

DOI: 10.13652/j.spjx.1003.5788.2022.60016

# 天然复配保鲜剂及其与真空包装协同作用对 预调理猪肉馅货架期的影响

Effects of natural compound preservative and its vacuum synergy  
on the shelf life of pre-conditioned pork filling stuffing

刘平云<sup>1</sup> 王军茹<sup>2</sup> 丁一丹<sup>2</sup> 张根生<sup>2</sup>

LIU Ping-yun<sup>1</sup> WANG Jun-ru<sup>2</sup> DING Yi-dan<sup>2</sup> ZHANG Gen-sheng<sup>2</sup>

(1. 农业部南京设计院中南分院, 湖南 长沙 410000; 2. 哈尔滨商业大学食品工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150028)

(1. South Central Branch of Ministry of Agriculture Nanjing Design Institute, Changsha, Hunan 410000, China;

2. College of Food Engineering, Harbin University of Commerce, Harbin, Heilongjiang 150028, China)

**摘要:**目的:研究食品保鲜剂对预调理猪肉馅保鲜效果的影响,解决预调理猪肉馅易腐败变质且货架期极短的问题。方法:利用菌落总数或 TBA 值作为评价标准,测定经真空包装协同复配保鲜剂处理后的肉馅在贮藏期间理化指标及微生物指标的变化。结果:保鲜剂最优配比为 0.049% 乳酸链球菌素、0.207% D-异抗坏血酸钠、0.029% 迷迭香提取物;真空包装协同复配保鲜剂处理能够有效延缓菌落总数、TBA 值、TVB-N 值、pH 值的变化,且具有较好的感官评分,其货架期可达 10 d。结论:真空包装协同复配保鲜剂处理预调理猪肉馅有较好的保鲜效果,能够有效延长其货架期。

**关键词:**预调理猪肉馅;食品保鲜剂;真空包装;货架期

**Abstract:** **Objective:** To study the effect of food preservatives on the freshness of pre-conditioned pork filling stuffing and to solve the problem of easy spoilage and very short shelf life of pre-conditioned pork filling stuffing. **Methods:** The changes of physico-chemical and microbiological indexes of the pre-conditioned pork filling treated with vacuum-packed co-combination preservatives during storage were determined using the total number of colonies or TBA values as evaluation criteria. **Results:** The optimal ratio of preservatives were as followed: 0.049% nisin, 0.207% D-isoscorbate sodium, 0.029% rosemary extract. Vacuum-packed synergistic compounding preservative treatment can effectively delay the changes of total bacterial colony, TBA

value, TVB-N value, pH value, and has better sensory score, and its shelf life can reach 10 days. **Conclusion:** Vacuum packaging synergistic compounding preservative treatment of pre-conditioned pork filling has a better preservation effect and can effectively extend its shelf life.

**Keywords:** pre-conditioned pork filling; food preservative; vacuum packing; shelf life

随着生活方式节奏加快,营养丰富、口味独特、方便快捷的预调理肉制品的消费量日益增长<sup>[1-3]</sup>。预调理猪肉馅是一种由猪肉搅碎调味混合而成的新鲜肉制品<sup>[4-5]</sup>,但在制作、销售过程中,由于脂肪氧化和微生物增殖等因素的影响易使其品质劣化。在预调理猪肉馅中添加保鲜剂和选择适当的包装可使产品在销售及运输过程中,通过抑菌和抗氧化的作用,有效避免食品品质劣化、失去营养价值,延缓产品的腐败变质速度<sup>[6]</sup>。

食品保鲜剂通常为香辛料提取物、壳聚糖、溶菌酶、乳酸链球菌素等<sup>[7-10]</sup>。其中,乳酸链球菌素(Nisin)是由乳酸链球菌产生的具有抑菌性的多肽物质<sup>[11-12]</sup>;迷迭香提取物、葡萄糖酸- $\delta$ -内酯、D-异抗坏血酸钠在食品中可以起到一定的抗氧化作用,并且能够有效维持肉制品的感官品质<sup>[13]</sup>。Costa 等<sup>[14]</sup>研究发现,水果中提取的乳酸菌 paracasei 108 可有效抑制鸡胸肉糜中李斯特氏菌和肠炎沙门氏菌 PT4 的生长,具有良好的抑菌作用。顾菀婷等<sup>[15]</sup>研究发现,迷迭香提取物可有效抑制冷藏猪肉丸脂肪氧化,从而有效延长其货架期。单一使用天然保鲜剂时,常会出现保鲜效果有限且保鲜剂用量过大等现象,而将多种天然保鲜剂进行复配,能够有效发挥其协同效应从而大幅度提升保鲜效果<sup>[16]</sup>。真空包装能够在延缓预调理肉制品脂肪及蛋白质氧化的前提下,保持其良好的色

**基金项目:**黑龙江省“千百万元”工程科技重大专项(编号:2019ZX07B03)

**作者简介:**刘平云,男,农业部南京设计院中南分院高级工程师,学士。

**通信作者:**张根生(1964—),男,哈尔滨商业大学教授,硕士。

E-mail: zhanggsh@163.com

**收稿日期:**2022-05-09

泽<sup>[17]</sup>,且具有成本低等优点,成为大多数预调理肉制品的包装方式<sup>[18]</sup>。任静等<sup>[19]</sup>采用真空包装处理未添加保鲜剂的预调理烤猪肉,发现真空包装处理组的保鲜效果相较于托盘包装更好、货架期更长。单一的真空包装处理虽然能抑制预调理猪肉馅中部分微生物的生长繁殖,但其抑菌效果有限,无法达到预调理猪肉馅理想的货架期。

目前,关于预调理肉制品的保鲜研究大多以多种保鲜剂的复配研究为主<sup>[20]</sup>,但关于天然保鲜剂应用于预调理猪肉馅的研究鲜有报道,而有关真空包装协同复配保鲜剂处理预调理猪肉馅的研究尚未见报道。因此,研究拟以菌落总数和 TBA 值为指标,考察 4 种天然保鲜剂对预调理猪肉馅的保鲜效果,并采用响应面法对其进行复配,获得预调理猪肉馅保鲜剂的最佳复配配比;考察真空包装协同复配保鲜剂处理对预调理猪肉馅保鲜效果的影响,进而确定真空包装协同复配保鲜剂处理预调理猪肉馅的货架期,为预调理猪肉馅工业化生产提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

新鲜猪肉馅、食盐、味精、十三香、绵白糖、葱、姜:家乐福超市;

迷迭香提取物:上海祥瑞生物科技有限公司;

乳酸链球菌素:银象生物工程有限公司;

葡萄糖酸- $\delta$ -内酯:安徽省兴宙医药食品有限公司;

D-异抗坏血酸钠:江西省德兴市百勤异 VC 钠有限公司。

### 1.2 仪器与设备

电子天平:ALC-2100.2 型,赛多利斯科学仪器有限公司;

立式压力蒸汽灭菌器:LDZX-50FBS 型,上海申安医疗器械厂;

722 型分光光度计:V-5000 型,上海元析仪器有限公司;

恒温培养箱:DHP-9052 型,苏州江东精密科学仪器有限公司;

洁净工作台:HCB-1800H 型,深圳科力易翔仪器设备有限公司;

pH 计:Sartorius-PB-10 型,广州市深华生物科技有限公司;

高速离心机:TG16-WS 型,黑龙江嘉禾广博进出口有限公司。

### 1.3 方法

1.3.1 预调理猪肉馅的制备 预调理猪肉馅配方为 2% 食盐、0.5% 味精、0.3% 十三香、0.6% 糖、3% 葱、2% 姜、50% 水,将各种调味料加入新鲜猪肉馅中,搅拌均匀后分装密封,4℃ 下贮藏。

1.3.2 保鲜剂添加量对预调理猪肉馅品质的影响 将制作完成的肉馅分为 4 组,每组 5 份,每组分别加入乳酸链球菌素(添加量分别为 0.01%,0.02%,0.03%,0.04%,0.05%)、葡萄糖酸- $\delta$ -内酯(添加量分别为 0.10%,0.15%,0.20%,0.25%,0.30%)、D-异抗坏血酸(添加量分别为 0.10%,0.15%,0.20%,0.25%,0.30%)和迷迭香提取物(添加量分别为 0.010%,0.015%,0.020%,0.025%,0.030%),混匀后采用保鲜膜包装于 4℃ 贮藏,每 2 d 取样进行菌落总数或 TBA 值的测定。

1.3.3 响应面法优化复配保鲜剂配比 由于预调理猪肉馅采用了添加抗氧化剂、真空包装和低温贮藏抑制脂肪氧化,且产品货架期要求时间不长,因此微生物繁殖是影响预调理猪肉馅防腐保鲜的主要因素。根据单因素试验结果选择 3 种效果良好的保鲜剂,以 4℃ 贮藏 6 d 时测定的菌落总数作为响应值,运用 Design-Expert 8.0 响应面分析方法中 Box-Behnken 设计对 3 种天然保鲜剂进行复配抑菌试验。

1.3.4 真空包装协同复配保鲜剂对预调理猪肉馅品质的影响 在最优复配保鲜剂配比下,分别进行保鲜膜包装和真空包装,于 4℃ 贮藏,每 2 d 取样测定其菌落总数、TVB-N 值、TBA 值、pH 值,并进行感官评价。

### 1.3.5 测定方法

(1) 菌落总数:参照 GB 4789.2—2016。

(2) 挥发性盐基氮(TVB-N 值):参照 GB 5009.228—2016。

(3) 硫代巴比妥酸值(TBA 值):参照芮怀瑾等<sup>[21]</sup>的方法并修改。称取 1.0 g 预调理猪肉馅,加入 0.02 mol/L 的硫代巴比妥酸溶液 3 mL、7.5% 三氯乙酸溶液 17 mL,搅拌混匀,沸水中加热 30 min,冷却后取 4 mL 溶液并加入 4 mL 氯仿,3 000 r/min 离心 10 min,测定 532 nm 处吸光度。

(4) pH 值:参照 GB 5009.237—2016。

(5) 感官评价:参照 GB 2707—2016。为了评价预调理猪肉馅色泽、气味、黏性和组织状态,成立 10 人感官评定小组(男女各半),按表 1 进行感官评分,100 分表示感受到所考虑特性的最大强度,0 分表示无所考虑特性的知觉。

1.3.6 数据分析 使用 Design Expert 8.0 进行试验设计与分析。使用 Origin 2018 进行绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 乳酸链球菌素添加量对预调理猪肉馅菌落总数的影响

由图 1 可知,预调理猪肉馅菌落总数与贮藏时间呈正相关,贮藏时间越长菌落总数越高( $P<0.05$ ),并在 2~4 d 时的增长速率显著提升( $P<0.05$ )。空白对照组的预

表 1 感官评价表

Table 1 Sensory evaluation table

| 项目 | 评分标准                | 得分    |
|----|---------------------|-------|
| 色泽 | 呈调理肉馅特有色泽,色泽均匀,有光泽  | 20~25 |
|    | 呈调理肉馅特有色泽,色泽较深,略有光泽 | 15~19 |
|    | 调理肉馅色泽较不均匀,无光泽,肉质变色 | 10~14 |
|    | 色泽不均匀,无光泽,变色严重      | 1~9   |
| 气味 | 具有调理肉馅特有香气,无异味      | 20~25 |
|    | 具有调理肉馅特有香气,气味过淡,无异味 | 15~19 |
|    | 无调理肉馅特有香气,略有酸败气味    | 10~14 |
|    | 无香味,有明显酸败气味         | 1~9   |
| 黏性 | 手感湿润,不粘手            | 20~25 |
|    | 手感较湿润,较不粘手          | 15~19 |
|    | 手感黏着,较粘手            | 10~14 |
|    | 手感黏着,明显粘手           | 1~9   |
| 状态 | 有弹性,无汁液流出           | 20~25 |
|    | 稍有弹性,无汁液流出          | 15~19 |
|    | 无弹性,有部分汁液流出         | 10~14 |
|    | 无弹性,有明显汁液流出         | 1~9   |

调理猪肉馅在贮藏第 4 天时的菌落总数就已经超过国家新鲜标准临界值( $1 \times 10^6$ );Nisin 的抑菌性能较好且作用效果随其添加量的增加而增强,是因为 Nisin 能与细胞膜结合形成通道从而导致细胞中的小分子、离子流失发生细胞渗漏,造成细胞死亡。也有研究<sup>[22-24]</sup>认为,Nisin 能影响细胞壁质的合成从而杀死或阻碍细菌的生长,延缓菌落总数的增加。经 0.01% Nisin 保鲜的肉样其菌落总数值与未加入保鲜剂的肉样无显著差异;0.05% Nisin 保鲜的肉样贮藏 8 d 后菌落总数超标且抑菌效果最好。根据 GB 2760—2014 对预调理猪肉馅可采用的防保鲜剂添加量的限定,Nisin 的添加量为 0.03%~0.05%时保鲜效

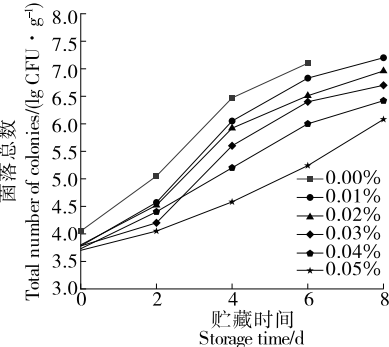


图 1 乳酸链球菌素添加量对预调理猪肉馅菌落总数的影响

Figure 1 The effects of nisin addition on the quality of pre-conditioned pork filling

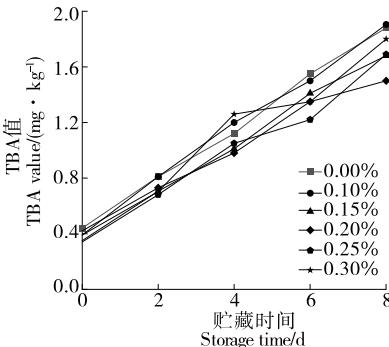


图 2 葡萄糖酸-δ-内酯添加量对预调理猪肉馅 TBA 值的影响

Figure 2 The effects of gluconate-δ-lactone addition on pre-conditioned pork filling TBA

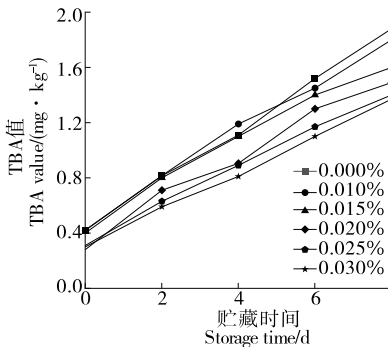


图 3 迷迭香提取物添加量对预调理猪肉馅 TBA 值的影响

Figure 3 The effects of rosemary extract addition on pre-conditioned pork filling TBA

果最好。

2.2 葡萄糖酸-δ-内酯添加量对预调理猪肉馅 TBA 值的影响

由图 2 可知,空白对照组的 TBA 值与贮藏时间呈正相关,贮藏第 2 天其 TBA 值超过一级鲜肉的标准,而在贮藏第 4 天超过 1 mg/kg 成为腐败变质肉。经不同浓度葡萄糖酸-δ-内酯保鲜的真空包装预调理猪肉馅 TBA 值在贮藏第 4 天基本都超过了 1 mg/kg,其中添加 0.30%葡萄糖酸-δ-内酯的 TBA 值的增长相对缓慢;贮藏后期经葡萄糖酸-δ-内酯处理的肉样 TBA 值变化趋势并无明显规律,可能是因为试验误差所致。总体来看,葡萄糖酸-δ-内酯相较于其他试验组对调理肉馅的抗脂肪氧化能力较弱。

2.3 迷迭香提取物添加量对预调理猪肉馅 TBA 值的影响

由图 3 可知,对照组的 TBA 值随贮藏时间延长而逐渐增加,在贮藏第 2 天其 TBA 值超过一级鲜肉的标准,而在贮藏第 4 天超过 1 mg/kg 成为变质腐败肉。0.010%迷迭香提取物添加组其 TBA 值与未加入保鲜剂的肉样并无显著差异;0.030% Nisin 迷迭香提取物处理的肉样在贮藏第 6 天时其 TBA 值超过限定值且抑菌效果最好;迷迭香提取物能有效延缓预调理猪肉馅的脂肪氧化可能是因为迷迭香中的迷迭香酚、迷迭香酸及鼠尾草酸等酚类物质可以螯合金属离子并干扰自由基反应从而延缓脂肪氧化<sup>[25-26]</sup>。综上,迷迭香提取物对预调理猪肉馅脂肪氧化有良好的抑制作用且抑菌效果随迷迭香添加量的增加而增强。

2.4 D-异抗坏血酸钠添加量对预调理猪肉馅 TBA 值的影响

由图 4 可知,对照组的 TBA 值随贮藏时间延长而逐渐增加,在贮藏第 2 天其 TBA 值超过一级鲜肉的标准,

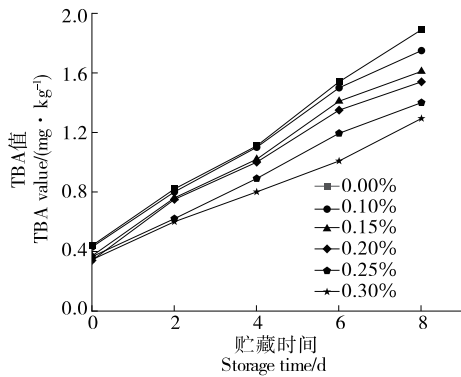


图 4 *D*-异抗坏血酸钠添加量对预调理猪肉馅 TBA 值的影响

Figure 4 The effect of *D*-isoascorbate sodium addition on pre-conditioned pork filling TBA

而在贮藏第 4 天超过 1 mg/kg 成为腐败变质肉。0.10% *D*-异抗坏血酸钠添加组其 TBA 值与未加入保鲜剂的肉样无显著差异,而 0.25% 和 0.30% *D*-异抗坏血酸钠处理的预调理猪肉馅 TBA 值均在贮藏第 6 天超过限定值 ( $P<0.05$ );由此可知,*D*-异抗坏血酸钠的抗脂肪氧化性能较好且作用效果随其添加量的增加而增强。*D*-异抗坏血酸钠在具有较好抗氧化性能的同时还能在一定程度上抑制调理肉馅脂肪氧化过程中小分子化合物的产生<sup>[27]</sup>。因此,*D*-异抗坏血酸钠添加量为 0.15%~0.25% 时保鲜效果最佳。

2.5 复配保鲜剂配方优化

2.5.1 响应曲面优化模型的设计及结果 根据单因素试验结果,以乳酸链球菌素、*D*-异抗坏血酸和迷迭香提取物添加量为因素,以菌落总数为响应值,设计三因素三水平响应面试验优化复配保鲜剂配方。各因素水平见表 2,试验设计及结果见表 3。

2.5.2 复配保鲜剂对菌落总数的影响 根据表 3 数据运用 Design-Expert 进行结果分析,回归拟合得到响应值菌落总数的二次回归模型为:

$$Y = 4.16 - 0.31A - 0.15B - 0.46C + 0.060AB - 0.15AC - 0.087BC + 0.40A^2 + 0.44B^2 + 0.34C^2. \quad (1)$$

对以上模型进行显著性检验的方差分析,结果见表 4。

表 2 试验因素水平表

Table 2 Test factor level table

| 水平 | A 乳酸链球菌素<br>添加量/% | B <i>D</i> -异抗坏血酸<br>添加量/% | C 迷迭香提取物<br>添加量/% |
|----|-------------------|----------------------------|-------------------|
| —1 | 0.03              | 0.15                       | 0.020             |
| 0  | 0.04              | 0.20                       | 0.025             |
| 1  | 0.05              | 0.25                       | 0.030             |

表 3 响应面试验设计及结果

Table 3 Response surface test design and results

| 试验号 | A  | B  | C  | 菌落总数/ $\lg(\text{CFU} \cdot \text{g}^{-1})$ |
|-----|----|----|----|---------------------------------------------|
| 1   | —1 | —1 | 0  | 5.51                                        |
| 2   | 1  | —1 | 0  | 4.79                                        |
| 3   | —1 | 1  | 0  | 5.09                                        |
| 4   | 1  | 1  | 0  | 4.61                                        |
| 5   | —1 | 0  | —1 | 5.53                                        |
| 6   | 1  | 0  | —1 | 5.17                                        |
| 7   | —1 | 0  | 1  | 4.92                                        |
| 8   | 1  | 0  | 1  | 3.98                                        |
| 9   | 0  | —1 | —1 | 5.46                                        |
| 10  | 0  | 1  | —1 | 5.34                                        |
| 11  | 0  | —1 | 1  | 4.71                                        |
| 12  | 0  | 1  | 1  | 4.24                                        |
| 13  | 0  | 0  | 0  | 4.29                                        |
| 14  | 0  | 0  | 0  | 4.14                                        |
| 15  | 0  | 0  | 0  | 4.21                                        |
| 16  | 0  | 0  | 0  | 4.10                                        |
| 17  | 0  | 0  | 0  | 4.06                                        |

由表 4 可知,回归模型  $P$  值 $<0.000\ 1$ ,证明该模型极显著;失拟项  $P$  值 $>0.05$ ,不显著,说明该回归模型具有较好的拟合度,可以较好地反映出菌落总数与乳酸链球菌素、*D*-异抗坏血酸、迷迭香提取物添加量之间的关系,相关系数  $R^2=0.993\ 0$ ,矫正决定系数  $R^2_{\text{Adj}}=0.984\ 0$ ,模型试验值与预测值较为切合,变异系数  $CV=1.50\%$  ( $<10\%$ ),此模型具有较高的可信度,可以进行进一步的分析。各因素对预调理猪肉馅的菌落总数值均有显著影响 ( $P<0.05$ ),对菌落总数的影响由大到小为  $C>A>B$ ,并且二次项中 AC、BC 的  $P$  值均 $<0.05$  说明乳酸链球菌素添加量与迷迭香提取物添加量、乳酸链球菌素添加量与 *D*-异抗坏血酸添加量具有交互作用。

2.5.3 复配保鲜剂对菌落总数的响应面交互作用分析

由图 5 可知,乳酸链球菌素添加量与 *D*-异抗坏血酸添加量对菌落总数的交互作用并不显著,但乳酸链球菌素添加量与迷迭香提取物添加量、*D*-异抗坏血酸添加量与迷迭香提取物添加量均有交互作用,与方差分析结果吻合。

2.6 复配保鲜剂配方优化及验证

通过 Design-Expert 软件计算得到预调理猪肉馅保鲜的复配保鲜剂最佳配比为 0.049% 乳酸链球菌素、0.207% *D*-异抗坏血酸钠和 0.029% 迷迭香提取物,该配比下预调理猪肉馅菌落总数理论值为 3.925  $\lg(\text{CFU/g})$ ;利用该配比进行验证实验,测得贮藏 6 天后预调理猪肉馅的菌落总数实测值为 4.15  $\lg(\text{CFU/g})$  ( $n=3$ ),与理论值相差 5.73% ( $<10\%$ ),说明该模型可靠,能有效预测各因素与预调理猪肉馅菌落总数间的关系。



2.7 真空包装协同复配保鲜剂对预调理猪肉馅品质的影响

2.7.1 对菌落总数的影响 由图 6 可知,贮藏期间,仅经过复配保鲜剂处理的预调理猪肉馅其菌落总数值随贮藏时间的延长而逐渐增长,添加复配保鲜剂延缓了预调理

猪肉馅的菌落总数增长速率,但其菌落总数值依然在贮藏第 12 天时超过了国标限定值,成为腐败变质肉;而经真空包装及复配保鲜剂处理的预调理猪肉馅其菌落总数的增长速率在贮藏过程中逐渐低于非真空包装组,并在贮藏第 14 天菌落总数值超标,可能是由于真空包装的缺

表 4 回归方程的方差分析<sup>†</sup>

Table 4 Analysis of variance of the regression equation

| 方差来源           | 平方和       | 自由度 | 均方        | F 值    | P 值      | 显著性 |
|----------------|-----------|-----|-----------|--------|----------|-----|
| 模型             | 4.95      | 9   | 0.55      | 110.14 | <0.000 1 | 显著  |
| A              | 0.78      | 1   | 0.78      | 156.36 | <0.000 1 |     |
| B              | 0.18      | 1   | 0.18      | 35.43  | 0.000 6  |     |
| C              | 1.67      | 1   | 1.67      | 333.30 | <0.000 1 |     |
| AB             | 0.01      | 1   | 0.01      | 2.88   | 0.133 4  |     |
| AC             | 0.08      | 1   | 0.08      | 16.83  | 0.004 6  |     |
| BC             | 0.03      | 1   | 0.03      | 6.13   | 0.042 5  |     |
| A <sup>2</sup> | 0.68      | 1   | 0.68      | 135.68 | <0.000 1 |     |
| B <sup>2</sup> | 0.81      | 1   | 0.81      | 162.22 | <0.000 1 |     |
| C <sup>2</sup> | 0.48      | 1   | 0.48      | 96.70  | <0.000 1 |     |
| 残差             | 0.04      | 7   | 5.00E-003 |        |          |     |
| 失拟项            | 1.58E-003 | 3   | 5.25E-004 | 0.06   | 0.976 8  | 不显著 |
| 误差项            | 0.03      | 4   | 8.35E-003 |        |          |     |
| 总值             | 4.99      | 16  |           |        |          |     |

<sup>†</sup>  $R^2=0.993\ 0$ ,  $CV=1.50\%$ 。

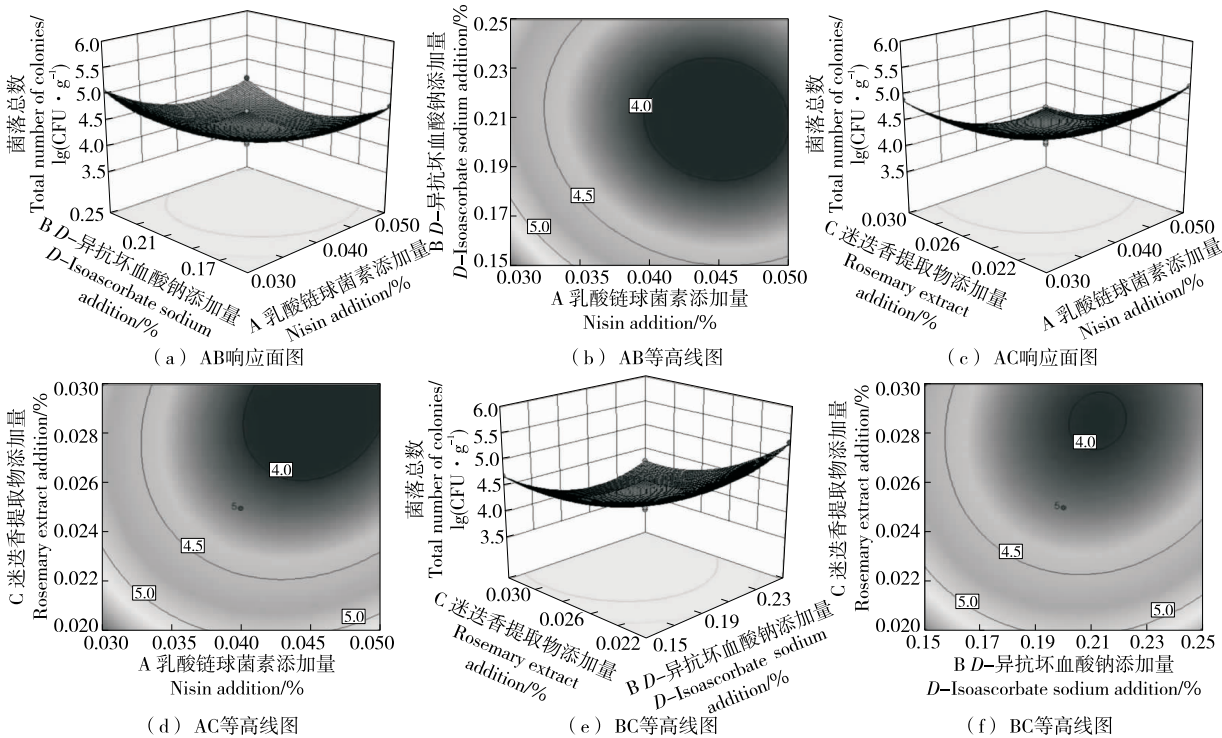


图 5 各因素交互作用的响应面和等高线图

Figure 5 Response surface and contour map of the interaction of various factors

氧环境抑制了预调理猪肉馅中的一部分好氧微生物的生长,同时能够耐受厌氧条件的细菌增殖速度缓慢,从而延迟样品腐败变质<sup>[28]</sup>;因此,真空包装能在保鲜剂抑制预调理猪肉馅微生物生长繁殖的基础上,使预调理猪肉馅的菌落总数增长速率变得更为缓慢。

**2.7.2 对挥发性盐基氮(TVB-N 值)的影响** 由图 7 可知,预调理猪肉馅的 TVB-N 值随贮藏时间的延长呈上升趋势( $P<0.05$ ),经复配保鲜剂处理的肉样在贮藏期间其 TVB-N 值增长速率高于真空包装组,并在贮藏第 12 天时 TVB-N 值由初始值 8.71 mg/100 g 增长为 17.03 mg/100 g,成为腐败变质肉,且增幅较大;而真空包装协同复配保鲜剂的 TVB-N 值在贮藏第 14 天时超过新鲜肉标准;这与吴燕燕等<sup>[29]</sup>的结果相似,说明真空包装也能在一定程度上延缓预调理猪肉馅的 TVB-N 值的生长,延长预调理猪肉馅货架期。

**2.7.3 对硫代巴比妥酸值(TBA 值)的影响** 由图 8 可知,真空包装组与非真空包装组在贮藏期间的 TBA 值均随贮藏时间的延长而逐渐增长,其中仅经复配保鲜剂处理的试验组在贮藏第 10 天时 TBA 值就已接近限量值 1 mg/kg,并在贮藏第 12 天时超标成为不可食用肉;而真空包装协同复配保鲜剂处理的预调理猪肉馅在贮藏期间其 TBA 值显著低于非真空包装组,并在贮藏第 14 天时 TBA 值达到 1.06 mg/kg;这是因为真空包装时抽去了食品内的空气从而抑制了食品内部的某些氧化反应;因此真空包装能在一定程度上抑制脂肪氧化,延缓预调理猪肉馅 TBA 值的生长<sup>[30]</sup>。

**2.7.4 对 pH 值的影响** 由图 9 可知,非真空包装的肉样的 pH 值随贮藏时间的延长逐渐升高( $P<0.05$ ),在贮藏第 6 天时超过了国家以及鲜肉标准,并在贮藏第 14 天时超过 6.7 成为腐败变质肉;而在贮藏期间真空包装组的

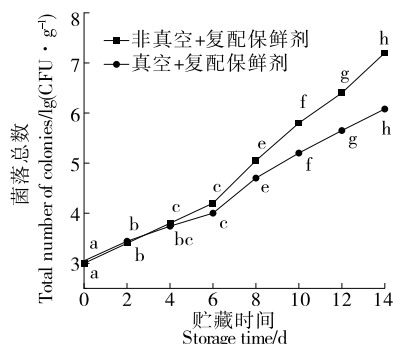
pH 值显著低于非真空包装组,呈先下降后上升的趋势,并且在整个贮藏期间其 pH 值始终维持在 5.83~6.18,可能是由于真空包装的缺氧环境导致好氧腐败菌生长繁殖受阻,抑制了预调理猪肉馅 pH 值升高,而在贮藏后期,真空包装试验组的 pH 值升高可能是由于肉中的蛋白质降解产生了氨及胺等碱性物质使样品 pH 值回升<sup>[31-32]</sup>。

**2.7.5 对感官评分的影响** 由图 10 可知,贮藏期间预调理猪肉馅的感官评分呈逐渐降低的趋势,非真空包装处理的预调理猪肉馅感官评分下降较快,且肉馅的颜色逐渐发暗,组织逐渐松散,并失去肉馅原有的香气,在贮藏第 12 天开始产生腐臭气味,肉色偏绿且略微发黏,成为腐败变质肉;而经真空包装处理的预调理猪肉馅在贮存期间肉质的劣化速度较慢,在贮藏第 14 天后才略微出现酸败气味,色泽、组织等指标均优于非真空包装组;说明真空包装能长期维持预调理猪肉馅的品质特性并延缓其腐败变质,与 Young 等<sup>[33]</sup>的结果相似。

真空包装协同复配保鲜剂处理预调理猪肉馅 4℃ 下贮藏 10 d 时,感官评分为 72 分,为消费者可接受范围,其他理化指标符合国家标准要求,因此确定其货架期为 10 d。

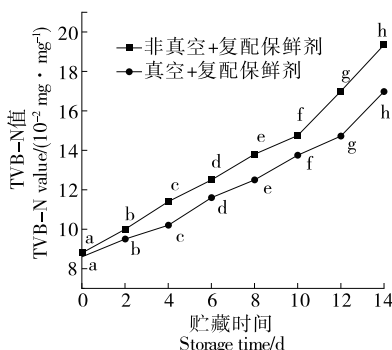
### 3 结论

优化了真空包装预调理猪肉馅的复配保鲜剂的最优配比,评价了 4℃ 下贮藏期间真空包装协同复配保鲜剂处理预调理猪肉馅的保鲜效果,确定了其货架期。结果表明,复配保鲜剂的最优配比为 0.049% 乳酸链球菌素、0.207% D-异抗坏血酸钠、0.029% 迷迭香提取物;真空包装协同复配保鲜剂处理能够有效延缓预调理猪肉馅菌落总数、TBA 值、TVB-N 值、pH 值的变化,且具有较好的感官评分,真空包装协同复配保鲜剂处理预调理猪肉馅的



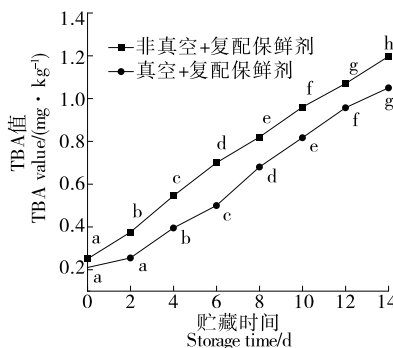
组内字母不同表示差异显著( $P<0.05$ )  
图 6 真空包装对预调理猪肉馅贮藏期间菌落总数的影响

Figure 6 The effects of vacuum packaging on TPC during storage of pre-conditioned pork filling



组内字母不同表示差异显著( $P<0.05$ )  
图 7 真空包装对预调理猪肉馅贮藏期间 TVB-N 值的影响

Figure 7 The effects of vacuum packaging on TVB-N during storage of pre-conditioned pork filling



组内字母不同表示差异显著( $P<0.05$ )  
图 8 真空包装对预调理猪肉馅贮藏期间 TBA 值的影响

Figure 8 The effects of vacuum packaging on TBA during storage of pre-conditioned pork filling

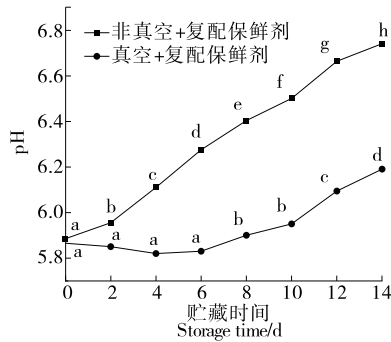


图9 真空包装对预调理猪肉馅贮藏期间 pH 值的影响

Figure 9 The effects of vacuum packaging on pH during storage of pre-conditioned pork filling

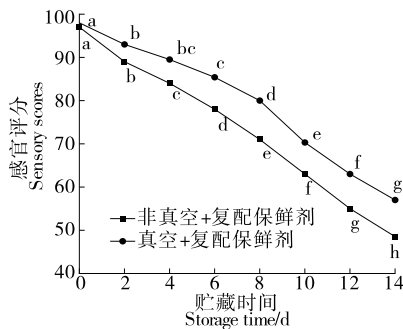


图10 真空包装对预调理猪肉馅贮藏期间感官评分的影响

Figure 10 The effects of vacuum packaging on sensory scores of pre-conditioned pork filling during storage

货架期可达 10 d。预调理猪肉馅货架期受肉馅初始菌落总数和贮藏温度影响较大,需进一步探讨降低预调理猪肉馅初始菌落总数的方法,以及降低贮藏温度对真空包装协同复配保鲜剂处理预调理猪肉馅的保质期及品质影响。

### 参考文献

- [1] 张凯华, 臧明伍, 张哲奇, 等. 不同复热方式对猪耳朵制品挥发性风味和脂肪氧化的影响[J]. 食品科学, 2018, 39(14): 242-248. ZHANG Kai-hua, ZANG Ming-wu, ZHANG Zhe-qi, et al. Effect of reheating methods on volatile flavor constituents and lipid oxidation in cooked pig ear[J]. Food Science, 2018, 39(14): 242-248.
- [2] 谢安国, 康怀彬, 王飞翔, 等. 高光谱成像检测煎制中调理牛肉品质的变化[J]. 食品与机械, 2018, 34(11): 20-23, 54. XIE An-guo, KANG Huai-bin, WANG Fei-xiang, et al. Hyperspectral imaging detects changes in the quality of seasoned beef during frying[J]. Food & Machinery, 2018, 34(11): 20-23, 54.
- [3] 杨铭铎, 张瑛, 崔莹莹, 等. 调理食品内涵及其研究进展[J]. 中国调味品, 2022, 47(3): 211-216. YANG Ming-duo, ZHANG Ying, CUI Ying-ying, et al. The connota-

tion of seasoned food and its research progress[J]. China Seasoning, 2022, 47(3): 211-216.

- [4] 王春幸, 张东, 贺稚非, 等. 天然保鲜剂的作用机理及其在调理肉制品中的应用研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2021, 47(9): 328-334. WANG Chun-xing, ZHANG Dong, HE Zhi-fei, et al. The mechanism of natural preservatives and its application in prepared meat products[J]. Food and Fermentation Industries, 2021, 47(9): 328-334.
- [5] 许美玉, 何丹, 宋洪波, 等. 真空滚揉—超高压制备调理鸡胸肉的工艺优化[J]. 食品与机械, 2020, 36(8): 171-177. XU Mei-yu, HE Dan, SONG Hong-bo, et al. Process optimization for the preparation of seasoned chicken breasts by vacuum tumbling-ultra high pressure[J]. Food & Machinery, 2020, 36(8): 171-177.
- [6] 张玉琴, 齐小品, 梁敏, 等. 冷鲜肉贮藏前处理及保鲜包装技术进展[J]. 肉类研究, 2016, 30(9): 35-39. ZHANG Yu-qin, QI Xiao-jing, LIANG Min, et al. Advances in cold meat storage pre-treatment and preservation packaging technology[J]. Meat Research, 2016, 30(9): 35-39.
- [7] 叶藻, 谢晶. 冷鲜鸡保鲜剂的研究进展[J]. 食品与机械, 2015, 31(2): 248-251. YE Zao, XIE Jing. Progress of research on preservatives for chilled chicken[J]. Food & Machinery, 2015, 31(2): 248-251.
- [8] MARYA A, SALWA K. Natural antimicrobial/antioxidant agents in meat and poultry products as well as fruits and vegetables: A review[J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2018, 58(3): 486-511.
- [9] MANUEL L J, MIRIAN P, DOMINGUE Z, et al. Berries extracts as natural antioxidants in meat products: A review[J]. Food Research International, 2018, 21(2): 127-139.
- [10] AL-HIJAZEEN M, AL-RAWASHDEH M. Preservative effects of rosemary extract (*Rosmarinus officinalis* L.) on quality and storage stability of chicken meat patties[J]. Food Science and Technology, 2019, 39(1): 27-34.
- [11] MAACZEWSKA J, KACZOREK-UKOWSKA E. Nisin: A lantibiotic with immunomodulatory properties: A review[J]. Peptides, 2021, 137: 170479.
- [12] 张益卓, 赵长青, 赵兴秀, 等. 乳酸链球菌素在延长猪肉干保质期中的应用[J]. 中国调味品, 2022, 47(3): 44-48. ZHANG Yi-zhuo, ZHAO Chang-qing, ZHAO Xing-xiu, et al. Application of nisin in prolonging the shelf life of dried pork[J]. China Seasoning, 2022, 47(3): 44-48.
- [13] 尚校兰, 陈占兄, 单新童, 等. D-异抗坏血酸钠抑制腊肠脂肪和蛋白质氧化[J]. 食品研究与开发, 2020, 41(6): 38-42. SHANG Xiao-lan, CHEN Zhan-xiong, SHAN Xin-tong, et al. Sodium D-isoascorbate inhibits fat and protein oxidation in salami[J]. Food Research and Development, 2020, 41(6): 38-42.
- [14] KAROLINE A D C W, SOUZA G D, BRANDAO L R, et al. Ex-

- ploiting antagonistic activity of fruit-derived *Lactobacillus* to control pathogenic bacteria in fresh cheese and chicken meat[J]. Food Research International, 2018, 108: 172-182.
- [15] 顾宛婷, 牟琴, 黄燕, 等. 迷迭香和百里香提取物对冷藏猪肉丸品质的影响[J]. 食品科技, 2021, 46(4): 103-109.  
GU Wan-ting, MOU Qin, HUANG Yan, et al. Effect of rosemary and thyme extracts on the quality of frozen pork balls[J]. Food Technology, 2021, 46(4): 103-109.
- [16] 张映萍, 唐宏刚, 李欢欢, 等. 不同色素和包装方式对中式香肠贮藏品质的影响[J]. 浙江农业学报, 2022, 34(2): 360-369.  
ZHANG Ying-ping, TANG Hong-gang, LI Huan-huan, et al. Effect of different coloring and packaging methods on the storage quality of Chinese sausages[J]. Zhejiang Journal of Agriculture, 2022, 34(2): 360-369.
- [17] 余翔, 冯艳丽, 石鹤, 等. 冷鲜肉天然保鲜剂研究进展[J]. 食品工业, 2015, 36(10): 238-241.  
YU Xiang, FENG Yan-li, SHI He, et al. Research progress on natural preservatives for chilled meat[J]. Food Industry, 2015, 36(10): 238-241.
- [18] 邓琬麒, 黄楠岚, 周衡刚, 等. 不同包装方式对即食香肠的保鲜效果比较[J]. 食品研究与开发, 2022, 43(6): 10-17.  
DENG Wan-qi, HUANG Nan-lan, ZHOU Heng-gang, et al. Comparison of the freshness preservation effect of different packaging methods on ready-to-eat sausages[J]. Food Research and Development, 2022, 43(6): 10-17.
- [19] 任静, 牛海力, 张欢, 等. 调理预制烤猪肉冷藏过程中微生物生长特性的研究[J]. 中国食品学报, 2017, 17(7): 230-238.  
REN Jing, NIU Hai-li, ZHANG Huan, et al. Study of microbial growth characteristics during the refrigeration of seasoned pre-cooked roast pork [J]. Chinese Journal of Food, 2017, 17(7): 230-238.
- [20] 任政伟, 丁捷, 熊婷婷, 等. 软包装预调理泡椒猪肝大蒜提取物复配防腐剂的研发及应用[J]. 包装工程, 2020, 41(19): 31-37.  
REN Zheng-wei, DING Jie, XIONG Ting-ting, et al. Development and application of soft packaging pre-conditioned pickled pork liver garlic extract compounding preservative[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(19): 31-37.
- [21] 芮怀瑾, 孙婷婷, 吴昊, 等. 玉米须黄酮对冷藏猪肉糜脂质氧化的影响[J]. 食品研究与开发, 2019, 40(14): 62-68.  
RUI Huai-jin, SUN Tig-ting, WU Hao, et al. Effect of corn siskin flavonoids on lipid oxidation in frozen ground pork[J]. Food Research and Development, 2019, 40(14): 62-68.
- [22] 张阳玲, 吴昊, 乔建军, 等. 乳酸链球菌肽的应用及研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2020, 46(7): 289-295.  
ZHANG Yang-ling, WU Hao, QIAO Jian-jun, et al. Application and research progress of lactic acid streptococcal peptide[J]. Food and Fermentation Industry, 2020, 46(7): 289-295.
- [23] WANG C, JIE Y, ZHU X, et al. Effects of *Salmonella* bacteriophage, nisin and potassium sorbate and their combination on safety and shelf life of fresh chilled pork[J]. Food Control, 2016, 73: 231-239.
- [24] 王双童, 张志毅, 李迎秋. 两种天然防腐剂对单增李斯特氏菌抑菌机制的研究[J]. 中国调味品, 2020, 45(10): 14-16.  
WANG Shuang-tong, ZHANG Zhi-yi, LI Ying-qiu. Study on the mechanism of inhibition of *Listeria monocytogenes* by two natural preservatives[J]. China Seasoning, 2020, 45(10): 14-16.
- [25] 鲁青, 黄继超, 朱宗师, 等. 响应面法优化天然抗氧化剂抑制调理鸡排褪色和脂质氧化工艺[J]. 食品科学, 2019, 40(6): 296-303.  
LU Qing, HUANG Ji-chao, ZHU Zong-shuai, et al. Response surface methodology to optimize the process of natural antioxidants to inhibit discoloration and lipid oxidation of seasoned chicken cutlets[J]. Food Science, 2019, 40(6): 296-303.
- [26] PINEROS H D, MEDINA J C, LOPEZ C A, et al. Edible cassava starch films carrying rosemary antioxidant extracts for potential use as active food packaging[J]. Food Hydrocolloids, 2017, 63: 488-495.
- [27] 李鹏鹏. 真空包装及抗氧化剂对冻藏罗非鱼片品质的影响[D]. 湛江: 广东海洋大学, 2015: 10-11.  
LI Peng-peng. Effect of vacuum packaging and antioxidants on the quality of frozen and stored tilapia fillets [D]. Zhanjiang: Guangdong Ocean University, 2015: 10-11.
- [28] CACHSLDORA A, GLORIA G, LORENZO J M, et al. Effect of modified atmosphere and vacuum packaging on some quality characteristics and the shelf-life of “morcilla”, a typical cooked blood sausage[J]. Meat Science, 2013, 93(2): 220-225.
- [29] 吴燕燕, 赵志霞, 李来好, 等. 不同包装与贮藏条件对两种低盐腌制罗非鱼片品质影响[J]. 食品科学, 2019, 40(9): 241-247.  
WU Yan-yan, ZHAO Zhi-xia, LI Lai-hao, et al. Effect of different packaging and storage conditions on the quality of two low-salt cured tilapia fillets[J]. Food Science, 2019, 40(9): 241-247.
- [30] DANG T T, RODE T M, SKIPNESS D. Independent and combined effects of high pressure, microwave, soluble gas stabilization, modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and physicochemical shelf life of precooked chicken breast slices[J]. Journal of Food Engineering, 2020, 292: 147-151.
- [31] SUN Q, SUN F, ZHENG D, et al. Complex starter culture combined with vacuum packaging reduces biogenic amine formation and delays the quality deterioration of dry sausage during storage[J]. Food Control, 2019, 32(8): 179-184.
- [32] 杨鸿博, 杨啸吟, 张一敏, 等. 包装方式对牛排贮藏期间微生物数量和演替的影响[J]. 食品科学, 2021, 42(13): 166-173.  
YANG Hong-bo, YANG Xiao-yin, ZHANG Yi-min, et al. Effect of packaging method on microbial population and succession during storage of steak[J]. Food Science, 2021, 42(13): 166-173.
- [33] YOUNG H, ANANG D M, TIWARI B K. Shelf life and textural properties of cooked-chilled black tiger prawns (*Penaeus monodon*) stored in vacuum pack or modified atmospheric packaging at 4 or 20 °C [J]. Food Packaging & Shelf Life, 2014, 2(2): 59-64.