

鱼鳞蛋白酶解物为基料的涂膜剂对鲫的保鲜效果

李凯风, 罗永康*, 冯启超, 姚磊

(中国农业大学食品科学与营养工程学院,北京 100083)

摘要:研究了鱼鳞蛋白酶解物为基料的复合涂膜剂对鲫4℃贮藏过程中其鲜度指标变化和保鲜效果的影响。实验将去鳞、去内脏并洗净后的鲫分别于4℃的鱼鳞蛋白酶解物溶液和添加了迷迭香的鱼鳞蛋白酶解物溶液中浸泡1.5 min,沥干后用保鲜膜包好于4℃条件下贮藏。通过测定鱼体贮藏过程中细菌总数、TBA值、TVB-N值、K值、重量损失、感官评分等鲜度指标的变化规律,评价了鱼鳞蛋白酶解物对鲫在4℃贮藏条件下保鲜作用效果。结果表明,涂有鱼鳞蛋白酶解物的鲫的细菌总数、TVB-N值、K值、TBA值、重量损失在10 d内显著($P < 0.05$)低于对照组,而感官品质显著($P < 0.05$)高于对照组,在4℃条件下能延长鲫贮藏期8 d左右;涂有添加了迷迭香提取物的鱼鳞蛋白酶解物的鲫的TVB-N值、K值、重量损失在4~6 d内显著($P < 0.05$)低于对照组,而感官品质显著($P < 0.05$)高于对照组,但不能有效延长鱼体的贮藏期。鱼鳞蛋白经过胃蛋白酶在一定条件下酶解后,其产物对鱼体具有较好的保鲜效果,是一种良好的鱼体生物保鲜涂膜材料,但不适宜与迷迭香提取物联合使用。

关键词: 鲫; 鱼鳞蛋白酶解物; 迷迭香提取物; 涂膜保鲜

中图分类号: S 983

文献标志码: A

鲫 (*Carassius auratus*) 属鲤形目 (Cypriniforms)、鲤科 (Cyprinidae)、鲫属 (*Carassius*), 是一种主要以植物为食的杂食性底栖鱼类, 其肉质细嫩, 肉味甜美, 营养价值很高, 是一种重要的淡水鱼类。由于鱼类的高营养、高水分且 pH 接近中性, 体内组织酶类活性强, 蛋白质和脂质较不稳定, 导致鱼肉极易腐败变质, 所以研究鱼类的保鲜技术具有极其重大的意义和价值。

可食性涂膜保鲜是近年来快速发展的食品保鲜技术, 可食性涂膜多以海藻酸钠、壳聚糖等物质作为涂膜材料, 膜和食物可以一起食用^[1]。但是随着水产保鲜技术的发展, 人们越来越倾向于使用从鱼体自身提取出的天然产物作为涂膜材料。鱼鳞是有鳞鱼加工的主要副产品之一, 绝大部分未能很好的开发利用。鱼鳞富含胶原蛋白, 胶原蛋白具有抑制微生物生长和降低汁液流失量的作用, 用胶原蛋白制成的香肠肠衣、肉类、鱼类的包

装纸、涂抹层及可食包装膜, 具有良好的抗拉强度、耐热性、较高的阻气、阻油、阻湿性能, 可防止食品吸潮及干缩变形^[2]。在成膜物质中加入植物提取物等活性物质可以使膜具有抗菌或者抗氧化作用^[3-4], 迷迭香提取物中的非挥发性成分具有明显的抗氧化作用^[5-6]。

本实验使用通过酶解鲤科鱼类 (草鱼 *Ctenopharyngodon idellus*) 鱼鳞得到的鱼鳞蛋白酶解物为基料, 并加入迷迭香提取物作为新型可食性涂膜, 通过测定感官评价、TVB-N、TBA、K值、细菌总数、重量损失等指标, 研究其对鲫在4℃贮藏过程中保鲜效果的影响, 为可食性涂膜保鲜在水产业中的应用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 仪器设备与材料

仪器设备 TGL-16A 冷冻离心机 (长沙仪

收稿日期:2011-01-13 修回日期:2011-03-20

资助项目:现代农业产业技术体系建设专项资金资助(CARS-46)

通讯作者:罗永康, E-mail:luoyongkang@cau.edu.cn

器仪表公司);UV-2600 分光光度计(上海优尼科仪器公司);FW2000 分散均质机(上海弗鲁克流体机械制造有限公司);YT-CJ-1ND 超净工作台(北京亚泰科隆实验开发中心);SC-3612 低速离心机(安徽中科中佳科学仪器有限公司);BG-ver MINI 迷你垂直电泳仪(美国 Baygene Biotech Company)。

材料 鲫购于中国农业大学附近农贸市场,活体运至实验室。迷迭香叶购于中国农业大学附近超市。草鱼鱼鳞购于荆州市中科龙生食品科技有限公司。

1.2 鱼鳞蛋白酶解物的制备

将贮藏在 $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的草鱼鱼鳞解冻后洗净并烘干至恒重,加入去离子水(料液比 1:10)以及 5% (相对于鱼鳞重量)的胃蛋白酶(1:3 000),用 1 mol/L 的盐酸调至 pH 为 2,然后放入 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的恒温水浴锅中酶解 6 h。酶解完成后 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 沸水浴灭活 10 min,冷却后用 1 mol/L 的 NaOH 调至 pH 为 7,过滤、离心(3 600 r/min,3 min),上清液用旋转蒸发仪 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 真空浓缩 30 min,得到的浓缩溶液 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 贮藏备用。采用双缩尿法^[3]测得浓缩后的鱼鳞蛋白酶解物的蛋白浓度为 28.56 mg/mL,采用三硝基苯磺酸法^[4]测得其水解度为 5.04%。

1.3 迷迭香提取物的制备

迷迭香提取物的制备在 GÓMEZ-ESTACA 等^[5]提出的方法上稍作修改:迷迭香叶中加入预

热至 $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的去离子水(料液比 1:5)恒温水浴加热 10 min,然后过滤、离心(3 600 r/min,3 min),上清液用旋转蒸发仪 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 真空浓缩 30 min。用 FOLIN-CIICALTEAU^[7]法测得(没食子酸作为标准样品)提取物中的多酚含量为 248.56 $\mu\text{g}/\text{mL}$,其主要成分为绿原酸、咖啡酸以及迷迭香酸等小分子量多酚物质^[5]。

1.4 鱼鳞蛋白酶解物复合膜的制备

考虑到鱼鳞蛋白酶解物的成膜可行性,试验在 GÓMEZ-GUILLEN 等^[8]的方法上略作修改:设置一个对照组 F0,不涂膜;设置两个试验组 F1、F2,F1 组的鲫涂有鱼鳞蛋白酶解物(蛋白含量 25 mg/mL) + 甘油(12 mg/mL),F2 组的鲫涂有鱼鳞蛋白酶解物(蛋白含量 25 mg/mL) + 甘油(12 mg/mL) + 迷迭香提取物(200 $\mu\text{g}/\text{mL}$),迷迭香提取物的添加量参照 GB 2760-1997^[9]。将去鳞去内脏、洗净、沥干后的鲫放入 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的膜溶液中浸泡 1.5 min,再次沥干后用保鲜膜包好、编号放入冰箱中 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 贮藏。每组设置 3 个平行,每两天测一次各指标。

1.5 各指标测定方法

测定方法 细菌总数、TBA 值、TVB-N 值、K 值的测定参照宋永令等^[10]的方法。

感官评分 感官评分由实验室的 10 位成员共同完成,评价的项目有体表与肌肉,眼,气味三部分,最高分 9 分,最低分 0 分(表 1)。

表 1 鲫 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 贮藏过程中感官评分标准

Tab. 1 Criteria of sensory assessment of crucian carp during $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ storage

	感官评分标准 criteria of sensory assessment			
	9分	6分	3分	0分
体表与肌肉 peripheral and muscle	体表色泽很明亮,腹部颜色亮白,肌肉结实有弹性	体表色泽明亮,腹部白色,肌肉稍松弛、弹性略差	体表色泽轻微发暗,腹部微黄,肌肉松弛、弹性差	体表色泽灰暗,腹部发黄,肌肉松软、无弹性
眼 eye	眼球明亮饱满,稍突出,角膜透明	眼球较明亮,平坦,角膜较透明	眼球较灰暗,稍内陷,角膜较浑浊	眼球灰暗、有血丝,内陷,角膜混浊
气味 odor	具鱼体固有气味、无异味	稍有异味	异味较强	异味强烈

重量损失 从每组中随机取出 3 条鱼用于测量重量损失,随机抽出的样本从试验开始直到试验结束,每 2 天测量一次鱼体的重量,结果用减少的重量占初始重量的百分比表示。

$$\text{重量损失}(\%) = \frac{W_1 - W_i}{W_1} \times 100$$

式中, W_1 为涂膜后的初始重量, W_i 为第 i 天的实

际重量。

1.6 SDS-PAGE 电泳

采用不连续体系 SDS-PAGE 凝胶电泳,上样前将样品与样品缓冲液以 1:1 的比例混合沸水浴 4 min。电泳采用含 10% 丙烯酰胺的分离胶和含 4% 丙烯酰胺的浓缩胶,初始电压为 80 V,至样品前沿刚好进入分离胶后,把电压提高到 120 V,电

泳时间约 3 h。

1.7 统计分析

使用 SPSS 17.0 软件进行单因素方差分析并用 Duncan 氏法检验平均值间的差异显著性。

2 结果

2.1 细菌总数

不同涂膜剂对鲫 4 °C 贮藏过程中细菌总数变化的影响如图 1 所示。细菌总数的初始值为 4.90 Log CFU/g, 高于 SONG 等^[11]关于团头鲂的 2.90 Log CFU/g 和 OJAGH 等^[12]关于虹鳟的 3.51 Log CFU/g 的细菌总数初始值, 可能是因为季节不同对样本的初始细菌含量有较大影响。前两天, 3 组之间细菌总数差异不显著 ($P > 0.05$), 可能是因为前期鱼体处于僵硬期, 微生物无法直接利用蛋白质大分子, 且此阶段 pH 下降, 微生物生长缓慢^[13]。第 4 天到第 10 天, F1 的细菌总数显著 ($P < 0.05$) 低于 F0 和 F2。第 10 天, F0、F2 的细菌总数分别为 8.24、8.53 Log CFU/g, 而 F1 的细菌总数直到 18 d 才达到 6.99 Log CFU/g。结果表明, 鲫在涂上鱼鳞蛋白酶解物后细菌增长速度明显减慢, 鱼鳞蛋白酶解物具有显著的抑菌效果; 涂有添加了迷迭香提取物的鱼鳞蛋白酶解物的鲫的细菌增长速度与对照组差异不显著, 含有迷迭香提取物的鱼鳞蛋白酶解物无显著抑菌效果, 这与 GÓMEZ-ESTACA 等^[14]关于迷迭香精油具有较好的抑菌效果的报道不一致。造成这一现象的原因可能是相对于迷迭香精油, 迷迭香提取物的成分较复杂, 会与鱼鳞蛋白酶解物产生拮抗作用而失去抑菌效果。

2.2 K 值

不同涂膜剂对鲫 4 °C 贮藏过程中 K 值变化的影响如图 2 所示。初始 K 值为 3%, 低于 FAN 等^[15]关于鲢的 4.3% 的初始值。3 组的 K 值随贮藏时间延长呈上升趋势。前 6 天, F0、F1 的 K 值增速较快, 贮藏时间超过 6 d 后二者的增速变慢, K 值增速在整个贮藏过程中先快后慢的现象与 SONG 等^[11]关于团头鲂 (*Megalobrama amblycephala*)、FAN 等^[14]关于鲢、HUIDOBRO 等^[16]关于海鲤 (*Sparus aurata*) 的报道相似。整个贮藏过程中 F1 的 K 值显著 ($P < 0.05$) 低于 F0 的 K 值, 说明鱼鳞蛋白酶解物能够延缓鲫鱼肉中 ATP 的降解。F2 的 K 值在前 6 天显著 ($P < 0.05$) 低于

F0, 而在贮藏超过 6 d 后 K 值的增速显著 ($P < 0.05$) 快于 F0、F1, 说明添加了迷迭香提取物的鱼鳞蛋白酶解物在前 6 天能抑制鲫鱼肉中 ATP 的降解, 但贮藏时间超过 6 d 后反而加速了 ATP 的降解。造成这一现象的原因可能是鱼鳞蛋白酶解物中的多肽与迷迭香提取物中的多酚类物质发生缓慢的化学反应, 生成了其他物质而不利于鲫的贮藏。一般认为, K 值低于 60% 的鱼可供一般食用和加工^[10], 根据这一结论, F0、F1、F2 分别贮藏 4、6、12 d 后失去食用和加工价值, 说明鱼鳞蛋白酶解物能延长鲫 4 °C 贮藏期 8 d 左右。

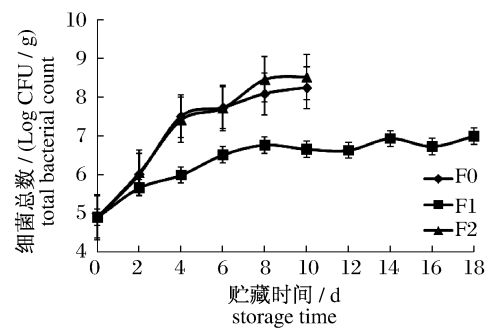


图 1 不同涂膜剂对鲫 4 °C 贮藏过程中细菌总数变化的影响

F0. 对照组, F1. 有鱼鳞蛋白酶解物的鲫, F2. 有添加了迷迭香提取物的鱼鳞蛋白酶解物的鲫。

Fig. 1 Effect of different films on changes of total bacterial counts in crucian carp during 4 °C storage
F0: as control, F1: crucian carps coated with fish-scale protein hydrolysates, F2: crucian carps coated with fish-scale protein hydrolysates with addition of rosemary extracts.

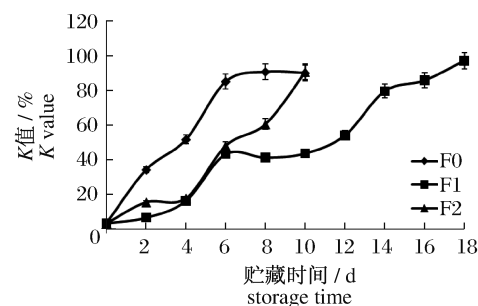


图 2 不同涂膜剂对鲫 4 °C 贮藏过程中 K 值变化的影响
F0 为对照组, F1 为涂有鱼鳞蛋白酶解物的鲫, F2 为涂有添加了迷迭香提取物的鱼鳞蛋白酶解物的鲫。

Fig. 2 Effect of different films on changes of K value in crucian carp during 4 °C storage

F0: as control, F1: crucian carps coated with fish-scale protein hydrolysates, F2: crucian carps coated with fish-scale protein hydrolysates with addition of rosemary extracts.

2.3 TVB-N 值

不同涂膜剂对鲫 4 °C 贮藏过程中 TVB-N 值变化的影响如图 3 所示。TVB-N 的初始值为 17.09 mg/100 g, 相比 SONG 等^[11]关于团头鲂的 12.62 mg/100 g 和 LU 等^[17]关于乌鳢的 9.5 mg/100 g 的初始值偏高。前 6 天, 各组的 TVB-N 值增加缓慢。第 4 天到第 6 天, F1、F2 的 TVB-N 值显著 ($P < 0.05$) 低于 F0, 这说明鱼鳞蛋白酶解物和添加了迷迭香提取物的鱼鳞蛋白酶解物在这段时间内都能起到抑制鲫 TVB-N 增加的作用。第 6 天到第 10 天, F2 的 TVB-N 值由 18.74 mg/100 g 增加到 41.07 mg/100 g, 与 F0 差异不显著 ($P > 0.05$), 说明贮藏时间超过 6 d 后添加了迷迭香提取物的鱼鳞蛋白酶解物不能抑制鲫 TVB-N 值的增加。第 10 天, F1 的 TVB-N 值为 18.25 mg/100 g, 显著 ($P < 0.05$) 低于 F0、F2。新鲜鱼肉的 TVB-N 值一般低于 20 mg/100 g^[11], F0、F1、F2 在贮藏 2、6、10 d 后超出这一界限, 说明鱼鳞蛋白酶解物能延长鲫 4 °C 贮藏期 8 d 左右。LU 等^[17]报道, 用海藻酸钙、nisin 和 EDTA 的复配物处理乌鳢 (*Channa argus*) 鱼片并 4 °C 冷藏 7 d 后 TVB-N 值达到 17 mg/100 g 左右, 考虑到鲫较高的初始 TVB-N 值, 鱼鳞蛋白酶解物抑制 TVB-N 增加的作用可能好于海藻酸钙、nisin 和 EDTA 的复配物。

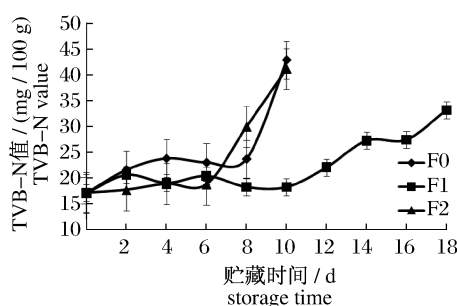


图3 不同涂膜剂对鲫 4 °C 贮藏过程中 TVB-N 值变化的影响

F0. 对照组, F1. 涂有鱼鳞蛋白酶解物的鲫, F2. 涂有添加了迷迭香提取物的鱼鳞蛋白酶解物的鲫。

Fig. 3 Effect of different films on changes of TVB-N value in crucian carp during 4 °C storage

F0: as control, F1: crucian carps coated with fish-scale protein hydrolysates, F2: crucian carps coated with fish-scale protein hydrolysates with addition of rosemary extracts.

2.4 TBA 值

不同涂膜剂对鲫 4 °C 贮藏过程中 TBA 值变

化的影响如图 4 所示。初始 TBA 值为 0.28 mg/kg, 略高于 SONG 等^[11]关于团头鲂的 0.25 mg/kg 和 LU 等^[17]关于乌鳢的 0.19 mg/kg 的 TBA 初始值。3 组的 TBA 值随着贮藏时间的延长而增加。F0、F2 的 TBA 值显著 ($P < 0.05$) 高于 F1, 而 F0 和 F2 之间的差异不显著 ($P > 0.05$), 说明鱼鳞蛋白酶解物能够抑制鲫脂肪氧化, 而添加了迷迭香提取物的鱼鳞蛋白酶解物不能抑制鲫脂肪氧化, 这与 GÓMEZ-GUILLEN 等^[5]关于在添加迷迭香提取物后能加强牛皮凝胶和金枪鱼鱼皮凝胶的抗氧化性报道不一致。第 18 天, F1 的 TBA 值为 0.81 mg/kg, 与 SONG 等^[11]利用海藻酸钠与茶多酚的复配物处理团头鲂的效果相似, 但是略好于 LU 等^[17]利用海藻酸钙、nisin 和 EDTA 的复配物处理乌鳢鱼片的效果。

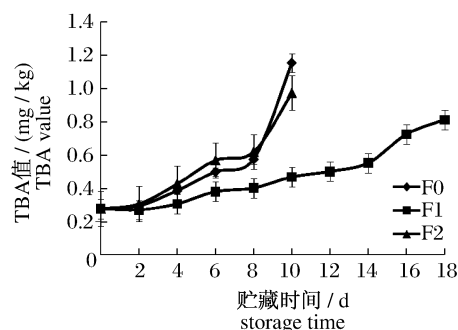


图4 不同涂膜剂对鲫 4 °C 贮藏过程中 TBA 值变化的影响

F0. 对照组, F1. 涂有鱼鳞蛋白酶解物的鲫, F2. 涂有添加了迷迭香提取物的鱼鳞蛋白酶解物的鲫。

Fig. 4 Effect of different films on changes of TBA value in crucian carp during 4 °C storage

F0: as control, F1: crucian carps coated with fish-scale protein hydrolysates, F2: crucian carps coated with fish-scale protein hydrolysates with addition of rosemary extracts.

2.5 感官评分

不同涂膜剂对鲫 4 °C 贮藏过程中感官评分变化的影响如图 5 所示。三组的感官评分随贮藏时间延长而降低。前 4 天, F0 的感官评分显著 ($P < 0.05$) 低于 F1、F2。贮藏时间超过 4 d 后, F2 的感官评分的下降速度增加, 第 6 天到第 10 天, F0 和 F2 之间差异不显著 ($P > 0.05$), 而 F1 的感官评分显著 ($P < 0.05$) 高于 F0、F2, 说明鱼鳞蛋白酶解物能在 10 d 内保持鲫鱼体感官特征, 而添加了迷迭香提取物的鱼鳞蛋白酶解物只能在 4 d 内保

持鱼体感官特征。F0、F2 在贮藏 8 d 后眼球灰暗、鱼体发黄、肌肉松弛并有较强异味,已经超出可食界限,F1 直到贮藏 16 d 后才出现上述现象,说明鱼鳞蛋白酶解物能延长鲫 4 °C 贮藏期 8 d 左右。

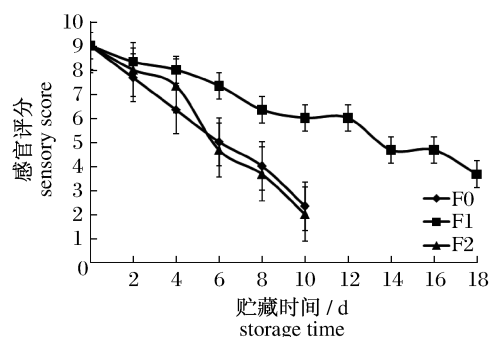


图 5 不同涂膜剂对鲫 4 °C 贮藏过程中感官评分的影响

F0: 对照组, F1: 涂有鱼鳞蛋白酶解物的鲫, F2: 涂有添加了迷迭香提取物的鱼鳞蛋白酶解物的鲫。

Fig. 5 Effect of different films on changes of sensory score in crucian carp during 4 °C storage

F0: as control, F1: crucian carps coated with fish-scale protein hydrolysates, F2: crucian carps coated with fish-scale protein hydrolysates with addition of rosemary extracts.

2.6 重量损失

淡水鱼和海水鱼在贮藏过程中都会出现鱼体重量损失和水分流失^[18]。主要原因可能是因为贮藏过程中的水分蒸发、蛋白质降解导致系水力减弱以及微生物分解鱼体肌肉^[19]。不同涂膜剂对鲫 4 °C 贮藏过程中重量损失的影响如图 6 所示。鱼体重量损失随着贮藏时间的延长而增加。前 4 天, F0 的重量损失略高于 F1 和 F2, 但 3 组之间差异不显著 ($P > 0.05$)。贮藏时间超过 4 d 后, F2 的重量损失增加速度加快, 且显著 ($P < 0.05$) 高于 F0、F1, F1 的重量损失显著 ($P < 0.05$) 低于 F2, 这说明鱼鳞蛋白酶解物能够抑制贮藏过程中鲫鱼体的重量损失, 添加了迷迭香提取物的鱼鳞蛋白酶解物能够在 4 d 内抑制鲫鱼体的重量损失但贮藏时间超过 4 d 后反而增加了鲫鱼体的重量损失。GÓMEZ-GUILLEN 等^[5]报道, 在金枪鱼鱼皮凝胶中加入迷迭香提取物会显著增加膜的溶解性。根据这一报道, 将迷迭香提取物添加入鱼鳞蛋白酶解物后可能会增加膜的溶解性, 膜溶解后的物质可能有利于某些微生物的生长, 加速鱼体肌肉的分解从而使重量损失增加。

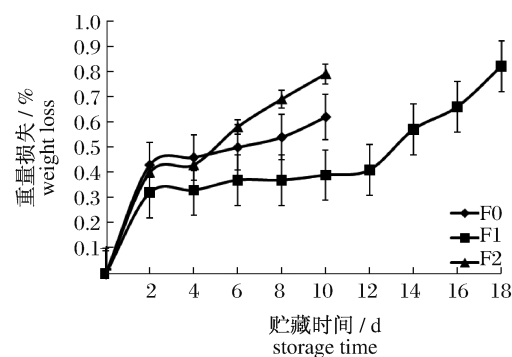


图 6 不同涂膜剂对鲫 4 °C 贮藏过程中重量损失的影响

F0: 对照组, F1: 涂有鱼鳞蛋白酶解物的鲫, F2: 涂有添加了迷迭香提取物的鱼鳞蛋白酶解物的鲫。

Fig. 6 Effect of different films on changes of weight loss in crucian carp during 4 °C storage

F0: as control, F1: crucian carps coated with fish-scale protein hydrolysates, F2: crucian carps coated with fish-scale protein hydrolysates with addition of rosemary extracts.

2.7 SDS-PAGE 电泳

不同涂膜剂的 SDS-PAGE 凝胶电泳分析图谱如图 7 所示。鱼鳞蛋白酶解物以及添加了迷迭香提取物的鱼鳞蛋白酶解物的分子量主要分布在 53 ~ 170 ku。多酚类物质与蛋白质之间会发生反应而生成可溶或不可溶的复合物^[20], 将迷迭香提取物添加入鱼鳞蛋白酶解物后其分子量分布并没有发生显著变化, 可能原因是迷迭香提取物中多为分子量较小的多酚类物质^[5], 与鱼鳞蛋白酶解物中的蛋白质多肽生成复合物后分子量变化不大。

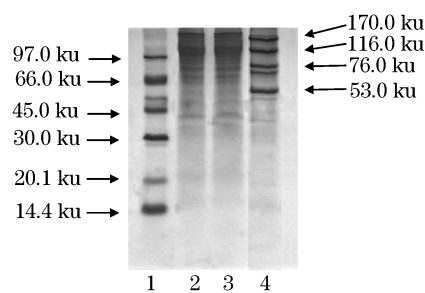


图 7 不同涂膜剂的 SDS-PAGE 凝胶电泳分析图谱
第 1、4 泳道为 Marker, 第 2 泳道为鱼鳞蛋白酶解物图谱, 第 3 泳道为添加了迷迭香提取物的鱼鳞蛋白酶解物图谱。

Fig. 7 SDS-PAGE pattern of different films

Lane 1 & 4: protein standard with molecular weights indicated on the left and the right, Lane 2: fish-scale protein hydrolysates, Lane 3: fish-scale protein hydrolysates with addition of rosemary extracts.

3 结论

鱼鳞蛋白酶解物能延长鲫 4 ℃ 贮藏期 8 d 左右, 添加了迷迭香提取物的鱼鳞蛋白酶解物只能在 4~6 d 内抑制 *K* 值、TVB-N 值、重量损失的增加并维持鱼体感官特征, 但不能延长鲫的贮藏期。鱼鳞蛋白酶解物可以作为一种较好的涂膜材料推广应用。

参考文献:

- [1] 曾庆祝, 许庆陵. 鱼、虾、贝可食性涂膜保鲜技术的研究[J]. 大连水产学院学报, 1997, 12(2): 37-42.
- [2] 钱曼. 鱼鳞胶原蛋白的提取与胶原海绵的制备研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2008.
- [3] 潘锦锋. 草鱼肌原纤维蛋白在冻藏与加热过程中理化特性的变化及蛋白变性保护剂的研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2009.
- [4] ADLER-NISSEN J. Determination of the degree of hydrolysis of food protein hydrolysates by trinitrobenzenesulfonic acid [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1979, 27(6): 1256-1262.
- [5] GÓMEZ-ESTACA J, BRAVO L, GÓMEZ-GUILLEN M, et al. Antioxidant properties of tuna-skin and bovine-hide gelatin films induced by the addition of oregano and rosemary extracts[J]. Food Chemistry, 2009, 112(1): 18-25.
- [6] 廖霞俐. 迷迭香天然抗氧化剂的提取工艺及活性测定的研究[D]. 南宁: 广西大学, 2006.
- [7] 徐辉艳, 孙晓东, 张佩君, 等. 红枣汁中总酚含量的福林法测定[J]. 食品研究与开发, 2009, 30(3): 126-128.
- [8] GÓMEZ-GUILLEN M, IHL M, BIFANI V, et al. Edible films made from tuna-fish gelatin with antioxidant extracts of two different murta ecotypes leaves (*Ugni molinae* Turcz) [J]. Food Hydrocolloids, 2007, 21(7): 1133-1143.
- [9] 凌关庭, 唐述潮, 陶民强. 食品添加剂手册[M]. 3版. 北京: 化学工业出版社 2002: 711-712.
- [10] 宋永令, 罗永康, 张丽娜, 等. 不同温度贮藏期间团头鲂品质的变化规律[J]. 中国农业大学学报, 2010, 15(4): 104-110.
- [11] SONG Y L, LIU L, SHEN H X, et al. Effect of sodium alginate-based edible coating containing different anti-oxidants on quality and shelf life of refrigerated bream (*Megalobrama amblycephala*) [J]. Food Control, 2011, 22(3-4): 608-615.
- [12] OJAGH S M, REZAEI M, RAZAVBI S H, et al. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout [J]. Food Chemistry, 2010, 120(1): 193-198.
- [13] 陈丽娇, 郑明锋. 大黄鱼海藻酸钠涂膜保鲜效果研究[J]. 农业工程学报, 2003, 19(4): 209-211.
- [14] GÓMEZ-ESTACA A, LÓPEZ L, LÓPEZ-CABALLERO M E, et al. Biodegradable gelatin-chitosan films incorporated with essential oils as antimicrobial agents for fish preservation [J]. Food Microbiology, 2010, 27(7): 889-896.
- [15] FAN W J, CHI Y L, ZHANG S. The use of a tea polyphenols dip to extend the shelf life of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) during storage in ice [J]. Food Chemistry, 2008, 108(1): 148-153.
- [16] HUIDOBRO A, MENDES R, NUNES M. Slaughtering of gilthead seabream (*Sparus aurata*) in liquid ice: influence on fish quality [J]. European Food Research and Technology, 2001, 213(4-5): 267-272.
- [17] LU F, LIU D H, YE X Q. Alginate-calcium coating incorporating nisin and EDTA maintains the quality of fresh northern snakehead (*Channa argus*) fillets stored at 4 ℃ [J]. Journal of the Science of Food Agriculture, 2009, 89(5): 848-854.
- [18] AJAH P O, NUNOO F K E. The effects of four preservation methods on length, weight and condition factor of the clupeid (*Sardinella aurita*) Val. 1847 [J]. Journal of Applied Ichthyology, 2003, 19(6): 391-393.
- [19] MACKIE I M. The effects of freezing on flesh proteins [J]. Food Review International, 1993: 575-610.
- [20] NACZK M, GRANT S, ZADERNOWSKI R, et al. Protein precipitating capacity of phenolics of wild blueberry leaves and fruits [J]. Food Chemistry, 2006, 96(4): 640-647.

Effect of fish-scale protein hydrolysates-based films on preservation of crucian carp (*Carassius auratus*)

LI Kai-feng, LUO Yong-kang*, FENG Qi-chao, YAO Lei

(College of Food Science & Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: Crucian carp (*Carassius auratus*) is a main freshwater fish species and has been widely used as a raw material for food productions. The output of crucian carp reached 1 955 500 tons in 2009 in China, but a considerable number of them spoiled because of lacking good preservation. Therefore, it is necessary to develop an efficient method of preservation of fish. During the last decade, there has been a developing interest in edible or biodegradable films based on biopolymers, which can be used to cover the body of fish to prolong the shelf life of fish products. Fish scale is easier to obtain compared to other materials and is always abandoned. It is economical to make a kind of fish-scale film obtained from fish scales by hydrolysis and the film itself can be antibacterial and antioxidant. There is a growing interest to identify antioxidative properties in many natural sources of polyphenolic compounds for food preservation, such as murta ecotypes extracts and borage extracts. Recently, as a source of antioxidant polyphenols and physiological benefits, there has been an increasing interest towards the commercial use of rosemary extracts as application for foods. The antioxidation and bacterinertness of rosemary extracts have already been verified by many reports. This paper aims to study the effects of fish-scale protein hydrolysates with addition of rosemary extracts on quality changes of crucian carp during 4 °C storage. After being gutted and washed, the crucian carps were immersed in 4 °C fish-scale protein hydrolysates solution and fish-scale protein hydrolysates with addition of rosemary extracts solution respectively for 1.5 min, and then packed in plastic trays after being drained. All the packed fishes were put into refrigerator maintained at 4 °C. In order to investigate the quality changes of crucian carp during 4 °C storage, total bacterial counts, 2-Thiobarbituric acid value, total volatile base nitrogen value, *K*-value, weight loss and sensory assessment were observed every two days. The results showed that; fish-scale protein hydrolysates can significantly ($P < 0.05$) inhibit bacteria growth and restrain the increase of total volatile base nitrogen value, 2-Thiobarbituric acid value, *K* value, sensory scores and weight loss for quite a long time (10 d) in contrast with the control and extent the shelf life of crucian carp during 4 °C storage for about 8 days; fish-scale protein hydrolysates with addition of rosemary extracts, however, can only restrain the increase of total volatile base nitrogen value, *K* value, weight loss and sensory scores for a short time (4 – 6 d) and failed to prolong the shelf life of crucian carp during 4 °C storage.

Key words: crucian carp (*Carassius auratus*); fish-scale protein hydrolysates-based films; rosemary extracts; coating preservation

Corresponding author: LUO Yong-kang. E-mail: luoyongkang@cau.edu.cn