

# 火腿风味的低钠发酵肉制品品质及风味研究

## Study on the quality and flavor of ham-flavored fermented meat products

侯婷婷 刘鑫 田学宗

HOU Ting-ting LIU Xin TIAN Xue-zong

朴春香 崔明勋 李官浩

PIAO Chun-xiang CUI Ming-xun LI Guan-hao

(延边大学食品研究中心, 吉林 延吉 133000)

(Food Research Center of Yanbian University, Yanji, Jilin 133000, China)

**摘要:**以猪后腿肉为原料,利用发酵火腿生产工艺参数制成具有火腿风味的产品。采用乳酸钾和L-精氨酸替代30%钠盐用于加工,研究其对发酵肉制品水分活度、颜色、水分含量、蛋白质含量、质构特性、硫代巴比妥酸值等品质指标及产品风味的影响。结果表明:采用不同配比的乳酸钾和L-精氨酸替代30%的钠盐,在保证产品风味的同时,均能降低发酵肉制品中钠含量;结合理化指标及感官评定,采用9%L-精氨酸+21%乳酸钾或12%L-精氨酸+18%乳酸钾的效果最佳。

**关键词:**发酵火腿;低钠;乳酸钾;L-精氨酸;风味

**Abstract:** Fermented ham generally has a high salt content. Excessive sodium intake could cause cardiovascular diseases. In order to reduce the content of sodium salt in ham and improve its nutritional characteristics, the effect of substituting 30% sodium chloride by potassium lactate and L-arginine in some physicochemical characteristics of dry-cured ham, including color, moisture content, protein content, texture characteristics, thiobarbituric acid value and flavor throughout the post-salting stage, was evaluated. The results showed that the substituting 30% sodium chloride with different ratios of potassium lactate and L-arginine could effectively reduce the sodium content in fermented meat products while these substituting did not change the flavor of the product; based on physicochemical changes and sensory results, the substituting of 9% L-Arginine with 21% potassium lactate or 12% L-arginine with 18% potassium lactate could be the optimum substituting parameters.

**基金项目:** 国家“十三五”重点研发计划课题(编号: 2018YFD0401202)

**作者简介:** 侯婷婷,女,延边大学在读硕士研究生。

**通信作者:** 李官浩(1973—),男,延边大学教授,博士。

E-mail: ghli@ybu.edu.cn

**收稿日期:** 2019-11-03

**Keywords:** fermented ham; low sodium; potassium lactate; L-arginine; flavor

西式发酵火腿是以猪后腿肉为原料,采用控温控湿调控装置控制加工条件,借助微生物和酶的作用使蛋白质和脂肪发生降解和转化,进而形成具有特殊风味和色泽的一类即食高档发酵肉制品。发酵肉制品无传统肉制品的加工方法(如油炸、烟熏、烧烤等)会对环境及健康造成危害的弊端,但发酵火腿在加工过程中需用大量食盐进行腌制,食盐量为6%~8%,产品钠含量过高。钠摄入量过多会引起高血压、心血管疾病<sup>[1-2]</sup>,严重威胁人类健康。

乳酸盐作为食盐替代物在干腌火腿中的应用较为广泛,对肉制品质量和色泽影响较小,同时具有一定的保水能力,对改进的肉制品质地和提高品质有积极作用;Ful-ladosa等<sup>[3]</sup>在火腿片减盐研究中发现,将乳酸钾替代氯化钠可降低氯化钠的用量,但咸味仍增加。因此,乳酸钠是低钠盐的合适替代品<sup>[4]</sup>。Gou等<sup>[5]</sup>研究采用乳酸钾和甘氨酸替代NaCl对发酵香肠和干腌里脊肉的质地、风味和颜色特征的影响,结果表明乳酸盐的替代量应 $\leq 30\%$ 。目前,有关氨基酸对肉制品风味及品质影响的研究较多,研究<sup>[5-7]</sup>表明:氨基酸可显著改善肌肉蛋白的功能特性,提高肉制品保水、质构、色泽等品质特性。L-精氨酸是一种半必需氨基酸,是合成生物活性物质(如一氧化氮、生长激素和肌酸)的前体<sup>[8]</sup>,具有促进伤口愈合、改善肠道炎症、减少白色脂肪增加,从而降低饮食性肥胖等作用<sup>[9-10]</sup>。郑亚东<sup>[11]</sup>研究发现,在猪肉肠中添加L-精氨酸可显著提高产品 $a^*$ 值,降低 $L^*$ 值和 $b^*$ 值,且效果均随添加量的增加而增强。李诗义<sup>[12]</sup>发现L-精氨酸的添加有效促进了蛋白质的提取,能够增大肌球蛋白的溶解度,有利于肉制品品质改善。但目前L-精氨酸主要作为食品香精香料和色泽改良剂用于肉制品的加工中<sup>[13]</sup>,而关于

L-精氨酸与乳酸钾作为钠盐的替代物对肉制品理化性质及风味的系统研究未见报道。

课题组拟在 30% 食盐替代的前提下,研究不同质量替代比的乳酸钾和 L-精氨酸混合替代氯化钠对发酵肉制品滋味、色泽、品质以及风味的影响,以期获得一种用于西式发酵火腿生产加工的低钠复配盐配方。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料与仪器

猪后腿肉:山东得利斯集团潍坊同路食品有限公司;  
 乳酸钾:食品级,河南金丹乳酸科技股份有限公司;  
 L-精氨酸:食品级,河北华阳生物科技有限公司;  
 硫酸铜、硫酸钾、氢氧化钠等:分析纯,天津市科密欧试剂公司;

2-硫代巴比妥酸:上海源叶生物科技有限公司。

### 1.2 仪器与设备

便携式色差仪:CR-410 型,日本柯尼卡美能达公司;  
 电热恒温鼓风干燥箱:DHG-9146A 型,上海精宏实验设备有限公司;

自动凯氏定氮仪:K9840 型,济南海能仪器股份有限公司;

水分活度仪:LabMaster 型,瑞士 Novasina 公司;

紫外-可见分光光度计:UV-6100 型,上海元析仪器有限公司;

高速分散均质机:FJ-200 型,上海标本模型厂;

消化炉:Digesror20 型,福斯分析仪器公司;

原子吸收光谱仪:contrAA700 型,德国耶拿公司;

便携式电子鼻系统:PEN3 型,德国 Airsense 公司。

### 1.3 方 法

1.3.1 发酵肉块加工 取去皮去骨猪后腿肉,修整为 3 cm 厚度的长方体肉块,每块 250 g,上盐量为肉重的 8%,2~4 °C 下腌制 3 d,13~15 °C 下发酵 13 d。取样工艺参照 Zhang 等<sup>[14]</sup>的方法并略作修改,于加工的第 0、3、6、11、16 天取样。低钠复配盐配方如表 1 所示。

1.3.2 pH 的测定 参照许益民<sup>[15]</sup>的方法。

表 1 低钠复配盐配方

Table 1 Low salt formula design combination table

组别	氯化钠	乳酸钾	精氨酸
对照组	100	0	0
配方 1	70	27	3
配方 2	70	24	6
配方 3	70	21	9
配方 4	70	18	12
配方 5	70	15	15

1.3.3 水分活度的测定 参照 GB/T 5009.238—2016 中的扩散法进行测定。

1.3.4 颜色的测定 采用便携式色差仪进行测定。

1.3.5 水分含量的测定 参照 GB 5009.3—2016 中的干燥法进行测定。

1.3.6 总蛋白质含量的测定 称取绞碎样品 0.5~1.0 g 于消化管中,加入 0.2 g 硫酸镁、6 g 硫酸钾和 12 mL 98% 浓硫酸,440 °C 下升温 1.5 h,室温冷却后用全自动凯氏定氮仪测定,用硫酸标准溶液滴定。

1.3.7 硫代巴比妥酸(TBA)值的测定 参照文献<sup>[16]</sup>。

1.3.8 质构分析 按与肌纤维平行的方向将样品切成 10 mm×10 mm×10 mm 的正方体,于质构仪上进行检测。测定条件:回程距离 30 mm,起始力 0.5 N,测前速率 2.00 mm/s,测中速率 1.00 mm/s,测后速率 2.00 mm/s,压缩比 45%,探头型号 P5。

1.3.9 钠含量的测定 参照 GB 5009.44—2016 中的原子吸收光谱法测定。

1.3.10 电子鼻分析 参照文献<sup>[17]</sup>。

1.3.11 感官评价 邀请 8 名食品专业人员进行感官分析,参照张东等<sup>[18]</sup>和 DB 31/2004—2012《食品安全地方标准 发酵肉制品》进行感官评定。具体评价标准见表 2。

表 2 感官评价标准

Table 2 Sensory evaluation criteria

色泽(5分)	香气(5分)	咸味(5分)	口感(5分)
肉色呈鲜玫 瑰红或暗玫 瑰红	具有发酵肉制品 应有的气味,无 异臭、无酸败和 哈喇味等异味。	咸味纯正,咸 淡适口,无金 属以及其他 异味	质地适口,易咀 嚼,具有发酵火 腿的滋味

1.3.12 数据分析 所有试验重复 3 次,使用 Excel 软件进行数据统计整理,结果采用 Origin 2018 软件进行分析并作图。

## 2 结果与讨论

### 2.1 对成品发酵肉块 pH 值及水分活度的影响

由图 1 可知,发酵结束时(加工第 16 天),试验组比对照组 pH 值略微升高,其中配方 3 的最大,成品发酵肉块间 pH 值差异不显著( $P>0.05$ )。L-精氨酸为弱碱,可能是导致试验组 pH 值略高于对照组的主要因素。水分活度随复配盐中乳酸钾含量的减少、L-精氨酸的增加逐渐增加,其中配方 1、2 的高于对照组;成品发酵肉制品均符合 DB 31/2004—2012《食品安全地方标准 发酵肉制品》的规定( $pH<5.2, A_w<0.95$ )。

### 2.2 对发酵肉块颜色的影响

由表 3 可知,发酵结束(加工第 16 天)时,除配方 1 的  $L^*$  值高于对照组,其他试验组的  $L^*$  值均显著低于对照

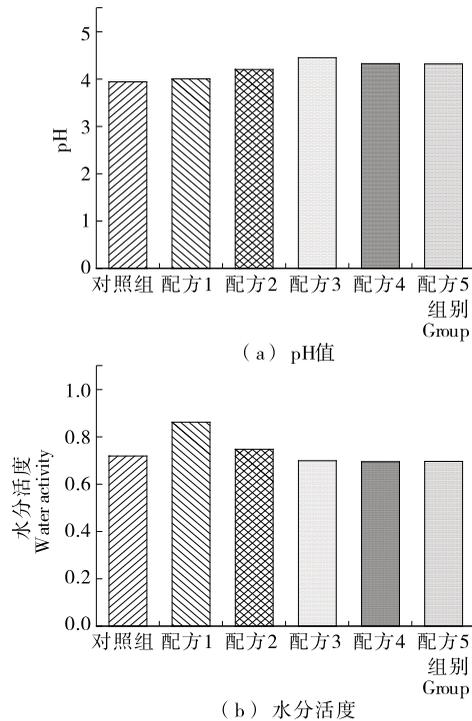


图1 复配低钠盐对成品发酵肉块 pH 值和水分活度的影响

Figure 1 Effect of compound low sodium salt on pH value and water activity of finished fermented meat

表3 复配低钠盐对成品发酵肉块颜色的影响<sup>†</sup>

Table 3 Effect of compound low sodium salt on color of finished

组别	$L^*$ 值	$a^*$ 值
对照组	39.42±1.10 <sup>a</sup>	9.19±2.32
配方1	41.11±2.12 <sup>a</sup>	10.03±1.06
配方2	33.99±0.57 <sup>bc</sup>	8.99±0.68
配方3	35.60±1.12 <sup>b</sup>	10.29±1.14
配方4	35.17±0.96 <sup>bc</sup>	9.37±0.83
配方5	33.37±0.41 <sup>c</sup>	8.82±0.13

<sup>†</sup> 同列字母不同表示差异显著( $P < 0.05$ )。

组( $P < 0.05$ ); 配方5  $L^*$  值最低,  $a^*$  值也最低。综合  $a^*$  值与  $L^*$  值, 配方3、4在肉块色泽等级评价更占优势, 可能更受消费者喜爱。Armenteros等<sup>[19]</sup>研究表明  $K^+$  与  $Na^+$  在蛋白质水解和脂类分解中的作用相同, 钾盐不会对肉色产生影响。因此, 发酵肉块中颜色的变化可能是  $L$ -精氨酸的作用。

### 2.3 对发酵肉块水分含量的影响

由图2可知, 发酵肉块加工过程中, 由于食盐的渗透作用以及环境温度的升高, 肉块不断失水, 水分含量呈下降趋势。发酵结束(加工第16天)时, 试验组水分含量均

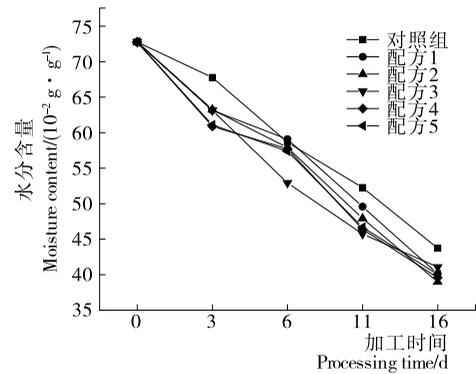


图2 复配低钠盐对肉块水分含量的影响

Figure 2 Effect of compounding low sodium salt on moisture content of meat during processing

低于对照组, 除配方3与对照组无显著差异( $P > 0.05$ )外, 其他试验组均与对照组差异显著( $P < 0.05$ )。发酵肉制品水分含量过低会导致产品硬度增大, 影响产品口感。研究<sup>[20]</sup>表明, 采用氯化物替代盐及乳酸盐等, 低盐组水分含量一般高于对照组。这可能是  $L$ -精氨酸的物理状态使肉块中水分含量略有降低。

### 2.4 对发酵肉块蛋白质含量的影响

由图3可知, 肉块蛋白质含量随加工时间的延长先降低后升高, 原料肉蛋白质含量为 25.08 g/100 g, 其中腌制结束(加工第3天)时蛋白质含量最低。进入发酵过程中, 蛋白质含量不断上升, 发酵结束(加工第16天)时, 对照组蛋白质含量最低, 为 39.01 g/100 g。随着复配盐中乳酸钾的减少、 $L$ -精氨酸的增加, 蛋白质含量先上升后下降, 其中配方3(21%乳酸钾和9%  $L$ -精氨酸)的蛋白质含量最高, 为 44.19 g/100 g, 相比于对照组, 蛋白质含量提高了13%。根据李诗义<sup>[12][13]</sup>的研究结果, 发酵肉块蛋白质含量的增加可能受  $L$ -精氨酸的影响。

### 2.5 对发酵肉块 TBA 值的影响

由图4可知, 发酵结束(加工第16天)时, 试验组 TBA

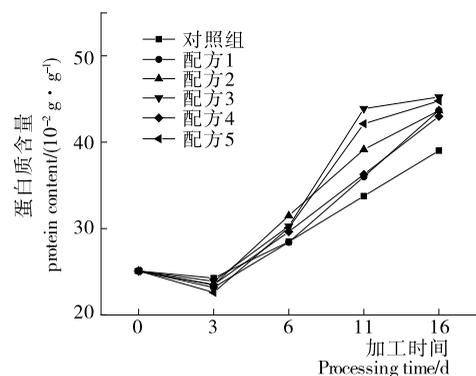


图3 复配低钠盐对肉块蛋白质含量的影响

Figure 3 Effect of compound low sodium salt on protein content of meat during processing

值显著低于对照组( $P < 0.05$ ),其中配方 3 的最低,其次是配方 4,且配方 3、4 间无显著性差异( $P > 0.05$ )。减盐通常会促进脂肪氧化<sup>[21]</sup>。许鹏<sup>[7]</sup>研究却发现,赖氨酸、精氨酸能够有效抑制肉制品中过氧化值、TBA 值和羰基含量,具有较好的抑制脂肪和蛋白质氧化的作用。试验中低盐组较对照组有更好的抑制脂肪氧化的作用。

### 2.6 对发酵肉块质构特性的影响

由表 4 可知,试验组剪切值均低于对照组,配方 4 剪切值最小且与对照组差异显著( $P < 0.05$ ),表明其样品肌肉嫩度更佳。对照组水分含量较试验组高,但硬度高于试验组,可能是质构来源于肉块本身的物质结构和组成配比,受原料特性、盐、加工工艺条件等多方面影响。

表 4 复配低钠盐对成品发酵肉块质构特性的影响<sup>†</sup>

Table 4 Effect of compound low sodium salt on the texture properties of finished fermented meat pieces

组别	剪切力/N	硬度/N	黏附性/mJ	内聚性	弹性/mm	胶黏性/N	咀嚼性/mJ
对照组	50.73±0.97 <sup>a</sup>	24.57±2.00 <sup>a</sup>	0.14±0.06 <sup>b</sup>	0.36±0.05 <sup>b</sup>	2.38±0.09 <sup>a</sup>	8.80±0.44 <sup>a</sup>	20.97±1.57 <sup>b</sup>
配方 1	46.63±1.53 <sup>a</sup>	18.73±8.13 <sup>ab</sup>	0.14±0.05 <sup>b</sup>	0.35±0.08 <sup>b</sup>	2.52±0.24 <sup>a</sup>	6.23±1.46 <sup>bc</sup>	15.52±2.89 <sup>c</sup>
配方 2	42.70±2.41 <sup>ab</sup>	15.23±2.14 <sup>b</sup>	0.11±0.06 <sup>b</sup>	0.36±0.03 <sup>b</sup>	2.50±0.34 <sup>a</sup>	5.86±0.76 <sup>c</sup>	13.86±1.27 <sup>c</sup>
配方 3	43.17±5.47 <sup>ab</sup>	21.63±0.57 <sup>ab</sup>	0.09±0.02 <sup>b</sup>	0.31±0.04 <sup>b</sup>	1.89±0.04 <sup>b</sup>	6.67±0.95 <sup>bc</sup>	12.52±1.52 <sup>c</sup>
配方 4	38.20±8.02 <sup>b</sup>	16.07±0.76 <sup>b</sup>	0.05±0.03 <sup>b</sup>	0.47±0.02 <sup>a</sup>	2.44±0.31 <sup>a</sup>	7.87±0.71 <sup>ab</sup>	19.09±1.70 <sup>b</sup>
配方 5	42.90±2.41 <sup>ab</sup>	23.90±0.95 <sup>a</sup>	0.25±0.05 <sup>a</sup>	0.37±0.04 <sup>b</sup>	2.67±0.38 <sup>a</sup>	9.23±0.64 <sup>a</sup>	24.55±1.84 <sup>a</sup>

† 同列字母不同表示差异显著( $P < 0.05$ )。

随着复配盐中乳酸钾含量的减少、L-精氨酸含量的增加,试验组弹性、咀嚼性先下降后上升,其中配方 3 的弹性和咀嚼性最小,配方 3、4 的咀嚼性较为接近,口感上更接近于对照组。

### 2.7 对成品发酵肉块钠含量的影响

由图 5 可知,试验组所制成的发酵肉块、成品发酵肉块相比对照组,钠含量降低 21.64%~42.96%,其中配方 2 的发酵肉块钠含量最低。

### 2.8 成品发酵肉块的感官评定

由图 6 可知,试验组肉块在色泽、香气和质地以及咸

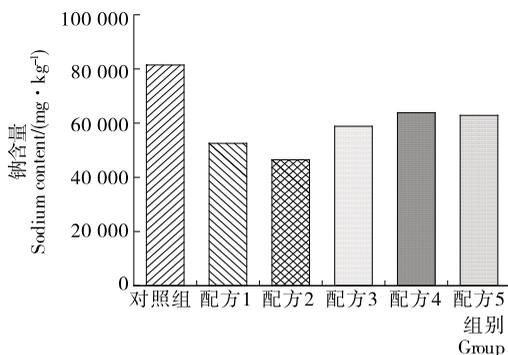


图 5 复配低钠盐对成品发酵肉块钠含量的影响

Figure 5 Effect of compounding low sodium salt on sodium content of finished fermented meat

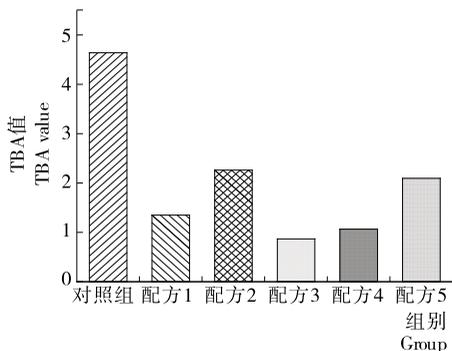


图 4 复配低钠盐对成品发酵肉块 TBA 值的影响

Figure 4 Effect of compound low sodium salt on TBA value of finished fermented meat

味上的评分均略高于对照组,其中配方 4 感官评分最高。即采用 18%乳酸钾和 12% L-精氨酸的配比感官评分最高。乳酸钾具有咸味,但并不影响减盐后感官人员对产品咸味的评价。

### 2.9 电子鼻分析

由图 7 可知,第 1、2 主成分总贡献率为 98.11%,可代表肉块挥发性成分的整体信息<sup>[22]</sup>。同一样品间分布较为集中,说明重复性好;不同样品间没有重叠,说明试验组和对照组在挥发性成分上具有较大差异<sup>[23]</sup>。配方 1、2 与对照组间距离较近,说明样品在挥发性成分上更为接近,

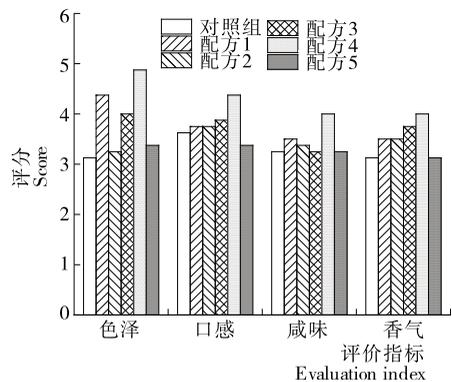


图 6 成品发酵肉块的感官评分

Figure 6 Sensory score of finished fermented meat pieces

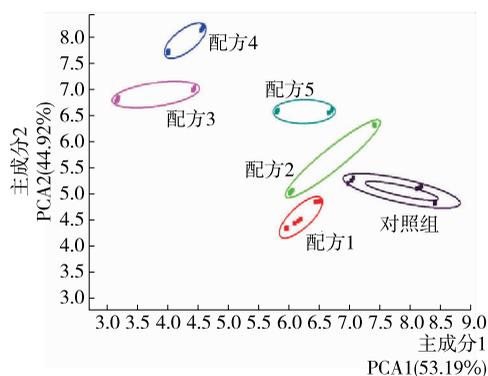


图7 不同复配盐组成品发酵肉块的主成分分析图

Figure 7 Principal component analysis of fermented meat pieces with different compound salt compositions

而配方3、4与对照组距离较远。通过样品香气评价可知,配方3、4虽然与对照组在挥发性成分上存在较大差异,但这种气味更受感官评价人员所喜爱。这可能是配方3、4肉块的蛋白质含量相对于其他试验组较高,蛋白质降解后进一步反应产生了其他的风味物质。

### 3 结论

采用9%~12%的L-精氨酸和18%~21%的乳酸钾替代30%钠盐时,提高了产品色泽、蛋白质含量以及嫩度,降低了脂肪氧化程度,感官评价结果表明其产品色泽、口感、咸味和香气评分高于对照组。后续可进一步探究乳酸钾和L-精氨酸制成的低钠复配盐对发酵火腿理化指标及风味间的相应规律及作用机制,以及其对火腿加工过程如腌制、发酵等重要工序的影响。

#### 参考文献

[1] FENG J H, JENNER K H, MACGREGOR G A. WASH: World action on salt and health[J]. *Kidney International*, 2010, 78(8): 745-753.

[2] 余涛, 许倩, 牛希跃, 等. 低盐肉制品加工技术研究进展[J/OL]. *食品与机械*. [2019-11-10]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/43.1183.TS.201911105.1200.004.html>.

[3] INUGLIA E S, ZHANG Z, TIWARI B K, et al. Salt reduction strategies in processed meat products: A review[J]. *Trends in Food Science & Technology*, 2017, 59: 70-78.

[4] GOU P, GUERRERO L, GELABERT J, et al. Potassium chloride, potassium lactate and glycine as sodium chloride substitutes in fermented sausages and in dry-cured pork loin[J]. *Meat Science*, 1996, 42(1): 37-48.

[5] ZHENG Ya-dong, XU Peng, LI Shi-yi, et al. Effects of L-lysine/L-arginine on the physicochemical properties and quality of sodium-reduced and phosphate-free pork sausage[J]. 2017, 6(1): 12.

[6] ZHOU Cun-liu, LI Jun, TAN Sheng-jiang, et al. Effects of L-arginine on physicochemical and sensory characteristics of

pork sausage[J]. *Advance Journal of Food Science & Technology*, 2014, 6(5): 660-667.

[7] 许鹏. 赖氨酸/精氨酸对乳化香肠脂肪和蛋白质氧化及品质影响的研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2017: 5.

[8] STEFAN G P, MARMETT B, ALVES J P, et al. Resistance training and L-arginine supplementation are determinant in genomic stability, cardiac contractility and muscle mass development in rats[J]. *PLoS One*, 2018, 13(9): e0204858.

[9] JOBGEN W J, MEININGER J, JOBGENS C, et al. Dietary L-arginine supplementation reduces white fat gain and enhances skeletal muscle and brown fat masses in diet-induced obese rats 1-3[J]. *The Journal of Nutrition*, 2009, 139(2): 230-237.

[10] MENG Qing-he, COONEY M, YEPURI N, et al. L-arginine attenuates interleukin-1 $\beta$  induced nuclear factor kappa-beta (NF- $\kappa$ B) activation in Caco-2 cells[J]. *PLoS One*, 2017, 12(3): 1-16.

[11] 郑亚东. 赖氨酸、精氨酸改善猪肉肠品质特性的应用研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2017: 16-17.

[12] 李诗义. L-精氨酸和L-赖氨酸对鸡肉香肠保水与质构影响机制的研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2018.

[13] 雷振, 周存六. 低钠肉制品研究进展[J]. *肉类研究*, 2016, 30(7): 30-34.

[14] ZHANG Y W, ZHANG L, HUI T, et al. Influence of partial replacement of NaCl by KCl, l-histidine and l-lysine on the lipase activity and lipid oxidation in dry-cured loin process[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2015, 64(2): 966-973.

[15] 许益民. 肉和肉制品 pH 测定的国际标准方法[J]. *中国动物保健*, 2000(5): 26-27.

[16] TARLADGIS B G, WATTS B M, YOUNATHAN M T. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods[J]. *Journal of American Oil Chemical Society*, 1960, 37(1): 44-48.

[17] 许美娜. 洋葱皮及洋葱皮提取物对烤牛肉饼风味影响研究[D]. 延吉: 延边大学, 2018: 27.

[18] 张东, 李洪军, 王鑫月, 等. D-最优混料设计优化腊肉低盐配方[J]. *食品与发酵工业*, 2017, 43(8): 204-211.

[19] ARMENTEROS M, ARISTOY M C, BARAT J M, et al. Biochemical changes in dry-cured loins salted with partial replacements of NaCl by KCl[J]. *Food Chemistry*, 2009, 117(4): 627-633.

[20] 唐悠, 刘娜, 朱秋劲, 等. KCl、乳酸钙替代钠盐对风干香猪肉的品质改善[J]. *肉类研究*, 2017, 31(3): 7-11.

[21] 赵芬. 猪肉低钠替代盐的研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2015: 81.

[22] 宋雪, 高韶婷, 杭梦茜, 等. 基于电子鼻的金华和宣威火腿产地鉴别与品级评定[J]. *食品与机械*, 2015, 31(2): 114-118.

[23] 翟营营, 黄晶晶, 张慧敏, 等. 酵母抽提物主要滋味成分分析及其对鱼糜制品风味的影响[J]. *华中农业大学学报*, 2019, 38(5): 105-113.