

茶多酚对冻藏罗非鱼片品质的影响^{*}

李鹏鹏, 关志强, 李敏, 胡亚丽, 张珂, 吴阳阳

(广东海洋大学 食品科技学院, 广东省水产品加工与安全重点实验室,
水产品深加工广东普通高等学校重点实验室, 广东 湛江, 524088)

摘 要 为了研究茶多酚对冻藏罗非鱼片品质变化的影响, 测定了经不同浓度茶多酚浸泡的罗非鱼片在 -20°C 冻藏过程中 Ca^{2+} -ATPase 活性、盐溶性蛋白含量、硫代巴比妥酸(TBA)值、挥发性盐基氮(TVB-N)值、白度、质构以及感官评分的变化。结果表明: 经不同浓度茶多酚浸泡后, 冻藏罗非鱼片的 Ca^{2+} -ATPase 活性、盐溶性蛋白含量、白度值、质构和感官评分的下降以及硫代巴比妥酸(TBA)值和挥发性盐基氮(TVB-N)值的升高都得到了很好的抑制, 其中 4g/L 的茶多酚溶液浸泡效果最好。可见茶多酚浸泡不仅延长了冻藏罗非鱼片的保质期, 而且提高了鱼片的加工特性。

关键词 茶多酚; 冻藏; 罗非鱼片; 品质变化

罗非鱼(oreochromis, tilapia)肉质鲜美, 少刺, 蛋白质含量高且富含大量的不饱和脂肪酸^[1]。我国的罗非鱼加工主要以冷冻品及冷冻粗加工品为主, 近十几年来, 出口到美国的冻罗非鱼片量持续增加^[2]。冻藏虽然可以有效地抑制微生物的活动, 降低酶的活性, 但由于脂肪的氧化, 一些腐败包括风味、气味、质构和颜色的变化仍然发生^[3]。另一方面, 研究表明脂肪氧化也是蛋白变性的主要原因^[4], 蛋白质的变性将严重影响水产品的加工特性。

茶多酚是茶叶中多酚类物质的总称, 是一种天然的抗氧化剂, 有很强的抗氧化性^[5], 现为卫生部批准的一种食品添加剂。范文教^[6]等研究指出, 茶多酚在鲢鱼微冻冷藏保鲜过程中能有效地减缓脂肪氧化, 从而延长鲢鱼保鲜期。Yoshie Seto^[7]等发现, 乌龙茶提取物可以有效地抑制鲱鱼片的脂肪氧化, 蒋兰宏^[8]等研究表明, 用 0.6% 的茶多酚溶液浸泡鲤鱼可以延长其保鲜期。李双双^[9]等采用 6 g/L 茶多酚保鲜液浸渍处理金枪鱼肌肉, 样品在第 30 天, 仍能达到一级鲜度指标。

目前茶多酚主要用于冷藏水产品的保鲜, 而对于冷冻罗非鱼片的作用国内外报道甚少。为了探索茶多酚对冻藏罗非鱼片品质改善的影响, 本文用不同浓度的茶多酚溶液对罗非鱼片进行浸泡处理, 浸泡过后

立即放入 -20°C 的冰箱中冻藏, 研究其对冻罗非鱼片的品质影响, 并找出稳定冻藏罗非鱼片品质的适宜茶多酚浓度。

1 实验材料与方法

1.1 实验材料与试剂

罗非鱼, 购自湛江市工农市场, 重 (800 ± 50) g。茶多酚(食品级), 广州利源食品添加剂有限公司; ATP 酶活性测试盒、考马斯亮蓝蛋白测定试剂盒, 购自南京建成生物工程研究所; 2-硫代巴比妥酸, 国药集团化学试剂有限公司; HClO_4 、三氯乙酸、NaOH、 H_3BO_3 、NaCl、HCl、三羟甲基氨基甲烷(Tris)、顺丁烯二酸, 均购自广州市金华大化学试剂有限公司; 所有试剂均为分析纯。

1.2 仪器与设备

Sigma1-14 高速台式离心机, Sigma3-18K 高速冷冻离心机, 德国 Sigma 公司; UV-8000 型紫外分光光度计, 上海元析仪器有限公司; I25 高剪切分散乳化机, 上海依肯机械有限公司; HHS 型电热恒温水浴锅, 上海博迅实业有限公司; CR-40 色差计, 日本柯尼卡美能达控股公司; TMS-PRO 型质构仪, 美国 FTC 公司; BCD-225SDCW 型冰箱, 青岛海尔股份有限公司。

1.3 样品预处理

新鲜罗非鱼去头去内脏去尾去皮切片, 每片长 (80 ± 5) mm、宽 (40 ± 5) mm、厚 (8 ± 1) mm (质量约 70 g)。切片后, 分别在 2、4、6 和 8 g/L 的茶多酚溶液(4°C)中浸泡 60 min, 以蒸馏水浸泡 60 min 作为对照

第一作者: 硕士研究生(关志强教授为通讯作者; E-mail: mmcgzq@163.com)。

^{*} 广东省科技计划项目(2012B020312006)

收稿日期: 2014-10-10, 改回日期: 2014-11-24

组。浸泡结束后沥干装入自封袋中,然后立即放入-20℃的冰箱中贮藏。贮藏过程中每30d分别取出3片进行指标测定,连续测定150d。

1.4 指标测定

1.4.1 感官评定

参考李莎^[10]等人的方法,将罗非鱼片样品取出

后放置4℃的冰箱中12h,由感官评价人员即时进行评测,评定小组由经过培训后的10名(5男5女)食品专业学生组成,分别对鱼片的色泽、气味、组织形态和肌肉弹性进行测评,以1~5的分值表示,具体评分标准见表1。鱼片的综合分值在17~20分为新鲜,9~16分为品质良好,8分以下为品质发生明显劣变。

表1 罗非鱼片的感官评价标准

Table 1 Criteria of sensory evaluation for tilapia fillets

分值	色泽	气味	组织形态	肌肉弹性
5	色泽正常,肌肉切面富有光泽	具有鱼特有的风味,无异味	肌肉组织致密完整,纹理清晰	肌肉坚实富有弹性,手指压后凹陷立即消失
4	色泽正常,肌肉切面有光泽	具有鱼特有的风味,无明显异味	肌肉组织紧密,纹理较清晰	肌肉坚实有弹性,手指压后凹陷消失较快
3	色泽稍暗淡,肌肉切面稍有光泽	略有鱼腥味	肌肉组织略有松散	肌肉较有弹性,指压后凹陷消失稍慢
2	色泽较暗淡,肌肉切面无光泽	有明显鱼腥味	局部肌肉组织松散	肌肉稍有弹性,指压后凹陷消失很慢
1	色泽暗淡,肌肉切面无光泽	有强烈腥臭味或氨味	肌肉组织松散	肌肉无弹性,手指压后凹陷明显

1.4.2 Ca^{2+} -ATPase 活性的测定

根据南京建成公司的ATP酶测试盒进行测定,其值为37℃时每小时每毫克组织蛋白的组织中ATP酶分解ATP产生无机磷的量,单位 $\mu\text{molPi}/(\text{mg prot} \cdot \text{h})$ 。

1.4.3 盐溶性蛋白含量测定

盐溶性蛋白的提取参考邵懿^[11]等人的方法进行,蛋白浓度用考马斯亮蓝法测定,结果用盐溶性蛋白的含量 mg/g 表示。

1.4.4 硫代巴比妥酸(TBA)值

参照Witte^[12]等人的方法,并稍加修改。取10g已绞碎的肉样,加40mL冰冷的5%三氯乙酸,然后在转速为13800 r/min的条件下均质1min。均质后过滤,然后用5%的三氯乙酸定容到50mL。用移液管移取5mL滤液于反应管中,加入5mL 0.02 mol/L TBA试剂,用塞子封口,振荡并置于90℃沸水中40min,取出,冷却至室温。用5mL蒸馏水作对照,于538 nm处读取吸光值(A)。TBA值根据下列公式计算:

$$\text{TBA 值(以 mg 丙二醛 /kg 样品计)} = 7.8 \times A$$

式中:A为538 nm处的吸光度。

1.4.5 挥发性盐基氮(TVB-N)的测定

根据SC/T3032-2007^[13]《水产品中挥发性盐基氮的测定》半微量法进行。

1.4.6 白度值的测定

将解冻后的罗非鱼片取出,用色差计对样品进行测定,每个样品测定3次。

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

其中:L称为明度指数, $L^* = 0$ 表示黑色, $L^* = 100$ 表示白色; a^* 正值表示偏红,负值表示偏绿; b^* 正值表示偏黄,负值表示偏蓝。

1.4.7 质构测定

参考王俏仪^[14]等人的方法对解冻后的罗非鱼片进行质构测定。

1.5 数据处理

每个试验至少重复3次,结果用“平均值 $\pm$ 标准差”表示。试验数据处理采用Excel2003及JMP7.0软件,利用Origin8.0软件作图。

2 结果与分析

2.1 不同处理对罗非鱼片感官指标的影响

图1为经不同浓度茶多酚溶液浸泡后的罗非鱼片,在冻藏过程中感官指标的变化结果。由图1可知,经茶多酚浸泡后的罗非鱼片,冻藏5个月后其感官评分明显优于对照组($P < 0.05$),其中4 g/L茶多酚处理的感官评定最好,6 g/L和8 g/L的茶多酚处理可能促进了脂肪氧化而导致品质有所下降^[15]。

2.2 不同处理对罗非鱼片 Ca^{2+} -ATPase 活性的影响

肌原纤维蛋白主要由肌球蛋白构成,肌球蛋白的

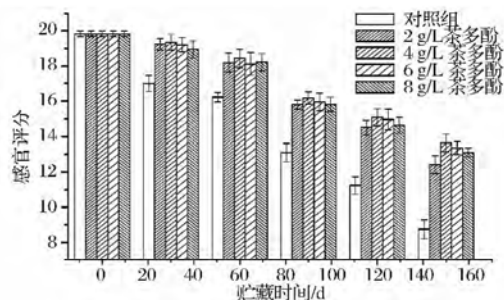
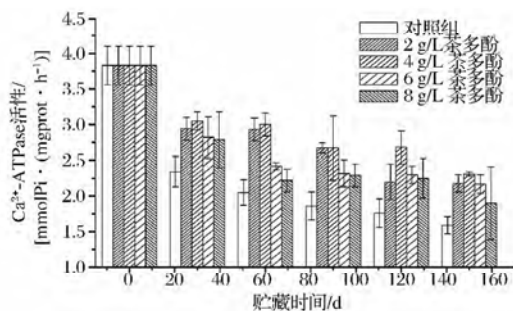


图1 不同处理对罗非鱼片感官指标的影响

Fig. 1 Effect of different treatments on sensory evaluation of tilapia fillets

完整性可以由 Ca^{2+} -ATPase 活性来反映^[16]。冻藏过程中,由于蛋白质的变性会引起此活性发生改变,因此肌原纤维蛋白的 Ca^{2+} -ATPase 活性被广泛用来作为鱼肉或鱼糜蛋白变性的指标^[17]。经不同浓度茶多酚溶液浸泡的罗非鱼片,在冻藏过程中 Ca^{2+} -ATPase 活性的变化结果见图2。

图2 不同处理对罗非鱼片 Ca^{2+} -ATPase 活性的影响Fig. 2 Effect of different treatments on Ca^{2+} -ATPase activity of tilapia fillets

由图2可知,冻藏30 d后,与对照组相比,经茶多酚处理的罗非鱼片的 Ca^{2+} -ATPase 活性下降速率更慢,不同浓度的茶多酚溶液处理组之间没有显著性差异($P > 0.05$)。冻藏150 d后,对照组 Ca^{2+} -ATPase 活性为 $1.59 \mu\text{molPi}/\text{mgprot}/\text{h}$,下降了58.5%。经2、4、6和8 g/L浸泡过的罗非鱼片的 Ca^{2+} -ATPase 活性分别为2.18、2.31、2.17和 $1.9 \mu\text{molPi}/\text{mgprot}/\text{h}$,均高于对照组($P < 0.05$),分别下降了43.1%、39.7%、43.3%和50.4%,均低于对照组,其中又以4 g/L茶多酚处理最好,这可能是由于过高的茶多酚浓度对蛋白酶有一定的抑制作用^[18]。由以上结果可知茶多酚浸泡可以减缓 Ca^{2+} -ATPase 活性的变化,这与Zhao^[19]等的研究相似,可能原因是茶多酚抑制了脂肪氧化使脂肪氧化产物不能与肌原纤维蛋白发生作用^[20]。

2.3 不同处理对罗非鱼片盐溶性蛋白含量的影响

肌原纤维蛋白是盐溶性蛋白,在冻藏过程中,一方面,肌原纤维蛋白分子间可能由于氢键、疏水键、二硫键、盐键的形成而聚集变性^[17]。另一方面,肌原纤维蛋白与脂肪及其氧化产物结合也导致聚集变性^[20],肌原纤维蛋白的变性导致了其盐溶性的下降。图3显示了经不同浓度茶多酚溶液浸泡后的罗非鱼片,在冻藏过程中盐溶性蛋白含量的变化。

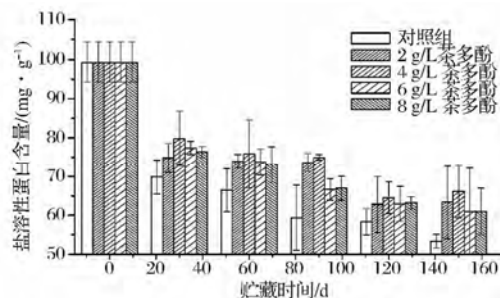


图3 不同处理对罗非鱼片盐溶性蛋白含量的影响

Fig. 3 Effect of different treatments on salt extractable protein of tilapia fillets

由图3可知,所有样品的盐溶性蛋白含量整体随着冻藏时间的增加而不断下降,对照组下降趋势尤其明显。冻藏150 d后,对照组盐溶性蛋白含量为53.35 mg/g,下降了46.3%,经2、4、6和8 g/L浸泡过的罗非鱼片的盐溶性蛋白含量分别为63.34、66.07、60.99和60.93 mg/g,均明显高于对照组($P < 0.05$),而经不同浓度的茶多酚溶液浸泡的样品之间没有显著性差异($P > 0.05$)。从图3中可以看出4 g/L茶多酚处理的罗非鱼片在150 d后盐溶性蛋白含量最高,贮藏过程中一定浓度的茶多酚抑制了脂肪氧化进而减少肌原纤维蛋白的聚集变性,提高了肌原纤维蛋白的盐溶性。

2.4 不同处理对罗非鱼片 TBA 值的影响

TBA值与脂肪氧化程度有很强的相关性,是当前世界上测定脂肪氧化最通用的方法,主要是依据食品中脂肪氧化产物丙二醛与硫代巴比妥酸(TBA)反应生成稳定的红色化合物^[21]。图4反映了不同浓度茶多酚处理的罗非鱼片,在冻藏过程中TBA值的变化情况。由图4可知,所有样品的TBA值并非随冻藏时间的增加而升高,而是先增加,而后缓慢下降,在120 d时达到最大值。第120天时,经茶多酚处理的样品TBA值明显低于对照组($P < 0.05$),其中4 g/L明显低于其他茶多酚处理组,6 g/L和8 g/L的茶多酚处理可能一定程度上促进了脂肪氧化^[15]。冻藏

150 d 后,对照组及不同浓度茶多酚处理组的 TBA 值都有所下降,Santiago P Aubourg^[16] 也研究指出冻藏 5 个月时 TBA 值达到最大,随后出现下降趋势,这可能是丙二醛与鱼肉蛋白结合的结果^[20]。

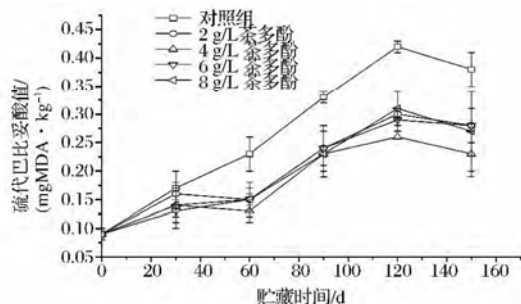


图4 不同处理对罗非鱼片 TBA 值的影响

Fig. 4 Effect of different treatments on TBA value of tilapia fillets

2.5 不同处理对罗非鱼片 TVB-N 的影响

挥发性盐基氮 (TVB-N) 是指食品中的蛋白质在酶和细菌的作用下发生分解产生的氨 (NH) 和胺 (R-NH:) 等碱性含氮物,在许多水产品中 TVB-N 与鲜度的感官评价之间有较高的相关度^[22],因此可以作为鱼类的鲜度指标之一。由图 5 可知,所有样品的 TVB-N 含量都随贮藏时间的增长而升高,并且对照组的 TVB-N 含量始终高于不同浓度的茶多酚溶液处理组的含量。冻藏 150 d 后,对照组的 TVB-N 含量已经达到 24.5 mg/100 g,即将超出二级鲜度的临界值 25 mg/100 g;2、4、6 和 8 g/L 茶多酚溶液浸泡过的罗非鱼片,TVB-N 含量分别为 19.77、17.86、18.44 和 19.27 mg/100 g,明显低于对照组的 ($P < 0.05$),其中又以 4 g/L 的茶多酚溶液浸泡效果最佳。可见茶多酚溶液对罗非鱼片具有明显延长保鲜期的作用,这和李双双^[9] 等人的研究相似。

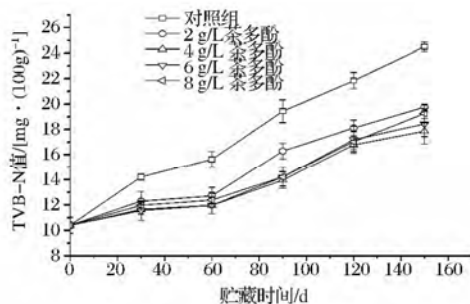


图5 不同处理对罗非鱼片 TVB-N 的影响

Fig. 5 Effect of different treatments on TVB-N value of tilapia fillets

2.6 不同处理对罗非鱼片白度值的影响

白度值反映了鱼片白肉色泽的变化,由图 6 可知,整体上所有样品的白度值都随贮藏时间的延长而出现降低趋势,且对照组白度值变化更大。冻藏 150 d 后,不同茶多酚处理之间白度值没有显著性变化 ($P > 0.05$),与对照组的白度值相比,仅 4 g/L 茶多酚溶液浸泡过的罗非鱼片白度值与之有显著性差异 ($P < 0.05$)。冻藏过程中水分的蒸发导致了鱼片亮度值 L^* 的降低,脂肪的氧化使鱼片颜色发黄,这可能是导致罗非鱼片白度值下降的原因。

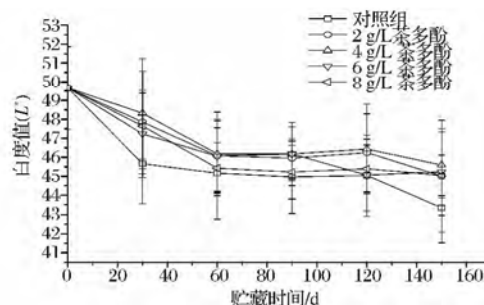


图6 不同处理对罗非鱼片白度值的影响

Fig. 6 Effect of different treatments on whiteness of tilapia fillets

2.7 不同处理对罗非鱼片质构的影响

2.7.1 不同处理组对罗非鱼片硬度的影响

硬度表现为人体的触觉-柔软或坚硬,使食品达到一定变形所需要的力,食品保持形状的内部结合力^[23]。

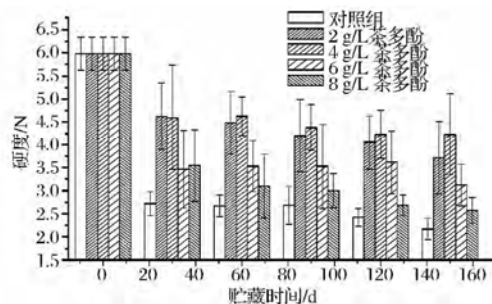


图7 不同处理组对罗非鱼片硬度的影响

Fig. 7 Effect of different treatments on hardness of tilapia fillets

由图 7 可知,与冻藏 0 d 的罗非鱼片硬度相比,冻藏 30 d 后,所有样品的硬度都显著降低 ($P < 0.05$),这是由于 -20°C 下罗非鱼片冻结较慢,导致肌原纤维蛋白变性加快^[24],进而导致硬度变化较大。冻藏 150 d 后,不同茶多酚处理组的硬度明显高于对照组的硬度 ($P < 0.05$),这可能与茶多酚减缓了脂肪氧化

的发生有关,因为脂肪氧化产物可能与肌原纤维蛋白结合导致肌原纤维蛋白聚集变性^[20]。冻藏 150 d 后,通过比较不同茶多酚处理罗非鱼片的硬度值可知,4 g/L 处理组的硬度值明显高于其他($P < 0.05$),这与图 2 中 4 g/L 茶多酚溶液处理组的 Ca^{2+} -ATPase 活性较高有关。

2.7.2 不同处理对罗非鱼片弹性的影响

弹性反映了外力作用时变形及去力后的恢复程度^[23]。由图 8 可知,整体来说,不同处理样品的弹性都随贮藏时间的延长而降低,尤其是对照组的弹性值,冻藏 30 d 后对照组的弹性值下降了 56.4%,而 2、4、6 和 8 g/L 茶多酚溶液浸泡过的罗非鱼片,弹性值分别下降了 26.5%、24.7%、37.5% 和 41.2%,明显低于对照组($P < 0.05$)。这可能是由于茶多酚处理组的 Ca^{2+} -ATPase 活性下降较慢,肌原纤维蛋白变性程度低的原因。冻藏 150 d 后,4 g/L 茶多酚浸泡组的弹性值仍略高于其他茶多酚处理组的弹性值,这与 4 g/L 茶多酚处理组的 Ca^{2+} -ATPase 活性与盐溶性蛋白含量相对较高有一定关系。

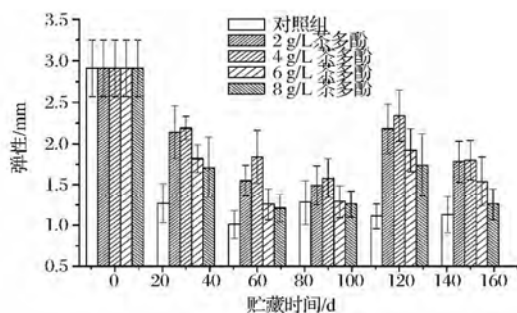


图 8 不同处理对罗非鱼片弹性的影响

Fig. 8 Effect of different treatments on springiness tilapia fillets

2.7.3 不同处理对罗非鱼片咀嚼性的影响

咀嚼性就是所说的咬劲。咀嚼性是一项质地综合评价参数,它是肌肉硬度降低,肌肉细胞间凝聚力降低,肌肉弹性减小等综合作用的结果^[25]。由图 9 可知,冻藏 30 d 后,所有样品的咀嚼值都有所降低,而且与不同浓度的茶多酚溶液处理组咀嚼值相比,对照组咀嚼值明显更低($P < 0.05$),这正好和图 7 硬度和图 8 弹性的研究结果相吻合。冻藏 150 d 后,对照组的咀嚼值仍低于不同浓度茶多酚溶液处理组,而不同浓度茶多酚溶液处理中 4 g/L 茶多酚浸泡组咀嚼值最高,能更加有效地减缓冻藏罗非鱼片咀嚼值变化趋势。

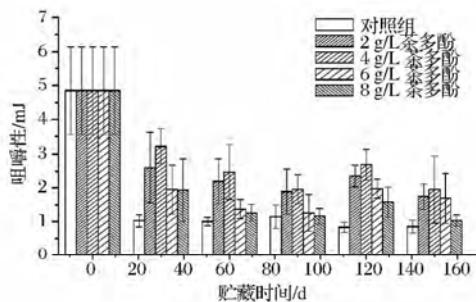


图 9 不同处理对罗非鱼片咀嚼性的影响

Fig. 9 Effect of different treatments on chewiness of tilapia fillets

3 结论

通过对 -20℃ 冻藏条件下罗非鱼鱼片感官评分、 Ca^{2+} -ATPase 活性、盐溶性蛋白含量、TBA 值、TVB-N 值、白度值等指标的研究,结果表明:经茶多酚浸泡的罗非鱼片各项评价指标都优于对照组,不仅延长罗非鱼片的保质期,而且可以提高罗非鱼片的加工特性。茶多酚可能有效地抑制了脂肪的氧化,进而减缓了 Ca^{2+} -ATPase 活性和盐溶性蛋白含量的下降趋势。

茶多酚的浓度不同,冻藏过程中对罗非鱼片品质的影响也不相同,经过对本实验各个指标结果的分析,茶多酚溶液为 4 g/L 时效果最佳。本研究为延长冻藏罗非鱼片的保质期和提高冻藏罗非鱼片加工特性提供了一个有效的手段。

参 考 文 献

- [1] 郝淑贤,李来好,杨贤庆,等. 5 种罗非鱼营养分析及评价 [J]. 营养学报,2007,29(6):614-618.
- [2] 邢丽荣,徐翔. 美国市场罗非鱼进口需求分析 [J]. 国际经贸探索,2013,29(11):4-14.
- [3] Hale M B, Waters M E. Frozen storage stability of whole and headless freshwater prawns *Macrobrachium rosenbergii* [J]. Marine Fisheries Review,1988(42):18-21.
- [4] Saeed S, Howell N K. Effect of lipid oxidation and frozen storage on muscle proteins of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture,2002(82):579-586.
- [5] 赵保路. 茶多酚的抗氧化作用 [J]. 科学通报,2002,47(16):1206-1210.
- [6] 范文教,孙俊秀,陈云川,等. 茶多酚对鲢鱼微冻冷藏保鲜的影响 [J]. 农业工程学报,2009,25(2):294-297.
- [7] Yoshie Seto, Chih-Cheng Lin, Yansushi Endo, et al. Retardation of lipid oxidation in blue prawn by hot water tea ex-

- tracts [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2005 (85): 1119 - 1124.
- [8] 蒋兰宏, 周友亚. 茶多酚作为抗氧化剂在鱼肉中的应用 [J]. 河北师范大学学报: 自然科学版, 2003, 27 (6): 606 - 607.
- [9] 李双双, 夏松养, 李仁伟. 茶多酚对冻藏金枪鱼的保鲜效果研究 [J]. 食品科技, 2012, 37 (12): 126 - 129.
- [10] 李莎, 李来好, 杨贤庆, 等. 罗非鱼片在冷藏过程中的品质变化研究 [J]. 食品科学, 2010, 31 (20): 444 - 447.
- [11] 邵皖, 薛勇, 薛长湖, 等. 解冻方式及漂洗方法对冷冻竹荚鱼鱼糜品质的影响 [J]. 食品与发酵工业, 2007, 33 (12): 83 - 87.
- [12] Witte V C, Krause G F, Bailey M E. A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage [J]. Food Science, 1970, 35: 582 - 585.
- [13] SC/T3032 - 2007. 水产品中挥发性盐基氮的测定 [S].
- [14] 王俏仪, 董强, 卢水仙, 等. 冷冻贮藏对罗非鱼肌肉质构特性的影响 [J]. 广东海洋大学学报, 2011, 31 (4): 86 - 90.
- [15] Rabia Alghazeer, Suhur Saeed, Nazlin K Howell. Aldehyde formation in frozen mackerel (*Scomber scombrus*) in the presence and absence of instant green tea [J]. Food Chemistry, 2008 (108): 801 - 810.
- [16] Santiago P Aubourg. Lipid damage detection during the frozen storage of an underutilized fish species [J]. Food Research International, 1999 (32): 497 - 502.
- [17] 周爱梅, 曾庆孝, 刘欣, 等. 冷冻鱼糜蛋白在冻藏中的物理化学变化及其影响因素 [J]. 食品科学, 2003, 24 (3): 153 - 157.
- [18] 黄惠华, 王少斌, 王志, 等. 茶多酚——蛋白质之间的络合及沉淀回收研究 [J]. 食品科学, 2002, 23 (1): 26 - 30.
- [19] ZHAO Jin, LV Wei-jin, WANG Jin-lin, et al. Effects of tea polyphenols on the postmortem integrity of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*) fillet proteins [J]. Food Chemistry, 2013 (141): 2 666 - 2 674.
- [20] Suhur Saeed, Susan A Fawthrop, Nazlin K Howell. Electron spin resonance (ESR) study on free radical transfer in fish lipid - protein interaction [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1999 (79): 1 809 - 1 816.
- [21] 王亚青, 程裕东, 袁春红. 冻藏过程中鱼类脂肪氧化的研究现状 [J]. 中国食品学报, 2003, 3 (1): 97 - 101.
- [22] 沈月新. 水产食品学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 79.
- [23] 李里特. 食品物性学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 107 - 109.
- [24] 关志强, 蒋小强, 李敏, 等. 冻结速率和冻藏温度对文蛤蛋白质冷冻变性的影响 [J]. 食品与发酵工业, 2005, 31 (11): 137 - 140.
- [25] 戴志远, 崔雁娜, 王宏海. 不同冻藏条件下养殖大黄鱼鱼肉质构变化的研究 [J]. 食品与发酵工业, 2008, 34 (8): 188 - 191.

Effects of tea polyphenols on tilapia fillets during frozen storage

LI Peng-peng, GUAN Zhi-qiang, LI Min, HU Ya-li, ZHANG Ke, WU Yang-yang

(College of Food Science and Technology, Guangdong Ocean University, Guangdong Provincial Key Laboratory of Aquatic Product Processing and Safety, Key Laboratory of Advanced Processing of Aquatic Products of Guangdong Higher Education Institution, Zhanjiang 524088, China)

ABSTRACT To research the effect of tea polyphenols on the quality changes in frozen? tilapia fillets, Tilapia fillets were soaked with different concentrations of tea polyphenols and stored at $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ca^{2+} -ATPase activity, salt extractable protein, thiobarbituric acid (TBA) value, total volatile basic nitrogen (TVB-N) value, whiteness, texture and sensory evaluation were measured. Results indicated that tea polyphenols soaking pretreatment can inhibit the decrease of Ca^{2+} -ATPase activity, salt extractable protein, texture and sensory evaluation and prevent the increase of TBA value and TVB-N value. The optimized concentration of tea polyphenols was 4 g/L. Tea polyphenols soaking pretreatment could prolong the shelf life as well as improve the quality of frozen? tilapia fillets.

Key words tea polyphenols; frozen storage; tilapia fillet; quality changes