

# 辣椒籽油对肉糜低温贮藏特性的影响

## Effect of chilli seed oil on storage characteristics of pork meat at low temperature

沈文娇<sup>1,2,3</sup> 何新益<sup>1,2,3</sup> 甄润英<sup>1,2,3</sup> 冯长禄<sup>4</sup> 刘斌<sup>4</sup>

SHEN Wen-jiao<sup>1,2,3</sup> HE Xin-yi<sup>1,2,3</sup> ZHEN Run-ying<sup>1,2,3</sup> FENG Chang-lu<sup>4</sup> LIU Bin<sup>4</sup>

(1. 天津农学院食品科学与生物工程学院, 天津 300384; 2. 天津市农副产品深加工技术工程中心, 天津 300384; 3. 天津市科教兴农集成创新示范基地, 天津 300384; 4. 天津市鸿禄食品有限公司, 天津 301713)

(1. Department of Food Science and Biotechnology, Tianjin Agriculture University, Tianjin 300384, China; 2. Tianjin Engineering and Technology Research Center of Agricultural Products Processing, Tianjin 300384, China; 3. Tianjin Agricultural Innovation Demonstration Base for Integration of Technology and Education, Tianjin 300384, China; 4. Tianjin Hong Lu Food Co. Ltd, Tianjin 301713, China)

**摘要:**为探讨辣椒籽油对猪肉肉糜的保鲜效果,研究了辣椒籽油添加及不同包装方式对猪肉肉糜在 4 °C 低温贮藏条件下的质构、色差、保水性、挥发性盐基氮、TBARS 值、菌落总数等指标的影响。结果表明,辣椒籽油的添加使肉糜的红度值提高了 2 倍,且对肉糜的 pH、硬度都有积极影响,辣椒籽油与真空包装结合使用使肉糜的脂肪氧化、蛋白氧化变缓。贮藏第 9 天对照组 TBARS 值已达到 1.95 mg/kg,辣椒籽油组仅 1.39 mg/kg;对照组 TVB-N 值达到 28.7 mg/100 g,辣椒籽油组仅 16.8 mg/100 g。在辣椒籽油和真空包装的联合作用下可有效延长肉糜保质期 2 d 以上。

**关键词:**肉糜;辣椒籽油;TBARS;保质期

**Abstract:** The effects of the addition of chilli seed oil and different packaging methods of pork meat at 4 °C were studied, on the texture, color difference, water retention, volatile nitrogen, TBARS and colony count, to explore the preservation effect on pork meat emulsion. The results indicate that the red value of the meat emulsion was increased by the addition of chilli seed oil, and the addition had a positive effect on the pH and hardness of the meat emulsion. The fat oxidation and the protein oxidation of the meat emulsion get slow by the combination of the chilli seed oil and the vacuum packaging. The TBARS of control group had reached 1.95 mg/kg on the 9th day but

only 1.39 mg/kg in the chilli seed oil group, the TVB-N value of the control group reached 28.7 mg/100 g at the 9th day, while the chilli seed oil group reached the 16.8 mg/100 g. It can effectively extend the shelf life of meat more than 2 days in the combination of chilli seed oil and vacuum packaging.

**Keywords:** pork meat; chilli seed oil; TBARS; Shelf life

中国是肉类工业的大国,消费量占全球消费总量的 1/4 多。随着人口增长、收入提高及城镇化发展,未来中国肉类消费将继续增长<sup>[1]</sup>。猪肉糜是常见的肉类食品,由于肉脯、火腿、肉饼、调理肉馅及冷鲜肉馅等的存在,作为加工的前序原料,肉糜的研究可为肉制品提供数据参考,提高肉糜的食用品质成为食品加工中关注的热点。肉糜新鲜度是衡量肉品食用要求的重要标准之一,反映了肉品的新鲜程度。肉糜的贮藏过程及包装种类等因素对肉料或肉糜的品质有一定影响。袁先群等<sup>[2]</sup>考察了 3 个贮藏温度下,托盘包装冷鲜猪肉品质的变化和微生物的生长变化,结果表明,在 1~3 °C 条件冷鲜猪肉的贮藏时间不超过 6 d;在 4~6 °C 贮藏条件下冷鲜猪肉的贮藏时间不超过 4 d;在 7~9 °C 贮藏条件下冷鲜猪肉的贮藏时间不超过 2 d。Choi 等<sup>[3]</sup>发现以葡萄籽油代替肉糜脂肪,可有效降低肉糜产品的脂肪含量,提高产品的水分、灰分含量、凝聚性、咀嚼性和肌浆蛋白溶解度,同时能够降低产品的蒸煮损失、提高乳状液的稳定性和表观黏度。目前,利用肉糜的 pH 值、挥发性盐基氮含量等作为评价新鲜度的依据,已逐步得到认可。童宝宏等<sup>[4]</sup>探究了贮藏温度对绞切加工猪肉肉糜新鲜度的影响情况,发现贮藏温度低更利于肉糜的保新。合理的贮藏温度及包装既可以保证肉糜新

**基金项目:**天津市农业科技合作项目(编号:201410061027)

**作者简介:**沈文娇,女,天津农学院在读硕士研究生。

**通信作者:**何新益(1974—),男,天津农学院教授,博士。

E-mail: hedevid@163.com

甄润英(1962—),女,天津农学院教授,硕士。

E-mail: 593283104@qq.com

**收稿日期:**2017-04-03

鲜度,也可以降低贮藏成本。

在肉糜等生鲜食品中添加天然香辛料是延长其货架期的主要途径之一。Shan B等<sup>[5]</sup>研究了膳食香辛料和医用草本提取物的体外抗氧化活性,发现其抗氧化能力与酚类物质组成紧密相关;贾娜等<sup>[6]</sup>研究了香辛料提取物的不同使用方式对酱牛肉色泽的影响,发现无论单一还是复配,3种提取物均具有保护酱牛肉颜色的作用;吴月德等<sup>[7]</sup>阐述香辛料中的天然成分具有抗氧化活性,添加于富含脂肪的肉品及油脂中均能延长保质期;田迪英等<sup>[8]</sup>比较了不同溶剂对辣椒、香菜和生姜提取率的影响及对鱼油的抗氧化效果,结果表明:乙醇提取率较高,且对鱼油抗氧化效果最显著;孙卫青等<sup>[9]</sup>选用6种常用天然香辛料,研究香辛料提取物浓度对生鲜猪肉的抑菌性能,结果表明辣椒等4种提取物的抑菌性好。可见辣椒的抑菌和抗氧化作用较好,而已有的研究<sup>[10-13]</sup>发现,作为副产物的辣椒籽中黄酮含量丰富,对猪油也具有有良好的抗氧化效果。然而,辣椒籽油对肉糜品质影响的研究还未见报道,本研究将辣椒籽油应用于肉糜中,拟重点对反映肉糜新鲜度的相关参数进行分析,主要考察辣椒籽油和包装方式对猪肉肉糜新鲜度的影响。为调理肉馅、肉脯类食品的研发开拓了思路,辣椒籽油添加在肉糜中对肉制品具有一定的积极作用,能够满足人们对于绿色、安全、健康产品的需求,为肉糜的贮藏及后加工提供参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料与试剂

猪前夹肉、食盐、保鲜膜包装、PE聚乙烯普通冰箱保鲜膜、PP塑料盒:市售;

辣椒籽油:辣椒素含量0.189 8 mg/g,河南商丘乡味浓食品有限公司;

硫代巴比妥酸、三氯乙酸、氯仿、氢氧化钠、碳酸钾、阿拉伯胶、丙三醇、无水碳酸钠、硼酸、盐酸、甲基红、次甲基蓝、无水乙醇:均为分析纯试剂;

真空包装袋:PA/PE复合膜,单层厚度0.075 mm,市售。

### 1.2 仪器与设备

紫外/可见分光光度计:UV-1800型,北京瑞利分析仪器公司;

分光色差仪:CM-5型,柯尼卡美达公司;

物性分析仪:TA.XT plus型,英国SMS公司;

电子分析天平:FA2204B型,上海佑科仪器仪表有限公司;

西门子冰箱:BCD-254型,博西华家用电器有限公司;

水分活度测定仪:AW-1型,无锡市碧波电子设备厂;

真空包装机:DZ-500 / 2S型,诸城市美川机械有限公司。

### 1.3 试验方法

1.3.1 猪肉糜的制备 将购买的新鲜猪肉肥瘦分离,切成约2~3 cm厚的小块,分别绞碎,按肥瘦质量比2:8将肉糜进行调配,并加入3%食盐,以不加任何油脂作为空白组,试验

组添加8%辣椒籽油,将肉糜和辅料搅拌均匀,然后称取肉糜(10±1)g/份,分别进行真空包装(抽气时间20 s,加热时间3 s)和保鲜膜覆盖包装,存于4℃,待测备用。蒋平香<sup>[14]</sup>研究了油脂添加对碎肉重组的影响,发现油脂添加量在6%~12%,其硬度、持水力、干基水分等均较好,故本研究选择8%作为辣椒籽油添加量进行试验研究。试验分组见表1。

表1 样品缩写释义

Table 1 Sample explanation

| 样品 | 包装方式  | 辣椒籽油添加量/% |
|----|-------|-----------|
| KB | 保鲜膜包装 | 0         |
| KZ | 真空包装  | 0         |
| LB | 保鲜膜包装 | 8         |
| LZ | 真空包装  | 8         |

1.3.2 色差的测定 用CM-5型色差仪测定待测样品的L\*、a\*、b\*值。仪器经自动自检及零点白板校正后可测定,选择测试皿测量,设置30 mm孔径,将肉糜铺满样品皿底部,置于载样台上进行测量,肉糜和样池底部之间无空隙,每个样品分别测定3个随机点,记录测定值。

1.3.3 肉糜质构的测定 采用物性分析仪对肉糜进行分析测定硬度、弹性、凝聚性、咀嚼性、回复性等指标,每组3个样,取平均值。将相同质量和大小的肉糜成团,放在测试平台上,选用P/75探头,仪器参数设定为:测前速度2 mm/s,测试速度1 mm/s,测试后速度1 mm/s,压缩比为50%,触发力5 g,停留时间5 s。

1.3.4 pH值的测定 采用便携式胴体肉类pH值测量仪,对肉糜的pH值进行测定,对每种处理测定6次,取其平均值为该肉糜的pH值。

1.3.5 水分活度的测定 选用静置24 h的饱和氯化钾溶液对水分活度仪进行校准,校准完成后,将待测样品放入玻璃器皿中,把玻璃器皿放入测试盒中,旋紧测试盒,掀“—”键,仪器进入检测状态,测试时间到记录Aw值。

1.3.6 挥发性盐基氮的测定 称取约10.0 g肉糜样品于锥形瓶中,加70 mL蒸馏水,间歇振摇,静置30 min后转移至100 mL容量瓶中,蒸馏水定容至刻度,过滤,滤液置于冰箱备用。按照文献<sup>[15]</sup>中的微量扩散法测定。

1.3.7 TBARS值的测定 参照Wang等<sup>[16]</sup>的方法,稍作修改,取200~400 mg肉糜样品,放于带有刻度的试管中,加入3 mL 1% TBA和15 mL TCA-HCl溶液,混匀后沸水浴30 min,取出自来水冲淋冷却到室温,取4 mL样品加入等体积氯仿,旋涡混合,于3 000 r/min离心10 min,取上层清液在532 nm波长处测定吸光值。TBARS值表示为每升脂质氧化样品中含有丙二醛的毫克数。TBARS值按式(1)计算:

$$T = \frac{A_{532} \times 9.48}{W}, \quad (1)$$

式中:

T——TBARS值,mg/kg;

A<sub>532</sub>——测样的吸光度;

W——样品重量, g;

9.48——常数。

1.3.8 肉糜蒸煮损失的测定 准确称取适量肉糜, 将其置于 50 mL 离心管中, 在 80 °C 水浴条件下煮制 30 min, 取出冷却至室温。然后用滤纸擦掉表面可见的水分和油脂, 准确称重  $M_2$ , 按式(2)计算蒸煮损失。

$$Y = \frac{M_1 - M_2}{W} \times 100\%, \quad (2)$$

式中:

Y——蒸煮损失, %;

$M_1$ ——煮制前肉糜质量, g;

$M_2$ ——煮制后肉糜质量, g。

1.3.9 感官评价 选 10 位经过培训的试验人员, 对肉糜的气味、黏度、色泽、弹性和总体可接受性进行评分, 感官评价标准见表 2, 根据评分进行评价。

表 2 感官评价标准

Table 2 The criteria of sensory evaluation

| 分数 | 气味              | 黏度         | 色泽               | 弹性               | 可接受性   |
|----|-----------------|------------|------------------|------------------|--------|
| 7  | 具有鲜猪肉正常的气味, 无异味 | 外表微干或微湿润   | 脂肪呈白色, 有光泽, 色泽均匀 | 指压后凹陷恢复快         | 可接受性高  |
| 4  | 稍有酸味或氨味         | 外表干燥, 或易黏手 | 肌肉色泽稍暗, 脂肪缺乏光泽   | 指压后凹陷恢复慢, 无法完全恢复 | 可接受性适中 |
| 1  | 有明显异味, 变质气味     | 黏度较大, 有黏液  | 色泽很暗, 脂肪有霉变、腐败现象 | 弹性极差             | 可接受性低  |

1.3.10 菌落总数的测定 按 GB/T 4789.2—2010《食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定》执行。

1.3.11 数据处理方法 试验指标平行测定 3 次, 数据间差异性使用 SPSS 17.0 分析, 利用 Excel 2010 绘制曲线。

## 2 结果与讨论

### 2.1 色泽的变化

辣椒籽油的添加对肉糜贮藏期内色差值的影响见图 1。

由图 1(a)可知, 辣椒籽油对肉糜色差值的影响是极显著的( $P < 0.01$ )。8% 辣椒籽油组(LB、LZ)的白度值明显低于对照组(KB 和 KZ), 由于辣椒籽油本身存在的天然红色素, 对肉糜的颜色有益。添加辣椒籽油后的白度值与韩齐等<sup>[17]</sup>测定的红肠的白度值差不多, 并且随着时间的延长, 白度值并没有随之下降, 可见辣椒籽油对于肉糜的色泽的稳定有一定积极作用。

图 1(b)中辣椒籽油组的  $a^*$  值明显高于对照组, 且随着贮藏期延长, 红色值缓慢变化。红色是鲜肉的重要感官指标, 同时也是利用肉糜深加工的肉脯、肉干等重要的视觉因素, 辣椒籽油的添加增加了肉糜的红色值, 应该是辣椒籽油中含有天然的辣椒红色素, 使肉糜颜色更鲜红。

### 2.2 肉糜质构特性的影响

2.2.1 硬度的影响 由图 2 可知, 添加辣椒籽油的肉糜初始硬度值低于对照组的。在贮藏期内, 对照组肉糜(KB、KZ)的

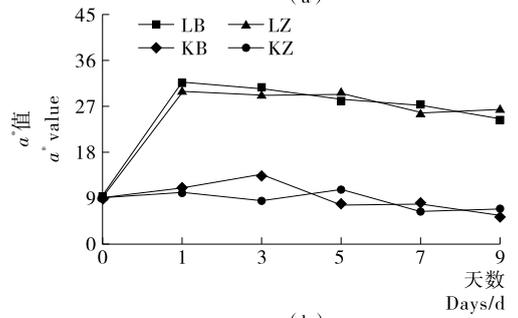
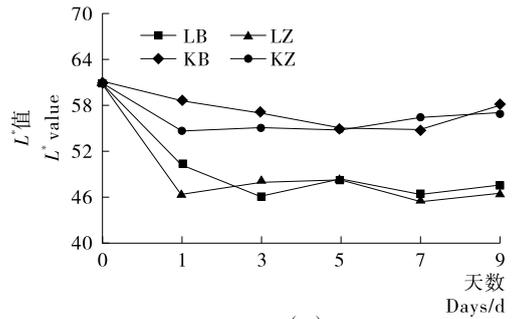


图 1 肉糜色差  $L^*$  值和  $a^*$  值

Figure 1 Color difference  $L^*$  and  $a^*$  of meat

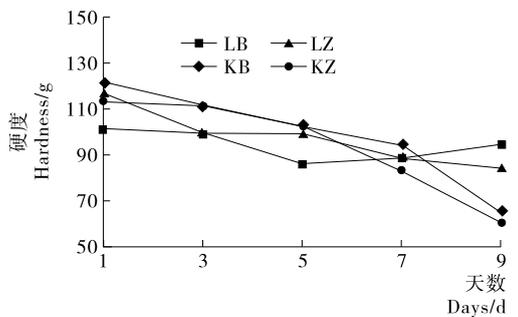


图 2 肉糜硬度随时间变化曲线

Figure 2 The curve of hardness of meat

硬度随时间变化明显降低, 分别由起初的 122.673 g 和 114.060 g 降至 64.362 g 和 60.135 g, 在贮藏期(9 d)内, 硬度下降幅度较大。而辣椒籽油组硬度值虽小于对照组, 但其变化幅度显著小于对照组。

硬度是肉糜达到某种程度形变所需要的力, 是评价肉类质地的重要指标<sup>[18]</sup>, 在贮藏时间为 1~7 d, 辣椒籽油组硬度均在对照组之下, 可见辣椒籽油的添加能够降低肉糜的硬度, 且在 9 d 内均处于相对平稳状态, 这与蒋升香<sup>[14,21]</sup>的结论, 油脂的润滑作用大于水分变化对产品硬度产生的影响相一致。可见, 辣椒籽油的添加能够降低肉糜的初始硬度, 对肉糜硬度的稳定性有积极作用。

2.2.2 辣椒籽油对肉糜弹性的影响 弹性是样品经过第一次压缩之后能够再恢复的程度<sup>[18]</sup>。由图 3 可知, 添加辣椒籽油组(LB、LZ)的初始弹性明显低于对照组( $P < 0.05$ ), 从第 3 天开始, KB 下降明显, 且下降速率较快。而 LB、LZ、KZ

的弹性变化相对平稳,但添加辣椒籽油组弹性仍低于对照组,可见,辣椒籽油的添加对猪肉糜的弹性有一定影响,它能够使猪肉糜的弹性降低,可能是油脂属流体物质,添加于肉糜中增加了其水分,使其肉质变化弹性下降。

另外,可以看出真空包装组(LZ、KZ)相对于同处理下的保鲜膜包装组弹性较大,真空包装能够有效阻止水分的流失,抑制微生物对营养物质的分解,减少了肉糜组织结构的破坏,利于维持弹性稳定。

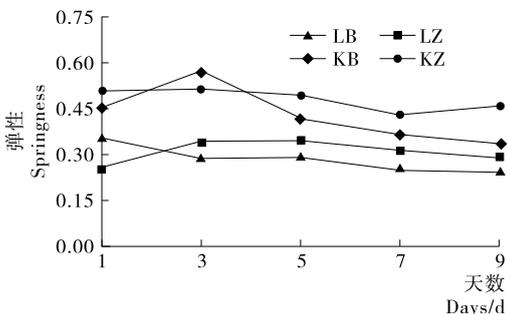


图3 肉糜弹性随时间变化曲线

Figure 3 The curve of springiness of raw meat

2.2.3 凝聚性的影响 凝聚性是指猪肉糜经过第一次压缩变形后所表现出来的对第二次压缩的相对抵抗能力,可以反映出咀嚼时肉糜抵抗受损并紧密连接、使其本身保持完整的性质,反映了肉糜内部结合力的大小。

由图4可知,添加辣椒籽油的肉糜凝聚性初始值略低,但变化趋势与对照组基本一致,辣椒籽油组和对对照组肉糜的凝聚性在贮藏初期基本不变,第3天开始肉糜凝聚性随着时间的延长而增大,到第5天基本达到平稳并极缓慢的下降。最终凝聚性大小依次为 KZ>KB>LZ>LB,凝聚性的降低说明组成猪肉糜结构的内部结合力逐渐减小,产生不可恢复变形所需功也减小。

辣椒籽油的添加降低了肉糜的凝聚性,可能是油脂添加至绞碎肉糜体系中,其中的蛋白数量无法包裹全部油脂颗粒,肉糜的凝胶结构变差,导致凝聚性降低<sup>[14]26-27</sup>,但并未使肉质松散,结合感官数据,3 d后对照组的弹性和硬度均过于大,可以看出肉质逐渐出现干硬的变化,以添加辣椒籽油组的可接受性而言,有助于肉糜的贮藏。

2.2.4 咀嚼性的影响 咀嚼性是硬度、弹性、凝聚性三者的乘积,是描述肉品质构的综合评定指标,用于描述固体食品可吞咽时需做的功,综合反映了肉糜对咀嚼的持续抵抗性。咀嚼性过大和过小均对肉糜造成不好的影响,咀嚼性过小肉,制变得松弛,而咀嚼性过大,嚼劲过大,品质较差。

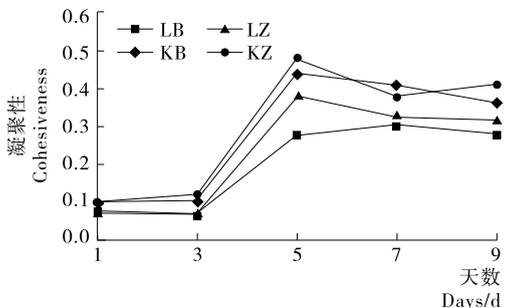


图4 肉糜凝聚性随时间变化曲线

Figure 4 The curve of cohesiveness of meat

由图5可知,添加辣椒籽油的肉糜咀嚼性显著低于对照组( $P<0.01$ ),但趋势较为平稳,而对对照组的咀嚼性大于辣椒籽油组,且随着时间的延长对照组咀嚼性明显下降,但仍高于辣椒籽油组。可见,辣椒籽油的添加能够降低肉糜的咀嚼性。

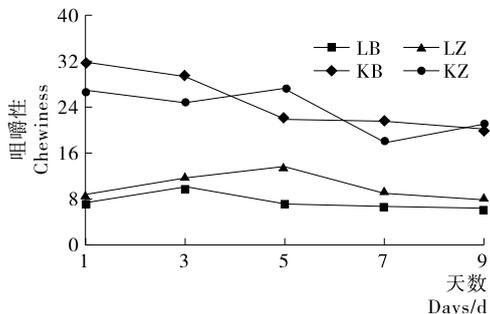


图5 肉糜咀嚼性随时间变化曲线

Figure 5 The curve of chewiness of raw meat

2.2.5 回复性的影响 回复性表明肉糜在第一次压缩过程中的回弹能力。由图6可知,对照组肉糜的整体回复性高于辣椒籽油组,对照组回复性基本保持在0.075~0.09,且KZ的回复能力随着时间的延长逐渐变小,且略有起伏,说明随着肉样放置的时间延长,肉糜抵抗外部压力所做的功减小,恢复自身结构的能力降低。而辣椒籽油组回复性维持在0.60左右,呈现稳定状态,并且无论是真空包装还是保鲜膜包装对添加辣椒籽油组的回复性均无显著影响( $P>0.05$ ),可见辣椒籽油的添加降低了肉糜的回复性,而包装方式对肉糜的回复性影响不大。

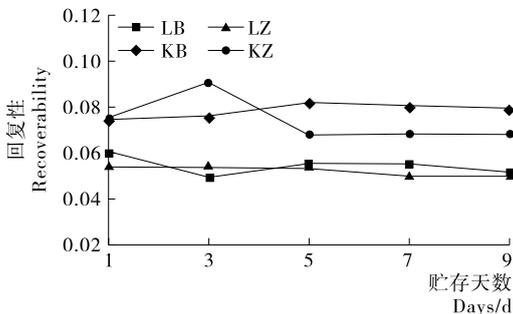


图6 肉糜回复性随时间变化曲线

Figure 6 The curve of resilience of meat

2.3 肉糜 pH 值的影响

图7是不同处理肉糜在低温贮藏过程中pH的变化情况。由图7可知,冷藏初期,对照组和辣椒籽油处理组肉糜的pH变化差异不显著( $P>0.05$ ),而第3天起,LB、KB呈现上升趋势,其中,KB的pH大小和上升幅度远大于LB,pH上升幅度变大可能是蛋白质分解成氨及胺类等碱性含氮物质造成的,可见,在真空包装方式下,添加辣椒籽油对肉糜pH值的大小和增长速率具有明显的抑制作用。

而LZ、KZ在贮藏期间呈现下降趋势,但较缓慢。可能

是微生物作用使糖原降解生成乳酸等弱的有机酸造成的,也可能是真空包装有效阻止了肉糜在贮藏过程中的二次污染。

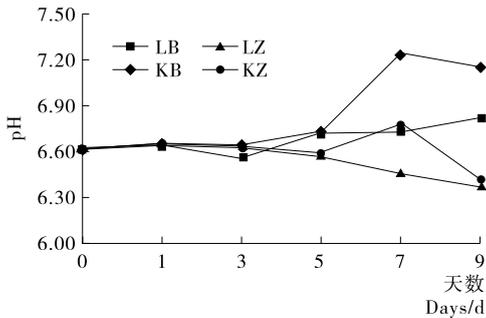


图 7 肉糜中 pH 值变化曲线

Figure 7 The curve of pH of meat

段红敏<sup>[19]</sup>研究发现真空环境能够更有效抑制好氧微生物的生命活动,减少了营养物质的分解,从而使得酸性物质的积累减少。

#### 2.4 肉糜水分活度的影响

水分活度是微生物所需的必要条件,当  $A_w > 0.95$ , 适宜大多数细菌的生长,  $A_w < 0.90$ , 能够限制部分细菌的生长繁殖<sup>[20]</sup>。此外 Wit M D. Osthoff G<sup>[21]</sup> 研究表明脂类氧化反应也与水分活度有很大关系。在  $A_w > 0.8$ , 脂类的氧化速度降低,这是由于水对酶等催化剂产生了稀释效应而降低了其催化效力,也就是说水分活度的降低反而会加速脂肪氧化酸败。

由表 3 可知,各组样品第 1 天水分活度增加明显,之后变化不大且均保持在 0.94 左右。可见,保鲜膜和真空包装两种包装方式下的水分活度差异不显著 ( $P > 0.05$ )。说明辣椒籽油和包装方式在低温贮藏期间对水分活度的影响不大。

表 3 肉糜中水分活度变化

Table 3 The curve of water activity of meat

| 贮藏时间/d | LB    | LZ    | KB    | KZ    |
|--------|-------|-------|-------|-------|
| 0      | 0.817 | 0.817 | 0.817 | 0.817 |
| 1      | 0.942 | 0.928 | 0.932 | 0.933 |
| 3      | 0.956 | 0.941 | 0.938 | 0.928 |
| 5      | 0.963 | 0.963 | 0.958 | 0.969 |
| 7      | 0.955 | 0.954 | 0.946 | 0.951 |
| 9      | 0.954 | 0.976 | 0.965 | 0.978 |

#### 2.5 TBARS 值的影响

TBARS 是一个评价脂肪氧化酸败的指标,在测定肉类和水产品的脂肪氧化酸败水平时,普遍使用 TBARS 值<sup>[22]</sup>。由图 8 可知,在贮藏期间,随着时间的延长, TBARS 整体呈现上升趋势,其中,KB 上升幅度最大,且高于辣椒籽油组,而 LB 和 LZ 上升幅度最小,且 LZ 的最小。总体 TBARS 值上升速率依次为  $KB > KC > LB > LZ$ 。对照组 KB 的 TBARS 值在第 9 天达到 1.95 mg/kg,而辣椒籽油组 LZ 仅为 1.39 mg/kg。可见,添加辣椒籽油和真空包装有效抑制了脂

肪氧化,并且 LZ 的变化表明,辣椒籽油结合真空包装对脂肪氧化的抑制效果最佳。

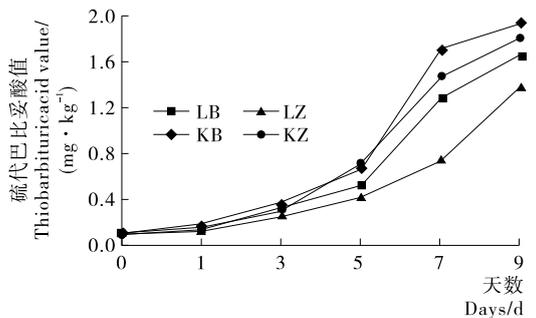


图 8 肉糜的 TBARS 值曲线

Figure 8 The curve of TBARS

#### 2.6 肉糜 TVB-N 的影响

TVB-N 值的变化一般是由于肉及肉制品自身携带的酶或者腐败微生物所分泌的胞外酶作用,使蛋白质降解产生氨及胺类物质。国标中规定可食猪肉中 TVB-N 值应  $\leq 20$  mg/100 g<sup>[23]</sup>。由图 9 可知,在贮藏期间,各处理组 TVB-N 值均呈上升趋势,随着低温贮藏时间延长,大量蛋白质分解菌使肉糜中蛋白降解,致使生物胺含量增加。

贮藏前期,TVB-N 值的变化幅度相对平稳,而 KB、KZ 在第 3 天开始迅速上升,且 KB 的 TVB-N 值高于 KZ 的,可见真空包装相比保鲜膜包装能够有效抑制蛋白质氧化;而 LB 和 LZ 在第 5 天开始上升,相比较对照组 LZ 的上升明显缓慢,说明辣椒籽油对蛋白质的氧化有抑制作用,对照组 KB 的在第 9 天达到 28.7 mg/100 g,而 LZ 仅在 16.8 mg/100 g,可见,真空包装和添加辣椒籽油结合使用,对蛋白氧化的抑制效果更好。

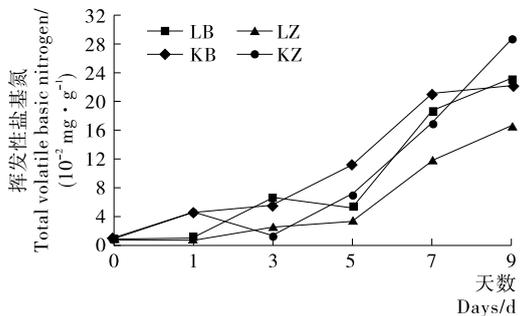


图 9 肉糜的 TVB-N 的变化曲线

Figure 9 The curve of TVB-N of meat

#### 2.7 菌落总数的变化

肉糜在低温贮藏过程中会发生腐败变质现象,虽然低温有利于抑制大部分微生物的生长,但仍有很多嗜冷菌能在低温条件下生长繁殖。宋永等<sup>[24]</sup>研究表明当肉糜的菌落总数达到  $10^6$  CFU/g 时,肉糜开始腐败变质,当达到  $10^7$  CFU/g 时,肉制品的外观会出现明显腐败现象。

由图 10 可以看出,肉糜在低温贮藏过程中细菌总数均呈现上升趋势,KB、LB 贮藏 3 d 后细菌总数快速上升,贮藏 5 d 后细菌总数远高于其他组,而 KZ、LZ 贮藏 3 d 后,总体趋势较为平缓,贮藏后期菌落总数由高到低依次为  $KB > LB >$

KZ>LZ,其中 LZ 的菌落总数较于其他组明显降低。可见,真空包装能够防止样品在贮藏过程中的持续污染,减少微生物

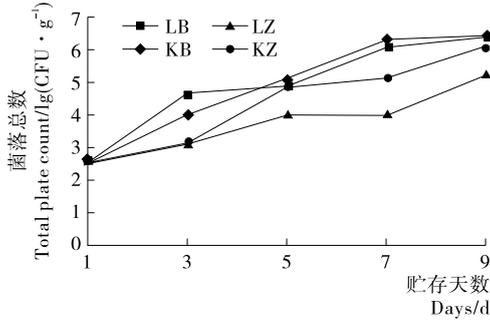


图 10 肉糜中菌落总数变化曲线

Figure 10 The curve of Total number of colonies

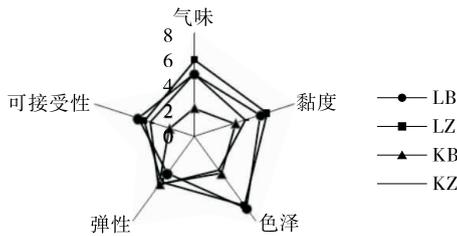
物的积累,也可阻水阻气,抑制好氧微生物的生长繁殖,从而降低微生物的数量。同时,辣椒籽油的添加也表现出了一定的抑菌作用,但从 LZ 的趋势来看,在真空包装和辣椒籽油的共同作用下,有效地抑制了细菌总数的增长,LZ 在第 9 天比 LB 低了约 2 个数量级,起到了抑菌保鲜的作用。

### 2.8 肉糜感官的影响

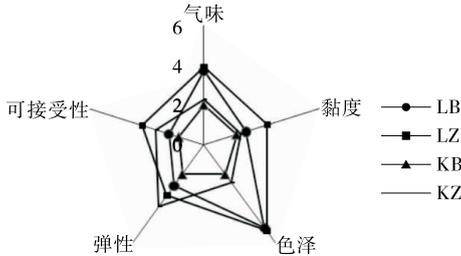
感官评价是衡量食品的直观指标。第 5、7、9 天辣椒籽油及包装对肉糜的气味、黏度、色泽、弹性和总体可接受性的影响见图 11。

由图 11 可知:

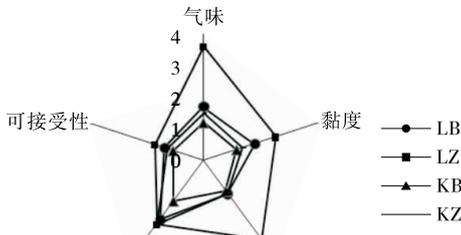
(a) 第 5 天的感官评分表现出添加辣椒籽油组的气味、色泽、黏度均明显优于对照组,故其总体可接受性较高;而辣椒籽油组弹性指标低于对照组;从第 5 天的数据来看,除弹性



(a) 第 5 天



(b) 第 7 天



(c) 第 9 天

图 11 辣椒籽油对肉糜感官品质的影响

Figure 11 Effect of chili seed oil on sensory evaluation

外的各项感官指标分值由低到高为 KB<KZ<LB<LZ,说明真空包装优于保鲜膜包装,且添加辣椒籽油对其贮藏期有明显的延长。

(b) 第 7 天的感官评分表现出添加辣椒籽油组的气味、色泽、黏度均明显优于对照组,辣椒籽油组弹性指标低于对照组,这与质构测定的弹性略差相符合,但总体可接受性评分明显高于对照组。

(c) LZ 的气味、色泽、黏度均明显优于对照组,除弹性外的各项感官指标分值由低到高为 KB<KZ<LB<LZ,且辣椒籽油的作用显著大于包装的作用,可见,在辣椒籽油和真空包装的整体作用下,肉糜在气味、黏度、色泽和可接受性上均优于对照组,尤其是色泽,辣椒籽油对肉的色泽有积极影响,但在弹性上略差于对照组;对照组中 KB 的各指标分值均较低,显示在保鲜膜包装下对照组提前达到了腐败状态。

综合来看,KB 在第 5 天就已腐败变质,第 7 天 KB、KZ 均腐败,而此时 LB 和 LZ 评分良好,可见,辣椒籽油对肉糜的色泽贡献较大,并且辣椒籽油的添加能够在一定程度上延长肉糜的保质期,可能是辣椒籽油中存在辣椒素和类黄酮等活性物质。

### 3 结论

辣椒籽油添加在肉糜中,能够降低肉糜的白度值,提高肉糜的红度值,对肉糜色泽的稳定性有一定作用;同时辣椒籽油添加对肉糜硬度影响较大,能够明显改善肉糜硬度;而对弹性等指标无积极影响,但结合感官数据发现,弹性表现差异不大,且在可接受范围;辣椒籽油添加在肉糜中对 pH 值有明显的抑制作用,辣椒籽油与真空包装结合使用使肉糜的脂肪氧化、蛋白氧化变慢,对照组 TBARS 值第 9 天达到 1.95 mg/kg,而辣椒籽油组仅为 1.39 mg/kg,对照组 TVB-N 值第 9 天达到 28.7 mg/100 g,而辣椒籽油组仅为 16.8 mg/100 g;辣椒籽油对肉糜的作用效果大于包装方式的,8%辣椒籽油添加结合真空包装能够有效延长肉糜保质期。

### 参考文献

[1] 程广燕,刘珊珊,杨祯妮,等.中国肉类消费特征及 2020 年预测分析[J].中国农村经济,2015(2):76-82.  
 [2] 袁先群,贺稚非,李洪军,等.不同贮藏温度托盘包装冷鲜肉的品质变化[J].食品科学,2012,33(6):264-268.  
 [3] CHOI Yun-sang, CHOI Ji-hun, HAN Doo-jeong, et al. Optimization of replace pork back fat with grape seed oil and rice bran fiber for reduced-fat meat emulsion system[J]. Meat Science, 2010, 84(8): 212-218.  
 [4] 童宝宏,许正华,孙军,等.贮藏温度对绞切加工猪肉肉糜新鲜度的影响[J].食品与机械,2014,30(1):21-24.  
 [5] SHAN Bin, CAI Yi-zhong, BROOKS J D, et al. The in vitro antibacterial activity of dietary spice and medicine herb extracts [J]. International Journal of Food Microbiology, 2007, 117(6): 112-119.

- pal.) treated with mild-heat[J]. *Food Chemistry*, 2013, 136(2): 803-806.
- [7] ALBISHI T, JOHN J A, ALKHALIFA A S, et al. Antioxidative phenolic constituents of skins of onion varieties and their activities[J]. *Journal of Functional Foods*, 2013, 5(1): 191-203.
- [8] LEE B, JUNG J H, KIM H S. Assessment of red onion on antioxidant activity in rat[J]. *Food and Chemical Toxicology*, 2012, 50(11): 3912-3919.
- [9] 徐靖. 洋葱提取物的防褐变研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2005: 27-30.
- [10] LEE B, JEONG D S, RHEE J K, et al. Heated apple juice supplemented with onion has greatly improved nutritional quality and browning index[J]. *Food Chemistry*, 2016, 201(92): 315-319.
- [11] LEE M Y, LEE M K, PARK I. Inhibitory effect of onion extract on polyphenol oxidase and enzymatic browning of taro (*Colocasia antiquorum* var. *esculenta*) [J]. *Food Chemistry*, 2007, 105(10): 528-532.
- [12] 胡燕, 陈忠杰. 洋葱提取液对鲜切莲藕保鲜效果的研究[J]. *中国食品添加剂*, 2014(5): 166-170.
- [13] 李向红, 王建辉, 靳娜. 海藻酸钠复合膜对带壳鲜莲贮藏品质的影响[J]. *食品与机械*, 2015, 31(5): 169-173.
- [14] 刘峥颖, 吴广臣, 王庭欣. 壳聚糖保鲜食品的机理及其应用的研究[J]. *食品科学*, 2005, 26(8): 533-537.
- [15] 马利华, 秦卫东, 陈学红, 等. 可食性膜特性与鲜切山药涂膜保鲜效果的研究[J]. *食品工业科技*, 2013, 34(17): 326-333.
- [16] 王兰菊, 屠琼芳, 刘颖, 等. 壳聚糖涂膜对鲜切山药品质的影响[J]. *食品工业科技*, 2009, 30(4): 309-311.
- [17] 刘焕云, 张香美. 溶剂法提取洋葱油的工艺研究[J]. *中国粮油学报*, 2006, 21(6): 123-125.
- [18] 王鸿飞, 邵兴锋. 果品蔬菜贮藏与加工实验指导[M]. 北京: 科学出版社, 2012.
- [19] 李静, 聂继云, 李海飞, 等. Folin-酚法测定水果及其制品中总多酚含量的条件[J]. *果树学报*, 2008, 25(1): 126-131.
- [20] DING C, CHACHIN K, UEDA Y, et al. Inhibition of polyphenol oxidase activity by sulfhydryl compounds[J]. *Food Chemistry*, 2002, 76(1): 213-218.
- [21] 张慧君, 宫春宇, 王文侠, 等. 壳聚糖涂膜保鲜菠菜研究[J]. *食品与机械*, 2011, 27(3): 112-115.
- [22] BOUDET A M. Evolution and current status of research in phenolic compounds[J]. *Phytochemistry*, 2007, 68(22): 2722-2735.
- [23] 谭谊谈, 曾凯芳. 抗坏血酸、半胱氨酸与氯化钙复合处理对鲜切芋艿褐变的影响[J]. *食品科学*, 2014, 35(4): 231-235.
- [24] MASSOLO J F, CONCELLONA A, CHAVESA A R, et al. 1-Methylcyclopropene (1-MCP) delays senescence, maintains quality and reduces browning of nonclimacteric eggplant (*Solanum melongena* L.) fruit[J]. *Postharvest Bio Tec*, 2011, 59(1): 10-15.
- [25] 罗海波, 何雄, 包永华, 等. 鲜切果蔬品质劣变影响因素及其可能机理[J]. *食品科学*, 2012, 33(15): 324-330.
- [26] 刘程惠, 胡文忠, 姜爱丽, 等. 不同贮藏温度下鲜切马铃薯的生理生化变化[J]. *食品与机械*, 2008, 24(2): 38-42.
- [27] 谢晶, 王肽, 杨胜平. 复合保鲜剂结合 MAP 对鲜切茄子贮藏品质的影响[J]. *食品与机械*, 2015, 31(4): 134-137.
- [28] 林顺顺, 李瑜, 祝美云, 等. 大豆分离蛋白复合涂膜对鲜切马铃薯保鲜研究[J]. *食品与机械*, 2010, 26(6): 37-39, 74.

(上接第 133 页)

- [7] 吴月德, 沈旭丹, 吴俊斌, 等. 香辛料在肉类食品中抗氧化效应的研究进展[J]. *中国调味品*, 2015, 40(4): 133-136.
- [8] 田迪英, 杨荣华. 几种香辛料对鱼油抗氧化及消臭作用[J]. *食品工业*, 2002(5): 17-18.
- [9] 孙卫青. 几种天然香辛料抑菌性能的研究[J]. *湖北农学院学报*, 2004, 24(3): 207-209.
- [10] 沈文娇, 何新益, 冯长禄, 等. 辣椒籽对猪油抗氧化作用研究[J]. *食品与机械*, 2016, 32(12): 170-174.
- [11] 李达, 王知松, 丁筑红, 等. 辣椒籽品质分析及黄酮提取工艺研究[J]. *中国调味品*, 2010, 35(4): 49-51.
- [12] 韩文杰, 张俊强, 袁新英, 等. 辣椒籽油的抗氧化性和生产方法的研究进展[J]. *食品研究与开发*, 2015, 36(4): 149-152.
- [13] 刘彩丽, 马雪平, 王瑞霞, 等. 辣椒籽甲醇提取物的抗氧化性能的研究[J]. *中国粮油学报*, 2006, 21(3): 277-279.
- [14] 蒋平香. 油脂对重组肉干硬度及优化成型的影响研究[D]. 南宁: 广西大学, 2015.
- [15] 王世平. 食品理化检验技术[M]. 北京: 中国林业出版社, 2009: 136.
- [16] WANG Lynn L, XIONG You-ling L. Inhibition of lipid oxidation in cooked beef patties by hydrolyzed potato protein is related to its reducing and radical scavenging ability[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2005, 53(23): 9186-9192.
- [17] 韩齐, 姚来斌, 李媛媛, 等. 贮藏温度及相溶剂对红肠品质的影响[J]. *食品研究与开发*, 2016, 37(10): 188-195.
- [18] 陈娟, 徐学明. 软曲奇质地的 TPA 质构分析[J]. *中国粮油学报*, 2008, 23(1): 194-197.
- [19] 段红敏. 不同包装材料对酱卤类低温肉制品品质变化影响的研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2014: 15-16.
- [20] 周德庆. 微生物学教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 1993: 35-36.
- [21] DE Wit M, OSTHOFF G, VILJOEN B C, et al. A comparative study of lipolysis and proteolysis in Cheddar cheese and yeast-inoculated Cheddar cheese during ripening[J]. *Enzyme and Microbial Technology*, 2005, 37(6): 606-616.
- [22] 贾娜, 郭倩, 宋立, 等. 迷迭香提取物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.
- [23] 肖香, 王莉莉, 王敏, 等. 真空包装水晶肴肉的贮藏特性研究[J]. *食品与机械*, 2013, 29(1): 187-189.
- [24] 宋永, 李梦洋, 张春江, 等. 风干肠加工用混合香料挥发性化合物分析及其中两种香辛料对猪肉的保鲜效果[J]. *中国调味品*, 2016, 41(5): 37-40.