

原料肉的机械前处理工艺对猪肉切片火腿品质的影响

徐宝才¹, 孙建清^{1*}, 韩衍青¹, 周辉¹, 李景军¹, 王笑笑²

(1. 雨润集团肉品加工与质量控制国家重点实验室, 南京 210041; 2. 扬州大学食品科学与工程学院, 扬州 210021)

摘要: 为了改善猪肉切片火腿出水、质构和口感问题, 以精选猪后腿肉的股四头肌为主要原料, 研究5种机械处理工艺对猪肉切片火腿系水性(蒸煮损失率、压榨失水率和杀菌失水率)、质构特性(硬度、弹性、内聚性和咀嚼度)、色泽和感官品质的影响。5种对原料肉的机械处理工艺包括只滚揉、注射腌制液后滚揉、嫩化后滚揉、注射后嫩化滚揉、腰刀绞制后滚揉。结果表明: 注射和嫩化均可显著降低火腿的蒸煮损失率和压榨失水率, 注射后嫩化滚揉的火腿的蒸煮损失率最低, 为7.90%, 而腰刀绞制后滚揉的火腿切片杀菌失水率最低, 为2.66%, 注射后嫩化滚揉与腰刀绞制后滚揉的火腿压榨失水率均最低, 并且均显著低于其他处理组。注射和嫩化均可提高产品的硬度、内聚性和咀嚼度, 注射嫩化滚揉组合处理与进行1种机械处理或2种机械处理相比, 样品具有更好的质构特性, 但是5种机械处理工艺中, 腰刀绞制后滚揉的猪肉火腿硬度、内聚性和咀嚼度均最大。注射和嫩化有利于提高产品的亮度值(L^*)和红色值(a^*), 降低产品的黄色值(b^*)。通过感官评价可知, 只经过滚揉的火腿具有最差的感官品质, 注射后滚揉和嫩化后滚揉火腿的感官品质差异不大, 注射后嫩化滚揉的火腿的质地和切片性低于腰刀绞制后滚揉的火腿, 但是显肉性和色泽优于腰刀绞制后滚揉火腿。因此, 工业化生产建议原料肉采用注射后嫩化滚揉处理, 猪肉切片火腿具有最好的品质。

关键词: 肉, 品质保证, 质构, 机械处理, 注射, 刀片嫩化, 滚揉, 切片火腿

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2012.14.038

中图分类号: TS251

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2012)-14-0250-06

徐宝才, 孙建清, 韩衍青, 等. 原料肉的机械前处理工艺对猪肉切片火腿品质的影响[J]. 农业工程学报, 2012, 28(14): 250-255.

Xu Baocai, Sun Jianqing, Han Yanqing, et al. Effect of mechanical pretreatment technology for raw meat on qualities of porcine sliced ham[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2012, 28(14): 250-255. (in Chinese with English abstract)

0 引言

猪肉切片火腿是一类典型的低温西式肉制品, 与传统高温肉制品相比, 该类产品具有营养价值高、风味独特、口感鲜嫩, 外观诱人等优点, 是一类高档肉制品, 因此市场占有率较高。目前, 绝大多数消费者评价低温肉制品的品质是基于安全、健康、营养, 而通常猪肉切片火腿经二次巴氏杀菌后有不同程度的出水现象, 间接影响了产品的质构特性、感官品质和货架期, 影响了产品的销售量。高出品率的注射型火腿一般都经注射、嫩化、滚揉、烟熏蒸煮等工艺制成, 但是不同的加工工艺对产品的品质如系水性、质构、感官等影响不同。目前, 国内外对西式低温肉制品的加工, 离不开机械处理如滚揉按摩、嫩化、腌制液注射等。滚揉按摩可松弛和破坏肉块的结构, 有利于腌制盐水吸收量的增加和蛋白质的

提取, 并使其分散到细胞间隙和肉块外表, 同时肌原纤维和肌纤维膨胀^[1-2], 目前广泛采用的是低温真空滚揉, 另外也有变压滚揉技术的研究^[3]。嫩化是利用嫩化机的刀片或尖针压迫肉体, 破坏组织结构, 能显著改善分割韧性肉的嫩度, 被认为是一种最有效的嫩化技术之一^[4-8]。机械注射是把腌制液通过注射机的多孔注射针定量、均匀、连续地注入原料肉中, 可加快其渗透, 促使其分散均匀, 再经过滚揉使盐溶性蛋白渗出, 增加产品出品率, 提高产品的嫩度, 改善产品的颜色、质构、口感等^[9]。国外研究较多的是注射时腌制液中的成分及其浓度、注射率对产品品质的影响^[10-12]。

目前, 国内多数研究是利用一种机械处理来优化产品品质, 有关2种或3种机械处理相结合的研究较少, 因此, 该研究以猪后腿的股四头肌为主要原料制作猪肉切片火腿, 研究5种原料肉的机械处理工艺对猪肉切片火腿的系水性、质构特性、色泽以及感官品质的影响, 5种机械处理工艺包括只滚揉、注射后滚揉、嫩化后滚揉、注射后嫩化滚揉、腰刀绞制后滚揉处理, 为改善该类产品质量不稳定(如系水性差、质构差、口感差)等问题提供技术依据。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

1.1.1 试验原辅料

猪后腿肉、各种调味料和腌制剂如食盐、亚硝酸钠、

收稿日期: 2011-11-11 修订日期: 2012-05-03

基金项目: 江苏省科技成果转化项目(BA2009007); 国家“973”计划项目(2010CB735700)

作者简介: 徐宝才(1973-), 男, 安徽人, 高级工程师, 博士后, 雨润食品集团副总裁、肉品加工与质量控制国家重点实验室主任, 主要从事肉品科学研究及产品研发。南京 江苏雨润肉类产业集团有限公司技术中心, 210041。Email: baocaixu@163.com

*通信作者: 孙建清(1980-), 男, 山西人, 工程师, 主要从事肉品质构改良及食品添加剂应用。南京 江苏雨润肉类产业集团有限公司技术中心, 210041。Email: sunjq729@163.com

葡萄糖、乳酸钠、白糖、味精、抗坏血酸钠等,均由南京雨润食品有限公司提供;折径 85 mm 纤维肠衣(德国 Kalle GmbH 公司),大豆分离蛋白(哈高科大豆食品有限责任公司)。

1.1.2 设备仪器

WS20-30 注射机、嫩化机、VT50 滚揉机(瑞士 Suhner AG 公司),EWD114 绞肉机(德国 K+G WETTER 公司),VF620 真空灌肠机(德国汉德曼公司),Maurer1 烟熏炉(德国莫尔公司),切片机(北京南常肉食机械有限公司),杀菌装置(南京雨润食品有限公司生产),DLZ-420D 连续真空包装机(台湾小康公司),TA-XT2i 质构仪(英国 Stable Micro System 公司),CR-400 色差计(日本 Konica Minolta Sensing, INC)。

1.2 试验方法

1.2.1 猪肉火腿的制备及试验设计

1) 工艺流程:冻藏猪后腿肉→解冻→分割修整→5 种机械处理工艺→灌装→烟熏蒸煮→冷却过夜→切片→真空包装→巴氏杀菌→冷却→产品。

2) 操作要点及工艺参数:配制腌制液:在冰水中边加辅料边搅拌,按以下顺序依次加入辅料(色素、磷酸盐、食盐、白糖、味精、葡萄糖、乳酸钠、异抗坏血酸钠、葡萄糖酸内酯、卡拉胶和大豆分离蛋白、香精和香辛料),然后均质 10 min (2 000 r/min),待注射或滚揉时加入。猪后腿肉经解冻、分割、去脂肪筋膜后,取其股四头肌并修整肉块重 300~350 g,共 5 kg,然后采用 5 种机械处理工艺(只滚揉、注射后滚揉、嫩化后滚揉、注射后嫩化滚揉、腰刀绞制后滚揉)对原料肉进行处理。腌制液添加量为原料肉质量的 44%,且各辅料与总肉质量的质量比一致,使各处理组的总质量为 7.2 kg(其中食盐质量分数为 1.8%,亚硝 0.0150%,葡萄糖 0.65%,乳酸钠 1%,白糖 0.66%,味精 0.14%,大豆分离蛋白 1.5%,磷酸盐 0.3%,卡拉胶 0.35%,异抗坏血酸钠 0.10%,葡萄糖酸内酯 0.10%,香精 0.20%,香辛料 0.20%)。滚揉条件:间歇式滚揉总时间 16 h(运行 15 min,暂停 15 min),滚揉机转速 12 r/min,滚揉温度 4℃,真空度 -0.09 MPa。经处理后用 VF620 真空灌肠机灌入折径为 85 mm 的纤维肠衣中,每根火腿质量为 2~2.5 kg,然后在烟熏炉进行干燥、烟熏、蒸煮工艺,其设定程序条件为 65℃干燥 60 min,65℃烟熏 15 min,86℃蒸煮 2 h,65℃干燥 10 min;在 8℃散热间冷却至中心温度为 8℃,完全冷却后于 0~4℃冷库过夜,部分样品用切片机切成 2 mm 厚的薄片,并采用聚对苯二甲酸类(PET)外层高阻膜真空包装,每袋一片用于测试杀菌出水率。

3) 试验设计:设置 5 种机械处理工艺。A 只滚揉(massaging, M),将均质好的腌制液和原料肉直接进滚揉机滚揉;B 注射后滚揉(post-injection massaging, IM),原料肉经注射机注射腌制液后(注射率为 44%,注射压力为 4 Pa,工作周期为 51 次,针头数为 20),不经嫩化直接进滚揉机滚揉;C 嫩化后滚揉(post-tenderization massaging, TM),原料肉经嫩化机刀片嫩化(嫩化刀转

速为 96 r/min,嫩化深度为 2 cm)1 次后和均质好的腌制液一起进滚揉机滚揉;D 注射后嫩化滚揉(post-injection tenderization and massaging, ITM),原料肉经注射机注射腌制液后,又经嫩化机嫩化 1 次后进滚揉机滚揉;E 腰刀绞制后滚揉(post-grinding with broadsword massaging, GM),原料肉通过绞肉机的腰刀绞制后(腰刀直径为 3 cm)和均质好的腌制液一起进滚揉机滚揉。

1.2.2 系水性测试

1) 蒸煮损失率(cooking loss):测定 3 根火腿在蒸煮前和蒸煮冷却后质量的变化率,取平均值。

蒸煮损失率=(蒸煮前质量-蒸煮后质量)/(蒸煮前质量)×100%

2) 压榨失水率(expressible moisture):参考 Pietrasik 等^[13]和 Carballo 等^[14]的压力法并做修改,取火腿中心部位厚 2 mm、宽 2 cm 的正方形薄片,置于滤纸上用 19.60 N 的压力压制样品维持 5 min,测定质量变化率,样本数 $n=10$ 。本研究用 TA.XT2 型物性测定仪和 P/50 探头测试。测试条件如下:程序为 Hold Until Time;模式为压缩;力为 19.60 N,持续时间为 300 s;测前速度为 1 mm/s,测中速度为 0.5 mm/s,测后速度为 10 mm/s;触发力为 0.049 N。

压榨失水率=(压前样品质量-压后样品质量)/(压前样品质量)×100%

3) 杀菌失水率(pasteurization water loss):将包装好的厚度为 2 mm 薄片置于 75℃水浴锅中,杀菌 20 min,测其杀菌前后质量变化率,每个样品测 5 袋。

杀菌失水率=(杀菌前样品质量-杀菌后样品质量)/(杀菌前样品质量)×100%

1.2.3 质构测试

质构剖面分析(TPA):采用英国公司生产的 TA.XT2 型物性测定仪对猪肉火腿进行质构剖面分析(TPA),包括硬度、弹性、凝聚性和咀嚼性。将猪肉火腿剥去肠衣取中心部位样品,切成 2 cm×2 cm×2 cm 的正方体,室温下用物性测试仪进行测定。测前速度为 2 mm/s,测中速度为 1 mm/s,测后速度为 1 mm/s;触发力为 0.049 N;样品高度为 20 mm;压缩距离为 10 mm;测定间隔时间为 5 s;探头型号为 P/50^[15]。TPA 结果采用 TPA-macro 软件分析,样本数 $n=20$ 。

1.2.4 色泽测定

据 CIE(国际照明委员会)及 GB7921-1987 规定,采用 Minolta 公司 CIE-LAB 全自动色差计(CR-400 Chroma Meter),光源为 D65(相当于色温为 6 500 K 的白昼光),以标准板标定,测定切片火腿 L^* 值(明度,反映色泽的亮度), a^* 值(Hunter 标度中的 a 轴值,正数代表红色,负数代表绿色), b^* 值(Hunter 标度中的 b 轴值,正数代表黄色,负数代表蓝色),样本数 $n=10$ ^[16-18]。

1.2.5 感官评定

参考 Somboonpanyakul^[19]的方法,并做修改。猪肉切片火腿的感官评定由雨润集团技术中心的专家和技术人员进行评定,小组由 5 人组成。感官指标包括硬度、质

地、显肉性、弹性、切片性、色泽和总接受性采用 10 分制进行嗜好程度感官评定, 样品采用 3 位随机数字编号, 评定时成员之间单独进行且互不交流, 样品评定之间用清水漱口。感官指标包括硬度(1=非常软或非常硬, 10=硬度适中)、质地(1=切面粗糙, 结构差, 10=切面细腻, 结构致密)、显肉性(1=无可见肌纤维, 10=可见大量肌纤维)、弹性(1=无弹性, 10=弹性良好)、切片性(1=切片性差、薄片湿润, 10=切片性良、薄片干爽), 色泽(1=暗灰色、发色效果差、不均匀, 10=亮粉红色、发色效果好、均匀)、和总接受性(1=不可接受, 10=接受度非常高)。

1.2.6 数据分析

应用 SAS8.1 软件对均值进行 Duncan's 多重检验比较 ($P<0.05$)。试验重复 3 次。

2 结果与分析

2.1 机械前处理工艺对猪肉切片火腿系水性的影响

由表 1 可知, 5 种不同的机械处理工艺对猪肉切片火腿系水性有显著性影响。注射后滚揉(IM)显著低于滚揉(M)的火腿的蒸煮损失率 ($P<0.05$); 注射后嫩化滚揉(ITM)显著低于嫩化后滚揉(TM)的火腿的蒸煮损失率 ($P<0.05$), 因此注射可显著降低火腿的蒸煮损失率, 提高蒸煮得率。许多研究表明注射含有盐和磷酸盐的盐水可大大提高产品的蒸煮得率^[20-22]。嫩化后滚揉(TM)显著低于滚揉(M)的火腿的蒸煮损失率, 并且注射后嫩化滚揉(ITM)显著低于注射后滚揉(IM)的火腿蒸煮损失率, 因此嫩化也可显著降低火腿的蒸煮损失率, 提高蒸煮得率。Tyszkiewicz 等^[23]也证实机械嫩化可减少猪肉的蒸煮损失率, 但是也有机械嫩化会提高某些肌肉蒸煮损失率的报道^[24]。在 5 种机械处理中, 注射后嫩化滚揉(ITM)的火腿的蒸煮损失率最低, 为 7.90%。

表 1 机械前处理工艺对猪肉切片火腿系水性的影响

Table 1 Effect of mechanical pretreatments on water-binding properties of porcine sliced ham

机械处理工艺	蒸煮损失率/%	切片杀菌失水率/%	压榨失水率/%
滚揉(M)	13.25±0.05a	7.24±0.20a	15.04±1.51a
注射后滚揉(IM)	10.12±0.07b	6.31±0.24b	13.45±1.12b
嫩化后滚揉(TM)	9.14±0.04d	5.12±0.12c	13.08±1.02b
注射后嫩化滚揉(ITM)	7.90±0.06e	4.69±0.45d	11.55±1.22c
腰刀绞制后滚揉(GM)	9.75±0.05c	2.66±0.47e	12.07±1.46c

注: 不同小写字母表示同列数据之间在 0.05 水平差异显著, 下同。

只进行滚揉(M)的火腿的压榨失水率显著高于其他处理组, 嫩化后滚揉与滚揉相比具有较低的压榨失水率, 注射后嫩化滚揉与注射后滚揉相比具有较低的压榨失水率, 这说明刀片嫩化有助于降低产品的压榨失水率; 注射后滚揉与滚揉相比具有较低的压榨失水率, 注射后嫩化滚揉与嫩化后滚揉相比具有较低的压榨失水率, 这说明注射也有助于降低产品的压榨失水率。注射后嫩化滚揉与腰刀绞制后滚揉相比压榨失水率相当, 分别为 11.55%和 12.07%, 但均显著低于其他处理组。2 次杀菌可反映样品的热稳定性, 杀菌失水率越低, 样品的热稳

定性越高, 保水性也越好。由表 1 可见, 机械处理工艺对猪肉切片火腿的切片杀菌失水率有显著性影响。其中腰刀绞制后滚揉(GM)的切片杀菌失水率最低为 2.66%, 说明经过该机械处理产品的热稳定性最高。

这些结果说明, 在对原料肉进行机械处理时, 肌肉组织破坏性越大, 盐蛋白的溶出量越高, 越有利于肉蛋白网络形成时保持更多的水分。刀片嫩化对肉表面的肌纤维结构进行了破坏, 在后续滚揉按摩时使盐溶性蛋白溶出量更多, 因此相比非刀片嫩化组具有更好的持水性。腌制液通过注射使其更均匀地分布在肉组织当中, 通过滚揉按摩使肌原纤维充分地吸收膨润, 因此相比非注射样品具有更好的持水性。腰刀绞制滚揉与注射嫩化滚揉相比杀菌失水率较低, 可能是由于腰刀绞制使肉组织结构的破坏程度更大, 盐溶性蛋白溶出量更多, 这样肌束间隙与肌原纤维外部被蛋白充分地包围, 因此表现出更好的热稳定性。Tyszkiewicz 等^[23]研究了机械嫩化猪肉对组织破坏和蛋白溶出量的影响, 得出能导致肌原纤维蛋白大量增加和肉的持水能力增加的主要原因是收缩性结构完整性的机械破坏程度。

2.2 机械前处理工艺对猪肉切片火腿质构特性的影响

由表 2 可知, 机械处理对猪肉切片火腿质构参数均有显著性影响。5 种机械处理工艺中, 腰刀绞制后滚揉(GM)和注射后嫩化滚揉处理(ITM)的猪肉火腿的硬度无显著性差异, 但是显著高于其他处理。其次, 其他 3 种硬度值由大到小的样品依次为嫩化后滚揉(TM)、注射后滚揉(IM)和滚揉(M)。

表 2 机械前处理工艺对猪肉切片火腿质构特性的影响

Table 2 Effect of mechanical pretreatments on texture properties of porcine sliced ham

机械处理工艺	硬度/N	弹性	内聚性	咀嚼度/N
滚揉(M)	51.07±5.35d	0.72±0.03b	0.30±0.04d	12.00±2.32d
注射后滚揉(IM)	81.03±6.54c	0.82±0.05a	0.37±0.07c	26.08±4.28c
嫩化后滚揉(TM)	91.49±5.73b	0.82±0.03a	0.39±0.03c	28.81±2.17c
注射后嫩化滚揉(ITM)	98.18±6.38a	0.83±0.03a	0.43±0.04b	38.50±3.14b
腰刀绞制后滚揉(GM)	99.84±8.83a	0.83±0.04a	0.50±0.04a	41.94±5.27a

IM 组火腿的硬度、内聚性和咀嚼度均显著大于 M 组火腿的, ITM 组火腿的硬度、内聚性和咀嚼度均显著大于 TM 组的, 说明注射可提高产品的硬度、内聚性和咀嚼度; 同样嫩化组与非嫩化组相比, 火腿的硬度、内聚性和咀嚼度均较大, 说明嫩化也有利于提高产品的硬度、内聚性和咀嚼度。

此外, ITM 比进行 1 种机械处理如滚揉 M 或 2 种机械处理如 IM 组或 TM 组的样品的硬度、内聚性、咀嚼度大。只对原料肉进行滚揉处理的样品弹性最差, 为 0.72, 显著低于其他处理组, 并且其他处理组之间的弹性无显著性差异。5 种机械处理工艺中, GM 的猪肉火腿的内聚性和咀嚼度均最大, 其次为 ITM 组, 然后为 TM 和 IM, 并且这 2 组的内聚性和咀嚼度无显著性差异, 而 M 组的内聚性和咀嚼度最低, 分别为 0.30 和 12.00 N。

注射有利于腌制液均匀分布在肉组织中, 而刀片嫩

化可破坏肌原纤维结构，在滚揉按摩时肉块松弛，食盐和磷酸盐对破坏性的肌原纤维结构作用溶出盐溶性蛋白，并通过长时间按摩使其均匀分布在肌束内外、肉块表面和间隙之间，然后在热作用下盐溶性蛋白凝胶化使肉块之间黏合、连接从而维持产品的组织结构，改善产品的质构。因此对原料肉同时进行注射、嫩化、滚揉处理与进行 1 种机械处理（滚揉）或 2 种机械处理（注射后滚揉和嫩化后滚揉）相比，样品表现出更大的硬度值、内聚性和咀嚼度（ $P < 0.05$ ）。GM 组与 ITM 组的区别主要在于肉块大小的不同，原料肉经腰刀绞制后对肉结构破坏程度最大，同时可见很小的肉粒，而对原料肉进行注射嫩化后肉块仍保持很高的完整性，这 2 组样品均经过较长时间的滚揉，因此 GM 组溶出的盐溶性蛋白比 ITM 组更多，灌装时也发现 GM 组的糊状物更黏稠，这样经热加工后腰刀绞制后滚揉的猪肉火腿的内聚性和咀嚼度相对较大。

综上所述，注射和嫩化均可改善猪肉火腿的质构特性，注射嫩化滚揉与进行 1 种机械处理或 2 种机械处理相比，样品具有更好的质构特性。5 种机械处理工艺中，腰刀绞制后滚揉的猪肉火腿硬度、内聚性和咀嚼度均最大。

2.3 机械前处理工艺对猪肉切片火腿色泽特性的影响

由表 3 可知，机械处理工艺对猪肉切片火腿色泽特性有显著性影响。注射后嫩化滚揉火腿具有最高的亮度值（ L^* ），为 63.09，其次为腰刀绞制后滚揉、嫩化后滚揉、注射后滚揉，滚揉组火腿的 L^* 最低，为 58.09。同时，注射嫩化滚揉火腿具有最高的红度值（ a^* ），为 14.33，其次为腰刀绞制后滚揉、注射后滚揉、嫩化后滚揉和滚揉。相反，滚揉的火腿具有最大的黄度值（ b^* ），而经注射后滚揉和注射后嫩化滚揉的 b^* 最低，其他处理组居

中。这也说明，注射和嫩化有利于提高产品的 L^* 和 a^* ，降低产品的 b^* 。原料肉经注射或嫩化和滚揉后，更有利于腌制液中亚硝酸盐和色素在肉组织结构中的均匀分布和充分发色，从而改善产品的色泽。注射后嫩化滚揉与腰刀绞制后滚揉相比具有较高的 L^* 和 a^* ，这也说明前者在改善产品色泽方面具有一定的优势。

表 3 机械前处理工艺对猪肉切片火腿色泽特性的影响
Table 3 Effect of mechanical pretreatments on color properties of porcine sliced ham

机械处理工艺	亮度值(L^*)	红度值(a^*)	黄度值(b^*)
滚揉(M)	58.09±1.23d	8.65±0.54c	8.41±0.43a
注射后滚揉(IM)	60.28±1.40bc	11.24±0.45c	6.24±0.52c
嫩化后滚揉(TM)	60.52±1.20bc	10.87±0.75cd	7.23±0.41b
注射后嫩化滚揉(ITM)	63.09±1.63a	14.33±0.59a	6.58±0.51c
腰刀绞制后滚揉(GM)	61.58±1.50b	12.95±0.69b	7.57±0.60b

2.4 机械前处理工艺对猪肉切片火腿感官品质的影响

通过感官评价（见表 4）可知，滚揉处理组的火腿的感官硬度、质地、弹性、切片性、色泽和总接受性均最低，感官品质最差。从显肉性方面来看，腰刀绞制后滚揉的火腿显肉性显著低于其他处理组，这可能是由于原料肉经腰刀绞制后其完整性受到严重破坏，再经滚揉其纤维结构变得松散、模糊，这也使盐溶性蛋白溶出量加大，在热作用下这些蛋白形成了良好的凝胶体，进而改善产品的质地、弹性、切片性和口感等。注射后滚揉和嫩化后滚揉的火腿感官品质差异不大。注射后嫩化滚揉的火腿与腰刀绞制后滚揉的火腿相比，感官硬度、弹性和总接受性均无显著性差异，但是注射后嫩化滚揉的火腿的质地和切片性低于腰刀绞制后滚揉的火腿，但是显肉性和色泽优于腰刀绞制后滚揉火腿。

表 4 机械前处理工艺对猪肉切片火腿感官品质的影响
Table 4 Effect of mechanical pretreatments on sensory qualities of porcine sliced ham

机械处理工艺	硬度	质地	显肉性	弹性	切片性	色泽	总接受性
滚揉(M)	5.4±0.4c	5.2±0.3d	7.4±0.4a	5.6±0.4c	5.6±0.4d	5.1±0.2c	5.3±0.4c
注射后滚揉(IM)	6.8±0.6b	5.4±0.4c	7.5±0.4a	7.2±0.3b	7.5±0.5c	7.4±0.4ab	7.6±0.4b
嫩化后滚揉(TM)	7.1±0.4b	5.7±0.4c	7.6±0.4a	7.6±0.4ab	7.9±0.2bc	7.0±0.6b	7.5±0.5b
注射后嫩化滚揉(ITM)	8.0±0.4a	7.7±0.4b	7.7±0.4a	7.7±0.3ab	8.2±0.3b	7.9±0.2a	8.3±0.4a
腰刀绞制后滚揉(GM)	8.1±0.4a	8.3±0.4a	6.8±0.4b	7.9±0.4a	8.6±0.4a	7.3±0.4b	8.5±0.5a

3 结 论

1) 注射和嫩化均可显著降低火腿的蒸煮损失率和压榨失水率。注射后嫩化滚揉的火腿的蒸煮损失率最低，为 7.90%；而腰刀绞制后滚揉的火腿切片杀菌失水率最低，为 2.66%；注射后嫩化滚揉与腰刀绞制后滚揉的火腿压榨失水率均最低，分别为 11.55% 和 12.07%，并且均显著低于其他处理组。

2) 注射和嫩化均可提高产品的硬度、内聚性和咀嚼度，注射嫩化滚揉组合处理与进行 1 种机械处理或 2 种机械处理相比，火腿具有更好的质构特性，但是 5 种机

械处理工艺中，腰刀绞制后滚揉的猪肉火腿硬度、内聚性和咀嚼度均最大。注射和嫩化有利于提高产品的亮度值和红度值，降低产品的黄度值。

3) 通过感官评价可知，只经过滚揉的火腿具有最差的感官品质，注射后滚揉和嫩化后滚揉火腿的感官品质差异不大，注射后嫩化滚揉的火腿的质地和切片性低于腰刀绞制后滚揉的火腿，但是显肉性和色泽优于腰刀绞制后滚揉火腿。

4) 综合比较，为制得高出品率（低蒸煮损失率）、良好质构、色泽、显肉性的猪肉切片火腿，工业化生产建议对原料肉采用注射后嫩化滚揉处理。但是与注射后

嫩化滚揉处理相比, 腰刀绞制后滚揉处理在切片杀菌失水率、内聚性和咀嚼度以及质地和切片性具有一定优势。因此, 这 2 种机械处理相结合的方法在实际生产中值得进一步试验。

[参 考 文 献]

- [1] Lachowicz K, Sobczak M, Gajowiecki L. Effects of massaging time on texture, rheological properties, and structure of three pork ham muscles[J]. *Meat Science*, 2003, 63 (2): 225—233.
- [2] Tyszkiewicz I, Jakubiec-Puka A. Ultrastructure of mechanically tenderised pork muscle[J]. *Meat Science*, 1995, 41(3): 273—282.
- [3] 詹文圆. 肉制品加工中变压滚揉腌制技术研究[D]. 无锡: 江南大学, 2008.
Zhan Wenyuan. Study on Pressure-Transform Tumble Curing Technology in Meat Processing[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2008. (in Chinese with English abstract)
- [4] Kolle B K, McKenna D R, Savell J W. Methods to increase tenderness of individual muscles from beef rounds when cooked with dry or moist heat[J]. *Meat Science*, 2004, 68(1): 145—154.
- [5] Pietrasik Z, Shand P J. Effect of blade tenderization and tumbling time on the processing characteristics and tenderness of injected cooked roast beef[J]. *Meat Science*, 2004, 66(4): 871—879.
- [6] Savell J W, Smith G C, Carpenter Z L. Blade tenderization of four muscles from three weight-grade groups of beef[J]. *Journal of Food Science*, 1977, 42(4): 866—871.
- [7] Flores H A, Kastner C L, Kropf D H, et al. Effects of blade tenderization and trimming of connective tissue on hot-boned, restructured, pre-cooked roasts from cows[J]. *Journal of Food Science*, 1986, 51(5): 1176—1179.
- [8] Mandigo R W, Olson D G. Effect of blade size for mechanically tenderizing beef rounds[J]. *Journal of Food Science*, 1982, 47(6): 2095—2096.
- [9] 孙建清, 徐宝才, 周辉等. 低温肉制品关键工艺及装备技术应用研究进展[J]. *食品科学*, 2010, 31(23): 454—460.
Sun Jianqing, Xu Baocai, Zhou Hui, et al. Advances in research and applications of critical processes and equipment technologies for low-temperature meat products[J]. *Food Science*, 2010, 31(23): 454—460. (in Chinese with English abstract)
- [10] Baublits R T, Pohlman F W, Brown A H J, et al. Effects of sodium chloride, phosphate type and concentration, and pump rate on beef *biceps femoris* quality and sensory characteristics[J]. *Meat Science*, 2005, 70(2): 205—214.
- [11] Baublits R T, Pohlman F W, Brown A H J, et al. Enhancement with varying phosphate types, concentrations, and pump rates, without sodium chloride on beef *biceps femoris* quality and sensory characteristics[J]. *Meat Science*, 2006, 72(3): 404—414.
- [12] Baublits R T, Pohlman F W, Brown A H J, et al. Effects of enhancement with differing phosphate types, concentrations, and pump rates, without sodium chloride, on beef *biceps femoris* instrumental color characteristics[J]. *Meat Science*, 2006, 72(3): 503—512.
- [13] Pietrasik Z, Jarmoluk A. Effect of sodium caseinate and κ -carrageenan on binding and textural properties of pork muscle gels enhanced by microbial transglutaminase addition[J]. *Food Research International*, 2003, 36(3): 285—294.
- [14] Carballo J, Mota N, Barreto G, et al. Binding properties and colour of bologna sausage made with varying fat levels, protein levels and cooking temperatures[J]. *Meat Science*, 1995, 41(3): 301—313.
- [15] 徐宝才, 孙建清, 周辉, 等. 原料肉组成对低温乳化香肠质构特性的影响及其配方优化[J]. *南京农业大学学报*, 2011, 34(4): 111—116.
Xu Baocai, Sun Jianqing, Zhou Hui, et al. Effect of raw meat composition on textural properties of low temperature emulsified sausage and its proportion optimization[J]. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 2011, 34(4): 111—116. (in Chinese with English abstract)
- [16] Mor-Mur M, Yuste J. High pressure processing applied to cooked sausage manufacture: physical properties and sensory analysis[J]. *Meat Science*, 2003, 65(3): 1187—1191.
- [17] Bozkurt H, Bayram M. Colour and textural attributes of sucuk during ripening[J]. *Meat Science*, 2006, 73(2): 344—350.
- [18] 韩衍青, 张秋勤, 徐幸莲, 等. 超高压处理对烟熏切片火腿保质期影响[J]. *农业工程学报*, 2009, 25(8): 305—311.
Han Yanqing, Zhang Qiuqin, Xu Xinglian, et al. Effect of high pressure processing on refrigerated shelf-life of sliced smoked cooked ham[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2009, 25(8): 305—311. (in Chinese with English abstract)
- [19] Somboonpanyakul P, Barbut S, Jantawat P, et al. Textural and sensory quality of poultry meat batter containing malva nut gum, salt and phosphate[J]. *Food Science and Technology*, 2007, 40(3): 498—505.
- [20] McGee M R, Henry K L, Brooks J C, et al. Injection of sodium chloride, sodium tripolyphosphate, and sodium lactate improves Warner-Bratzler shear and sensory characteristics of pre-cooked inside round roasts[J]. *Meat Science*, 2003, 64(3): 273—277.
- [21] Boles J A, Shand P J. Meat cut and injection level affects the tenderness and cook yield of processed roast beef[J]. *Meat Science*, 2001, 59(3): 259—265.
- [22] Boles J A, Swan J E. Effects of brine ingredients and temperature on cook yields and tenderness of pre-rigor processed roast beef[J]. *Meat Science*, 1997, 45(1): 87—97.

- [23] Tyszkiewicz I, Klossowska B M, Wieczorek U, et al. Mechanical tenderization of pork meat: Protein and water release due to tissue damage[J]. *Journal of Science, Food and Agriculture*, 1997, 73(3): 179–185.
- [24] Jeremiah L E, Gibson L L, Cunningham B. The influence of mechanical tenderization on the palatability of certain bovine muscles[J]. *Food Research International*, 1999, 32(8): 585–591.

Effect of mechanical pretreatment technology for raw meat on qualities of porcine sliced ham

Xu Baocai¹, Sun Jianqing^{1*}, Han Yanqing¹, Zhou Hui¹, Li Jingjun¹, Wang Xiaoxiao²

(1. *State Key Laboratory of Meat Processing and Quality Control, Yurun Group, Nanjing 210041, China;*

2. *College of Food Science and Engineer, Yangzhou University, Yangzhou, 210021, China*)

Abstract: To improve water exuding, textures and edible quality of porcine ham, the effects of five raw meat mechanical treatments on porcine sliced ham quality characteristics were investigated. The five mechanical treatments included only tumbling, post-injection tumbling, post-tenderization tumbling, post-injection tenderization and tumbling, post-grinding with broadsword and tumbling. Hams were prepared of *Quadriceps femoris* from prok hind leg muscle. Water binding characteristics (cooking loss, expressible moisture (EM), pasteurization water loss), textural characteristics (hardness, springiness, cohesiveness, chewiness), color parameters and sensory quality of hams were detected. The results showed that injection or tenderization could help to significantly decrease the cooking loss and expressible moisture of the hams, and the lowest cooking loss of hams made by post-injection tenderization and tumbling treatment was 7.90%. The hams subjected to post-grinding with broadsword and tumbling exhibited the lowest pasteurization water loss, which was 2.66%. Besides, the hams made by post-injection tenderization and tumbling treatment and the post-grinding with broadsword and tumbling treatment exhibited the lowest pasteurization water loss which was significantly lower than that in the other treatments. Injection and tenderization improved the hardness, cohesiveness and chewiness of the products. The hams manufactured by post-injection tenderization and tumbling treatment showed better texture characteristics than those made by only one treatment or combination of two treatments. However, among the five mechanical treatments, the hams made by post-grinding with broadsword and tumbling treatment exhibited the largest hardness, cohesiveness and chewiness properties. In addition, injection and tenderization improved the lightness and redness, but decreased the yellowness of the hams. Sensory evaluation results indicated that the only tumbling treatment resulted in the worse sensory qualities of the hams, there were no significant differences in sensory qualities between the two kinds of hams which were made by post-injection and post-tenderization tumbling. The sensory textures and sliceability of the hams produced by post-injection tenderization and tumbling treatment were less than those hams made by post-grinding with broadsword and tumbling treatment, but higher visibility of meat matrix and better colour properties were exhibited. Therefore, it's suggested that in industrialized production by post-injection tenderization and tumbling of raw meat porcine sliced ham has the best qualities.

Key words: meat, quality assurance, textures, mechanical treatments, injection, blade tenderization, tumbling, sliced ham