

不同腌制方式对扬州盐水鹅预制品品质的影响

孟祥忍, 刘宗振, 吴鹏, 许志诚, 王恒鹏, 高子武, 吴丹璇, 高苏敏, 张桓, 张泰立

Effects of Different Pickling Methods on the Quality of Yangzhou Salted Geese Pre-products

MENG Xiangren, LIU Zongzhen, WU Peng, XU Zhicheng, WANG Hengpeng, GAO Ziwu, WU Danxuan, GAO Sumin, ZHANG Huan, and ZHANG Taili

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2022060245>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

泡酒肥肉浸制过程中脂肪氧化和脂肪酸组成的变化

Change of lipid oxidation and fatty acid composition during the impregnating process of soaked fat pork

食品工业科技. 2018, 39(9): 84-87,101 <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2018.09.015>

不同加热方法对盐水鹅食用品质的影响

Effects of Different Heating Methods on Edible Quality of Salted Goose

食品工业科技. 2019, 40(11): 63-69,78 <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2019.11.012>

原料脂肪氧化程度对西式培根安全品质的影响

Effects of Different Degrees of Raw Fat Oxidation on the Safety and Quality of Bacon

食品工业科技. 2020, 41(23): 209-215,294 <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2020020063>

不同煮制时间对水煮鸡蛋质构及蛋黄脂质成分的影响

Effect of different cooking time on the textural profile and lipid composition of hard-boiled egg

食品工业科技. 2018, 39(6): 25-30,37 <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2018.06.005>

白酒腌制对糟鹅肌原纤维蛋白结构和滋味物质形成的影响

Effect of distilled spirit marination on myofibrillar structure and tasted compounds of vinasse goose

食品工业科技. 2017(12): 81-86 <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2017.12.015>

超声波技术在肉制品腌制加工中的应用研究进展

Recent Advances in the Application of Ultrasonic Technology in the Curing of Meat Products

食品工业科技. 2021, 42(24): 445-453 <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2020120001>



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

孟祥忍, 刘宗振, 吴鹏, 等. 不同腌制方式对扬州盐水鹅预制品品质的影响 [J]. 食品工业科技, 2023, 44(9): 104–110. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2022060245

MENG Xiangren, LIU Zongzhen, WU Peng, et al. Effects of Different Pickling Methods on the Quality of Yangzhou Salted Geese Pre-products[J]. Science and Technology of Food Industry, 2023, 44(9): 104–110. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2022060245

· 研究与探讨 ·

不同腌制方式对扬州盐水鹅预制品 品质的影响

孟祥忍^{1,2}, 刘宗振¹, 吴 鹏^{1,2}, 许志诚^{1,2}, 王恒鹏^{1,2}, 高子武¹, 吴丹璇¹, 高苏敏¹, 张 桓¹, 张泰立¹

(1.扬州大学旅游烹饪学院·食品科学与工程学院, 江苏扬州 225127;

2.中餐非遗技艺传承文化和旅游部重点实验室, 江苏扬州 225127)

摘 要:为改进盐水鹅预制品的品质, 试验设置以下处理组: 滚揉超声复合腌制法(G+C处理组)、滚揉腌制法(G处理组)、超声腌制法(C处理组)、加盐滚揉腌制法(G+NaCl处理组)和常规湿腌法(常规处理组), 以肉色、持水力、脂肪氧化值、质构、感官评价、微观结构、脂肪酸等为评价指标, 探究超声处理、滚揉处理对盐水鹅预制品品质的影响。结果表明: G+NaCl处理组的肉色鲜亮, 持水力最好。常规处理组TBARS值最低, 经过滚揉、超声处理的其他处理组的脂肪氧化程度均高于常规处理组。感官评价及质构结果表明 G+NaCl处理组的弹性和咀嚼性为最佳。各处理组共检测出 8 种脂肪酸, 饱和脂肪酸(SFA) 2 种、不饱和脂肪酸(UFA) 6 种; 单不饱和脂肪酸(MUFA) 和多不饱和脂肪酸(PUFA) 各为 3 种。其中 C 处理组、G+NaCl 处理组和 G+C 处理组的脂肪酸总量相近, 且 G+C 的脂肪酸总量最小。综上, G+NaCl 处理组是最优组。

关键词:扬州盐水鹅, 滚揉腌制, 超声波腌制, 脂肪氧化, 质构, 脂肪酸

中图分类号: TS251.5⁺5

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2023)09-0104-07

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2022060245

本文网刊:



Effects of Different Pickling Methods on the Quality of Yangzhou Salted Geese Pre-products

MENG Xiangren^{1,2}, LIU Zongzhen¹, WU Peng^{1,2}, XU Zhicheng^{1,2}, WANG Hengpeng^{1,2}, GAO Ziwu¹,
WU Danxuan¹, GAO Sumin¹, ZHANG Huan¹, ZHANG Taili¹

(1.School of Tourism and Cuisine School of Food Science and Engineering, Yangzhou University,
Yangzhou 225127, China;

2.Key Laboratory of Chinese Cuisine Intangible Cultural Heritage Technology Inheritance, Ministry of Culture and
Tourism, Yangzhou 225127, China)

Abstract: To improve the quality of brine goose pre-products, the following treatment groups were set up in the experiment: Tumbling ultrasonic compound marination method (G+C treatment group), tumbling marination method (G treatment group), ultrasonic marination method (C treatment group), tumbling marination method with salt (G+NaCl treatment group), and conventional wet marination method (conventional treatment group) to investigate the effects of ultrasonic treatment and tumbling treatment on the quality of brine goose pre-products with meat color, water holding capacity, fat oxidation value, texture, sensory evaluation, microstructure, and fatty acid as evaluation indexes. The results showed that the G+NaCl treated group had bright meat color and the best water holding capacity. The conventional treatment group had the lowest TBARS value, and the fat oxidation in the other treatment groups after tumbling and ultrasonic treatment was higher than that of the conventional treatment group. The results of sensory evaluation and texture showed that the elasticity and chewiness of the G+NaCl treated group were the best. A total of eight fatty acids were detected in each treatment group, two saturated fatty acids (SFA), six unsaturated fatty acids (UFA), three monounsaturated

收稿日期: 2022-06-27

基金项目: 中国营养学会百胜餐饮健康基金项目(CNS-YUM2020A17); 扬州市“绿扬金凤计划”领军人才资助项目; 扬州大学“青蓝工程”资助项目。

作者简介: 孟祥忍(1976-) (ORCID: 0000-0003-1255-1216), 男, 博士, 教授, 研究方向: 动源性食品加工技术, E-mail: xrmeng@yzu.edu.cn。

fatty acids (MUFA), and three polyunsaturated fatty acids (PUFA) each. The total fatty acids of the C treatment group, G+NaCl treatment group and G+C treatment group were similar, and the total fatty acids of G+C were the smallest. In conclusion, the G+NaCl treatment group was the optimal group.

Key words: Yangzhou salted goose; rolling curing; ultrasonic curing; fat oxidation; texture; fatty acid

腌制食品是中国传统美食^[1],盐水鹅是其中颇具特色的代表之一。白条鹅肉经过擦盐腌制、抠卤、复卤、烫皮、烘干、煮制等工序,就成了极具特色的扬州盐水鹅^[2]。其型饱满,烂而不散;其色明黄油亮;其质感松嫩、肥而不腻;其味鲜咸^[3],深受扬州地区消费者的喜爱。在传统扬州盐水鹅的制作工艺中,腌制是极为重要的一环。腌制是指用食盐或以食盐为主并添加亚硝酸钠或硝酸钠、蔗糖和香辛料等腌制材料处理肉类的过程^[4]。随着科技的进步和社会的发展,腌制从防腐逐渐变成了为食品增添风味的工序。目前常用的腌制工序有:干腌法、湿腌法、注射腌制法及混合腌制法^[5]。

常速腌制通常会出现处理时间长、水分及营养物质流失的问题^[6]。为了提高腌制速率同时保证肉品的品质,通常会采用超声、滚揉、抽真空等方式处理样品^[7]。超声波是指频率高于 16 kHz,且不会被人类察觉的一种声波^[8],其产生的机械弹性振动波的空化作用和机械作用^[9]可以使肌肉纤维松散,促进盐分的渗透与扩散^[10],从而缩短腌制时间。滚揉可以通过滚筒的机械作用使得样品与环境之间产生机械作用,不断发生碰撞、摩擦,促使肌纤维结构发生改变,腌制液更易进入细胞中^[11]。真空处理一般与滚揉相结合,通过抽真空挤压样品,使样品更好的与腌制液接触,再结合滚揉从而达到快速腌制的效果。但是快速腌制成本较高,不适宜批量化腌制,因此寻求一个适宜工业化的腌制工艺成为了新的研究课题^[12]。调理盐水鹅预制品则是通过提前的腌制来达到入味的目的,为后续加工提供便利。通过探究不同腌制方式对扬州盐水鹅预制品品质的影响,探究出一种高速高效低耗的腌制方法,对于实现产业化具有实际意义。目前扬州盐水鹅预制品在市场上比较欠缺,利用加速腌制处理扬州盐水鹅的产品更是少之又少。

本研究通过改变腌制方式,探究在不同腌制条件下,样品的肉色、持水力、TBARS、质构、微观结构、脂肪酸、感官评价等指标的变化。明确不同腌制方式对鹅肉品质的影响,探讨超声、滚揉技术与各指标间的相关性,以期对扬州盐水鹅的工业化生产提供理论依据和技术支持。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

冷冻鹅 濮阳鹅,濮阳市华信食品有限公司;盐、青红花椒、香叶、桂皮、八角、陈皮、白芷、茴香、丁香、草果、鸡精、肉豆蔻粉、大蒜粉、鹅骨提取物、鸡汁、料酒、生姜、葱 均购自当地万达超市;D-抗坏血酸钠 食品添加剂,江西省德兴市百勤昇

V_C 钠有限公司;基准氯化钠 基准试剂,天津市化学试剂研究所有限公司;亚铁氰化钾(分析纯)、乙酸锌(分析纯)、冰乙酸(分析纯)、硝酸(分析纯)、铬酸钾(分析纯)、氢氧化钠(分析纯)、酚酞(分析纯)、乙醇(分析纯)、氯化钾(分析纯)、多聚甲醛(分析纯)、三氯乙酸(分析纯)、2-巯代巴比妥酸(分析纯)、乙二醇四乙酸二钠(分析纯)、苯(分析纯)、石油醚(分析纯)、氢氧化钾(分析纯)、正己烷(色谱纯)、甲醇(色谱纯)、无水硫酸钠 以上试剂均由国药集团化学试剂有限公司提供。

RC-1000LG 五频超声波卤煮锅 河北仁川科技公司;FJ200-S 数显高速均质机 力辰科技;HH-4 数显恒温水浴锅 江苏金坛市环宇科学仪器厂;P1 紫外可见分光光度计 上海美普达仪器有限公司;PR224ZH/E 电子天平 奥豪斯仪器(常州)有限公司;TGL-16M 高速冷冻离心机 上海卢湘仪离心机仪器有限公司;TC-400A 真空包装机 上海星贝包装机械有限公司;HKS-30VT 真空滚揉机 无锡市哈克逊工贸有限公司;PHS-25 台式酸度计 上海仪电科学仪器股份有限公司;CR-400 色彩肉色仪 柯尼卡美能达(中国)投资有限公司;TMS-Pro/Touch 物性分析仪 北京盈盛泰科技有限责任公司;Trace ISQ 气相色谱质谱联用仪 美国 Thermo 公司。

1.2 实验方法

1.2.1 原材料处理 取 5 只冻鹅于 4℃ 下解冻并腌制,腌制时卤水没过鹅肉。试验设置以下处理组:滚揉超声复合腌制处理组,G+C 处理组;滚揉腌制处理组,G 处理组;超声腌制处理组,C 处理组;加盐滚揉腌制处理组,G+NaCl 处理组;常规湿腌处理组,常规处理组。具体方法分别为:G+C 处理组(滚揉处理 0.5 h,真空度 0.8 MPa,15 r/min;超声处理 2 h,90 kHz)、G 处理组(滚揉处理 0.5 h,真空度 0.8 MPa,15 r/min;湿腌 1.5 h)、C 处理组(90 kHz,2 h)、G+NaCl 处理组(在滚揉腌制的基础上加盐、香叶、桂皮,调料总重量不变)、常规湿腌处理组(湿腌 2 h)。

卤水^[13]的配料比为:水,12 L;盐,1150 g;青红花椒,50 g;香叶,5 g;桂皮,7.5 g;八角,7.5 g;陈皮,3.75 g;白芷,10 g;茴香,8 g;丁香,1 g;草果,5 g;鸡精,60 g;肉豆蔻粉,2 g;大蒜粉,12 g;鹅骨提取物,10 g;鸡汁,30 g;料酒,250 g;生姜,25 g;葱,25 g;D-抗坏血酸钠,12.5 g。加盐滚揉腌制的卤水中减少盐、香叶、1/3 桂皮的用量,减去的 1/3 的卤料在滚揉过程中加入到样品里。卤水与样品的比例为:12 L:(2~3)只。

腌制完成的样品切割分装,放入冰箱-20℃ 保存。

1.2.2 肉色的测定 根据陈雪等^[14]的方法稍加改良,分别从不同处理组样品切下 3 块 2 cm×2 cm×1 cm 鹅腿肉,使用色彩色差计测定亮度值(L^*)、红度值(a^*)和黄度值(b^*)。每块样品随机测定 3 个位点,取平均值。

1.2.3 持水力(WHC)测定 根据 NY/T 2793-2015^[15]中 3.9 的方法稍加修改,取解冻后的鹅腿肉样品 1 g,并用脱脂棉包裹,置于离心管中,以 9000 r/min 在 4 ℃ 下离心 10 min。称重,鹅腿肉的持水力表示离心后样品重量与离心前样品重量之比。

$$\text{WHC}(\%) = \frac{m_2}{m_1} \times 100$$

式中: WHC 表示为持水力,%; m_1 表示为离心前样品重量, g; m_2 表示为离心后样品重量, g。

1.2.4 脂肪氧化值的测定 根据国标 GB 5009.181-2016^[16]中的第二法稍加改良,取 0.5 g 鹅腿肉样品,加入 7.5 mL 的三氯乙酸混合液,冰浴匀浆至均匀。匀浆液于 4 ℃ 下 10000 r/min 离心 5 min,将样品上清液用滤纸和漏斗过滤,取 2 mL 滤液于试管中,加入 2 mL TBA 水溶液。空白为 2 mL TCA 混合溶液和 2 mL TBA 水溶液。在 100 ℃ 沸水浴下 40 min,取出后自来水冷却 15 min 至室温,于 532 nm 测定其吸光度。

$$X(\text{mg/kg}) = \frac{C \times V_1 \times V_2 \times 1000}{m \times 1000}$$

式中: X 表示为硫代巴比妥酸值, mg/kg; C 表示为从标准曲线中得到的试样溶液中丙二醛的浓度, $\mu\text{g/mL}$; V_1 表示为稀释倍数, 2; V_2 表示为加入 TCA 混合液的体积, 7.5 mL; m 表示为最终试样溶液所代表的试样质量, g; 1000 为换算系数。

1.2.5 质构的测定 根据 Neves 等^[17]的方法稍加修改,将鹅腿肉样品切成 1 cm×1 cm×0.5 cm 大小的方块,放于物性分析仪(TMS-Pro/Touch)上测定,每个处理组随机取三个点位测定,取平均值。

测定程序: TPA 程序。

测定参数: 探头为 P/35 柱形; 测试速度 60 mm/min; 测试形变量 60%; 触发力 0.7 N。

1.2.6 感官评价 选择扬州大学旅游烹饪学院烹饪与营养专业的学生 10 名,对鹅腿肉样品的色泽、香味、质地、组织状态 4 个方面进行评分,总分 100 分,具体评价标准^[18]见表 1。

1.2.7 微观结构 根据高子武等^[19]的方法稍加修改,将鹅腿肉切成 5 mm×5 mm×2 mm 大小的方块,浸泡在 4% 的多聚甲醛中固定 12 h。取出已固定好的鹅腿肉,分别进行组织脱水、包埋、切片、烤片、HE 染色和封片等步骤的处理过程,采用光学显微镜观察样本切片,观察倍数分别为 40 倍、100 倍、200 倍,每个样本切片拍 6 张照片,每个倍数各 2 张。本试验选取放大倍数为 100 倍的切片进行观察。

1.2.8 脂肪酸的测定 参考王恒鹏^[20]的方法,取 10 g

表 1 感官评价标准

Table 1 Sensory evaluation criteria

指标	评分标准	分值
色泽	切面有光泽,表面深红	16~25
	切面光泽一般,表面暗红	9~15
	切面无光泽,表面暗红,颜色暗沉	0~8
香味	香味浓郁,有鹅肉及香料特有香气	16~25
	香味较淡,仅有香料的香气	9~15
	略有腐味或无香味	0~8
质地	用手按压质地紧密,有弹性	16~25
	质地较紧密,弹性较低	9~15
	质地松散,没有弹性	0~8
组织状态	取鹅肉切开,鹅肉完整,组织紧密	16~25
	鹅肉较完整,不松散	9~15
	鹅肉不完整,边缘松散	0~8

鹅腿肉样切碎,于 103 ℃ 下烘干 1 h,烘干后取 0.5 g 样品置于离心管中,加入 2 mL 苯-石油醚(1:1)混合试剂,密闭浸提 24 h。加入 2 mL 氢氧化钾-甲醇溶液(0.4 mol/L),震荡 3 min,加水分层,取上清液,加入适量无水硫酸钠。取 100 μL 上述样品,加入 1 mL 正己烷稀释,混匀后过 0.22 μm 滤膜进样。于 Trace ISQ 气相色谱质谱联用仪(GC/MS)测定游离脂肪酸。

色谱条件: 色谱柱为 DB-5MS(30 m×0.25 mm×0.25 μm); 进样温度 260 ℃; 进样量 1 μL ; 分流比为 10:1; 载气为氦气(99.999%); 流量 1 mL/min; 升温程序: 柱温 70 ℃ 保持 4 min,以 10 ℃/min 升至 200 ℃,再以 5 ℃/min 升至 300 ℃,保持 8 min;

质谱条件: 离子源温度: 200 ℃; 电离方式: EI, 70 eV; 光电倍增管电压: 450 V; 扫描方式: 全扫描; 质量范围: 33~500; 溶剂延迟 4 min。

各物质峰所得质谱图与 NIST 98 谱库进行比对,根据其匹配度鉴定游离脂肪酸。

1.3 数据处理

每个实验重复三次,所有数据用平均值±标准差表示。采用 SPSS 25.0 比较平均值进行单因素分析,不同腌制方式为固定因子,使用邓肯法进行检验,以检验不同腌制方式对品质影响的显著性($P<0.05$)。采用 Origin 2018 作图。

2 结果与分析

2.1 不同腌制方式对扬州盐水鹅预制品肉色的影响

肉色是消费者评判肉品质的一项重要指标^[21]。由表 2 可知,不同的腌制方式对鹅肉的亮度值(L^*)、红度值(a^*)和黄度值(b^*)均有显著影响($P<0.05$)。根据表 2 数据可知, G+NaCl 处理组的 L^* 肉色明亮; 常规处理组的 L^* 最低, a^* 、 b^* 最高, 肉色暗沉。通过对比发现, G+NaCl 处理组颜色状态良好,可能是通过加盐在腌制过程中产生了少量硝酸盐,硝酸盐在肉质中形成特征的红色和粉红色,具有良好的护色作用^[22]。常规处理组的肉色暗沉可能是肌肉中结构蛋白发生变化^[23],从而导致其 L^* 、 a^* 和 b^* 均发生显著变化。经

过超声、滚揉处理的样品 L^* 均大于常规处理的样品, 但 a^* 和 b^* 均小于常规处理的样品, 主要是由于超声及滚揉腌制过程^[24] 中肉中残存的血液流出, 降低了血红蛋白的含量; 食盐的渗入加速了肉中肌红蛋白氧化成颜色较浅的高铁肌红蛋白; 水分的渗入降低了血红蛋白和肌红蛋白浓度。

表 2 不同腌制方式对扬州盐水鹅预制品肉色的影响
Table 2 Effects of different pickling methods on meat color of Yangzhou salted geese pre-products

腌制方式	L^*	b^*	a^*
G+C	55.76±0.01 ^d	5.33±0.03 ^d	12.92±0.03 ^b
G	58.73±0.02 ^c	5.26±0.01 ^c	10.73±0.02 ^c
C	60.62±0.03 ^b	5.90±0.02 ^c	12.28±0.01 ^d
G+NaCl	61.48±0.02 ^a	5.98±0.01 ^b	12.51±0.01 ^c
常规	53.92±0.03 ^e	6.34±0.01 ^a	14.47±0.12 ^a

注: 不同字母表示不同腌制方式下指标差异显著 ($P<0.05$); 图1~图3, 表3~表4同。

2.2 不同腌制方式对扬州盐水鹅预制品持水力的影响

肌肉中水分含量大约为 76%, 持水力直接关系到产品的嫩度、结构、色泽、风味以及加工特性^[25]。由图 1 可知, 不同的腌制方式对扬州盐水鹅预制品的持水力有显著影响 ($P<0.05$), G+NaCl 处理组的持水力最强, 是因为盐含量的增加使得蛋白质在滚揉过程中结构发生变化, 蛋白质的疏水性下降, 进而影响肉的保水性, 导致肉质的保水性增加, 这与于楠楠^[26]的研究结果相符。

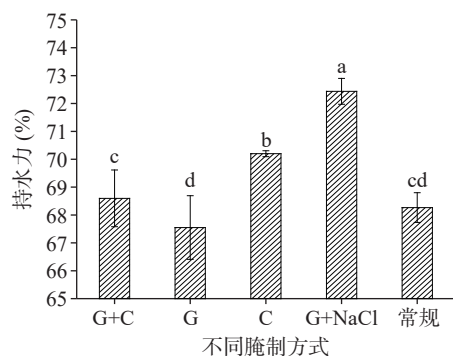


图 1 不同腌制方式对扬州盐水鹅预制品持水力的影响
Fig.1 Effects of different pickling methods on water holding capacity of Yangzhou salted geese pre-products

2.3 不同腌制方式对扬州盐水鹅预制品脂肪氧化值的影响

脂肪分解产生脂肪酸, 硫代巴比妥酸 (TBARS) 用于脂肪氧化酸败程度的测定, TBARS 值越大, 表明脂肪氧化程度越高^[27]。超声与滚揉处理均会导致肉质结构发生变化, 脂肪在上述因素中会加速分解, 导致肉质中的 TBARS 含量高于未经处理的肉样中的含量。根据图 2 显示, 不同的腌制方式对扬州盐水鹅预制品的脂肪氧化值有显著影响 ($P<0.05$), 其中 G+NaCl 处理组的脂质氧化程度显著高于其他组 ($P<0.05$), 主要是由于一定浓度的盐溶液会加速脂质

的氧化进程, 这与黄业传等^[27]的研究结果相符。随加工程度的提高, 脂肪含量会显著下降^[28]。结果显示, 常规处理组脂肪氧化程度最小, 随着超声、滚揉和加盐等方式的出现, 脂肪氧化的程度增加。

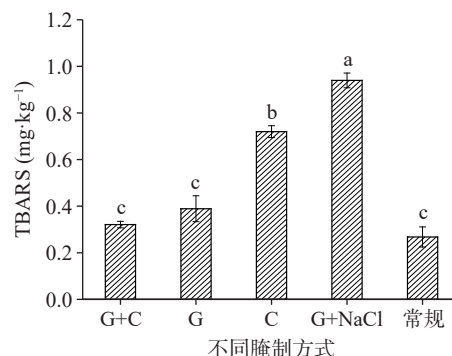


图 2 不同腌制方式对扬州盐水鹅预制品 TBARS 的影响
Fig.2 Effects of different pickling methods on TBARS of Yangzhou salted geese pre-products

2.4 不同腌制方式对扬州盐水鹅预制品质构的影响

质构剖面分析法 (texture profile analysis, TPA) 通过模拟人咀嚼食物, 是国际上通用且最常见的一种测试方法^[29]。此测试方法主要是通过探头的二次下压全面反映样品的硬度、弹性、内聚性、咀嚼性等指标。肉制品的口感是影响消费者购买的主要因素之一。一份合格的盐水鹅, 需要满足以下标准: 烂而不散, 质感松软, 由此可见, 盐水鹅的硬度、弹性和咀嚼性是评判盐水鹅质构质量的主要标准。

由表 3 可以看出, 不同腌制方式组样品的硬度、弹性和咀嚼性具有显著性差异 ($P<0.05$), 不同腌制方式对硬度影响显著, 超声及滚揉处理改变了肌纤维结构, 使肉的硬度上升。常规处理组硬度最低, 其原因可能是未经机械处理, 在酶等物质的作用下肌肉组织软化。C 处理组的硬度最大, G+C、G+NaCl 处理组其次, 这是因为盐能够通过减少静电斥力促进蛋白聚集^[30]。G+NaCl 处理组与 C 处理组以及 G+C 处理组之间的弹性值存在显著差异 ($P<0.05$)。根据表 3 可知, 单一的滚揉和超声处理对肉质的咀嚼性和胶粘性影响较小, 加入 NaCl 后, 咀嚼性、硬度和弹性上升, 其中 G+NaCl 处理组的咀嚼性、弹性和胶粘性最高。肉制品的咀嚼性与硬度、弹性和胶粘性有关, 硬度、弹性和胶粘性越高, 咀嚼越细腻, 咀嚼性越好^[31]。

2.5 不同腌制方式对扬州盐水鹅预制品感官评价的影响

根据图 3 可知, 不同腌制方式对扬州盐水鹅预制品感官评价的影响具有显著差异 ($P<0.05$), G+C 处理组、G 处理组、C 处理组及 G+NaCl 处理组的感官评分均高于常规处理组, 其中 G+NaCl 处理组的感官评分最高, 接受度最高, 说明超声、滚揉处理可以有效提升肉品物性相关的指标。经过滚揉、超声处理的样品, 色泽更明亮; 相同的腌制时间下, 经过滚揉、超声处理的样品香味相较常规处理组更加突

表 3 不同腌制方式对扬州盐水鹅预制品品质的影响

Table 3 Effects of different curing methods on the texture of Yangzhou salted geese pre-products

	硬度(N)	粘附性(mJ)	内聚性(ratio)	弹性(mm)	胶粘性(N)	咀嚼性(mJ)
G+C	42.77±0.31 ^b	1.47±0.31 ^{ab}	0.01±0.01 ^c	9.17±0.95 ^b	0.50±0.10 ^c	4.54±0.49 ^c
G	38.27±2.02 ^c	1.67±0.16 ^a	0.02±0.01 ^{ab}	10.08±0.71 ^{ab}	0.97±0.23 ^{ab}	9.60±2.35 ^b
C	54.67±0.87 ^a	1.26±0.10 ^b	0.02±0.00 ^{bc}	9.36±1.00 ^b	1.03±0.15 ^{ab}	9.60±1.83 ^b
G+NaCl	42.43±0.68 ^b	1.47±0.07 ^{ab}	0.03±0.01 ^{ab}	11.55±0.73 ^a	1.37±0.06 ^a	15.97±1.30 ^a
常规	17.60±1.11 ^d	1.33±0.10 ^{ab}	0.03±0.00 ^a	10.29±0.59 ^{ab}	0.70±0.35 ^{bc}	5.45±0.44 ^c

出。经过超声、滚揉处理的样品相较常规处理组组织结构更为紧密,不易松散;经过滚揉、超声处理的样品相较常规处理组更富有弹性,其中 G+NaCl 处理组的综合评价最高。这与前面提到的 G+NaCl 处理组的咀嚼性和弹性值最高的结果相一致。也侧面印证了,质构中的硬度、弹性、咀嚼性是盐水鹅预制品重要的物性指标。

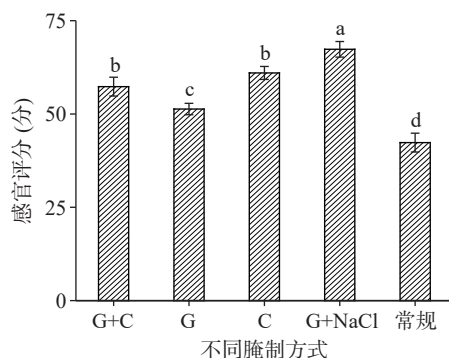


图 3 不同腌制方式对扬州盐水鹅预制品感官的影响

Fig.3 Effects of different pickling methods on senses of Yangzhou salted geese pre-products

2.6 不同腌制方式对扬州盐水鹅预制品微观结构的影响

由图 4 可知,经过滚揉、超声处理的肉样结构与常规处理组相比,其肌肉纤维均有不同程度的断裂。C 处理组肌纤维结构破坏程度较重,G+C 处理组的破损程度最大,G 处理组和 G+NaCl 处理组的肌纤

维相对完整,但纤维之间出现较大缝隙。对比之下,常规处理组的纹理清晰,纤维排列紧密。超声、滚揉腌制组横面上纤维间隙大,肌原纤维结构破碎成不同大小的片段。这可能是由于超声、滚揉的机械作用和 NaCl 引起的生化效应的协同作用导致肌原纤维和结缔组织解体^[32]。由图 4 可知,常规处理组的组织结构完整,肌肉纤维纹理清晰,但是结合质构和感官分析,完整的组织结构并不代表优秀的感官结果。G+NaCl 处理组的感官及质构分析是 5 个处理组中最优的,因此可以推断,肉制品组织结构轻微的改变可以提升肉的品质,满足消费者的消费需求。

2.7 不同腌制方式对扬州盐水鹅预制品脂肪酸含量的影响

由表 4 可知,除 PUFA、SFA/UFA、反-亚油酸(C18:2n6t)外,各处理组间的脂肪酸含量有显著差异($P<0.05$),说明腌制方式的改变对样品中的脂肪酸有明显影响,其中常规处理组的脂肪酸总含量高于其他组,根据图 2 中 TBARS 值可以推测,超声、滚揉处理加剧了脂肪的分解,降低了肉样中脂肪酸的总量。饱和脂肪酸(SFA)能为人体提供能量和必需营养物质,但过量摄入会导致多种心血管疾病^[33]。G+C 处理组、G 处理组、C 处理组、G+NaCl 处理组、常规处理组中仅检测出 2 种 SFA,为棕榈酸(C16:0)和硬脂酸(C18:0)。对比可知,常规处理组的 SFA、MUFA、PUFA 含量远高于其他组别,可以推断随加工程度的提高,脂肪含量会显著下降,间接影响了其他组中的

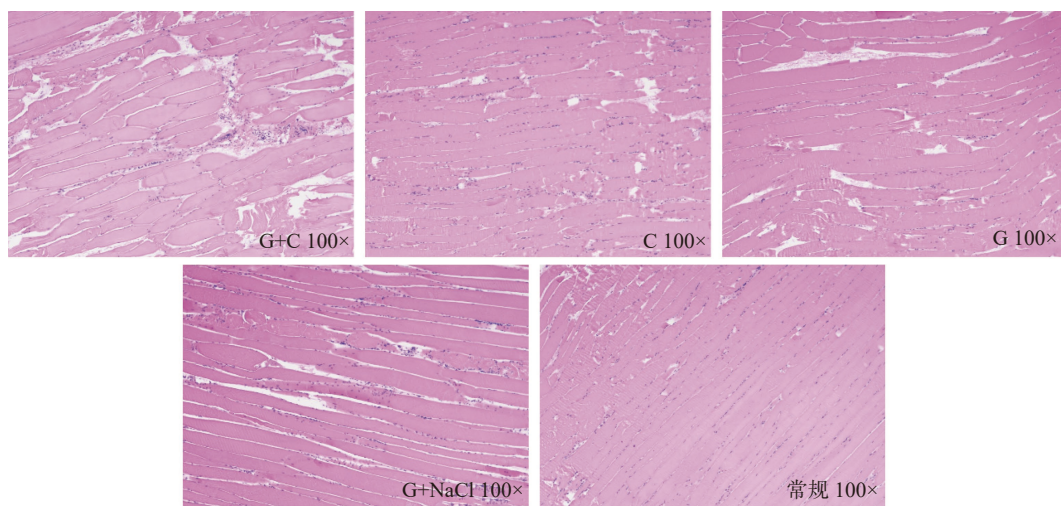


图 4 不同腌制方式对扬州盐水鹅预制品微观结构的影响

Fig.4 Effects of different pickling methods on microstructure of Yangzhou salted geese pre-products

表 4 不同腌制方式对扬州盐水鹅预制品脂肪酸组成(mg/g)

Table 4 Fatty acid composition of Yangzhou salted geese pre-products with different curing methods (mg/g)

脂肪酸	G+C	G	C	G+NaCl	常规
棕榈酸(C16:0)	9.22±0.88 ^{ab}	3.77±5.32 ^b	6.75±2.23 ^{ab}	7.30±0.46 ^{ab}	11.84±1.19 ^a
硬脂酸(C18:0)	2.22±3.14 ^b	3.81±0.18 ^b	3.27±0.42 ^b	3.51±0.28 ^b	8.72±1.44 ^a
SFA	7.58±5.51 ^b	11.44±2.26 ^b	10.81±0.74 ^b	10.02±2.65 ^b	20.56±0.25 ^a
十五碳烯酸甲酯(C15:1)	0.12±.16 ^a	0.33±0.14 ^a	0.23±0.33 ^a	0.52±0.13 ^a	—
十七碳烯酸(C17:1)	0.10±0.14 ^a	—	—	—	—
油酸(C18:1n9c)	14.55±1.79 ^{ab}	10.14±1.20 ^b	10.45±4.51 ^b	10.80±0.91 ^b	19.84±0.42 ^a
MUFA	10.47±1.34 ^b	14.75±1.81 ^{ab}	11.31±1.04 ^b	10.68±4.84 ^b	19.84±0.42 ^a
亚油酸(C18:2n6c)	0.28±0.10 ^{ab}	0.41±0.01 ^{ab}	0.52±0.21 ^a	0.19±0.10 ^{ab}	0.13±0.177 ^b
反-亚油酸(C18:2n6t)	2.64±3.73 ^a	5.40±0.63 ^a	4.16±1.61 ^a	2.67±3.78 ^a	4.13±5.57 ^a
花生四烯酸(C20:4n6)	1.59±0.16 ^b	1.49±0.04 ^b	0.38±0.53 ^c	1.35±0.17 ^{bc}	3.32±0.67 ^a
PUFA	7.29±0.60 ^a	4.51±3.98 ^a	4.21±3.51 ^a	5.05±1.92 ^a	7.58±5.08 ^a
SFA/PUFA	0.41±0.27 ^a	0.59±0.05 ^a	0.71±0.16 ^a	0.66±0.12 ^a	0.77±0.16 ^a
ΣFFA	25.33±7.45 ^b	30.70±4.43 ^b	26.33±1.72 ^b	25.75±9.41 ^b	47.97±5.26 ^a

SFA、MUFA、PUFA 含量,这与汪踔^[28]的研究结果相符。鹅肉中含量最高的 SFA 为上述两种脂肪酸,这与王芳等^[34]研究得出的滩羊羊肉中含量最高的为 SFA 的结果一致。单不饱和脂肪酸(MUFA)在降低胆固醇、预防冠心病方面有较大影响^[35]。5 个处理组中,油酸含量最高,常规处理组的 MUFA 总含量高于其他组,但是相比其他处理组缺少一到两种 MUFA。由表 4 可知,各组间的多不饱和脂肪酸(PUFA)含量并无显著性差异($P>0.05$),可以判断滚揉、超声处理并不能影响样品中 PUFA 的含量。综上所述,脂肪酸较易受到加工方式的影响,相比之下常规处理组为最佳处理组,较优处理组为 G+NaCl 处理组。

3 结论

对扬州盐水鹅预制品 5 个不同处理组的结果进行综合分析可知,不同腌制方式对扬州盐水鹅预制品各项指标均有显著影响,其中 G+NaCl 处理组的肉色、持水力、质构最佳。常规处理组的 TBARS 值低于其他组,G+NaCl 处理组的 TBARS 值最高,是因为加工方式及程度的改变会导致脂肪分解^[28],脂肪氧化程度最高。超声、滚揉处理促进脂肪分解,因此,常规处理组的脂肪酸总检出量为 47.97 mg/g,大于其他组,但是脂肪酸的种类少于其他组,常规处理组为 6 种,G 处理组、C 处理组、G+NaCl 处理组为 7 种,G+C 处理组为 8 种。脂肪酸检测中,共检出 8 种脂肪酸,其中 G 处理组的脂肪酸总量为 30.70 mg/g,仅次于常规处理组,而 C 处理组、G+NaCl 处理组和 G+C 处理组的脂肪酸总量相近,分别 26.33、25.75、25.33 mg/g。综上,G+NaCl 处理组为最佳处理组。

综合来看,通过滚揉、超声处理的样品,食用品质和营养品质高于常规处理组。滚揉结合盐腌制鹅肉可以得到接受度较高的产品。因此,后期工作将集中在完善腌制工艺,改善滚揉、超声处理会加剧脂肪氧化的问题,同时探索产品产业化的可行性。

参考文献

[1] 陈立立,章红. 中国农村食品腌制刍议[J]. 农业考古,2009

(3): 20–24. [CHEN L L, ZHANG H. Discussion on the salting of Chinese rural food[J]. Agricultural Archaeology, 2009(3): 20–24.]

[2] 陆炘,邵俊锋,胡舰,等. 盐水鹅复合调料包的研制[J]. 中国调味品, 2019, 44(7): 85–89. [LU Y, SHAO J F, HU J, et al. Development of salted goose compound seasoning package[J]. China Condiment, 2019, 44(7): 85–89.]

[3] 陈志炎,任俊. 酱鹅加工工艺优化[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(12): 274–276. [CHEN Z Y, REN J. Optimization of processing technology for sauced goose[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2013, 41(12): 274–276.]

[4] 周光宏. 肉品学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999. [ZHOU G H. Meat science[M]. Beijing: China Agriculture Press, 1999.]

[5] 史培磊. 凤鹅腌制工艺改进及其品质变化规律的研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2011. [SHI P L. Studies on the processing improvement of dry-cured and their quality variations[D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2011.]

[6] 付丽,郑宝亮,高雪琴,等. 牛肉的超声波快速腌制与嫩化工艺优化[J]. 肉类研究, 2017, 31(12): 23–29. [FU L, ZHENG B L, GAO X Q, et al. Optimization of rapid ultrasonic-assisted curing and tenderization of beef[J]. Meat Research, 2017, 31(12): 23–29.]

[7] LEAL-RAMOS M Y, ALARCON-ROJO A D, MASON T J, et al. Ultrasound-enhanced mass transfer in Halal compared with non-Halal chicken[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2011, 91(1): 130–133.

[8] ANACRISTINA S, MAR V. Effect of ultrasound on the technological properties and bioactivity of food: A review[J]. Trends in Food Science and Technology, 2010, 21(7): 323–331.

[9] MASON T J, PETERS D. Practical sonochemistry: Power ultrasound uses and applications[M]. Second Ed, Elsevier, London, UK, 2003: 1–155.

[10] VARELA P, FISZMAN S M. Hydrocolloids in fried foods: A review[J]. Food Hydrocolloids, 2011, 25(8): 1801–1812.

[11] FAYYAZA A, ASBI B A, GHAZALI H M, et al. Pectinesterase extraction from papaya[J]. Food Chemistry, 1993, 47(2): 183–185.

[12] 周秀丽,董福凯,查恩辉. 调理牛排腌制液配方的响应面优化及其品质测定[J]. 食品工业科技, 2017, 38(24): 194–200. [ZHOU X L, DONG F K, CHA E H. Response surface optimization

- tion of pickled liquid formulation and quality determination of conditioning steak[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2017, 38(24): 194–200.]
- [13] 扬州大学. 一种盐水鹅生坯的制作方法: CN202210046970. X[P]. 2022-04-29. [Yangzhou University. A method for making raw brine goose: CN202210046970. X[P]. 2022-04-29.]
- [14] 陈雪, 罗欣, 梁荣蓉, 等. 不同冰温条件对长期贮藏牛肉品质和货架期的影响[J]. *农业工程学报*, 2019, 35(23): 305–311. [CHEN X, LUO X, LIANG R R, et al. Effects of super-chilled conditions on quality and shelf life of beef during long term storage[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2019, 35(23): 305–311.]
- [15] 中华人民共和国国家标准化管理委员会. 肉的食用品质客观评价方法: NY/T 2793-2015[S]. 2015. [National Standardization Administration Committee of the People's Republic of China. Objective evaluation method of meat eating quality: NY/T 2793-2015[S]. 2015.]
- [16] 中华人民共和国国家标准化管理委员会. 食品安全国家标准 食品中丙二醛的测定: GB 5009.181-2016[S]. 2016. [Standardization Administration. National food safety standard Determination of malondialdehyde in food: GB 5009.181-2016[S]. 2016.]
- [17] NEVES M P, DE OLIVEIRA P M M, FONTES P R, et al. Effect of pork quality and salt replacer KCl on technological and sensorial characteristics of restructured cooked hams[J]. *Food Sci Technol Int*, 2020, 26(8): 676–684.
- [18] 曾习, 曾思敏, 龙维贞. 食品感官评价技术应用研究进展[J]. *中国调味品*, 2019, 44(3): 198–200. [ZENG X, ZENG S M, LONG W Z. Research progress of application of food sensory evaluation technology[J]. *China Condiment*, 2019, 44(3): 198–200.]
- [19] 高子武, 王恒鹏, 陈胜妹, 等. 不同宰后时间下调理猪肉片品质特性及挥发性风味物质比较[J]. *现代食品科技*, 2020, 36(11): 263–272, 312. [GAO Z W, WANG H P, CHEN S S, et al. Comparison of quality characteristics and volatile flavor compounds of pork slices at different post-slaughter time[J]. *Modern Food Science and Technology*, 2020, 36(11): 263–272, 312.]
- [20] 王恒鹏. 牛排烹调时机的优选及其品质评价[D]. 扬州: 扬州大学, 2017. [WANG H P. Optimization of cooking time and quality evaluation of steak[D]. Yangzhou: Yangzhou University, 2017.]
- [21] GUO Y, HUANG J, SUN X, et al. Effect of normal and modified atmosphere packaging on shelf life of roast chicken meat[J]. *Journal of Food Safety*, 2018, 38(5): 1–8.
- [22] 刘英丽, 毛慧佳, 李福芳, 等. 微生物发酵法在肉制品护色中的应用[J]. *中国食品学报*, 2017, 17(9): 182–188. [LIU Y L, MAO H M, LI F F, et al. Applying of microbial fermentation on colorizing cured meat products[J]. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology*, 2017, 17(9): 182–188.]
- [23] 梁荣蓉, 许宝琛, 张一敏, 等. 蛋白质组学在生鲜肉肉色变化机制研究中的应用[J]. *农业工程学报*, 2020, 36(16): 283–292. [LIANG R R, XU B C, ZHANG Y M, et al. Application of proteomics in mechanism research of fresh meat color changes[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2020, 36(16): 283–292.]
- [24] SARANYA S, KALAIKANNAN A, SANTHI D, et al. Effect of ginger oil on tenderization of spent goat meat[J]. *Indian Journal of Small Ruminants (The)*, 2017, 23(1): 68–72.
- [25] 张坤生, 瞿执谦. 肉的特水能力及其测定方法[J]. *天津商学院学报*, 1989(1): 24–30. [ZHANG K S, QU Z Q. The water-capacity of meat and its determination method[J]. *Journal of Tianjin University of Commerce*, 1989(1): 24–30.]
- [26] 于楠楠. 盐和多糖对鱼糜凝胶形成的影响与机制[D]. 无锡: 江南大学, 2017. [YU N N. Effect of salts and polysaccharides on the formation of surimi gel and the mechanism[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2017.]
- [27] 黄业传, 李凤, 苟兴能. 猪肉加工中 KCl 部分替代 NaCl 对肌肉脂肪氧化的动力学研究[J]. *食品与发酵工业*, 2022, 48(13): 211–217. [HUANG Y C, LI F, GOU X N. Kinetic study of partial replacement of NaCl with KCl on intramuscular lipid oxidation in pork processing[J]. *Food and Fermentation Industries*, 2022, 48(13): 211–217.]
- [28] 汪踔. 加工方式及冷藏对四川白兔肌肉脂肪酸组成的影响研究[D]. 重庆: 西南大学, 2017. [WANG C. Study on the effects of processing methods and refrigeration on the intramuscular fatty acid composition of Sichuan white rabbits[D]. Chongqing: Southwest University, 2017.]
- [29] MARTIN A H, NIEUWLAND M, DE JONG G A. Characterization of heat-set gels from rubisco in comparison to those from other proteins[J]. *Agric Food Chem*, 2014, 62(44): 10783–10791.
- [30] 王会锋, 冯书惠, 周其芳, 等. 基于气相色谱-质谱联用技术测定脂肪酸的方法研究进展[J]. *农产品质量与安全*, 2022(3): 43–49. [WANG H F, FENG S H, ZHOU Q F, et al. Progress in determination of fatty acids based on gas chromatography-mass spectrometry[J]. *Quality and Safety of Agro-Products*, 2022(3): 43–49.]
- [31] 彭聪. 不同成熟时期干腌火腿的品质变化及安全性研究[D]. 大连: 大连工业大学, 2015. [PENG C. Quality changes and safety of dry cured ham at different maturation periods[D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2015.]
- [32] 佟荟全, 杨丽芳, 肖志超, 等. 超声联合滚揉腌制对鸡胸肉品质的影响研究[J]. *核农学报*, 2022, 36(4): 777–787. [TONG H Q, YANG L F, XIAO Z C, et al. Effect of ultrasonic combined with rolling curing on the quality of chicken breast meat[J]. *Journal of Nuclear Agricultural Sciences*, 2022, 36(4): 777–787.]
- [33] 张飞, 柏云爱, 鲁海龙. 饱和脂肪酸与健康研究进展[J]. *中国油脂*, 2012, 37(4): 29–33. [ZHANG F, BAI Y A, LU H L. Research advances in saturated fatty acid and health[J]. *China Oils and Fats*, 2012, 37(4): 29–33.]
- [34] 王芳, 杨晓玲, 席斌, 等. 滩羊不同部位肌肉脂肪酸分析及特征风味指纹图谱的构建[J]. *食品科学*, 2021, 42(24): 191–198. [WANG F, YANG X L, XI B, et al. Analysis of fatty acid composition and characteristic flavor fingerprinting of muscles from different anatomical locations of Tan sheep[J]. *Food Science*, 2021, 42(24): 191–198.]
- [35] BECKER W, ANDERSSEA S A, FOGELHOLM M, et al. NNR 2012: Nordic nutrition recommendations-integrating nutrition and physical activity[J]. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 2013, 63: 897–897.