

# 软包装预调理泡椒猪肝大蒜提取物复配防腐剂研发及应用

任政伟<sup>1</sup>, 丁捷<sup>1</sup>, 熊婷婷<sup>1</sup>, 陈美玲<sup>1</sup>, 张雨薇<sup>2</sup>, 何江红<sup>1</sup>, 涂彩虹<sup>3</sup>

(1.四川旅游学院 食品学院, 成都 610100; 2.四川农业大学 食品学院, 四川 雅安 625014;  
3.成都市农林科学院, 成都 611130)

**摘要:**目的 研发一种适用于软包装预调理泡椒猪肝的安全高效天然防腐剂。方法 分别研究大蒜提取物、醋酸、乳酸对泡椒猪肝中优势腐败菌的抑制效果, 筛选三者较优浓度范围后, 采用基于模糊数学综合评价的响应面法优化大蒜提取物复配防腐剂配方, 并将所得最佳复配防腐剂应用于泡椒猪肝在 25 °C 时的恒温贮藏实验。结果 得到天然复配抑菌剂的最佳配方, 以 1000 g 预处理后的猪肝片为基准, 按质量比例来配置抑菌剂, 其中醋酸质量分数为 2.3%、乳酸质量分数为 4.5%、大蒜提取物的质量分数为 0.365%, 其对泡椒猪肝实际抑菌效果综合评分可达 1.074 分, 与预测值 0.93 分接近。在 25 °C 条件下, 该复配防腐剂能显著抑制微生物的生长, 有效保持猪肝品质, 常温货架期可达 21 d, 较空白处理组延长了 50%, 具有良好的保鲜效果。结论 基于产品本身原料成分出发, 利用防腐抑菌性, 来实现保鲜的目的, 为后续针对未来预调理菜肴防腐保鲜剂的开发提供一条新思路。

**关键词:**大蒜提取物; 乳酸; 醋酸; 泡椒猪肝; 抑菌效果

中图分类号: TS251.5 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2020)19-0031-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.19.005

## Development and Application of Garlic Extract Composite Preservative for Soft-packaged Pre-conditioned Pork Liver with Pickled Pepper

REN Zheng-wei<sup>1</sup>, DING Jie<sup>1</sup>, XIONG Ting-ting<sup>1</sup>, CHEN Mei-ling<sup>1</sup>,  
ZHANG Yu-wei<sup>2</sup>, HE Jiang-hong<sup>1</sup>, TU Cai-hong<sup>3</sup>

(1.College of Food, Sichuan Tourism University, Chengdu 610100, China; 2.College of Food, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China; 3.Chengdu Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Chengdu 611130, China)

**ABSTRACT:** The paper aims to develop a safe and effective natural preservative for the use of soft-packaged, pre-conditioned, pickled pepper pork livers. The effects of garlic extract, acetic acid and lactic acid on the inhibition of the dominant spoilage bacteria in the pork livers of pickled pepper were investigated separately. After screening the superior concentration range of the three, the response surface method based on fuzzy mathematical evaluation was utilized to optimize the formulation of compound preservatives. The optimized formulation of compound preservatives was used to conduct constant temperature storage experiment of pickled pepper pork livers at 25 °C. The best formulation of natural compounded antibacterial agent was: Using 1000 g of pretreated pork liver slices as a benchmark, the following bacteriostatic agents were prepared by mass ratio: acetic acid 2.3%, lactic acid 4.5%, garlic extract 0.365%. The combined score of actual antibacterial effect on pickled pepper pork liver was 1.074 points, which was close to the predicted value

收稿日期: 2020-05-03

基金项目: 四川省教育厅自然科学重点项目 (17ZA0291)

作者简介: 任政伟 (1985—), 男, 硕士, 实验师, 主要研究方向为食品贮藏与加工。

通信作者: 丁捷 (1985—), 女, 副教授, 博士生, 主要研究方向为食品贮藏与加工。

of 0.93 points. Under the condition of 25 °C, the antimicrobial preservative can significantly inhibit the growth of microorganisms and maintain the quality of pork liver. The group extended its shelf life up to 21 d, which was 50% longer than that of the blank treatment group, showing delightful freshness preservation effect. Based on the ingredients of the product itself, this study uses its antiseptic and antibacterial properties to achieve the purpose of freshness preservation, and provides a new way of thinking about the future development of antibacterial and freshness preservation agents for pre-prepared dishes.

**KEY WORDS:** garlic extract; lactic acid; acetic acid; pickled pepper pig liver; bacteriostatic effect

泡椒猪肝是民间独特美食,属川菜小吃类,利用泡椒腌制法祛除猪肝的腥味,成品酸香诱人,鲜嫩可口,是川渝夜市排档中的佐餐佳品。现阶段泡椒猪肝主要以堂食或外卖的形式出售,存在以下几方面亟待解决的现实问题:保质期短,尤其在川渝闷热夏秋季,品质劣变迅速;加工工艺标准化程度较低,品质稳定性差,食品安全风险大。由此可见,开发基于中央厨房生产的软包装预调理泡椒猪肝是解决上述问题的关键<sup>[1]</sup>,受到行业的热切关注。

随着预调理菜肴产品的逐渐丰富,行业对安全高效的保鲜技术需求越来越迫切。现有研究证实,山梨酸钾、脱氢乙酸钠、乳酸链球菌素和溶菌酶复配泡椒凤爪防腐剂,可获得良好的保鲜效果<sup>[2]</sup>;采用 Nisin (质量分数为 0.03%) + 乳酸钠 (质量分数为 4.00%) + 茶多酚 (质量分数为 0.01%) + 纳他霉素 (质量分数为 0.01%) 与真空包装联用处理的预调理烧烤里脊可在 4 °C 冷藏 21 d 内保持有效商品价值<sup>[3]</sup>。目前预调理泡椒猪肝菜肴的防腐保鲜研究尚未见相关报道。

课题组前期通过超声波技术应用于泡椒猪肝加工<sup>[4]</sup>,在提高生产效率的同时,改良了成品品质,获得了一定杀菌作用,但商品货架期尚不够理想<sup>[5]</sup>。经研究发现,大蒜提取液中的有效成分大蒜素不仅能抑制病原菌体内蛋白酶、细胞壁酶的催化活性,还可抑制病菌蛋白质和 DNA 的合成<sup>[6]</sup>,而乳酸和醋酸可改变细胞表面的电荷分布,破坏基因组 DNA,从而发挥抑菌作用<sup>[7-8]</sup>。文中通过预实验从泡椒猪肝原有香辛配料中筛选出具有较强抑菌效果的大蒜提取物、乳酸、醋酸天然抑菌物质,利用 Box-Behnken 实验设计和响应面法优化泡椒即食猪肝的大蒜提取物复配防腐剂,探讨该复合防腐剂实际应用于猪肝的保鲜效果,以满足现代中央厨房的加工工艺要求,为预调理菜肴食品进行标准工业化生产提供参考依据。

## 1 实验

### 1.1 材料与试剂

主要材料:新鲜猪肝、大葱、生姜、桂皮、独蒜、八角,购于成都市龙泉驿区平安菜市场;金龙鱼色拉油、泡小米辣、泡二荆条(老坛腌制)、红花椒、青花椒、白砂糖、阆州纯米醋、国泰味精、食盐、料酒,

购于四川旅游学院学府红旗连锁超市。

供试菌: X<sub>1</sub> 粘类芽孢杆菌 (MF001284.1), X<sub>2</sub> 莓实假单胞菌 (JX867753.1), X<sub>4</sub> 枯草芽孢杆菌 (MF146958.1), X<sub>5</sub> 枯草芽孢杆菌 (CP021169.1), X<sub>6</sub> 枯草芽孢杆菌属 (KY228939.1) 均由四川旅游学院重点实验室提供,分离自超声波低温真空技术加工的软包装预调理泡椒猪肝中;分析纯药剂(大蒜提取物、醋酸、乳酸、氯化钠、氢氧化钠、硝酸钾、硼酸、盐酸、氯化镁、碳酸钾、甲基红、乙醇)、微生物培养基(蛋白胨、牛肉膏、氯化钠和琼脂),由四川旅游学院重点实验室提供,购自成都科百瑞。

### 1.2 仪器与设备

主要仪器设备: YP-N 型电子天平,上海力衡仪器仪表有限公司; TMS-PRO 型高精度专业食品物性分析仪,美国 FTC 公司; PHS-3C 型 pH 计,上海仪电科学仪器股份有限公司; LHP-150 恒温恒湿培养箱,上海双旭电子有限公司; YXQ-LS-100SII 立式高压蒸汽灭菌器,上海博迅公司; DZ-300 真空压缩包装机,深圳市晟枫包装机械有限公司; BHC1300IIB2 双人超净工作台,上海鼎科科学仪器有限公司; TYJ-2A 型菌落计数器,上海华光仪器仪表有限公司; 牛津杯 (内径 6 mm, 外径 8 mm, 高 10 mm), 上海申源科学仪器有限公司。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 样品制备

依照任政伟等<sup>[9-10]</sup>的方法,将鲜猪肝清洗干净,除去筋络等部分后,切片冲洗后焯血水,再捞起用冷流水冲洗 30 min。以 1000 g 预处理后的猪肝片为基准,按质量比例配置腌制液(均以质量分数计): 泡椒水 (盐 14%, 乳酸 2%) 65.23%, 泡小米辣 21.75%, 泡二荆条 2.17%, 醋酸 1.0%, 料酒 1.74%, 葱白 1.09%, 新鲜小米辣 0.87%, 生姜 0.87%, 大蒜提取物 0.3%, 食盐 0.65%, 泡姜 0.43%, 白糖 0.39%, 味精 0.13%, 八角 0.04%, 青花椒 0.02%, 红花椒 0.02% 和桂皮 0.02%。将上述原辅料共同制作成腌制液,放入加工后的猪肝片,在超声强度为 152 W/m<sup>2</sup>, 超声温度为 30 °C, 超声时间为 20 min 条件下辅助腌制入味后,捞出沥干,用铝箔袋进行真空分装(真

空处理时间为 40 s)，在超声强度为 144 W/m<sup>2</sup>、超声温度为 65 ℃、固液比（g/L）为 1：5 条件下，杀菌 15 min 获得成品。

1.3.2 单因素实验

预实验中根据感官评价确定消费者可接受且对风味品质影响较小的大蒜提取物、醋酸、乳酸浓度范围。用高温灭菌并冷却的接种环从斜面培养基上分别刮取少量活化的菌种，分别接种在不同的液体培养基中，在摇床中培养 48 h 后，置于 4 ℃恒温箱中备用。通过牛津杯固体平板扩散法，以 1000 g 预处理后的猪肝片为基准，按质量比例配置防腐剂，分别考察大蒜提取物（质量分数分别为 0.30%，0.32%，0.34%，0.36%，0.38%）、乳酸（质量分数分别为 1%，2%，3%，4%，5%）、醋酸（质量分数分别为 0.5%，1%，1.5%，2%，2.5%）对泡椒猪肝中优势腐败菌 X<sub>1</sub>，X<sub>2</sub>，X<sub>4</sub>，X<sub>5</sub>，X<sub>6</sub> 抑菌效果综合评分的影响。

1.3.3 Box-Behnken 响应面实验

在 1.3.2 研究结论上，根据 Box-Behnken 实验设计原理，以抑菌效果综合评分为响应值，采用三因素三水平响应曲面分析方法对大蒜提取物、醋酸、乳酸的复合组合进行筛选，实验因素与水平设计见表 1。

1.3.4 复合防腐剂贮藏效果的验证

以基础配方为对照，将成品置于 25 ℃恒温箱，间隔 7 d 测定样品中的感官评分、pH 值、质构、菌落总数、TVB-N 值等，综合评价复合防腐剂的实际应用效果。

1.3.5 检测指标

1.3.5.1 抑菌实验方法

将每种待测菌液各取 0.1 mL 在固体培养基上涂布制得含菌平板培养基，在培养基表面垂直摆放 3 个牛津杯，加压使其与培养基接触无空隙，在杯中加入不同复配比的抑菌剂液 100 μL。加完后放置于 30 ℃培养箱培养 24 h 后对光测量抑菌圈的直径<sup>[11-13]</sup>。

1.3.5.2 抑菌效果综合评分

根据单因素实验结果，确定抑菌效果综合评分中各优势腐败菌菌落直径的聚类范围：U<sub>X<sub>1</sub></sub> = 17.5~50 mm，U<sub>X<sub>2</sub></sub> = 10.8~50 mm，U<sub>X<sub>4</sub></sub> = 17.4~50 mm，U<sub>X<sub>5</sub></sub> =

16.7~50 mm，U<sub>X<sub>6</sub></sub> = 16.3~50 mm。根据线性模型建立如下隶属度函数。

$$P(U_{X_1}) = \begin{cases} 1 & U_1 \geq 50 \\ \frac{U_1 - 17.5}{50 - 17.5} & 17.5 < U_1 < 50 \\ 0 & U_1 \leq 17.5 \end{cases}$$
$$P(U_{X_2}) = \begin{cases} 1 & U_2 \geq 50 \\ \frac{U_2 - 10.8}{50 - 10.8} & 10.8 < U_2 < 50 \\ 0 & U_2 \leq 10.8 \end{cases}$$
$$P(U_{X_4}) = \begin{cases} 1 & U_4 \geq 50 \\ \frac{U_4 - 17.4}{50 - 17.4} & 17.4 < U_4 < 50 \\ 0 & U_4 \leq 17.4 \end{cases}$$
$$P(U_{X_5}) = \begin{cases} 1 & U_5 \geq 50 \\ \frac{U_5 - 16.7}{50 - 16.7} & 16.7 < U_5 < 50 \\ 0 & U_5 \leq 16.7 \end{cases}$$
$$P(U_{X_6}) = \begin{cases} 1 & U_6 \geq 50 \\ \frac{U_6 - 16.3}{50 - 16.3} & 16.3 < U_6 < 50 \\ 0 & U_6 \leq 16.3 \end{cases}$$

抑菌圈直径综合评分为：

$$Y = P(U_{X_1}) \times a_1 + P(U_{X_2}) \times a_2 + P(U_{X_4}) \times a_4 + P(U_{X_5}) \times a_5 + P(U_{X_6}) \times a_6$$

式中：Y 为抑菌效果综合评分；a<sub>i</sub> 为各指标在评价体系中所占的权重，其值分别为 0.2，0.2，0.2，0.2，0.2。

1.3.5.3 理化指标

pH 值的测定依据 GB 5009.237—2016；挥发性盐基氮的测定依据 GB 5009.228—2016《半微量定氮法》，限量标准不超过 200 mg/kg；菌落总数的测定依据 GB 4789.2—2016；微生物限量根据 DBS 50/004—2014《食品安全地方标准泡椒肉制品》，限量标准为不超过 3 lg CFU/g。

TPA 质构特性可参考丁捷等<sup>[4]</sup>的方法略作修改，采用 TMS-Pro 物性仪，选用单刀复合式剪切探头，TPA 程序，速率为 60 mm/min，变形量为 60% 的测试条件，测试样品的硬度，每组平行测试 5 次，结果取平均值。

表 1 因素水平编码  
Tab.1 Coded form of factor level

| 水平 | 大蒜提取物质量分数/% | 醋酸质量分数/% | 乳酸质量分数/% |
|----|-------------|----------|----------|
| -1 | 0.36        | 2        | 4        |
| 0  | 0.37        | 2.25     | 4.5      |
| 1  | 0.38        | 2.5      | 5        |

感官评价标准可参考 GB 2730—2015 腌腊肉制品感官要求和文献[14—16], 由 5 人组成感官小组, 评分细则见表 2, 满分为 40, 结果取平均值, 评分小于 14 分时泡椒猪肝失去食用价值。

## 2 结果与分析

### 2.1 单因素实验

由图 1a—c 可知, 大蒜提取物、乳酸、醋酸对泡椒猪肝的综合抑菌效果均随浓度的增加呈上升趋势。当大蒜提取物质量分数为 0.36%~0.38% 时, 综合抑菌效果显著优于较低质量分数 0.3%~0.34% ( $P<0.05$ ); 醋酸和乳酸添加量的不同, 其综合抑菌效果也与大蒜提取物变化趋势相同, 分别在较高添加范围内有更优的抑菌效果<sup>[13]</sup>, 因此, 选择大蒜提取物质量分数范围为 0.36%~0.38%; 乳酸浓度质量分数为 4%~5%; 醋酸质量分数为 2%~2.5%。

### 2.2 Box-Behnken 实验

对表 3 进行回归拟合分析, 得到模型:  $Y=0.91-0.042A+0.058B-0.01C+0.027AB-0.017AC+0.0075BC-0.038A^2-0.1B^2-0.038C^2$ 。由方差分析可知 (见表 4), 二次多项模型极显著 ( $P=0.0035<0.01$ ); 失拟项 ( $P=$

$0.7251>0.05$ ) 不显著; 校正系数 ( $R^2_{adj}$ ) 为 0.8285 时该模型响应 82.85% 的数据变化, 可以用该方程推测实验结果<sup>[5]</sup>。由  $F$  值的结果可知, 各因素对泡椒猪肝抑菌综合评分的贡献率为:  $B>A>C$ , 即醋酸>大蒜提取物>乳酸, 二次项  $B^2$  对模型影响达到极显著水平 ( $P<0.01$ )。通过软件优化得出各水平的最佳参数, 大蒜提取物质量分数为 0.365%、醋酸质量分数为 2.3%、乳酸质量分数为 4.5% 时, 抑菌效果综合评分最优预测值为 0.93。采用平行实验对最佳防腐剂配方进行验证, 此时泡椒猪肝的抑菌效果综合评分为  $1.074\pm0.212$  分, 优于响应面实验中的较优工艺, 表明优化后所得复合防腐剂配方可靠, 具有实际运用的意义。

### 2.3 大蒜提取物复配防腐剂的应用效果

#### 2.3.1 感官评价

随着贮藏时间的延长, 泡椒猪肝的感官品质逐渐劣变, 产品组织逐渐变软且渗出汁液, 在后期产生较浓刺激性气味, 见图 2。整个贮藏期内处理组产品接受度均高于对照组, 在贮藏 7 d 后 2 组间感官评分差异显著 ( $P<0.05$ ); 对照组在贮藏 14 d 时猪肝感官评价已降至 14 分, 猪肝表面发黏、色泽变暗、产生腐败气味; 处理组的感官评分在贮藏 14 d 时依然保持

表 2 成品泡椒猪肝感官评价标准  
Tab.2 Sensory evaluation standard of pickled pepper pork liver

| 评定项目            | 参考标准                                                                                                                                  |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 色泽<br>(10 分)    | 猪肝呈褐色, 酱体颜色鲜亮, 有光泽 (7~10); 猪肝颜色较浅, 光泽度较高, 酱体颜色稍暗, 有光泽 (4~6); 猪肝颜色过浅, 光泽度较差, 酱体颜色暗沉, 略有光泽 (0~3)。                                       |
| 气味、滋味<br>(20 分) | 风味浓郁, 酸辣咸甜酸兼备, 口感协调柔和, 泡椒气味适宜 (16~20); 泡椒气味较淡或略浓, 无刺激性气味, 酸辣咸甜酸俱在, 口感协调但不柔和 (8~15); 风味丧失, 无泡椒气味或有腥膻味, 某种味道不足或太过突出, 口感不协调, 气味刺鼻 (0~7)。 |
| 组织形态<br>(10 分)  | 猪肝形态完美, 组织细密, 富有弹性, 无其他异物出现 (7~10); 组织表面颗粒分离, 较细密, 较有弹性, 少量粘性异物 (4~6); 组织软黏或糊状物较多 (0~3)。                                              |

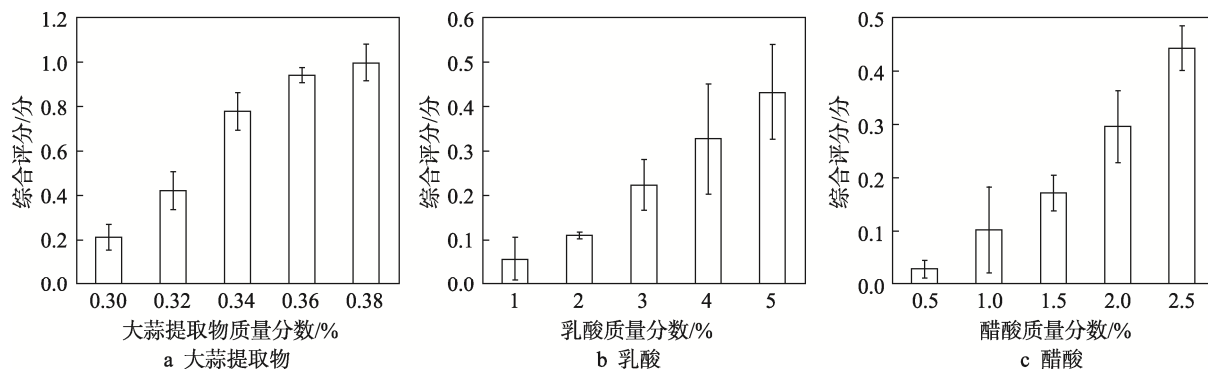


图 1 3 种不同防腐剂添加量对泡椒猪肝腐败菌的抑菌效果综合评分

Fig.1 Comprehensive bacteriostatic effect of garlic extract lactic acid and acetic acid on spoilage bacteria of pickled pepper pork liver

| 表 3  响应面实验设计及结果<br>Tab.3 Design and result of response surface experiment |      |      |     |      |
|---------------------------------------------------------------------------|------|------|-----|------|
| 编号                                                                        | A    | B    | C   | Y    |
| 1                                                                         | 0.37 | 2.00 | 5.0 | 0.70 |
| 2                                                                         | 0.38 | 2.25 | 5.0 | 0.76 |
| 3                                                                         | 0.37 | 2.25 | 4.5 | 0.96 |
| 4                                                                         | 0.37 | 2.25 | 4.5 | 0.92 |
| 5                                                                         | 0.38 | 2.00 | 4.5 | 0.65 |
| 6                                                                         | 0.37 | 2.25 | 4.5 | 0.93 |
| 7                                                                         | 0.37 | 2.50 | 4.0 | 0.83 |
| 8                                                                         | 0.36 | 2.00 | 4.5 | 0.80 |
| 9                                                                         | 0.36 | 2.50 | 4.5 | 0.84 |
| 10                                                                        | 0.37 | 2.50 | 5.0 | 0.85 |
| 11                                                                        | 0.36 | 2.25 | 5.0 | 0.87 |
| 12                                                                        | 0.38 | 2.25 | 4.0 | 0.84 |
| 13                                                                        | 0.37 | 2.25 | 4.5 | 0.85 |
| 14                                                                        | 0.37 | 2.25 | 4.5 | 0.91 |
| 15                                                                        | 0.37 | 2.00 | 4.0 | 0.71 |
| 16                                                                        | 0.36 | 2.25 | 4.0 | 0.88 |
| 17                                                                        | 0.38 | 2.50 | 4.5 | 0.80 |

在 24 分，风味口感较佳，在贮藏 21 d 后才开始加速劣变。由以上分析可知，大蒜提取物复配防腐剂是影响产品贮藏期感官品质的重要因素，可在 25 ℃贮藏条件下更好地保持猪肝感官品质，延长了保质期。

2.3.2 菌落总数

泡椒猪肝中菌落总数随贮藏时间的延长逐渐增大，大蒜提取物复配防腐剂有效抑制了猪肝中腐败菌的生长繁殖；对照组贮藏 14 d 时菌落总数（3.78 lg CFU/g）即超过国家标准；处理组贮藏 21 d 时菌落总数才达到 3.65 lg CFU/g，见图 3。

2.3.3 硬度

泡椒猪肝的质构特性直接反映产品口感，是消费者评价食用品质的重要指标。泡椒猪肝硬度随着贮藏时间的延长不断下降，整个贮藏期间处理组产品硬度均高于对照组，见图 4。这是由于复配大蒜提取物复配防腐剂抑制了腐败菌生长繁殖，延缓了猪肝结缔组织细胞结构和蛋白质空间结构的崩溃速度。

2.3.5 pH 值和 TVB-N 值

在贮藏初期（0~7 d），由于腐败菌分解泡椒猪肝中的蛋白质产生碱性含氮物质，导致 pH 值和 TVB-N 值含量急剧升高<sup>[12]</sup>；到贮藏中期后，随着腐败菌生长繁殖，软包装罐头中所含糖类物质进一步分解产酸，初期产酸的碱性物质被中和，pH 值逐渐下降趋于平

| 表 4  回归模型的方差分析结果<br>Tab.4 Analysis result of variance of regression model |           |     |           |       |        |     |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|-----|-----------|-------|--------|-----|
| 方差来源                                                                      | 平方和       | 自由度 | 均方        | F 值   | P      | 显著性 |
| 模型                                                                        | 0.11      | 9   | 0.012     | 9.59  | 0.0035 | 显著  |
| A                                                                         | 0.014     | 1   | 0.014     | 11.53 | 0.0115 | **  |
| B                                                                         | 0.026     | 1   | 0.026     | 21.11 | 0.0025 | **  |
| C                                                                         | 0.0008    | 1   | 0.0008    | 0.64  | 0.4505 |     |
| AB                                                                        | 0.003 025 | 1   | 0.003 025 | 2.41  | 0.1642 |     |
| AC                                                                        | 0.001 225 | 1   | 0.001 225 | 0.98  | 0.3557 |     |
| BC                                                                        | 0.000 225 | 1   | 0.000 225 | 0.18  | 0.6844 |     |
| A <sup>2</sup>                                                            | 0.006 16  | 1   | 0.006 16  | 4.92  | 0.0621 |     |
| B <sup>2</sup>                                                            | 0.045     | 1   | 0.045     | 35.83 | 0.0006 | **  |
| C <sup>2</sup>                                                            | 0.006 16  | 1   | 0.006 16  | 4.92  | 0.0621 |     |
| 残差                                                                        | 0.008 77  | 7   | 0.001 253 |       |        |     |
| 失拟项                                                                       | 0.002 25  | 3   | 0.000 75  | 0.46  | 0.7251 | 不显著 |
| 净误差                                                                       | 0.006 52  | 4   | 0.001 63  |       |        |     |
| 总高差                                                                       | 0.12      | 16  |           |       |        |     |

稳。贮藏 14 d 时,对照组的 TVB-N 值已达到 196 mg/kg, 接近国家限量 (200 mg/kg), 而此时处理组 TVB-N 值仅为 13.4 mg/kg, 这证明在腌制过程中增加大蒜提取物复配防腐剂可有效延缓泡椒猪肝的品质劣变。

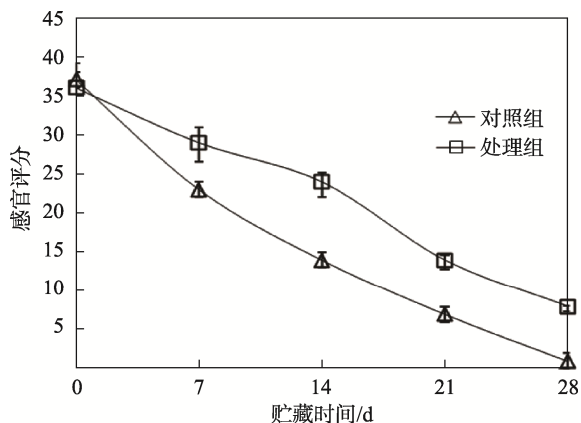


图2 真空包装泡椒猪肝贮藏过程中感官评分趋势  
Fig.2 Sensory evaluation trend of pickled peppers pork liver in vacuum packaging during storage

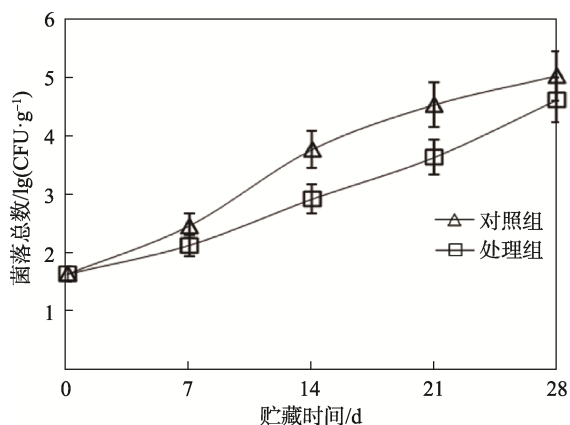


图3 真空包装泡椒猪肝贮藏过程中菌落总数的变化  
Fig.3 Changes of the total number of colony in pickled peppers pork liver in vacuum packaging during storage

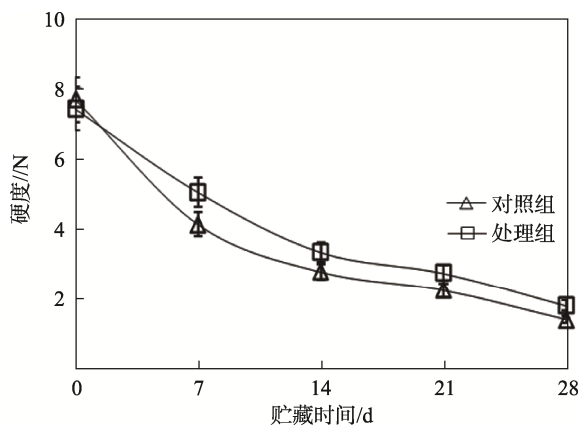


图4 真空包装泡椒猪肝贮藏过程中硬度的变化  
Fig.4 Changes of the hardness of pickled peppers pork liver in vacuum packaging during storage

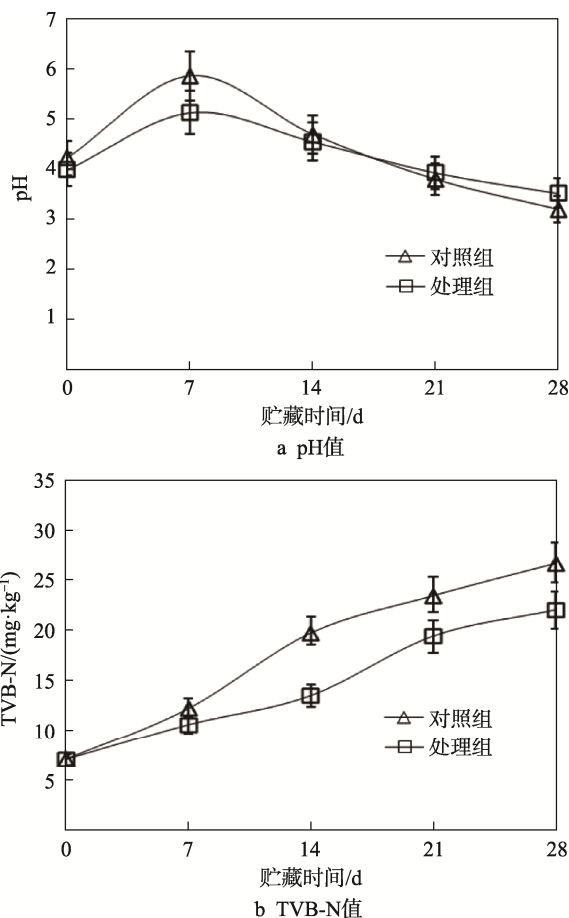


图5 真空包装泡椒猪肝贮藏过程中pH值和TVB-N值的变化  
Fig.5 Changes of pH and TVB-N in pickled peppers pork liver in vacuum packaging during storage

### 3 结语

近年来,随着新闻媒体对食品防腐剂违法违规使用的报道,消费者对食品安全关注度越来越高,对预调理菜肴天然高效防腐工艺的需求越来越迫切。

文中利用大蒜提取物、醋酸和乳酸复配研发大蒜提取物复配防腐剂(醋酸质量分数为2.3%、乳酸质量分数为4.5%、大蒜提取物质量分数为0.365%),就是基于产品本身原料成分出发,在不改变风味的前提下,复配防腐抑菌性较佳的原辅料配方,来实现保鲜的目的。该防腐剂能有效保持常温贮藏条件下泡椒猪肝的感官品质,减缓硬度、pH值、TVB-N值的下降速率,抑制泡椒猪肝中细菌的增长繁殖,为后续针对未来预调理菜肴防腐保鲜剂的开发提供一条新思路。

### 参考文献:

- [1] 李娜,蔡鲁峰. 调理食品及其发展现状与趋势探讨[J]. 粮食与食品工业, 2020, 27(1): 31—34.  
LI Na, CAI Lu-feng. Discussion on the Current Situation and Development Trend of Conditioned Food[J].

- Food and Food Industry, 2020, 27(1): 31—34.
- [2] 杨琴. 泡椒凤爪中兼性厌氧产气微生物的分离、鉴定与控制研究[D]. 南昌: 江西农业大学, 2016: 32—42.  
YANG Qin. The Research on the Isolation, Identification and Control of the Facultative Anaerobic Aerogenesis Microorganisms from Chicken Feet with Pickled Peppers[D]. Nanchang: Jiangxi Agricultural University, 2016: 32—42.
- [3] 阳曦. 预调理烧烤里脊产品开发及其保鲜技术研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2012: 30—54.  
YANG Xi. Study on the Product Development and Preservation Technology of Pre-conditioning Barbecue Tenderloin[D]. Ya'an: Sichuan Agricultural University, 2012: 30—54.
- [4] CHANDRAPALA J, OLIVER C, KENTISH S, et al. Ultrasonics in Food Processing[J]. Ultrasonics Sonochemistry, 2012, 19(5): 975—983.
- [5] 丁捷, 任政伟, 卢雪松, 等. 超声波热处理对真空包装泡椒猪肝质构特性的影响[J]. 肉类研究, 2016, 30(11): 22—27.  
DING Jie, REN Zheng-wei, LU Xue-song, et al. Effects of Combined Ultrasonic and Heat Treatments on Texture Characteristics of Vacuum-packed Pig Liver with Pickled Pepper[J]. Meat Research, 2016, 30(11): 22—27.
- [6] 宋卫国. 大蒜提取液有效成分抑菌活性及其作用机理研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2004: 51—60.  
SONG Wei-guo. Study on Antibacterial Activity and Mechanism of Garlic Extract[D]. Taian: Shandong Agricultural University, 2004: 51—60.
- [7] 宁亚维, 付浴男, 何建卓, 等. 苯乳酸和醋酸联用对大肠杆菌的抑菌机理[J/OL]. 食品科学[2020-05-05]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.TS.20200416.1920.020.html>.  
NING Ya-wei, FU Yu-nan, HE Jian-zhuo, et al. Antibacterial Mechanism of PHenyllactate Combined with Acetic Acid on Escherichia Coli[J/OL]. Food Science [2020-05-15]. [Http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.TS.20200416.1920.020.html](http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.TS.20200416.1920.020.html).
- [8] 王凤婷, 靳盼盼, 刘芳, 等. 乳酸 1 对粪肠球菌的抑菌作用及作用机制[J]. 江苏农业学报, 2018, 34(1): 200—206.  
WANG Feng-ting, JIN Pan-pan, LIU Fang, et al. Antibacterial Effect and Mechanism of Lactic Acid on Enterococcus Faecalis[J]. Jiangsu Journal of Agriculture, 2018, 34(1): 200—206.
- [9] 任政伟, 彭毅秦, 丁捷, 等. 响应面法优化泡椒猪肝超声波腌制液配方[J]. 美食研究, 2018, 35(1): 28—33.  
REN Zheng-wei, PENG Yi-qin, DING Jie, et al. Optimization of Marinade Formula for Spicy Pork Liver Using Response Surface Methodology[J]. Gastronomic Research, 2018, 35(1): 28—33.
- [10] 沈春玉, 赵玉巧, 颜冬梅. 鱼类产品中优势腐败菌、大蒜提取物复配防腐剂及保鲜技术的研究进展[J]. 中国食品添加剂, 2020, 31(3): 172—178.  
SHEN Chun-yu, ZHAO Yu-qiao, YAN Dong-mei. Research Progress of Dominant Spoilage Bacteria, Natural Preservatives and Preservation Technology in Fish Products[J]. Chinese Food Additives, 2020, 31(3): 172—178.
- [11] 潘冬梅, 金畅琦. 猪肝抽真空低温烹饪工艺的优化[J]. 现代食品, 2019(12): 59—62.  
PAN Dong-mei, JIN Chang-qi. Optimization of Vacuum Low Temperature Cooking Process of Pig Liver[J]. Modern Food, 2019(12): 59—62.
- [12] LARSEN J C. Risk Assessment of Chemicals in European Traditional Foods[J]. Trends in Food Science & Technology, 2006, 17(9): 174—192.
- [13] 何江红, 丁捷, 陈祖明, 等. 超声辅助提取香辛料对泡椒凤爪保鲜效果的影响[J]. 食品工业, 2015, 36(11): 68—72.  
HE Jiang-hong, DING Jie, CHEN Zu-ming, et al. Preservation Effect of Ultrasonic-assisted Extraction of Liquid Spice on Chicken Feet with Pickled Peppers[J]. Food Industry, 2015, 36(11): 68—72.
- [14] 邢海丽, 辛嘉英, 王艳, 等. 响应面优化甲烷氧化菌素、苯甲酸钠和山梨酸钾复配剂抑菌效果[J]. 食品科学, 2016, 37(18): 1—5.  
XING Hai-li, XIN Jia-ying, WANG Yan, et al. Response Surface Methodology to Optimize the Antibacterial Effect of Methanogen, Sodium Benzoate and Potassium Sorbate[J]. Food Science, 2016, 37(18): 1—5.
- [15] 高磊, 谢晶, 叶藻, 等. 响应面法优化冷鲜鸡复合生物保鲜剂配比[J]. 食品工业科技, 2015, 36(22): 313—319.  
GAO Lei, XIE Jing, YE Zao, et al. Optimization of Complex Biological Preservatives to Improve Preservation of Chilled Chicken by Response Surface Methodology[J]. Food Industry Technology, 2015, 36(22): 313—319.
- [16] 杨转琴, 魏红, 曹雯, 等. 大蒜提取液及食醋抑菌作用的研究[J]. 食品科学, 2008(1): 69—73.  
YANG Zhuan-qin, WEI Hong, CAO Wen, et al. Study on the Bacteriostasis of Garlic Extract and Vinegar[J]. Food Science, 2008(1): 69—73.