

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

郑玉玺,董蕾*,韩明,黎叶青,李崇高
(广州城市职业学院食品系,广东广州 510640)

摘要:为了解壳聚糖-荔枝木质精油可食膜在食品保鲜中的应用,在壳聚糖溶液中添加0%、2%、4%、6%、8%和10%的荔枝木质精油(v/v,以壳聚糖溶液体积为基准),配制壳聚糖-荔枝木质精油可食膜,通过比较复合可食膜的机械性能、阻隔性能、抑菌性及抗氧化能力,获得最佳荔枝木质精油添加量;并以该比例精油复合可食膜进行冷鲜鸡肉包裹保鲜实验,对比普通保鲜膜包裹保鲜,分析冷鲜鸡肉的感官指标及品质变化(pH、挥发性盐基氮(TVB-N)及菌落总数)。研究发现:随着精油添加比例的增加,复合可食膜的机械性能、阻隔性能、抑菌性能及抗氧化性能均有所提升,其中添加体积比8%的壳聚糖-荔枝木质精油可食膜各性能最佳,其膜厚度为 0.044 ± 0.0012 mm,水蒸气透过率(water vapor permeability, WVP)为 0.499 ± 0.019 g·mm/m²·h·KPa,膜拉伸强度为 34.674 ± 1.2 MPa,延伸性为 $53.92\% \pm 1.04\%$, DPPH清除率为 $32.51\% \pm 1.42\%$, ABTS清除率为 $35.74\% \pm 1.14\%$;以该比例进行冷鲜鸡肉保鲜实验,在7 d的保鲜期间,TVB-N及菌落总数变化得到有效抑制。结果表明:添加荔枝木质精油的壳聚糖复合可食膜包裹保鲜鸡肉与普通保鲜膜包裹相比,可有效延长冷鲜鸡肉的货架期,具有更好的保鲜效果。

关键词:壳聚糖-荔枝木质精油可食膜,抑菌性,冷鲜鸡肉,保鲜

Preparation of Edible Film Based on Chitosan-Litchi Wood Essential Oil and Its Application on Chilled Chicken Storage

ZHENG Yuxi, DONG Lei*, HAN Ming, LI Yeqing, LI Chonggao

(Food Department, Guangzhou City Polytechnic, Guangzhou 510640, China)

Abstract: In order to understand the application of chitosan-litchi wood essential oil edible film in food preservation, litchi wood essential oil edible film was prepared by adding 0%, 2%, 4%, 6%, 8% and 10% litchi wood essential oil (v/v, based on the volume of chitosan solution). By comparing the mechanical properties, barrier properties, antimicrobial properties and antioxidant properties, the optimal amount of litchi wood essential oil was obtained. The sensory indexes and quality changes (pH value, TVB-N and total bacterial count) of chilled chicken were analyzed using 8% litchi wood essential oil edible film. The results showed that the mechanical properties, barrier properties and antimicrobial properties of the composite edible film were improved with the increase of the proportion of essential oil content. Among the proportions, 8% (v/v, based on the volume of chitosan solution) of litchi wood essential oil were the best. The thickness, water vapor permeability (WVP), tensile strength, extensibility, DPPH radical scavenging rate and ABTS radical scavenging rate were 0.044 ± 0.0012 mm, 0.499 ± 0.019 g·mm/m²·h·KPa, 34.674 ± 1.2 MPa, $53.92\% \pm 1.04\%$, $32.51\% \pm 1.42\%$ and $35.74\% \pm 1.14\%$, respectively. The chilled chicken were packed by edible films and cling film. The TVB-N and total bacterial count were effectively inhibited during 7 days. The results indicated that chitosan-litchi wood essential oil edible film could effectively prolong the shelf life of chilled chicken and had better preservation effect comparing with ordinary preservative film.

Key words: litchi essential oil chitosan film; antimicrobial; chilled chicken; preservation

中图分类号: TS202.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2021)06-0214-06

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2020070104

引文格式: 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].食品工业科技,2021,42(6):214-219.

ZHENG Yuxi, 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]. Science and Technology of Food Industry, 2021, 42(6): 214-219. (in Chinese with English abstract) <http://www.spgykj.com>

收稿日期: 2020-07-10

作者简介: 郑玉玺(1984-),男,硕士,实验师,研究方向:食品微生物, E-mail: zyux@gcp.edu.cn.

*通信作者: 董蕾(1984-),女,博士,助理研究员,研究方向:食品生物技术, E-mail: 23024458@qq.com.

基金项目: 广州市教育局高校科研项目(201831787)。

塑料包装在食品领域的广泛应用,对环境产生了极大的负面影响^[1]。因此近年来,纯天然、绿色无公害且具抗菌性能的食品包装逐渐引入市场。可食膜因其环境友好、无毒、种类多、成本低等优点而受到关注^[2]。壳聚糖(chitosan)是目前自然界中唯一的碱性多糖^[3],其具有优异的抑菌性能和生物可降解性^[4]。植物精油(essential oils, EOs)具有一定广谱抑菌生物活性,可与可食膜结合产生较好的抗菌和抑菌性能^[5-10]。已有较多研究针对不同精油与可食膜结合,分析其抑菌性能以及对可食膜性能的提升。如 Pelissari 等发现,添加牛至精油可在不影响可食膜热稳定性的情况下提高其柔韧性^[11]; Memis 等发现,胡芦巴籽胶基纳米复合薄膜对单核细胞增生李斯特菌、大肠杆菌 O157: H7、金黄色葡萄球菌和蜡样芽孢杆菌的抑制效果很强^[12]; Rezaei 等发现,添加肉桂精油的壳聚糖复合膜,对革兰氏阳性菌和革兰氏阴性菌的抗菌活性均显著增强^[13];同时,精油-壳聚糖复合膜对真菌也有一定抑制效果, Laura 等研究了佛手柑精油及茶树精油添加的壳聚糖可食膜,对意大利青霉菌具显著抑制效果,而添加牛至精油则对黑曲霉、青霉出现抑制效果^[14-15]。另外,由于肉类含油脂较高,在贮藏过程中会发生油脂氧化而导致品质下降的情况^[16-18],复合膜的抗氧化能力对肉类的保鲜和延长货架期也有极大帮助。

荔枝木质精油由无患子科荔枝属荔枝(*Litchi chinensis* Sonn.)的砍伐木材蒸馏提取所得。在前期研究中,已对其成分进行 GC-MS 分析^[19]。从成分来看,荔枝木质精油中无对人体有害的物质,可用于食品加工保鲜。同时对其抑制细菌、真菌性能进行全面分析,发现其对食品中常见致病菌及霉菌均有优异的抑制能力,且具有良好的热稳定性、pH 稳定性和紫外稳定性。

目前对荔枝木质精油结合壳聚糖制备复合可食膜的研究未见报道。本研究利用前期提取的荔枝木质精油,结合壳聚糖制备复合可食膜,通过对不同精油添加量的复合膜性能、抑菌性能及抗氧化性能研究,从而获得最佳比例的壳聚糖-荔枝木质精油复合可食膜,并进行冷鲜鸡肉保鲜研究,以期荔枝木质精油-壳聚糖复合可食膜的食品应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

荔枝木质精油 于 2019 年 5 月在广东省高州市石鼓镇采集约 30 年树龄的妃子笑荔枝树干,以韩明等^[19]方法进行荔枝木质精油的提取,精油得率为 0.71 mL/g; 供试菌种: 大肠埃希氏菌(*Escherichia coli*) 标准菌株 ATCC25922、金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*) 标准菌株 ATCC6538、肠炎沙门氏菌(*Salmonella enteritidis*) 标准菌株 CMCC(B) 50335 中国医学细菌菌种保藏管理中心。

营养琼脂(NA)、营养肉汤(NB) 广东环凯微生物科技有限公司; 壳聚糖(生物试剂, 脱乙酰度 80.0%~95%)、乙酸(分析纯)、吐温-80(化学纯)、

甘油(分析纯)、KOH(分析纯)、无水乙醇(分析纯)、K₂S₂O₈(分析纯)、PBS(分析纯) 国药集团化学试剂有限公司; DPPH、ABTS 对照品 上海生物科技有限公司。

LDZX-40AI 立式自动电热压力蒸汽灭菌器 上海申安医疗器械厂; DH5000AB 型电热恒温培养箱 天津泰斯特仪器有限公司; SW-CJ-1F 超净工作台 苏州安泰空气技术有限公司; Xn-8750 拉伸试验机 东莞市星江电子有限公司; 鼓风干燥箱 上海乐傲试验仪器有限公司; CH-1-B 千分式测厚仪 北京昶信科技发展有限公司; FE20 Plus 台式 pH 酸度计 上海梅特勒-托利多仪器有限公司; UV2550 型紫外可见分光光度计 日本岛津公司。

1.2 实验方法

1.2.1 壳聚糖-荔枝木质精油可食膜制备 前期已对壳聚糖膜的最佳配比进行实验, 配比为: 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。壳聚糖膜水蒸气透过率 0.538 g·mm/m²·h·KPa, 拉伸强度为 29.641 MPa, 断裂伸长率为 45.382%。

以最佳配比配置壳聚糖溶液, 冷却至室温后, 将 2.0% (w/v) 的壳聚糖溶液(以乙酸为溶剂)分为 6 份, 分别加入 0%、2%、4%、6%、8% 及 10% (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。

成膜溶液倒入聚甲基丙烯酸甲酯模具(30 cm × 30 cm × 1.5 cm), 置于电热鼓风干燥箱中, 50 °C 6 h 烘干后, 膜取出冷却, 置于 70 g/L KOH 溶液中浸泡 10 min, 取出经去离子水冲洗直至洗涤液中性, 铺平, 于电热鼓风干燥箱中 40 °C 烘 30 min。烘干后得到荔枝木质精油-壳聚糖可食膜。

1.2.2 壳聚糖-荔枝木质精油可食膜性能测试

1.2.2.1 膜厚度测定 利用 CH-B 测厚仪在膜上随机选择 5 点进行测定, 所得数据平均所得。

1.2.2.2 水蒸气透过系数 参考 GB 1037-88 塑料薄膜和片材透水蒸气性试验方法, 采用杯式法, 在 25 °C 条件下, 将盛有 10 mL 去离子水的锥形瓶用膜密封, 再将锥形瓶放入装有硅胶的干燥器中, 平衡 1 h 后称量其重量, 其后每 3 h 称量一次, 直至质量相差不超过 5%。膜的水蒸气透过指数通过公式(1)计算:

$$WVP = \frac{\Delta m \times d}{A \times t \times \Delta p} \quad \text{式(1)}$$

式中: WVP 为水蒸气透过系数(g·mm/m²·h·KPa), d 为膜厚度(mm), Δm 为称量瓶的重量变化(mg), Δt 为时间间隔(h), A 为膜面积(m²), Δp 为膜两侧的水蒸气气压差(2630 Pa, 25 °C)。

1.2.2.3 抗拉强度和延伸性 参考 GB/T 1040.3-2006 塑料拉伸性能测定方法进行。将膜裁成长 × 宽为 1.5 cm × 10 cm 的长条, 置于纸张抗拉力试验机上, 测试其抗拉强度和延伸性, 每个精油浓度膜测试 5 个样品。以公式(2)进行计算:

$$TS = \frac{F}{S} \quad \text{式(2)}$$

式中,TS 为拉伸强度(MPa),F 为膜破裂时的抗拉力(N),S 为膜的截面积(m²)。

1.2.3 壳聚糖-荔枝木质精油可食膜抑菌性研究 在超净工作台中,利用无菌打孔器将膜制成直径6 mm 的圆片。采用纸片法抑菌实验操作方法,吸取 50 μL 已调至 10⁶~10⁷CFU/mL 的大肠杆菌、金黄色葡萄球菌和肠炎沙门氏菌菌悬液,涂布至营养琼脂培养基,在平板中均匀放置膜圆片,以空白无菌纸片为对照,36 ℃ 倒置培养 24 h,利用游标卡纸测量抑菌圈直径。

1.2.4 壳聚糖-荔枝木质精油可食膜的抗氧化能力测定
1.2.4.1 DPPH 自由基清除能力测定 参考 McCue 等的方法^[20],将 2 mL 含不同精油浓度的复合可食膜溶液分别与 8 mL 1.0 × 10⁻⁴ mol/L DPPH-无水乙醇溶液混匀,室温避光反应 30 min,测定 517 nm 波长处吸光值(A_x);以无水乙醇为空白对照,测定 517 nm 波长处吸光值 A₀。根据公式(3)计算 DPPH 清除率(%)。

$$\text{DPPH 清除率}(\%) = \frac{A_x - A_0}{A_0} \times 100 \quad \text{式(3)}$$

式中:A_x 为样品吸光值,A₀ 为空白对照吸光值。

1.2.4.2 ABTS 自由基清除能力测定 参考 Ozgen 等的方法^[21],准确称取 0.1920 g ABTS 及 0.0331 g K₂S₂O₈,去离子水定容至 50 mL,此时 ABTS 浓度为 7 mmol/L,过硫酸钾浓度为 2.45 mmol/L,室温条件静置 12~16 h。在静置后的 ABTS 自由基溶液加入 PBS 磷酸缓冲液(0.01 mol/L,pH7.4)稀释,测定 734 nm 处吸光值为 0.70。在反应体系中加入含不同精油浓度的复合可食膜溶液 20 μL 及 2 mL ABTS 反应液,摇匀后室温静置 10 min。测定反应液在 734 nm 处的吸光值,空白对照则为不加入样品的 ABTS 自由基溶液。以公式(4)计算 ABTS 自由基清除率:

$$\text{ABTS 自由基清除率}(\%) = \frac{A_0 - A_s}{A_0} \times 100 \quad \text{式(4)}$$

式中:A_s 为样品吸光值,A₀ 为空白对照吸光值。

1.2.5 壳聚糖-荔枝木质精油可食膜对新鲜鸡肉的保鲜研究 在本地超市购买大小重量相似的冷鲜鸡腿肉,无菌水冲洗后,置于超净工作台,利用无菌刀具切成 2 cm × 2 cm 的小块,分成重量相似的 10 份(每份约 100 g),紫外照射 15~20 min 晾干。其中 5 份鸡腿肉以无菌保鲜膜包裹,为空白对照;另外 5 份鸡腿肉以 1.2.2~1.2.4 中选择出最优的精油含量可食膜包裹。所有样品 4 ℃ 保存。分别在第 0、1、3、5、7 d 取出 1 份测定感官评价、pH、挥发性盐基氮、菌落

总数。

1.2.5.1 感官评价 参考 Duun 的方法^[22],由 10 名食品专业学生分别对鸡腿肉样品的气味、色泽、组织状态等 3 个方面进行感官评定,评分采用 10 分制,总分 30 分,评分均以整数计分,评分标准见表 1。

1.2.5.2 pH 测定 称取 10 g 样品于无菌研钵,倒入 90 mL 蒸馏水充分研磨,用 pH 台式酸度计测定匀浆,重复三次取平均。

1.2.5.3 挥发性盐基氮测定 参考 GB 5009.228-2016 食品中挥发性盐基氮的测定方法进行。

1.2.5.4 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

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 结果与分析

2.1 壳聚糖-荔枝木质精油可食膜性能

不同精油添加量下壳聚糖-荔枝木质精油可食膜的物理性能如图 1 所示。随着精油添加量的增加,可食膜的厚度增加,这可能是由于荔枝木质精油以烯类、甘油酯等为主要成分,粘度较大^[19],使复合可食膜厚度增加。在 10% 的精油添加量下,膜厚度达到 0.052 ± 0.0019 mm,显著高于其他低浓度的复合膜厚度(P < 0.05);同时,随着精油量的增加,复合膜的厚度加厚,导致水蒸气透过系数下降,10% 精油添加量的水蒸气透过系数最低,为 0.451 ± 0.024 g·mm/m²·h·KPa,显著低于低浓度水平(P < 0.05)。在可食膜的拉伸强度和延伸性方面,都出现了先上升后下降的现象,在 8% 精油添加量时,精油可食膜的拉伸强度和延伸性表现较好,分别为 34.674 ± 1.2 MPa 和 53.92% ± 1.01%。这可能是由于随着精油添加量的增加,导致壳聚糖与水分子之间氢键作用力变为壳聚糖分子间的交联作用,使拉伸强度和延伸性提升^[23]。综上,添加精油的壳聚糖膜机械性能和阻隔性能的变化可能是由于精油成分及浓度引起膜组分间形成的相互作用力不同所致^[4,24-25]。因此,8% 精油添加量的复合膜更具实际生产使用价值。

2.2 壳聚糖-荔枝木质精油可食膜抑菌性

图 2 中显示添加不同量荔枝木质精油的可食膜抑菌性能。其中,未添加精油的壳聚糖膜抑菌性能较低,这可能是由于壳聚糖本身的抑菌效果较温和^[26]。但随着精油添加量的增加,精油复合膜的抑菌圈显著增大(P < 0.05),复合膜的抑菌性能以精油

表 1 感官评分标准

Table 1 Sensory evaluation standard of chilled chicken

评分(分)	气味	色泽	组织状态
8~10	具新鲜鸡肉气味,无任何异味	有光泽,具新鲜鸡肉组织色泽	肌肉组织弹性好,按压后立即恢复
6~8	具有鸡肉气味,无异味	有光泽,鸡肉色泽略发暗	肌肉组织弹性较好,按压后可恢复
4~6	鸡肉气味较淡,无异味	无光泽,鸡肉色泽灰暗	肌肉组织弹性一般,按压后较长时间恢复
2~4	无鸡肉气味,略有异味	无光泽,鸡肉色泽泛白	肌肉组织无弹性,按压不能恢复
0~2	有明显肉类哈拉气味	无光泽	肌肉组织无弹性

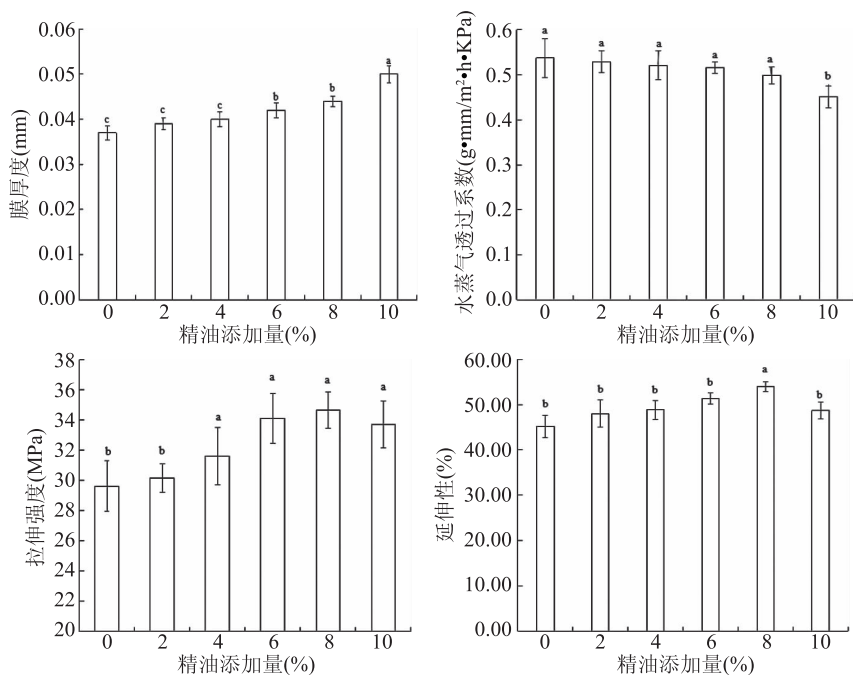


图1 不同精油添加量下精油复合壳聚糖膜的性能

Fig.1 Properties of edible films with different amount of essential oil

注:不同字母表明各组间差异显著($P < 0.05$);图2~图4同。

为主要作用。同时复合膜表现出对革兰氏阳性菌的金黄色葡萄球菌效果要优于革兰氏阴性菌的大肠杆菌和肠炎沙门氏菌。这是由于革兰氏阴性菌细胞壁外侧的脂多糖能够阻止疏水性化合物进入细菌体内,从而抑制了抑菌效果^[27]。

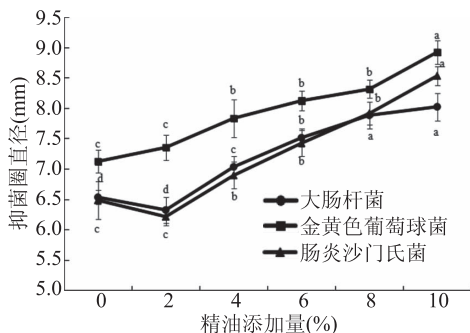


图2 不同精油添加量下精油复合壳聚糖膜的抑菌性能

Fig.2 Antimicrobial activity of edible films with different amount of essential oil

2.3 壳聚糖-荔枝木质精油可食膜的抗氧化能力

壳聚糖-荔枝木质精油可食膜的抗氧化能力如图3所示。可以看到壳聚糖膜本身的抗氧化能力略低,随着精油添加量的不断升高,精油复合膜的抗氧化能力也显著上升($P < 0.05$),在添加量为8%时,DPPH清除率为 $32.51\% \pm 1.42\%$,ABTS清除率为 $35.74\% \pm 1.14\%$ 。随后抗氧化能力趋于平稳,10%添加量与8%添加量时抗氧化能力无显著差异($P > 0.05$)。

综合壳聚糖-荔枝木质精油可食膜的机械性能、阻隔性能、抑菌性能和抗氧化能力,在机械性能上,8%精油添加量的复合膜延展性最优,同时抗菌性能和抗氧化能力上,8%与10%精油添加量的复合膜表

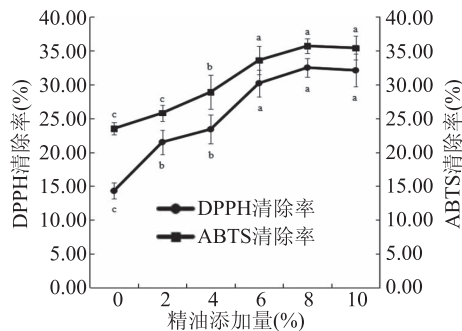


图3 不同精油添加量下精油复合壳聚糖膜的抗氧化性能

Fig.3 Antioxidant capacity of edible films with different amount of essential oil

现相当,考虑到实际生产需要,故选择添加8%精油量的配比作为最佳的复合膜精油添加配比方案,进行冷鲜鸡肉保鲜实验。

2.4 壳聚糖-荔枝木质精油可食膜对冷鲜鸡肉的保鲜效果

2.4.1 冷鲜鸡肉的感官评价 对比普通保鲜膜包裹冷藏和精油复合可食膜包裹冷藏两种方式,分别从气味、鸡肉色泽、组织状态三个方面进行感官评分,界定评分低于18.00为感官不可接受。从表2可以看到,随着时间的推移,冷鲜鸡肉的新鲜度都降低。普通保鲜膜包裹冷藏条件下,最初3d鸡肉的各项评分有所下降;从第3d至第7d,鸡肉的各项评分迅速下降,总分从16.70分到4.00分,肉质已严重腐坏,无法食用。在覆膜冷藏保鲜情况下,冷鲜鸡肉保鲜7d感官总分从30.00分到12.87分。相比普通保鲜膜包裹冷藏方式,荔枝木质精油壳聚糖复合膜包裹冷藏保鲜能适当延长冷鲜鸡肉的货架期。

2.4.2 冷鲜鸡肉的品质变化 从图4中可以看到,从

表2 冷鲜鸡肉的贮藏感官评分

Table 2 Scoring of chilled chicken sensory quality

贮藏方式	天数(d)	气味(分)	色泽(分)	组织状态(分)	总分(分)
保鲜膜包裹冷藏	0	10.00 ± 0.00 ^a	10.00 ± 0.00 ^a	10.00 ± 0.00 ^a	30.00 ± 0.00 ^a
	1	7.60 ± 0.52 ^b	7.60 ± 0.70 ^b	7.70 ± 0.82 ^b	22.90 ± 1.52 ^b
	3	5.40 ± 0.52 ^c	6.00 ± 0.82 ^b	5.30 ± 0.95 ^c	16.70 ± 1.35 ^c
	5	2.60 ± 0.99 ^d	3.10 ± 0.70 ^c	2.70 ± 0.67 ^d	8.40 ± 1.42 ^d
	7	1.20 ± 0.42 ^d	1.50 ± 0.53 ^d	1.30 ± 0.48 ^e	4.00 ± 1.68 ^e
复合膜包裹冷藏	0	10.00 ± 0.00 ^a	10.00 ± 0.00 ^a	10.00 ± 0.00 ^a	30.00 ± 0.00 ^a
	1	9.30 ± 0.48 ^b	9.50 ± 0.53 ^b	9.70 ± 0.48 ^b	28.50 ± 1.36 ^b
	3	8.10 ± 0.57 ^b	8.40 ± 0.52 ^b	8.50 ± 0.53 ^b	25.00 ± 1.76 ^c
	5	6.40 ± 0.52 ^c	6.90 ± 0.88 ^b	6.70 ± 0.67 ^c	20.00 ± 1.53 ^d
	7	4.10 ± 0.78 ^d	4.77 ± 0.92 ^c	4.00 ± 0.82 ^d	12.87 ± 2.01 ^e

注:不同字母表明各组间差异显著($P < 0.05$)。

冷鲜鸡肉的 pH、TVB-N 含量及菌落总数来看,包裹精油壳聚糖复合膜保鲜相较普通保鲜膜包裹保鲜能够达到较好的延长货架期的效果。普通保鲜膜冷藏的 pH 在第 3 d 降到最低,这是由于购置的冷鲜鸡肉处在排酸过程,而后快速上升是由于微生物代谢繁殖引起肉类蛋白质的分解导致^[28];而包裹精油复合膜保鲜使 pH 的下降时间推移了 2 d,在第 5 d 降至最低。

TVB-N 是由蛋白质分解而产生的氨及胺类碱性含氮物质,其含量越高表明氨基酸破坏程度越高,可表征肉类的新鲜程度。依据我国食品安全国家标准鲜(冻)畜、禽产品(GB 2707-2016)规定,冷鲜鸡肉 TVB-N 应低于 15 mg/100 g,同时参考《中华人民共和国卫生部食品检查方法理化部分》的划分标准,低于 15 mg/100 g 的为一级鲜肉、15~20 mg/100 g 的为二级鲜肉、高于 20 mg/100 g 的为变质肉。可以看到,在两种保鲜方式中,第 1 d 均可达到一级鲜肉水平,但随着时间的推移,普通保鲜膜包裹鸡肉的 TVB-N 显著升高($P < 0.05$),在第 3 d 以达到 23.5 ± 4.2 mg/100 g,为变质肉水平,而精油复合膜包裹鸡肉在第 7 d 为 24.6 ± 4.5 mg/100 g,列为变质肉。

菌落总数直接影响肉类的货架期,不同学者研究冷鲜肉后发现菌落总数越高,货架期越短,当菌落总数达到 10⁶ CFU/g 时,肉类开始腐败^[29]。在本研究中,普通保鲜膜包裹鸡肉的菌落总数随时间推移显著上升($P < 0.05$),在第 5 d 达到 10⁶ CFU/g,而精油复合膜包裹鸡肉在第 7 d 为 10⁴ CFU/g,其保鲜能力优于普通保鲜膜保存。这与 Wu^[30] 等对壳聚糖复合可食膜的鱼类保鲜研究中发现,复合膜使鱼类的菌落总数和 TVB-N 显著降低的结果相似。

3 结论

本研究通过在壳聚糖溶液中添加 0%、2%、4%、6%、8% 和 10% 的荔枝木质精油(v/v,以壳聚糖溶液体积为基准)制备壳聚糖复合可食膜。随着荔枝木质精油的添加量升高,膜厚度增大,拉伸强度、延伸性和抗氧化能力均有显著提升($P < 0.05$),在 8%~10% 添加量时抗氧化性能及抗菌性表现优异,对革兰氏阳性菌和阴性菌均具有较好的抑制效果($P < 0.05$)。考虑到实际生产的拉伸和延展,故选择 8%

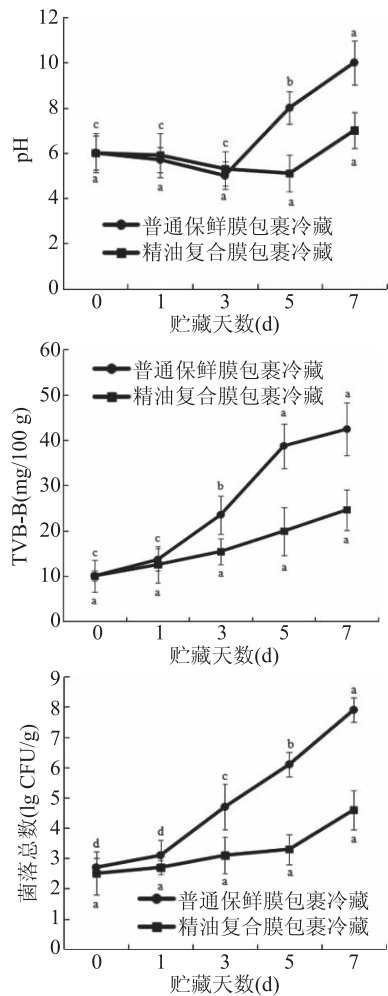


图4 冷鲜鸡肉的品质变化

Fig.4 The quality of chilled chicken

添加量进行冷鲜鸡肉包裹保鲜。在冷鲜鸡肉的保鲜实验中,包裹精油壳聚糖复合膜的冷鲜鸡肉,相较普通保鲜膜包裹鸡肉,其感官品质、pH、TVB-N 及菌落总数表现均显著优于普通保鲜膜包裹组($P < 0.05$)。研究表明:添加 8% 荔枝木质精油的壳聚糖-荔枝木质精油复合可食膜可延长冷鲜鸡肉的货架期,具有抗氧化性及抑菌性,但对于其他肉类或水产品的保鲜性能仍需进一步探索。

参考文献

- [1] Muscat D, Adhikari B, Adhikari R, et al. Comparative study of film forming behaviour of low and high amylose starches using glycerol and xylitol as plasticizers [J]. Journal of Food Engineering, 2012, 109(2): 189-201.
- [2] Sharma L, Singh C. Sesame protein based edible films: Development and characterization [J]. Food Hydrocolloids, 2016, 61: 139-147.
- [3] Coma V, Deschamps A, Martial-Gros A. Bioactive packaging materials from edible chitosan polymer: Antimicrobial activity assessment on dairy-related contaminants [J]. Journal of Food Science, 2003, 68(9): 2788-2792.
- [4] Ma Q M, 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, 2016, 52: 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(2): 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 F, Chen X E, Li D. Chitosan films and coatings containing essential oils: 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): R87-R100.
- [10] Sun X X, Sui S Y, Ferec 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] Pelissari F M, Grossmann M V E, Yamashita F, et al. Antimicrobial, mechanical, and barrier properties of cassava starch-chitosan films incorporated with oregano essential oil [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2009, 57(16): 7499-7504.
- [12] Memiş S, Tornuk F, Bozkurt F, et al. Production and characterization of a new biodegradable fenugreek seed gum based active nanocomposite film reinforced with nanoclays [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2017, 103: 669-675.
- [13] Ojagh S M, Rezaei 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]. Food Chemistry, 2010, 122(1): 161-166.
- [14] 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.
- [15] Avila-Sosa R, Hernández-Zamoran E, López-Mendoza I, et al. Fungal inactivation by Mexican oregano (*Lippia berlandieri* Schauer) essential oil added to amaranth, chitosan, or starch edible films [J]. Journal of Food Science, 2010, 75(3): M127-M133.
- [16] 孙庆申, 王璞, 刘丽萍, 等. 大豆分离蛋白复合薄膜对油脂的抗氧化效果评价 [J]. 食品工业科技, 2010, 31(5): 152-153, 156.
- [17] 王超. 腌腊肉制品加工过程中脂质氧化及抗氧化技术研究 [D]. 南京: 南京农业大学, 2009.
- [18] 李银聪, 阙建全, 柳中. 食品抗氧化剂作用机理及天然抗氧化剂 [J]. 中国食物与营养, 2011, 17(2): 24-26.
- [19] 韩明, 郑玉玺, 刘慧娟, 等. 岭南特色果木荔枝木木质精油的提取及其成分分析 [J]. 林业科技, 2017, 42(5): 28-30.
- [20] McCue P P, Shetty K. Phenolic antioxidant mobilization during yogurt production from soymilk using Kefir cultures [J]. Process Biochemistry, 2005, 40(5): 1791-1797.
- [21] Ozgen M, Reese R N, Tulio A Z, et al. Modified 2,2'-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (abts) method to measure antioxidant capacity of selected small fruits and comparison to ferric reducing antioxidant power (FRAP) and 2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) methods [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2006, 54(4): 1151-1157.
- [22] Duun A S, Rustad T. Quality changes during superchilled storage of cod (*Gadus morhua*) fillets [J]. Food Chemistry, 2007, 105(3): 1067-1075.
- [23] 罗宁宁. 壳聚糖-肉桂精油可食性膜的制备、性能及应用研究 [D]. 上海: 上海应用技术学院, 2016.
- [24] Sánchez-González L, González-Martínez C, Chiralt A, et al. Physical and antimicrobial properties of chitosan-tea tree essential oil composite films [J]. Journal of Food Engineering, 2010, 98(4): 443-452.
- [25] Yuan G F, Lv H, Yang B J, et al. Physical properties, antioxidant and antimicrobial activity of chitosan films containing carvacrol and pomegranate peel extract [J]. Molecules, 2015, 20(6): 11034-11045.
- [26] 徐甜, 高成成, 汤晓智. 壳聚糖/植物精油可食性抗菌膜研究进展 [J]. 食品工业科技, 2018, 39(18): 323-329, 335.
- [27] 刘光发, 王建清, 赵亚珠. 牛至精油微胶囊的制备及其抑菌效果研究 [J]. 包装工程, 2012, 33(3): 19-22.
- [28] 汤飞. 冷鲜鸡肉生产过程中微生物污染分析及微冻保鲜技术研究 [D]. 合肥: 合肥工业大学, 2017.
- [29] 李虹敏, 徐幸莲, 朱志远, 等. 化学减菌处理对冰鲜鸡肉的保鲜效果 [J]. 中国农业科学, 2009, 42(7): 2505-2512.
- [30] Wu J L, Ge S Y, Liu H, et al. Properties and antimicrobial activity of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) skin gelatin-chitosan films incorporated with oregano essential oil for fish preservation [J]. Food Packaging and Shelf Life, 2014, 2(1): 7-16.