

## 丁香提取物对休闲酱卤猪手贮藏期间品质变化的影响

陈洪生, 潘德胤, 马金明, 杨裕如, 牛百慧, 刁静静

### Effects of Clove Extract on the Quality of Marinated Pork Trotters during Storage

CHEN Hongsheng, PAN Deyin, MA Jinming, YANG Yuru, NIU Baihui, and DIAO Jingjing

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2021040258>

## 您可能感兴趣的其他文章

### Articles you may be interested in

#### 超高压与热烫预处理对克氏原螯虾肉冻藏品质的影响

Effect of Ultra-high Pressure and Blanching Pretreatment on the Quality of Frozen *Procambarus clarkii* Meat

食品工业科技. 2020, 41(15): 288-296,322

#### UHP与HTST杀菌处理的猕猴桃NFC果汁贮藏期品质变化

Quality Changes of Kiwifruit NFC Juice during Storage with UHP and HTST Sterilization Treatment

食品工业科技. 2020, 41(9): 269-277,296

#### 复合生物保鲜剂对金线鱼鱼肉肠的保鲜作用

Effect of Composite Biological Preservative on the Quality of *Nemipterus virgatus* Sausages

食品工业科技. 2019, 40(4): 226-231

#### 不同保鲜剂结合微冻技术对虹鳟鱼块在贮藏期间品质的影响

Effect of partial freezing combined with different preservatives on quality of rainbow trout during storage

食品工业科技. 2018, 39(2): 285-289,294

#### 复合保鲜剂对薄壳山核桃贮藏品质的影响

Effects of Compound Preservative on the Postharvest Quality of *Carya illinoensis* during Storage

食品工业科技. 2021, 42(3): 258-264,271

#### 不同包装方式对捻转贮藏过程中品质变化的影响

Effect of different package manners on quality changes of nian zhuan during storage

食品工业科技. 2018, 39(7): 286-291



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

陈洪生, 潘德胤, 马金明, 等. 丁香提取物对休闲酱卤猪手贮藏期间品质变化的影响 [J]. 食品工业科技, 2021, 42(24): 299–305. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021040258

CHEN Hongsheng, PAN Deyin, MA Jinming, et al. Effects of Clove Extract on the Quality of Marinated Pork Trotters during Storage[J]. Science and Technology of Food Industry, 2021, 42(24): 299–305. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021040258

# 丁香提取物对休闲酱卤猪手贮藏期间品质变化的影响

陈洪生<sup>1,2</sup>, 潘德胤<sup>1</sup>, 马金明<sup>1</sup>, 杨裕如<sup>1</sup>, 牛百慧<sup>1</sup>, 刁静静<sup>3,\*</sup>

(1.黑龙江八一农垦大学食品学院, 黑龙江大庆 163319;

2.黑龙江省中加合作食品研究发展中心, 黑龙江大庆 163319;

3.黑龙江八一农垦大学, 国家杂粮工程技术研究中心, 黑龙江大庆 163319)

**摘要:** 本试验以猪手为原料, 研究丁香提取物 (clove extract, CE) 在贮藏期间对休闲酱卤猪手品质的影响。选取茶多酚、乳酸链球菌素 (Nisin)、溶菌酶 3 种保鲜剂做对比, 以确定 CE 对休闲酱卤猪手贮藏的保鲜效果。实验样品贮藏在 4 °C 的冰箱中, 每 10 d 进行一次指标测定, 测定指标包括菌落总数、水分活度、水分分布、硫代巴比妥酸 (TBARS) 值、剪切力、pH 和感官评分。结果表明, 40 d 时与其他保鲜剂组相比, CE 组各种指标良好, 能够有效保持猪手品质, 与对照组相比降低了 10.49% 的细菌总数, 抑制了 18.84% TBARS 值的增加, 增加了 24.89% 不易流动水的形成, 增强了蛋白质与水的结合作用, 有效地改善了产品的感官品质。

**关键词:** 猪手, 保鲜剂, 丁香提取物, 酱卤制品, 品质变化, 贮藏期

中图分类号: TS251.5

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2021)24-0299-07

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2021040258



本文网刊:

## Effects of Clove Extract on the Quality of Marinated Pork Trotters during Storage

CHEN Hongsheng<sup>1,2</sup>, PAN Deyin<sup>1</sup>, MA Jinming<sup>1</sup>, YANG Yuru<sup>1</sup>, NIU Baihui<sup>1</sup>, DIAO Jingjing<sup>3,\*</sup>

(1.College of Food Science, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319, China;

2.Heilongjiang Province China-Canada Cooperation Agri-Food Research Center, Daqing 163319, China;

3.Coarse Cereals Engineering Research Center, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319, China)

**Abstract:** This experiment was conducted to investigate the effects of clove extract(CE) on the quality of marinated pork trotters during storage. Three kinds of preservatives, tea polyphenols, nisin and lysozyme, were selected for comparison to determine the effects of CE in storage. The experimental samples were stored in a refrigerator at 4 °C and were measured every 10 d. The quality changes were analyzed via total bacterial colony, water activity, water distribution, TBARS value, pH and sensory scores. The results showed that compared with other groups of preservatives, at 40 days, the CE group had significant effects among the indicators, which could effectively improve the quality of marinated pork trotters. Compared with the control group, CE reduced the total number of bacteria by 10.49%, inhibited the increase of TBARS value by 18.84%, and increased the formation of non-flowing water by 24.89%, enhanced the combination of protein and water, and effectively improved the sensory quality of the product.

**Key words:** pork trotters; preservative; clove extract; marinated meat products; quality change; storage period

收稿日期: 2021-04-26

基金项目: 黑龙江省“百千万”工程科技重大专项 (2020ZX07B02); 黑龙江八一农垦大学三横三纵支持计划项目 (TDJH202003); 国家级大学生创新创业训练计划项目 (202010223011); 黑龙江省研究生创新基金项目 (项目名称: 火山堰塞湖草鱼在加工中风味品质变化的研究)。

作者简介: 陈洪生 (1979-), 男, 博士, 副教授, 研究方向: 畜产品加工, E-mail: hsch0608@163.com。

\* 通信作者: 刁静静 (1981-), 女, 博士, 副研究员, 研究方向: 食品科学, E-mail: Diaojing62@163.com。

酱卤肉制品是我国传统的熟肉制品之一<sup>[1]</sup>,但因贮藏保鲜不当,正常状态下酱卤肉保质期只有3~5 d且极容易变质,阻碍了酱卤肉制品商业化的发展,为其方便食品更好的发展,在保证产品品质的同时,提高其货架期显得尤为重要,其中天然保鲜剂的使用是延长产品货架期的关键<sup>[2-4]</sup>。

在酱卤食品加工中,常用化学防腐剂包括苯甲酸、山梨酸和脱氢乙酸等。但随着社会经济发展和生活水平提高,消费者对食品安全性的要求也有所提高。天然保鲜剂在延长产品的货架期的同时,保证产品品质,与化学防腐剂相比更为安全,从而获得学者的广泛研究<sup>[5]</sup>。Cui等<sup>[6]</sup>发现丁香提取物(clove extract, CE)应用于抗菌和食品保鲜中尤其对霉菌有较好的抑制效果。Chen等<sup>[7]</sup>发现了CE可显著减少羟基自由基诱导的肌原纤维蛋白结构和功能性质的损失。茶多酚(tea polyphenols, TP)是食品工业中常用的天然保鲜剂,周岷等<sup>[8]</sup>研究发现,加入0.3 g/kg茶多酚溶液可显著提高酱卤肉制品的品质。乳酸链球菌素(Nisin)是一种由革兰氏阳性乳酸菌产生的细菌素,其表现出对许多食源性病原体的广谱抗菌活性<sup>[9]</sup>。黄艳梅等<sup>[10]</sup>研究发现,按照Nisin 0.15 g/kg添加至酱卤猪肉中,可有效抑制其贮藏期间微生物的生长繁殖,常温下的贮藏期可延长至30 d。溶菌酶(lysozyme, LZ)又称胞壁质酶(muramidase),是天然碱性酶,可以发挥抗菌、消炎、抗病毒的效力。Wu等<sup>[11]</sup>证明了使用溶菌酶、乳链菌肽和EDTA的混合物对测试的革兰氏阳性生物体是有益处的。目前常用的天然保鲜剂为上述4种。前人研究酱卤产品更适合使用CE进行保鲜,但没有具体研究CE与其他三种天然保鲜剂存在的差异。

综合以上,本研究以猪手为原料,研究CE在贮藏期间对休闲酱卤猪手产品品质的保持作用,选取茶多酚、Nisin、溶菌酶3种天然保鲜剂做对比,最终确定CE对猪手产品保鲜效果的优势,为CE在肉类工业中的应用提供理论依据。

## 1 材料与方法

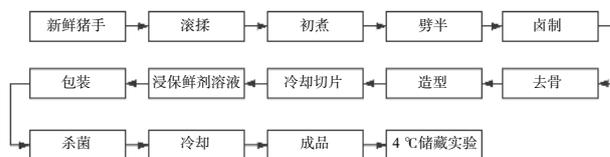
### 1.1 材料与仪器

茶多酚 分析纯,上海梦荷生物公司;Nisin 分析纯,山东福瑞达生物公司;溶菌酶 分析纯,东恒华道生物公司;CE 分析纯,湖南郎林生物公司;猪手 黑龙江笨嘴食品加工公司;三氯乙酸 分析纯,四川鸿康药物化学公司;平板计数琼脂 格里斯(天津)医药化学技术公司。

NMI20-Analyst 低场核磁共振分析仪 苏州(上海)纽迈电子科技有限公司;WS-Z20 欣琪电热恒温蒸煮锅 莲梅实业有限公司;VTS-42 真空滚揉机 美国BIRO公司;SScientz-04型无菌均质器 上海卡耐兹实验仪器设备有限公司;CH-8853 LabMaster-a<sub>w</sub> 水分活度仪 无锡市华科仪器仪表有限公司。

## 1.2 实验方法

### 1.2.1 工艺流程



1.2.2 工艺参数及操作要点 滚揉:真空度为68 kPa真空间歇滚揉,一个周期为工作15 min,间歇5 min。滚揉时间60 min。初煮:水和猪手的质量比为2:1,初煮过程中10 kg猪手加入40 mL料酒20 g鲜姜和20 g大葱,初煮时间18 min。卤制:以猪手质量计量加入调味料和香辛料包,料包冷水入锅,锅中温度达到卤制所需温度97℃将猪手放入锅中,卤制时间150 min。杀菌:包装后的产品进行水浴巴氏杀菌,杀菌温度85℃,杀菌时间15 min,最终产品置于4℃条件下贮藏。

1.2.3 保鲜剂处理及实验分组 CE溶液配制:使用蒸馏水配制成1.5%的CE溶液<sup>[12]</sup>,将冷却后的产品浸入CE溶液2 min,取出后沥干1 min装入真空包装袋密封;茶多酚溶液配制:使用蒸馏水配制成2%的茶多酚溶液,将冷却后的产品浸入茶多酚溶液2 min,取出后沥干1 min装入真空包装袋密封<sup>[13]</sup>;Nisin溶液配制:使用蒸馏水配制成0.35%的溶液,将冷却后的产品浸入乳酸链球菌素溶液2 min,取出后沥干1 min装入真空包装袋密封<sup>[14]</sup>;溶菌酶溶液配制:使用蒸馏水配制成0.25%的溶菌酶溶液,将冷却后的产品浸入溶菌酶溶液2 min,取出后沥干1 min装入真空包装袋密封<sup>[15]</sup>。

1.2.4 菌落总数的测定 参考GB/T 4789.2-2010的方法测定菌落总数。称取各添加不同保鲜剂猪手25 g置于盛有225 mL稀释液的无菌均质袋中,用拍击式均质器拍打1~2 min,制成1:10的样品匀液。用1 mL无菌吸管或微量移液器吸取1:10样品匀液1 mL,注于盛有9 mL稀释液的无菌试管中,制成1:100的样品匀液,重复上述操作制成1:1000的样品匀液。在进行10倍递增稀释时,吸取1 mL样品匀液于无菌平皿内,每个稀释度做两个平皿。同时,分别吸取1 mL空白稀释液加入两个无菌平皿内作空白对照。及时将15~20 mL冷却至46℃的平板计数琼脂培养基倾注平皿,并转动平皿使其混合均匀。在36±1℃培养48±2 h。每10 d进行一次测定。

1.2.5 水分活度测定 采用GB 5009.238-2016的方法测定水分活度,称取样品重量1 g,迅速放入样品皿中,封闭测量仓,在温度20~25℃、相对湿度50%~80%的条件下测定,每间隔5 min记录水分活度仪的响应值。

1.2.6 低场核磁共振(LF-NMR) $T_2$ 弛豫的水分分布 根据Bertram等<sup>[16]</sup>的方法稍做修改,将酱卤猪手

修整为 1.5 g 体积约为 2 cm×0.5 cm×0.5 cm, 队列名称选择 Q-FID 即硬脉冲序列, 放入标准油样调准中心频率; 进入 Q-CPMG 序列设置参数 (P1=15 us 90°脉冲宽度, P2=29 us 180°脉冲宽度, NS=16 重复次数) 放入样品开始检测; 检测结束后保存数据, 进入 T<sub>2</sub> 反演程序进行批量反演得出弛豫时间的分布情况。

1.2.7 pH 测定 按照 GB 5009.237-2016 测定。称取 10.0 g 去骨样品, 将其绞碎, 加入 100 mL 蒸馏水, 经小型均质机均质处理后, 用 pH 计测定匀浆后的 pH, 每分样品选三个点进行测定, 并计算其平均值。

1.2.8 硫代巴比妥酸(TBARS)值测定 TBARS 值的测定参考 Fan 等<sup>[17]</sup> 的方法, 并作适当改动。取 10 g 肉样研细, 加 50 mL 7.5% 的三氯乙酸(含 0.1% EDTA), 振荡 30 min, 双层滤纸过滤两次。取 5 mL 上清液, 加入 5 mL, 0.02 mol/L 2-硫代巴比妥酸溶液, 沸水浴中保温 40 min, 取出冷却 1 h 后, 以 1600 r/min 离心 5 min, 上清液中加 5 mL 氯仿摇匀, 静置分层后取上清液分别在 532 nm 处比色, 记录消光值并用以下公式计算 TBARS 值。

$$TBARS(mg/kg) = \frac{9.48 \times A_{532}}{m}$$

式中: A<sub>532</sub> 为溶液吸光度; m 为样品质量, g; 9.48 为常数。

1.2.9 剪切力测定 选取产品贮藏过程中各个点 (0、10、20、30、40 d) 进行质构分析剪切力的测定, 利用质构分析仪检测样品的嫩度, 采用 HDP/BS 探头进行测定, 将造型后的猪手切成直径 2 cm 左右的圆柱型, 样品固定于测定平台上, 在室温下测量。程序设定: 测试模式压缩; 测中速度 1 mm/s, 测后速度 10 mm/s, 目标模式为位移, 位移 60 mm, 触发模式为 Button, 断裂模式为关, 停止采集点为初始位置。

1.2.10 感官评定 选择 10 人组成的感官评定小组对产品各个指标进行评定(测定指标见表 1), 每项评分最高 10 最低 0 分, 总分 50 分。采用双盲法<sup>[18]</sup>, 对样品进行密码编号(采用三位随机数字)。感官评分表见表 1, 感官评定结果以总分计。

### 1.3 数据处理

每个实验重复 3 次, 结果表示为“平均数±标准差”, 数据统计分析采用 Statistix 8.1 软件中的 Linear Models 程序进行, 差异显著性 (P<0.05) 分析使用 Tukey HSD 程序, 采用 Sigmaplot 12.5 软件作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 丁香提取物对休闲酱卤猪手贮藏期间菌落总数的影响

肉制品腐败变质的主要因素是由于在贮藏过程中微生物数量的变化, 如图 1 所示贮藏 0 d 时对照组和其他 4 组样品的菌落总数差异不显著 (P>0.05)。0~40 d 时对照组和 4 组样品的菌落总数随着贮藏时间的增加不断升高, 分别增长至 4.32、4.05、4.21、4.18、3.87 lg CFU/g, CE 组的菌落总数明显低于对照组 (10.49%)、茶多酚组 (4.44%)、Nisin 组 (8.15%) 和溶菌酶组 (7.49%), CE 组和其余 4 组样品有显著性差异 (P<0.05), 综上所述说明 CE 对于酱卤猪手的保鲜效果显著 (P<0.05) 优于对照组、茶多酚、Nisin 和溶菌酶。这可能是由于 CE 能够利用具有疏水性的特点进入细胞膜杀死细菌, 起到延长保质期的作用<sup>[19]</sup>。

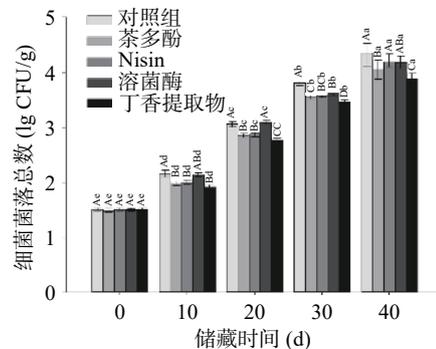


图 1 丁香提取物对酱卤猪手贮藏期菌落总数的影响

Fig.1 Effect of CE on the total number of colonies of marinated pork trotters during storage

注: 同种颜色柱形图小写字母不同表示相同处理组在不同贮藏时间之间差异显著 (P<0.05); 相同贮藏时间下大写字母不同表示不同处理组在相同贮藏时间之间差异显著 (P<0.05); 图 2~图 4 同。

### 2.2 丁香提取物对休闲酱卤猪手贮藏期间水分活度的影响

肉制品中水分活度也是影响产品贮藏期的一项重要指标, 水分活度高, 水分的结合程度低, 不利于食品的保存<sup>[20]</sup>。如图 2 所示, 在 0~40 d 的贮藏期间对照组和 4 组样品的水分活度都呈现不断上升的趋势, 这可能是随着贮藏时间的延长而导致的, 贮藏 0 d 时对照组和 4 组样品的水分活度差异不显著 (P>0.05), 贮藏时间 40 d 时 CE 组明显低于对照组 (1.11%)、茶多酚组 (0.47%)、Nisin 组 (0.30%) 和溶菌酶组 (0.30%)。由于水分活度值与微生物的生长

表 1 感官评分标准

Table 1 Sensory scoring table

色泽	外观	香气	滋味	口感	分值(分)
肉色正常酱红色或红褐色有光泽	质地均匀整齐有序	香气浓郁扑鼻无异味	咸甜适当味道良好	口感均匀回味好	8~10
肉色正常光泽感差浅褐色或暗褐色	质地较均匀外观整齐	有香气无异味有食欲	味道一般	口感一般回味较好	5~7
无光泽色泽浅	质地不均无食欲外观差	香气不浓郁有异味气味不好	味道不明显	口感较差口味不好	0~4

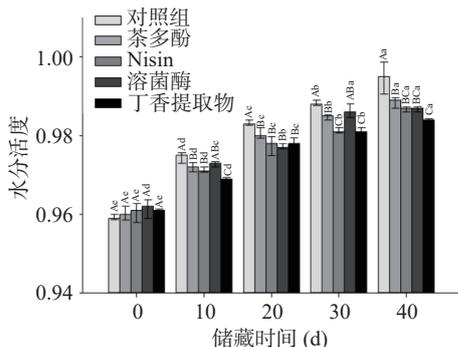


图 2 丁香提取物对酱卤猪手贮藏期水分活度的影响

Fig.2 Effect of CE on water activity of marinated pork trotters during storage

有直接关系, 与其他样品比较 CE 样品可以有效地控制酱卤猪手水分活度的增长, 说明 CE 对酱卤猪手中微生物控制效果较好。

### 2.3 丁香提取物对休闲酱卤猪手贮藏期间水分分布的影响

常用检测熟肉产品水分分布的指标是横向弛豫时间  $T_2$ , 横向弛豫时间  $T_2$  能够辨别不同状态的水分分布<sup>[21-22]</sup>。表 2 为添加不同保鲜剂的酱卤猪手在贮藏期间产品内部水分分布的变化。贮藏期间, 出现 3 个峰, 即三种状态的水包括结合水、不易流动水和自由水<sup>[23]</sup>。其中  $T_{20}$ (0~10 ms) 为结合水,  $P_{20}$  为其水分占比, 是大分子物质与熟肉制品结合最紧密的水, 它具有不受蛋白质结构或净电荷变化的特点<sup>[24]</sup>, 含量稳定;  $T_{21}$ (10~100 ms) 为不易流动水,  $T_{22}$ (100~1000 ms) 为自由水<sup>[25-26]</sup>, 分别是分布在肌原纤维内部

和肌原纤维网络外的水,  $P_{21}$ 、 $P_{22}$  为其水分占比。当贮藏 10 d 时, CE 组的  $P_{21}$  显著高于( $P<0.05$ )其他处理组, 说明 CE 的添加可以提高产品的不易流动水被约束的力度, 且延缓贮藏过程中其受约束力, 同时  $P_{22}$  显著低于( $P<0.05$ )其他四组处理, 说明 CE 能够较好的提升保水能力。贮藏 20 d 时, 产品的整体水分含量呈下降趋势, 由于蛋白质氧化过程中凝胶结构发生变化, 持水能力下降<sup>[27-28]</sup>。贮藏 30 d 时 CE 组的  $P_{21}$  显著低于( $P<0.05$ )对照组(39.67%)、茶多酚组(35.49%)、Nisin 组(37.77%)和溶菌酶组(40.04%)。贮藏 40 d 时 5 种不同处理酱卤猪手的 不易流动水蛋白质被氧化的速率加快, 导致此部分水分含量发生了降低, 其中非水组分亲水性基团附近的多层水及邻近水的结合性发生了改变, 但添加 CE 组的  $P_{21}$  显著高于( $P<0.05$ )对照组(24.89%)、茶多酚组(5.60%)、Nisin 组(5.60%)和溶菌酶组(5.26%), 说明 CE 能够在较长的贮藏期间内维持酱卤猪手较好的保水性。综上说明 CE 对产品的保鲜效果优于其他三种保鲜剂。

### 2.4 丁香提取物对休闲酱卤猪手贮藏期间 pH 的影响

由于 pH 对于细菌的生长有重要作用, 所以在肉制品贮藏过程中 pH 的测定是一项重要指标<sup>[29]</sup>。如图 3 所示, 贮藏期 0~20 d 时五组样品的 pH 呈现不断下降的趋势, 这是由于贮藏过程中乳酸菌的生长。30~40 d 时对照组、茶多酚组和 CE 组的 pH 整体呈现上升的趋势, 这可能是因为蛋白质降解成多肽和氨基酸释放出碱性基团。贮藏期 40 d 时对照组、茶多酚组、Nisin 组溶菌酶组和 CE 组的 pH 分为 6.50、

表 2 丁香提取物对酱卤猪手贮藏水分分布的影响

Table 2 Effect of CE on water distribution of marinated pork trotters during storage

贮藏天数(d)	不同保鲜剂	$T_{20}$ (ms)	$T_{21}$ (ms)	$T_{22}$ (ms)	$P_{20}$ (%)	$P_{21}$ (%)	$P_{22}$ (%)
10	对照组	0.56±0.02 <sup>A</sup>	43.29±2.69 <sup>A</sup>	132.82±4.23 <sup>A</sup>	0.27±0.10 <sup>B</sup>	85.04±1.28 <sup>AB</sup>	14.69±1.46 <sup>CD</sup>
	茶多酚	0.52±0.04 <sup>B</sup>	37.53±1.52 <sup>B</sup>	128.22±4.77 <sup>A</sup>	0.25±0.10 <sup>C</sup>	82.07±1.10 <sup>D</sup>	17.68±0.44 <sup>A</sup>
	Nisin	0.48±0.06 <sup>D</sup>	37.93±0.84 <sup>B</sup>	122.42±4.68 <sup>B</sup>	0.29±0.07 <sup>A</sup>	82.54±1.39 <sup>CD</sup>	17.17±1.05 <sup>AB</sup>
	溶菌酶	0.50±0.03 <sup>C</sup>	35.52±1.36 <sup>C</sup>	114.84±4.55 <sup>C</sup>	0.26±0.05 <sup>BC</sup>	84.23±2.12 <sup>BC</sup>	15.51±0.56 <sup>BC</sup>
	CE	0.50±0.01 <sup>C</sup>	35.52±1.36 <sup>C</sup>	114.84±4.55 <sup>C</sup>	0.26±0.05 <sup>BC</sup>	86.23±2.12 <sup>A</sup>	13.51±0.56 <sup>D</sup>
20	对照组	0.64±0.02 <sup>A</sup>	48.94±1.73 <sup>A</sup>	134.21±2.05 <sup>B</sup>	0.25±0.01 <sup>B</sup>	78.17±1.10 <sup>B</sup>	21.58±0.74 <sup>A</sup>
	茶多酚	0.53±0.01 <sup>B</sup>	44.55±1.32 <sup>B</sup>	132.15±3.42 <sup>C</sup>	0.24±0.08 <sup>C</sup>	82.05±1.39 <sup>A</sup>	17.71±0.83 <sup>B</sup>
	Nisin	0.52±0.04 <sup>B</sup>	42.01±1.33 <sup>C</sup>	127.15±6.24 <sup>D</sup>	0.23±0.07 <sup>C</sup>	82.23±0.99 <sup>A</sup>	17.54±1.27 <sup>B</sup>
	溶菌酶	0.53±0.02 <sup>B</sup>	38.35±1.73 <sup>D</sup>	121.34±5.95 <sup>E</sup>	0.24±0.06 <sup>BC</sup>	77.18±1.54 <sup>B</sup>	22.58±1.02 <sup>A</sup>
	CE	0.60±0.03 <sup>AB</sup>	45.93±2.87 <sup>B</sup>	136.16±6.23 <sup>A</sup>	0.28±0.11 <sup>A</sup>	82.21±1.01 <sup>A</sup>	17.51±1.36 <sup>B</sup>
30	对照组	0.67±0.03 <sup>A</sup>	54.87±2.23 <sup>A</sup>	148.87±6.05 <sup>A</sup>	0.33±0.15 <sup>A</sup>	73.23±1.69 <sup>C</sup>	26.44±1.98 <sup>A</sup>
	茶多酚	0.63±0.01 <sup>B</sup>	48.84±1.33 <sup>B</sup>	137.22±2.05 <sup>C</sup>	0.24±0.08 <sup>C</sup>	78.15±0.75 <sup>B</sup>	21.61±0.45 <sup>B</sup>
	Nisin	0.57±0.01 <sup>C</sup>	45.33±1.21 <sup>C</sup>	137.12±1.04 <sup>C</sup>	0.28±0.12 <sup>B</sup>	74.09±1.96 <sup>BC</sup>	25.63±1.15 <sup>A</sup>
	溶菌酶	0.57±0.04 <sup>C</sup>	42.63±1.01 <sup>D</sup>	132.13±3.03 <sup>D</sup>	0.27±0.12 <sup>B</sup>	73.13±0.99 <sup>C</sup>	26.60±1.26 <sup>A</sup>
	CE	0.63±0.05 <sup>B</sup>	46.13±1.16 <sup>C</sup>	141.53±2.12 <sup>B</sup>	0.22±0.09 <sup>C</sup>	83.83±0.89 <sup>A</sup>	15.95±0.65 <sup>C</sup>
40	对照组	0.84±0.04 <sup>B</sup>	59.41±2.37 <sup>A</sup>	167.48±4.54 <sup>A</sup>	0.34±0.11 <sup>A</sup>	60.87±0.91 <sup>C</sup>	39.79±0.81 <sup>A</sup>
	茶多酚	0.76±0.01 <sup>C</sup>	54.16±1.73 <sup>B</sup>	157.03±0.04 <sup>B</sup>	0.24±0.08 <sup>B</sup>	71.99±1.20 <sup>B</sup>	27.77±1.07 <sup>B</sup>
	Nisin	0.63±0.02 <sup>D</sup>	48.73±0.77 <sup>C</sup>	149.93±3.22 <sup>D</sup>	0.18±0.06 <sup>C</sup>	74.22±2.19 <sup>AB</sup>	25.60±0.72 <sup>BC</sup>
	溶菌酶	0.90±0.02 <sup>A</sup>	48.95±1.87 <sup>C</sup>	143.18±2.34 <sup>E</sup>	0.18±0.09 <sup>C</sup>	72.22±1.81 <sup>B</sup>	27.60±1.05 <sup>B</sup>
	CE	0.84±0.03 <sup>B</sup>	51.71±1.01 <sup>BC</sup>	153.11±3.69 <sup>C</sup>	0.24±0.10 <sup>B</sup>	76.02±1.10 <sup>A</sup>	23.74±2.55 <sup>C</sup>

注: 大写字母不同表示不同处理组在相同贮藏时间之间差异显著( $P<0.05$ )。

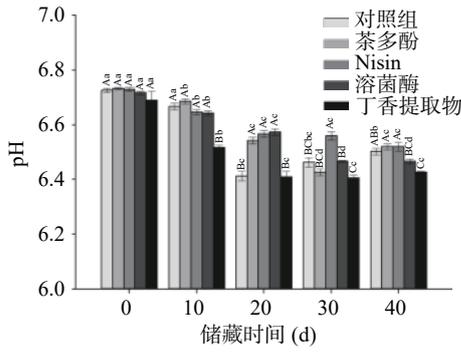


图 3 丁香提取物对酱卤猪手贮藏期 pH 的影响  
Fig.3 Effect of CE on the pH of marinated pork trotters during storage

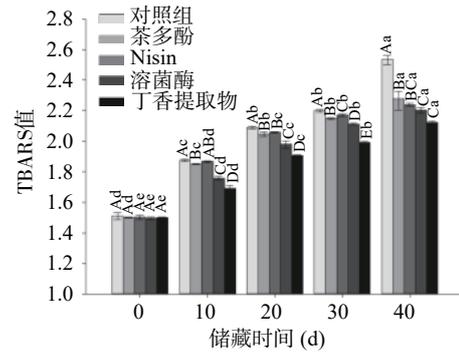


图 4 丁香提取物对酱卤猪手贮藏期 TBARS 值的影响  
Fig.4 Effect of CE on TBARS value of of marinated pork trotters during storage

6.52、6.52、6.47、6.43, CE 组的 pH 明显低于对照组 (1.18%)、茶多酚组(1.43%)、Nisin 组(1.43%)和溶菌酶组(0.62%), 综上 CE 效果最好。

### 2.5 丁香提取物对休闲酱卤猪手贮藏期间 TBARS 的影响

TBARS 在肉类产品中可以反映的是脂类氧化的指标, 脂肪发生氧化对于产品的风味和口感都可以产生不利的影响<sup>[30]</sup>, 脂肪会氧化产生令人不愉悦的气味, 这种气味的产生在 TBARS 值大于 2.0 mg/kg 时较显著<sup>[31]</sup>。如图 4 所示, 贮藏 0 d 时, 对照组、茶多酚组、Nisin 组、溶菌酶组和 CE 组的 TBARS 值差异不显著( $P>0.05$ )。酱卤猪手中脂肪含量略高, 在 0~40 d 的贮藏期内对照组和 4 组样品的 TBARS 值都呈现不断升高的趋势, 对照组相较于其余 4 组样品 TBARS 值升高较快, 这说明这几种保鲜剂的添加对于酱卤猪手贮藏期的脂肪氧化都有抑制作用, 40 d 时对照组、茶多酚组、Nisin 组溶菌酶组和 CE 组的 TBARS 值分为 2.54、2.32、2.24、2.20、2.12, CE 组

的 TBARS 值显著小于( $P<0.05$ )对照组(18.84%)、茶多酚组(8.88%)、Nisin 组(5.32%)3 组样品, 小于溶菌酶组(3.81%), 但差异不显著。综上, CE 对酱卤猪手中脂肪氧化的控制效果更好。

### 2.6 丁香提取物对休闲酱卤猪手贮藏期间剪切力的影响

丁香提取物对酱卤猪手贮藏期剪切力的影响如表 3 所示, 在 0~40 d 的贮藏期内对照组和 4 组样品的剪切力都呈现先升高后下降的趋势, 在贮藏 0 d 时, 各组间的剪切力差异不显著( $P>0.05$ )。在贮藏 20 d 时, 与对照组比, 添加 CE 的产品剪切力达到最大(15.41 N), 且显著高于对照组( $P<0.05$ )。随着贮藏时间的延长发现贮藏 30 d 对照组和 4 组产品的剪切力有所下降, 且添加 CE 的酱卤猪手的剪切力显著高于其他 4 组样品( $P<0.05$ ), 但在贮藏 40 d 时, 每组样品的剪切力在整个贮藏期间剪切力达到最低, 可能是因为肉表面结构被破坏过度, 剪切力值变小。

表 3 丁香提取物对酱卤猪手贮藏期剪切力的影响

Table 3 Effect of CE on shear force (N) of marinated pork trotters during storage

保鲜剂	贮藏时间(d)				
	0	10	20	30	40
对照组	14.66±1.01 <sup>Ba</sup>	14.68±0.93 <sup>Ba</sup>	15.11±0.93 <sup>Ab</sup>	15.01±0.53 <sup>Ac</sup>	13.61±1.03 <sup>Cc</sup>
茶多酚	14.73±0.91 <sup>Aa</sup>	14.71±0.71 <sup>Aa</sup>	15.19±0.71 <sup>Ab</sup>	15.17±0.83 <sup>Ab</sup>	13.99±1.06 <sup>Aa</sup>
Nisin	14.84±1.11 <sup>Aa</sup>	14.77±0.57 <sup>Aa</sup>	15.20±0.57 <sup>Ab</sup>	15.20±0.66 <sup>Ab</sup>	14.01±0.96 <sup>Aa</sup>
溶菌酶	14.76±0.82 <sup>Ba</sup>	14.76±0.72 <sup>Ba</sup>	15.25±0.72 <sup>Ab</sup>	15.24±0.54 <sup>Ab</sup>	13.56±1.02 <sup>Cc</sup>
CE	14.74±0.79 <sup>Aa</sup>	13.32±0.67 <sup>Ab</sup>	15.41±0.67 <sup>Aa</sup>	15.39±0.91 <sup>Aa</sup>	13.81±0.86 <sup>Ab</sup>

注: 同列小写字母不同表示不同处理组在相同贮藏时间之间差异显著( $P<0.05$ ); 同行大写字母不同表示相同处理组在不同贮藏时间之间差异显著( $P<0.05$ ); 表4同。

表 4 丁香提取物对酱卤猪手贮藏期感官评分的影响(分)

Table 4 Effect of CE on sensory score of marinated pork trotters during storage(scores)

天数(d)	对照组	茶多酚	Nisin	溶菌酶	CE
0	42.50±0.50 <sup>Aa</sup>	43.50±1.00 <sup>Aa</sup>	43.20±0.75 <sup>Aa</sup>	42.70±0.91 <sup>Aa</sup>	42.50±0.79 <sup>Aa</sup>
10	39.60±1.14 <sup>Ab</sup>	40.60±1.14 <sup>Ab</sup>	41.10±1.02 <sup>Ab</sup>	40.70±1.03 <sup>Ab</sup>	41.10±0.89 <sup>Aa</sup>
20	39.10±0.89 <sup>Ab</sup>	38.20±0.57 <sup>Ac</sup>	38.20±0.44 <sup>Ac</sup>	38.30±0.57 <sup>Ac</sup>	38.60±0.015 <sup>Ab</sup>
30	35.00±0.93 <sup>Ac</sup>	35.90±0.74 <sup>Ad</sup>	36.70±0.67 <sup>Ad</sup>	36.50±1.00 <sup>Ad</sup>	37.20±0.57 <sup>Ac</sup>
40	31.00±0.61 <sup>Cd</sup>	32.80±1.15 <sup>Bc</sup>	32.60±0.41 <sup>Bc</sup>	32.20±0.75 <sup>Bc</sup>	34.90±0.41 <sup>Ad</sup>

## 2.7 丁香提取物对休闲酱卤猪手贮藏期间感官评分的影响

在贮藏期间影响肉制品感官品质发生变化的因素有很多,例如发生蛋白水解,脂肪氧化,酶解还有化学氧化等。如表4所示贮藏0 d时各组间的感官评分差异不显著( $P>0.05$ )。随着贮藏时间的增加,对照组和4组产品的感官评分不断下降,说明贮藏时间和酱卤猪手的感官评分呈负相关性。这是因为随着贮藏时间的增加产品的剪切力升高嫩度变差,水分含量下降保水性下降多汁性降低,由于脂肪氧化蛋白质分解酱卤猪手口味和风味下降,导致产品整体感官评分不断降低。贮藏40 d时,对照组、茶多酚组、Nisin组、溶菌酶组和CE组的感官评分分别为31.00、32.80、32.60、32.20和34.90分,CE组的感官评分显著高于( $P<0.05$ )对照组(11.17%)、茶多酚组(6.02%)、Nisin组(6.59%)和溶菌酶组(7.74%)。结合贮藏期其余指标可以得出CE对酱卤猪手的保鲜效果较好。

## 3 结论

通过综合分析休闲酱卤猪手在贮藏中菌落总数、水分活度、水分分布、TBARS值、pH、剪切力和感官评分等指标的变化,采用茶多酚、Nisin、溶菌酶3种保鲜剂做阳性对照,结果发现CE对酱卤猪手的综合保鲜效果最优。第40 d与对照组相比较,CE显著( $P<0.05$ )地降低了10.49%的细菌总数,抑制了18.84% TBARS值的增加,增加了24.89%不易流动水的形成,增强了蛋白质与水的结合能力,有效地改善了产品的感官品质,为CE在酱卤制品贮藏期间品质保持提供了理论依据。

### 参考文献

- [1] 陈胜姝,王恒鹏,吴鹏. 酱卤牛肉研究进展[J]. *中国调味品*, 2019, 44(4): 181-183. [CHEN S S, WANG H P, WU P, et al. Research progress of stewed beef[J]. *Chinese Condiments*, 2019, 44(4): 181-183.]
- [2] DA S B D, BERNARDES P C, PINHEIRO P F, et al. Chemical composition, extraction sources and action mechanisms of essential oils: Natural preservative and limitations of use in meat products[J]. *Meat Science*, 2021: 176.
- [3] 祝媛,吴香,李超,等. 天然防腐剂在肉制品中的应用[J]. *肉类工业*, 2020(7): 48-54. [ZHU Y, WU X, LI C, et al. Application of natural preservatives in meat products[J]. *Meat Industry*, 2020(7): 48-54.]
- [4] LUCIANO M, HEITOR D, GABRIEL E M, et al. Interactions of preservatives in meat processing: Formation of carcinogenic compounds, analytical methods, and inhibitory agents[J]. *Food Research International*, 2019, 125: 108608.1-108608.17.
- [5] 何丹,王卫,吉莉莉,等. 天然植物提取物对传统腌腊及酱卤肉制品特性的影响[J]. *肉类研究*, 2019, 33(11): 18-23. [HE D, WANG W, JI L L, et al. Effect of natural plant extracts on quality characteristics of traditional cured or sauced meat products[J]. *Meat Research*, 2019, 33(11): 18-23.]
- [6] CUI H, BAI M, MARWAN M A, et al. The antibacterial activity of clove oil/chitosan nanoparticles embedded gelatin nanofibers against *Escherichia coli* O157: H7 biofilms on cucumber[J]. *International Journal of Food Microbiology*, 2017, 266: 69-78.
- [7] CHEN H S, DIAO J J, LI Y Y, et al. The effectiveness of clove extracts in the inhibition of hydroxyl radical oxidation-induced structural and rheological changes in porcine myofibrillar protein[J]. *Meat Science*, 2016, 111: 60-66.
- [8] 周 颀,蔡华珍,杜庆飞,等. 超高压协同保鲜剂对卤牛肉杀菌效果和品质的影响[J]. *食品工业*, 2017, 38(7): 93-98. [ZHOU D, CAI H Z, DU Q F, et al. Effect of ultra-high pressure processing and antimicrobials on the sterilization and quality of spiced beef[J]. *Food Industry*, 2017, 38(7): 93-98.]
- [9] 徐俊进,金陈斌,陈小龍. 新型绿色防腐剂Nisin[J]. *浙江农业科学*, 2017, 58(6): 1005-1007. [XU J J, JIN C B, CHEN X L. New green preservatives Nisin[J]. *Zhejiang Agricultural Science*, 2017, 58(6): 1005-1007.]
- [10] 黄艳梅,邰延军. 复合保鲜剂延长酱卤肉制品货架期的研究[J]. *食品科技*, 2016, 41(7): 256-259. [HUANG Y M, HUAN Y J. Effect on prolong shelf life of complex preservative for spiced meats[J]. *Food Science and Technology*, 2016, 41(7): 256-259.]
- [11] WU T T, JIANG Q Q, WU D, et al. What is new in lysozyme research and its application in food industry? A review[J]. *Food Chemistry*, 2019, 274(Feb.15): 698-709.
- [12] 张慧芸,孔保华,孙旭. 丁香提取物的成分分析及对肉品中常见腐败菌和致病菌的抑菌效果[J]. *食品工业科技*, 2009, 30(11): 85-88. [ZHANG H Y, KONG B H, SUN X. Study on volatile components of ethanol extract from clove and its antimicrobial activities[J]. *Food Industry Science and Technology*, 2009, 30(11): 85-88.]
- [13] 李柯欣. 茶多酚的提取、抑菌作用与抑菌机理研究[D]. 成都: 西华大学, 2017: 5-17. [LI K X. Study on extraction, bacteriostasis and bacteriostatic mechanism of tea polyphenols[D]. Chengdu: Xihua University, 2017: 5-17.]
- [14] 罗水忠,潘利华. Nisin用于虾肉糜保鲜的研究[J]. *肉类研究*, 2004(2): 23-24. [LUO S Z, PAN L H. Application of Nisin in shrimp mince[J]. *Meat Research*, 2004(2): 23-24.]
- [15] 王当丰,李婷婷,国竞文,等. 茶多酚-溶菌酶复合保鲜剂对白鲢鱼丸保鲜效果[J]. *食品科学*, 2017, 38(7): 232-237. [WANG D F, LI T T, GUO J W, et al. Effect of composite preservatives consisting of tea polyphenols and lysozyme on the quality of silver carp meatballs during storage[J]. *Food Science*, 2017, 38(7): 232-237.]
- [16] BERTRAM H C, ANNETTE S, KATJA R, et al. Physical changes of significance for early post mortem water distribution in porcine *M. longissimus*[J]. *Meat Science*, 2004, 66(4): 915-924.
- [17] FAN W J, CHI Y L, ZHANG S. The use of a tea polyphenol dip to extend the shelf life of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) during storage in ice[J]. *Food Chemistry*, 2008, 108(1): 148-153.
- [18] 刘兴余,金邦荃,詹巍,等. 猪肉质构的仪器测定与感官评定之间的相关性分析[J]. *食品科学*, 2007, 28(4): 245-248. [LIU X Y, JIN B Q, ZHAN W, et al. Relationship analysis between

- instruments determination and sensory evaluation of pork texture[J]. *Food Science*, 2007, 28(4): 245-248. ]
- [ 19 ] PIGNOLI G, BOU R, RODRIGUEZ E, et al. Suitability of saturated aldehydes as lipid oxidation markers in washed turkey meat[J]. *Meat Science*, 2009, 83(3): 412-416.
- [ 20 ] 姜云, 朱科学, 郭晓娜. 降低水分活度和脱氧包装对半干面常温货架期及品质的影响[J]. *食品与机械*, 2017, 33(11): 117-121. [JIANG Y, ZHU K X, GUO X N. Effect of reducing water activity and deoxygen packaging on shelf life and quality of semi-dried noodles[J]. *Food and Machinery*, 2017, 33(11): 117-121. ]
- [ 21 ] RAHMAN M S, AL F A. Instrumental texture profile analysis(TPA) of date flesh as a function of moisture content[J]. *Journal of Food Engineering*, 2005, 66(4): 505-511.
- [ 22 ] SIMONE S, CYRIL V, FRÉDÉRIC O, et al. The impact of cooking on meat microstructure studied by low field NMR and neutron tomography[J]. *Food Structure*, 2017: 14.
- [ 23 ] BERTRAM H C, ANDERSEN H J, KARLSSON A H. Comparative study of low-field NMR relaxation measurements and two traditional methods in the determination of water holding capacity of pork[J]. *Meat Science*, 2001, 57(2): 125-132.
- [ 24 ] SHAO J H, DENG Y, SONG L, et al. Investigation the effects of protein hydration states on the mobility water and fat in meat batters by LF-NMR technique[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2016, 66: 1-6.
- [ 25 ] 胡潇予, 蓝蔚青, 张楠楠. 低场核磁共振技术在食品领域中的研究进[J]. *食品工业科技*, 2017, 38(6): 344-348. [HU X Y, LAN W Q, ZANG N N, et al. Research progress of low-field nuclear magnetic resonance technology in food[J]. *Food Industry Science and Technology*, 2017, 38(6): 344-348. ]
- [ 26 ] LI M, LI B, ZHANG W J. Rapid and non-invasive detection and imaging of the hydrocolloid-injected prawns with low-field NMR and MRI[J]. *Food Chemistry*, 2018: 242.
- [ 27 ] 陈佳新, 陈倩, 孔保华. 食盐添加量对哈尔滨风干肠理化特性的影响[J]. *食品科学*, 2018, 39(12): 92-99. [CHEN J X, CHEN Q, KONG B H. Effect of reducing nacl content on physicochemical characteristics of harbin dry sausages[J]. *Food Science*, 2018, 39(12): 92-99. ]
- [ 28 ] FAUCITANO L, IELO M C, STER C, et al. Shelf life of pork from five different quality classes[J]. *Meat Science*, 2010, 84(3): 466-469.
- [ 29 ] QI J, LI C, CHEN Y, et al. Changes in meat quality of ovine longissimus dorsi muscle in response to repeated freeze and thaw[J]. *Meat Science*, 2012, 92(4): 619-626.
- [ 30 ] 冯嫣. 香辛料提取物对速冻猪肉丸脂肪氧化控制的研究[J]. *肉类工业*, 2016(10): 22-27. [FENG Y. Study spice extracts on control to lipid oxidation of quick frozen pork ball[J]. *Meat Industry*, 2016(10): 22-27. ]
- [ 31 ] FAN W, YAN W, XU Z S, et al. Erythrocytes load of low molecular weight chitosan nanoparticles as a potential vascular drug delivery system[J]. *Colloids and Surfaces B:Biointerfaces*, 2012, 95(2): 258-265.