



# 生姜、洋葱、丁香提取物对猪肉的保鲜效果

曹莹莹, 司旭鹏, 杨明俊

(兰州理工大学生命科学与工程学院, 甘肃 兰州 730050)

**摘要:** 以蒸馏水处理的猪肉为对照, 研究生姜、洋葱、丁香提取物及其等体积混合制成的混合液以及化学防腐剂2,6-二叔丁基-4-甲基苯酚对猪肉保鲜效果的影响。用体积分数95%的乙醇浸提其中的有效成分, 冷却猪肉分别在各组保鲜液中浸泡4 min, 沥干后用聚乙烯保鲜袋密封包装, 最后在4 °C冰箱冷藏12 d, 每3 d测定1次感官评分、汁液流失率、蒸煮损失率、色度值、pH值、剪切力、总挥发性盐基氮(total volatile basic nitrogen, TVB-N)含量。结果表明: 洋葱、生姜和丁香提取物均能够有效延长猪肉的贮藏时间, 其中, 生姜、洋葱、丁香混合提取物效果最佳, 猪肉感官评分最高, 汁液流失率和蒸煮损失率最低, 色度值最好, pH值最低, 剪切力最小, TVB-N含量最小, 可将猪肉的保质期延长到12 d。

**关键词:** 冷却猪肉; 保鲜; 洋葱提取物; 生姜提取物; 丁香提取物

## Effect of Extracts of Ginger, Onion and Clove on Pork Preservation

CAO Yingying, SI Xupeng, YANG Mingjun

(College of Life Science and Engineering, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China)

**Abstract:** In this paper, the effect of the ethanol extracts from ginger, onion and clove as well as their binary and ternary mixtures at a 1:1 ratio (*V/V*) and the chemical preservative 2,6-di-tert-butyl-4-methylphenol (BHT) on pork preservation was studied. Pork treated with distilled water was used as a control. The extracts were prepared using 95% ethanol as the extraction solvent. Chilled meat samples were soaked for 4 minutes in each preservative solution, then taken out, packaged in a sealed polyethylene bag after draining the solution off, and finally stored in a refrigerator at 4 °C for up to 12 days. Every three days, sensory scores, juice loss, cooking loss, color parameters, pH value, shear force, and volatile base nitrogen (TVB-N) content were measured. The results showed that onion, ginger and clove extracts could effectively extend the storage life of pork. Among all samples tested, the ternary mixture was the most effective, imparting the highest sensory score, the lowest juice loss and cooking loss, the best color, and the lowest pH value, shear force and TVB-N content to pork and extending the storage life up to 12 days.

**Keywords:** chilled pork; preservation; onion extract; ginger extract; clove extract

DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20210114-010

中图分类号: TS251.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123(2021)02-0041-07

引文格式:

曹莹莹, 司旭鹏, 杨明俊. 生姜、洋葱、丁香提取物对猪肉的保鲜效果[J]. 肉类研究, 2021, 35(2): 41-47. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20210114-010. <http://www.rlyj.net.cn>

CAO Yingying, SI Xupeng, YANG Mingjun. Effect of extracts of ginger, onion and clove on pork preservation[J]. Meat Research, 2021, 35(2): 41-47. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20210114-010. <http://www.rlyj.net.cn>

冷鲜肉即冷却肉, 是指按照国家的检验检疫标准, 在标准卫生条件下, 将宰后的家畜胴体在24 h内迅速冷却至0~4 °C, 并在经营过程中环境温度始终保持在0~4 °C的肉<sup>[1]</sup>。与热鲜肉相比, 冷鲜肉受到的污染小, 微生物数量相对较少, 安全性较好。与冷冻肉相比, 冷

鲜肉不需要解冻, 口感好、肉质鲜、营养物质流失小, 是肉类消费的选择趋势<sup>[2]</sup>。猪肉是我国消费最多的肉类, 2019年, 我国猪肉产量达到4 255.31万t, 占肉类市场的49.42%<sup>[3]</sup>。随着消费者对冷却肉概念接受程度逐渐提高, 未来有望成为中国生肉消费主流。但冷鲜猪肉商业货架

收稿日期: 2021-01-14

基金项目: 兰州理工大学博士启动基金项目(10-0106); 甘肃省自然科学基金项目(20JR10RA158)

第一作者简介: 曹莹莹(1981—)(ORCID:0000-0002-0532-0084), 女, 副教授, 博士, 研究方向为畜产品加工与质量控制。

E-mail: cy\_0533@126.com

期并不长, 最多为1周。因此, 延长保质期对冷鲜猪肉的发展具有重要意义, 而绿色天然保鲜剂和保鲜方案的探索与开发是当代肉业发展的必然要求<sup>[4]</sup>, 寻求安全、无副作用、效果好的天然保鲜剂是冷却肉保鲜主要的发展方向<sup>[5]</sup>。

天然保鲜剂按照材料来源不同可以分为3种: 植物源、动物源和微生物源。常见的植物源保鲜剂主要有香辛料及中药提取物(生姜、甘草、桂皮、花椒、姜辣素、丁香等), 具备安全性高、方便提取、资源广、成本低廉、数量较大等较多特点。从动物中制备的纯天然保鲜剂被称为动物源保鲜剂, 主要包括壳聚糖、溶菌酶和蜂胶等。在微生物或微生物次级代谢产物中提取的纯天然保鲜剂被称为微生物源保鲜剂, 如Nisin、纳他霉素等<sup>[6]</sup>。植物源保鲜剂中洋葱(*Allium cepa* L.)营养价值极高, 含有18种氨基酸, 具有消炎抑菌、活血消疲、降脂止泻、防癌抗癌、利尿、降血糖及预防心血管疾病等功效<sup>[7]</sup>。张强等<sup>[8]</sup>的研究结果表明, 洋葱能够保持冷却肉的品质、延长其保质期。生姜(*Zingiber officinale* Roscoe)是人们日常生活中常用的调味品之一, 生姜中的生物活性成分主要为各种挥发性油及姜辣素, 研究表明, 生姜提取物对微生物有明显抑制作用<sup>[9]</sup>。刘志明等<sup>[10]</sup>研究发现, 生姜提取液可保持牦牛肉较高的感官品质, 降低水分损失, 抑制菌落生长, 延长牦牛肉的贮藏时间, 具有较好的保鲜效果。丁香(*Syzygium aromaticum*)是一种常用的香料植物, 具有温中降逆、补肾助阳之效<sup>[11]</sup>, 在食品保鲜中抑制腐败菌的机制可能为有效成分与某些酶的活性基团结合, 破坏正常的代谢功能, 从而影响菌体的生长<sup>[12]</sup>。2,6-二叔丁基-4-甲基苯酚(2,6-di-tert-butyl-4-methylpheno, BHT)在食品加工中用作抗氧化剂, 作为食品添加剂能延迟食物的酸败, 添加量一般为0.01%~2.00%。

冷鲜肉腐败变质的主要原因有以下三方面。一方面, 微生物大量生长繁殖, 有氧条件下主要为假单胞菌和芽孢杆菌。其次, 蛋白酶和脂肪酶会降解和氧化肉中的蛋白质和脂肪, 生成小分子多肽、氨类、酸类、醛类等挥发性物质, 使肉散发出臭味, 加速肉的腐败变质。另一方面, 贮藏温度、酸度、氧气含量等理化因素通过影响附着在猪肉上的微生物从而影响猪肉的货架期<sup>[13]</sup>。

本研究以生姜、洋葱、丁香提取物和BHT保鲜液浸泡处理猪肉为研究对象, 在外界影响因素一致的情况下, 通过测定猪肉贮藏期间感官品质评价、汁液流失率、蒸煮损失率、色度、pH值、剪切力和总挥发性盐基氮(total volatile basic nitrogen, TVB-N)含量7个指标来评判猪肉的新鲜度, 评价洋葱、生姜、丁香提取物的保鲜效果, 为新型天然保鲜剂的开发应用及猪肉的保鲜提供理论参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

10月龄长白公猪里脊肉(冰袋中保存, 0.5 h内运至实验室, 4℃冷藏备用) 甘肃兰州当地屠宰场; 聚乙烯保鲜袋、洋葱、生姜和丁香 本地农贸市场。

混合指示液(1份甲基红乙醇溶液与5份溴甲酚绿乙醇溶液临用时混合)、盐酸、氧化镁、硼酸、甲基红、溴甲酚绿、无水乙醇(均为分析纯) 国药集团化学试剂有限公司。

### 1.2 仪器与设备

HH-S4恒温水浴锅 北京科伟永兴仪器有限公司; SHB-III循环水式多用真空泵 郑州长城科工贸有限公司; HX1002T电子天平 慈溪市天东衡器厂; FA2014电子天平 上海良平仪器仪表有限公司; L550低速台式离心机 湖南湘仪有限公司; 101-2A电热鼓风干燥箱 北京科伟永兴仪器有限公司; PHB-5便携式酸度计 杭州雷磁分析仪器厂; SP60系列积分球式色差仪 爱色丽股份有限公司; C-LM3B数显式肌肉嫩度仪 东北农业大学工程学院; K9840自动凯氏定氮仪 山东海能科学仪器有限公司; BCD-215SJV冰箱 青岛海尔股份有限公司。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 生姜、洋葱、丁香提取物的制备

将新鲜的生姜、洋葱、丁香可食部分用蒸馏水洗净后凉干, 切丝, 50℃干燥箱中烘干后粉碎<sup>[8]</sup>。称取经粉碎的生姜、洋葱、丁香各100 g于3个烧杯中, 分别加入体积分数95%乙醇300 mL, 在室温20℃下浸泡10 h, 经3层纱布过滤后, 将滤液在4 345×g下离心10 min, 取上清液<sup>[11]</sup>, 90℃水浴蒸馏除去乙醇, 加蒸馏水定容至100 mL。4℃冰箱预冷贮存、备用。

#### 1.3.2 BHT溶液的制备

称取0.06 g BHT, 用体积分数95%乙醇作溶剂, 制成BHT质量浓度0.02 g/100 mL的溶液300 mL, 蒸馏除去乙醇, 加蒸馏水定容至100 mL。4℃冰箱预冷贮存、备用。

实验组分为A、B、C 3组, A组用上述提取物和BHT溶液分别处理, 分别为A1组(生姜提取物)、A2组(洋葱提取物)、A3组(丁香提取物)、A4组(BHT溶液); B组分别将上述3种提取物按照体积比1:1:1两两混合制得, 分别为B1组(生姜、洋葱提取物)、B2组(生姜、丁香提取物)、B3组(洋葱、丁香提取物); C组是将上述3种提取物(生姜、洋葱、丁香提取物)按照体积比1:1:1混合制得。以蒸馏水处理为对照组。

#### 1.3.3 肉样处理

屠宰场购回的排酸24 h后的猪里脊肉立即于4℃降温2 h, 将温度计探头部分插入肉中, 待肉中心温度降低至10℃以下后取出, 用体积分数75%乙醇擦拭刀具和案

板, 然后进行分割, 每份约600 g。将分割好的每份肉块分别在各组保鲜液中浸泡4 min后, 取出置于干净盘中, 沥水5 min<sup>[3]</sup>, 肉样沥干后, 分别装入聚乙烯保鲜袋中, 做好标记, 将肉样密封包装置于冰箱中贮藏, 贮藏温度4 ℃。分别在贮藏0、3、6、9、12 d后测定其各项指标。

### 1.3.4 指标测定

#### 1.3.4.1 感官品质评价

参照GB/T 9959.2—2008《分割鲜、冻猪瘦肉》<sup>[14]</sup>、Somashekar<sup>[15]</sup>、商学兵<sup>[16]</sup>、朱亚<sup>[17]</sup>等的方法, 邀请10名专业老师组成评分小组, 分别对各组肉样贮藏12 d期间的色泽、气味、弹性、表面黏度4项指标进行感官评定。具体评分标准见表1。

表1 猪肉感官评价标准

Table 1 Criteria for sensory evaluation of pork

| 项目         | 特征               | 评分    |
|------------|------------------|-------|
| 色泽 (20分)   | 鲜红色, 有光泽         | 20~14 |
|            | 鲜红, 较有光泽         | 13~7  |
|            | 暗褐色、偏灰, 不可接受     | 6~0   |
| 气味 (30分)   | 鲜猪肉特有的气味, 无任何酸败味 | 30~21 |
|            | 有猪肉气味, 无明显酸败味    | 20~11 |
|            | 有异味, 不可接受        | 10~0  |
| 弹性 (20分)   | 有鲜猪肉特有的弹性, 弹性好   | 20~14 |
|            | 有一般猪肉弹性, 弹性正常    | 13~7  |
|            | 无弹性, 不可接受        | 6~0   |
| 表面黏度 (30分) | 表面不黏             | 30~21 |
|            | 表面较黏             | 20~11 |
|            | 表面很黏, 不可接受       | 10~0  |

#### 1.3.4.2 汁液流失率测定

参考谢菁等<sup>[18]</sup>的方法, 称取包装前的肉样质量 $m_1$  (g), 4 ℃贮藏后沥出肉样的渗出液, 称得肉样的质量 $m_2$  (g), 重复3次, 结果取平均值。汁液流失率按式(1)计算。

$$\text{汁液流失率}/\% = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad (1)$$

#### 1.3.4.3 蒸煮损失率测定

称取贮藏后肉样质量 $m_1$  (g), 水浴加热至肉样中心温度达到75 ℃, 保持20 min后取出, 用滤纸将表面的水充分吸干, 冷却至室温, 称取质量 $m_2$  (g), 重复3次, 取平均值。蒸煮损失率按式(2)计算<sup>[15]</sup>。

$$\text{蒸煮损失率}/\% = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad (2)$$

#### 1.3.4.4 色度值测定

取大小相似的均匀肉样, 用色差仪分别测定亮度值( $L^*$ )、红度值( $a^*$ )和黄度值( $b^*$ )。每个样品测定3个位点, 取平均值。

#### 1.3.4.5 pH值测定

参照GB 5009.237—2016《食品安全国家标准

食品pH值的测定》<sup>[19]</sup>。重复3次, 取平均值。评定标准为: 新鲜肉pH 5.8~6.2; 次鲜肉pH 6.3~6.6; 变质肉pH 6.7以上<sup>[20-21]</sup>。

#### 1.3.4.6 剪切力测定

将猪肉剪成1 cm×1 cm×1 cm的肉块, 以垂直肌纤维方向测定肉的剪切力, 每个样品平行测定3次, 取平均值。

#### 1.3.4.7 TVB-N含量测定

按照GB 5009.228—2016《食品安全国家标准 食品中挥发性盐基氮的测定》<sup>[22]</sup>中的自动凯氏定氮仪法进行测定。新鲜肉TVB-N含量的评价标准为≤15 mg/100 g<sup>[14]</sup>。

### 1.4 数据处理

运用SPSS 25.0数据分析软件 (SPSS Inc., Chicago, USA) 进行单因素方差分析, 并通过邓肯多重比较法进行多重比较, 显著性水平 $P < 0.05$ , 所得数据均为测量3次的平均值, 各组数据均表示为平均值±标准差; 运用Origin 2018软件 (OriginLab, Massachusetts, USA) 作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理方式猪肉感官品质

表2 不同处理方式对猪肉贮藏过程中感官评分的影响

Table 2 Effects of different preservative treatments on sensory scores of pork during storage

| 组别  | 贮藏时间/d                   |                          |                          |                          |
|-----|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|     | 3                        | 6                        | 9                        | 12                       |
| A1组 | 84.33±0.58 <sup>de</sup> | 71.00±1.00 <sup>c</sup>  | 51.33±0.58 <sup>e</sup>  | 34.67±0.58 <sup>c</sup>  |
| A2组 | 85.00±1.00 <sup>cd</sup> | 72.67±0.58 <sup>de</sup> | 53.00±1.00 <sup>de</sup> | 36.00±0.00 <sup>de</sup> |
| A3组 | 82.00±1.00 <sup>f</sup>  | 65.33±0.58 <sup>g</sup>  | 42.67±0.58 <sup>g</sup>  | 26.67±2.08 <sup>g</sup>  |
| A4组 | 82.67±1.15 <sup>ef</sup> | 68.00±1.00 <sup>f</sup>  | 47.00±0.00 <sup>f</sup>  | 30.33±1.15 <sup>f</sup>  |
| B1组 | 90.00±1.73 <sup>b</sup>  | 79.33±1.53 <sup>b</sup>  | 63.67±1.53 <sup>b</sup>  | 44.67±0.58 <sup>b</sup>  |
| B2组 | 86.67±0.58 <sup>c</sup>  | 74.00±1.00 <sup>d</sup>  | 54.67±1.53 <sup>d</sup>  | 37.33±0.58 <sup>d</sup>  |
| B3组 | 85.67±1.53 <sup>cd</sup> | 75.33±1.53 <sup>c</sup>  | 58.67±0.58 <sup>e</sup>  | 41.67±1.15 <sup>c</sup>  |
| C组  | 93.00±1.00 <sup>a</sup>  | 80.67±2.08 <sup>a</sup>  | 68.33±1.53 <sup>a</sup>  | 49.00±2.65 <sup>a</sup>  |
| 对照组 | 79.67±1.53 <sup>g</sup>  | 52.33±2.52 <sup>h</sup>  | 32.00±1.00 <sup>h</sup>  | 17.33±1.53 <sup>h</sup>  |

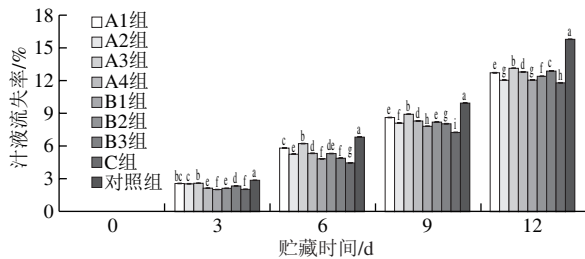
注: 同列小写字母不同, 表示差异显著 ( $P < 0.05$ )。表3~5同。

刚屠宰后的猪肉呈鲜红色、有光泽、质地紧密、富有弹性、不黏手、纹理清晰、切痕整齐、有鲜猪肉特有的气味。由表2可知, 在整个贮藏过程中, 随着贮藏时间的延长, 猪肉的色泽、气味、弹性、表面黏度综合评分呈下降趋势, 但各保鲜剂处理组感官评分明显高于对照组, 说明提取物确有减缓猪肉腐败的作用。贮藏6 d时, 各处理组与对照组感官评分差异显著 ( $P < 0.05$ )。整体来看, 生姜、洋葱、丁香混合提取物处理的冷却肉感官评分最高, 其次为两两混合提取物处理组, 再次为单一提取物处理组。与对照组相比, B、C组在贮藏9~12 d期间明显变质。一方面可能是由于后期腐败菌的大量繁殖, 产生各种代谢物; 另一方面是由于蛋白酶与脂肪酶氧化降解蛋白质和脂肪, 生成酸类、胺类、醛类等挥发



性物质，当积累到一定量时散发出强烈的臭味，加速肉的腐败变质<sup>[23]</sup>。

## 2.2 不同处理方式猪肉汁液流失率



小写字母不同，表示同一贮藏时间组间差异显著 ( $P < 0.05$ )。图2~5同。

图1 不同处理方式对猪肉贮藏过程中汁液流失率的影响

Fig. 1 Effects of different preservative treatments on juice loss during pork storage

汁液是保持肉样持水性、弹性、嫩度的重要因素，其中含有肉样的大部分营养。汁液流失率是衡量冷却肉冷藏品质的重要指标之一，汁液流失越严重，肉的品质越差<sup>[23]</sup>。由图1可知，猪肉的汁液流失率随贮藏期的延长而上升，但上升幅度各不相同，处理组样品均显著低于对照组 ( $P < 0.05$ )，说明植物提取物在一定程度上能延缓猪肉的汁液流失。整体来看，汁液流失率为对照组  $>$  A组  $>$  B组  $>$  C组，3种混合提取物处理组的汁液流失率最低，B组汁液流失率大小顺序为B2组  $>$  B3组  $>$  B1组，A组为A3组  $>$  A1组  $>$  A4组  $>$  A2组。各提取物降低汁液流失率的原因可能是提取物抑制了肉中微生物的生长繁殖，减少了肉样结构蛋白的收缩与破坏程度，阻止凝胶结构中的水分流出组织外<sup>[24]</sup>。

## 2.3 不同处理方式猪肉蒸煮损失率

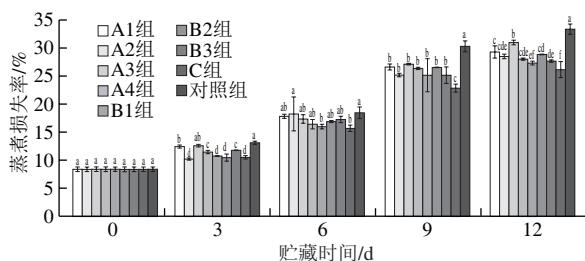


图2 不同处理方式对猪肉贮藏过程中蒸煮损失率的影响

Fig. 2 Effect of different preservative treatments on cooking loss during pork storage

蒸煮损失是衡量肉保水性的重要指标之一，是指肉在蒸煮过程中水分和部分脂肪损失的百分比，肉的蒸煮损失越大，变质越严重<sup>[8]</sup>。由图2可知，所有处理组蒸煮损失率均呈上升趋势，而对照组上升最明显，贮藏9 d时已经达到30.26%，与对照组相比，各处理组能够显著抑制蒸煮损失率的上升 ( $P < 0.05$ )。总体来看，蒸煮损失率为对照组  $>$  A组  $>$  B组  $>$  C组，3种混合提取物处理组

蒸煮损失率最小，B组为B2组  $>$  B3组  $>$  B1组，A组为A3组  $>$  A1组  $>$  A4组  $>$  A2组，其中洋葱提取物效果较好，可能是洋葱中的二硫化物和三硫化物延缓了褐变，增加肉的保水性<sup>[25]</sup>。在整个贮藏过程中，随着时间的延长，在酶、pH值等的影响下蛋白质结构发生变化，微生物也可能使部分蛋白质发生降解，脂肪酸败，肌原纤维弹性变弱，网格结构变得松弛。随着蒸煮温度的升高，肌纤维产生较大的压力和张力，网格结构变大，最终使得部分不易流动水变为自由水而流失<sup>[26]</sup>。同时蒸煮使得肌肉蛋白发生热变性，肌原纤维紧缩，储存水分的空间变小，结合水的能力降低。

## 2.4 不同处理方式猪肉色度值

表3 不同处理方式对猪肉贮藏过程中L\*的影响

Table 3 Effect of different preservative treatments on L\* during pork storage

| 组别  | 贮藏时间/d                      |                             |                            |                            |
|-----|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|     | 3                           | 6                           | 9                          | 12                         |
| A1组 | 51.21 ± 1.56 <sup>c</sup>   | 50.90 ± 0.65 <sup>cde</sup> | 50.26 ± 1.47 <sup>c</sup>  | 50.03 ± 0.37 <sup>c</sup>  |
| A2组 | 54.20 ± 0.61 <sup>ab</sup>  | 54.08 ± 0.20 <sup>ab</sup>  | 53.97 ± 0.87 <sup>a</sup>  | 53.48 ± 1.46 <sup>a</sup>  |
| A3组 | 53.02 ± 0.95 <sup>abc</sup> | 56.18 ± 0.65 <sup>a</sup>   | 53.36 ± 0.13 <sup>ab</sup> | 54.80 ± 0.77 <sup>a</sup>  |
| A4组 | 51.99 ± 0.58 <sup>abc</sup> | 51.80 ± 1.57 <sup>bc</sup>  | 50.94 ± 2.16 <sup>c</sup>  | 47.59 ± 0.40 <sup>d</sup>  |
| B1组 | 50.65 ± 1.71 <sup>c</sup>   | 48.92 ± 1.00 <sup>ef</sup>  | 48.68 ± 1.12 <sup>cd</sup> | 48.70 ± 1.70 <sup>cd</sup> |
| B2组 | 51.40 ± 2.73 <sup>bc</sup>  | 49.72 ± 1.26 <sup>def</sup> | 53.36 ± 1.59 <sup>ab</sup> | 52.83 ± 2.76 <sup>ab</sup> |
| B3组 | 52.25 ± 1.28 <sup>abc</sup> | 51.99 ± 0.72 <sup>bcd</sup> | 51.34 ± 0.94 <sup>bc</sup> | 50.95 ± 1.30 <sup>bc</sup> |
| C组  | 55.03 ± 3.38 <sup>a</sup>   | 47.94 ± 2.60 <sup>f</sup>   | 47.83 ± 0.25 <sup>d</sup>  | 47.66 ± 0.24 <sup>d</sup>  |
| 对照组 | 50.01 ± 1.28 <sup>c</sup>   | 49.52 ± 1.81 <sup>def</sup> | 47.18 ± 0.74 <sup>d</sup>  | 46.92 ± 0.48 <sup>d</sup>  |

刚屠宰后的猪肉L\*为54.18 ± 0.46。由表3可知，整体来看，随着贮藏时间的延长，猪肉L\*呈下降趋势，但均比对照组下降幅度小，表明各提取物确实有保持肉质亮度的效果<sup>[27]</sup>，其中，A3组和B2组L\*下降很慢，可能是由于猪肉表面较湿润，光反射作用增强，L\*升高。贮藏初期微生物本身数量较少，蛋白质、脂肪分解也较少，肉中游离水含量增加，之后随着肉的腐败加剧，颜色发生变化，导致表面失去光泽，L\*下降。C组的L\*在贮藏3~6 d迅速下降，可能是由于3种提取物之间相互作用，产生的固形物附着在肉样表面，加之肉样本身颜色的变化，从而影响了肉的L\*。

表4 不同处理方式对猪肉贮藏过程中a\*的影响

Table 4 Effect of different preservative treatments on a\* during pork storage

| 组别  | 贮藏时间/d                     |                            |                            |                           |
|-----|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
|     | 3                          | 6                          | 9                          | 12                        |
| A1组 | 10.80 ± 0.48 <sup>a</sup>  | 9.80 ± 0.24 <sup>b</sup>   | 7.20 ± 1.10 <sup>bcd</sup> | 4.19 ± 0.53 <sup>a</sup>  |
| A2组 | 7.75 ± 0.76 <sup>abc</sup> | 6.44 ± 0.89 <sup>c</sup>   | 6.27 ± 0.66 <sup>cd</sup>  | 6.57 ± 1.10 <sup>b</sup>  |
| A3组 | 6.46 ± 1.03 <sup>bc</sup>  | 6.50 ± 0.75 <sup>c</sup>   | 6.27 ± 0.66 <sup>bcd</sup> | 6.65 ± 0.97 <sup>b</sup>  |
| A4组 | 8.92 ± 0.66 <sup>ab</sup>  | 9.79 ± 0.87 <sup>b</sup>   | 5.68 ± 0.49 <sup>d</sup>   | 7.18 ± 0.98 <sup>ab</sup> |
| B1组 | 9.77 ± 3.89 <sup>a</sup>   | 9.36 ± 0.24 <sup>b</sup>   | 7.21 ± 0.72 <sup>bcd</sup> | 8.08 ± 0.24 <sup>ab</sup> |
| B2组 | 9.49 ± 2.63 <sup>ab</sup>  | 10.37 ± 0.26 <sup>b</sup>  | 7.87 ± 0.41 <sup>bc</sup>  | 7.78 ± 0.82 <sup>ab</sup> |
| B3组 | 8.77 ± 0.75 <sup>ab</sup>  | 7.47 ± 1.00 <sup>c</sup>   | 8.09 ± 0.91 <sup>b</sup>   | 8.39 ± 1.00 <sup>a</sup>  |
| C组  | 5.11 ± 0.62 <sup>c</sup>   | 12.15 ± 1.16 <sup>a</sup>  | 12.40 ± 1.21 <sup>a</sup>  | 7.59 ± 1.52 <sup>ab</sup> |
| 对照组 | 9.80 ± 0.16 <sup>a</sup>   | 10.65 ± 1.96 <sup>ab</sup> | 7.67 ± 1.02 <sup>bc</sup>  | 7.37 ± 0.06 <sup>ab</sup> |

$a^*$ 表示肉色的红度，正值表示红度，负值表示绿度<sup>[28]</sup>。刚屠宰后的猪肉 $a^*$ 为 $11.42 \pm 0.11$ 。由表4可知，随着贮藏时间的延长，猪肉 $a^*$ 下降，其中A3组在贮藏0~3 d下降速率最快，之后趋于稳定，可能是由于丁香本身的颜色对肉色产生了影响<sup>[29-30]</sup>。总体来看，各组间 $a^*$ 差异并不大，且在贮藏12 d，各组间差异不显著。这可能是由于在贮藏过程中肌红蛋白发生变性所致，也可能是形成高铁肌红蛋白所致<sup>[31]</sup>。

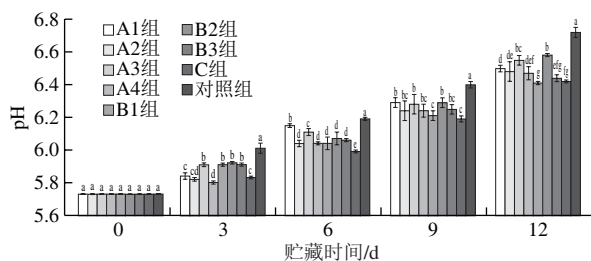
**表5 不同处理方式对猪肉贮藏过程中 $b^*$ 的影响**  
**Table 5 Effect of different preservative treatments on  $b^*$  during pork storage**

| 组别  | 贮藏时间/d             |                       |                       |                       |
|-----|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|     | 3                  | 6                     | 9                     | 12                    |
| A1组 | $14.43 \pm 0.52^a$ | $13.40 \pm 0.66^{bc}$ | $13.13 \pm 1.71^{ab}$ | $12.80 \pm 1.30^c$    |
| A2组 | $14.63 \pm 1.09^a$ | $13.94 \pm 1.49^{bc}$ | $14.92 \pm 1.15^{ab}$ | $13.69 \pm 1.01^{bc}$ |
| A3组 | $14.67 \pm 0.47^a$ | $14.80 \pm 1.04^{bc}$ | $15.68 \pm 0.45^a$    | $13.69 \pm 1.01^a$    |
| A4组 | $14.43 \pm 0.95^a$ | $15.54 \pm 0.87^a$    | $12.48 \pm 1.04^b$    | $16.64 \pm 1.12^c$    |
| B1组 | $13.11 \pm 2.10^a$ | $13.00 \pm 0.29^c$    | $12.92 \pm 1.20^b$    | $12.74 \pm 0.36^c$    |
| B2组 | $13.96 \pm 0.69^a$ | $14.16 \pm 0.86^{bc}$ | $14.81 \pm 0.29^{ab}$ | $15.00 \pm 0.64^{ab}$ |
| B3组 | $13.69 \pm 0.58^a$ | $14.03 \pm 1.15^{bc}$ | $13.20 \pm 2.62^{ab}$ | $15.35 \pm 0.43^{ab}$ |
| C组  | $10.10 \pm 0.56^b$ | $14.06 \pm 1.22^{bc}$ | $13.35 \pm 1.46^{ab}$ | $12.10 \pm 2.26^c$    |
| 对照组 | $14.61 \pm 0.76^a$ | $15.18 \pm 1.63^a$    | $15.55 \pm 0.26^a$    | $16.58 \pm 0.71^a$    |

$b^*$ 表示肉色的黄度，正值表示黄度，负值表示蓝色。刚屠宰后的猪肉 $b^*$ 为 $10.60 \pm 0.07$ 。由表5可知，新鲜猪肉 $b^*$ 最低，随着贮藏时间的延长， $b^*$ 变大，可能是因为肌红蛋白变性，高铁肌红蛋白积累和贮藏时间延长引起脂类氧化增加<sup>[30]</sup>。处理组 $b^*$ 均低于对照组，说明各提取物确实有延缓 $b^*$ 升高的作用。在实验过程中，洋葱、生姜、丁香混合提取物表现出了明显的优势，对维持肉色 $b^*$ 有良好的效果。

色度值与肉的新鲜度之间存在密切关系，是衡量肉新鲜程度和卫生程度的重要指标。肉中含有还原态的紫色肌红蛋白、氧合态的红色氧合肌红蛋白和氧化态的褐色高铁肌红蛋白，肉色 $L^*$ 和 $a^*$ 的变化是由它们三者之间的相互转化速率决定的， $b^*$ 是由脂肪氧化的程度反映的<sup>[15]</sup>。 $L^*$ 和 $a^*$ 越大，则肌红蛋白氧合或高铁肌红蛋白还原的速率越快，氧合肌红蛋白含量越高<sup>[31]</sup>，保鲜效果更好。综合来看，保鲜效果为C组>B组>A组>对照组。

### 2.5 不同处理方式猪肉pH值

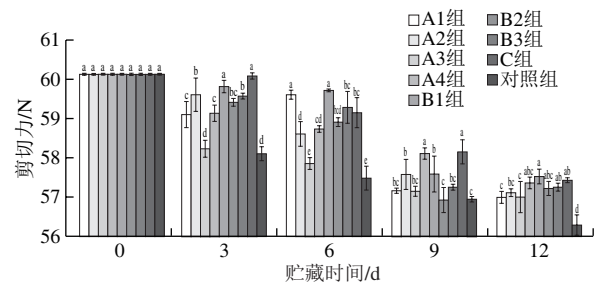


**图3 不同处理方式对猪肉贮藏过程中pH值的影响**

**Fig. 3 Effects of different preservative treatments on pH value during pork storage**

pH值是判定肉品新鲜度的重要指标之一。新鲜肉pH值范围一般为5.6~6.4<sup>[32-33]</sup>。由图3可知，各实验组贮藏期间pH值均呈逐渐升高的趋势，这是因为冷却猪肉在冷藏过程中，由于腐败菌的繁殖使蛋白质分解，从而产生胺类等碱性产物，使得样品pH值逐渐升高，升高程度在一定范围内可以反映出肉的新鲜程度<sup>[34]</sup>。各组pH值依次为：对照组>A组>B组>C组，所有处理组样品的pH值低于对照组，说明植物提取物在猪肉冷藏期间发挥了抑菌作用，减缓了腐败变质程度，其中3种提取物混合物可将猪肉的保质期延长到12 d。A组pH值依次为：A3组>A1组>A2组>A4组，B、C组pH值为：B2组>B3组>B1组>C组。整体来看，猪肉pH值在贮藏前期上升幅度相对较小，贮藏后期变化较大。一方面可能是由于微生物数量在贮藏前期相对较少，贮藏后期成倍增加，且活体死后细胞无氧呼吸产生乳酸等酸性物质，肉样中氨及胺类等碱性含氮物质与之反应，导致前期肉的pH值上升幅度并不大。另一方面冷却肉先要经历僵直阶段，而后又进入自溶阶段，故而各种腐败微生物大量繁殖，使得冷却肉的pH值随后开始迅速升高<sup>[35]</sup>。

### 2.6 不同处理方式猪肉剪切力

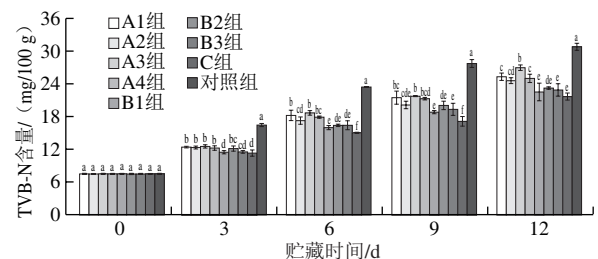


**图4 不同处理方式对猪肉贮藏过程中剪切力的影响**

**Fig. 4 Effects of different preservative treatments on shear force during pork storage**

剪切力变化主要受肌纤维和肌内结缔组织蛋白的变性收缩影响<sup>[36]</sup>。由图4可知，虽然各样品间剪切力差距很小，但还是可以看出，剪切力随贮藏时间延长而下降，且各处理组均大于对照组，说明各提取物确实有一定的维持肉样弹性的效果，与其他组相比，生姜、洋葱、丁香混合提取物效果较明显。

### 2.7 不同处理方式猪肉TVB-N含量



**图5 不同处理方式对猪肉贮藏过程中TVB-N含量的影响**

**Fig. 5 Effects of different preservative treatments on TVB-N content during pork storage**

TVB-N是指动物性食品由于内源酶和细菌的分解作用,在腐败过程中使蛋白质分解为氨及胺类等碱性含氮物质<sup>[37]</sup>,TVB-N含量越高说明氨基酸被破坏的越多,营养价值受损越严重<sup>[38]</sup>。由图5可知,总体来看,猪肉TVB-N含量大小为对照组>A组>B组>C组,其中A组为A3组>A1组>A4组>A2组,对照组肉样显著高于其他处理组( $P<0.05$ ),贮藏6 d时为23.44 mg/100 g,表明此时的冷却猪肉已经变质。B组保鲜效果为B1组>B3组>B2组。可以看出,随着贮藏时间的延长,TVB-N含量均呈上升趋势。最初上升是由于微生物的生长繁殖,加快了蛋白质的分解,导致TVB-N含量升高。在贮藏9 d左右,样品TVB-N含量上升速率较0~6 d略有减缓,分析其原因可能是贮藏后期微生物大量繁殖,加快了对蛋白质分解所产生的氨及胺类等碱性含氮物质的利用,从而导致了TVB-N含量略微下降<sup>[39-41]</sup>。

### 3 结论

对洋葱、生姜和丁香提取物对猪肉的保鲜效果进行研究,结果表明,三者均具有保鲜效果,能够显著抑制冷却肉的腐败,有效延长猪肉的保藏时间。天然保鲜剂保鲜效果依次为生姜、洋葱、丁香混合提取物>洋葱、生姜混合提取物>洋葱、丁香混合提取物>生姜、丁香混合提取物>洋葱提取物>BHT>生姜提取物>丁香提取物>对照,与空白对照组保质期6 d相比,生姜、洋葱、丁香混合提取物作用效果最佳,其感官评分最高,汁液流失率和pH值最低,蒸煮损失率和TVB-N含量最小,色度值最好,剪切力最小,可将猪肉的保质期延长到12 d。本研究结果对天然保鲜剂的开发应用及猪肉保鲜具有重要的意义,为下一步通过正交试验或响应面试验方法深入研究保鲜剂的最优混合比提供了重要的参考,值得深入研究与开发。

### 参考文献:

[1] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 肉和肉制品经营卫生规范: GB 20799—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.

[2] 张力, 张娟, 王婧, 等. 丁香酚纳米微粒在冷却猪肉保鲜中的应用[J]. 食品工业科技, 2017, 38(22): 280-285. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2017.22.054.

[3] 国家统计局. 中国统计年鉴(2020)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2020.

[4] HUSSAIN Z, LI Xin, ZHANG Dequan, et al. Influence of adding cinnamon bark oil on meat quality of ground lamb during storage at 4 °C[J]. Meat Science, 2020, 171: 108269. DOI:10.1016/j.meatsci.2020.108269.

[5] 郑俏然, 姚成强, 余海霞. 生姜提取物对冷却猪肉保鲜效果的研究[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(6): 3667-3668. DOI:10.3969/j.issn.0517-6611.2011.06.188.

[6] 刘倩. 孜然、花椒、肉桂精油复配对冷鲜羊肉保鲜效果的研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2019: 3-5. DOI:10.27025/d.cnki.ggsnu.2019.000141.

[7] GHAFARLOO M H, JOUKI M, TABARI M. Production and characterization of synbiotic Doogh, a yogurt-based Iranian drink by gum arabic, ginger extract and *B. bifidum*[J]. Journal of Food Science and Technology, 2020, 57(3): 1158-1166. DOI:10.1007/s13197-019-04151-4.

[8] 张强, 孙玉军, 蒋圣娟, 等. 洋葱、生姜、大蒜提取物对冷却肉保鲜效果的研究[J]. 食品工业科技, 2015, 36(4): 310-314. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2015.04.059.

[9] GULL I, SAEED M, SHAUKAT H, et al. Inhibitory effect of *Allium sativum* and *Zingiber officinale* extracts on clinically important drug resistant pathogenic bacteria[J]. Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials, 2012, 11(1): 8. DOI:10.1186/1476-0711-11-8.

[10] 刘志明, 马华丽, 宋永朋. 生姜提取液对牦牛肉保鲜效果的研究[J]. 保鲜与加工, 2015, 15(6): 43-46. DOI:10.3969/j.issn.1009-6221.2015.06.009.

[11] 肖培根. 新编中药志: 第2卷[M]. 北京: 化学工业出版社, 2001: 61-67.

[12] BOOYENS J, LABUSCHAGNE M C, THANTSHA M S. *In vitro* antibacterial mechanism of action of crude garlic (*Allium sativum*) clove extract on selected probiotic *Bifidobacterium* species as revealed by SEM, TEM, and SDS-PAGE analysis[J]. Probiotics and Antimicrobial Proteins, 2014, 6(2): 82-87. DOI:10.1007/s12602-013-9145-z.

[13] 李丹丹, 郑丽, 刘雨晗, 等. 猪肉生物保鲜技术研究进展[J]. 肉类研究, 2020, 34(11): 98-105. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20200923-231.

[14] 商务部屠宰技术鉴定中心, 临沂新程金锣肉制品有限公司. 分割鲜、冻猪瘦肉: GB/T 9959.2—2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.

[15] SOMASHEKAR D, JOSEPH R. Chitosanases-properties and applications: a review[J]. Bioresource Technology, 1996, 55: 35-45. DOI:10.1016/0960-8524(95)00144-1.

[16] 商学兵. 银杏叶提取物对发酵猪肉香肠储存稳定性的影响[J]. 中国食品添加剂, 2016(1): 104-107. DOI:10.3969/j.issn.1006-2513.2016.01.011.

[17] 朱亚, 宋纪霖. 天然复合保鲜剂对冷鲜肉感官品质和理化指标的影响[J]. 陕西农业科学, 2018, 64(10): 87-90. DOI:10.3969/j.issn.0488-5368.2018.10.027.

[18] 谢菁, 卢立新, 潘嘹, 等. 基于 $\alpha$ -生育酚抗氧化膜的冷鲜猪肉保鲜包装研究[J]. 食品与机械, 2019, 35(5): 132-136. DOI:10.13652/j.issn.1003-5788.2019.05.024.

[19] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品pH值的测定: GB 5009.237—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.

[20] CHENG Liang, WANG Chao, LIU Zhuang. Upconversion nanoparticles and their composite nanostructures for biomedical imaging and cancer therapy[J]. Nanoscale, 2013, 5(1): 23-37. DOI:10.1039/c2nr32311g.

[21] 谢菁. 冷鲜猪肉复合保鲜包装技术的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2019: 14-18.

[22] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中挥发性盐基氮的测定: GB 5009.228—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.

[23] 唐雪艳, 赵雅兰. 大蒜提取物对冷鲜肉保鲜及抗氧化性的研究[J]. 肉类工业, 2017(7): 24-27. DOI:10.3969/j.issn.1008-5467.2017.07.007.





- [24] 阳晖, 苏泽平, 郭善广, 等. 仙草胶酪蛋白复合膜对冷却猪肉保鲜效果的影响[J]. 现代食品科技, 2016, 32(5): 167-172. DOI:10.13982/j.mfst.1673-9078.2016.5.026.
- [25] DING C K, CHACHIN K, UEDA Y, et al. Inhibition of loquat enzymatic browning by sulfhydryl compounds[J]. Food Chemistry, 2002, 76(2): 213-218. DOI:10.1016/S0308-8146(01)00270-9.
- [26] HUFF-LONERGAN E, LONERGAN S. Mechanisms of water-holding capacity of meat: the role of postmortem biochemical and structural changes[J]. Meat Science, 2005, 71(1): 194-204. DOI:10.1016/j.meatsci.2005.04.022.
- [27] 刘文营. 茶多酚、甘草提取物、VE和鼠尾草对羊肉乳化香肠品质的影响[J]. 食品科学, 2017, 38(9): 46-52. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201709008.
- [28] 魏里朋, 何承云, 康壮丽, 等. 温度波动对冷却猪肉品质的影响[J]. 食品工业科技, 2019, 40(16): 218-222. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2019.16.037.
- [29] 王佳奕, 王靖, 丁武. 山梨酸纳米微粒在冷却猪肉保鲜中的应用[J]. 食品科学, 2018, 39(9): 202-206. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2019.16.037.
- [30] 孙云, 吴考, 倪学文, 等. 含五倍子水提物的魔芋葡甘聚糖涂膜液对冷鲜猪肉的保鲜效果研究[J]. 食品工业科技, 2017, 38(2): 328-331. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2017.02.055.
- [31] 黄莉, 孔保华, 张韩杰, 等. 冻藏温度对冷冻水饺肉馅品质和微观结构的影响[J]. 现代食品科技, 2016, 32(9): 234-240. DOI:10.13982/j.mfst.1673-9078.2016.9.034.
- [32] 郝教敏, 马丽珍, 王如福, 等. 多源复合天然保鲜剂对冷却猪肉的保鲜效果[J]. 中国食品学报, 2012, 12(6): 113-118. DOI:10.3969/j.issn.1009-7848.2012.06.017.
- [33] PRADO N, VALLE F, PELAYO G, et al. On-site NIR spectroscopy to control the shelf life of pork meat[J]. Food Analytical Methods, 2011, 4(4): 582-589. DOI:10.1007/s12161-011-9208-2.
- [34] 葛庆丰, 顾于滨, 陈胜, 等. 紫色蔬菜汁对中式香肠品质特性的影响[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(36): 58-62. DOI:10.13989/j.cnki.0517-6611.2017.36.019.
- [35] 尹爱武, 高鹏飞, 蒋佳洁. 刺儿茶多酚对冷却猪肉保鲜效果的研究[J]. 湖南工程学院学报(自然科学版), 2017, 27(2): 47-52. DOI:10.3969/j.issn.1671-119X.2017.02.011.
- [36] 王静帆, 黄峰, 沈青山, 等. 低温长时蒸煮对猪肉品质的影响[J]. 中国农业科学, 2021, 54(3): 643-652. DOI:10.3864/j.issn.0578-1752.2021.03.017.
- [37] 张依洁, 汪兰, 吴文锦. 丁香和青椒精油在酱卤鸭肉保鲜中的应用[J]. 食品工业科技, 2016, 37(2): 339-342. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2016.02.060.
- [38] FAN Wenjiao, ZHANG Yongkui, CHEN Yunchuan, et al. TBARs predictive models of pork sausages stored at different temperatures[J]. Meat Science, 2014, 96(1): 1-4. DOI:10.1016/j.meatsci.2013.06.025.
- [39] 邱春强, 张坤生, 任云霞, 等. 酱卤鸡肉货架期预测的研究[J]. 食品工业科技, 2012, 33(22): 351-354.
- [40] 徐慧. 酱鸭加工过程中肌肉质构、显微结构以及肌肉蛋白降解的变化[D]. 南昌: 南昌大学, 2014. DOI:10.7666/d.D554829.
- [41] 郝教敏, 杨文平, 张琪, 等. 燕麦多酚对冷却猪肉的保鲜效果[J]. 食品科学, 2016, 37(10): 278-282. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201610047.