¹

(1.South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences,
Key Lab of Aquatic Product Processing of Ministry of Agriculture, Guangzhou 510300, China;

2.Dalian Ocean University, Dalian, 116023, China)

Abstract: Packaged cobia under different conditions during modified atmosphere packaging and freezing-point storage, the effects on the quality of cobia were studied to determine the best packaging parameter. The experimental group of different gas ratio were taken 100% N₂, 75% N₂+25% CO₂, 50% N₂+50% CO₂, 30% N₂+65% CO₂+5% O₂, 25% N₂+75% CO₂, 100% CO₂ as study object, and packaging bags of different materials were taken PE, general barrier property and high barrier as study object, the control group was air storage. Stored at a temperature range of -1.01 to 0℃ after modified atmosphere packaging, some quality indexes such as K value, TVB-N value, total bacterial number and drip loss were measured during storage. The results showed that, to varying degrees, an increase was founded for all indexes through the storage period, and there was significant difference ($p<0.05$) between the experimental group and the control group. Taken slower growth of K value, TVB-N value, total bacterial number and less drip loss as evaluation standard, after the comprehensive comparison of these quality indexes, the high barrier and a gas ratio of 50% N₂+50% CO₂ were determined as the best modified atmosphere packaging and freezing-point storage parameter.

Key words: cobia; freezing-point storage; modified atmosphere packaging; K value; TVB-N; total bacterial number; drip loss

中图分类号:TS254.4

文献标识码:A

文章编号:1002-0306(2014)10-0336-06

doi:10.13386/j.issn1002-0306.2014.10.066

军曹鱼 (*Rachycentron canadum*), 属鲈形目, 军

曹鱼科, 其鱼体含肉率高, 鱼肉味道细嫩鲜美, 是深受广大消费者喜爱的生鱼片原材料^[1]。近年来, 随着人们消费水平的提高, 对军曹鱼等高品质鱼类的需求越来越大, 但是国内外对军曹鱼的保鲜研究却不多见, 这严重影响到了国内军曹鱼消费市场的扩展。冰温技术由日本的山根昭美氏最先于20世纪70年代初发现^[2], 冰温袋内贮藏食品可以有效的保持食品原有的风味。气调包装是通过对食品进行一次性的气

收稿日期:2013-10-28

作者简介:吴燕燕(1969-), 女, 研究员, 主要从事水产品加工与质量安全方面的研究。

基金项目:广东省海洋渔业科技推广专项(A201101F02);国家自然科学基金项目(31371800);广东省教育部产学研结合项目(2011B090300002)。

体配比调配来控制贮藏环境内的气体成分,从而达到对食品保鲜的目的,气调包装中的CO₂可以抑制微生物的生长,减慢水产品腐败的速度^[3],气调包装技术作为一门新兴技术已较多的应用到水产品的保鲜方面,而冰温结合气调保鲜技术的研究也越来越成为热门。目前,国内外对于水产品气调包装贮藏不同条件的研究已有一些,如彭城宇^[4]关于气体比例对气调包装罗非鱼片货架期的影响研究、SIVERTSVIK^[5]的关于超低温气调包装鲑鱼片对其微生物和感官品质的影响等,赵莉君等^[6]也研究表明不同的包装方式对鲑鱼片冰温贮藏期间品质变化有显著影响,JACOMINO^[7]研究报道称在一定的实验条件下,不同的气调包装材料对番石榴的品质影响不尽相同,晁文^[8]采用不同厚度和材质的塑料袋对辣椒进行包装,发现不同透气性和透湿性的包装袋对辣椒品质的影响有所不同,但是此类研究在军曹鱼上面的应用还未见有报道。该研究使用不同的气体配比和不同材质的包装袋气调包装军曹鱼,贮藏于冰温条件下,跟踪比较几种不同的包装条件对军曹鱼品质的影响,主要通过对K值、细菌总数、TVB-N含量和汁液流失率几种指标的测定,确定冰温气调包装军曹鱼最佳气调包装参数,为进一步完善军曹鱼冰温气调保鲜技术提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

军曹鱼 购于广东省茂名市军曹鱼养殖场,鲜活;N₂、CO₂、O₂ 广州市君多气体有限公司;高氯酸、硼酸、盐酸、氯化钠、柠檬酸、三乙胺、冰醋酸 广州化学试剂厂;TTC营养琼脂 广东环凯微生物科技有限公司;无水乙醇 天津市富宇精细化工有限公司;ATP、ADP、AMP、IMP、HxR、Hx 标准品, Sigma公司;试剂 均为分析纯;所有用水 均为蒸馏水;纯PE包装袋、一般阻隔性包装袋、高阻隔性包装袋 均购于雄县旭日纸塑包装有限公司。

735-2型温度测量仪 德国德图仪器公司出品;MDF-U333型冷冻柜、精密低温培养箱 日本Sanyo公司;Agilent 1100型高效液相色谱仪 美国Agilent公司;SQ510C型灭菌锅 重庆雅马拓科技有限公司出品;明鉴SPX型智能生化培养箱 宁波江南仪器厂出品;Kjeltel2300型凯氏定氮仪 丹麦FOSS仪器有限公司;MAP-D400型复合气调包装机 苏州森瑞公司;SK-30型低温超速离心机 美国Sigma公司;UltraTurraxT25B型均质机 德国IKA工业设备公司。

1.2 实验方法

1.2.1 预处理 将鲜军曹鱼去头、去尾、去内脏、去骨头,剩余鱼肉备用。

1.2.2 冰点的测定 采用传统冻结法^[9]测定,将温度测量仪探头插入鱼块中心部位,固定放置于-35℃冰箱内,每隔1min记录一次肉中心温度的变化,随后根据冻结曲线得出军曹鱼的冰点。

1.2.3 样品包装及贮藏 使用复合气调包装机随机取样进行气调包装,气体配比比例实验选取6种气体配比来进行比较,使用高阻隔性包装袋进行气调包

装,实验组为(1)100% N₂、(2)75% N₂+25% CO₂、(3)50% N₂+50% CO₂、(4)30% N₂+65% CO₂+5% O₂、(5)25% N₂+75% CO₂、(6)100% CO₂,对照组为空气贮藏。包装袋的选择实验组为(I)高阻隔性包装袋、(II)一般阻隔性包装袋、(III)纯PE材质包装袋,对照组为空气贮藏。包装后放入精密低温培养箱内冰温贮藏,贮藏期间每隔几天随机取样跟踪对K值、细菌总数、挥发性盐基氮含量和汁液流失率几种品质指标进行测定。

1.2.4 K值的测定 参照文献[10-11]的方法,并稍作修改。称取绞碎混匀的军曹鱼肉2.0g,加入提前冷却的10%高氯酸溶液10mL,使用均质机均质使其混合均匀,放置3min充分抽提后使用低温超速离心机离心10min,沉淀部分重复此操作,上清液合并后用KOH溶液调pH至6.4~6.8,定容至50mL,过0.22μm孔径的滤膜后使用高效液相色谱仪进行分析。计算公式:K(%)=(HxR+Hx)/(ATP+ADP+AMP+IMP+HxR+Hx)×100。式中ATP、ADP、AMP、IMP、HxR、Hx分别表示腺苷三磷酸、腺苷二磷酸、腺苷酸、肌苷酸、次黄嘌呤核苷、次黄嘌呤的浓度(μmol/g湿重)。

1.2.5 挥发性盐基氮(total volatile basic, TVB-N)含量的测定 参考SC/T 3032-2007《水产品挥发性盐基氮的测定》^[12]方法测定,并稍作修改。称取绞碎混匀的军曹鱼肉5.0g于100mL离心管内,加入0.6mol/L的高氯酸溶液45mL,使用均质机均质使其混合均匀,放置3min充分抽提后使用低温超速离心机10000r/min离心10min,上清液使用凯氏定氮仪测定挥发性盐基氮含量。实验做3个平行,求取平均值。

1.2.6 细菌总数的测定 参照GB/T 4789.2-2010《食品微生物学检验总则》^[13]方法测定,并稍作修改。无菌条件下,剪碎5g鱼肉于100mL锥形瓶内,加入45mL无菌生理盐水,振荡2~3min,用10倍梯度稀释法制成一系列稀释倍数的菌悬液,选取合适的稀释度吸取1mL菌悬液倒两个平板,37℃培养48h后进行计数。实验做3个平行,求取平均值。

1.2.7 汁液流失率的测定 参考文献[14-15]的方法,称取包装好的样品以及包装袋和袋内肉汁总质量为w₁(g),剪开包装袋小心取出袋中军曹鱼肉后,此时包装袋和肉汁总质量为w₂(g),称取包装前包装袋质量为w₃(g),计算方法为:汁液流失率(%)=(w₂-w₃)/(w₁-w₃)×100。

1.2.8 数据分析 实验数据使用Excel进行处理分析并使用SPSS软件进行单因素方差分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 冰点的测定

图1为军曹鱼的冻结曲线,在曲线上可以看出有一段时间内军曹鱼肉中心温度基本维持不变,求取这段时间的温度变化平均值即可视为军曹鱼的冰点,所以,军曹鱼的冰温区间为-1.01~0℃,本实验在此冰温带范围内贮藏。

2.2 不同气体配比对军曹鱼肉品质的影响

不同气体配比对军曹鱼肉品质的影响结果如图2~图5所示。

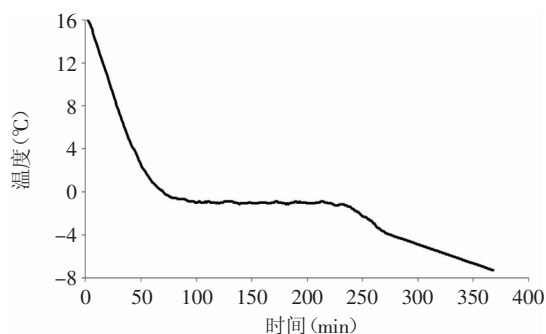


图1 军曹鱼冻结曲线

Fig.1 Freezing curve of cobia

2.2.1 K值的变化 K值定义为ATP分解产物HxR和Hx总量与ATP所有分解关联物总量的比值^[16]。鱼死后，鱼体随着贮藏时间的延长，ATP迅速分解，其分解产物HxR和Hx含量也逐渐增多，导致K值逐渐增加。K值越小，说明新鲜度越好。一般认为，当鱼肉K值 $\leq 20\%$ 时为高新鲜度^[17-18]，可作为生鱼片的原材料食用，K值60%~80%的鱼体为初期腐败鱼^[19]，K值的测定适合对鱼类早期鲜度进行评价。实验K值初始值为2.19%，属于高新鲜度鱼。从图2中可以看出，几种包装方式下军曹鱼肉的K值在贮藏期间一直呈现上升趋势，贮藏前期，K值的增长和时间呈现良好的线性关系；贮藏期间，对照组的K值增加速度显著快于实验组，与实验组之间有显著性差异，而实验组之间的K值也存在显著性差异（ $p < 0.05$ ），说明气调包装对抑制ATP的降解、减缓K值的上升有一定效果，并且不同的气体配比对K值的影响程度不尽相同。实验组中K值增长明显较快的是第5（25% N_2 +75% CO_2 ）组，最快（16d时）达到腐败初期值，而在贮藏20d的时候实验组6组军曹鱼肉K值已全部达到60%以上，也就是进入了腐败期。

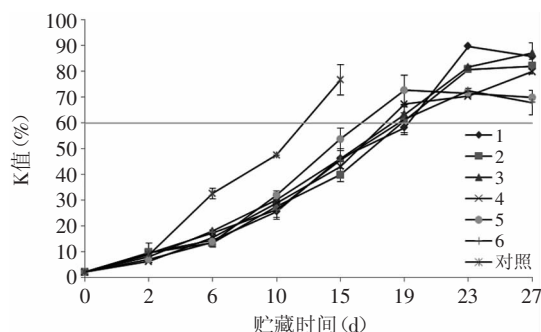


图2 不同气体配比比例气调包装军曹鱼冰温贮藏的K值变化
Fig.2 Variation of K value in cobia during modified atmosphere packaging and freezing-point storage with different gas ratio

2.2.2 细菌总数的变化 水产品贮藏过程中，微生物的生长代谢所产生的不良气味物质会使其在感官上为消费者不可接受，这是水产品腐败的重要原因，气调包装袋内充入的 CO_2 气体可以有效的抑制微生物的生长^[20]，而不同的 CO_2 气体含量对微生物的抑制效果不同。实验细菌总数初始值为4.93log cfu/g，由图3所知，实验中不同气体配比比例包装军曹鱼片的

细菌总数随着贮藏时间的延长呈现先减少后增多的趋势，这是因为气调包装袋内的 CO_2 气体以及冰温贮藏使部分微生物的生长受到了限制。在整个贮藏期间的中后期，细菌总数有显著性增加（ $p < 0.05$ ），而整个贮藏期间对照组细菌总数增长速度显著高于实验组，与实验组有显著性差异（贮藏第2d时对照组与5、6组无显著性差异）。实验组中细菌总数增长最快的组是第5（25% N_2 +75% CO_2 ）组，实验数据显示在第16d时已达到消费者对高品质鱼类所能接受的最大限值 10^6 cfu/g^[21]，而整个贮藏过程中第3组（50% N_2 +50% CO_2 ）细菌总数的增长速度最慢，第4（30% N_2 +65% CO_2 +5% O_2 ）组所含气体内含有部分氧气，其他组气体均由 N_2 和 CO_2 组成，无氧气的存在抑制了需氧菌的生长，但是少量氧气的存在却又在一定程度上抑制了厌氧菌的生长，所以第4组样品的细菌总数的增长速度并没有比别的组表现出明显的偏高或者偏低，在贮藏第19d时全部实验组细菌总数均已达到消费者所能接受的最大限值。

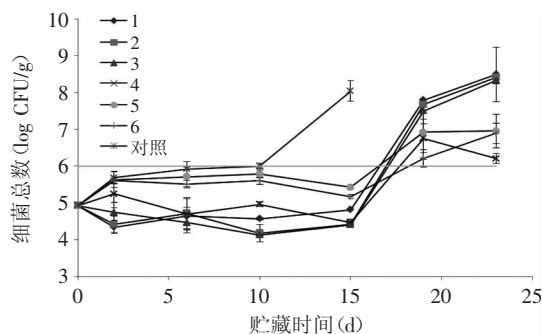


图3 不同气体配比比例气调包装军曹鱼冰温贮藏的细菌总数变化
Fig.3 Variation of total bacterial number in cobia during modified atmosphere packaging and freezing-point storage with different gas ratio

2.2.3 TVB-N含量的变化 TVB-N主要包括的化合物类型有氨类、二甲胺和三甲胺等，其总含量可以作为鱼类鲜度的重要评定指标^[22]。国标GB 2733-2005《鲜、冻动物性水产品卫生标准》规定，海水鱼类TVB-N含量低于30mg/100g时视为安全。在细菌和酶的作用下，AMP脱氨产生的氨是贮藏初期TVB-N增加的主要原因，而贮藏后期，细菌作用生成的二甲胺和三甲胺，以及氨基酸等含氮化合物分解生成的各种胺类化合物成了TVB-N的主要来源^[23]。实验初始TVB-N含量为6.34mg/100g，冰温贮藏期间，几组样品的TVB-N含量随着贮藏时间的延长均有不同程度的升高，其中对照组的TVB-N含量增加速度明显较快，贮藏2d之后其增长速度显著快于实验组（ $p < 0.05$ ）。由图4可知，贮藏前期，实验组的TVB-N含量增加速度是缓慢的，但是第5组（25% N_2 +75% CO_2 ）的TVB-N含量增加明显低于其他几组，贮藏15d之后各组增长速度的不同才逐渐明显，其中在整个贮藏过程中第2组（75% N_2 +25% CO_2 ）鱼肉最快达到最大TVB-N限值，其次是第1组（100% N_2 ）和第3组（50% N_2 +50%

CO₂), 而另外三组实验组的TVB-N含量在贮藏期间均未达到最大值。

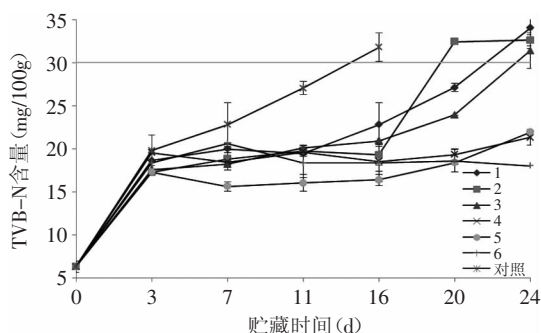


图4 不同气体配比比例气调包装军曹鱼冰温贮藏的挥发性盐基氮含量变化

Fig.4 Variation of TVB-N value in cobia during modified atmosphere packaging and freezing-point storage with different gas ratio

2.2.4 汁液流失率的变化 汁液流失率也是食品贮藏期间品质变化的重要评定指标,反映了鱼肉的汁液流失状况。PARKIN认为CO₂贮藏鱼肉时会溶于肌肉表面而造成pH有所下降,造成蛋白质的持水能力减弱,这会导致大量的渗出液渗出^[24]。随着贮藏时间的延长,鱼肉组织蛋白不断降解释放出大量的氨基酸和多肽游离残基^[25],这两种物质的增加使汁液流失率不断升高,而蛋白质的降解会导致鱼肉的腐败。整个贮藏期间,对照组的汁液流失速度显著快于实验组 ($p < 0.05$),不同气体配比比例包装军曹鱼片冰温贮藏时汁液流失率的变化如图5所示,由图5可知,随着贮藏时间的延长,汁液流失率有不断增加的趋势,对于实验组,在贮藏前15d之内,汁液流失率的增加速度是较缓慢的,随后增加速度加大,其中在整个贮藏过程中第3组 (50% N₂+50% CO₂) 气调包装贮藏时汁液流失率的增长速度最慢,而其他组数均有不同程度的快速增长,在贮藏第20d时,实验组样品的汁液流失率均高于4.6%。

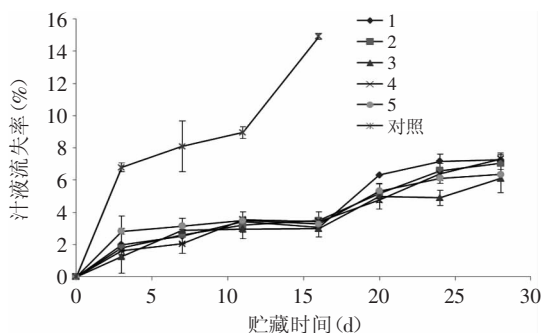


图5 不同气体配比比例气调包装军曹鱼冰温贮藏的汁液流失率变化

Fig.5 Variation of drip loss in cobia during modified atmosphere packaging and freezing-point storage with different gas ratio

从图2~图5来看,几种品质指标增长趋势均是随着贮藏时间的延长而呈现增长的趋势,其中增长快

慢各不相同,在最佳气体配比的选择上,不能只考虑一种品质指标随贮藏时间的变化,而应该综合考虑这几种重要的品质指标,所以综合这4种指标的变化规律来看,选择第3组,即使用50% N₂+50% CO₂的气体配比来气调包装军曹鱼,不仅可以有效地抑制微生物的生长,还可使K值、TVB-N含量和汁液流失率的增长速度综合性的减慢,最终确定气调包装军曹鱼的最佳气体配比为50% N₂+50% CO₂。

2.3 不同包装材料袋处理对军曹鱼肉品质的影响

不同的气调包装材料其透气率不同,外界因子对贮藏期间包装袋内的气体影响效果不同,所以寻找合适的包装材质对食品进行气调包装也是很有必要的。使用三种材质的包装袋气调包装军曹鱼,目的是为了比较出较适合的包装材料。参照结果与分析2.2将包装袋内充以50% N₂+50% CO₂的气体,包装袋的选择实验测定比较结果如图6~图8所示。

2.3.1 细菌总数的变化 3种不同材质的包装袋气调包装军曹鱼和空气对照组冰温贮藏时细菌总数的变化如图6所示,实验细菌总数初始值为5.47log cfu/g,贮藏期间对照组和第Ⅲ组的细菌增长规律没有显著性差异 ($p > 0.05$),而和第Ⅰ、Ⅱ组相比较却有显著性差异,并且各组的细菌总数在贮藏期间有显著增加的趋势 ($p < 0.05$)。从图6中可以看出,冰温贮藏前2d,3组实验组样品的细菌总数均有所降低,随后增加,其中增长速度组数排列为Ⅲ>Ⅱ>Ⅰ,第Ⅲ(纯PE组)的细菌总数在贮藏期间增长速度最快,这可能是由于纯PE材质的高透气特性,使得包装袋内的气体容易外逸、并且外界因子对包装袋内气体影响较大,故纯PE材质的包装袋包装军曹鱼并未对其微生物的生长起到明显的抑制作用,而一般阻隔性和高阻隔性材质的低透气性可以维持包装袋内的初始气体比例,有效的延缓微生物的生长。

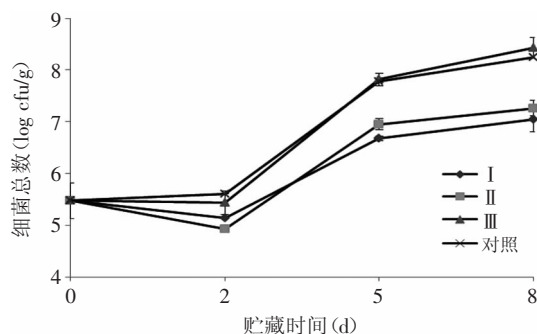


图6 不同包装袋气调包装军曹鱼冰温贮藏的细菌总数变化

Fig.6 Variation of total bacterial number in cobia during modified atmosphere packaging and freezing-point storage with different packaging bags

2.3.2 TVB-N含量的变化 实验初始TVB-N含量为11.77mg/100g,3种不同材质的包装袋气调包装军曹鱼和空气对照组冰温贮藏时TVB-N含量的变化如图7所示,几组样品在贮藏期间TVB-N含量的变化趋势是相似的,均有不同程度的增高,在贮藏期间,对照组和实验组的TVB-N含量变化是有显著性差异的,

并且各个组的TVB-N含量在贮藏期间有显著性增高($p<0.05$)。实验组中,TVB-N含量的增高幅度变化排列为Ⅱ>Ⅲ>Ⅰ,其中除了第8d时Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ组的TVB-N含量没有显著性差异($p>0.05$),其他贮藏期间TVB-N含量的变化在各个实验组间均有显著性差异($p<0.05$)。

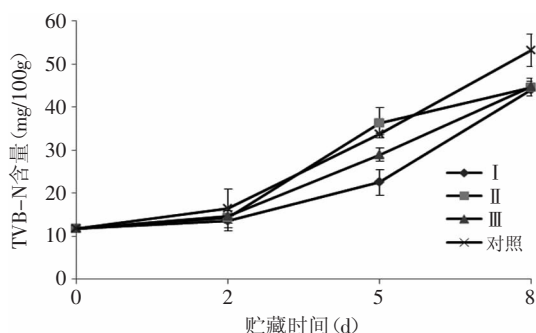


图7 不同包装袋气调包装军曹鱼冰温贮藏的TVB-N含量变化

Fig.7 Variation of TVB-N value in cobia during modified atmosphere packaging and freezing-point storage with different packaging bags

2.3.3 汁液流失率的变化 3种不同材质的包装袋气调包装军曹鱼和空气对照组冰温贮藏时汁液流失率的变化如图8所示,在贮藏期间,汁液流失率是不断升高的,几组之间的升高幅度不尽相同,对照组的汁液流失率随着贮藏时间的延长有显著升高($p<0.05$),贮藏2d时,对照组和第Ⅱ组之间的汁液流失率无显著性差异($p>0.05$),此后和实验组相比有显著性差异($p<0.05$)。实验组中,汁液流失率的增高幅度变化排列为Ⅱ>Ⅲ>Ⅰ,3组在贮藏期间汁液流失率的增长有显著性差异($p<0.05$)。

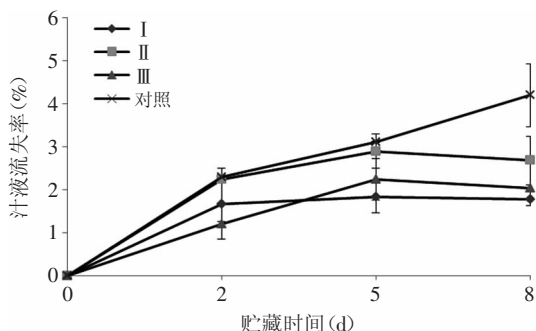


图8 不同包装袋气调包装军曹鱼冰温贮藏的汁液流失率变化

Fig.8 Variation of drip loss in cobia during modified atmosphere packaging and freezing-point storage with different packaging bags

从图6~图8来看,以50% N₂+50% CO₂的气体配比气调包装军曹鱼冰温贮藏过程中,几种品质指标的增长趋势是大致相同的,均是随着贮藏时间的延长而增长,综合比较细菌总数、TVB-N含量以及汁液流失率的增长,使用高阻隔性材质的包装袋包装军曹鱼,可以有效的延缓微生物的生长,并且TVB-N含量和汁液流失率的增长的速度也明显小于对照组和纯PE、一般阻隔性材质包装袋包装组。所以,最终

确定使用高阻隔性材质包装袋对军曹鱼进行气调包装。

3 结论

对于新鲜军曹鱼片的加工及贮藏技术,包装前处理条件的选择是很关键的一步,选用不同的气体配比和不同材质的包装袋对军曹鱼进行气调包装后,各个条件对军曹鱼的品质影响各不相同,实验结果证明,在贮藏期间K值、TVB-N含量、细菌总数、汁液流失率几种品质指标均有不同程度的增加,并且对照组和实验组有显著性差异($p<0.05$),使用高阻隔性包装袋并充以50% N₂+50% CO₂的气体配比对军曹鱼进行气调包装,可以有效的抑制微生物的生长并延缓鱼体TVB-N含量和汁液流失率的增长速度。以K值、TVB-N含量、细菌总数增长速度慢,汁液流失率少为评定标准,综合比较几种品质指标的变化规律,最终确定使用高阻隔性包装袋并充以50% N₂+50% CO₂的气体配比对军曹鱼进行气调包装。

参考文献

- [1] 周书耘,刘永坚,梁海鸣,等. 饲料中添加胆汁酸对军曹鱼生长及体组成的影响[J]. 南方水产,2010,6(4):20-25.
- [2] 石文星,彦启森,马灵芝,等. 冰温技术及其在食品工业中的应用[J]. 天津商学院学报,1999(3):39-44.
- [3] 李杉,岑剑伟,李来好,等. 充气比率对罗非鱼片冰温气调贮藏期间品质的影响[J]. 南方水产,2010,6(1):42-48.
- [4] 彭城宇,岑剑伟,李来好,等. 气体比例对气调包装罗非鱼片货架期的影响研究[J]. 南方水产,2009,5(6):1-7.
- [5] SIVERTSVIK M, ROSNESJ T, KLEIBERG G H. Effect of modified atmosphere packaging and superchilled storage on the microbial and sensory quality of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets[J]. J Food Sci,2003,68(4):1467-1472.
- [6] 赵莉君,顾长瑞,赵思明,等. 包装方式对冰温贮藏鲢鱼片品质的影响[J]. 华中农业大学学报,2010,29(5):639-643.
- [7] JACOMINO A P, KLUGE R A, BRACKMANN A, et al. Ripening and senescence of papaya with 1-methylcyclopropene [J]. Scientia Agricola,2002,59(2):303-308.
- [8] 晁文. 青辣椒小包装气调保鲜技术研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2008.
- [9] BENJAKUL S, VISESSANGUAN W, PHONGKANPAI V, et al. Antioxidative activity of caramelisation products and their preventive effect on lipid oxidation in fish mince[J]. Food Chemistry,2005,90(1/2):231-239.
- [10] YOKOYAMA Y, SAKAGUCHI M, KAWAI F, et al. Changes in concentration of ATP-related compounds in various tissues of Oyster during ice storage[J]. Bull Jpn Soc Sci Fish,1992,58:2125-2136.
- [11] 龚婷. 生鲜草鱼片冰温气调保鲜的研究[D]. 武汉:华中农业大学,2008.
- [12] SC/T 3032-2007水产品中挥发性盐基氮的测定[S]. 北京:中国农业出版社,2007.
- [13] GB 4789.1-2010食品微生物学检验总则[S]. 北京:中国标准出版社,2010.

(下转第365页)

忆能力的影响[J]. 营养学报, 2012, 34(4): 353-357.

[34] 周鸣鸣, 陈宏山, 谢焕松, 等. 芹菜素对衰老模型小鼠学习记忆能力的影响[J]. 营养学报, 2008, 30(1): 108-110.

[35] 金连海, 李治伟, 赵行宇, 等. 大豆异黄酮对缺氧大鼠学习记忆能力影响[J]. 中国公共卫生, 2013, 29(3): 373-375.

[36] Mandel SA, Amit T, Kalfon L, *et al.* Targeting multiple neurodegenerative diseases etiologies with multimodal-acting green tea catechins[J]. J Nutr, 2008, 138: 1578S-1583S.

[37] Barros D, Amaral OB, Izquierdo I, *et al.* Behavioral and genoprotective effects of Vaccinium berries intake in mice[J]. Pharmacol Biochem Behav, 2006, 84: 229-234.

[38] Goyarzu F, Malin DH, Lau FC, *et al.* Blueberry supplemented diet: effects on object recognition memory and nuclear factor- κ B levels in aged rats[J]. Nutr Neurosci, 2004(7): 75-83.

[39] Spencer JPE. The impact of flavonoids on memory: physiological and molecular considerations[J]. Chem Soc Rev, 2009, 38: 1152-1161.

[40] Spencer JPE, Rice-Evans C, Williams RJ. Modulation of pro-survival Akt/PKB and ERK1/2 signalling cascades by quercetin and its *in vivo* metabolites underlie their action on neuronal viability[J]. J Biol Chem, 2003, 278: 34783-34793.

[41] 陈燕. 神经元的突触可塑性与学习和记忆[J]. 生物化学与生物物理进展, 2008, 35(6): 610-619.

[42] Williams CM, El Mohsen MA, Vauzour D, *et al.* Blueberry-induced changes in spatial working memory correlate with changes in hippocampal CREB phosphorylation and brain-derived neurotrophic factor (BDNF) levels[J]. Free Radic Biol Med, 2008, 45: 295-305.

[43] Commenges D, Scotet V, Renaud S, *et al.* Intake of flavonoids and risk of dementia[J]. Eur J Epidemiol, 2000, 16: 357-363.

[44] Ruitenbergh A, den Heijer T, Bakker SL, *et al.* Cerebral hypoperfusion and clinical onset of dementia: the Rotterdam Study[J]. Ann Neurol, 2005, 57: 789-794.

[45] Fisher ND, Sorond FA, Hollenberg NK. Cocoa flavanols and brain perfusion[J]. J Cardiovasc Pharmacol, 2006, 47(Suppl 2):

S210-S214.

[46] Hirsch EC, Hunot S, Hartmann A. Neuroinflammatory processes in Parkinson's disease[J]. Parkinsonism Relat Disord, 2005, 11(Suppl 1): S9-S15.

[47] Luo Y, Smith JV, Paramasivam V, *et al.* Inhibition of amyloid- β aggregation and caspase-3 activation by the Ginkgo biloba extract EGB761[J]. Proc Natl Acad Sci USA, 2002, 99: 12197-12202.

[48] Mandel SA, Amit T, Weinreb O, *et al.* Simultaneous manipulation of multiple brain targets by green tea catechins: a potential neuroprotective strategy for Alzheimer and Parkinson diseases[J]. CNS Neurosci Ther, 2008, 14: 352-365.

[49] Levites Y, Youdim MBH, Maor G, *et al.* Attenuation of 6-hydroxydopamine (6-OHDA)-induced nuclear factor- κ B (NF- κ B) activation and cell death by tea extracts in neuronal cultures[J]. Biochem Pharmacol, 2002, 63: 21-29.

[50] Lee S, Suh S, Kim S. Protective effects of the green tea polyphenol (-)-epigallocatechin gallate against hippocampal neuronal damage after transient global ischemia in gerbils[J]. Neurosci Lett, 2000, 287: 191-194.

[51] Levites Y, Weinreb O, Maor G, *et al.* Green tea polyphenol (-)-epigallocatechin-3-gallate prevents N-methyl-4-phenyl-1, 2, 3, 6-tetrahydropyridine-induced dopaminergic neurodegeneration[J]. J Neurochem, 2001, 78: 1073-1082.

[52] Spencer JPE, Whiteman M, Jenner P, *et al.* 5-s-Cysteinyl-conjugates of catecholamines induce cell damage, extensive DNA base modification and increases in caspase-3 activity in neurons[J]. J Neurochem, 2002, 81: 122-129.

[53] Vauzour D, Ravaoli G, VafeiAdou K, *et al.* Peroxynitrite induced formation of the neurotoxins 5-S-cysteinyl-dopamine and DHBT-1: implications for Parkinson's disease and protection by polyphenols[J]. Arch Biochem Biophys, 2008, 476: 145-151.

[54] Williams RJ, Spencer JP, Rice-Evans C. Flavonoids: antioxidants or signalling molecules? [J]. Free Radic Biol Med, 2004, 36: 838-849.

(上接第340页)

[14] 吕凯波. 冰温气调保鲜对黄鳝鱼片品质及其菌相的影响[D]. 武汉: 华中农业大学, 2007.

[15] 尹忠平, 夏延斌, 李智峰, 等. 冷却猪肉pH变化与肉汁渗出率的关系研究[J]. 食品科学, 2005, 26(7): 86-88.

[16] 杨文鸽, 薛长湖, 徐大伦, 等. 大黄鱼冰藏期间ATP关联物含量变化及其鲜度评价[J]. 农业工程学报, 2007, 23(6): 217-222.

[17] 关志苗. K值—判定鱼品鲜度的鲜指标[J]. 水产科学, 1995, 14(1): 33-35.

[18] 王真真, 董士远, 刘尊英, 等. 冰温下包装方式对大黄鱼的保鲜效果研究[J]. 水产科学, 2009, 28(8): 431-434.

[19] SAITO T, ARAI K, MATSUGOSHI M. A new method for estimating the freshness of fish[J]. Bull Jap Soc Sci Fish, 1959, 24: 749-750.

[20] 翁丽萍, 钟立人, 戴志远. 国内外鱼和鱼制品的气调保鲜

研究[J]. 食品与机械, 2006, 22(3): 160-163.

[21] ROSNES J T, KLEIBERG G H, SIVERTSVIK M, *et al.* Effect of modified atmosphere packaging and superchilled storage on the shelf-life of farmed ready-to-cook spotted wolf-fish (*Anarhichas minor*) [J]. Packag Technol Sci, 2006, 19(6): 325-333.

[22] 戚晓玉, 李燕, 周培根. 日本沼虾冰藏期间ATP降解产物变化及鲜度评价[J]. 水产学报, 2001, 25(5): 482-484.

[23] 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, 12(4): 331-337.

[24] PARKIN K. Modified atmosphere storage of rockfish fillets[J]. J Food Sci, 1981, 47: 181-184.

[25] 陆利霞, 李霞, 孙芸, 等. 鲫鱼贮藏鲜度评价物理特性指标的研究[J]. 食品与发酵工业, 2007, 33(5): 162-164.