

壳聚糖-荔枝木质精油可食膜 延长刀额新对虾的货架期

郑玉玺, 严秀玲, 何宇轩, 朱海红, 董蕾, 韩明

(广州城市职业学院食品科学与美食养生学院, 广东广州 510640)

摘要: 为了解壳聚糖-荔枝木质精油可食膜对刀额新对虾的保鲜效果, 以添加 8%荔枝木质精油的壳聚糖复合膜 (V/V, 以壳聚糖溶液体积计) 浸涂刀额新对虾, 进行 4℃保鲜试验; 在 6 d 的贮藏期内, 进行刀额新对虾的感官指标及品质指标 (pH、挥发性盐基氮 (total volatile base-nitrogen, TVB-N)、质构、色差及菌落总数) 测定。研究发现: 壳聚糖-荔枝木质精油可食膜浸涂使刀额新对虾的货架期有效延长, 普通无菌保鲜膜保存货架期为 3 d, 浸涂复合膜保鲜可延长至 6 d; 感官及品质指标变化幅度均显著变缓, 保鲜膜保存 TVB-N 含量在第 4 d 时为 31.58 mg/100 g, 已无食用价值; 而复合膜保存在第 6 d 仍低于 30 mg/100 g; 保鲜膜保存 pH 在 4 d 时超过 7.6, 而复合膜保存在第 6 d 时丧失食用价值; 从菌落总数角度看, 保鲜膜保存第 3 d 达到腐败终点: 6.89 lg(CFU/g); 而复合膜保鲜的刀额新对虾菌落总数仍在一级鲜度。研究表明: 壳聚糖-荔枝木质精油可食膜对刀额新对虾有较好的保鲜效果, 可延长刀额新对虾的货架期 3 d。本研究对精油壳聚糖复合膜的水产品使用方式提供参考。

关键词: 壳聚糖-荔枝木质精油可食膜; 刀额新对虾; 保鲜

文章编号: 1673-9078(2021)08-152-159

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2021.8.1165

Shelf Life Extension of *Metapenaeus ensis* by Chitosan-litchi Wood Essential Oil Edible Films

ZHENG Yu-xi, YAN Xiu-ling, HE Yu-xuan, ZHU Hai-hong, DONG Lei, HAN Ming

(College of Food Science and Food Health, Guangzhou City Polytechnic, Guangzhou 510640, China)

Abstract: To evaluate the preservation performance of chitosan-litchi wood essential-oil edible films for *Metapenaeus ensis*, shrimp were first subjected to dip coating to apply chitosan films with 8% litchi wood essential oil (V/V, based on the volume of chitosan solution) and then stored at 4℃ for six days. Variations in the sensory and quality indices, including pH, total volatile base-nitrogen (TVB-N), texture, color difference, and the total number of bacterial colonies during storage, were determined. The results show that chitosan-litchi wood essential oil edible films can significantly prolong the shelf life of *Metapenaeus ensis* by doubling it from three days to six days. Meanwhile, the quality deterioration is slowed down considerably. The TVB-N content of shrimp in ordinary preservative films is 31.58 mg/100 g at day 4, indicating that the shrimp have no edible value. In contrast, the TVB-N content of shrimps in composite films is still lower than 30 mg/100 g at day 6. Furthermore, the pH of shrimps in ordinary preservative films exceeds 7.6 at day 4, while the shrimps in composite films have no edible value at day 6. The total number of bacterial colonies in shrimps in ordinary films equals 6.89 lg (CFU/g) at day 3, suggesting that decomposition reaches its end, while shrimps in composite films are still first-grade fresh in terms of the total bacterial colony number. In summary, chitosan-litchi wood essential oil edible films can preserve *Metapenaeus ensis* reasonably well and double its shelf life. This study provides a reference for the use of chitosan-essential oil composite films to preserve aquatic products.

Key words: chitosan-litchi wood essential oil edible film; *Metapenaeus ensis*; preservation

引文格式:

郑玉玺, 严秀玲, 何宇轩, 等. 壳聚糖-荔枝木质精油可食膜延长刀额新对虾的货架期[J]. 现代食品科技, 2021, 37(8): 152-159

ZHENG Yu-xi, YAN Xiu-ling, HE Yu-xuan, et al. Shelf life extension of *Metapenaeus ensis* by chitosan-litchi wood essential oil edible films [J].

Modern Food Science and Technology, 2021, 37(8): 152-159

收稿日期: 2020-12-15

基金项目: 广东省科技创新战略专项资金 (pdjh2020b1154); 广州城市职业学院食品科技应用技能工作室 (DS2019001); 广州城市职业学院科研团队项目 (PK210201)

作者简介: 郑玉玺 (1984-), 男, 实验师, 研究方向: 食品微生物

通讯作者: 董蕾 (1984-), 女, 博士, 助理研究员, 研究方向: 食品生物技术

刀额新对虾 (*Metapenaeus ensis*) 俗称基围虾, 为对虾科新对虾属海鲜^[1], 由于富含蛋白质, 深受消费者欢迎。但其从捕捞到销售各环节需严格遵守低温贮藏, 否则极易发生腐败变质。传统虾类贮藏手段为低温冷冻和冰藏保鲜, 冰藏保鲜货架期较短, 一般为 3~4 d; 低温冷冻保鲜虽可保持虾类贮藏品质、延长货架期, 但冷冻后蛋白质变性, 影响其品质、色泽、气味等^[2]。

壳聚糖 (chitosan) 作为目前自然界中唯一的碱性多糖, 因其具有抗菌性和可降解性而备受瞩目^[3,4]。壳聚糖与植物精油 (essential oils, EOs) 结合制成复合壳聚糖可食膜, 使其抗菌抑菌性能进一步提升。现有研究发现, 添加精油后可提升壳聚糖可食膜的抗菌活性及抗菌谱窄等问题^[5-13]。在鱼类、禽肉类等食品中, 涂膜保鲜已有研究, 如余达威等复配壳聚糖与丁香精油、肉桂精油和柠檬草精油进行鱼片保鲜, 发现其有效抑制鱼片的氧化水平^[14]; 刘善智等利用壳聚糖-迷迭香精油纳米颗粒进行 4 °C 草鱼肉保鲜, 使草鱼货架期延长 3~4 d^[15]; 郑玉玺等利用壳聚糖-荔枝木质精油复合膜进行鸡肉保鲜, 有效延长其货架期^[16]。但在虾类进行涂膜保鲜研究还较少^[17,18]。

在前期研究中, 已对荔枝木质精油-壳聚糖复合膜的最佳成膜配比及在鸡肉上的保鲜进行了尝试并获得成功^[16]。但在鸡肉保鲜中使用的是膜覆盖方式, 并不适用于虾类等小型个体产品。因此本研究以 8% 荔枝木质精油添加量的壳聚糖复合膜的成膜溶液浸涂于刀额新对虾, 对其进行 4 °C 冷鲜贮藏, 对比普通保鲜膜冷藏保鲜方式, 测定贮藏期内刀额新对虾的感官指标、品质指标 (pH、TVB-N、菌落总数、色差及质构), 以期丰富荔枝木质精油-壳聚糖复合膜的适用食品范围及使用方式, 为复合膜的使用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

荔枝木质精油, 2019 年 5 月于广东省高州市石鼓镇采集约 30 年树龄的妃子笑荔枝枝条, 以韩明等^[19]方法进行荔枝木质精油的提取。精油得率为 0.74 mL/100 g。

荔枝木质精油-壳聚糖可食膜, 自行制备, 方法在 1.2.1 中说明。

刀额新对虾, 市场挑选购买鲜活、完整、大小均匀 (体长 8 cm 左右) 的刀额新对虾, 放入无菌容器, 加入无菌冰处理致其休克, 无菌水洗净, 去除表面水分。

壳聚糖 (生物试剂, 脱乙酰度 80%~95%)、乙酸 (分析纯)、吐温-80 (化学纯)、甘油 (分析纯)、KOH (分析纯)、盐酸 (分析纯)、硫酸 (分析纯)、亚甲基蓝 (分析纯)、有机硅油 (≥99%)、氧化镁 (分析纯)、硼酸 (分析纯) 购于广州化学试剂厂; 液体石蜡 (≥99%)、无水乙醇 (分析纯) 购于广州市天河区鑫沐化工商行; 营养琼脂 (NA)、营养肉汤 (NB) 购于广东环凯微生物科技有限公司。

FE20 Plus 台式 pH 酸度计, 上海梅特勒-托利多仪器有限公司; LDZX-40AI 立式自动电热压力蒸汽灭菌器, 上海申安医疗器械厂; SW-CJ-1F 超净工作台, 苏州安泰空气技术有限公司; CT3 质构仪, 上海人和科学仪器有限公司; NH300 色差仪, 深圳市三恩时科技有限公司; XLJ037 组织捣碎机, 佛山市顺德区喜莱家用电器有限公司; FA2204 电子天平, 上海津平科学仪器有限公司; 1000ML 半微量定氮蒸馏器, 重庆市科学实验仪器有限公司; H/T18MM 离心机, 湖南赫西仪器装备有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 壳聚糖-荔枝木质精油可食膜的制备

浸涂可食膜溶液制备壳聚糖含量 2.0%, 溶于 1.5% (V/V) 乙酸溶液中, 甘油含量 0.5%, 成膜温度 50 °C, 脱气时间 10 min。冷却至室温后, 将 2.0% (W/V) 的壳聚糖溶液 (以乙酸为溶剂) 8% (V/V, 以壳聚糖溶液体积为基准) 的荔枝木质精油, 并以吐温-80 为乳化剂, 乳化 10 min, 静置待泡沫消失, 获得荔枝木质精油-壳聚糖混合溶液。

将处理好的刀额新对虾分为 2 组, 每组 90 只。一组在超净工作台上以无菌保鲜膜每只包裹, 保存于 4 °C 冰箱; 另一组全部浸泡于 37 °C 的 8% 荔枝木质精油-壳聚糖复合溶液中 1 h, 保证虾体全部沾上复合膜溶液, 超净台 24 h 晾干后, 每只放入无菌袋, 4 °C 保存。

1.2.2 感官评价

参考方艺达等方法并适当修改^[20]。挑选 3 只虾, 经 5 人组成的感官评定小组根据感官评分表 (表 1) 进行打分, 最终评分为 5 项指标加和后取平均值。定义总分 30 分为绝对新鲜, ≥25 分为一级新鲜, ≥20 分为可接受, <15 分为不可接受。

1.2.3 色差测定

参考王福双等方法并做适当修改^[21]。测定虾体头部及第二腹节侧面色差值, 其中 L*表示亮暗, +/-表示偏白/暗; a*表示红绿值, +/-表示偏红/绿; b*表示黄蓝值, +/-表示偏黄/蓝。

表 1 感官评分标准

Table 1 Criteria for sensory evaluation of *Metapenaeus ensis*

| 指标 | 分值/分 | 评分标准 |
|------|------|--|
| 色泽 | 6 | 虾头部、躯干、尾部的颜色正常, 虾体透明度较好, 表壳有光泽。 |
| | 5 | 虾头部、躯干、尾部颜色较正常, 虾体的透明度较差, 表壳有光泽。 |
| | 4 | 虾头稍发黑、虾躯和足尾部有零星墨绿色斑点, 虾体透明度差、虾肉稍有褪色。 |
| | 3 | 虾头发黑, 虾躯和足尾部上的墨绿色斑点更多, 尾足尖部有些泛红, 虾体透明度差, 光泽较暗。 |
| | 2 | 虾头部、躯干、尾部和足部黑变严重, 虾肉不透明, 发黄发白, 光泽暗。 |
| | 1 | 虾头部、尾部完全变黑, 虾肉发白偏橙, 光泽暗。 |
| | 0 | 虾头部、尾部和背部完全变黑, 虾肉发白发红还有些发黑, 色泽发暗, 无光泽。 |
| 形态 | 6 | 虾体完整, 虾头与身体之间的相连是紧密, 壳与肉贴合紧密。 |
| | 5 | 虾体较完整, 虾头与身体连接比较紧密, 壳与肉贴合较紧密。 |
| | 4 | 虾头稍有松弛, 壳与肉贴合较紧密。 |
| | 3 | 虾头松弛, 壳与肉贴合不紧密。 |
| | 2 | 虾头基本与虾头脱离, 壳与肉之间的间隙变大。 |
| | 1 | 虾头完全从虾体脱落, 壳与肉之间的间隙大。 |
| | 0 | 个体残缺, 壳脱落严重。 |
| 气味 | 6 | 气味正常, 无异味, 鲜味明显。 |
| | 5 | 气味较正常, 无异味, 鲜味较明显。 |
| | 4 | 鲜味不明显, 稍微有点腥臭味。 |
| | 3 | 有轻微的腥臭味以及刺鼻味。 |
| | 2 | 有较强刺鼻、腥臭味。 |
| | 1 | 氨味、腥臭味非常浓。 |
| | 0 | 有强烈的氨味和腥臭味。 |
| 肉质 | 6 | 肌肉结实有弹性, 与壳紧密贴合。 |
| | 5 | 肌肉较结实, 弹性较好, 与壳贴合较紧密。 |
| | 4 | 肌肉稍硬, 弹性较差, 与壳贴合有间隔。 |
| | 3 | 肌肉稍有连结, 弹性一般, 与壳之间的间隔大。 |
| | 2 | 肌肉松弛, 弹性差, 肉质略发黄发白。 |
| | 1 | 壳易剥离, 肉质发白偏橙。 |
| | 0 | 肌肉呈糊状, 发白发红还有些发黑。 |
| 蒸煮实验 | 6 | 鲜香味浓, 无异味, 蒸煮液澄清, 无漂浮物。 |
| | 5 | 鲜香味较浓, 无异味, 蒸煮液澄清, 无漂浮物。 |
| | 4 | 鲜香味较浓, 稍有腥味, 蒸煮液较澄清。 |
| | 3 | 蒸煮液颜色变深, 有少量的杂质, 腥臭味较浓。 |
| | 2 | 蒸煮液颜色较深, 杂质较多, 腥臭味较浓。 |
| | 1 | 蒸煮液颜色深且浑浊, 腥臭味浓。 |
| | 0 | 蒸煮液很多杂质很浑浊, 肉质糜烂, 腥臭味很重。 |

1.2.4 质构测定

参考石径的方法^[22]。去壳后, 将虾肉的第二腹节中央偏上的位置切成 20 mm×10 mm×10 mm 的圆柱体, 置于质构仪台上, 设置各种参数: 采样率 10 点/s, 测试速度 1.00 mm/s, 压缩程度 50%, 间隔时间 5 s, 测定虾肉的弹性、硬度、胶着性及粘性。

1.2.5 pH 测定

称取搅碎虾肉 10 g, 加入蒸馏水至总体积为 100 mL, 振荡后静置 0.5 h, 4000 r/min 离心 10 min, 取 50 mL 滤液测定 pH。

1.2.6 挥发性盐基氮 (TVB-N) 测定

参考 GB 5009.228-2016 水产品中挥发性盐基氮测定方法进行。

表 2 刀额新对虾在保鲜期内头部和腹部的色差变化

Table 2 Color different of the head and abdomen of *Metapenaeus ensis*

| 冷藏时间/d | 头部 | | | | | |
|--------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | L* | | a* | | b* | |
| | 保鲜膜 | 复合膜 | 保鲜膜 | 复合膜 | 保鲜膜 | 复合膜 |
| 0 | 33.84±1.53 ^a | 33.68±1.34 ^a | 2.63±0.49 ^b | 2.65±0.45 ^a | 7.52±0.45 ^a | 7.53±0.56 ^a |
| 1 | 32.47±1.12 ^a | 33.34±0.63 ^a | 2.29±0.27 ^b | 2.67±0.64 ^a | 7.14±0.55 ^a | 7.42±0.25 ^a |
| 2 | 30.57±0.92 ^a | 32.10±0.53 ^a | 2.66±0.74 ^b | 2.74±0.42 ^a | 6.93±0.92 ^a | 7.24±0.43 ^a |
| 3 | 27.68±1.28 ^b | 30.58±0.55 ^b | 5.67±0.85 ^a | 2.85±0.32 ^a | 6.73±0.75 ^a | 7.12±0.33 ^a |
| 4 | 26.69±0.72 ^c | 28.11±0.66 ^b | 5.43±0.14 ^a | 4.76±0.51 ^b | 6.54±0.87 ^a | 6.98±0.38 ^a |
| 5 | 25.15±1.01 ^c | 27.45±1.18 ^b | 5.08±0.44 ^a | 5.35±0.30 ^b | 5.93±0.39 ^a | 6.55±0.44 ^a |
| 6 | 24.33±0.68 ^c | 26.38±0.44 ^b | 5.20±0.75 ^a | 5.42±0.28 ^b | 5.4±0.150 ^a | 6.34±0.39 ^b |

| 冷藏时间/d | 腹部 | | | | | |
|--------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | L* | | a* | | b* | |
| | 保鲜膜 | 复合膜 | 保鲜膜 | 复合膜 | 保鲜膜 | 复合膜 |
| 0 | 45.21±2.34 ^a | 45.64±1.34 ^a | 2.46±0.56 ^c | 2.49±0.45 ^c | 7.69±0.45 ^b | 7.72±0.56 ^b |
| 1 | 44.05±1.64 ^a | 45.10±0.63 ^a | 2.71±0.25 ^c | 2.51±0.64 ^c | 7.74±0.12 ^b | 7.71±0.25 ^b |
| 2 | 41.53±0.53 ^a | 44.32±0.53 ^b | 3.34±0.43 ^b | 2.53±0.42 ^c | 8.16±0.42 ^a | 7.92±0.43 ^a |
| 3 | 39.81±0.55 ^a | 43.69±0.55 ^b | 4.79±0.33 ^a | 2.98±0.32 ^c | 8.22±0.32 ^a | 7.99±0.13 ^a |
| 4 | 38.56±0.66 ^a | 41.82±0.66 ^b | 5.30±0.38 ^a | 3.19±0.51 ^c | 8.29±0.15 ^a | 8.01±0.18 ^a |
| 5 | 36.83±1.18 ^b | 39.90±1.18 ^c | 5.50±0.44 ^a | 3.88±0.30 ^b | 8.32±0.30 ^a | 8.05±0.14 ^a |
| 6 | 34.41±2.44 ^b | 39.10±0.44 ^c | 5.57±0.39 ^a | 4.67±0.28 ^a | 8.37±0.28 ^a | 8.12±0.19 ^a |

注：不同字母表明各组间差异显著 ($p < 0.05$)。

1.2.7 菌落总数测定

参考 GB 4789.2-2016 菌落总数测定方法进行。

1.3 数据处理及分析

采用 Excel 对数据进行常规处理，采用 SPSS 13.0 进行 ANOVA 方差分析和 DUNCAN 多重比较。

2 结果与讨论

2.1 刀额新对虾的感官评价

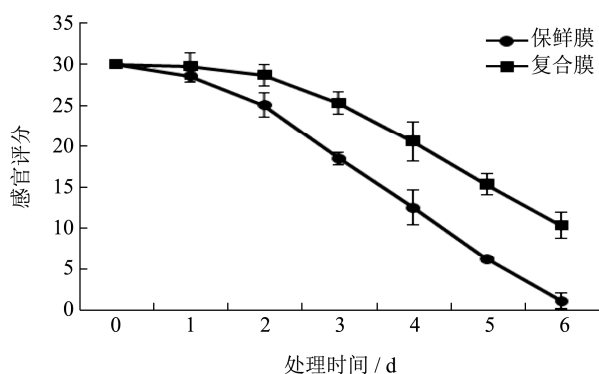


图 1 刀额新对虾保鲜期内的感官评分变化

Fig.1 Sensory quality score of *Metapenaeus ensis*

由图 1 可见，刀额新对虾的感官评分随贮藏时间

的延长发生下降现象。其中，保鲜膜包裹样品下降幅度更大。自第 2 d 起，复合膜保鲜的刀额新对虾样品感官评分均显著高于保鲜膜样品 ($p < 0.05$)。保鲜膜包裹样品自第 2 d (25.08) 起虾体色泽开始暗淡，虾头部位开始泛黑，肌肉开始松弛、略带腥味；第 4 d (12.48) 时虾头、虾尾和虾腹部明显变黑，虾头松弛，有明显氨味，蒸煮后有杂质漂浮，已低于 15；第 6 d 时肌肉已呈糊状，气味不可接受。而复合膜保鲜样品腐败程度较低，第 6 d (10.3) 起下降至不可接受状态。这与工艺达等进行南美白对虾的冷藏保鲜实验结果一致^[20]，这可能是由于复合膜中的精油成分有效抑制腐败微生物的腐败作用^[23]。

2.2 刀额新对虾的色差变化

由于刀额新对虾头部和腹部是褐变的敏感部位，因此保鲜期内的品质变化，直观体现在虾头和腹部变黑的现象。分析虾头和腹部的色差可以看到 (表 2)，虾头部位在保鲜期内亮度变暗，呈现偏红和偏蓝的趋势；虾腹部变化略有不同，除亮度变暗以外，颜色呈现偏红和偏黄。这可能是由于虾体内多酚氧化酶发生氧化反应形成复合物所呈现的褐色；虾体脂肪酸氧化产生的氧化产物与蛋白质反应产生的还原性肌红蛋白

呈现红色, 导致虾体开始变红^[24]。同时, 对比两种保鲜手段, 复合膜保鲜时, 两个部位的三种色差变化幅度均显著低于保鲜膜保存 ($p < 0.05$)。

2.3 刀额新对虾的质构变化

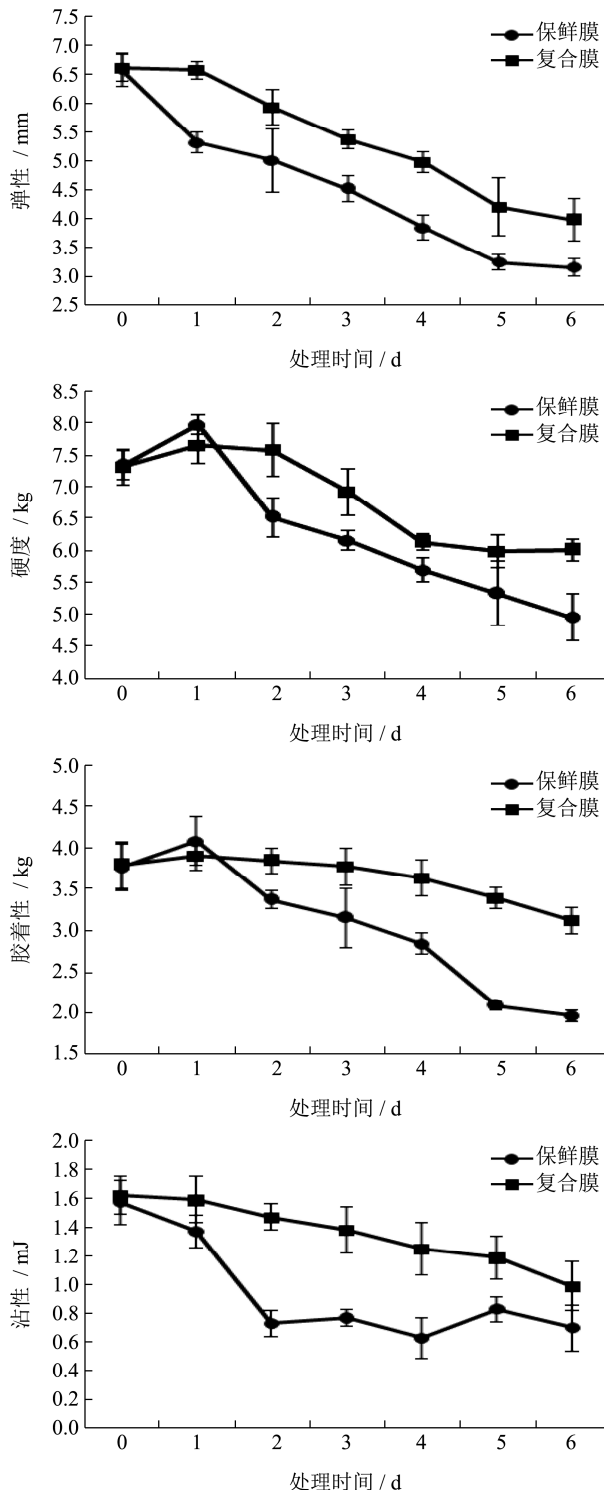


图2 刀额新对虾保鲜期内质构变化

Fig.2 The texture change of *Metapenaeus ensis*

在冷藏保鲜过程中, 虾肉由于肌肉失水、腐败微生物作用等原因, 导致虾体肉质变化, 肌肉弹性、硬

度、胶着性下降。图2从弹性、硬度、胶着性和粘性四个角度分析刀额新对虾的质构变化。总体来看, 各质构指标均表现出复合膜保存优于保鲜膜保存的特点。其中由于虾死亡后出现尸僵现象, 导致第1 d 虾体硬度变大、胶着性提高, 而后肌肉发生自溶、解僵, 因此虾体硬度及胶着性又降低^[22]; 由于蛋白质发生降解, 细胞水分流失, 导致虾体粘性变小。对比来看, 复合膜保鲜的刀额新对虾的硬度、弹性、胶着性和粘性下降程度均低于保鲜膜保鲜, 这可能是由于壳聚糖成膜液较保鲜膜具有更佳的水蒸气透过率^[16], 复配荔枝木质精油的广谱抑菌效果, 减缓虾肉的质构变化。

2.4 刀额新对虾的 TVB-N 变化

挥发性盐基氮 (TVB-N) 是反映水产品腐败变质过程的重要指标。根据 GB 2733-2015 《食品安全国家标准 鲜、冻动物性水产品》, 具有食用价值的产品的 TVB-N 值应 ≤ 30 ; 一级鲜度的产品的 TVB-N 值 ≤ 25 。在贮藏期间, 保鲜膜保存的刀额新对虾 TVB-N 随时间快速上升, 在第4 d 时已达 31.58 mg/100 g, 丧失食用价值; 而复合膜保鲜下的 TVB-N 在第6 d 时为 29.41 mg/100 g, 还在食用价值范围内, 这与王秀娟等^[17]的研究结果一致。这可能是由于荔枝木质精油对腐败微生物起到抑制作用^[13], 减缓了刀额新对虾的腐败过程。从 TVB-N 角度可推测, 保鲜膜保存的刀额新对虾货架期为4 d, 而复合膜保鲜货架期为6 d。

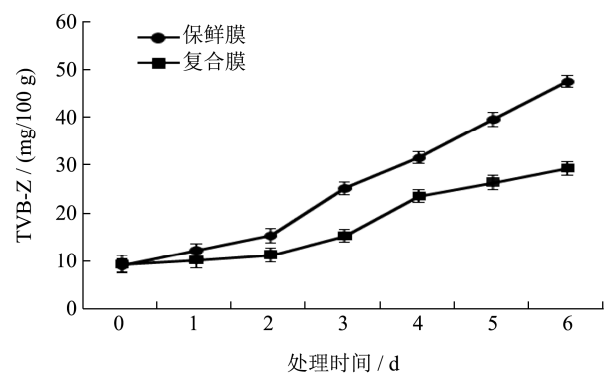


图3 刀额新对虾保鲜期内 TVB-N 变化

Fig.3 The TVB-N change of *Metapenaeus ensis*

2.5 刀额新对虾的 pH 变化

由图4可知, 初始刀额新对虾 pH 为 7.08, 为中性, 与虾蛄 (7.1)^[25]及南美白对虾 (7.04)^[26]相似。在保存期内, 刀额新对虾的 pH 出现先下降后上升的现象, 这与周强等^[27]、刘善智^[28]在鱼类的精油壳聚糖复合膜冷藏保鲜中的结果一致。保鲜膜保存的 pH 在第1 d 降至最低 6.61, 而复合膜保存的 pH 在第3 d 降至最低 6.82。这可能是由于虾死亡后糖原降解所产

生的酸性物质累积,引起虾体 pH 下降,而后由于腐败微生物作用产生碱性物质使虾体呈碱性,感官上出现氨味。Sham SI 等认为 pH \geq 7.6 时虾已无食用价值^[29]。在两种保存方式下,保鲜膜保存在第 4 d 为 7.63,而复合膜保存则在第 6 d 超过 7.6 (7.69)。宛立等发现南美白对虾 pH 变化与许多变形菌门细菌增殖有关,而多数变形菌门细菌为兼性厌氧菌^[30]。壳聚糖成膜溶液良好的透气性能,抑制了厌氧细菌的大量繁殖。因此从 pH 角度可推测,保鲜膜保存的刀额新对虾货架期为 3 d,而复合膜保鲜货架期为 6 d。

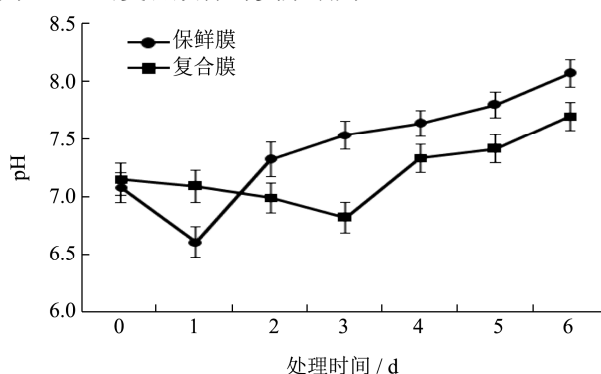


图4 刀额新对虾保鲜期内 pH 变化

Fig.4 The pH change of *Metapenaeus ensis*

2.6 刀额新对虾的菌落总数变化

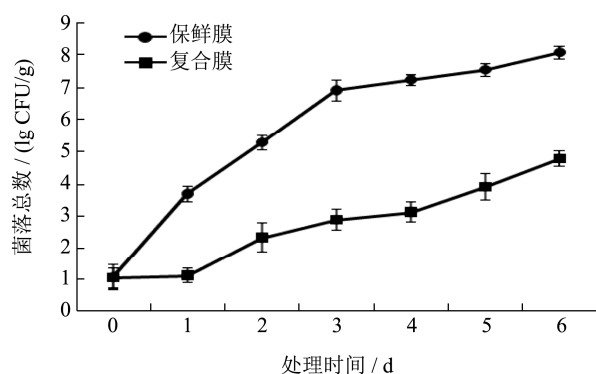


图5 刀额新对虾保鲜期内菌落总数变化

Fig.5 The total colony change of *Metapenaeus ensis*

如图 5 所示,刀额新对虾随贮藏期延长,菌落总数呈上升趋势,这与王秀娟等^[2]的研究结果一致。根据 Mosfer M 等研究,虾类的一级鲜度、二级鲜度及腐败终点所对应的菌落总数分别为 \leq 5.0、5.0~5.7 及 6.0 lg(CFU/g)^[31]。由图可知,刀额新对虾的初始菌落总数为 1.08 lg(CFU/g)。贮藏期内保鲜膜保存的菌落总数迅速上升,在第 2 d 已降至二级鲜度,至第 3 d 已达腐败终点: 6.89 lg(CFU/g);而复合膜保鲜的刀额新对虾在第 6 d 时菌落总数为 4.76 lg(CFU/g),仍可认为保持在一级鲜度。曹荣等^[32]、洪斌等^[33]对南美白对虾、罗氏虾等研究发现,变形菌门、假单胞菌、希瓦氏菌等革

兰氏阴性菌为虾类水产品的优势腐败菌。而荔枝木质精油对革兰氏阴性菌具有一定抑菌性能^[16],因此可有效抑制刀额新对虾虾体的微生物生长。从菌落总数角度可推测,保鲜膜保存的刀额新对虾货架期为 3 d,而复合膜保鲜货架期为 6 d。

3 结论

在 4 °C 冷藏条件下,对比普通保鲜膜覆膜保鲜方式,添加 8%荔枝木质精油的壳聚糖复合膜浸涂刀额新对虾可有效抑制微生物生长繁殖,延缓 TVB-N、菌落总数的上升和感官品质的下降程度,更好的维持刀额新对虾的色泽、肉质和鲜度,从而延长其货架期。综合感官评价、菌落总数、pH、TVB-N 等指标,可推断出普通保鲜膜覆膜冷藏和复合膜浸涂冷藏的货架期分别为 3 d 和 6 d。此研究丰富了荔枝木质精油-壳聚糖复合膜的应用范围,后续可对其实际应用工艺做进一步开发。

参考文献

- [1] 赵红霞.刀额新对虾的生物学特性[J].江西饲料,2005,3:13-15
ZHAO Hong-xia. Biological characteristics of *Metapenaeus ensis* [J]. Jiangxi Forage, 2005, 3: 13-15
- [2] 王秀娟,张坤生,任云霞.壳聚糖涂膜保鲜虾的研究[J].食品科学,2007,7:519-522
WANG Xiu-juan, ZHANG Kun-sheng, REN Yun-xia. Study of preservation of shrimp of coating with chitosan [J]. Food Science, 2007, 7: 519-522
- [3] Coma V, Deschamps A, A Martial-Ros. Bioactive packaging materials from edible chitosan polymer-antimicrobial activity assessment on dairy-related contaminants [J]. Journal of Food Microbiology and Safety, 2003, 68(9): 2788-2792
- [4] Ma Q, Zhang Y, Critzer F, et al. Physical, mechanical, and antimicrobial properties of chitosan films with microemulsions of cinnamon bark oil and soybean oil [J]. Food Hydrocolloids, 2015, 52(1): 533-542
- [5] Souza A C, Goto G E O, Mainardi J A, et al. Cassava starch composite films incorporated with cinnamon essential oil: antimicrobial activity, microstructure, mechanical and barrier properties [J]. LWT - Food Science and Technology, 2013, 54: 346-352
- [6] Aider M. Chitosan application for active bio-based films production and potential in the food industry: review [J]. LWT - Food Science and Technology, 2010, 43(6): 837-842
- [7] Yuan G, Chen X, Li D. Chitosan films and coatings

- containing essential oil: the antioxidant and antimicrobial activity, and application in food systems [J]. Food Research International, 2016, 89: 117-128
- [8] Trinetta V, Morgan M T, Coupland J N, et al. Essential oils against pathogen and spoilage microorganisms of fruit juices: use of versatile antimicrobial delivery systems [J]. Journal of Food Science, 2017, 82(2): 471-476
- [9] No H K, Meyers S P, Prinyawiwatkul W, et al. Applications of chitosan for improvement of quality and shelf life of foods: a review [J]. Journal of Food Science, 2007, 72(5): 87-100
- [10] Sun X, Sui S, Ference C, et al. Antimicrobial and mechanical properties of β -cyclodextrin inclusion with essential oils in chitosan films [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2014, 62(35): 8914-8918
- [11] Wang L, Liu F, Jiang Y, et al. Synergistic antimicrobial activities of natural essential oils with chitosan films [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2011, 59(23): 12411
- [12] Sánchez-González L, Cháfer M, Chiralt A, et al. Physical properties of edible chitosan films containing bergamot essential oil and their inhibitory action on *Penicillium italicum* [J]. Carbohydrate Polymers, 2010, 82(2): 277-283
- [13] Rezaei M, Ojagh S M, Razavi S H, et al. Development and evaluation of a novel biodegradable film made from chitosan and cinnamon essential oil with low affinity toward water [J]. Journal of Biotechnology, 2010, 150(1): 161-166
- [14] 余达威.壳聚糖涂膜对冷藏草鱼片的品质影响研究[D].无锡:江南大学,2019
- YU Da-wei. Study on effect of chitosan-based coating on the quality of refrigerated grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) fillets [D]. Wuxi: Jiangnan University, 2019
- [15] 刘善智,范小静,闫合,等.迷迭香精油壳聚糖纳米粒的制备及其对冷藏草鱼保鲜效果研究[J].西北农业学报,2019,28(2):288-296
- LIU Shan-zhi, FAN Xiao-jing, YAN He, et al. Preparation of rosemary essential oil loaded chitosan nanoparticles and its application in preservation of chilled grass carp [J]. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica, 2019, 28(2): 288-296
- [16] 郑玉玺,董蕾,韩明,等.壳聚糖-荔枝木质精油可食膜的性能及在冷鲜鸡肉保鲜中的应用[J/OL].食品工业科技:1-10. <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2020070104>
- ZHENG Yu-xi, DONG Lei, HAN Ming, et al. Preparation of edible film based on chitosan-litchi wood essential oil and its application on chilled chicken storage [J/OL]. Science and Technology of Food Industry: 1-10. <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2020070104>
- [17] 王秀娟,张坤生,任云霞.添加剂对壳聚糖涂膜保鲜虾的效果研究[J].食品科技,2008,7:239-242
- WANG Xiu-juan, ZHANG Kun-sheng, REN Yun-xia. Study on effects of additive to the preservation of shrimp by coating with chitosan [J]. Food Science and Technology, 2008, 7: 239-242
- [18] 王秀娟,张坤生,任云霞.可食性涂膜保鲜虾的品质控制研究[J].食品工业科技,2008,8:255-257,260
- WANG Xiu-juan, ZHANG Kun-sheng, REN Yun-xia. Study on quality control of edible coating shrimp [J]. Science and Technology of Food Industry, 2008, 8: 255-257, 260
- [19] 韩明,郑玉玺,刘慧娟,等.岭南特色果木荔枝木质精油的提取及其成分分析[J].林业科技,2017,42(5):28-30
- HAN Ming, ZHENG Yyu-xi, LIU Hui-juan, et al. Extraction and composition analysis of the characteristics of south of the five ridges litchi chinensis wood oil [J]. Forestry Science & Technology, 2017, 42(5): 28-30
- [20] 方艺达,裘肖霞,常思盎,等.冷藏及冰藏条件下南美白对虾品质变化规律[J].肉类研究,2017,7:22-28
- FANG Yi-da, QIU Xiao-xia, CHANG Si-ang, et al. Quality changes of shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during chilled and ice storage [J]. Meat Research, 2017, 7: 22-28
- [21] 王福双,李蕾蕾,王素英.低温贮藏南美白对虾品质综合评价体系的构建[J].食品工业科技,2016,37(13):328-331
- WANG Fu-shuang, LI Lei-lei, WANG Su-ying. Comprehensive evaluation system established for the quality of *Penaeus vannamei* during low-temperature storage [J]. Science and Technology of Food Industry, 2016, 37(13): 328-331
- [22] 石径.中华管鞭虾冻藏过程中品质变化规律及机理研究[D].北京:中国农业大学,2018
- SHI Jing. Study on the quality change and mechanism of *Macrobrachium sinensis* during frozen storage [D]. Beijing: China Agricultural University, 2018
- [23] Sharma L, Singh C. Sesame protein based edible films: development and characterization [J]. Food Hydrocolloids, 2016: 139-147
- [24] 王伟,柴春祥,鲁晓翔,等.色差和质构评定南美白对虾的新鲜度[J].浙江农业学报,2015,27(2):271-277
- WANG Wei, CHAI Chun-xiang, LU Xiao-xiang, et al. Evaluation on freshness of *Penaeus vannamei* by color and texture [J]. Acta Agriculturae Zhejiangensis, 2015, 27(2): 271-277

- [25] 齐懿涵,周季欣,范媛媛,等.壳聚糖复合涂膜对冷藏虾蛄保鲜效果的影响[J].食品与机械,2020,36(10):116-119
QI Yi-han, ZHOU Ji-xin, FAN Yuan-yuan, et al. Effects of chitosan composite coating on the quality of mantis shrimp during refrigerated storage [J]. Food & Machinery, 2020, 36(10): 116-119
- [26] Mu H L, Chen H J, Fang X J, et al. Effect of cinnamaldehyde on melanosis and spoilage of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during storage [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2012, 92: 2177-2182
- [27] 周强,谢诚山,刘孟佳,等.减菌化处理在草鱼冷藏保鲜中的应用研究[J].食品工业,2017,38(11):103-107
ZHOU Qiang, XIE Cheng-shan, LIU Meng-jia, et al. Application of bacteria number reducing treatment in grass carp quality control during cold storage [J]. Food Industry, 2017, 38(11): 103-107
- [28] 刘善智.迷迭香精油壳聚糖纳米粒的制备及再冷藏鱼肉中的应用研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2018
LIU Shan-zhi. Preparation of rosemary essential oil chitosan nanoparticles and study on quality of chilled fish [D]. Yanglin: Northwest A & F University, 2018
- [29] Sham S I, Nisa K U, Riaz M, et al. Shelf life of shrimp (*Penaeus merguensis*) stored at different temperatures [J]. Journal of Food Science, 1990, 55(5): 1201-1205
- [30] 宛立,王吉桥,高峰,等.南美白对虾肠道细菌菌群分析[J].水产科学,2006,25(1):13-15
WAN Li, WANG Ji-qiao, GAO Feng, et al. Bacterial flora in intestines of white leg shrimp (*Penaeus vannamei* Booen) [J]. Fish Eries Science, 2006, 25(1): 13-15
- [31] Mosfer M, Al-Dagal. Extension of shelf life of whole and peeled shrimp with organic acid salts and bifidobacteria [J]. Journal of Food Protection, 1999, 62(1): 51-56.
- [32] 曹荣,刘淇,殷邦忠.对虾冷藏过程中细菌相变化的研究[J].保鲜与加工,2011,11(1):17-20
CAO Rong, LIU Qi, YIN Bang-zhong. Study on changes in microbial flora of prawns during storage [J]. Storage and Process, 2011, 11(1): 17-20
- [33] 洪斌,牛犇,陈萍,等.凡纳滨对虾和罗氏沼虾肠道微生物及抗生素抗性基因多样性分析[J].水产学报,2019,43(5):87-98
HONG Bin, NIU Ben, CHEN Ping, et al. Diversity of gut microbiota and antibiotic resistance genes in *Litopenaeus vannamei* and *Macrobrachium rosenbergii* [J]. Journal of Fisheries of China, 2019, 43(5): 87-98

(上接第 141 页)

- [20] 黄朝波,徐晗,杨明冠,等.光谱法和分子对接研究红斑红曲胺与牛血清白蛋白相互作用[J].光谱学与光谱分析,2019, 39(10):3102-3108
HUANG Chao-bo, XU Han, YANG Ming-guan, et al. The interaction between rubropunctamine and bovine serum albumin using spectrometry and molecular docking [J]. Spectroscopy and Spectral Analysis, 2019, 39(10): 3102-3108
- [21] Bolattin M B, Nandibewoor S T, Chimatadar S A. Biomolecular interaction study of hydralazine with bovine serum albumin and effect of β -cyclodextrin on binding by fluorescence, 3D, synchronous, CD, and Raman spectroscopic methods [J]. Journal of Molecular Recognition, 2016, 29(7): 308-317
- [22] 曾煦欣,郭嘉亮,刘妙玲,等.分子对接技术预测丹酚酸 B 对 TGF- β /Smads 信号通路的潜在作用靶点[J].广东药科大学学报,2019,35(1):92-96
ZENG Xu-xin, GUO Jia-liang, LIU Miao-ling, et al. Potential regulating target of salvianolic acid B on TGF- β /Smads pathway predicted by molecular docking [J]. Journal of Guangdong Pharmaceutical University, 2019, 35(1): 92-96
- [23] 杨淑玲,廖先萍,范星,等.光谱法及分子对接技术研究黄体酮与牛血清白蛋白的结合机制[J].发光学报,2019, 40(11):1439-1445
YANG Shu-ling, LIAO Xian-ping, FAN Xing, et al. Interaction between progesterone and bovine serum albumin by fluorescence spectrum and molecular docking [J]. Chinese Journal of Luminescence, 2019, 40(11): 1439-1445
- [24] 石婧楠,温毛桂,于青,等.鹅掌楸碱与牛血清白蛋白的相互作用研究[J].化学试剂,2018,40(6):513-517
SHI Jing-nan, WEN Mao-gui, YU Qing, et al. Interaction between liriodenine and bovine serum albumin [J]. Chemical Reagents, 2018, 40(6): 513-517
- [25] Wang Wang, Qingyan Zhang, Xiuhong Xiong, et al. Investigation on the influence of galloyl moiety to the peptidyl prolyl cis/trans isomerase Pin1: a spectral and computational analysis [J]. Journal of Molecular Liquids, 2020, 316: 113870