

圩猪肉和程岭黑猪肉品质特性的研究

夏陆阳¹, 刘肇龙¹, 熊国远^{1*}, 戚军¹, 孟从军², 陶宏斌³

(1. 安徽农业大学茶与食品科技学院/安徽省农产品加工工程实验室, 合肥 230036;

2. 马鞍山雨润食品有限公司, 马鞍山 243000; 3. 安徽至诚和信食品有限公司, 宿州 234000)

摘要:以圩猪、程岭黑猪后腿肉为研究对象,以普通商品猪后腿肉为对照,通过测定其主要成分、色泽、pH、嫩度、质构特性和蒸煮损失等,研究2种安徽地方特色猪肉的品质特性。结果表明,圩猪肉和程岭黑猪肉灰分和蛋白质含量均高于商品猪肉($P > 0.05$),脂肪含量显著高于商品猪($P < 0.05$);圩猪肉 L^* 值和 a^* 值显著低于程岭黑猪和商品猪肉($P < 0.05$), b^* 值显著低于程岭猪和商品猪肉($P < 0.05$);圩猪肉和程岭黑猪肉pH值显著低于商品猪肉($P < 0.05$);圩猪和程岭黑猪的剪切力值无明显差异($P > 0.05$),但均显著高于普通商品猪($P < 0.05$);圩猪肉和程岭黑猪肉的硬度、胶着性和咀嚼性显著高于商品猪($P < 0.05$),而弹性、凝聚性显著低于商品猪($P < 0.05$)。圩猪肉和程岭黑猪肉的蒸煮损失显著低于商品猪肉($P < 0.05$),说明两种地方特色猪肉具有良好的营养品质、色泽、质构特性和保水性,符合现代人们对肉品质的需求。

关键词:圩猪;程岭黑猪;品质;质构特性;蒸煮损失

中图分类号:TS251.51

文献标识码:A

文章编号:1672-352X(2019)05-0791-05

Study on the quality characteristics of Weizhu pork and Chengling Black pork

XIA Luyang¹, LIU Zhaolong¹, XIONG Guoyuan¹, QI Jun¹, MENG Congjun², TAO Hongbin³

(1. Anhui Engineering Laboratory for Agro-products Processing, School of Tea & Food Science Technology, Anhui Agricultural University, Hefei 230036; 2. Maanshan Yurun Food Co. Ltd., Maanshan 243000; 3. Anhui Good Faith and Believen Technology Co. Ltd., Suzhou 234000)

Abstract: The research was to study on the quality characteristics of Weizhu pork and Chengling Black pork by measuring the proximate components, color, pH, tenderness, texture characteristics and cooking loss, etc, taken the commercial pork as the control. The results showed that the ash and protein contents in Weizhu pork and Chengling Black pork were higher than those of commercial pork ($P > 0.05$), and the fat content was significantly lower than that of commercial pork ($P < 0.05$). The L^* and a^* values of Weizhu pork were significantly lower than those of Chengling Black pork and commercial pork ($P < 0.05$), and the b^* value was significantly lower than that of Chengling Black pork and commercial pork ($P < 0.05$). The pH values of Weizhu pork and Chengling Black pork were significantly lower than those of commercial pork. There was no significant difference in shear force value between Weizhu pork and Chengling Black pork ($P > 0.05$), but both of them were significantly higher than those of commercial pork ($P < 0.05$). The hardness, gumminess and chewiness of Wei pork and Chengling Black pork were significantly higher than those of commercial pork ($P < 0.05$), while the springiness and cohesiveness of which were significantly lower than those of commercial pork ($P < 0.05$). The cooking loss rates of the two kinds of local characteristic porks were significantly lower than that of commercial pork ($P < 0.05$). The results showed that the two kinds of local characteristic porks have good nutrition quality, color, texture characteristic and water retention, which accord with the demand of modern people for meat quality.

Key words: Weizhu pork; Chengling Black pork; quality; texture characteristics; cooking loss

收稿日期: 2019-04-17

基金项目: 安徽省科技重大专项(17030701021, 17030701036), 黄山市科技计划项目(2018KN-02), 2018年度皖北产业创新团队项目和安徽省家禽产业技术体系(AHCYJSTX-06)共同资助。

作者简介: 夏陆阳, 硕士研究生。E-mail: luyangx@ahau.edu.cn

* 通信作者: 熊国远, 博士, 副教授。E-mail: guoyuanx@ahau.edu.cn

随着现代人生活水平的提高,人们对肉及肉制品的营养品质要求越来越高。猪是主要家畜之一,具有饲养方便简单,含有丰富的蛋白质及脂肪、碳水化合物、钙、铁、磷等微量元素^[1],肉质鲜嫩多汁,经过加工后滋味鲜美等优点,深受消费者喜爱。根据国家统计局统计显示,自2012年以来,我国每年人均消费猪肉38 kg以上,远远高于其他肉类产品。

圩猪和程岭黑猪是安徽两种地方特色猪肉。圩猪主要分布于芜湖和宣城等地区,其体型中等大小、毛发全黑,生长速度较慢、屠宰率及瘦肉率低、料重比高、出栏率低,但其具有繁殖力高、肉质好、口感好、风味好等特点^[2]。程岭黑猪俗称“六花猪”,是安庆市太湖县的特产黑猪,因其前额和四肢显现白色,周身显现黑色而得名,其具有体形优美、性情温顺、耐粗食、带膘长、瘦肉率高、皮白肉嫩等特点。李庆岗等^[2]通过研究圩猪和大白猪发现,圩猪的色泽、保水性、肌内脂肪均优于大白猪,但是目前针对圩猪、程岭黑猪两种安徽特色猪肉品质特性的研究鲜见报道。鉴于此,作者以普通商品猪肉为对照,研究圩猪肉、程岭黑猪肉的主要成分、色泽、pH、嫩度、质构特性和蒸煮损失等,以为安徽特色猪肉品质特性提供数据支持和理论参考。

1 材料与方法

1.1 材料

试验原料:圩猪(Weizhu pork, WP)、程岭黑猪(Chengling Black pork, CBP)和普通商品猪(Commercial pork, CP)后腿肉:圩猪和程岭黑猪日龄均在12个月左右,宰杀后,取后腿瘦肉,4℃冰箱内保存备用;普通商品猪后腿肉购买大润发超市当天新鲜的后腿肉(日龄6个月左右)。

主要试剂:氢氧化钠、甲基红、亚甲基蓝、硼酸、盐酸、95%乙醇、石油醚、无水硫酸铜、无水硫酸钾和浓硫酸等。

主要设备与仪器:HH-S恒温水浴锅,江苏国胜试验仪器厂;JA503分析电子天平,常州幸运电子设备有限公司;海能HD4020凯氏定氮滴定系统,郑州妙林仪器设备有限公司;WB-2000IXA全自动测色色差计,上海沪粤明科学仪器有限公司;C-LM3B数显式肌肉嫩度仪,北京京晶科技有限公司;雷磁PHS-3C pH计,上海仪电科学仪器股份有限公司;TA-XT质构仪,北京微讯超技仪器技术有限公司。

1.2 方法

1.2.1 主要成分的测定 蛋白质含量的测定:采用GB 5009.5-2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质

的测定》中的凯氏定氮法;粗脂肪含量的测定:采用GB 5009.6-2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》中的索氏抽提法;水分含量的测定:采用GB 5009.3-2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》中的直接干燥法;灰分的测定:采用国标GB 5009.4-2016《食品安全国家标准 食品中灰分的测定》中的灼烧法。

1.2.2 色泽的测定 选择整块新鲜猪后腿瘦肉,使用WB-2000IXA全自动测色色差计5个不同位点的色差值,记录 L^* 、 a^* 、 b^* 值,每个样品测定5次。肉色中 L^* 表示亮度(黑白光谱), a^* 值表示红度(红绿光谱), b^* 值表示黄度(黄蓝光谱)^[3]。

1.2.3 pH的测定 选择整块猪肉3个不同位点,逐次pH计探头完全插入肉内部,待pH值稳定后记录数值,每次测量后用蒸馏水清洗探头,每个样品测3次,每组重复6次。

1.2.4 嫩度的测定 剔除多余的腱和筋膜,沿肌纤维方向切成 $2\text{ cm} \times 0.5\text{ cm} \times 0.5\text{ cm}$ 的肉样,使用肌肉嫩度仪测量肉样剪切力,即为样品的嫩度值,用 N 表示,每个肉样测5次,每组重复6次。

1.2.5 质构测定 沿肌肉纤维方向切成长 \times 宽 \times 高分别为 $3\text{ cm} \times 3\text{ cm} \times 1.5\text{ cm}$ 的样品,使用TA-XT质构仪测定其硬度、弹性、凝聚性、胶黏性和咀嚼性5项质构参数,每个样品测3次,每组重复5次。设定参数如下:选择P50探头,触发力为20 g,测前速度为 $2\text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$,测试速度为 $1\text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$,测后速度为 $2\text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$,测定间隔时间为5 s,压缩比为30%(与原始高度相比)。

1.2.6 蒸煮损失的测定 加热前,称取一定量除去表面的汁液的样品,并记初始质量为 M_1 ,用密封袋排气封口,在80℃的水浴锅蒸煮20 min,取出冷却,除去表面水分后称重,记录质量 M_2 ,按下列公式计算蒸煮损失。

$$\text{蒸煮损失率} = \frac{(M_1 - M_2)}{M_1} \times 100\%$$

1.3 统计分析

采用软件SPSS 17.0进行统计分析, $P < 0.05$ 表示差异显著,结果以“平均值 \pm 标准差”表示。

2 结果与分析

2.1 3种猪肉主要成分的测定

水分、灰分、蛋白质和脂肪含量反映了畜禽肉基本的营养价值,并对其产品品质和加工性能具有显著影响。Geldenhuys^[4]和Hoffman^[5]等研究发现,在肉制品中,总的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汁性。潘珂等^[6]研究发现猪肉的水分含量低,蛋白质含量高,那么其营业价值相对较高。

水分含量是评定猪肉品质的重要指标之一。由表 1 可知,3 种猪肉间水分含量差异不显著 ($P > 0.05$),其中圩猪肉和程岭黑猪肉的水分含量均高于普通商品猪的水分含量 ($P > 0.05$),3 种猪肉的水分含量均符合我国《畜禽肉水分限量》中对猪肉水分限量小于等于 77% 的要求。

灰分是指食品在高温灼烧后剩余的无机残留物,主要包括由无机盐和氧化物组成,是反映了食品中矿物元素含量重要因素^[7-8]。由表 1 可知,3 种猪肉灰分含量差异性不显著 ($P > 0.05$),两种地方特色猪肉灰分均高于普通商品猪,圩猪的灰分含量最高,说明圩猪和程岭黑猪两种特色猪肉无机盐和矿物质含量高于普通商品猪肉。

肌肉中蛋白质含量约占 20%,主要为肌原纤维

蛋白、肌浆蛋白和结蹄组织蛋白,含有人体所有必需氨基酸,对人体具有较高的营养价值^[9]。由表 1 可知,3 种猪肉的蛋白质含量无显著差异 ($P > 0.05$),圩猪肉和程岭猪肉蛋白质均高于商品猪 ($P > 0.05$),其中程岭黑猪蛋白质含量最高,这与冯聪^[10]研究生态猪肉蛋白质含量比传统猪肉高的结果相一致。

脂肪含量是判断肉质营养价值的重要因素之一,与遗传因子以及生长环境密切相关,影响肉质的多汁性和嫩度。由表 1 可知,两种地方特色猪肉脂肪含量显著高于商品猪肉 ($P < 0.05$),圩猪肉和程岭黑猪肉脂肪含量无显著差异 ($P > 0.05$),这与李庆岗等^[2]圩猪脂肪含量高于大白猪结果相一致。

综上,圩猪肉和程岭黑猪肉含有较高的灰分、蛋白质和脂肪,以及较低的水分,说明这两种地方特色猪肉营养价值高于普通商品猪肉,且具有良好的多汁性和保汁性,与蒸煮损失较低相对性,符合现代人对肉类营养价值的需求。

表 1 不同猪肉的主要成分
Table 1 Proximate components of different porks

品种 Breed	水分含量 Moisture content	灰分含量 Ash content	蛋白质含量 Protein content	脂肪含量 Fat content
圩猪 WP	72.57±2.02 ^a	1.18±0.16 ^a	23.72±0.93 ^a	2.02±0.04 ^a
程岭黑猪 CBP	72.16±0.74 ^a	1.10±0.11 ^a	24.64±0.84 ^a	2.01±0.12 ^a
商品猪 CP	73.64±2.25 ^a	1.05±0.09 ^a	22.59±1.00 ^a	1.84±0.23 ^b

注: 同列数值上标不同字母表示在 0.05 水平差异显著 ($P < 0.05$)。下同。

Note: The different superscripts letters in the same column mean the significant difference at the 0.05 level ($P < 0.05$). The same below.

2.2 3 种猪肉的色泽分析

颜色是消费者购买肉制品时主要且直观的感官指标之一^[11],通过肉的颜色快速地判断肉的新鲜度及其安全性。猪肉的颜色主要是由肌红蛋白和血红蛋白共同决定的,其中最主要的因素是肌红蛋白。肌红蛋白的含量和其所处的状态影响着肉质的颜色,肌红蛋白中心的铁离子与氧结合后生成氧合肌红蛋白,使肉由紫红色变为鲜红色;猪肉在屠宰后一段时间里,保护亚铁血红素的半肌球蛋白的作用减小,从而造成红色的氧合肌红蛋白脱氧形成肌红蛋白,肌红蛋白的自动氧化增加,导致肉的颜色发生变化^[12]。氧合肌红蛋白也可能进一步被氧化成高铁的肌红蛋白,颜色变深,最终呈褐色^[13-14]。

表 2 不同猪肉的色泽
Table 2 Color of different porks

品种 Breed	L^*	a^*	b^*
圩猪 WP	41.23±2.16 ^b	7.52±0.58 ^a	7.15±1.61 ^b
程岭黑猪 CBP	54.62±3.16 ^a	6.25±0.68 ^b	9.67±1.36 ^a
商品猪 CP	56.62±3.51 ^a	5.93±0.62 ^b	10.53±1.62 ^a

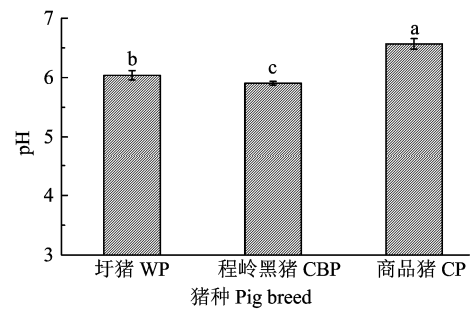


图 1 不同猪肉 pH 值

Figure 1 pH values of different porks

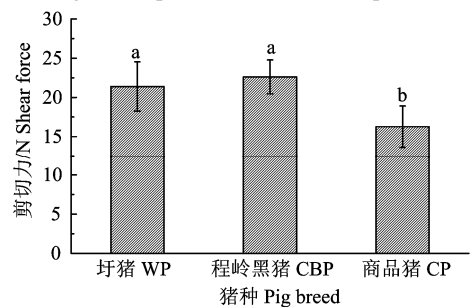


图 2 不同猪肉的剪切力

Figure 2 Shear force values of different porks

由表 2 可知, 圩猪肉 L^* 值显著低于程岭黑猪和商品猪肉 ($P < 0.05$), 说明圩猪肉亮度均低于其他两种猪肉, 说明程岭黑猪和商品猪具有良好的亮度; b^* 值显著低于程岭猪和商品猪肉 ($P < 0.05$), 说明程岭黑猪肉和商品猪肉偏黄; 圩猪肉的 a^* 值显著高于其他两种猪肉 ($P < 0.05$), 说明圩猪肉颜色红润。根据孙京新等^[15]研究 PSE、RFN、DFD 3 种猪肉冷藏期间的肉色结果, 可知本试验的 3 种猪肉均为正常猪肉。不同品种之间的色泽呈现差异, 可能与 3 种猪肉中肌红蛋白、氧合肌红蛋白和高铁肌红蛋白的含量^[16]以及屠宰后贮存时间有关^[17]。

2.3 3 种猪肉的 pH 值测定

pH 值是评价肌肉酸碱度主要指标, 影响猪肉的

颜色、嫩度、保水性和肌纤维水分分布等^[18]。畜禽屠宰后有氧呼吸停止, 胴体在缺氧状态下, 肌肉通过糖酵解途径将肌糖原转变为乳酸, 导致肉类的 pH 值下降^[19]。由图 1 可知, 3 种猪肉的 pH 值差异显著 ($P < 0.05$), 其中商品猪肉 pH 值最高, 程岭黑猪 pH 值最低, 3 种猪肉 pH 值的差异可能与其基因及屠宰后储存时间有关, 圩猪肉 pH 值与李庆岗等^[2]研究的屠宰 45 min 后的 pH 值相一致。

2.4 3 种猪肉的嫩度评价

肌肉嫩度由肉中各种蛋白质含量及其结构特性决定^[20], 常用来评价肉品质的好坏。目前, 主要通过剪切力值来评价肉的嫩度, 剪切力值越小, 说明肉的嫩度也就越好^[21]。

表 3 不同猪肉的质构

Table 3 Shear force values of different porks

品种 Breed	硬度/g Hardness	弹性/N Springiness	凝聚性/g.s Cohesiveness	胶着性/g Gumminess	咀嚼性/g Chewiness
圩猪 WP	1767.79±381.31 ^b	0.52±0.10 ^b	0.43±0.042 ^b	712.32±215.45 ^b	372.94±155.51 ^b
程岭黑猪 CBP	1916.64±544.78 ^b	0.54±0.097 ^b	0.41±0.043 ^b	781.03±215.61 ^b	337.68±223.36 ^b
商品猪 CP	496.65±157.56 ^a	0.76±0.066 ^a	0.54±0.040 ^a	380.89±84.29 ^a	148.61±72.63 ^a

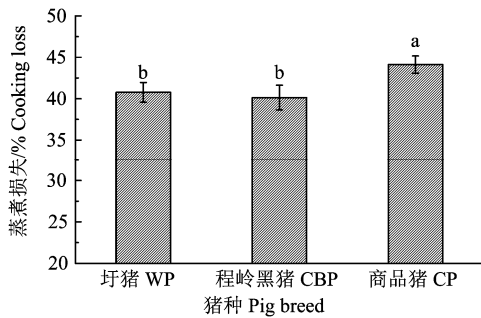


图 3 不同猪肉的蒸煮损失率

Figure 3 Cooking loss rates of different porks

由图 2 可知, 圩猪和程岭黑猪的剪切力值无显著差异 ($P > 0.05$), 但均显著高于普通商品猪 ($P < 0.05$), 说明圩猪和程岭黑猪两种地方特色猪肉嫩度均比普通商品猪要略差。根据呼红梅等^[22]的研究, 剪切力值仍在正常范围内, 与质构特性中硬度和咀嚼性高于商品猪相一致, 这可能与圩猪和程岭黑猪的肌纤维的肌节长度和生长时间有关^[23]。

2.5 3 种猪肉的质构特性分析

肉的质构特性与嚼碎过程中其力学特性的变化有关^[24]。目前, 评价肉品质的方法主要有感官评定和质构仪测定。质构仪是通过模拟人牙齿的咀嚼过程的触觉, 结合力学特性, 对样品进行 2 次往复压缩分析, 将肉质品质转换成数据, 具有较高的灵敏度、可重复性和客观性, 可避免人为因素对肉的质构评价结果的影响^[25]。

从表 3 可以看出, 圩猪和程岭黑猪肉硬度显著高于普通商品猪肉 ($P < 0.05$), 这与 Montero 等^[26]认为: 一般情况下, 产品中水分含量越低, 蛋白质含量越高, 硬度值也越大的结论相一致; 也与普通商品猪肉嫩度较好相对应。普通商品猪肉的弹性和凝聚性显著高于两种地方特色猪肉 ($P < 0.05$), 而圩猪肉和程岭猪肉差异性不显著, 说明圩猪肉和程岭黑猪肉内部粘合力小于商品猪肉。两种安徽地方特色猪肉的胶着性差异不显著, 但均显著高于普通商品猪 ($P < 0.05$)。

咀嚼性是对硬度、弹性、黏聚性的综合反映^[27], 圩猪肉和程岭黑猪肉的咀嚼性差异不显著, 但均显著高于普通商品猪 ($P < 0.05$), 说明圩猪和程岭黑猪两种地方特色猪肉具有良好的口感和咀嚼性 (表 3)。质构特性的差异可能与圩猪和程岭黑猪的基因和活动强度较大等因素有关。

2.6 3 种猪肉蒸煮损失的测定

蒸煮损失反映肉在高温条件下, 持水能力大小的主要指标^[28], 与肉中保留自由水、蛋白质 (肌浆蛋白、可溶性胶原蛋白等)、脂肪等物质的能力有关^[29-30]。由图 3 可知, 商品猪肉的蒸煮损失率显著高于其他两种地方特色猪肉的蒸煮损失 ($P < 0.05$), 而圩猪和程岭黑猪的蒸煮损失率无显著差异, 说明两种地方特色猪肉的保水性较好。研究表明: 肉在加热过程中, 蛋白质受热力作用发生变性, 原本具有持水作

用的空间结构和一些亲水基团发生变化, 导致肉中自由水、蛋白质、脂肪等物质大量流失; 也可能是胶原蛋白变性, 肉质的交联程度降低, 导致肉持水力减低^[31]。Lorenzo 等^[32]研究发现加热后诱导蛋白质变性, 导致在毛细力所保持的蛋白质结构内的水分较少, 而通过肌原纤维与肌原纤维胶原蛋白的交互作用使肉品的保水性得以提高。3 种猪肉在 80℃ 保持相同 20 min 后, 蒸煮损失率均超过 40%, 这与田旭等^[33]研究结果一致。

3 结论

原料肉品质受基因、环境、饲养条件等因素影响, 直接影响到肉及肉制品的营养价值及市场销售前景。地方特色猪肉因其营养丰富、肉质嫩滑有嚼劲等特点深受消费者的喜爱。研究结果表明: 圩猪和程岭黑猪的灰分、蛋白质和脂肪含量较高, 水分含量较低, 营养品质高于普通商品猪肉; 圩猪和程岭黑猪的 L*值、a*值、硬度、胶着性、咀嚼性较高, 蒸煮损失率较低, 说明两种地方特色猪肉具有色泽红润、口感佳、耐咀嚼、多汁和保水性好等特点, 符合现代人对高档肉制品的需求。

参考文献:

- [1] 庞之列. 解冻猪肉与注水猪肉品质及检测方法研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2014.
- [2] 李庆岗, 王重龙, 许金根, 等. 圩猪和大白猪屠宰测定及肉质分析[J]. 养猪, 2015(1): 57-60.
- [3] MOELICH E I, HOFFMAN L C, CONRADIE P J. Sensory and functional meat quality characteristics of pork derived from three halothane genotypes[J]. Meat Sci, 2003, 63(3): 333-338.
- [4] GELDENHUYS G, HOFFMAN L C, MULLER M. Sensory profiling of Egyptian goose (*Alopochen aegyptiaca*) meat[J]. Food Res Int, 2014, 64: 25-33.
- [5] HOFFMAN L C, MOSTERT A C, KIDD M, et al. Meat quality of kudu (*Tragelaphus strepsiceros*) and impala (*Aepyceros melampus*): Carcass yield, physical quality and chemical composition of kudu and impala *Longissimus dorsi* muscle as affected by gender and age[J]. Meat Sci, 2009, 83(4): 788-795.
- [6] 潘珂, 欧阳建华, 林树茂, 等. 江西地方鸡种肉品质的比较研究[J]. 动物科学与动物医学, 2000(1): 24-25.
- [7] AUGUSTIN G, ANNE M N, ARMAND A B, et al. Some physicochemical characteristics and storage stability of crude palm oils (*Elaeis guineensis* Jacq) [J]. Am J Food Sci Tec, 2015, 3(4): 97-102.
- [8] 陈丽华, 陈明茹, 杨圣云, 等. 闽南近海条纹斑竹鲨肌肉中水分、灰分及热值的分析[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 2001, 40(3): 817-820.
- [9] 朱洪强, 王全凯, 殷树鹏, 等. 野猪肉与家猪肉营养成分的比较分析[J]. 西北农业学报, 2007, 16(3): 54-56.
- [10] 冯聪. 生态猪肉安全生产与加工特性研究[D]. 大连: 大连工业大学, 2012.
- [11] KENNEDY O B, STEWART-KNOX B J, MITCHELL P C, et al. Flesh colour dominates consumer preference for chicken[J]. Appetite, 2005, 44(2): 181-186.
- [12] 王永辉, 马佃珍. 肌肉颜色变化的机理及其控制方法初探[J]. 肉类工业, 2006(4): 418-421.
- [13] BALIEY A J, LIGHT N D. Connective tissue in meat and meat products[M]. London: Elsevier Applied Science, 1989: 155-157.
- [14] BRUNTON N P, LYNG J G, ZHANG L, et al. The use of dielectric properties and other physical analyses for assessing protein denaturation in beef biceps femoris muscle during cooking from 5 to 85°C[J]. Meat Sci, 2006, 72(2): 236-244.
- [15] 孙京新, 周光宏, 罗欣, 等. PSE(白肌)、RFN(正常)、DFD(黑干) 3 种质量猪肉冷藏期间的肉色稳定性[J]. 食品与发酵工业, 2009, 35(4): 166-169.
- [16] 陈玉连. 817 肉杂鸡、AA 肉鸡和海兰褐蛋鸡的加工特性研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2016.
- [17] 方红美, 陈从贵, 马力量, 等. 大豆分离蛋白及超高压对鸡肉凝胶色泽、保水和质构的影响[J]. 食品科学, 2008, 29(10): 129-132.
- [18] MORTENSEN M, ANDERSEN H J, ENGELSEN S B, et al. Effect of freezing temperature, thawing and cooking rate on water distribution in two pork qualities[J]. Meat Sci, 2006, 72(1): 34-42.
- [19] 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.
- [20] 展跃平. 苏牧鸭与樱桃谷鸭、番鸭的屠宰性状及肉质特性比较研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2006.
- [21] 李超, 徐为民, 王道营, 等. 加热过程中肉嫩度变化的研究[J]. 食品科学, 2009, 30(11): 262-265.
- [22] 呼红梅, 王彦平, 张印, 等. 猪肌肉嫩度测定方法的改进[J]. 养猪, 2014(3): 61-64.
- [23] 杨玉娥, 李法德, 孙玉利, 等. 加热方式对猪里脊肉肉质特性的影响[J]. 农业机械学报, 2007, 38(11): 60-64.
- [24] 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.
- [25] 孙彩玲, 田纪春, 张永祥, 等. 质构仪分析法在面条品质评价中的应用[J]. 实验技术与管理, 2007, 24(12): 40-43.
- [26] MONTERO P, HURTADO J L, PEREZ-MATEOS M. Microstructural behaviour and gelling characteristics of myosystem protein gels interacting with hydrocolloids[J]. Food Hydrocolloids, 2000, 14(5): 455-461.
- [27] 孙皓, 徐幸莲, 王鹏. 鸡肉类 PSE 肉与正常肉流变、质构特性的比较[J]. 食品与发酵工业, 2013, 39(5): 194-199.
- [28] 张玉伟, 罗海玲, 贾慧娜, 等. 肌肉系水力的影响因素及其可能机制[J]. 动物营养学报, 2012, 24(8): 1389-1396.
- [29] 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.
- [30] 吴兵, 张立彦. 加热对三黄鸡腿肉特性的影响研究[J]. 食品工业科技, 2011, 32(5): 108-112.
- [31] MA H J, LEDWARD D A. High pressure/thermal treatment effects on the texture of beef muscle[J]. Meat Sci, 2004, 68(3): 347-355.
- [32] LORENZO J M, CITTADINI A, MUNEKATA P E, et al. Physicochemical properties of foal meat as affected by cooking methods[J]. Meat Sci, 2015, 108: 50-54.
- [33] 田旭, 何航, 揭晓蝶, 等. 不同煮制时间对猪肉品质及营养成分的影响[J]. 肉类工业, 2018(6): 25-29.