

性别对猪肉品质特性的影响

张 远^{1,2}, 赵改名^{1,*}, 黄现青¹, 王玉芬², 谢 华², 柳艳霞¹, 孟庆阳², 樊付民²
(1.河南农业大学食品科学技术学院, 河南省肉制品加工与质量安全控制重点实验室, 河南 郑州 450002;
2.双汇集团技术中心, 河南 漯河 462003)

摘 要: 以去势公猪和母猪的背最长肌为材料, 测定其理化指标, 研究性别对猪肉品质特性的影响。结果表明: 性别对猪肉的品质特性有明显影响。与母猪背最长肌的水分含量(75.16%)相比, 去势公猪背最长肌的水分含量(74.40%)偏低; 而去势公猪背最长肌的脂肪含量是母猪的2.5倍左右; 宰后pH₂₄值为5.85, 相对母猪肉pH₂₄5.66较高; 保水性较好; 但其红度值为0.52, 相对母猪肉红度值0.92较小; 蒸煮损失为24.05%, 相对母猪肉蒸煮损失21.76%较大; 嫩度较差, 去势公猪肉剪切力为5.10 kg, 而母猪肉剪切力为3.79 kg。综合各项指标得出, 去势公猪肉较宜于加工优质生鲜肉产品, 但应注意改善产品的色泽和嫩度; 而母猪肉由于在蒸煮损失和嫩度方面占优, 较宜于加工灌肠等肉制品。

关键词: 性别; 猪肉; 品质特性

Effect of Gender on Pork Quality Attributes

ZHANG Yuan^{1,2}, ZHAO Gai-ming^{1,*}, HUANG Xian-qing¹, WANG Yu-fen², XIE Hua², LIU Yan-xia¹, MENG Qing-yang², FAN Fu-min²
(1. Key Laboratory for Meat Processing and Quality Safety Control of Henan Province, College of Food Science and Technology, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China; 2. Shineway Group Technical Research Center, Luohe 462003, China)

Abstract: In order to explore the effect of gender on pork quality attributes, the physicochemical properties of *longissimus dorsi* muscle of barrows and gilts were determined. The results showed that gender obviously affected pork quality attributes. The water content of *longissimus dorsi* muscle of barrows was lower than that of gilts (74.40% vs. 75.16%), but its fat content was approximately 2.5 times higher than that of gilts. *longissimus dorsi* muscle of barrows had higher pH at 24 h post-mortem (5.85 vs. 5.66) and better water-holding capacity, but lower redness (0.52 vs. 0.92), higher cooking loss (24.05% vs. 21.76%) and poorer tenderness (Warner-Brazier shearing force, 5.10 kg vs. 3.79 kg) than that of gilts. Taking all these indicators into consideration, the meat of barrows is more suitable for the processing of high-quality chilled meat, but its color and tenderness should be improved. In addition, the meat of gilts is more suitable for meat products such as sausages because of less cooking loss and better tenderness.

Key words: gender; pork; quality attributes

中图分类号: TS251.5

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2014)07-0048-05

doi:10.7506/spkx1002-6630-201407010

多年的生产实践和研究结果表明, 不同性别的猪其生长性能、饲料转化率和胴体品质等均有明显差异, 如发情期对猪生长性能的影响, 公母猪平均日增体质量、屠宰率、瘦肉率、背膘厚的差异等^[1-2]。这些研究为提高猪的生长性能、改善猪胴体品质提供了理论依据。以往对生猪生产性能过多的追求和关注, 导致了对猪肉本身品质研究和控制的缺失^[3]。随着消费者对猪肉品质的要求越来越高, 在注重不同性别猪肉生长性能和胴体品质研究的同时, 加强其对猪肉品质影响的研究以满足消费者的需求变得日益重要。

国内外有关不同性别猪肉品质特性的研究还相对较少, 且尚无统一结论。郭建凤等^[2]报道了性别对配套系商品猪生长性能及胴体品质影响, 发现性别对猪的生长肥育性能和胴体性能有显著的影响, 而对猪肉品质影响不明显; Renaudeau等^[4]报道, 不论何品种, 母猪都比公猪更瘦, 而性别对其他指标无显著影响; Jeremiah等^[3]研究了4个品种、3种性别和不同氟烷基基因型对猪肉的品质、蒸煮损失和适口性等指标的影响, 结果显示品种对猪肉品质的影响最大, 而性别对其影响较小; Latorre等^[5]报道了性别对猪只生产性能、胴体品质和猪肉品质的影响,

收稿日期: 2013-03-11

基金项目: 国家公益性行业(农业)科研专项(200903012-04)

作者简介: 张远(1988—), 男, 硕士研究生, 研究方向为肉制品加工与质量控制。E-mail: zhangyuan0321@126.com

*通信作者: 赵改名(1965—), 男, 教授, 博士, 研究方向为肉制品加工与质量控制。E-mail: gmzhao@126.com

结果表明,母猪的生产性能较优,公猪阉割后比母猪更肥,肉色更深。不难发现,这些研究大多集中于性别对猪日增质量、屠宰率、瘦肉率和背膘厚等生产性能以及胴体品质的影响,对关乎猪肉感官品质和加工性能的相关研究较少,系统性较差;同时,这些研究在实验样品的选取和生猪的养殖环境等方面存在诸多不确定性,研究结果可比性较差。为此,本实验从实际生产出发,选择生产上常见的去势公猪和母猪,对比研究不同性别猪肉理化特性、颜色、保水性、加热性能和嫩度等品质特性的差异,为生鲜肉和肉制品的生产加工提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

选取同一猪场,相同饲养条件下170日龄的自产杜大长三元杂交母猪、去势公猪各12头,静养24 h,毛猪体质量均为 (98 ± 2) kg,白条质量 (72 ± 2) kg,分别根据实验要求,按正常生产工艺进行屠宰,宰后冷却16 h取背最长肌进行分析。

标准缓冲液试剂包(pH 4.00、6.88)、NaOH、KCl、乙醇、乙醚、石油醚、浓硫酸、浓盐酸、硼酸等均为分析纯。

1.2 仪器与设备

Kjeltec 2300凯氏定氮仪 丹麦Foss公司; CM-2600d色差计 日本柯尼卡美能达公司; Warner-Brazier剪切仪 美国G-K公司; TESTO 177-T4电子温度记录仪 德国德图集团公司; YYW-2型无侧限土壤压缩仪 江苏南京土壤仪器有限公司; PHS-3C型实验室pH计 上海今迈仪器仪表公司。

1.3 方法

1.3.1 水分、蛋白质、脂肪含量的测定

水分含量的测定按照GB9695.15—2008《肉与肉制品水分含量的测定》的直接干燥法进行;蛋白质含量的测定按照GB5009.5—2010《食品中蛋白质含量的测定》的凯氏定氮法并使用自动凯氏定氮仪进行测定;脂肪含量的测定按照GB9695.7—2008《肉与肉制品 总脂肪含量的测定》方法进行。

1.3.2 pH值的测定

pH值的测定按照GB/T 9695.5—2008《肉与肉制品pH测定》方法进行。

1.3.3 色泽的测定

参考刘雯雯等^[9]的方法进行修改,取样后将肉样置于0~4℃冰箱放置,宰后24 h时使用色差计测定其色差。测定前将样品取出,切取肉样厚度为2.0 cm,用透氧保鲜膜包裹,放于4℃冰箱中30~60 min,取出后在室内正常光线下,选取5个点对肉样鲜切面进行测定。

1.3.4 冻藏损失

将实验样品(取整块背最长肌修整为40 cm×8 cm×4 cm的相同规格)放入-18℃的冻库中冻藏72 h,记录样品入库时质量 m_1 和出库时质量 m_2 ,并用公式(1)计算其冻藏损失。

$$X_1/\% = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad (1)$$

式中: X_1 为冻藏损失/%; m_1 为样品入库时质量/kg; m_2 为出库时质量/kg。

1.3.5 解冻损失

将经上述经过冻藏的样品取出,在16~18℃条件下自然解冻24 h,记录解冻前后质量 m_1 和 m_2 ,用公式(2)计算解冻损失。

$$X_1/\% = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad (2)$$

式中: X_1 为解冻损失/%; m_1 为样品解冻前质量/kg; m_2 为解冻后质量/kg。

1.3.6 滴水损失

参考柳艳霞等^[7]的方法进行测定,将宰后24 h的肉样修整为5 cm×3 cm×2 cm的肉片,然后称质量(m_1),放置于充气的包装袋中。用细铁丝钩住肉样一端,保持肉样垂直向下,不接触食品袋,扎紧袋口,悬吊于冰箱冷藏层,保存24 h,取出肉样,用洁净滤纸轻轻拭去肉样表层汁液后称质量(m_2),按公式(3)计算滴水损失。

$$X_1/\% = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad (3)$$

式中: X_1 为滴水损失/%; m_1 为样品处理前质量/g; m_2 为24 h后的质量/g。

1.3.7 加压损失

参考余小领等^[8]的方法进行修改,切取1.0 cm厚的薄片,再用直径2.523 cm的圆形取样器(圆面积为5.0 cm²)切取中心部肉样。将切取的肉样用分析天平称质量(m_1),然后将肉样置于两层纱布间,上、下各垫18层滤纸(中性滤纸)。滤纸外各垫一块书写用硬质塑板。然后放置于YYW-2型无侧限土壤压缩仪上,用匀速摇动摇把加压至35 kg,并在35 kg下保持5 min,撤出压力后立即称量肉样质量(m_2),按公式(4)计算加压损失。

$$X_1/\% = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad (4)$$

式中: X_1 为加压损失/%; m_1 为加压前样品质量/g; m_2 为加压后样品质量/g。

1.3.8 蒸煮损失

参考NY/T 1080—2006《肉嫩度的测定 剪切力测定法》样品前处理的方法。取肉样长宽高不小于6 cm×3 cm×3 cm的整块肉样,剔除表面的筋、腱、膜

及脂肪。取中心温度为0~4℃的肉样称质量并记录质量 m_1 ，用包装袋包裹，排除空气并密封好，放入80℃恒温水浴锅中加热，用TESTO 177-T4电子温度记录仪测定肉样中心温度，中心温度达70℃时，记录所需时间（用于测定加热速率），然后将肉样取出冷却至中心温度为0~4℃，用滤纸轻轻擦干肉块表面称量质量 m_2 ，按公式（5）计算蒸煮损失。

$$X_1/\% = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad (5)$$

式中： X_1 为蒸煮损失/%； m_1 为样品蒸煮前质量/g； m_2 为蒸煮后的质量/g。

1.3.9 加热速率

加热速率反映的是不同猪肉加热性能的差异，参考李秀芝等^[9]的测定方法进行修改，表示为单位时间内单位质量的肉在80℃水浴中，中心温度达到70℃的过程中所升高的温度。按公式（6）计算加热速率。

$$V_m = \frac{T - T_0}{t/m} \quad (6)$$

式中： V_m 为加热速率/（℃·g/s）； T 为70℃； T_0 为0℃； t 为试样从 T_0 加热到 T 所需时间：即为测定蒸煮损失时记录的时间/s； m 为样品质量/g。

1.3.10 嫩度测定

嫩度测定按照NY/T 1080—2006《肉嫩度的测定 剪切力测定法》肉嫩度的测定剪切力法进行测定。

1.4 数据处理与分析

实验数据使用Excel 2003和SPSS 13.0统计分析软件的独立样本 t 检验进行处理分析。

2 结果与分析

2.1 性别对猪肉营养成分的影响

表1 性别对猪肉营养成分和pH值的影响（ $\bar{x} \pm s$, $n=2$ ）

指标	水分含量/%	蛋白质含量/%	脂肪含量/%	pH ₂₄
母猪	75.16±0.09	22.35±0.07	1.00±0.07	5.66±0.02
去势公猪	74.40±0.33	22.35±0.12	2.50±0.19**	5.85±0.01**

注：*与母猪相比，差异显著（ $P < 0.05$ ）；**与母猪相比，差异极显著（ $P < 0.01$ ）。下同。

水分含量、蛋白质含量和脂肪含量等不仅表征了猪肉营养价值的基本状况，而且对其品质和加工性能均有重要影响。由表1可见，去势公猪背最长肌的蛋白质含量与母猪相同，水分含量低于母猪，而脂肪含量极显著高于母猪（ $P < 0.01$ ）（且前者为后者的2.5倍），这与郭建凤^[2]、Renaudeau^[4]、Latorre^[5]等的研究结果一致。Friesen^[10]、Jaturasitha^[11]、Lafontan^[12]等的研究也都表明去

势公猪肌内脂肪含量比母猪更高。这可能是由于母猪本身的脂肪合成活力较弱，脂肪合成量小^[13]；并且母猪受雌激素的影响，脂肪氧化途径中关键酶的活性变大，脂肪的分解加强^[14]。而去势公猪自身脂肪合成活力较强，脂肪合成量大，同时去势降低了公猪肌肉中 α_2 -受体诱导的脂肪分解，使得脂肪能够较多的沉积在肌肉中^[12]。

去势公猪的脂肪含量高于母猪，对生鲜肉而言，其大理石花纹更为丰富，对产品进行精细分级时有助于提高产品价值；对烤肉、熏烤火腿等肉制品而言，有助于提高产品的多汁性和口感。鉴于这些差异是进行精细化生产必须要研究的内容，因此，在生鲜肉和肉制品生产中，可以根据需要对不同性别的猪肉进行区分、分级，并根据其特点有针对性、有目的性的来进行不同类型产品的生产。

2.2 性别对猪肉pH值的影响

pH值是反映猪肉生化变化的重要指标，对猪肉的颜色、保水性有很大影响。从表1可见，经过正常屠宰和冷却工艺，宰后24h去势公猪的pH值极显著高于母猪（ $P < 0.01$ ），这与Larzul^[15]、Alonso^[16]等报道的结果一致。宰后猪肉内部发生无氧糖酵解产生乳酸，乳酸积累使得猪肉pH值下降。由于去势公猪体内缺乏睾丸激素，宰后肌内钙离子水平较低，其代谢速率低，糖原代谢较母猪弱^[17]；另一方面，去势公猪肌肉中参与糖酵解过程的蛋白质和酶相对更少，糖酵解过程相对缓慢，不会造成乳酸快速积累^[17]，因此，宰后24h去势公猪肌肉中乳酸的含量显著低于母猪^[17]，pH值显著高于母猪。由于母猪宰后24h糖酵解过程较为剧烈，pH值下降较快，易导致猪肉品质变差，所以，生产中应采取相应措施，优化屠宰加工工艺，避免母猪肉的pH值下降过快。

2.3 性别对猪肉颜色的影响

表2 性别对猪肉颜色的影响

Table 2 Effect of gender on the color of pork

指标	L	a	b	ΔE
母猪	55.54±0.21	0.92±0.05	9.48±0.12	45.03±0.22
去势公猪	53.63±0.06**	0.52±0.12*	8.37±0.20**	46.67±0.10**

猪肉的颜色和外观是消费者购买产品的第一判断，因此保持生鲜肉和肉制品良好的色泽和外观十分重要。表现母猪和去势公猪肌肉颜色的 L 、 a 、 b 、色差值（ ΔE ）等各指标的大小规律不一致，由表2可见，母猪肉的 L 、 b 值极显著高于去势公猪（ $P < 0.01$ ）， a 值显著高于去势公猪（ $P < 0.05$ ）， ΔE 极显著低于去势公猪（ $P < 0.01$ ），去势公猪肉的亮度和黄度较高，但红度较低，这与Latorre^[5]、Alonso^[16]等的研究结果一致。母猪肉的亮度较高因其宰后pH值较低，肌肉较易出水，导致测定时肌肉亮度较高，Channon等^[18]的研究也证明了这一

点。母猪肉的红度较高可能是由于其肌红蛋白含量^[19]及铁结合蛋白含量较高^[17], 宰后24 h线粒体呼吸受冷却的影响较小, 其氧合肌红蛋白含量更高^[20]造成的。

由此可见, 受pH值和保水性等因素的影响, 去势公猪肉的颜色比母猪肉更深, 但红度相对较低, 在生产中应采取一定措施提高红度使其生鲜肉颜色更优; 对母猪肉而言, 由于母猪肌红蛋白、铁结合蛋白和氧合肌红蛋白的含量更高, 其颜色相对更红, 只要生产中采取合理的措施保持母猪肌肉良好的pH值和保水性, 就能使母猪肌肉的颜色得到改善。

2.4 性别对猪肉保水性的影响

保水性是指当肌肉受到外力, 例如加压、切碎、加热、冷冻、冻融、贮存、加工等作用时, 保持水分的能力。对于肉类企业, 较低的保水性意味着较大的经济损失; 对消费者来说保水性影响猪肉的感官品质。因此, 良好的保水性对于肉类企业和消费者都具有十分重要的意义^[8]。本实验从冻藏损失、解冻损失、滴水损失、加压损失和蒸煮损失等5个方面来研究性别对猪肉保水性的影响。

表3 性别对猪肉保水性的影响

Table 3 Effect of gender on water-holding capacity of pork

指标	冻藏损失/%	解冻损失/%	滴水损失/%	加压损失/%	蒸煮损失/%
母猪	1.77±0.01	5.45±0.50	1.88±0.19	26.91±0.94	21.76±0.69
去势公猪	1.17±0.12**	3.70±0.26*	1.50±0.10	24.32±0.44	24.05±0.39*

冻藏损失表示猪肉在冻藏过程中因冰晶升华造成的水分损失, 解冻损失表示猪肉解冻过程中的汁液损失。从表3可见, 母猪肉的冻藏损失极显著高于去势公猪肉 ($P<0.01$), 解冻损失显著高于去势公猪肉 ($P<0.05$)。在冻藏和解冻条件相同的情况下, 母猪肉和去势公猪肉水分损失的不同与其脂肪含量的差异有很大的关系, 由于去势公猪肉的脂肪含量显著高于母猪肉, 脂肪使肌肉的纤维结构较为松散, 因而能保持更多的水分; 同时, 脂肪含量高时水分的绝对量少, 易浸出流失的水相对变少。当脂肪冷却凝固时, 肌肉的紧实性增加, 改善了肌肉的系水力, 因此其冻藏损失和解冻损失较母猪肉小。冻藏损失和解冻损失反映了猪肉在冻藏和解冻过程中汁液损失的情况, 与实际生产关系密切, 因此加强对冻藏和解冻过程的研究、采取措施减少母猪肉在冻藏和解冻过程中的损失, 不仅能降低成本、提高经济效益, 还能保证猪肉原料品质, 提高产品质量。

滴水损失表示猪肉在自然冷却状态下的汁液损失。母猪肉的滴水损失呈现出高于去势公猪肉的趋势, 但差异不显著。Unruh^[21]、Beattie^[22]等的研究也表明母猪肉的滴水损失高于去势公猪肉。可能的原因是去势公猪宰后代代谢缓慢^[17]、pH值较高, 蛋白质结构相对完整, 系水力强; 同时, 较高的脂肪含量也在一定程度上提高了猪肉的系水力, 因此, 在自然冷却状态下去势公猪肉的滴水

损失较小。滴水损失对生鲜肉的品质影响较大, 因此在实际生产中对母猪的生鲜肉产品应采取一定措施尽量减少其滴水损失。

加压损失表示猪肉在压力作用下保持水分的能力。母猪肉的加压损失呈现高于去势公猪肉的趋势, 但差异不显著。从表3可见, 二者在外力作用下汁液流失都较大, 因此在运输、贮藏和加工时, 应通过降低生鲜肉堆叠高度、减少外压作用等措施, 降低产品的加压损失。

蒸煮损失表示猪肉在加热蒸煮过程中汁液损失的多少, 与实际生产紧密相关, 对熟肉产品的经济效益和感官品质影响很大。母猪肉的蒸煮损失显著低于去势公猪肉 ($P<0.05$), 这与Beattie^[22]、Malmfors^[23]等的研究结果一致。可能是因为去势公猪肌肉的脂肪含量和能防止变性蛋白积聚的小分子热休克蛋白含量更高^[24], 在加热过程中母猪的蛋白变性后积聚作用较强在一定程度上起到了防止汁液流失的作用。另外, 去势公猪肉的脂肪含量较高, 在加热过程中较易流失也是造成其蒸煮损失大的原因。因此, 去势公猪肉在加热时应采取一定措施防止过大的蒸煮损失。

2.5 性别对猪肉加热性能的影响

表4 性别对猪肉加热性能和嫩度的影响

Table 4 Effect of gender on heating performance and tenderness of pork

指标	加热速率/ (°C · g) /s)	剪切力/kg
母猪	4.03±0.40	3.79±0.28
去势公猪	4.87±0.07	5.10±0.55

加热是肉制品生产过程中的关键环节, 不同的加热方式和加热时间使肉类蛋白质发生不同程度的变性和降解, 从而改变了肉的持水力、嫩度、质构, 产生不同品质的产品。由表4可知, 在加热性能方面, 去势公猪肉的加热速率略高于母猪肉, 但差异不显著。去势公猪肌肉中能增加运动和氧化应力、防止变性蛋白积聚的小分子热休克蛋白HSP27和 α -b-晶状体球蛋白含量较高^[24-25], 因此在加热过程中热量的传递更快, 但由于去势公猪肌肉脂肪含量较高, 而脂肪又有一定的热缓冲作用, 可能是造成去势公猪和母猪肌肉加热速率差异不显著的原因。但实际生产中对猪肉加热性能的研究对确定最佳加热参数、最优加工工艺以及进行精细化生产都有非常重要的意义。

2.6 性别对猪肉嫩度的影响

肉的嫩度是评价肉品质的最重要的指标之一, 嫩度对消费者的购买趋向起着重要的作用。从表4可见, 母猪肉的嫩度略优于去势公猪肉, 但差异不显著。Ellis^[26]、Channon^[18]、Barton^[13]等的研究也表明母猪肉比去势公猪更嫩。可能的原因是去势公猪中与肌肉收缩相关的蛋白含量较母猪更高^[17], 在加热过程中蛋白质更易发生收缩

导致其嫩度下降;另外由于去势公猪缺乏睾丸激素,宰后肌内钙离子水平较低^[17],钙蛋白酶的活性受到影响,使其嫩度较低。因此,在实际生产中采取措施改善去势公猪肉的嫩度对提升其品质非常必要。

3 结论

与母猪肉相比,去势公猪肉的水分含量较低,脂肪含量较高(是母猪肉的2.5倍),宰后24 h pH值较高(5.85)、肌肉颜色较深、保水性较好,但其a值较低(0.52)、蒸煮损失较大(24.05%)、嫩度较差(剪切力为5.10 kg)。母猪肌肉的a值较大(0.92),蒸煮损失较小(21.76%),嫩度较高(剪切力为3.79 kg),但其宰后24 h的pH值较低(5.66),保水性较差。研究结果表明,去势公猪肉较宜于加工优质生鲜肉产品,但应注意改善产品的色泽和嫩度;而母猪肉由于在蒸煮损失和嫩度方面占优,较宜于加工灌肠等肉制品。

去势公猪和母猪背最长肌各项指标的分析结果表明,不同性别猪肉品质和加工特性有明显差异,但去势公猪肉和母猪肉品质各有特点,在生鲜肉和肉制品的生产过程中有必要将不同性别的猪肉分开处理,进行精细化的生产、加工和分级,并针对其各自特点取长补短,采取针对性的措施提高猪肉和肉制品的品质。如生产中,对于去势公猪肉可以通过猪肉大理石花纹的差异对生鲜肉产品进行分级以提升其价值;采用气调包装来改善去势公猪生鲜肉的颜色;调整配方或优化工艺减少其蒸煮损失;选择合适的工艺改善其嫩度等,使其品质更加优良。对于母猪肉可以通过优化宰前宰后屠宰分割工艺,减少应激和PSE肉的发生;从蛋白质和酶的角度对母猪肉宰后成熟过程进行深入的研究并采取相应改善措施,使母猪肉宰后保持较高的pH值、保水性和较好的颜色,进而提高其猪肉品质。

参考文献:

- [1] SERRANO M P, VALENCIA D G, FUENTETAJA A, et al. Effect of castration on productive performance, carcass characteristics and meat quality of Iberian pig females reared under intensive management systems[J]. *Livestock Science*, 2009, 123: 147-153.
- [2] 郭建凤, 武英, 王继英, 等. 性别对配套系商品猪生长性能及胴体肉品质影响[J]. *西南农业学报*, 2008, 21(5): 1409-1411.
- [3] JEREMIAH L E, GIBSON J P, GIBSON L L. The influence of breed, gender, and PSS (Halothane) genotype on meat quality, cooking loss, and palatability of pork[J]. *Food Research International*, 1999, 32: 59-71.
- [4] RENAUDEAU D, MOUROT J. A comparison of carcass and meat quality characteristics of Creole and Large White pigs slaughtered at 90 kg BW[J]. *Meat Science*, 2007, 76(1): 165-171.
- [5] LATORRE M A, LÁZARO R, GRACIA M I, et al. Effect of sex and terminal sire genotype on performance, carcass characteristics, and meat quality of pigs slaughtered at 117 kg body weight[J]. *Meat Science*, 2003, 65(4): 1369-1377.
- [6] 刘雯雯. 饲料添加有机硒和VE对育肥猪生产性能、肉质和抗氧化力的影响[D]. 成都: 四川农业大学, 2008: 26-27.
- [7] 柳艳霞, 孙灵霞, 赵改名, 等. 玉米变性淀粉与蔗糖脂肪酸酯对冷却肉的保水作用研究[J]. *食品科学*, 2009, 30(23): 127-130.
- [8] 余小颖, 李学斌, 陈会. 猪肉色泽和保水性的相关性研究[J]. *食品科学*, 2009, 30(23): 44-46.
- [9] 李秀芝, 王冉冉, 宋占华, 等. 猪肋排骨通电加热过程加热速率及电导率[J]. *农业工程学报*, 2010, 26(6): 375-379.
- [10] FRIESEN K G, NELSEN J L, UNRUH J A, et al. Effects of the interrelationship between genotype, sex and dietary lysine on growth performance and carcass composition in finishing pigs fed to either 104 or 127 kg[J]. *Journal of Animal Science*, 1994, 72: 946-954.
- [11] JATURASITHA S, KAMOPAS S, SUPPADIT T, et al. The effect of gender of finishing pigs slaughtered at 110 kg on performance and carcass and meat quality[J]. *Science Asia*, 2006, 32: 297-305.
- [12] LAFONTAN M, BERLAN M. Fat cell α_2 -adrenoreceptors: the regulation of fat cell function and lipolysis[J]. *Endocrine Reviews*, 1995, 16: 716-738.
- [13] BARTON-GADE P A. Meat and fat quality in boars, castrates and gilts[J]. *Livestock Production Science*, 1987, 16: 187-196.
- [14] CAMPBELL S E, FEBBRAIO M A. Effect of ovarian hormones on mitochondrial enzyme activity in the fat oxidation pathway of skeletal muscle[J]. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 2001, 281: 803-808.
- [15] LARZUL C, LEFAUCHEUR L, ECOLAN P, et al. Phenotypic and genetic parameters for *longissimus* muscle fiber characteristics in relation to growth, carcass and meat quality traits in Large White pigs[J]. *Journal of Animal Science*, 1997, 75: 3127-3137.
- [16] ALONSO V, DEL MAR CAMPO M, ESPAÑOL S, et al. Effect of crossbreeding and gender on meat quality and fatty acid composition in pork[J]. *Meat Science*, 2009, 81(1): 209-217.
- [17] KWASIBORSKI A, SAYD T, CHAMBON C, et al. Pig *longissimus lumborum* proteome: Part I. Effects of genetic background, rearing environment and gender[J]. *Meat Science*, 2008, 80(4): 968-981.
- [18] CHANNON H A, KERR M G, WALKER P J. Effect of Duroc content, sex and ageing period on meat and eating quality attributes of pork loin[J]. *Meat Science*, 2004, 66: 881-888.
- [19] WARRISS P D, BROWN S N, ADAMS S J M, et al. Variation in haem pigment concentration and colour in meat from British pigs[J]. *Meat Science*, 1990, 28(4): 321-329.
- [20] CORNFORTH D P, EGBERT W R, SISSON D V. Effects of low temperature and increased oxygen concentration on color of intact prerigor muscle[J]. *Journal of Food Science*, 1985, 50(4): 1021-1024.
- [21] UNRUH J A, FRIESEN K G, STUEWE S R, et al. The influence of genotype, sex, and dietary on pork sub-primal cut yields and carcass quality of pigs fed to either 104 or 127 kilograms[J]. *Journal of Animal Science*, 1996, 74: 1274-1283.
- [22] BEATTIE V E, WEATHER UP R N, MOSS B W, et al. The effect of increasing carcass weight of finishing boars and gilts on joint composition and meat quality[J]. *Meat Science*, 1999, 52: 205-211.
- [23] MALMFORS B, NILSSON R. Meat quality traits of boars in comparison with castrates and gilts[J]. *Swedish Journal of Agricultural Research*, 1978, 8: 209-217.
- [24] NEUFER P D, BENJAMIN I J. Differential expression of α -b-crystallin and HSP27 in skeletal muscle during continuous contractile activity[J]. *Journal of Biological Chemistry*, 1996, 271(39): 24089-24095.
- [25] THOMPSON H S, MAYNARD E B, MORALES E R, et al. Exercise-induced HSP 27, HSP 70 and MAPK responses in human skeletal muscle[J]. *Acta Physiologica Scandinavica*, 2003, 178(1): 61-72.
- [26] ELLIS M, LYMPANY C, HALEY C A, et al. The eating quality of pork from Meishan and Large White pigs and their reciprocal crosses[J]. *Animal Science*, 1995, 60(1): 125-131.