

壳聚糖/肉桂精油复合涂膜对罗非鱼肉的保鲜效果研究

韩春阳^{a,b}, 黎芊芊^a, 张丽芳^{a,b}, 罗永丹^{a,b}, 陈伟玲^{a,b}, 任爱清^{a,b}

(贺州学院 a.食品与生物工程学院 b.广西康养食品科学与技术重点实验室, 广西 贺州 542899)

摘要: **目的** 研究低温贮藏条件下壳聚糖/肉桂精油复合涂膜对罗非鱼肉的保鲜效果, 以期延长罗非鱼肉的货架寿命, 探索贮藏保鲜罗非鱼肉的新方法。**方法** 在4℃贮藏条件下, 测定对照组CK、壳聚糖涂膜组CS, 以及3种壳聚糖/肉桂精油复合涂膜组CSC1、CSC2、CSC3(精油质量分数分别为0.3%、0.6%、0.9%)的罗非鱼肉的菌落总数、pH、色差值、挥发性盐基氮含量、感官评价等品质指标的变化, 并比较不同涂膜处理对罗非鱼肉的保鲜效果。**结果** 在贮藏期间CSC3组对罗非鱼肉的保鲜效果较好, 贮藏第10天时细菌总数为5.91 lg(CFU/g), pH值为6.53, 色差值为7.31, 挥发性盐基氮含量为0.28 mg/g, 感官评分值为9.03分。**结论** 4种处理方式在4℃条件对罗非鱼鱼肉均具有保鲜效果, 但CSC3组的保鲜效果最佳, 与CK组相比可延长罗非鱼肉货架寿命4 d。

关键词: 壳聚糖; 肉桂精油; 涂膜; 罗非鱼; 货架寿命

中图分类号: TS254.4 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2023)11-0020-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.11.003

Effects of Chitosan/Cinnamon Essential Oil Composite Coating on Preservation of Tilapia Meat in Chilled Storage

HAN Chun-yang^{a,b}, LI Qian-qian^a, ZHANG Li-fang^{a,b}, LUO Yong-dan^{a,b},
CHEN Wei-ling^{a,b}, REN Ai-qing^{a,b}

(a. School of Food and Biological Engineering b. Guangxi Key Laboratory of Health Care Food Science and Technology, Hezhou University, Guangxi Hezhou 542899, China)

ABSTRACT: The work aims to study the preservative effect of chitosan/cinnamon essential oil composite coating on tilapia meat in low temperature storage in order to prolong the shelf life of tilapia and explore a new approach for preserving tilapia meat. The total colonies, pH, chromatic aberration, TVB-N and sensory evaluation of tilapia meat in four different treatment groups (the control group CK and chitosan coating group CS and three chitosan/cinnamon essential oil composite coating groups CSC1, CSC2 and CSC3) was determined under the storage condition of 4℃ (the essential oil content was 0.3%, 0.6% and 0.9%, respectively). The storage and preservation effects of different coating treatments on tilapia meat were compared. The results showed that during storage, CSC3 group had a good preservation effect on tilapia meat. On the 10th day of storage, the total bacteria was 5.91 lg(CFU/g), pH was 6.53, the chromatic aberration was 7.31, the TVB-N content was 0.28 mg/g, and the sensory score was 9.03 points. Therefore, these four treatment methods have preservation effect on tilapia meat at 4℃, but the CSC3 group has the best preservation effect. Compared with the CK

收稿日期: 2023-04-09

基金项目: 国家自然科学基金项目(32160573); 贺州市科学研究与技术开发项目(202216); 贺州学院博士科研启动项目(HZUBS202006); 国家级大学生创新训练项目(202111838012)

作者简介: 韩春阳(1980—)男, 博士, 副教授, 主要研究方向为抑菌食品包装及食品贮藏保鲜。

通信作者: 任爱清(1984—)男, 博士, 副研究员, 主要研究方向为食品加工。

group, the shelf life of tilapia meat can be extended by 4 days.

KEY WORDS: chitosan; cinnamon essential oil; composite coating; tilapia; shelf life

罗非鱼 (*Oreochromis mossambicus*, *Tilapia*) 别名非洲鲫鱼、非鲫, 丽鱼科, 原产非洲, 属热带性鱼类, 具有易人工养殖、生长周期短、肉质鲜美、小刺少、低脂肪、高蛋白、营养丰富、价格低廉等特点, 深受消费者喜爱^[1-3]。我国罗非鱼产量世界第一, 与其他肉类相同, 鲜罗非鱼肉营养丰富, 水分活度高, 不易保存, 非常容易滋生细菌, 发生腐败变质, 对消费者的身体健康带来极大隐患的同时也造成巨大浪费。传统冷冻保藏虽然可以极大延长罗非鱼肉的货架寿命, 但其冷冻后的肉质、口感和营养价值都会降低, 所以消费者更喜欢选择鲜罗非鱼肉^[4]。虽然冷藏能够延缓罗非鱼肉的变质, 但是保质期也较短^[5]。为了既保持罗非鱼肉的品质口感和营养价值, 同时又能够延长罗非鱼肉的货架寿命, 许多学者进行了有益探索, 例如化学保鲜、气调保鲜、低温保鲜、辐照保鲜、超高压处理保鲜、生物保鲜等方法。随着人们对食品品质要求和健康重视程度的不断提高, 利用具有抗菌、抗氧化等保鲜功效的天然物质, 例如壳聚糖、植物精油、茶多酚、溶菌酶等对食品进行保鲜的生物保鲜已经成为人们关注的研究热点。

壳聚糖 (*Chitosan*) 又被称为脱乙酰甲壳素, 可以从虾类和蟹类的外壳中提炼的壳多糖历经脱乙酰处理制取出来的产物。具备良好的生物兼容性、广谱抗菌性、优越的成膜性、抗氧化性、天然无毒易降解等特点^[6-7]。利用壳聚糖涂膜可以有效延长鲜肉、果蔬、海产品等食品的货架寿命^[8-10]。陈晓眠等^[11]、Cao 等^[12]在冷藏条件下利用壳聚糖涂膜保鲜罗非鱼肉都得到了较好的效果。

肉桂精油 (*Cinnamon essential oil*) 是食用香辛料桂皮提炼得到的淡黄色油状液体, 具有较好的广谱抗菌作用和抗氧化作用, 其主要活性成分为肉桂醛, 可作为天然食品保鲜剂用于食品工业^[13]。将肉桂精油与壳聚糖复配, 可以减缓肉桂精油的挥发速度, 提升抗菌效果, 进一步增强对食品的防腐保鲜作用。杨震宇等^[14]利用肉桂精油壳聚糖复合涂膜对鲜切雪莲果进行保鲜, 研究结果表明, 肉桂精油壳聚糖复合涂膜能够降低鲜切雪莲果的质量损失率, 减缓还原糖和维生素 C 含量的下降速度, 抑制多酚氧化酶活性和褐变强度, 延长鲜切雪莲果的保质期。聂志妍等^[15]利用肉桂精油壳聚糖复合涂膜对酱牛肉进行保鲜研究结果表明, 壳聚糖肉桂精油复合膜能较好地保持贮藏过程中酱牛肉的色泽和 pH 值, 抑制酱牛肉 TVB-N 值上升, 对菌落总数和大肠菌群抑制效果明显。李凯龙等^[16]使用含肉桂精油的壳聚糖涂层对冷藏草鱼片进行保鲜研究, 结果表明该涂层能够有效抑制细菌生长

繁殖, 减缓挥发性盐基氮的生成和质量损失及色变, 有效延长了草鱼片的贮藏货架寿命。

本实验利用壳聚糖/肉桂精油复合保鲜涂膜在冷藏条件下对鲜罗非鱼肉进行可食性涂膜包装。通过对贮藏期间罗非鱼肉微生物指标、理化及感官评分等进行分析, 研究壳聚糖/肉桂精油复合保鲜可食涂膜对鲜罗非鱼肉的保鲜效果, 旨在为开发新型罗非鱼肉保鲜方法提供依据。

1 实验

1.1 材料与试剂

主要材料与试剂: 鲜活罗非鱼, 贺州泰兴生鲜食品超市; 壳聚糖 (脱乙酰度 > 90%), 上海源叶生物科技有限公司; 肉桂精油 (纯度 > 95%, 原产地为印度), 青岛海拉小巷商贸公司; 冰醋酸、吐温 80、平板计数琼脂、硼酸、硫酸、硫酸钾、硫酸铜、甲基红, 国药集团化学试剂有限公司。

1.2 仪器与设备

主要仪器与设备: BC/BD-536GC 冰箱, 河南新飞电器有限公司; SW-CJ-2F 净化工作台, 苏州净化设备有限公司; DHP-9082 电热恒温培养箱, 上海齐欣科学仪器有限公司; BD13M-010 菌落计数器, 北京启航博达科技有限公司; SX811 型 pH 计, 上海三鑫电子器材有限公司; SH220F 石墨消解仪, 山东海能科学仪器有限公司; K9860 自动凯氏定氮仪, 山东海能科学仪器有限公司; NS810 分光测色仪, 深圳市三恩时科技有限公司; BXM-30R 蒸汽灭菌锅, 上海博迅实业有限公司医疗设备厂。

1.3 方法

1.3.1 壳聚糖/肉桂精油复合成膜液的制备

将质量分数为 2.0% 的壳聚糖溶解于 80 °C 的 1.5% 冰醋酸水溶液, 得到壳聚糖溶液, 冷却至室温。然后向壳聚糖溶液中分别加入质量分数为 0.3%、0.6%、0.9% 的肉桂精油, 同时加入质量分数为 2% 的吐温 80 作为乳化剂, 混合搅拌 30 min, 静置, 制得不同肉桂精油浓度的壳聚糖/肉桂精油复合成膜溶液。

1.3.2 罗非鱼肉处理

将新鲜罗非鱼宰杀后, 去鳞、去内脏、去头、去骨, 得净鱼肉片, 无菌水清洗, 用消毒后的刀具和砧板在无菌操作台中分切成长为 5 cm、宽约为 2 cm、厚约为 1 cm 的鱼肉片, 每份约 100 g 备用。

将鱼肉片随机分成5组,空白对照CK组、壳聚糖涂膜CS组、壳聚糖/肉桂精油(0.3%、0.6%、0.9%)涂膜CSC1、CSC2、CSC3组,每个样品组重复3次。每个涂膜样品组,在对应的涂膜液中浸渍30 s,取出晾置2 min,然后放置在聚丙烯食品保鲜盒中置于4℃冷库中保藏。分别于第0、2、4、6、8、10天测量鱼肉细菌总数、pH、挥发性盐基氮(TVB-N值)、色差值和感官评分。

1.3.3 菌落总数的测定

参照GB 4789.2—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定》,使用平板菌落计数法来统计罗非鱼在保存过程中细菌菌落总数。

1.3.4 pH测定

参照唐森等^[17]的方法测量罗非鱼的pH,并略微改动。取绞碎的样品10 g与蒸馏水100 mL混合,连续搅动,使溶液中的样品均衡分散,室温静置0.5 h后过滤,使用校准的pH计测定滤液pH值。

1.3.5 挥发性盐基氮(TVB-N值)测定

参照GB 5009.228—2016《食品安全国家标准 食品中挥发性盐基氮的测定》中自动凯氏定氮仪法进行测定。

1.3.6 色差值的测定

使用NS810分光测色仪测定,根据CIE色空间的lab原理,色差采用亮度(L^*)值、红度(a^*)值、黄度(b^*)值表示。分光测色仪进行黑白校准后,将色差仪不留缝隙地紧贴在鱼片表面进行测量,待数值稳定后,对鱼片样品进行多次测量,记录亮度(L^*)值、红度(a^*)值、黄度(b^*)值,取其平均值进行保存。最后与新鲜鱼片样品颜色标准值进行对比计算,色差 $\Delta E^*_{ab} = (2\Delta L^* + 2\Delta a^* + 2\Delta b^*)^{1/2}$,得到不同鱼片样品的色差变化。

1.3.7 感官评价

参照GB/T 37062—2018《水产品感官评价指南》及陈文慧等^[18]对罗非鱼的感官评定并稍加修改。感官

评价小组由6名经过培训的食品感官评审员组成,分别对罗非鱼的色泽、气味、组织形态和肌肉弹性按照感官评价表1进行综合评分。新鲜宰杀的罗非鱼肉感官评分为20分。总分值在16~20内的判定为新鲜,分值在12~16内的则判定为较新鲜,分值为8~12的则为基本新鲜,而分值低于8分的则判定为不新鲜,间隔48 h评定一次。

1.4 数据处理

所有实验分析均重复3次,数据以平均值±标准偏差表示。用Excel 2019软件对实验数据进行分析 and 作图,采用ANOVA进行显著性分析($P < 0.05$ 表示具有显著性差异)。

2 结果与分析

2.1 不同处理对罗非鱼肉菌落总数的影响

由图1可见,在贮藏期间,对照组和处理组罗非鱼肉的菌落总数均呈明显上升趋势,但所有处理组罗非鱼肉的菌落总数增长速度显著低于对照组的($P < 0.05$)。在贮藏期第4天CK组罗非鱼肉的菌落总数为6.16 lg(CFU/g),已超过限量标准^[19](生鲜水产品菌落总数 ≤ 6.00 lg(CFU/g)),为腐败肉,失去食用价值;而处理组CS、CSC1、CSC2和CSC3的菌落总数分别为5.22、5.01、4.65和4.17 lg(CFU/g)。壳聚糖涂膜可以在鱼肉表面形成涂膜,阻隔鱼肉接触氧气,减缓需氧菌的生长繁殖,同时壳聚糖和肉桂精油自身具有抑菌作用,可以有效抑制罗非鱼肉表面的细菌繁殖。李凯龙等^[16]利用含有肉桂精油的壳聚糖涂膜保鲜草鱼肉片也得到了相似的结果。在贮藏最后,含有肉桂精油的处理组与不含肉桂精油的壳聚糖处理组对菌落总数的抑制效果差异显著($P < 0.05$)。说明在壳聚糖中添加肉桂精油可以显著增加涂膜的抑菌效果,并且抑菌效果随精油添加量的增大而增加。CS组和CSC1组鱼肉的菌落总数在第8天时超过了限量标准,分别为6.53和6.16 lg(CFU/g),此时对照

表1 感官评价
Tab.1 Sensory evaluation

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	具备鱼固有的气味,无异味	肌肉组织紧密完成,纹理清晰	肌肉坚实富有弹性,手指按压后凹陷立即消失
4	色泽正常,肌肉切面有光泽	具备鱼固有的气味,无明显异味	肌肉组织紧密,纹理较清晰	肌肉坚实有弹性,手指按压后凹陷消失较快
3	色泽轻微暗淡,肌肉切面稍有光泽	略有鱼腥味	肌肉组织微微松散	肌肉较有弹性,手指按压后凹陷较慢
2	色泽较暗,肌肉切面无光泽	有明显鱼腥臭味	局部肌肉组织松散	肌肉稍有弹性,手指按压后凹陷消失很慢
1	色泽暗淡,肌肉切面无光泽	有强烈腥臭味	肌肉组织松散	肌肉无弹性,手指按压后凹陷明显

组的菌落总数已高达 $7.72 \lg(\text{CFU/g})$; 而 CSC3 组在贮藏期第 10 天时菌落总数为 $5.91 \lg(\text{CFU/g})$, 仍低于限量值。与 CK 组相比, 就菌落总数指标而言, CSC3 组可以延长罗非鱼肉货架寿命 6 d。

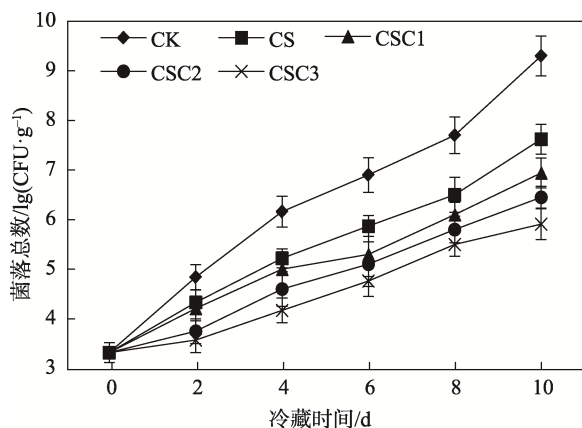


图 1 罗非鱼肉冷藏期间菌落总数的变化
Fig.1 Changes in total colonies of tilapia meat during cold storage

2.2 不同处理对罗非鱼肉 pH 值的影响

对照组及处理组罗非鱼肉在贮藏期间 pH 值的变化如图 2 所示, 均呈现先下降后上升的趋势。这是因为贮藏初期罗非鱼肉内糖原无氧酵解产生乳酸, 同时三羧酸循环也产生有机酸, 从而导致 pH 值下降; pH 值上升是因为鱼肉蛋白质在酶的作用下分解为碱性氨基酸, 在微生物作用下分解为氨与三甲胺等碱性物质^[20-21], pH 值上升表明鱼肉开始腐败变质。由图 2 可知, CK 组鱼肉的 pH 值下降和上升的速度明显高于处理组的 ($P < 0.05$), 贮藏第 2 天 CK 组 pH 值已降至 6.32, 而处理组鱼肉 pH 值均高于 CK 组, 说明处理组能减缓鱼肉酸性物质的生成。CSC1、CSC2 和 CSC3 组鱼肉 pH 值第 4 天降至最低, 随后开始逐渐上升, 并且上升速度显著低于 CK 组, 贮藏第 10 天, CK 组 pH 值已达到 6.88, 处理组 CS、CSC1、CSC2 和 CSC3 鱼肉的 pH 值分别为 6.71、6.59、6.57 和 6.53。这是因为涂膜能够抑制糖原酵解中磷酸化酶的酶活, 降低乳酸的产生速度, 所以贮藏初期鱼肉 pH 值下降速度低于 CK 组; 同时涂膜能阻隔氧气, 降低微生物繁殖速度、延缓鱼肉腐败、减慢鱼肉的 pH 值上升速度。涂膜中加入肉桂精油可以进一步增强抑菌和抗氧化作用, 因此 CSC2 组和 CSC3 组的 pH 值上升速度也显著低于 CS 组的 ($P < 0.05$)。其他学者在研究罗非鱼肉保鲜时, 例如蒋雨欣等^[4]利用含有葡萄籽提取物和茶多酚的海藻酸钠/纳米纤维活性包装膜, 对罗非鱼进行保鲜研究; 金枝等^[7]以海藻酸钠、Nisin、异抗血酸钠复合保鲜剂保鲜罗非鱼肉; 王艺静^[22]使用气调等离子体处理保鲜罗非鱼片, 鱼肉 pH 值变化也得

到了相似规律。

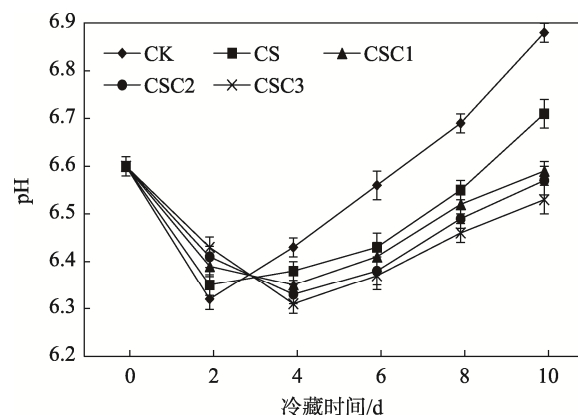


图 2 罗非鱼肉在冷藏期间 pH 值的变化
Fig.2 Changes in pH of tilapia meat during cold storage

2.3 不同处理对罗非鱼肉挥发性盐基氮的影响

挥发性盐基氮 (TVB-N) 是评价水产品新鲜程度的重要指标, 是水产动物的蛋白质因酶及微生物的作用分解而产生的, 是鉴定水产品是否新鲜的重要标准。根据 GB 2733—2015《食品安全国家标准 鲜、冻动物性水产品》, 新鲜淡水鱼肉 TVB-N 值要求小于 0.20 mg/g 。由图 3 可知, 在贮藏期内, 随着贮藏时间的延长, 对照组及处理组鱼肉的 TVB-N 值呈逐渐上升趋势, 其中 CK 组的上升速度显著高于其他各处理组的 ($P < 0.05$), 贮藏第 2 天, 已达到 0.19 mg/g , 已接近限量标准; 贮藏第 4 天, 达到 0.28 mg/g , 超出限量标准; 各处理组鱼肉 TVB-N 值在贮藏期间增加速度明显低于 CK 组, 贮藏第 4 天 CS 组鱼肉 TVB-N 值为 0.21 mg/g , 超过限量标准; 贮藏第 6 天 CSC1 组、CSC2 组和 CSC3 组鱼肉 TVB-N 值分别为 0.24 、 0.25 和 0.22 mg/g , 均超过限量标准, 但明显低于 CK 组和 CS 组 ($P < 0.05$); 贮藏第 10 天, CSC3 组鱼肉的 TVB-N 值为 0.28 mg/g , 而此时 CK 组鱼肉 TVB-N 值已高达 0.48 mg/g , 鱼肉严重腐败。就鱼肉 TVB-N 指标而言, 与 CK 组相比, CSC3 组可以延长罗非鱼肉货架寿命 4 d。鱼肉中 TVB-N 主要是由于细菌生长繁殖而产生的, 涂膜能有效抑制鱼肉表面细菌的生长繁殖, 因此涂膜处理可以有效延缓鱼肉 TVB-N 值的升高。壳聚糖涂膜中加入肉桂精油, 可以提升涂膜的抑菌效果, 随肉桂精油添加量的增加, 涂膜对鱼肉 TVB-N 值的延缓作用增强。Jeon 等^[23]对鲑鱼肉进行壳聚糖涂膜保鲜研究时发现, 壳聚糖涂膜能有效抑制鲑鱼肉 TVB-N 值的增加。周强等^[24]利用肉桂精油-壳聚糖涂膜协同气调包装对冷鲜肉进行保鲜研究, 结果表明肉桂精油-壳聚糖涂膜相比对照组可以有效降

低鲜猪肉的 TVB-N 值。

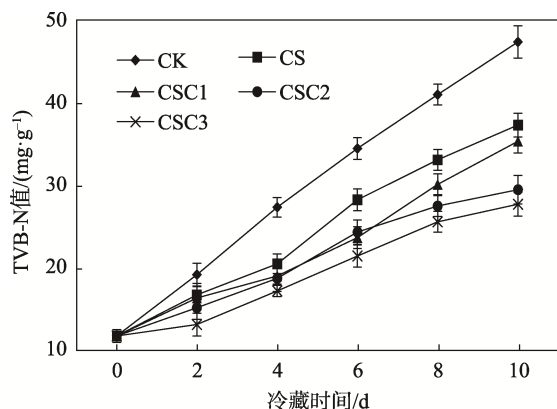


图3 罗非鱼肉在冷藏期间 TVB-N 值的变化
Fig.3 Changes in TVB-N of tilapia meat during cold storage

2.4 不同处理对罗非鱼肉色度的影响

消费者在选购鲜肉时,肉的颜色是判断鱼肉是否新鲜的重要指标^[25]。由图4可以看出,随着贮藏时间的延长,对照组及处理组罗非鱼肉的色差值均呈上升趋势,说明罗非鱼肉的颜色与新鲜罗非鱼肉的颜色相比在逐渐变差,颜色暗淡发黄。贮藏第0天,处理组的色差值为0.52,是由于涂膜产生的色差。贮藏第2、4、6、8、10天,处理组罗非鱼肉的色差值均低于对照组罗非鱼的色差值($P < 0.05$);同时 CSC3 组的色差变化明显低于其他处理组的($P < 0.05$)。贮藏第10天,CS 组罗非鱼肉的色差值为9.98, CSC1 组罗非鱼肉的色差值为8.85, CSC2 组罗非鱼肉的色差值为8.13, CSC3 组罗非鱼肉的色差值为7.31,而 CK 组罗非鱼肉的色差值达到11.33。相较于 CK 组,处理组 CS、CSC1、CSC2 和 CSC3 的罗非鱼肉色差值分别降低了11.9%、21.89%、28.24%和35.48%,说明壳聚糖涂膜能够有效抑制罗非鱼肉颜色退变,在加入肉桂精油后其抑制效果进一步得到加强。一方面壳聚

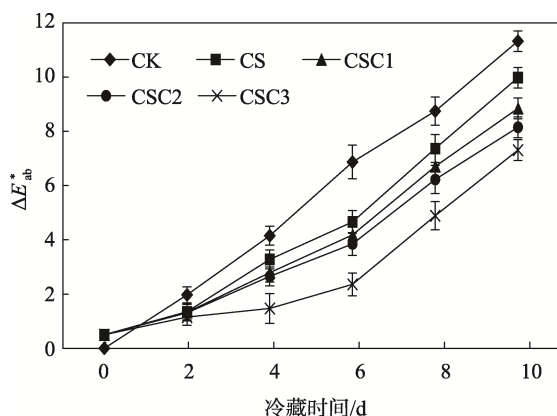


图4 罗非鱼肉在冷藏期间色差的变化
Fig.4 Changes in chromatic aberration of tilapia meat during cold storage

糖涂膜有效阻隔了氧气与鱼肉的接触,减少鱼肉的氧化腐败;另一方面,壳聚糖和肉桂精油的抑菌作用可以有效减少鱼肉表面微生物的生长繁殖,减缓鱼肉腐败,从而减缓了鱼肉色差的改变。李鹏等^[26]利用罗非鱼鱼鳞明胶涂膜对冷藏罗非鱼肉进行保鲜研究时也发现相似的鱼肉色差变化规律,与对照组相比,涂膜能够有效减缓罗非鱼肉色差值随贮藏时间延长而变大,鱼鳞明胶涂膜能够减缓鱼肉颜色的退变。

2.5 不同处理对罗非鱼肉感官评分值的影响

罗非鱼肉在贮藏过程中感官评分值的变化如图5所示。随着贮藏时间的延长所有罗非鱼肉的感官评分值均呈下降趋势,但处理组的下降速度显著低于 CK 组($P < 0.05$),说明各处理组在贮藏期内能有效减缓罗非鱼肉感官质量的下降。贮藏第4天至第8天, CSC3 组罗非鱼肉的感官评分值显著高于其他处理组罗非鱼肉的感官评分值($P < 0.05$)。贮藏第6天,CK 组罗非鱼肉感官评分为7.36分,已属于腐败肉,而 CS、CSC1、CSC2 和 CSC3 组罗非鱼肉感官评分值分别为11.26、12.24、13.37和14.84,CS 组罗非鱼肉属于基本新鲜范围, CSC1、CSC2 和 CSC3 组罗非鱼肉属于较新鲜范围。贮藏第10天,CS 组罗非鱼肉的感官评分值降至6.63,而 CSC1、CSC2 和 CSC3 组罗非鱼肉感官评分值均高于8分,分别为8.17、8.56和9.03,仍属于基本新鲜。就感官评分值而言,与 CK 组相比,CS 组可以延长罗非鱼肉的货架寿命3 d; CSC1、CSC2 和 CSC3 组分别可以延长罗非鱼肉的货架寿命3、3和6 d。李凯龙等^[16]利用含有肉桂精油的壳聚糖涂膜保鲜草鱼肉片,草鱼肉片在贮藏期间的感官评分也有相似的结果。说明在壳聚糖涂膜中添加肉桂精油能进一步提升涂膜对罗非鱼肉感官品质的保护作用。虽然肉桂精油具有较强烈的气味,但是由于肉桂精油的添加量较低,同时壳聚糖涂层也起到了缓释作用,因此并没有对贮藏期内罗非鱼肉的感官品质造成负面影响。

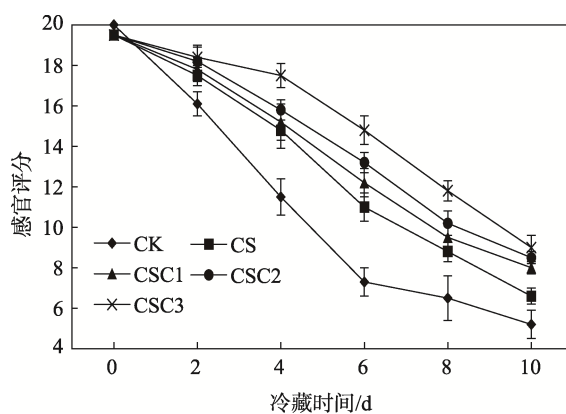


图5 罗非鱼肉在冷藏期间感官评分值的变化
Fig.5 Changes in sensory evaluation of tilapia meat during cold storage

3 结语

本文研究了壳聚糖/肉桂精油复合涂膜在低温条件下对罗非鱼肉的保鲜效果。实验结果表明,各处理组能抑制罗非鱼肉表面微生物的生长繁殖,CK组在第4天菌落总数已超标,CS和CSC1组贮藏第8天菌落总数超标,CSC2组贮藏第10天菌落总数超标,而CSC3组在贮藏第10天,菌落总数为5.91 lg(CFU/g),仍低于限量标准。壳聚糖/肉桂精油复合涂膜处理在贮藏初期能有效减缓罗非鱼肉乳酸的产生,同时可以降低贮藏中后期鱼肉蛋白质分解产生碱性物质的速度,CSC2和CSC3组的抑制作用高于CS组的。贮藏期间处理组罗非鱼肉的TVB-N值增加速度明显低于CK组的,CSC3处理组对罗非鱼肉生成TVB-N的抑制效果最佳。壳聚糖涂膜能够有效抑制罗非鱼肉颜色退变,在加入肉桂精油后其抑制效果进一步得到加强。贮藏第10天,CSC3组与CK组相比,鱼肉色差值降低了35.48%。感官评分表明处理组能有效减缓罗非鱼感官品质的下降速度,CSC3组明显优于其他处理组。综上所述,壳聚糖/肉桂精油复合涂膜在冷藏条件下能有效延长罗非鱼肉的货架寿命,且保鲜效果随肉桂精油的添加量增大而提高。与CK组相比,CSC3组可延长罗非鱼肉货架寿命4 d,该复合涂膜方法具有较好的开发应用前景。

参考文献:

- [1] 程琳丽,李来好,马海霞.罗非鱼的保鲜研究进展[J].食品工业科技,2013,34(11):372-375.
CHENG Lin-li, LI Lai-hao, MA Hai-xia. Research Progress in Preservation of Tilapia[J]. Science and Technology of Food Industry, 2013, 34(11): 372-375.
- [2] 谢文平,朱新平,陈昆慈,等.四种罗非鱼营养成分的比较[J].营养学报,2014,36(4):409-411.
XIE Wen-ping, ZHU Xin-ping, CHEN Kun-ci, et al. Comparison of Nutritional Composition in Muscle of Four Tilapias[J]. Acta Nutrimenta Sinica, 2014, 36(4): 409-411.
- [3] 陈文治,郭忠宝,单丹,等.6种不同罗非鱼品种的肌肉营养成分分析[J].南方农业学报,2015,46(7):1303-1309.
CHEN Wen-zhi, GUO Zhong-bao, SHAN Dan, et al. Analysis on Nutritional Components in Muscles of Six Species of Tilapia[J]. Journal of Southern Agriculture, 2015, 46(7): 1303-1309.
- [4] 蒋雨心,孙悦溪,杨晓玲,等.葡萄籽提取物、茶多酚可食性活性包装膜对罗非鱼的保鲜作用[J/OL].食品与发酵工业: 1-12[2023-05-31]. <https://doi.org/10.13995/j.cnki.11-1802/ts.034516>.
- JIANG Yu-xin, SUN Yue-xi, YANG Xiao-ling, FAN Fang-yu. Freshness Preservation of Tilapia by Grape Seed Extract and Tea Polyphenol Edible Active Packaging Film[J/OL]. Food and Fermentation Industries: 1-12[2023-05-31]. <https://doi.org/10.13995/j.cnki.11-1802/ts.034516>.
- [5] 许钟,杨宪时,肖琳琳.低温贮藏罗非鱼微生物学质量变化特性和保藏期[J].中国海洋大学学报(自然科学版),2005,35(4):621-625.
XU Zhong, YANG Xian-shi, XIAO Lin-lin. Studies on the Microbiological Quality Change and Storage Time of Tilapia at Different Cold Storage Temperatures[J]. Periodical of Ocean University of China, 2005, 35(4): 621-625.
- [6] 詹心瑜,马艺超,高彦祥.壳聚糖在食品领域的应用研究进展[J].中国食品添加剂,2018(12):209-215.
ZHAN Xin-yu, MA Yi-chao, GAO Yan-xiang. The Research Progress on Application of Chitosan in Food Industry[J]. China Food Additives, 2018(12): 209-215.
- [7] 金枝,关志强,李敏.复合保鲜剂对冰温罗非鱼片的保鲜效果[J].广东海洋大学学报,2019,39(6):115-123.
JIN Zhi, GUAN Zhi-qiang, LI Min. Study on Fresh-Keeping Effect of Compound Preservative on Using Ice-Preserved Tilapia Fillets[J]. Journal of Guangdong Ocean University, 2019, 39(6): 115-123.
- [8] 贺羽,王帅,金益,等.天然保鲜剂对低温肉制品的保鲜作用[J].江苏农业科学,2019,47(1):177-182.
HE Yu, WANG Shuai, JIN Yi, et al. Study on Preservation of Low-Temperature Meat Products by Natural Preservatives[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2019, 47(1): 177-182.
- [9] 曹前荣,孙建明,李林林,等.壳聚糖基涂膜技术在草莓贮藏保鲜中的应用[J].食品安全质量检测学报,2023,14(2):75-82.
CAO Qian-rong, SUN Jian-ming, LI Lin-lin, et al. Application of Chitosan-Based Coating Technology in Strawberry Storage and Preservation[J]. Journal of Food Safety & Quality, 2023, 14(2): 75-82.
- [10] 齐懿涵,杨晋一,倪荣,等.壳聚糖复合涂膜对冷藏青虾盐煮熟制品品质的影响[J].食品工业,2022,43(9):134-138.
QI Yi-han, YANG Jin-yi, NI Rong, et al. Effect of Chitosan Composite Coating on the Quality of Frozen Shrimp Salt Cooked Products[J]. The Food Industry, 2022, 43(9): 134-138.
- [11] 陈晓眠,吴晓萍,邓楚津,等.壳聚糖和茶多酚对罗非鱼冷藏保鲜效果比较[J].现代食品科技,2011,27(3):279-282.
CHEN Xiao-mian, WU Xiao-ping, DENG Chu-jin, et al.

- Comparison of Preservative Effects of Chitosan and Tea Polyphenols on Cold Storage of Tilapia[J]. *Modern Food Science & Technology*, 2011, 27(3): 279-282.
- [12] CAO Rong, LIU Qi, YIN Bang-zhong, et al. Chitosan Extends the Shelf-Life of Filleted Tilapia During Refrigerated Storage[J]. *Journal of Ocean University of China*, 2012, 11(3): 408-412.
- [13] 钟瑞敏, 王羽梅, 曾庆孝, 等. 芳香精油在食品保藏中的应用性研究进展[J]. *食品与发酵工业*, 2005, 31(3): 93-98.
- ZHONG Rui-min, WANG Yu-mei, ZENG Qing-xiao, et al. The Current Status of the Application of Essential Oils in Food Preservation[J]. *Food and Fermentation Industries*, 2005, 31(3): 93-98.
- [14] 杨震宇, 文卓琼, 谢川, 等. 壳聚糖-肉桂精油复合膜对鲜切雪莲果保鲜效果的影响[J]. *粮食与油脂*, 2019, 32(6): 50-52.
- YANG Zhen-yu, WEN Zhuo-qiong, XIE Chuan, et al. Preservative Effect of Chitosan- Cinnamon Essential Oil Compound Coating on Fresh-Cut Yacon[J]. *Cereals & Oils*, 2019, 32(6): 50-52.
- [15] 聂志妍, 张赟彬, 魏蒙月. 壳聚糖肉桂精油复合膜对酱牛肉储藏品质的影响[J]. *食品工业*, 2021, 42(6): 208-211.
- NIE Zhi-yan, ZHANG Yun-bin, WEI Meng-yue. Research on Preservation Effect of Chitosan-Cinnamon Oil Edible Film on Spiced Beef[J]. *The Food Industry*, 2021, 42(6): 208-211.
- [16] 李凯龙, 徐文泱, 向俊, 等. 含肉桂精油的壳聚糖涂层对冷藏草鱼片的保鲜作用[J]. *食品与发酵工业*, 2022, 48(3): 226-232.
- LI Kai-long, XU Wen-yang, XIANG Jun, et al. The Preservative Effect of Chitosan Coatings Enriched with Cinnamon Oil on Refrigerated Grass Carp Flakes[J]. *Food and Fermentation Industries*, 2022, 48(3): 226-232.
- [17] 唐森, 韦浪生, 覃逸明, 等. 壳聚糖-咖啡酸衍生物涂膜对鲈鱼的保鲜效果研究[J]. *安徽农业科学*, 2019, 47(23): 207-209.
- TANG Sen, WEI Lang-sheng, QIN Yi-ming, et al. Preservation Effects of Coating Film with Chitosan-Caffeic Acid Derivative on Sea Perch during Storage[J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2019, 47(23): 207-209.
- [18] 陈文慧, 梁振纲, 何翠华. 不同生物保鲜剂对冷藏罗非鱼保鲜效果的研究[J]. *粮食与油脂*, 2018, 31(5): 55-58.
- CHEN Wen-hui, LIANG Zhen-gang, HE Cui-hua. Preservation Effect of Different Biopreservative on Cold Storage of Tilapia[J]. *Cereals & Oils*, 2018, 31(5): 55-58.
- [19] 岑剑伟. 冰温气调结合高压静电场对罗非鱼片保鲜及其机理研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2016.
- CEN Jian-wei. Study on the Preservation of Tilapia Fillets by Ice Temperature Controlled Atmosphere Combined with High Voltage Electrostatic Field and Its Mechanism[D]. Guangzhou: South China Agricultural University, 2016.
- [20] MUELA E, SAAUDO C, CAMPO M M, et al. Effect of Freezing Method and Frozen Storage Duration on Instrumental Quality of Lamb Throughout Display[J]. *Meat Science*, 2010, 84(4): 662-669.
- [21] MANJU S, JOSE L, GOPAL T, et al. Effects of Sodium Acetate Dip Treatment and Vacuum-Packaging on Chemical, Microbiological, Textural and Sensory Changes of Pearls spot (*Etroplus Surattensis*) during Chill Storage[J]. *Food Chemistry*, 2007, 102(1): 27-35.
- [22] 王艺静. 气调等离子体处理对罗非鱼片保鲜的研究[J]. *包装与食品机械*, 2021, 39(2): 22-27.
- WANG Yi-jing. Study on Preservation of Tilapia Slices by Controlled Atmosphere and Plasma Treatment[J]. *Packaging and Food Machinery*, 2021, 39(2): 22-27.
- [23] JEON Y J, KAMIL J Y V A, SHAHIDI F. Chitosan as an Edible Invisible Film for Quality Preservation of Herring and Atlantic Cod[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2002, 50(18): 5167-5178.
- [24] 周强, 刘蒙佳, 张宝善, 等. 肉桂精油-壳聚糖涂膜协同气调包装对冷鲜肉品质的影响[J]. *浙江大学学报(农业与生命科学版)*, 2019, 45(6): 723-735.
- ZHOU Qiang, LIU Meng-jia, ZHANG Bao-shan, et al. Combined Effect of Cinnamon Essential Oil-Chitosan Coating and Modified Atmosphere Packaging on the Quality of Chilled Meat[J]. *Journal of Zhejiang University (Agriculture & Life Sciences)*, 2019, 45(6): 723-735.
- [25] MANCINI R A, HUNT M C. Current Research in Meat Color[J]. *Meat Science*, 2005, 71(1): 100-123.
- [26] 李鹏, 黄琴, 东峰丽, 等. 罗非鱼鳞明胶涂膜对冷藏罗非鱼鱼片的保鲜[J]. *食品工业*, 2014, 35(2): 11-15.
- LI Peng, HUANG Qin, DONG Feng-li, et al. Effects of Coated Gelatin Extracted from Tilapia Scale on Fresh-Keeping of Refrigerated Tilapia Fillets[J]. *The Food Industry*, 2014, 35(2): 11-15.