

低钠发酵肉制品理化特性及风味分析

Study on physicochemical property and flavor of fermented meat products with low sodium

侯婷婷¹ 刘鑫¹ 崔福顺¹ 金清¹

HOU Ting-ting¹ LIU Xin¹ CUI Fu-shun¹ JIN Qing¹

郑乾坤² 李敏² 王娟¹ 李官浩¹

ZHENG Qian-kun² LI Min² WANG Juan¹ LI Guan-hao¹

(1. 延边大学食品研究中心, 吉林 延吉 133002; 2. 山东省得利斯集团有限公司, 山东 潍坊 262200)

(1. Food Research Center of Yanbian University, Yanji, Jilin 133002, China;

2. Shandong Delis Group Limited Company, Weifang, Shandong 262200, China)

摘要:模拟发酵火腿生产参数加工干腌肉块, 研究 3 种低盐配方(钾盐复配盐、钙盐复配盐及镁盐复配盐)对肉块理化指标及风味的影响。结果表明: 钾盐复配盐能降低肉块中的钠含量, 且在理化指标及风味上与对照组更为接近。采用 30% KCl 和 7% 咸味肽混合后可替代发酵肉制品中的部分钠盐。

关键词: 发酵肉制品; 低钠; 理化性质; 风味

Abstract: This study simulates the production parameters of fermented ham to process dried cured meat pieces, and studied the effects of three low-salt formula, for potassium salt substitution groups, calcium salt substitute group, and magnesium salt replacement group, on physicochemical indicators and of flavor. The results showed that the potassium salt substitution group can reduce the sodium content in the meat, and it is closer to the control group in physicochemical indicators and flavor. Therefore, it can replace part of the sodium salt with 30% KCl and 7% salty peptide in fermented meat products.

Keywords: fermented meat product; substitute salt; physical and chemical properties; flavor

发酵肉制品是指自然或人工控制条件下, 利用微生物发酵作用生产的具有特殊风味、色泽和质地, 且可较长

保存的肉制品^[1]。食盐是发酵火腿的主要原料之一, 发酵肉制品在加工过程中普遍存在含盐量超标问题。

氯化物类复配盐(氯化钾、氯化钙和氯化镁)是目前研究中采用较多的食盐替代物, 替代部分氯化钠是减少肉制品中钠含量的最佳选择^[2], 氯化钾与氯化钠具有相同的理化特性, 而钙、镁在人体生理过程中起着重要作用。Gelabert 等^[3]研究表明氯化钾 40% 替代量的样品水分含量降低, 硬度和苦味略有增加; 陈佳新等^[4]在肉脯生产过程中分别以 10%~40% 的 KCl 部分替代 NaCl, 发现 KCl 的替代比例在 20%~30% 较为合适; 当 KCl 替代比例为 40% 时, 肉脯品质下降且出现金属味和后苦味。故添加氯化钾、氯化钙以及氯化镁等能降低肉制品中钠含量, 但添加量过多会产生苦味、异味、金属和涩味等。而掩盖异味的方法主要是使用风味增强剂来增加肉制品的咸味, 咸味肽中主要的呈味物质为氨基酸, 其本身具有咸味^[5]。

试验拟将钾盐复配盐(63% NaCl、30% KCl、7% 咸味肽)、钙盐复配盐(63% NaCl、30% CaCl₂、7% 咸味肽)及镁盐复配盐(63% NaCl、30% MgCl₂、7% 咸味肽)用于干腌肉制品的加工, 通过测定不同阶段的理化指标及风味指标的变化, 筛选出与钠盐试验组理化性质及风味接近且钠含量能够降低的复配盐, 为低钠火腿的研究提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

猪后腿肉: 山东省潍坊市得利斯同路食品有限公司;
氯化钾、氯化钠、氯化镁、氯化钙: 食品级, 河南祥瑞食品添加有限公司;

钠、钾、钙、镁标准品: 国家有色金属及电子材料分析

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: 王娟(1981—), 女, 延边大学副教授, 博士。

E-mail: wangjuan@ybu.edu.cn

李官浩(1973—), 男, 延边大学教授, 博士。

E-mail: ghli@ybu.edu.cn

收稿日期: 2019-08-01

测试中心。

1.2 仪器与设备

分析天平:AL-204 型,赛多利斯科学仪器有限公司;
色彩色差计:CR-410 型,柯尼卡美能达(中国)投资有限公司;

水分活度仪:LabMaster-aw 型,大昌华嘉商业(中国)有限公司;

电热恒温鼓风干燥箱:DHG-9146A 型,上海精宏实验设备有限公司;

紫外—可见分光光度计:UV-6100 型,上海元析仪器有限公司;

自动凯式定氮仪:K9840 型,济南海能仪器股份有限公司;

高速分散均质机:FJ-200 型,上海标本模型厂;
台式离心机:TDL-40B 型,上海安亭科学仪器厂;
旋转蒸发仪:R-215 型,瑞士 Buchi 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;
味觉分析系统:SA-402B 型,日本 Insent 公司;
纯水仪:FBZ1002-UP-P 型,青岛富勒姆有限公司。

1.3 方法

1.3.1 干腌肉块加工 选择新鲜猪后腿肉修整成大小厚度一致的肉块,上盐量为肉重的 8%,0~4℃下腌制 3 d,13~15℃下发酵 24 d,于加工的第 0,3,11,19,27 天取样。对照组和复配盐添加比如表 1 所示。

表 1 复配盐添加比例

Table 1 Ratio of salt substitution group

组别	添加比例
对照组	100% NaCl
钾盐复配盐	63% NaCl + 30% KCl + 7% 咸味肽
镁盐复配盐	63% NaCl + 30% MgCl ₂ + 7% 咸味肽
钙盐复配盐	63% NaCl + 30% CaCl ₂ + 7% 咸味肽

1.3.2 颜色的测定 肉样瘦肉部位随机取 3 个点,用色差计测定 3 次取平均值。

1.3.3 水分含量的测定 按照 GB/T 5009.3—2016 中的直接干燥法进行测定。

1.3.4 水分活度的测定 用水分活度测定仪进行测定。

1.3.5 挥发性盐基氮的测定 按照 GB 5009.228—2016 中硝酸银滴定自动凯氏定氮仪法测定。

1.3.6 微量元素含量测定

- (1) 钠:按 GB 5009.91—2017 执行。
- (2) 钾:按 GB 5009.91—2017 执行。
- (3) 镁:按 GB 5009.241—2017 执行。
- (4) 钙:按 GB 5009.92—2016 执行。

1.3.7 电子鼻、电子舌分析 参照许美娜^[6]的方法。

1.3.8 风味分析 取 5 g(精确到 0.01 g)样品直接置于 20 mL 顶空进样瓶中,60℃孵育 20 min 后进样进行检测。GC-IMS 条件:色谱分析时间 25 min,柱温 40℃,IMS 温度 45℃,色谱柱 FS-SE-54-CB-1 15 m×0.53 mm,进样体积 500 μL,孵育时间 20 min,孵育温度 60℃,进样针温度 85℃,孵化转速 500 r/min,载气为高纯度氮气。

1.4 数据处理

试验数据采用 Excel 软件整理,用 OriginPro 2018 软件统计分析及绘图。GC-IMS 数据分析采用仪器配套的分析软件包括 LAV(Laboratory Analytical Viewer)和三款插件以及 GC×IMS Library Search,从不同角度进行样品分析。

2 结果与分析

2.1 对干腌肉块颜色的影响

由图 1 可知,随着肉块加工时间的延长,各试验组的亮度(L*)值和红度(a*)值逐渐下降,镁盐复配盐的黄度(b*)值在发酵结束时显著低于其他组的;钾盐复配盐与对照组在发酵结束时肉块色泽均具有干腌肉制品的鲜红色,而钙盐复配盐发酵后的肉块颜色发白。

2.2 对干腌肉块水分含量及水分活度的影响

由图 2 可知,随着肌肉组织中盐的扩散,各试验组水分含量均逐渐下降且存在差异,发酵结束时钾盐复配盐与对照组水分含量更为接近。

由图 3 可知,各试验组的水分活度在肉块加工过程中均迅速下降,发酵结束时钾盐复配盐与对照组的水分活度较为接近且低于其他两组。

2.3 对干腌肉块挥发性盐基氮的影响

由图 4 可知,各试验组肉块的挥发性盐基氮含量先上升后降低,第 19 天时达最大,其中以钾盐复配盐挥发性盐基氮含量值最大。发酵结束后,钾盐复配盐与对照组的挥发性盐基氮含量显著高于其他两组,且较为接近。

2.4 对干腌肉块微量元素的影响

由图 5 可知,各试验组肉块的钠含量逐渐上升,是因为食盐随着加工时间的延长逐渐渗透到肉的中心部位;3 种复配盐均能显著降低干腌肉块中钠含量,钙盐复配盐的钠含量相对最低;钾、钙、镁含量除相对应食盐复配盐在含量上有显著增加外,其余各试验组在发酵结束时含量均较接近。研究^[7]表明,低钠产品的长期摄入能够降低动脉高血压的风险,有益于消费者的健康。

2.5 风味分析

由图 6 可知,原料猪肉样品中挥发性有机物种类较少,加入盐进行腌制 3 d 后,由于盐析作用,猪肉中挥发性有机物种类增多,风味成分更丰富。

由图 7 可知,区域 A 中标出的物质如 2-丙酮、己醛、

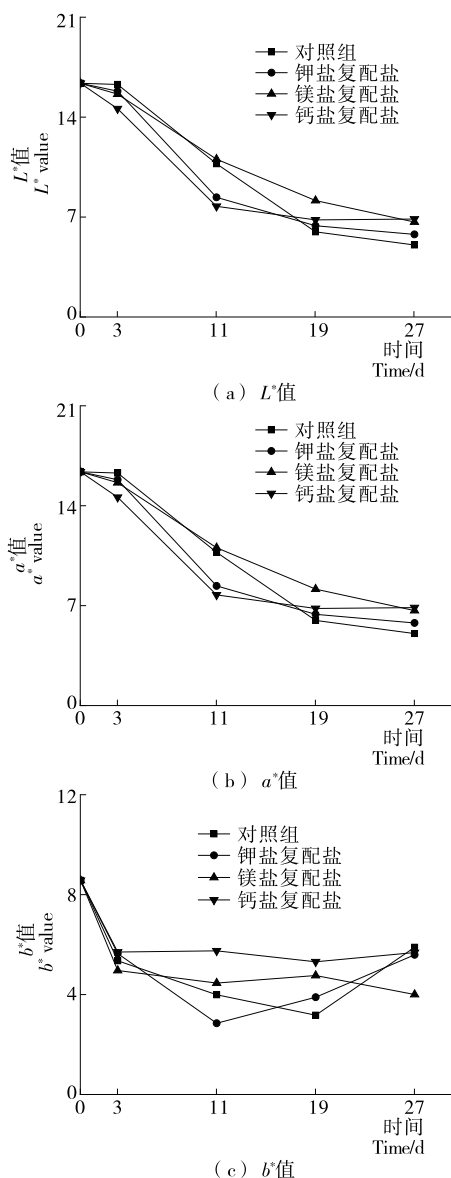


图 1 不同复配盐干腌肉块色泽的变化
Figure 1 Color change of dry cured meat pieces in different salt substitution groups

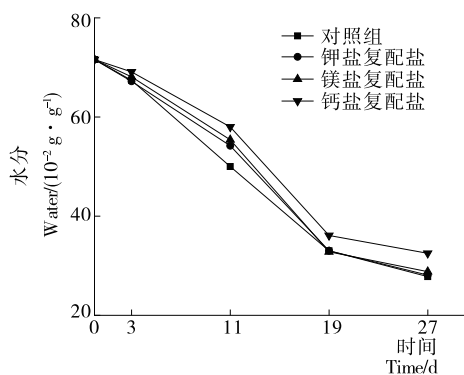


图 2 不同复配盐干腌肉块水分含量的变化
Figure 2 Changes in moisture content of dry cured meat pieces in different salt substitution groups

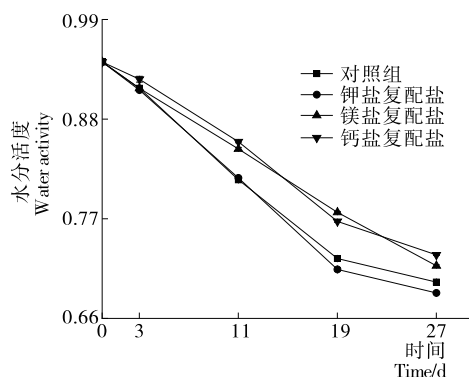


图 3 不同复配盐干腌肉块水分活度的变化
Figure 3 Changes in water activity of dry cured meat pieces in different salt substitution groups

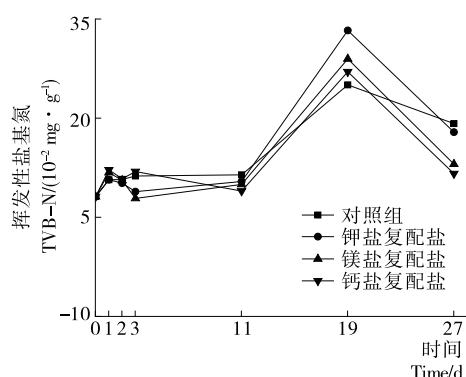


图 4 不同复配盐干腌肉块挥发性盐基氮含量的变化
Figure 4 Changes of volatile base nitrogen content in dry cured meat pieces of different salt substitution groups

2,3-丁二酮、1-丙醇等物质在原料肉中含量最高,但腌制结束时该类物质含量大幅下降;区域 C 中物质如己烷-2-酮、2-丁酮、1,8-桉树脑、2-己烯-1-醇等物质在原料肉中含量最高,腌制后的该类物质含量降低,发酵后含量继续降低,可能是腌制及发酵过程中与其他化合物发生了反应生成新的风味物质;区域 B 中标出的物质如 2-庚酮、2-丙酮、己醛、1-戊醇、2-乙基-1-己醇、戊醛、2-甲基吡嗪等物质在原料肉中含量较低,但腌制结束及发酵结束后该类物质的含量均升高。酮类可能是由不饱和脂肪酸的热氧化或降解产生的,主要呈现桉叶味、脂肪味和焦燃味,酮类香气阈值总体低,且对肉中甜的花香及果香风味有贡献,并且随着碳链的增长会呈现出更强的花香特征^[8-10];己醛具有清香的青草香,戊醛具有让人愉悦的水果香,一般饱和的 C₆~C₁₂醛类物质具有草香、脂肪香的气味^[11-12],有利于腌肉制品挥发性风味化合物的产生;1-戊醇具有刺激气味^[13];2-甲基吡嗪则具有坚果香、霉香、烤香。这些物质可能是干腌肉块制品风味形成的主要化合物。

2.6 电子鼻/舌分析

由图 8 可知,主成分 1(PC1)、主成分 2(PC2)的方差

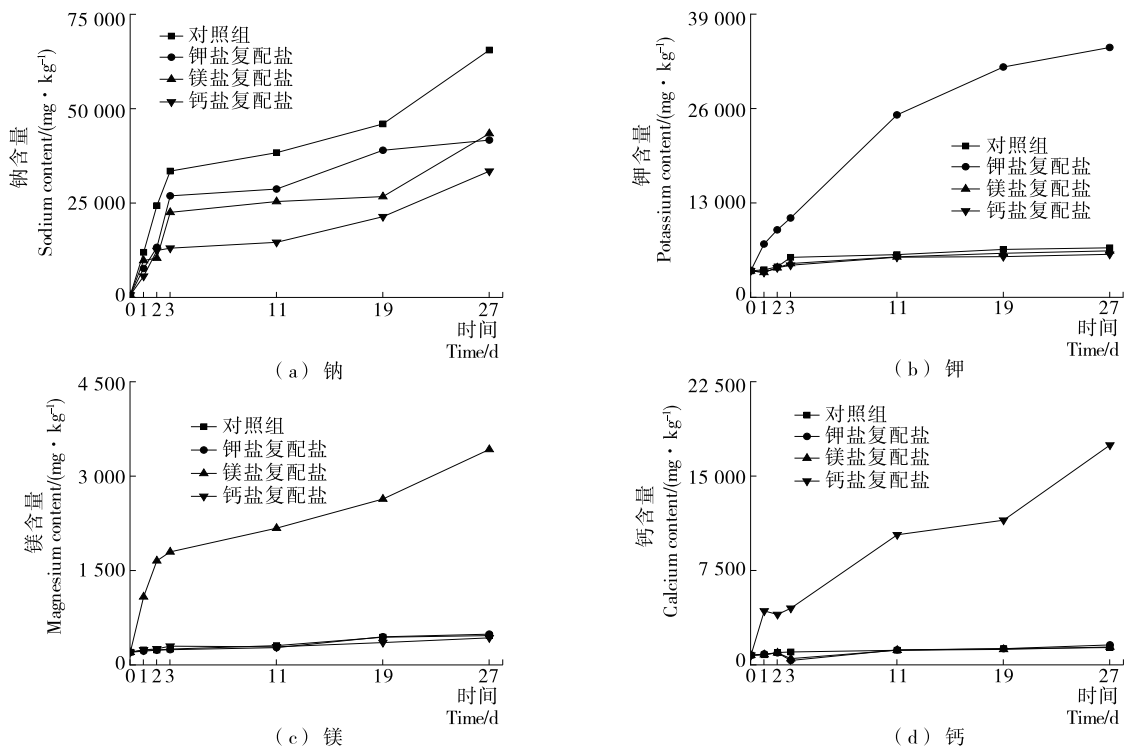
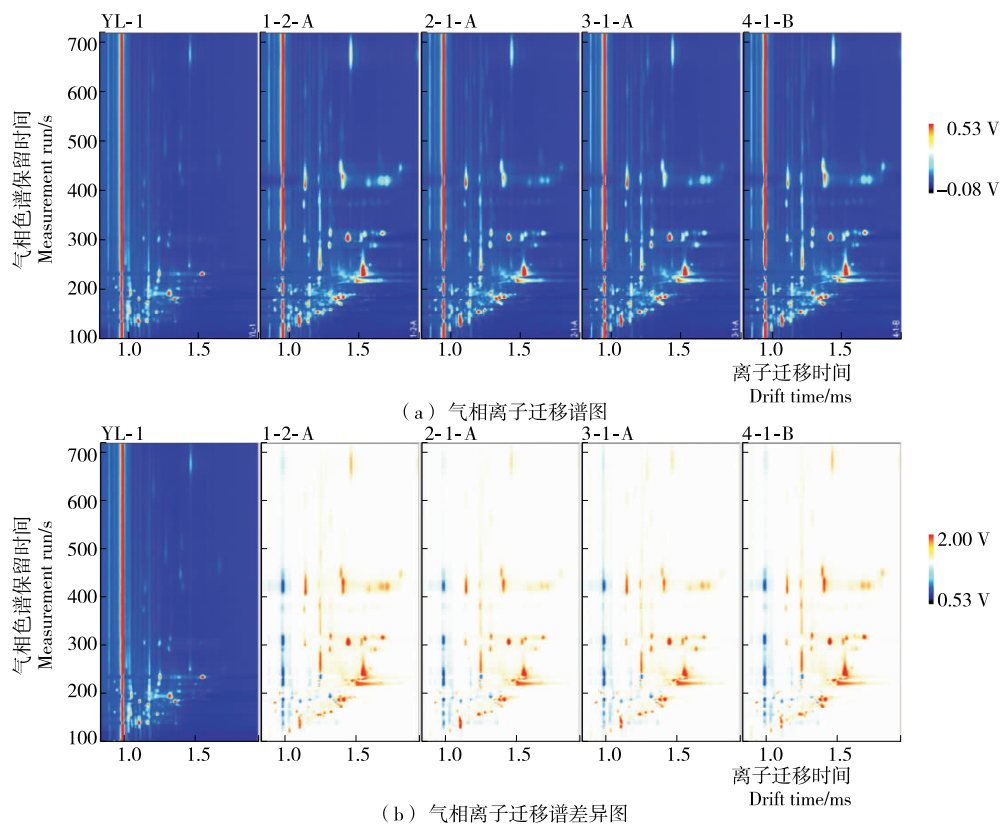


图5 不同复配盐干腌肉块微量元素含量的变化

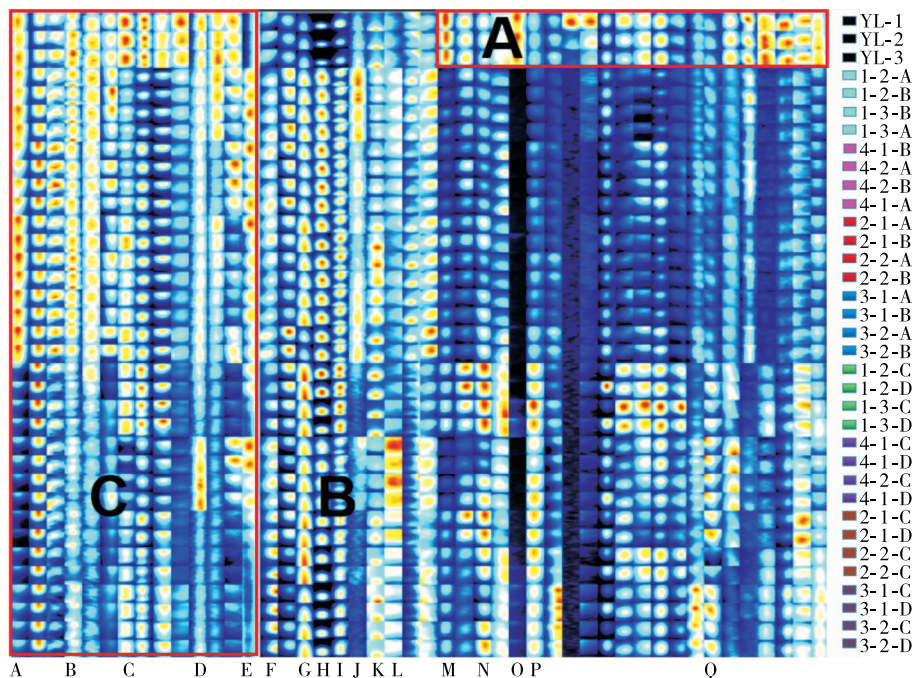
Figure 5 Changes of trace element contents in dry cured meat pieces of different salt substitution groups



YL-1. 原料肉 1-2-A. 对照组 2-1-A. 钾盐复配盐 3-1-A. 镁盐复配盐 4-1-B. 钙盐复配盐

图6 不同复配盐干腌肉块腌制结束的有机物指纹图谱

Figure 6 Finger print of organic matter at the end of pickling of dried salted meat pieces in different salt substitution groups



A~Q 分别表示 1-butanol、hexan-2-one、2-butanone、1,8-cineole、2-hexen-1-ol、2-heptanone、2-propanone、hexanal、1-pentanol、2-ethyl-1-hexanol、pentanal、2-methyl pyrazine、2-pentanone、pentanone dimer、hexanal、2,3-butanedione、1-propanol。每组腌制方式均有 3 个样品,编号分别为 1-1、1-2、1-3,每个样品做两个平行样,编号分别为 1-1-A、1-1-B,对应的发酵产品编号分别为 1-1-C、1-1-D;从上到下依次是 YL、钾盐复配盐、镁盐复配盐、对照组和钙盐复配盐样品

图 7 肉块部分挥发性有机物指纹图谱

Figure 7 Fingerprint of some volatile organic compounds in raw meat, pickled and corresponding fermented meat pieces

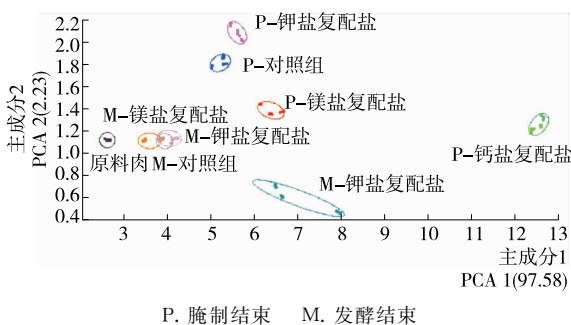


图 8 不同复配盐干腌肉块电子鼻主成分分析

Figure 8 Analysis of the principal components of the electronic nose of dry cured meat in different salt substitution groups

贡献率分别为 69.71%, 22.62%, 累计解释了 92.33% 的方差,说明主成分 1 和主成分 2 包含了样品的大部分信息,能够反映出不同试验组干腌肉块的整体气味信息。电子鼻检测能使不同加工阶段的干腌肉块制品得到区分,且不同复配盐的肉块在腌制阶段气味有差别,而在发酵结束时,对照组与钾盐复配盐区域上有部分重叠,说明其组分相近。

由图 9 可知,钙盐复配盐咸味、酸味输出值最高,对照组咸味、酸味输出值最低;钾盐复配盐和对照组样品的

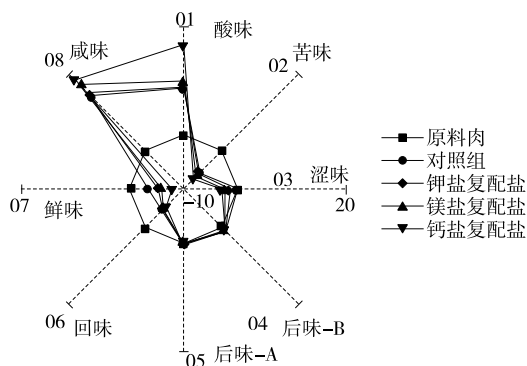


图 9 不同复配盐成熟干腌肉块电子舌雷达图

Figure 9 Electronic tongue radar diagram of mature dry cured meat block with different salt substitution group

滋味响应强度基本相同,说明二者滋味物质成分及含量较为接近。

3 结论

试验表明,发酵结束时钾盐复配盐的肉块在颜色、含水量、挥发性盐基氮含量以及风味上都与对照组更为接近;3种低盐配方终产品的钠含量较对照组明显降低,其

(下转第 205 页)

- [6] 李梓铭, 李红爱. 膳食纤维研究现状的问题分析及发展方向的预测[J]. 现代食品, 2018(10): 18-22, 26.
- [7] 张武松, 迟永楠, 孙艳, 等. 白芸豆渣中淀粉的提取及其特性研究[J]. 粮食加工, 2017(5): 44-48.
- [8] 张松. 膳食纤维的功能特性及在食品领域的研究进展[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(17): 221-225.
- [9] GUO Zeng-wang, MA Ping, DIAO Jing-jing, et al. Physico-chemical and adsorption properties of ultramicro insoluble dietary fiber from soybean hull[J]. Food Science, 2018, 39(5): 106-112.
- [10] 佐兆杭, 王颖, 刘淑婷, 等. 杂豆膳食纤维对糖尿病大鼠的降血糖作用[J]. 食品科学, 2018, 39(1): 177-181.
- [11] ADAMS S, CHE Dong-sheng, QIN Gui-xin, et al. Interactions of dietary fiber with nutritional components on gut microbial composition, function, and health in monogastrics[J]. Current Protein & Peptide Science, 2018, 19(10): 1 011-1 023.
- [12] 耿舒雯, 张有林, 张润光, 等. 核桃粕膳食纤维提取、结构分析及粒度差异对其理化性质的影响[J]. 食品工业科技, 2017, 38(18): 50-55.
- [13] WANG Li, LIU Hua-min, XIE Ai-jun, et al. Dietary fiber extraction from defatted corn hull by hot-compressed water[J]. Polish Journal of Food & Nutrition Sciences, 2017, 68(2): 133-140.
- [14] 张玉锋, 宋彦博, 王志煌, 等. 椰蓉膳食纤维的酶法提取与理化性质分析[J]. 食品研究与开发, 2018(3): 24-29.
- [15] 闵钟燮, 贾笑雨, 解铁民, 等. 微生物发酵法提取米糠粕中可溶性膳食纤维的研究[J]. 中国酿造, 2017, 36(8): 53-56.
- [16] 张祖姣, 王博, 李梦龙. 酶法辅助碱液提取生姜残渣中可溶性膳食纤维的研究[J]. 湖南科技学院学报, 2018, 39(5): 42-44.
- [17] 陆红佳, 况慧, 刘庆庆. 超声波辅助法提取姜渣中不溶性膳食纤维的研究[J]. 食品工业, 2018(7): 32-36.
- [18] 薛山. 紫薯不溶性膳食纤维超声辅助酶法提取工艺及抗氧化活性研究[J]. 食品与机械, 2018, 34(5): 153-157, 163.
- [19] 赵泰霞, 张明玉. 超声波辅助酶法提取红豆中的膳食纤维[J]. 农产品加工, 2016(7): 8-11.
- [20] 徐学玲. 大豆膳食纤维的超声提取及性质研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2010: 41-49.
- [21] 沈杰. 黑豆豆渣不溶性膳食纤维硫酸酯制备及其功能性质[D]. 扬州: 扬州大学, 2015: 23-31.
- [22] CHEN Sheng-nan, JIANG Lian-zhou, YANG Li, et al. Ultrasound-assisted enzymatic extraction of dietary fiber from pods[J]. Procedia Engineering, 2011, 15(2): 5 056-5 061.
- [23] 杨梦曦, 朱叶, 邓雪盈, 等. 复合酶法提取豆渣膳食纤维的研究[J]. 食品与机械, 2014, 30(4): 186-189.
- [24] QIAN Jian-ya, DING Xiao-ling. Effect of twin-screw extrusion on the functional properties of soya fibre[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1996, 71(1): 64-68.
- [25] KAYA E, TUNCEL N B. The effect of ultrasound on some properties of pulse hulls[J]. Journal of Food Science and Technology, 2017, 54(9): 2 779-2 788.

(上接第 130 页)

中钙盐复配盐降低钠含量效果最为显著,但钙盐复配盐干腌肉块的色泽、风味较差;为保证产品质量,采用 30% KCl 和 7% 咸味肽用于干腌肉块制品中替代钠盐的效果更佳。后续可考虑将钾盐与钙盐、镁盐等联合使用替代钠盐来提升发酵肉制品品质。

参考文献

- [1] 梁静, 赵俊仁, 纪玉刚, 等. 几种发酵肉制品的微生物安全性分析[J]. 黑龙江畜牧兽医: 下半月, 2010(11): 34-35.
- [2] XANTHAKIS E, HAVET M, CHEVALLIER S, et al. Effect of static electric field on ice crystal size reduction during freezing of pork meat[J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2013, 20: 115-120.
- [3] GELABERT J, GOU P, GUERRERO L, et al. Effect of sodium chloride replacement on some characteristics of fermented sausages[J]. Meat Science, 2003, 65(2): 833-839.
- [4] 陈佳新, 逢晓云, 夏秀芳, 等. KCl 部分替代 NaCl 对低钠盐肉脯质量的影响[J]. 肉类研究, 2017, 31(6): 24-28.
- [5] 李迎楠, 刘文营, 张顺亮, 等. 牛骨咸味肽氨基酸分析及在模拟加工条件下功能稳定性分析[J]. 肉类研究, 2016, 30(1): 11-14.
- [6] 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: 20-27.
- [7] BARBOSA P T, SANTOS I C V, FERREIRA V C S, et al. Physicochemical properties of low sodium goat kafta[J]. LWT-Food Science and Technology, 2017, 76: 314-319.
- [8] 朱国斌, 鲁红军. 食品风味原理与技术[M]. 北京: 北京大学出版社, 1996: 13-221.
- [9] 侯婷婷, 南京熙, 林墨, 等. 延边黄牛肉挥发性风味物质[J]. 食品与机械, 2018, 34(8): 45-47, 114.
- [10] 潘见, 杨俊杰, 邹英子. 不同涂层 SPME 与 GC-MS 联用比较分析两种猪肉挥发性风味成分[J]. 食品科学, 2012, 33(12): 169-172.
- [11] 王珺, 贺稚非, 李洪军, 等. 顶空固相微萃取结合气相色谱-质谱法分析兔肉的挥发性风味物质[J]. 食品科学, 2013, 34(14): 212-217.
- [12] 刘敬科. 鲢鱼风味特征及热历史对鲢鱼风味的影响[D]. 武汉: 华中农业大学, 2009: 55.
- [13] 刘丽微, 白卫东, 赵文红, 等. 猪脂控制氧化及其香气成分 GC-MS 分析[J]. 食品与发酵工业, 2011, 37(8): 161-165.