

施 帅, 吴 平, 高勤学, 等. 苏姜猪与淮猪营养成分及肉质的研究[J]. 江苏农业科学, 2022, 50(19): 192–196.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.19.029

苏姜猪与淮猪营养成分及肉质的研究

施 帅, 吴 平, 高勤学, 瞿桂香, 童 敏

(江苏农牧科技职业学院, 江苏泰州 225300)

摘要:以苏姜猪、淮猪后腿肉为研究对象,以普通商品猪后腿肉为对照,通过测定其主要营养成分、颜色、pH 值、质构特性、剪切力值、蒸煮损失、滴水损失、流变特性、脂肪酸、氨基酸等指标,研究 2 种江苏地方特色猪肉的品质特性。结果表明,苏姜猪和淮猪的脂肪含量显著高于商品猪($P < 0.05$);苏姜猪和淮猪的胶原蛋白含量显著小于商品猪($P < 0.05$);苏姜猪、淮猪的 L^* 值、 a^* 值大于商品猪($P < 0.05$);苏姜猪、淮猪的硬度、凝聚性、剪切力、蒸煮损失、滴水损失显著小于商品猪($P < 0.05$),苏姜猪、淮猪的弹性显著大于商品猪($P < 0.05$);苏姜猪、淮猪的储能模量和损耗模量显著高于商品猪($P < 0.05$);饱和脂肪酸含量苏姜猪、淮猪低于商品猪,不饱和脂肪酸含量苏姜猪、淮猪高于商品猪,不饱和脂肪酸含量苏姜猪、淮猪和商品猪均高于饱和脂肪酸含量;鲜味氨基酸含量苏姜猪、淮猪高于商品猪,且差异显著($P < 0.05$)。

关键词:苏姜猪;淮猪;营养成分;质构特性;流变特性

中图分类号:S828 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2022)19-0192-05

现阶段,猪肉仍是我国主要肉类消费品种,2015 年人均猪肉拥有量达近期新高(约 40 kg/年),近 5 年虽有所波动,但猪肉仍居动物性食品首位。随着生活水平提高,人们饮食观念发生了根本性转变,消费者不再仅关注数量问题,对猪肉制品的肉质、风味有了更高的要求,肉质优良的地方猪品种越来越受消费者欢迎,能让人回忆起“儿时的味道”,也更能唤起“乡愁”。淮猪和苏姜猪是江苏省 2 种地方特色猪种,分别于 2011 年和 2013 年通过了国家新品种的审定。陶勇等通过研究苏姜猪与其母本姜曲海猪肉品质的差异发现其风味物质含量丰富、食用品质优良^[1-2];李源等研究发现,淮猪具有优良的肉质性状^[3]。但目前针对苏姜猪和淮猪 2 种江苏地方猪肉品质特性比较的研究鲜见报道。因此,本试验以商品猪肉为对照,研究苏姜猪和淮猪的营养和食用品质等多种特性,以期为江苏特色猪肉的精深加工提供理论指导和数据参考。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

试验材料:以苏姜猪和淮猪肉后腿肉为研究对象,商品猪肉后腿肉为对照;选择苏姜猪、淮猪在 10 月龄,肉样在分割后装入保鲜袋中,置于 0~4℃ 冰箱中备用,选择当地的杜长大三元商品猪后腿肉,购于超市当天新鲜专柜(猪龄约 6 月龄)。硫酸铜、盐酸、硼酸、硫酸、硫酸钾、95% 乙醇、石油醚、无水乙醚、氢氧化钠,购于国药集团化学试剂有限公司,以上试剂均为分析纯。

TA-XT2i 型质构仪,Stable Micro Systems; CR400 色差仪,购于美能达(日本)公司;HH-6 恒温水浴锅、烘箱、自动凯氏定氮仪、索氏抽提器、分光光度计、万分之一电子天平,均为国产仪器;PM-70 绞肉机,购于 MAINCA(西班牙)公司。

1.2 试验方法

1.2.1 主要营养指标的测定 试验于 2021 年 5 月至 10 月在江苏农牧科技职业学院食品实验室和安徽农业大学茶和食品科技学院进行。水分含量参照 GB 5009.3—2016《食品中水分的测定》中的直接干燥法测定;蛋白质含量参照 GB/T 5009.5—2016《食品中蛋白质的测定》中的凯氏定氮法测定;肌肉粗脂肪含量参照 GB/T 5009.6—2016《食品中脂肪的测定》中的索氏抽提法进行测定;参照 GB/T

收稿日期:2021-11-07

基金项目:江苏省创新创业项目(编号:202112806022Y);江苏农牧科技职业学院科研项目(编号:NSF2021ZR19)。

作者简介:施 帅(1980—),男,安徽霍邱人,副教授,研究方向为肉品加工与职业技术教育。E-mail:734944851@qq.com。

9695.23—2008《羟脯氨酸含量测定》对肉中的胶原蛋白含量进行测定。以上每个样品平均测定 3 次。

1.2.2 pH 值的测定 使用便携式 pH 计进行测定

1.2.3 肌肉色差的测定 剔除可见筋膜和结缔组织,垂直将色差仪镜头置于肌肉断面上, L^* 、 a^* 、 b^* 值为色差的指标,其中, L^* 表示亮度值、 a^* 表示红度值和 b^* 表示黄度值。在 3 个不同位置上各测量 1 次后取平均值。

1.2.4 剪切力测定 参考农业行业标准 NY/T 1180—2006《肉嫩度的测定:剪切力测定法》^[4] 测定剪切力。

1.2.5 质构的测定 室温下,使用 TA-XT2i 质构仪采用质构剖面分析方法(texture profile analysis, TPA)测定样品的硬度、弹性、黏聚性和咀嚼性。探头型号: P/50; 测前速度 1.00 mm/s, 测试速度 5.00 mm/s, 测后速度 5.00 mm/s, 压缩变形程度 60%, 2 次压缩间隔 5.0 s; 触发类型为自动。

1.2.6 蒸煮损失的测定 参考魏里朋等的方法^[5] 进行测定,称取一定量后腿肉,切成 4 cm × 4 cm × 2 cm,称后记为质量 m_1 ,自封袋封口,置于 90 ℃ 水浴锅中煮至中心温度为 72 ℃,取出冷却,称质量记录为 m_2 ,按下列公式计算蒸煮损失。

$$\text{蒸煮损失} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%。$$

1.2.7 滴水损失的测定 称取屠宰后 2~3 h,顺肌纤维方向切成 5 cm × 3 cm × 2 cm 的长条,称质量记录为 m_1 ,剥离表面的筋膜及脂肪,钩住肉条一端把其套在塑料袋内,使肌纤维垂直向下(不得与袋壁接触),扎紧袋口并保持密封,在 0~4 ℃ 的环境中悬挂 48 h,去除塑料袋,取出肉样,吸干表面的水分,称质量记录为 m_2 。按下列公式计算滴水损失。

表 1 3 种猪肉主要营养特性

品种	水分含量 (%)	蛋白质含量 (%)	粗脂肪含量 (%)	胶原蛋白含量 (mg/g)
苏姜猪	73.77 ± 3.72a	21.55 ± 0.41a	3.32 ± 0.12a	3.53 ± 0.13a
淮猪	74.93 ± 3.45a	23.91 ± 0.37a	2.76 ± 0.09a	3.32 ± 0.11a
商品猪	73.58 ± 3.51a	22.56 ± 0.42a	1.82 ± 0.11b	3.95 ± 0.10b

2.2 3 种猪肉颜色和 pH 值比较

猪肉的颜色是猪肉最重要的肉质标准, L^* 值表示明亮度, L 值越大,肉样明亮度越高; a^* 值表示红绿度, a^* 值越大,表示红色程度越深; b^* 表示黄度值, b^* 值越大,表示颜色越黄。肉色的深浅取决于肌红蛋白和血红蛋白的含量^[10]。由表 2 可知,苏姜

$$\text{滴水损失} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%。$$

1.2.8 动态流变特性测定 采用 40 mm 平板测试,参数为:应变为 2%,使用转子 CP50-1,狭缝 1 mm,频率 0.1 Hz,升温速率 2 ℃/min,升温范围 25~90 ℃,记录肉糜的储能模量(G')和损失模量(G'')曲线,每个样品重复 3 次^[6]。

1.2.9 脂肪酸和氨基酸测定 脂肪酸用 GB 5009.168—2016《食品中脂肪酸的测定》^[7] 中的气相色谱法测定;氨基酸检测标准为 GB/T 5009.124—2016《食品中氨基酸的测定》^[8]。

1.3 统计分析

采用软件 Origin 8.0 对试验数据统计分析, $P < 0.05$ 认为有显著差异。

2 结果与分析

2.1 3 种猪肉主要营养特性比较

水分、蛋白质、粗脂肪和胶原蛋白对其加工品质和加工性能具有显著影响。水分含量与多汁性之间存在正相关,反映了肉质的多汁性和保水性。蛋白质是构成机体组织、器官的重要组成部分,可提供人体必需的营养,粗脂肪含量高低是衡量营养价值的指标之一,胶原蛋白含量与嫩度密切相关,一般胶原蛋白含量与肉的嫩度呈负相关^[9]。由表 1 可知,苏姜猪和淮猪的水分含量均高于商品猪的水分含量,但 3 种猪肉间的水分含量差异不显著($P > 0.05$);3 种猪肉的蛋白质含量差异不显著($P > 0.05$),其中,淮猪的蛋白质含量最高;苏姜猪和淮猪的粗脂肪含量显著高于商品猪($P < 0.05$);苏姜猪和淮猪的胶原蛋白含量显著小于商品猪($P < 0.05$),苏姜猪和淮猪的差异不显著($P > 0.05$)。

猪、淮猪的 L^* 值、 a^* 值大于商品猪($P < 0.05$),苏姜猪、淮猪和商品猪的 b^* 值差异不显著($P > 0.05$),可能是地方猪种在特定环境条件下形成的生理机理使肌红蛋白高,致肉色较深。屠宰后 3 种猪肉的 pH 值均在 6.18~6.38 间,且各品种间无显著变化($P > 0.05$),符合肉成熟过程中产生的乳酸和磷酸

及肌酸等在肌肉内积累使 pH 值下降的特征^[11], 苏姜猪、淮猪的 pH 值小于商品猪肉, 可能与商品猪肉

的成熟储藏时间较长有关。

表 2 3 种猪肉颜色和 pH 值

品种	L^*	a^*	b^*	pH 值
苏姜猪	$55.59 \pm 2.47a$	$8.12 \pm 0.76a$	$11.73 \pm 1.03a$	$6.25 \pm 0.44a$
淮猪	$53.42 \pm 2.36a$	$7.71 \pm 0.54a$	$11.27 \pm 1.08a$	$6.20 \pm 0.46a$
商品猪	$45.42 \pm 3.54b$	$5.83 \pm 0.28b$	$10.32 \pm 1.12a$	$6.37 \pm 0.41a$

2.3 3 种猪肉质构特性和剪切力值比较

硬度测量值是反映使物体达形变所需要的最小力^[12]。由表 3 可知, 苏姜猪、淮猪猪肉的硬度显著小于商品猪($P < 0.05$), 苏姜猪与淮猪猪肉的硬度无显著性差异($P > 0.05$); 弹性是去除作用力后恢复到初始状态的高度或体积, 苏姜猪、淮猪猪肉的弹性显著大于商品猪($P < 0.05$), 苏姜猪与淮猪猪肉的弹性无显著性差异($P > 0.05$); 胶黏性测量值是模拟将半固态样品吞咽时所需的能量, 苏姜猪、淮猪和商品猪猪肉胶黏性之间的差异不显著($P > 0.05$); 咀嚼性是胶黏性和弹性的乘积, 是对硬度、弹性、胶黏性的综合反映, 苏姜猪猪肉的咀嚼性

小于淮猪和商品猪($P < 0.05$), 说明其具有良好的口感, 这与产品中水分含量越高, 肉的硬度和咀嚼性越低相一致; 凝聚性反映的是肌肉细胞间结合力的大小, 苏姜猪、淮猪猪肉的凝聚性显著小于商品猪($P < 0.05$); 剪切力是评价肉嫩度大小的指标之一, 其值越低嫩度越好, 苏姜猪和淮猪猪肉的剪切力值无显著差异($P > 0.05$), 但均显著高于商品猪($P < 0.05$), 说明苏姜猪和淮猪 2 种地方特色猪肉嫩度比商品猪要好。综合来看, 苏姜猪猪肉的胶黏性、咀嚼性、凝聚性和剪切力值最小, 淮猪猪肉的硬度、弹性最大。

表 3 3 种猪肉质构特性和剪切力

品种	硬度 (N)	弹性 (nm)	胶黏性 (N)	咀嚼性 ($\times 10^{-3}$ J)	凝聚性 (N)	剪切力值 (N)
苏姜猪	$29.32 \pm 2.43a$	$0.85 \pm 0.04a$	$11.89 \pm 1.21a$	$10.11 \pm 1.07a$	$0.41 \pm 0.02a$	$10.34 \pm 1.15a$
淮猪	$28.78 \pm 2.54a$	$0.86 \pm 0.05a$	$13.03 \pm 1.24a$	$11.21 \pm 1.16b$	$0.43 \pm 0.03a$	$10.65 \pm 1.05a$
商品猪	$31.23 \pm 2.23b$	$0.74 \pm 0.03b$	$14.75 \pm 1.13a$	$10.92 \pm 0.72b$	$0.51 \pm 0.03b$	$12.64 \pm 1.13b$

2.4 3 种猪肉蒸煮损失和滴水损失比较

蒸煮损失与肉的保水性关系密切, 反映的是保持水分的能力, 宰后的肉在后熟过程其结构会发生变化, 保水性也会相应发生变化^[13]。不同种类的肉, 其自由水、蛋白质(肌原纤维蛋白质、肌浆蛋白、结缔组织蛋白)、脂肪等物质含量也有差异, 故蒸煮损失也不同。由表 4 可知, 苏姜猪肉和淮猪的蒸煮损失显著低于商品猪($P < 0.05$), 说明 2 种猪肉的保水性较好, 可能与蛋白析出和肌纤维组成类型差异的溶胀性变化有关, 构成肌纤维的 Z 线较宽, 使在受热过程中收缩率小, 水分流失慢, 损失的水主要为肌纤维空间的自由水。苏姜猪和淮猪的滴水损失均显著小于商品猪($P < 0.05$), 说明苏姜猪和淮猪保水性高于商品猪。

2.4 3 种猪肉流变特性的比较

储能模量 G' 显示了肌肉凝胶过程中弹性的变

表 4 3 种猪肉蒸煮损失和滴水损失比较

品种	蒸煮损失 (%)	48 h 滴水损失 (%)
苏姜猪	$16.98 \pm 1.23a$	$2.32 \pm 0.32a$
淮猪	$24.04 \pm 1.47a$	$2.23 \pm 0.21a$
商品猪	$43.23 \pm 1.58b$	$3.83 \pm 0.42b$

化, G' 越大, 凝胶弹性越大, 结构越好。由图 1 可知, 升温过程中, 3 个品种 G' 的流变曲线变化趋势一般分为 3 个阶段: 第一阶段, 在 28 ~ 42 ℃, G' 值保持平稳, 因为还未达变性温度, 此区间形成较弱的凝胶结构; 在 42 ~ 52 ℃ 范围内储能模量均逐渐增加, 表现为商品猪 > 淮猪 > 苏姜猪, 说明此区间温度内肌球蛋白变性开始^[14], 且商品猪的弹性特征优于其他 2 组; 在 52 ~ 72 ℃ 迅速升高, 在 72 ℃ 之后达平台期, 说明肌肉已经完成了从黏弹性的溶胶向弹性的凝胶网络结构转变^[15]; 苏姜猪和淮猪的储能模量显

著高于商品猪 ($P < 0.05$), 说明其形成凝胶的能力高于商品猪, 苏姜猪形成凝胶能力最强。

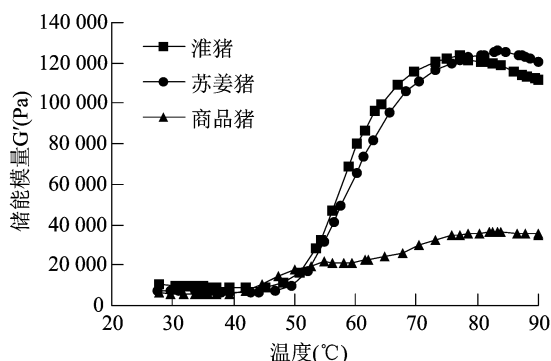


图1 3种猪肉储能模量

由图2可知, 损耗模量显示了肌肉凝胶过程中黏性的变化, 3种猪肉的损耗模量在 27~42℃ 缓慢降低, 随后淮猪和苏姜猪在 47~73℃ 迅速升高至最大值, 苏姜猪在 73℃ 后基本持平, 淮猪在 73℃ 逐渐下降, 这可能是此温度下蛋白质变性过度, 疏水能力下降, 黏性降低^[16]; 商品猪在 42℃ 逐渐升高, 并在 80℃ 达平稳期。淮猪和苏姜猪的损耗模量始终显著大于商品猪 ($P < 0.05$), 表明淮猪和苏姜猪加热后形成的凝胶黏性要大于商品猪。

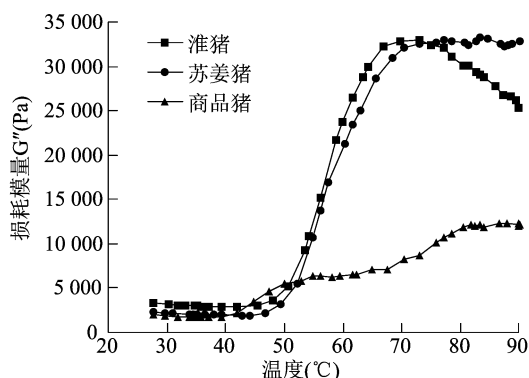


图2 3种猪肉损耗模量

2.5 3种猪肉脂肪酸组成和含量的比较

由表5可知, 3种猪肉中均检测到9种脂肪酸, 其中, 饱和脂肪酸4种, 即肉豆蔻酸 C14:0、棕榈酸 C16:0、硬脂酸 C18:0、花生酸 C20:0; 不饱和脂肪酸5种, 即棕榈油酸 C16:1、油酸 C18:1、亚油酸 C18:2、花生油酸 C20:1, 猪肉中主要风味的形成和营养价值主要是受脂肪酸组成和含量影响^[17]。饱和脂肪酸含量苏姜猪、淮猪低于商品猪, 不饱和脂肪酸含量苏姜猪、淮猪高于商品猪。有研究报道, 不饱和脂肪酸棕榈油酸与猪肉嫩度、多汁性、香味呈正相关, 不饱和脂肪酸含量苏姜猪、淮猪和商品猪均高于饱和脂肪酸含量; 其中, 棕榈油酸 C16:1

表5 3种猪肉脂肪酸组成和含量的比较

脂肪酸	苏姜猪	淮猪	商品猪
肉豆蔻酸 C14:0	2.01 ± 0.13a	1.22 ± 0.07a	2.11 ± 0.11a
棕榈酸 C16:0	23.21 ± 1.32a	23.40 ± 1.34a	23.76 ± 1.84a
棕榈油酸 C16:1	3.44 ± 0.17a	3.32 ± 0.26a	2.75 ± 0.37b
硬脂酸 C18:0	18.51 ± 1.23a	17.47 ± 1.16a	19.36 ± 1.34a
油酸 C18:1	42.45 ± 2.43a	42.24 ± 2.26a	41.74 ± 2.38a
亚油酸 C18:2	5.05 ± 0.62a	5.04 ± 0.35a	5.27 ± 0.74a
亚麻酸 C18:3	1.05 ± 0.11a	1.08 ± 0.06a	1.04 ± 0.03a
花生酸 C20:0	0.57 ± 0.03a	0.53 ± 0.04a	0.15 ± 0.02b
花生油酸 C20:1	0.56 ± 0.04a	0.77 ± 0.03a	0.41 ± 0.06a
饱和脂肪酸 SFA	44.32 ± 2.43a	42.62 ± 2.76a	45.38 ± 2.65a
不饱和脂肪酸 UFA	52.53 ± 2.85a	52.45 ± 2.73a	51.21 ± 2.39a

含量苏姜猪、淮猪高于商品猪, 且差异显著 ($P < 0.05$), 这与朱淑斌报道的棕榈油酸的结果基本一致^[18]。

2.6 3种猪肉氨基酸含量的比较

肌肉氨基酸含量和组成是评价其营养价值的重要指标之一, 也是影响肉品质的重要因素。其中, 谷氨酸具有鲜味^[19]。由表6可知, 苏姜猪、淮猪和商品猪肌肉氨基酸含量丰富, 含有人体所需的7种必需氨基酸, Glu、Asp、Gly、Ala、Tyr 和 Phe 是决定肉鲜味的重要氨基酸, 是最主要的鲜味物质来源; Glu、Asp、Gly、Ala、Tyr 和 Phe 含量苏姜猪、淮猪高于商品猪, 且差异显著 ($P < 0.05$), 含量最高的是 Glu, 说明苏姜猪、淮猪鲜味物质较好, 这与李兴美等的研究结果^[20]相一致。

3 结论

通过比较苏姜猪、淮猪2种江苏地方特色猪肉和商品猪肉的品质可发现, 苏姜猪和淮猪的 L^* 值、 a^* 值、弹性大于商品猪, 苏姜猪、淮猪的胶原蛋白含量、硬度、凝聚性、蒸煮损失、滴水损失、剪切力小于商品猪。其中, 苏姜猪的凝聚性和剪切力值最小, 淮猪的弹性最大。饱和脂肪酸含量苏姜猪、淮猪低于商品猪, 不饱和脂肪酸含量苏姜猪、淮猪高于商品猪, 不饱和脂肪酸含量苏姜猪、淮猪和商品猪均高于饱和脂肪酸含量, 鲜味氨基酸 Glu、Asp、Gly、Ala、Tyr 和 Phe 含量苏姜猪、淮猪高于商品猪。说明2种地方特色猪肉具有色泽红润, 较好的口感、多汁性、嫩度, 较高的不饱和脂肪酸含量和鲜味氨基酸含量。综上, 2种江苏地方特色猪肉的品质特性均优于商品猪肉。

表 6 3 种猪肉氨基酸含量的比较

%

项目	氨基酸	苏姜猪	淮猪	商品猪
必需氨基酸	蛋氨酸 (Met)	0.75 ± 0.07a	0.64 ± 0.06a	0.85 ± 0.04a
	苯丙氨酸 (Phe)	1.88 ± 0.12a	1.91 ± 0.14a	0.50 ± 0.16b
	赖氨酸 (Lys)	1.60 ± 0.15a	1.83 ± 0.14a	1.68 ± 0.12a
	苏氨酸 (Thr)	1.31 ± 0.14a	1.28 ± 0.17a	1.54 ± 0.18a
	亮氨酸 (Asp)	0.75 ± 0.09a	0.63 ± 0.06a	0.53 ± 0.05b
	异亮氨酸 (Ile)	0.90 ± 0.06a	0.97 ± 0.07a	0.93 ± 0.04a
	缬氨酸 (Val)	0.78 ± 0.04a	0.61 ± 0.03a	0.52 ± 0.06a
非必需氨基酸	天门冬氨酸 (Asp)	0.89 ± 0.05a	0.83 ± 0.06a	0.48 ± 0.04b
	谷氨酸 (Glu)	2.59 ± 0.13a	2.74 ± 0.12a	1.71 ± 0.17b
	丝氨酸 (Ser)	0.81 ± 0.06a	0.83 ± 0.05a	0.41 ± 0.02a
	组氨酸 (His)	0.60 ± 0.08a	0.88 ± 0.03a	0.72 ± 0.07a
	甘氨酸 (Gly)	1.00 ± 0.14a	1.08 ± 0.13a	0.63 ± 0.12b
	精氨酸 (Arg)	1.14 ± 0.12a	1.04 ± 0.23a	1.02 ± 0.17a
	丙氨酸 (Ala)	1.54 ± 0.23a	1.62 ± 0.19a	1.38 ± 0.18b
	脯氨酸 (Pro)	0.70 ± 0.16a	0.67 ± 0.13a	0.62 ± 0.11a
	酪氨酸 (Tyr)	1.71 ± 0.41a	1.95 ± 0.49a	1.52 ± 0.48b

参考文献:

[1]陶 勇,任善茂,郭韦敏,等. 苏姜猪与其母本姜曲海猪肌肉品质的比较分析[J]. 黑龙江畜牧兽医,2017(20):106-107.

[2]朱淑斌. 姜曲海猪肉质特性及其分子遗传学基础的研究[D]. 扬州:扬州大学,2013.

[3]李 源,李 强,傅道斌,等. 苏淮猪高肌内脂系的生长、胴体和肉质性能测定[J]. 畜牧与兽医,2018,50(3):26-29.

[4]中华人民共和国农业部. 肉嫩度的测定 剪切力测定法:NY/T 1180—2006[S]. 北京:中国农业出版社,2006.

[5]魏里朋,何承云,康壮丽,等. 温度波动对冷却猪肉品质的影响[J]. 食品工业科技,2019,40(16):218-222.

[6]杨玉玲,游 远,彭晓蓓,等. 加热对鸡胸肉肌原纤维蛋白结构与凝胶特性的影响[J]. 中国农业科学,2014,47(10):2013-2020.

[7]国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定:GB 5009.168—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2017.

[8]中华人民共和国卫生部,中国国家标准化管理委员会. 食品中氨基酸的测定:GB/T 5009.124—2003[S]. 北京:中国标准出版社,2004.

[9]夏陆阳,刘肇龙,熊国远,等. 圩猪肉和程岭黑猪肉品质特性的研究[J]. 安徽农业大学学报,2019,46(5):791-795.

[10]刘 凡,殷志康,刘 辉,等. 藏猪与大白猪食用品质与肌纤维类型的相关性研究[J]. 食品工业科技,2021,42(24):271-277.

[11]宋代军,王子苑,杨 游,等. 影响畜禽肉质的主要因素及其作用机制[J]. 西南大学学报(自然科学版),2014,36(11):26-33.

[12]赵改名,郝红涛,柳艳霞,等. 肉糜类制品质地的感官评定方法[J]. 中国农业大学学报,2010,15(2):100-105.

[13]计红芳,张令文,王 方,等. 加热温度对鹅肉理化性质、质构与微观结构的影响[J]. 食品与发酵工业,2017,43(3):89-93.

[14]Liu R,Zhao S M,Xiong S B,et al. Role of secondary structures in the gelation of porcine myosin at different pH values[J]. Meat Science,2008,80(3):632-639.

[15]王春彦,王 锐,康壮丽,等. 冷藏时间对冷却猪肉凝胶特性的影响[J]. 食品工业科技,2018,39(19):76-79.

[16]夏陆阳,刘肇龙,熊国远,等. 加工方式对圩猪和程岭黑猪肉品质的影响[J]. 食品与发酵工业,2019,45(21):126-133.

[17]Cortez-Vega W R,Fonseca G G,Bagatini D C,et al. Influence of adding recovered protein from processing wastewater on the quality of mechanically separated chicken meat surimi like-material[J]. Korean Journal for Food Science of Animal Resources,2017,37(2):162-167.

[18]朱淑斌,赵旭庭,周春宝,等. 姜曲海猪肉营养成分组成及风味物质的研究[J]. 中国畜牧杂志,2013,49(15):16-19.

[19]杨晓玲,席 斌,李维红,等. 八眉猪不同部位肌肉氨基酸组成分析及营养评价[J]. 食品工业科技,2020,41(24):232-236,291.

[20]李兴美,周 波,任同苏,等. 不同体重阶段的东海淮猪肌肉脂肪酸和氨基酸含量分析[J]. 畜牧与兽医,2011,43(1):32-35.