

# 鸡肉卤制过程中卤汤循环使用时安全性的控制研究

李沐生, 叶安妮, 麦润萍, 阮征

(华南理工大学食品科学与工程学院, 广东广州 510640)

**摘要:** 控制鸡肉卤制过程中卤汤循环使用时的安全性, 为稳定鸡肉品质及工业生产时使用添加剂补料提供方法参考和科学依据。本研究以鸡翅根为原料, 控制每次卤汤中山梨酸钾、D-异抗坏血酸钠和氯化钠含量以及料液比相同, 探讨卤汤循环使用时配料(山梨酸钾、D-异抗坏血酸钠)对鸡肉的抑菌效果和抗氧化作用以及卤汤中山梨酸钾、D-异抗坏血酸钠、pH、TBARS、亚硝酸盐的变化规律并进行曲线拟合预测趋势。结果表明: 卤汤中山梨酸钾添加量为0.375 g/kg、D-异抗坏血酸钠添加量为200 mg/100 g时, 随着卤制次数的增加, 鸡肉卤制品的菌落总数显著降低 ( $p < 0.05$ ), 卤制5次后其数值降至 $10^3$  cfu/g; TBARS变化不显著 ( $p > 0.05$ ); 山梨酸钾和D-异抗坏血酸钠均呈现波动变化, 幅度稳定在2%。随着卤制次数增多, 卤汤酸度显著增加(从6.7到5.79), TBARS增加(从0到0.614 mg/kg), 亚硝酸盐含量升高(从0到0.0845 mg/kg)。三个测定指标(pH、TBARS、亚硝酸盐含量)采用高斯拟合得出随卤制次数的增加变化趋稳, 能控制鸡肉卤制过程中卤汤循环使用时的安全性。

**关键词:** 鸡肉; 卤制; 卤汤循环使用; 安全性控制

文章编号: 1673-9078(2019)09-198-203

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2019.9.025

## Study on the Safety Control of Reused Brine during the Process of Chicken Marinating

LI Bian-sheng, YE An-ni, MAI Run-ping, RUAN Zheng

(College of Food Science and Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

**Abstract:** The control of the safety for reuse of brine in chicken marinating provides a reference method and scientific basis for stabilizing the quality of chicken meat and feeding additives in industrial production. In this study, chicken wing roots were used as the raw materials, and the contents potassium sorbate, sodium D-isoascorbate and sodium chloride along with the ratio of material to liquid were maintained the same for each marinade. The antibacterial and antioxidative effects of the ingredients in recycled marinade (potassium sorbate and sodium D-isoascorbate) on chicken meat, and the changes in the contents of potassium sorbate and sodium D-isoascorbate, pH, TBARS and nitrite content in reused marinade, were investigated, along with curve fitting for prediction of changing trends. The results showed that when the amounts of potassium sorbate and sodium D-isoascorbate in the initial marinade were 0.375 g/kg and 200 mg/100 g, respectively, as the use of brine increases, the total colony number of bacteria in marinated chicken decreased significantly ( $p < 0.05$ ) with the increase use of the marinade i.e. decrease to  $10^3$  cfu/g after 5 uses; The changes in TBARS remained insignificant ( $p > 0.05$ ), with the contents of both potassium sorbate and sodium D-isoascorbate fluctuating within 2%. With the increase of marination times, the acidity, TBARS and nitrite content of marinade soup all increased: pH from 6.7 to 5.79, TBARS from 0 to 0.614 mg/kg, and nitrite content from 0 to 0.0845 mg/kg. Gaussian fitting revealed that the changes in the three indices (pH, TBARS and nitrite content) became steady with the increase of marination times, indicating the feasibility of controlling the safety of recycled marinade during chicken meat marinating.

**Keywords:** chicken; marinating; reused brine; safety control

盐焗鸡是广东粤东地区极具特色的传统卤制品<sup>[1]</sup>, 本文研究方法采用常压水焗法, 将经过腌制、焯水后的鸡肉放进主要添加食盐的卤汤中进行卤制, 保持着水浸盐焗鸡原汁原味、皮爽骨香的特点, 且操作

收稿日期: 2018-11-22

基金项目: 国家重点研发计划项目(2017YFD0400404)

作者简介: 李沐生(1962-), 男, 博士, 教授, 研究方向: 食品加工和保藏

通讯作者: 阮征(1972-), 女, 博士, 副教授, 研究方向: 食品加工和保藏

简单适于工业生产<sup>[2]</sup>。为提高盐焗鸡的安全性, 延长产品货架期, 卤制的过程中经常会添加防腐剂和抗氧化剂<sup>[3,4]</sup>。但工厂实际生产过程中某些添加剂含量难以根据经验补料, 造成配料添加剂过少或过多的情况, 导致产品未达食用安全或卤制品中添加剂含量超过国家标准。因此本研究探讨卤汤如何循环使用以及循环使用时配料添加剂(山梨酸钾、D-异抗坏血酸钠)的渗入和残留规律。目前我国对卤制品的品质安全、风

味物质等方面报道较多,对卤汤循环使用安全性控制研究较少<sup>[5-7]</sup>,如徐梅等<sup>[8]</sup>研究表明防腐剂能对盐焗鸡起到抑菌作用,提高产品品质。黄海等<sup>[9]</sup>研究发现在腌制酸菜中加入 0.1% D-异抗坏血酸钠能有效抑制亚硝酸盐的产生。

为达到即售盐焗制品的品质和安全性,卤汤配制时主要添加提供盐焗风味的食盐、起抑菌作用的山梨酸钾以及防止卤汤氧化的 D-异抗坏血酸钠。以鸡翅根为原料,通过控制一定的料液比、卤制温度和卤制时间,经反复补料,控制每次卤汤中山梨酸钾、D-异抗坏血酸钠和氯化钠含量以及料液比相同,分析鸡肉菌落总数和 TBARS 变化情况,研究每次卤制后卤汤中山梨酸钾和 D-异抗坏血酸钠含量变化以及卤汤循环使用时 pH、TBARS、亚硝酸盐的变化规律,并在保证鸡肉品质稳定的情况下进行卤汤多次循环使用后 pH、TBARS、亚硝酸盐含量的曲线拟合预测,从而为工业生产时添加剂的科学补料提供方法参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料与试剂

材料:鸡翅根(50±3 g),购于广州麦德龙超市;食盐;山梨酸钾(食品级);D-异抗坏血酸钠(食品级)。试剂:山梨酸钾标准品和 D-异抗坏血酸钠标准品均购于上海麦克林生化科技有限公司。

### 1.2 实验设备

PHS-3C酸度计,上海仪电科学仪器股份有限公司;WH-861旋涡混合器,太仓市华利达实验设备有限公司;TG16-WS离心机,湖南湘仪实验室仪器开发有限公司;Ulti Mate 3000高效液相色谱仪,赛默飞世尔科技有限公司;DHG-9075A恒温恒湿培养箱,上海齐欣科学仪器有限公司;UV752N紫外可见分光光度计,上海佑科仪器仪表有限公司。

### 1.3 实验设计

#### 1.3.1 新汤配制

在饮用水中添加 6%食盐,0.375 g/kg 山梨酸钾,200 mg/100 g D-异抗坏血酸钠,配制卤汤。

#### 1.3.2 第一次卤制工艺

鸡肉经过解冻、清洗、修剪、腌制(10%盐水、80 min)、焯水(微沸,3 min 后),按照料液比为 1:2 的比例,将鸡肉加入到 100 °C 煮沸的卤汤中微沸状态下卤制 30 min,卤制后取出鸡肉。

#### 1.3.3 卤汤循环使用工艺

将前一次卤制后的卤汤,用 200 目纱布过滤,然后除去表层的油脂,根据上一次卤制后的氯化钠、山梨酸钾和 D-异抗坏血酸钠的减小量,进行补充,最后加水到前一次卤制前的体积,在按照 1.3.2 的方法进行卤制,每次卤制完后卤汤用容器装好,保鲜膜封口后贮藏在 4 °C 下,直至再次卤制前重新循环加热至 100 °C。如此循环。在卤制 1、3、5、7、9 次后对卤汤进行取样测定,鸡肉样品真空包装后于 37 °C 贮藏后 24 h,进行菌落总数和 TBARS 值的测定。

## 1.4 实验方法

### 1.4.1 山梨酸钾含量的测定

参考 GB 5009.28-2016《食品中山梨酸钾的测定》采用高效液相色谱法。

### 1.4.2 菌落总数的测定

菌落总数的测定按照《食品微生物菌落总数的测定》GB 4789.2-2016 进行。

### 1.4.3 D-异抗坏血酸钠含量的测定

参考 GB 5009.86-2016《食品中抗坏血酸的测定》采用高效液相色谱法。

### 1.4.4 TBARS 值测定

参考李媛等<sup>[10]</sup>的方法。

### 1.4.5 亚硝酸盐含量的测定

亚硝酸盐的测定按《食品中亚硝酸盐与硝酸盐的测定》GB 5009.33-2016 进行。

### 1.4.6 pH 的测定

用 pH 计进行测定,平行测定 3 次。

### 1.4.7 卤汤中添加剂含量下降率的计算

卤汤中山梨酸钾和 D-异抗坏血酸钠卤制后的下降率的计算公式如下:

$$\text{下降率}\% = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100\%$$

其中:  $C_0$  为卤制前卤汤中山梨酸钾或 D-异抗坏血酸钠的含量,  $C_t$  为卤制后卤汤中配料山梨酸钾或 D-异抗坏血酸钠的含量。

## 1.5 数据处理与分析

实验数据用 Excel 2010 和 SPSS 19.0 处理,方差分析采用新复极差分析法 Duncan,取 95%的置信区间( $p < 0.05$ ),结果采用“均值±标准差”的形式表示。

## 2 实验结果与讨论

### 2.1 卤汤中山梨酸钾添加量的选取

原料按工艺流程处理后分别加入到山梨酸钾添加

量为 A、B、C、D 的四种 100 °C 煮沸卤汤中 (山梨酸钾添加量分别为 A: 0.075 g/kg、B: 0.225 g/kg、C: 0.375 g/kg、D: 0.750 g/kg), 卤汤中其他配料添加量相同 (6%食盐, 200 mg/100 g D-异抗坏血酸钠, 料液比为 1:2), 微沸卤制 30 min 后测定。卤汤中不同山梨酸钾添加量对卤制后卤汤山梨酸钾含量及鸡肉中山梨酸钾含量和菌落总数的影响如图 1 所示。

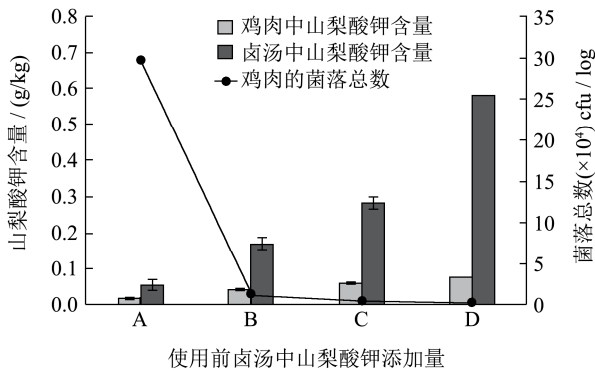


图1 首次卤制卤汤中山梨酸钾添加量对山梨酸钾含量和菌落总数的影响

Fig.1 Effect of potassium sorbate addition on potassium sorbate content and total bacteria count in the first brine

由图 1 可知, 在 0.075、0.225、0.375、0.750 g/kg 的添加水平下, 鸡肉中的山梨酸钾含量分别 0.0152、0.0419、0.0591、0.0763 g/kg, 卤汤中的山梨酸钾含量分别为 0.054、0.166、0.280、0.579 g/kg。可见在该卤

表1 卤汤循环使用对鸡肉中菌落总数和大肠菌群的影响

Table 1 Change of total bacteria count and coliform of chicken during recycling marinating

| 项目           | 1                    | 3                    | 5                    | 7                    | 9                    |
|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 菌落总数/(cfu/g) | 7.13×10 <sup>3</sup> | 4.74×10 <sup>3</sup> | 1.76×10 <sup>3</sup> | 1.19×10 <sup>3</sup> | 1.31×10 <sup>3</sup> |
| 大肠菌群         | 未检出                  | 未检出                  | 未检出                  | 未检出                  | 未检出                  |

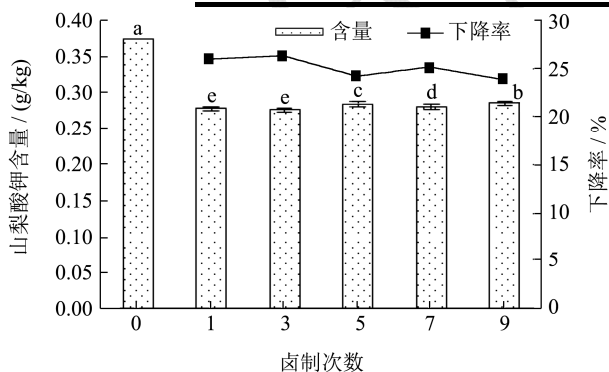


图2 卤汤循环使用对其山梨酸钾含量的影响

Fig.2 Change of potassium sorbate of marinade during reused marinating

注: 字母相同无显著性差异 ( $p>0.05$ ), 字母不同有显著性差异  $p<0.05$ 。图4、5同。

### 2.3 卤汤循环使用对卤汤中山梨酸钾含量的

影响

制条件下, 卤制未达渗透平衡状态, 卤汤中山梨酸钾渗进鸡肉的量不高。不添加山梨酸钾的卤汤卤制鸡肉后, 菌落总数超过了  $10^6$  cfu/g, 而添加 0.75 g/kg 山梨酸钾后, 菌落总数下降了  $10^3$  cfu/g, 说明通过添加山梨酸钾能有效抑制盐焗鸡中微生物的生长。然而根据国标 GB2760-2014 中规定酱卤制品中山梨酸钾的残留量不超过 0.075 g/kg (以山梨酸计), 国标 GB2726-2016 要求熟肉制品的菌落总数可接受水平限量值为  $10^4$  cfu/g, 最高安全限量值为  $10^5$  cfu/g。工厂实际生产中为保证卤制品山梨酸钾的残留量达到国家标准要求且在渗透达平衡时仍不超标, 选择卤汤中山梨酸钾添加量 0.375 g/kg。

### 2.2 卤汤循环使用对盐焗鸡菌落总数的影响

控制每次卤制时卤汤中山梨酸钾添加量 0.375 g/kg, 其他配料添加量为 6% 食盐, 200 mg/100 g D-异抗坏血酸钠, 料液比为 1:2, 卤汤循环卤制 1、3、5、7、9 次时鸡肉中菌落总数和大肠菌群如表 1 所示。

由表 1 可知, 控制山梨酸钾添加量后, 卤汤使用不同次数卤制出的鸡肉菌落总数呈现波动变化, 但均稳定在  $10^3$  cfu/g 左右, 第 5 次卤制后变化幅度趋缓, 且每次卤制后鸡肉中的大肠菌群均未检出, 达到酱卤制品的食用安全性。Alfredo<sup>[11]</sup>研究表明, 当禽肉的菌落总数超过  $10^6$  cfu/g 后, 样品失去可食性。

### 影响

山梨酸钾是酱卤制品中应用广泛的防腐剂, 能够有效抑制酵母和霉菌的生长, 延长产品的货架期<sup>[12]</sup>。每次卤制前将前一次卤汤过滤, 除油脂, 根据上一次卤制后的氯化钠、山梨酸钾和 D-异抗坏血酸钠的减小量, 进行补充到相同的最初值, 最后加水到和卤制前一次一样的体积, 控制料液比 1:2。从而研究山梨酸钾在卤汤循环使用时的渗入和残留规律。卤汤循环使用不同次数后其山梨酸钾含量的变化如图 2 所示。

由图 2 可知, 卤汤循环使用时, 卤汤中山梨酸钾的含量随卤汤使用次数的增加, 呈现波动变化, 但总体变化幅度小, 下降率呈现波动下降趋势, 卤汤使用 1 次后其山梨酸钾含量为 0.278 g/kg, 下降率为 25.87%, 第 9 次使用后, 其含量变为 0.286 g/kg, 下

降率为 23.73%，山梨酸钾含量变化了 0.008 g/kg。虽然每次卤制前会根据前一次卤汤中山梨酸钾的减小进行补料，但卤汤中山梨酸钾含量出现波动的上升，这可能是卤汤的成分变化对山梨酸钾的渗透产生了影响，降低了山梨酸钾的渗透性。结合卤汤使用不同次数下的山梨酸钾的变化及盐焗鸡菌落总数的变化，每次卤制后可山梨酸钾补充量控制在最初添加量的 22%~24%。

#### 2.4 卤汤中 D-异抗坏血酸钠添加量的选取

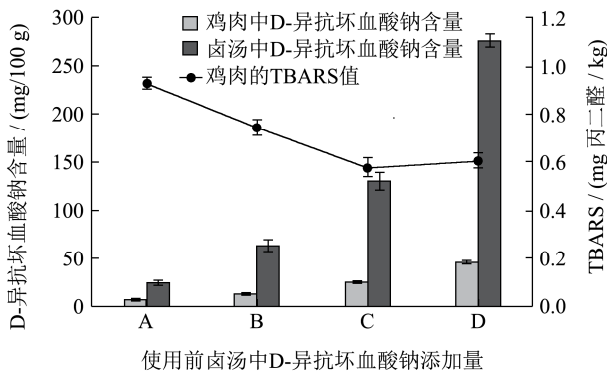


图3 首次卤制卤汤中D-异抗坏血酸钠添加量对D-异抗坏血酸钠含量和TBARS的影响

Fig.3 Effect of D-sodium erythorbate addition on D-sodium erythorbate content and TBARS in the first brine

原料按工艺流程处理后分别加入 D-异抗坏血酸钠添加量分别为 A、B、C、D 的四种 100 °C 煮沸卤汤中 (D-异抗坏血酸钠添加量分别为 A: 50 mg/100 g、B: 100 mg/100 g、C: 200 mg/100 g、D: 400 mg/100 g)，卤汤中其他配料添加量相同 (含 6% 食盐, 0.375 g/kg 山梨酸钾, 料液比为 1:2)，煮沸卤制 30 min 后测定。卤汤中不同 D-异抗坏血酸钠添加量对卤制后卤汤中 D-异抗坏血酸钠含量及鸡肉中 D-异抗坏血酸钠含量和 TBARS 值的影响如图 3 所示。

由图 3 可知,随着 D-异抗坏血酸钠添加量的增加,在卤制后,卤汤和鸡肉中的含量也增大。添加量在 50、100、200、400 mg/100 g 的水平下,卤制后卤汤中的 D-异抗坏血酸钠含量分别为 24.5、63.01、130.68、274.47 mg/100 g; 鸡肉中的含量分别为 6.57、12.28、23.75、45.19 mg/100 g, 可见鸡肉中 D-异抗坏血酸钠的含量远低于卤汤中,说明在卤制过程中 D-异抗坏血酸钠渗透量不高,一方面可能是因为卤制时间较短,D-异抗坏血酸钠尚未达到平衡,另一方面由于异抗坏血酸钠的耐热性较低且还原性比较强,且卤汤是一个开放的体系,在卤制时进行加热处理的过程中会溶解较多氧气,导致 D-异抗坏血酸钠受热分解及氧化损失。当添加量为 200 mg/100g 时,鸡翅根的 TBARS

值最低,为 0.58 mg 丙二醛/kg,与李敏等<sup>[13]</sup>的研究趋势相同。故选择卤汤中 D-异抗坏血酸钠添加量为 200 mg/100 g。

#### 2.5 卤汤循环使用对盐焗鸡 TBARS 值的影响

控制每次卤制时卤汤中 D-异抗坏血酸钠添加量为 200 mg/100 g,其他配料添加量为 6% 食盐,0.375 g/kg 山梨酸钾,料液比为 1:2,卤汤循环卤制 1、3、5、7、9 次时鸡肉中 TBARS 值如图 4 所示。

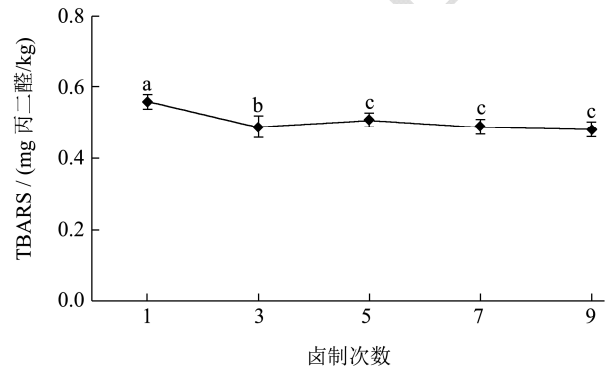


图4 卤汤循环使用对鸡肉中TBARS的影响 (mg丙二醛/kg)

Fig.4 Change of TBARS of chicken during recycling marinating

由图 4 可知,卤汤使用不同次数卤制出的鸡肉 TBARS 值呈现波动变化,但变化幅度不大,第 5 次卤制后变化趋于稳定,在 0.50 mg 丙二醛/kg 左右 ( $p>0.05$ ),说明 D-异抗坏血酸钠与氧气的反应达到平衡状态时能最大程度地降低脂肪的氧化反应。

#### 2.6 卤汤循环使用对卤汤中 D-异抗坏血酸钠含量的影响

D-异抗坏血酸钠是工业中常见的抗氧化剂,能够延缓油脂的氧化,减轻样品色泽深度,防止不良气味的产生<sup>[14]</sup>。每次卤制前将前一次卤汤过滤,除油脂,并按配料减少量进行补充后补加水到前一次卤制前的体积,达料液比1:2后循环使用。在卤制第1、3、5、7、9次时D-异抗坏血酸钠含量的变化如图5所示。

由图 5 可知,卤汤循环使用时,卤汤中的 D-异抗坏血酸钠含量和下降率随着卤汤使用次数的增加呈现波动变化,含量的波动范围为 130.68~136.23 mg/100 g,下降幅度 2.78%。每次卤制后 D-异抗坏血酸钠含量差异不显著 ( $p>0.05$ )。由于卤汤循环使用的过程中,卤汤成分发生变化导致 D-异抗坏血酸钠的渗透和减小量发生变化。结合卤汤使用不同次数下的 D-异抗坏血酸钠的变化,每次卤制后 D-异抗坏血酸钠补充量控制在最初添加量的 31.88%~34.66%,可稳定鸡肉制品



的氧化状况。

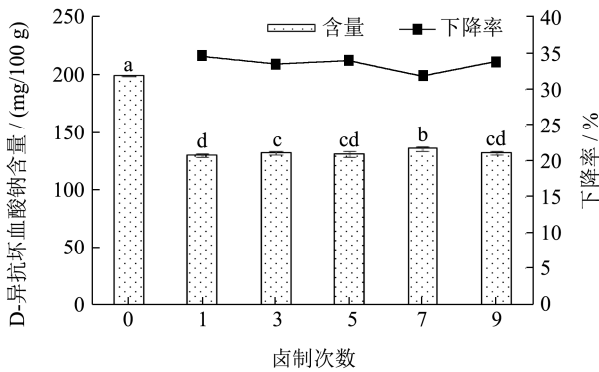


图5 卤汤循环使用对其D-异抗坏血酸钠含量的影响

Fig.5 Change of D-sodium isoascorbate of marinade during recycling marinating

## 2.7 卤汤循环使用其他安全指标的变化及预测

表2 卤汤循环使用不同次数安全指标变化

Table 2 Safety index changes of TBARS of chicken during recycling marinating

| 项目                | 0                     | 1                        | 3                        | 5                        | 7                        | 9                         |
|-------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| pH                | 6.7±0.01 <sup>a</sup> | 6.11±0.01 <sup>b</sup>   | 5.99±0.01 <sup>c</sup>   | 5.93±0.02 <sup>c</sup>   | 5.83±0.02 <sup>c</sup>   | 5.79±0.01 <sup>d</sup>    |
| TBARS/(mg 丙二醛/kg) | 0                     | 0.053±0.002 <sup>c</sup> | 0.213±0.01 <sup>d</sup>  | 0.403±0.005 <sup>c</sup> | 0.562±0.008 <sup>b</sup> | 0.614±0.003 <sup>a</sup>  |
| 亚硝酸盐含量/(mg/kg)    | 0                     | 0.018±0.003 <sup>e</sup> | 0.035±0.004 <sup>d</sup> | 0.059±0.002 <sup>c</sup> | 0.071±0.003 <sup>b</sup> | 0.0845±0.002 <sup>a</sup> |

注：字母相同无显著性差异 ( $p>0.05$ )，字母不同有显著性差异 $p<0.05$ 。

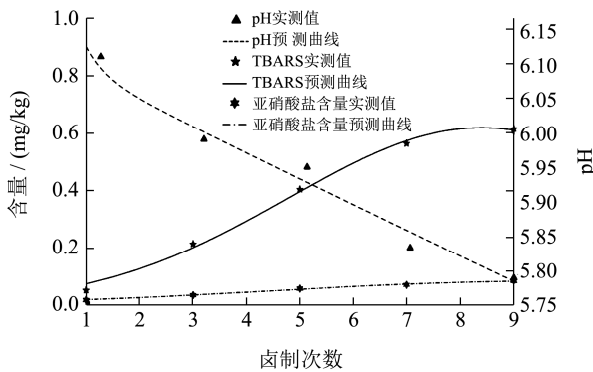


图6 基于曲线拟合的安全指标变化预测

Fig.6 Prediction of safety indicator changes based on curve fitting

由表 2 可知，随着卤汤使用次数的增加，卤汤中的 pH 逐渐下降。使用 1 次后，卤汤的 pH 由 6.70 下降到 5.79，降幅达到 13.6%。卤汤中 pH 随使用次数的增大而降低是因为在卤制过程中，蛋白质降解产生游离氨基酸、核苷酸，脂肪氧化产生游离脂肪酸，导致卤汤酸度升高<sup>[19]</sup>。随着卤汤使用次数的增加，卤汤中 TBARS 值和亚硝酸盐含量不断增加，到第 7 次使用后，TBARS 值增加速度减慢，到第 9 次使用后，TBARS 值增加到 0.62 mg/kg，总体上 TBARS 值仍相对较小。说明卤汤每次卤制前添加的 200 mg/100 g D-异抗坏血酸钠，对卤汤的氧化起到一定抑制作用。卤

测

pH 会影响卤汤的贮藏加工且对肉制品的风味有影响。Amer<sup>[15]</sup>等研究表明，pH 升高会增加羊肉中令人不愉悦的气味而减少令人愉悦的气味，同时会使挥发性化合物的浓度降低。脂肪氧化是食品工业中的一个严重的问题，它会导致食品产生不良气味，使得食品颜色加深，甚至产生潜在的有毒反应物<sup>[16]</sup>。TBARS 是一种评价禽肉氧化的常用指标<sup>[17]</sup>，是指油脂中不饱和脂肪酸氧化分解所产生的次级产物如丙二醛等与 TBA 反应的结果，其值的高低可反应脂肪次级氧化的程度<sup>[18]</sup>。由于在卤制的过程中没有添加亚硝酸盐，因此卤汤中亚硝酸盐的来源主要是原料带入或卤制的过程中产生。卤汤循环使用不同次数后卤汤中 pH、TBARS 和亚硝酸盐含量变化如表 2 所示。

制 9 次后，卤汤中的亚硝酸盐含量达到 0.084 mg/kg，依据 GB 2760-2014《食品添加剂使用卫生标准》中规定，亚硝酸钠允许残留量（以 NaNO<sub>2</sub> 计）≤30 mg/kg，测定值小于规定标准<sup>[20]</sup>。由图 6 可知，采用 Matlab 软件高斯拟合得到不同卤制次数后卤汤的 pH、TBARS、亚硝酸盐含量变化趋势，其中 pH 预测曲线为：

$f(x) = 0.5908 \times \exp(-2.7251x) + 6.109 \times \exp(-0.006083x)$ ,  $R^2=0.995$ 。可知随着卤制次数增加，卤汤逐渐变酸，这有利于卤汤的贮藏，但对风味会有一定影响。TBARS 预测曲线为：

$f(x)=0.6178 \times \exp\{-[(x-8.405)/5.099]^2\}$ ,  $R^2=0.996$ 。随着卤制次数的增加，TBARS 呈阶段式变化，前 5 次卤制呈现直线上升，第 5 至第 8 次卤制缓慢增加，第 8 次卤制后趋于平缓。卤汤亚硝酸盐含量预测曲线为  $f(x)=0.084 \times \exp\{-[(x-9.568)/7.09]^2\}$ ,  $R^2=0.998$ 。亚硝酸盐含量随着卤制次数增多，但与国标 GB/T 23586-2009 规定的 30 mg/kg 相比其值仍较小。可见，随着卤制次数增加卤汤中其他安全指标变化趋于稳定，且符合规定标准，这与 Alvarado<sup>[21]</sup>等人的研究结果相似，说明该循环卤制工艺有利于进一步实现卤汤循环使用的安全性控制。

### 3 总结

当卤汤中山梨酸钾添加量为 0.375 g/kg 以及 D-异抗坏血酸钠添加量为 200 mg/100 g 时, 卤汤配料添加剂含量均呈现波动变化, 但变化幅度较小; 每次卤制后鸡肉卤制品的菌落总数稳定在  $10^3$  cfu/g 左右, TBARS 值控制在 0.5 mg 丙二醛/kg, 每次卤制前山梨酸钾为最初添加量的 22%~24%、D-异抗坏血酸钠为最初添加量的 33.88%~34.66%时, 卤汤可重复使用且鸡肉卤制品的抑菌作用和抗氧化效果好。随着卤汤使用次数的增加, 卤汤的酸度增加 ( $p < 0.05$ ); 卤汤中 TBARS 和亚硝酸盐含量升高, 7 次卤制后增加速度逐渐减慢; 高斯拟合得出随着卤制次数增多卤汤中其他安全指标变化趋于稳定, 能控制鸡肉卤制过程中卤汤循环使用时的安全性。另外, 卤汤循环使用过程中 D-异抗坏血酸钠添加量对亚硝酸盐产生的抑制作用以及香辛料对卤汤和鸡肉安全性影响有待进一步讨论研究。

### 参考文献

- [1] Kalogeropoulos N, Chiou A, Gavala E, et al. Nutritional evaluation and bioactive microconstituents (carotenoids, tocopherols, sterols and squalene) of raw and roasted chicken fed on DHA-rich microalgae [J]. *Food Research International*, 2010, 43(8): 2006-2013
- [2] 黄华,刘学文.水焯法生产盐焗鸡工艺初探[J].*中国调味品*, 2012,37(3):118-120  
HUANG Hua, LIU Xue-wen. Study on processing of salt-baked chicken using the water-boiling method [J]. *China Condiment*, 2012, 37(3): 118-120
- [3] Tomberg E. Effects of heat on meat proteins-Implications on structure and quality of meat products [J]. *Meat Science*, 2005, 70(3): 493-508
- [4] O A Y, West J. *Meat Science and Application* [M]. New York: Marcel Dekker Inc, 2001
- [5] 刘娟,李注生,阮征,等.7种盐焗鸡翅产品品质特性研究[J].*食品工业科技*,2012,33(22):87-91  
LIU Juan, LI Bian-Sheng, RUAN Zheng, et al. Study on quality properties of seven kinds of salt-baked chicken wings [J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2012, 33(22): 87-91
- [6] Gray J I, Pearson A M. *Advances in Meat Research* [M]. New York: Van Nostrand Reinhold Co, 1987, 221-269
- [7] Sohn J H, Ohshima T. Control of lipid oxidation and meat color deterioration in skipjack tuna muscle during ice storage [J]. *Fisheries Science*, 2010, 76(4): 703-710
- [8] 徐梅,秦丽娟,宋贤良,等.不同防腐剂对盐焗鸡制品的抑菌性能及品质的影响[J].*食品工业科技*,2016,37(24):333-335  
XU Mei, QIN Li-juan, SONG Xian-liang, et al. Effect of salt baked chicken treated with different preservatives on antibacterial property and quality [J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2016, 37(24): 333-335
- [9] 黄海,吴天瑞,黄育英,等.D-异抗坏血酸钠抑制酸菜腌制中亚硝酸盐产生研究[J].*中国食品添加剂*,2008,6:106-107  
HUANG Hai, WU Tian-rui, HUANG Yu-ying, et al. Research on D-Sodium erythorbate inhibition the formation of nitrosamides in sauerkraut during pickling [J]. *China Food Additives*, 2008, 6: 106-107
- [10] 李媛,张晓洁,马良,等.兔皮明胶/迷迭香酸复合膜在猪肉冷藏保鲜中的应用效果[J/OL].*食品科学*, 1-10[2019-06-14].  
<http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.ts.20181218.1329.046.html>  
LI Yuan, ZHANG Xiao-jie, MA Liang, et al. Application Effect of Rabbit Skin Gelatin/Rosmarinic Acid Composite Film to Pork During Cold [J/OL]. *Food Science*, 1-10[2019-06-14].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.ts.20181218.1329.046.html>
- [11] José Alfredo Guevara-Franco, Alonso-Calleja C, Capita R. Aminopeptidase activity by spoilage bacteria and its relationship to microbial load and sensory attributes of poultry legs during aerobic cold storage [J]. *J Food Prot*, 2010, 73(2):322-326
- [12] 杜垒,谢伟,徐幸莲,等.复卤前后盐水鸭老卤基本成分与安全指标变化[J].*食品科学*,2009,30(13):101-104  
DU Lei, XIE Wei, XU Xing-lian. et al. Changes of main components of old brine used in production of water-boiled salted duck and determination of safety indexes before and after rebrining [J].*Food Science*, 2009, 30(13): 101-104
- [13] 李敏,关志强,李鹏鹏.复合抗氧化剂浸渍处理提升冻藏罗非鱼片品质[J].*农业工程学报*,2016,32(9):291-298  
LI Min, GUAN Zhi-qiang, LI Peng-peng. Antioxidants dipping treatment improving quality of frozen tilapia fillets [J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2016, 32(9): 291-298
- [14] Bigolin J, Weber C I, Alfaro A D T. Lipid oxidation in mechanically deboned chicken meat: effect of the addition of different agents [J]. *Food and Nutrition Sciences*, 2013, 4(8): 219-223

(下转第 296 页)