

# 鼠尾草酸/LDPE 活性膜对新鲜鸡肉丸品质特性的影响

毕田田, 张双灵, 赵海燕

(青岛农业大学食品科学与工程学院, 山东青岛 266109)

**摘要:** 本文使用鼠尾草酸/LDPE 活性膜对新鲜鸡肉丸进行真空包装, 于 4 °C、20 °C、37 °C 下贮藏, 对不同时期贮藏的鸡肉丸进行感官评分, 并测定酸价、质构及硫代巴比妥酸值 (TBARS) 的变化, 并与空白 LDPE 膜包装的鸡肉丸进行对比, 以研究不同温度下 CA/LDPE 膜包装膜对鸡肉丸品质的影响。结果显示, 鼠尾草酸/LDPE 活性膜包装的鸡肉丸各项指标 (感官评分、酸价、质构和 TBARS) 均优于空白 LDPE 膜包装的鸡肉丸, 且温度越高, 两种包装膜之间的差异越明显: 37 °C 第 10 d 时, CA/LDPE 膜包装的鸡肉丸口感味道感官评分为 1.22±0.26, 比 LDPE 膜高 22%; 酸价为 20.53±0.43 mg/(g 鸡肉丸), 比 LDPE 膜低 28.5%; 硬度、凝聚力、咀嚼性分别为 43.30、0.21 和 42.87, 比 LDPE 膜高 95.4%、53.2% 和 81.9%; TBARS 值为 0.698 mg/kg, 比 LDPE 膜低 47.2%。研究表明, 添加鼠尾草酸的 LDPE 膜能够有效改善鸡肉丸的贮藏品质特性。

**关键词:** 鼠尾草酸/LDPE 活性膜; 鸡肉丸; 贮藏; 品质特性

文章编号: 1673-9078(2017)4-189-194

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2017.4.029

## Effect of Carnosic Acid/Low-density Polyethylene Active Film on the Quality of Fresh Chicken Meatballs

BI Tian-tian, ZHANG Shuang-ling, ZHAO Hai-yan

(College of Food Science & Engineering, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China)

**Abstract:** Fresh chicken meatballs were vacuum packaged using carnosic acid (CA)/low-density polyethylene (LDPE) active film in this study, and stored at 4, 20, and 37 °C, respectively. Sensory indicators, acid values, texture, and 2-thiobarbituric acids (TBARS) values of the chicken meatballs stored for different periods were determined, and were compared with those of chicken meatballs packaged in LDPE film, to study the effect of CA/LDPE active film on the quality at different temperatures. The results revealed that all the indicators (sensory score, acid value, texture, and TBARS) of the chicken meatballs packaged with CA/LDPE active film were better than those packaged with LDPE film, and the higher the temperature, the greater the difference between the two films. On day 10 at 37 °C, the chicken meatballs packaged with CA/LDPE active film showed a sensory score of 1.22±0.26, 22% higher than that of LDPE film; the acid value was 20.53±0.43 mg/g, 28.5% lower than that of LDPE film. Hardness, cohesiveness, and chewiness were 43.30, 0.21, and 42.87, respectively, which were 95.4%, 53.2%, and 81.9% higher than those of LDPE film, respectively, and TBARS value was 0.698 mg/kg, 47.2% lower than that of LDPE film. The results showed that LDPE active film with the addition of CA could effectively improve the storage quality of chicken meatballs.

**Key words:** carnosic acid/low-density polyethylene active film; chicken meatballs; storage; quality characteristics

随着生活水平的提高, 人们越来越重视食品安全问题, 绿色、天然、健康的食品越来越受到消费者的欢迎<sup>[1]</sup>, 因此将天然抗氧化剂添加到食品接触材料中, 制成新型食品功能包装材料包装食品受到国内外学者的广泛关注<sup>[2]</sup>, 其优点在于不影响食品风味和营养价值, 并能在此基础上改善食品品质, 延长其货架期。

鼠尾草酸 (*carnosic acid*) 作为一种脂溶性天然抗氧化

收稿日期: 2016-04-08

基金项目: 青岛农业大学应用型名校培养大学生创新项目; 国家自然科学基金基金项目 (31401574)

作者简介: 毕田田 (1989-) 女, 在读研究生, 研究方向: 食品安全

通讯作者: 张双灵 (1974-) 女, 博士, 副教授, 研究方向: 食品安全

剂, 具有耐高温、安全和无毒等优点, 能够猝灭单线态氧, 清除自由基, 切断脂类自动氧化的连锁反应, 从而抑制过氧化物酶的产生和脂质过氧化反应的发生, 可以有效抑制多稀脂肪酸的分解以及油脂过氧化物的形成, 广泛用于延缓、阻止食品的氧化变质, 改善食品品质, 提高食品的稳定性和保质期<sup>[3]</sup>。鸡肉含有丰富的蛋白质、氨基酸、不饱和脂肪酸等营养成分, 具有高蛋白、低脂肪、低热量和低胆固醇等优点, 肉质鲜嫩, 滋味鲜美, 而且还有温中益气、补精添髓和强筋健骨活血脉的保健功能, 且消化率高易吸收, 成为一种越来越受欢迎的健康肉类食品。在各种各样的鸡肉制品中, 鸡肉丸作为一种传统的手

工制品,因其食用方便,味道鲜美,具有良好的风味和适口性,备受广大消费者的喜爱<sup>[4]</sup>。

论文旨在使用鼠尾草酸/LDPE 活性膜(食品级,下同)包装新鲜鸡肉丸,研究鼠尾草酸/LDPE 活性膜包装贮藏鸡肉丸过程中对其品质的影响,为新型食品包装材料的研究提供理论和数据支持。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 材料与amp;仪器

#### 1.1.1 材料

食品级 LDPE 膜(厚度 50 μm);食品级鼠尾草酸/LDPE 活性膜(厚度 50 μm):实验室自制。将鼠尾草酸(纯度大于 98%)与低密度聚乙烯颗粒混合后加入到小型精密挤出吹膜机中,制取鼠尾草酸/LDPE 活性膜。其中鼠尾草酸含量为 0.5%(g/g);乙醚、乙醇、三氯乙酸、氢氧化钾和 EDTA 等:莱阳市康德化工有限公司;2-硫代巴比妥酸(TBA):国药集团化学试剂有限公司;所有试剂均为分析纯;卡拉胶:食品级,上

海北连生物科技有限公司;复合磷酸盐:食品级,徐州恒世食品有限公司;鸡胸肉(白羽鸡)、猪肥膘和玉米淀粉等:购自青岛大润发超市。

#### 1.1.2 仪器与amp;装置

AR224CN 电子天平:奥豪斯仪器(上海)有限公司;FBSI-20/28 小型精密挤出吹膜机:广州普同实验分析仪器有限公司;HH-6 数显电子恒温水浴锅:金坛市医疗仪器厂;JYL-C022 料理机:九阳股份有限公司;DZ400/2D 真空包装机:瑞利包装机械有限公司;HSX-80 恒温培养箱:上海南荣实验室设备有限公司;N-1100 旋转蒸发仪:上海爱朗仪器有限公司;TGL-206R 离心机:上海安亭科学仪器厂;TU-1810 DASPC 紫外分光光度计:北京普析通用有限公司;TA.XT Plus 物性测定仪:英国 Stable Micro Systems 公司;BCD-215KS 冰箱:青岛海尔股份有限公司。

## 1.2 实验方法

### 1.2.1 鸡肉丸的制作

鸡肉丸的制作原料及用量如表 1 所示。

表 1 鸡肉丸的制作原料及用量

Table 1 Raw materials and their amounts for the preparation of chicken meatballs

原料	鸡胸肉	猪肥膘	大豆蛋白	卡拉胶	复合磷酸盐	玉米淀粉	辅料	水
用量/g	160.0	20.0	6.0	2.0	2.4	50.0	15.0	180.0

其中,辅料包括糖 4.0 g、食盐 6.0 g、姜 2.0 g、葱 2.0 g、胡椒粉 1.0 g。鸡胸肉、猪肥膘、大豆蛋白、玉米淀粉绞碎混匀后,添加 120.0 g 水混合斩拌制得肉糜,待用。复合磷酸盐和辅料用 30.0 g 水溶解后加入肉糜中,混匀。卡拉胶用 30.0 g 水溶解后加入上述样品中搅拌乳化。将上述乳化好的肉糜用鸡肉丸制造模型挤压成直径约 4 cm 左右的圆形肉丸,放入 90 °C 水中进行预煮定型,待丸子浮起,捞出,自然冷却。制得的丸子待用。上述方法制得的半熟、新鲜鸡肉丸质量约为 8.0 g。

#### 1.2.2 包装与amp;贮藏

分别使用鼠尾草酸/LDPE 活性膜和 LDPE 膜进行真空包装鸡肉丸 96 份,每袋包装鸡肉丸 6 个,于 4、20 及 37 °C 下分别贮藏保存。分别在第 0、1、2、3、4、6、8、10 d 时进行感官、酸价、质构和 TBARS 指标测定。

#### 1.2.3 感官指标的测定

在自然光下,从鸡肉丸的口感、味道、组织形态和酸败味等几个方面,采用综合评分法对鸡肉丸品质特征进行感官评价。由 9 名进行过适当培训的评测人员执行,取平均分。评分标准如下:

表 2 鸡肉丸感官质量评分标准

Table 2 Sensory evaluation standard of chicken meatballs<sup>[5]</sup>

	7~10 分	4~6 分	1~3 分
口感与amp;味道	清香柔和,有鸡肉固有气味、无异味	肉味正常,香气一般,无异味	无鸡肉清香,有异味
组织形态	富有弹性,指压不裂,迅速恢复原状,切面致密均一,布满均匀细小气孔	弹性一般,指压不易裂,较快恢复原状,切面较均一,略有较大气孔	弹性差,指压易裂,切面粗糙,有分布不均匀的大气孔
酸败味	无任何酸败味	无明显酸败味	具有强烈酸败味

#### 1.2.4 酸价的测定

将鸡肉丸绞碎,称取 5.0000 g,放置在 250 g 碘量瓶中,加入 3 mL 中性乙醚-乙醇(2+1)的混合溶液,摇晃 45 min,加 3 滴酚酞指示剂,用 0.0500 mol/L 氢氧

化钾标准滴定溶液滴定至溶液出现微红色且 30 s 不消失<sup>[6]</sup>。按照以下公式计算:

$$W(\text{KOH}) = \frac{(V_1 - V_2) \times C \times 56.11}{M} \quad (1)$$

式中:  $W(\text{KOH})$  表示试样的酸价, mg/g 鸡肉丸;  $V_1$  表示试样消耗的氢氧化钾标准溶液的体积, mL;  $V_2$  表示试剂空白消耗氢氧化钾标准溶液的体积, mL;  $C$  表示氢氧化钾标准溶液的浓度, mol/L;  $M$  表示试样质量, g; 56.11 表示与 1.00 mL 氢氧化钾标准溶液 ( $C_{\text{KOH}}=1.0000$  mol/L) 相当的氢氧化钾的毫克数。

### 1.2.5 质构的测定

采用 TA.XT plus 物性测定仪对鸡肉丸的质构进行测定。将鸡肉丸切成大小为 1.5 cm×1.5 cm×1.5 cm 肉块, 放在物性仪平台上, 肉块的中心线与平台中心对齐。测定前探头速度为 2.0 mm/s, 测定时探头速度为 5.0 mm/s, 测定后探头速度为 5.0 mm/s; 探头压缩距离为 3.0 mm; 探头测定间隔时间为 5.0 s; 触发类型为自动; 触发力为 10.0 g; 探头型号为 TA7 轻质切刀。

### 1.2.6 硫代巴比妥酸值 (TBARS) 的测定

称取绞碎的鸡肉丸 10.0000 g, 加 50 mL 7.5% 的三氯乙酸混合液 (含 0.1% EDTA)。振摇 30 min, 5000 r/min 离心 10 min, 滤纸过滤。取 5 mL 上清液, 加入

5 mL、0.02 mol/L 的 TBA 溶液, 90 °C 水浴中保温 40 min, 取出自然冷却 1 h 后 8000 r/min 离心 5 min, 取出上清液, 加 5 mL 氯仿摇匀, 静置分层后取上清液分别在 532 和 600 nm 处比色, 记录吸光值, 计算 TBARS 值。计算公式如下:

$$\text{TBARS}=(A_{532}-A_{600})/155\times 72.06\times 100 \quad (2)$$

式中: TBARS 表示鸡肉丸的硫代巴比妥酸值, mg/kg;  $A_{532}$  表示 532 nm 处的吸光值;  $A_{600}$  表示 600 nm 处的吸光值; 155 表示吸光系数; 72.06 表示丙二醛的分子量。

### 1.2.7 数据处理

每个实验重复 3 次, 结果表示为  $\bar{x}\pm\text{SD}$ , 使用 Microsoft Excel 2007 进行数据处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 鼠尾草酸/LDPE 活性膜对鸡肉丸感官指标的影响

表 3 鼠尾草酸/LDPE 活性膜对鸡肉丸感官品质的影响

Table 3 Effect of carnosic acid/LDPE film on the sensory quality of chicken meatballs

温度/°C	膜	贮藏天数/d								
		0	1	2	3	4	6	8	10	
口感与味道	4	A	10±0	9.21±0.25	7.73±0.22	6.12±0.08	5.33±0.12	4.87±0.02	4.77±0.12	4.42±0.14
	4	B	10±0	9.37±0.11	8.01±0.17	6.63±0.21	5.91±0.09	5.41±0.07	5.21±0.06	4.97±0.21
	20	A	10±0	8.81±0.16	7.41±0.08	5.21±0.02	3.97±0.14	3.24±0.12	1.88±0.14	1.35±0.13
	20	B	10±0	9.08±0.23	7.79±0.11	5.79±0.17	4.12±0.11	3.62±0.02	2.13±0.02	1.43±0.02
	37	A	10±0	8.42±0.17	7.28±0.03	5.01±0.11	3.27±0.03	2.69±0.17	1.13±0.03	1.00±0.00
	37	B	10±0	8.41±0.32	7.52±0.14	5.17±0.03	3.42±0.12	2.95±0.09	1.78±0.21	1.22±0.26
组织形态	4	A	10±0	9.87±0.22	9.62±0.09	8.21±0.07	7.22±0.05	5.23±0.11	4.37±0.25	2.73±0.12
	4	B	10±0	9.86±0.17	9.71±0.12	8.92±0.12	7.63±0.13	6.03±0.09	4.98±0.11	3.58±0.21
	20	A	10±0	8.95±0.31	8.77±0.05	5.17±0.12	4.87±0.11	4.76±0.17	2.55±0.10	1.56±0.01
	20	B	10±0	9.01±0.24	8.83±0.15	5.98±0.08	5.02±0.07	4.33±0.02	3.02±0.22	2.21±0.06
	37	A	10±0	8.73±0.07	8.11±0.21	4.63±0.24	4.01±0.22	2.58±0.17	1.21±0.03	1.05±0.16
	37	B	10±0	8.62±0.11	8.52±0.09	4.83±0.22	4.32±0.14	3.44±0.06	1.79±0.31	1.31±0.21
酸败味	4	A	10±0	10±0	9.71±0.22	7.64±0.19	6.03±0.15	6.37±0.26	4.58±0.19	4.62±0.09
	4	B	10±0	10±0	10±0	8.29±0.22	7.21±0.21	6.21±0.14	6.01±0.08	5.71±0.16
	20	A	10±0	9.21±0.23	9.01±0.11	5.68±0.17	5.88±0.13	5.32±0.04	3.72±0.04	1.21±0.29
	20	B	10±0	9.76±0.17	9.37±0.24	6.32±0.07	5.94±0.08	6.02±0.11	4.68±0.05	3.06±0.02
	37	A	10±0	9.11±0.11	8.59±0.21	5.89±0.26	4.21±0.13	4.01±0.17	2.31±0.25	1.00±0.00
	37	B	10±0	9.54±0.23	9.22±0.23	6.11±0.11	5.24±0.21	4.22±0.24	3.71±0.18	1.71±0.08

注: A 表示 LDPE 膜; B 表示鼠尾草酸/LDPE 活性膜。

感官评定是衡量肉与肉制品品质的最直接和最重要的指标<sup>[7]</sup>。表 3 是鸡肉丸贮藏期间的感官评价结果, 主要是对口感、味道、组织形态和酸败味进行评价。随着贮藏时间的延长, 三个温度条件下 A、B 膜包装

的鸡肉丸的分值均呈下降趋势, 但下降幅度不尽相同。4 °C 条件下, 鼠尾草酸/LDPE 活性膜与 LDPE 膜包装的鸡肉丸在口感、味道、组织形态和酸败味方面差异不显著, 分值下降平缓, 而在 20 °C 及 37 °C 条件下,

从第3 d开始急剧下降。同一温度条件下,鼠尾草酸/LDPE活性膜包装的鸡肉丸三个方面的感官分值均明显高于LDPE膜包装的鸡肉丸,温度越高,效果越明显。可见,鼠尾草酸/LDPE活性膜能够提升鸡肉丸的感官质量。

## 2.2 鼠尾草酸/LDPE活性膜对鸡肉丸酸价的影响

影响

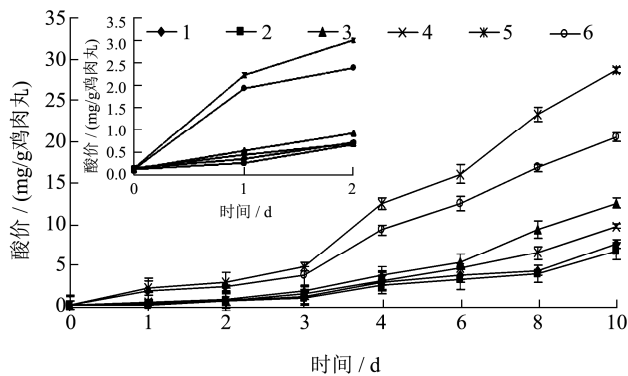


图1 鼠尾草酸/LDPE活性膜对鸡肉丸酸价的影响

Fig.1 Effect of carnosic acid/LDPE film on the acid value of chicken meatballs

注: 1表示4 °C LDPE膜; 2表示4 °C鼠尾草酸/LDPE活性膜; 3表示20 °C LDPE膜; 4表示20 °C鼠尾草酸/LDPE活性膜; 5表示37 °C LDPE膜; 6表示37 °C鼠尾草酸/LDPE活性膜。

酸价是一种表示脂肪中的游离脂肪酸含量的指标<sup>[6]</sup>。图1是不同温度下,鼠尾草酸/LDPE活性膜及食品级LDPE膜包装的鸡肉丸在贮藏过程中酸价的变化情况。可以看出,1~10 d内,随着贮藏时间的延长,各处理组鸡肉丸的酸价呈上升趋势,且37 °C贮藏条件下,鸡肉丸的酸价从第1 d开始明显高于4 °C和20 °C贮藏温度,而4 °C和20 °C贮藏3 d内,各组酸价无明显差异,从第3 d开始酸价上升幅度增大。同一温度条件下,用鼠尾草酸/LDPE活性膜包装的鸡肉丸的酸价均显著低于LDPE膜包装的鸡肉丸,说明鼠尾草酸/LDPE活性膜能够有效抑制鸡肉丸的酸败。Elena Torrieri<sup>[8]</sup>等人采用联合气调包装,用含 $\alpha$ -生育酚的LDPE薄膜包装蓝鳍金枪鱼鱼片,研究结果表明,含 $\alpha$ -生育酚的LDPE抗氧化薄膜有效抑制了金枪鱼鱼片脂肪氧化,在延长货架期方面起到显著作用,这与本研究结果一致,本研究中,鼠尾草酸从活性LDPE膜中迁移进入接触的鸡肉丸中,降低了鸡肉丸的酸败变质。

## 2.3 鼠尾草酸/LDPE活性膜对鸡肉丸质构的影响

影响

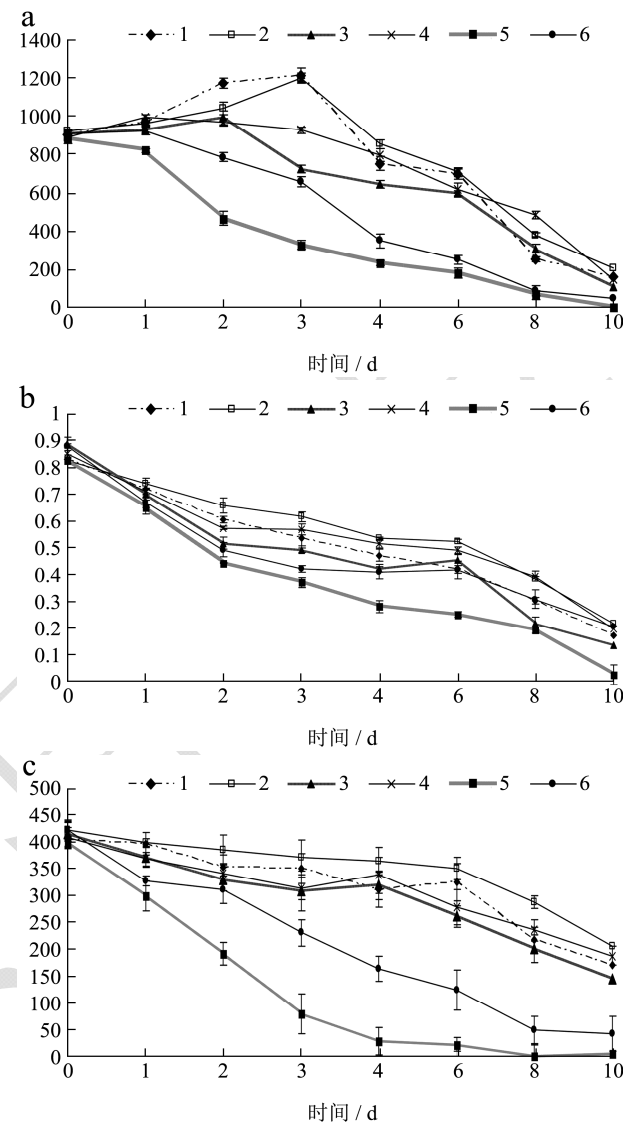


图2 CA/LDPE膜对鸡肉丸硬度(a)、凝聚力(b)和咀嚼性(c)的影响

Fig.2 Effect of CA/LDPE on the hardness (a), cohesiveness (b), and chewiness (c) of chicken meatballs

注: 1表示4 °C LDPE膜; 2表示4 °C鼠尾草酸/LDPE活性膜; 3表示20 °C LDPE膜; 4表示20 °C鼠尾草酸/LDPE活性膜; 5表示37 °C LDPE膜; 6表示37 °C鼠尾草酸/LDPE活性膜。

质构特性是肉制品极其重要的品质影响因素<sup>[9]</sup>。选取鸡肉丸的硬度、凝聚力和咀嚼性指标进行分析,结果如图2所示。由硬度指标观察可知,三个温度条件下的趋势有所不同,4 °C条件下,鸡肉丸随着贮藏时间的增加先呈现上升趋势,第3 d开始出现下降趋势,可能是由于贮藏前期,4 °C条件下,鸡肉丸中的水分损失,且淀粉在该温度下易发生老化而导致鸡肉丸变硬<sup>[10]</sup>。曹玲<sup>[11]</sup>等在研究冷却方式对鸡肉丸品质的

影响时发现,真空冷却过程中由于水分损失严重,导致鸡肉丸硬度升高,与本试验研究结果一致。第3 d以后,鸡肉丸中蛋白质变性严重,脂肪氧化降低了鸡肉丸的保油保水性,从而造成鸡肉丸硬度下降。鼠尾草酸/LDPE活性膜包装的鸡肉丸硬度在第3 d之前小于LDPE膜包装的鸡肉丸,第3 d以后持续大于LDPE膜包装的鸡肉丸,这说明贮藏前期,鼠尾草酸/LDPE活性膜能够抑制水分损失和淀粉的老化,后期能够抑制蛋白质的变性和脂肪氧化。贮藏温度越高,鸡肉丸中蛋白质变性和脂肪的氧化越严重,所以20℃和37℃条件下的鸡肉丸的硬度从贮藏初期就呈现下降趋势。

鸡肉丸的凝聚力及咀嚼性趋势大致相同,随着贮藏时间的延长,三个温度条件下鸡肉丸的凝聚力及咀嚼性均逐渐下降。随着贮藏时间的延长,鸡肉丸中水分损失,内部形成许多微孔结构,导致凝聚力降低,肌肉细胞间弹性减小,从而咀嚼性降低。

综上可知,鼠尾草酸/LDPE活性膜在维持鸡肉丸的硬度,抑制鸡肉丸凝聚力和咀嚼性降低方面均优于LDPE膜,这可能与鼠尾草酸的抗氧化活性有关,能够降低鸡肉丸中成分的氧化变性。

## 2.4 鼠尾草酸/LDPE活性膜对鸡肉丸TBARS值的影响

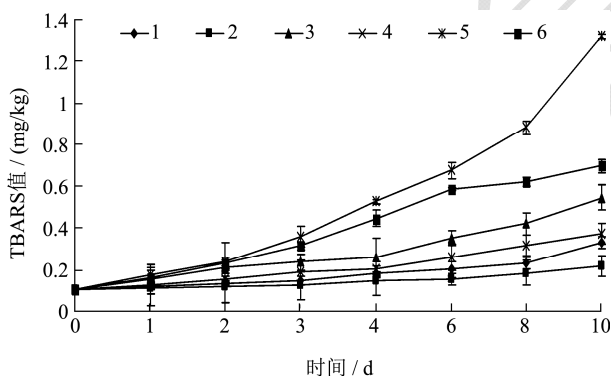


图3 鼠尾草酸/LDPE活性膜对鸡肉丸TBARS的影响

Fig.3 Effect of carnosic acid/LDPE film on the TBARS value of chicken meatballs

注:1表示4℃LDPE膜;2表示4℃鼠尾草酸/LDPE活性膜;3表示20℃LDPE膜;4表示20℃鼠尾草酸/LDPE活性膜;5表示37℃LDPE膜;6表示37℃鼠尾草酸/LDPE活性膜。

TBARS值常用来判定含脂类物质贮藏早期的氧化程度,鸡肉丸在贮藏过程中,油脂会发生氧化反应,氧化产物分解生成低级脂肪酸、醛和酮等,其中的代表性成分丙二醛(MDA)与TBA反应生成MDA-TBA

复合物,此复合物在532 nm处有最大吸收峰,吸收强度与丙二醛浓度有一定的线性关系<sup>[12]</sup>。

图3是不同温度下,鼠尾草酸/LDPE活性膜及LDPE膜包装的鸡肉丸在贮藏过程中TBARS值的变化情况,由图可知,贮藏初期,各组TBARS值差异不明显,随着贮藏时间的延长,各组均呈上升趋势,且温度越高,上升趋势越明显。37℃条件下的鸡肉丸,TBARS值明显高于20℃和4℃条件下的鸡肉丸。同一温度条件下,鼠尾草酸/LDPE活性膜包装的鸡肉丸的TBARS值明显低于LDPE膜包装的鸡肉丸,这是由于鼠尾草酸/LDPE活性膜与鸡肉丸接触过程中,添加的鼠尾草酸具有抗氧化作用,并向鸡肉丸缓慢迁移<sup>[2]</sup>,从而参与了鸡肉丸的抗氧化反应,抑制鸡肉丸中脂肪的氧化,从而减少丙二醛的产生。贾娜<sup>[13]</sup>等将迷迭香提取物添加到鸡肉糜中,通过测定鸡肉糜的TBARS值发现,添加了迷迭香提取物的处理组的TBARS值显著低于对照组,说明迷迭香提取物能够发挥抗氧化作用,抑制鸡肉糜的脂肪氧化,而迷迭香提取物中主要成分是鼠尾草酸<sup>[14]</sup>,与本研究结果一致。

## 3 结论

鼠尾草酸/LDPE活性膜包装的鸡肉丸各项指标(感官评分、酸价、质构和TBARS)均优于普通LDPE膜,说明鼠尾草酸/LDPE活性膜能够延缓鸡肉丸的氧化变质,有效改善鸡肉丸的贮藏品质。

## 参考文献

- [1] Barbosa-Pereira L, Cruz J M, Sendon R, et al. Development of antioxidant active films containing tocopherols to extend the shelf life of fish [J]. Food Control, 2013, 31(1): 236-243
- [2] Shuangling Zhang, Haiyan Zhao. Study on flavonoid migration from active low-density polyethylene film into aqueous food simulants [J]. Food Chemistry, 2014, 157: 45-50
- [3] Mozarowski, Plmikolajczak, Abogacz, et al. Rosmarinus Officinalis L. Leaf extract improves memory impairment and affects acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase activities in rat brain [J]. Fitoterapia, 2013, 91(2): 261-271
- [4] Osman Kılınççeker, Fatma Hepsağ, Şükrü Kurt. The effects of lentil and chickpea flours as the breeding materials on some properties of chicken meatballs during frozen storage [J]. Journal of Food Science and Technology, 2015, 52(1): 580-585
- [5] 马汉军,周光宏,潘润淑,等.高压处理对鸡肉丸品质的影响 [J].食品科学,2009,30(19):128-130

- MA Han-Jun, ZHOU Guang-hong, PAN Run-shu, et al. Effects of high pressure treatment on quality of chicken meatballs [J]. Food Science, 2009, 30(19): 128-130
- [6] Velioglu, Hasan Murat. Low-fat beef patties with cold-pressed oils optimized by mixture design [J]. Journal of Food & Nutrition Research, 2016, 55(1): 89-100
- [7] 洪晶,宗瑜,汪少芸,等.复配亲水胶对低脂白羽鸡肉丸硬度和感官品质的影响[J].福州大学学报,2012,40(5):690-694  
HONG Jing, ZONG Yu, WANG Shao-yun, et al. Effect of hydrocolloids on the hardness quality of low-fat white chicken meatball [J]. Journal of Fuzhou University, 2012, 40(5): 690-694
- [8] Elena T, Pier Antimo C, Silv C, et al. Effect of modified atmosphere and active packaging on the shelf-life of fresh bluefintuna fillets [J]. Journal of Food Engineering, 2011, 105(3): 429-435
- [9] Naveena B M, Muthukumar M, Kulkarni V V, et al. Effect of aging on the physicochemical, textural, microbial and proteome changes in emu (*dromaius novaehollandiae*) meat under different packaging conditions [J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2015, 39(6): 2497-2506
- [10] 贾娜,陈璐,孔保华.迷迭香提取物对牛肉丸冻藏过程中脂肪氧化和品质特性的影响[J].现代食品科技,2015,3 (19): 117-123
- JIA Na, CHEN Lu, KONG Bao-hua. Effect of rosemary extract on fat oxidation and quality characteristics of beef balls during frozen storage [J]. Modern Food Science and Technology, 2015, 3(19): 117-123
- [11] 曹玲,张坤生,任云霞.冷却方式对熟制鸡肉丸品质的影响[J].食品工业,2015,36(3):78-82  
CAO Ling, ZHANG Kun-sheng, REN Yun-xia. Effect of cooling methods on quality of cooked chicken meat balls [J]. The Food Industry, 2015, 36(3): 78-82
- [12] Wenjiao F, Yongkui Z, Yunchuan C, et al. TBARS predictive models of pork sausages stored at different temperatures [J]. Meat Science, 2014, 96(1): 1-4
- [13] 贾娜,郭倩,宋立.迷迭香提取对鸡肉糜冷藏过程中品质特性的影响[J].食品与发酵科技,2014,50(1):60-63  
JIA Na, GUO Qian, SONG Li. Effect of rosmmary extracts on quality properties of chicken patties during chilled storage [J]. Sichuan Food and Fermentation, 2014, 50(1): 60-63
- [14] María Romo Vaquero, Rocío García Villalba, Mar Larrosa, et al. Bioavailability of the major bioactive diterpenoids in a rosemary extract: metabolic profile in the intestine, liver, plasma, and brain of zucker rats [J]. Molecular Nutrition & Food Research, 2013, 57(10): 1834-1846