

# 北京黑猪的肉质特性研究

任琳, 张春江\*, 赵冰, 申思, 刘世永

(北京食品科学研究院, 中国肉类食品综合研究中心, 北京 100068)

**摘要:** 通过对北京黑猪肉的食用品质、营养品质和加工品质等肉质特性的检测分析, 考察黑猪肉品质与普通猪肉品质的差异。结果表明: 黑猪肉的色泽  $a$  值为  $5.85 \pm 1.63$ , 熟肉率为  $(75.79 \pm 1.85)\%$ , 剪切力为  $(5638 \pm 64.20)\text{N}$ ; 每千克黑猪五花肉中矿物质元素 Ca、Mg、Zn、Cu 的含量为 16.9、85.9、11、0.35 mg/kg。饱和脂肪酸( $\text{C}_{14:0}$ 、 $\text{C}_{16:0}$ 、 $\text{C}_{18:0}$  和  $\text{C}_{20:0}$ )总量约占全部脂肪总量的 42.24%、油酸占 46.64%; 背最长肌中必需氨基酸总量(EAA)为 9.42 g/100g, 非必需氨基酸总量(NEAA)为 12.82 g/100g, 氨基酸总量(TAA)为 22.23 g/100g, EAA/TAA 为 42.35%, EAA/NEAA 为 73.46%。黑猪肉色较普通猪肉稍红, 具有较高熟肉率, 剪切力大小适中, 含有多种矿物质元素和维生素, 氨基酸和脂肪酸含量丰富, 营养较为均衡, 是具有重要开发价值的肉类品种。

**关键词:** 北京黑猪; 肉质特性; 维生素; 氨基酸; 脂肪酸

## Meat Quality Characteristics of Beijing Black Pigs

REN Lin, ZHANG Chun-jiang\*, ZHAO Bing, SHEN Si, LIU Shi-yong

(China Meat Research Center, Beijing Academy of Food Sciences, Beijing 100068, China)

**Abstract:** According to national standard methods, meat quality characteristics including eating quality, nutritional quality and technological quality of Beijing black pigs were determined to analyze the difference between the meat of the pig breed and common pork. The results showed that the color score of black pigs' meat was  $5.85 \pm 1.63$ , the cooked meat percentage  $(75.79 \pm 1.85)\%$ , and the shear force  $(5638 \pm 64.20)\text{N}$ . The contents of mineral elements such as Ca, Mg, Zn and Cu were 16.9, 85.9, 11 mg/kg and 0.35 mg/kg, respectively. The saturated fatty acids ( $\text{C}_{14:0}$ ,  $\text{C}_{16:0}$ ,  $\text{C}_{18:0}$  and  $\text{C}_{20:0}$ ) and unsaturated fatty acids were 42.24% and 46.64%, respectively. The essential, non-essential, and total amino acids were 9.42, 12.82 g/100 g and 22.23 g/100 g, respectively. In addition, the EAA/TAA and EAA/NEAA were 42.35% and 73.46%, respectively. In conclusion, the color of black pigs' meat is redder than that of common pork. The meat of the pig breed with good cooked meat percentage and shear force as well as rich in mineral elements, vitamin, amino acids and fatty acids, has great potential for the exploitation of meat with high economic value.

**Key words:** Beijing black pigs; meat quality; vitamin; amino acids; fatty acids

中图分类号: TS251.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2011)23-0043-04

北京黑猪是我国培育优良的肉用猪种之一, 其被毛全黑, 体型中等, 生长速度适中, 能大量沉积蛋白质, 形成瘦肉, 胴体细致, 骨量较小, 膘厚适度, 瘦肉率可达 57%~58%, 脂肪洁白, 瘦肉鲜红, 纹理细致, 肉面干爽, 大理石纹均匀而丰富, 系水力良好, 无 PSE (pale, soft, exudative) 和 DFD (dark, firm, dry) 肉。北京黑猪在很大程度上综合了国内外猪种的优良种性, 将中国猪种的耐粗饲能力、早熟多产的繁殖优势、肉质香嫩的特点与欧美猪种体型大、生长快、瘦肉率高的特点揉和在一起, 尤其是其肌内脂肪含量达 3% 以

上, 肉的风味浓郁芳香<sup>[1-3]</sup>。

通常认为肉类的品质特性包括<sup>[4-6]</sup>: 1) 食用品质, 如色泽、嫩度、风味、多汁性; 2) 营养品质, 如水分、蛋白质、脂肪、维生素、矿物质、碳水化合物的含量和脂肪酸的组成及存在形式; 3) 技术品质或加工品质, 如肉的僵直、解僵、冷收缩、热收缩等状态、系水力、pH 值、蛋白质变性程度、结缔组织含量、抗氧化能力; 4) 安全品质或卫生品质, 如肉的腐败与酸败程度、致病微生物及其毒素含量、药物、农药和重金属残留量等。

收稿日期: 2011-08-10

基金项目: 质检公益性行业科研专项(201110209); 科技部农业科技成果转化资金项目(2010GB2T010705)

作者简介: 任琳(1981—), 女, 工程师, 硕士, 研究方向为肉类食品安全。E-mail: renlin7684@sina.com

\* 通信作者: 张春江(1976—), 男, 高级工程师, 博士, 研究方向为肉品科学与技术标准。E-mail: Chjiang1976@126.com

本实验研究以北京黑猪肉为研究对象,检测分析黑猪肉质的颜色、质构、熟肉率、矿物质元素、维生素、重金属含量、氨基酸含量以及脂肪酸含量等品质指标,探究黑猪肉质优良的特点,旨在为黑猪熟肉制品的深加工提供技术支持。

## 1 材料与方

### 1.1 材料、试剂与仪器

北京黑猪肉、普通猪肉购于北京大型超市。

标准脂肪酸混合物、氨基酸标准品 美国 Sigma 公司; 茚三酮溶液、氢氧化钠、甲醇、三氟化硼、异辛烷、无水硫酸钠、氯化钠、浓盐酸、苯酚、柠檬酸钠均为分析纯 北京化学试剂公司。

HS-6 型恒温水浴锅 河北省虹宇仪器设备有限公司; 法国 KZMO 热电偶温度仪 深圳市熙源泰科技有限公司; TA-XT Plus 型质构仪 英国 Stable Micro Systems 公司; XR-2000 型封口机 山东济南旭日包装机械设备有限公司; HZY-B300 型电子天平 上海勤酬实业有限公司; CR-400 型色差计 日本日立公司; GC2010 型气相色谱仪 日本岛津公司; L-8900 型氨基酸自动分析仪 日本 Hztach 公司; FWS-750 型原子吸收分光光度计 北京华洋仪器公司; 202A-0 型恒温干燥箱 上海和盛有限公司。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 样品预处理

将市售的 3 头北京黑猪背最长肌、肩肉、五花肉、后腿肉(实验组)和普通猪背最长肌、肩肉、五花肉、后腿肉(对照组)剥除肌膜,进行修整,切成  $6\text{cm} \times 3\text{cm} \times 3\text{cm}$  的样品备用。

#### 1.2.2 肉色测定

分别取北京黑猪和普通猪背最长肌样品,使用 CR-400 型色差计进行肉色测定<sup>[7]</sup>,做 3 组平行实验。

#### 1.2.3 熟肉率测定<sup>[7]</sup>

取中心温度为  $0\sim 4^{\circ}\text{C}$  的北京黑猪和普通猪背最长肌样品称质量后放入蒸煮袋,于恒温水浴锅中  $80^{\circ}\text{C}$  煮 40min 后取出,晾凉 30min 后去除蒸煮袋,用吸水纸吸干表面水分后称质量,做 3 组平行实验。

$$\text{熟肉率}/\% = \frac{m_1}{m_2} \times 100$$

式中:  $m_1$  为熟制后肉样质量/g;  $m_2$  为熟制前肉样质量/g。

#### 1.2.4 嫩度测定

根据 NY/T 1180—2006《肉嫩度的测定 剪切力测定法》,使用质构仪的 HDP/BSW 探头,测定剪切力

值,单位为牛顿(N)。将肉样放入功率为 1500W 恒温水浴锅中  $80^{\circ}\text{C}$  加热,用热电偶温度仪测量北京黑猪和普通猪背最长肌中心温度达到  $72^{\circ}\text{C}$  时,将肉样取出冷却至中心温度为  $0\sim 4^{\circ}\text{C}$ 。将肉样沿着肌纤维平行的方向切成横切面为  $1\text{cm} \times 1\text{cm}$  的长条,为保证肉样横切面厚度精准进行了大量样品试制并从中选出符合标准的样品进行剪切力值的测定,做 5 组平行实验。

#### 1.2.5 矿物质元素及重金属的测定

分别取北京黑猪和普通猪的肩肉、五花肉、后腿肉样品经灰化后,准确称量 1g 制成 1% 稀盐酸溶液,用去离子水定容至 100mL。各矿物质元素钙、磷、钾、钠、镁、铁、锌、铜、锰以及重金属铅、砷、汞、镉采用原子吸收分光光度计测定,做 3 组平行实验。

#### 1.2.6 维生素、氨基酸、脂肪酸的测定

分别取北京黑猪和普通猪的背最长肌、肩肉、五花肉、后腿肉样品待测。VA、VE、氨基酸、脂肪酸分别按照 GB/T 9695.26—2008《肉与肉制品 VA 含量测定》、GB/T 9695.30—2008《肉与肉制品 VE 含量测定》、GB/T 5009.124—2003《食品中氨基酸的测定》和 GB/T 9695.2—2008《肉与肉制品 脂肪酸测定》方法进行测定,做 3 组平行实验。

### 1.3 统计分析

使用统计分析软件 SPSS11.0 对数据进行单因素方差分析,实验中每组样品测定 3 次。

## 2 结果与分析

### 2.1 黑猪肉的颜色

表 1 黑猪肉与普通猪肉的颜色

Table 1 Comparisons of color parameters of black pigs' meat and common pork

样品	L 值	a 值	b 值
黑猪肉	$50.03 \pm 13.14$	$5.85 \pm 1.63$	$3.54 \pm 0.967$
普通猪肉(对照组)	$50.48 \pm 5.401$	$5.52 \pm 0.242$	$3.47 \pm 0.284$

由表 1 可知,经过方差分析发现黑猪肉的 L 值低于对照组, a 值和 b 值高于对照组,但统计学差异均不显著。肉色是反映肌肉生理、生化和微生物学变化的综合指标,主要决定于肌肉中的肌红蛋白(Mb, 约 70%~80%)和血红蛋白(Hb, 约 20%~30%)含量,也受外界光照和氧化的影响。两种蛋白质呈色的实质在于其分子内的亚铁血红素( $\text{Fe}^{2+}$ )与氧的结合使肌肉表现不同颜色。如果猪肉与空气充分接触,形成氧合 Mb,肉呈亮红色;缺氧时, Mb 中的 Fe 为氧化态,肉色为暗褐色<sup>[8]</sup>。

## 2.2 黑猪肉的熟肉率

表2 黑猪肉与普通猪肉的熟肉率

Table 2 Comparison of cooked meat percentage of black pigs' meat and common pork

指标	黑猪肉	普通猪肉(对照组)
熟肉率/%	75.79 ± 1.85*	70.68 ± 0.95

注: \*.与普通猪肉相比, 差异显著( $P < 0.05$ )。下同。

由表2可知, 方差分析显示, 黑猪肉的熟肉率为(75.79 ± 1.85)%, 显著高于对照组, 且具有显著性差异。有研究表明随着年龄的增加, 畜肉的熟肉率也有所提高<sup>[3]</sup>。黑猪肉样品熟肉率显著高于对照组, 可能是因为黑猪肉生猪肉喂周期较对照组长, 肌肉固形物含量较高所致。另外, 有研究数据显示<sup>[5]</sup>黑猪肌肉脂肪含量达3%以上, 蒸煮过程中损失较少, 也可能是熟肉率较高的原因之一。

## 2.3 黑猪肉的嫩度

表3 黑猪肉与普通猪肉的嫩度

Table 3 Comparison of tenderness of black pigs' meat and common pork

指标	黑猪肉	普通猪肉(对照组)
剪切力/N	5638 ± 64.20*	4417 ± 239.0

由表3可知, 经方差分析发现, 黑猪肉的剪切力为(5638 ± 64.20)N, 明显高于对照组普通猪肉, 差异显著。嫩度主要由肌肉中结缔组织、肌原纤维和肌浆蛋白含量与化学结构状态所决定, 黑猪肉的嫩度显著高于对照组普通猪肉, 可能是由于与普通猪肉相比黑猪肉肌束中的肌纤维数较多, 肌纤维较粗所致。

## 2.4 黑猪肉质中矿物质元素、维生素和重金属含量

表4 黑猪肉与普通猪肉矿物质元素、维生素和重金属含量

Table 4 Comparisons of mineral, vitamin and heavy metal contents of black pigs' meat and common pork

指标含量	黑猪肉			普通猪肉		
	肩肉	五花肉	后腿肉	肩肉	五花肉	后腿肉
钙/(mg/kg) **	3.64	16.9	14.1	35.8	34.2	29.3
磷/(g/100g)	0.129	0.093	0.184	0.202	0.196	0.227
钾/(mg/kg)	1868	1019	3841	3648	2748	2738
钠/(mg/kg)	464	647	542	531	513	511
镁/(mg/kg) *	87.8	85.9	138	181	170	211
铁/(mg/kg)	5.1	3.16	5.54	5.78	6.67	4.86
锌/(mg/kg) *	13	11	17	26	21	22
铜/(mg/kg) *	0.37	0.35	0.52	0.75	0.55	0.73
锰/(mg/kg)	< 0.05	0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
VA/(mg/100g)	0.0084	0.0082	0.0051	0.0096	0.0058	0.003
VE/(mg/100g) *	0.28	0.28	0.18	0.49	0.43	0.4
铅/(mg/kg)	0.1	0.19	0.09	0.06	0.17	0.15
砷/(mg/kg)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.022	< 0.01	0.028
汞/(mg/kg)	< 0.001	0.0023	0.003	0.0032	0.0042	0.0036
镉/(mg/kg)	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05

注: \*\*.与普通猪肉相比, 差异极显著( $P < 0.01$ )。

由表4可知, 矿物质元素含量方面, 黑猪五花肉中矿物质元素Ca、Mg、Zn、Cu的含量分别为16.9、85.9、11mg/kg和0.35mg/kg, 黑猪的钙、镁、锌、铜含量显著低于普通猪肉中的含量( $P < 0.05$ ), 其中钙含量达到极显著水平( $P < 0.01$ )。所测定的其他矿物元素如磷、钾、钠、铁、锰在统计学上差异不显著。在维生素方面, 黑猪的VE含量显著低于普通猪肉( $P < 0.05$ ), 而VA含量与普通猪肉无显著性差异。有研究发现, 在饲养过程中添加VE或者饲料中维生素的含量高, 可以改善肉的嫩度<sup>[9]</sup>。在重金属残留方面, 黑猪的砷和汞残留量明显低于普通猪肉, 而铅含量两者无显著性差异, 镉含量均未检出。两种猪肉中铅、砷、汞、镉的残留量均符合国家标准规定的限量。

## 2.5 黑猪肉的氨基酸含量

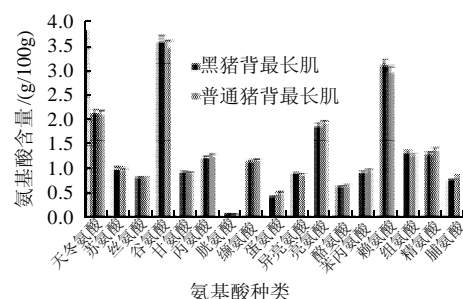


图1 黑猪肉与普通猪肉的氨基酸含量

Fig.1 Comparisons of amino acid contents of black pigs' meat and common pork

由图1可见, 黑猪肉的天冬氨酸、苏氨酸、丝氨酸、谷氨酸、甘氨酸、异亮氨酸、赖氨酸和组氨酸等氨基酸含量比普通猪肉高, 丙氨酸、胱氨酸、缬氨酸、蛋氨酸、亮氨酸、酪氨酸、苯丙氨酸、精氨酸和脯氨酸等氨基酸含量比普通猪肉低, 但都无显著性差异。背最长肌中必需氨基酸总量(EAA)为9.42g/100g, 非必需氨基酸总量(NEAA)为12.82g/100g, 氨基酸总量(TAA)为22.23g/100g, EAA/TAA为42.35%, EAA/NEAA为73.46%, 氨基酸总量(TAA)、必需氨基酸量(EAA)、非必需氨基酸量(NEAA)以及EAA/TAA和EAA/NEAA的比值亦无显著性差异。

## 2.6 北京黑猪的脂肪酸含量

表5 黑猪与普通猪肉脂肪酸含量的测定结果

Table 5 Comparisons of fatty acid contents of black pigs' meat and common pork

脂肪酸	黑猪五花肉	普通五花肉
肉豆蔻酸(C <sub>14:0</sub> )	1.09	1.60
棕榈酸(C <sub>16:0</sub> )	26.29	27.80
硬脂酸(C <sub>18:0</sub> )	14.63	12.0
油酸(C <sub>18:1</sub> )*	46.64	44.10
亚油酸(C <sub>18:2</sub> *)	10.82	14.10
亚麻酸(C <sub>18:3</sub> )	0.30	0.30
花生酸(C <sub>20:0</sub> )	0.22	0.10

由表 6 可知,黑猪肉饱和脂肪酸总量(即  $C_{14:0}$ 、 $C_{16:0}$ 、 $C_{18:0}$ 、 $C_{20:0}$  量之和)约占测定的全部脂肪酸总量的 42.24%,普通猪肉饱和脂肪酸总量约占 41.5%;黑猪肉中油酸占 46.64%,普通猪肉中油酸占 44.1%,黑猪肉中的油酸与普通猪肉中的油酸含量具有显著性差异( $P < 0.05$ );亚油酸( $C_{18:2}$ )、亚麻酸( $C_{18:3}$ )是人体所必需的脂肪酸,黑猪肉中多不饱和脂肪酸约为 11.12%,普通猪肉中多不饱和脂肪酸约为 14.4%,普通猪肉和黑猪肉的亚麻酸含量接近,而黑猪肉的亚油酸含量显著低于普通猪肉( $P < 0.05$ )。五花肉是中式烹饪中经常使用的优质原材料,因为五花肉脂肪含量较高,在膳食中对人体脂肪摄入影响较大。在现在标准化生产中,如梅菜扣肉、米粉肉中多选取五花肉为原料,而纯猪脂肪,除部分加工外,直接食用较少;瘦肉中脂肪含量本身较低。另有研究报告显示,不同部位猪肉肌间和皮下脂肪酸组成均没有显著性差异<sup>[10]</sup>。因此,本研究选择五花肉进行脂肪酸含量测定具有现实意义。研究表明,猪油中饱和脂肪酸占 43%,油酸占 44%,亚油酸占 9%,其他脂肪酸占 3% 左右<sup>[11-14]</sup>。在人体膳食摄入结构中,必需脂肪酸主要来源于植物油类<sup>[15-16]</sup>。因此,猪肉中脂肪的含量和种类对肉类口感、风味等食用品质的意义重大,有必要进一步深入研究。

### 3 结 论

通过色差计的测量,黑猪肉的  $a$  值为  $5.85 \pm 1.63$  比普通猪肉的  $a$  值( $5.52 \pm 0.242$ )高,因此,黑猪肉的肉色较普通猪肉红一些。黑猪肉的熟肉率是( $75.79 \pm 1.85$ )% 高于普通猪肉的熟肉率( $70.68 \pm 0.95$ )%,具有较好品质。黑猪肉的剪切力是 5638N,剪切力大小适中,口感较好。矿物质元素含量方面,黑猪肉的钙、镁、锌、铜含量显著低于普通猪肉中的含量( $P < 0.05$ ),其中钙含量达到极显著水平( $P < 0.01$ ),其他测定的矿物质元素如磷、钾、钠、铁、锰在统计学上差异不显著。在维生素方面,北京黑猪肉的 VE 含量显著低于普通猪肉( $P < 0.05$ ),而 VA 含量差异不显著。在重金属残留方面,两种猪肉中铅、砷、汞、镉的残留量均符合国家标准规定的限量。对风味起重要作用的 4 种氨基酸——赖氨酸、谷氨酸、苏氨酸和丙氨酸<sup>[17]</sup>中,黑猪肉中的赖氨酸、谷氨酸和苏氨酸的含量均较普通猪肉高,但两种

猪肉氨基酸的总量相差不大。另外,黑猪肉中的油酸含量高于普通猪肉并具有显著性差异。综上所述,黑猪肉是具有重要开发价值的肉类品种,对于其高熟肉率、高红度值等优良肉质特性形成的机理以及风味方面的特性值得进一步深入研究。

### 参考文献:

- [1] 张伟力,陈清明. 北京黑猪在新世纪养猪业发展中的战略运畴[J]. 动物科学与动物医学, 2005, 22(2): 70-72.
- [2] 刘振华. 猪肉肉质特性生物化学研究进展[J]. 国外畜牧科技, 1996, 23(6): 37-40.
- [3] SCHAEFER A L, MURRAY A C, TONG A K, et al. The effect of ante mortem electrolyte therapy on animal physiology and meat quality in pigs segregating at the halothane gene[J]. Canadian Journal of Animal Science, 1993, 73: 231-240.
- [4] HOFMANN K. What is quality? Definition, measurement and evaluation of meat quality[J]. Meat Focus International, 1994, 3: 73-82.
- [5] 任发政,李兴民,张原飞. 现代肉品加工与质量控制[M]. 李洪军,译. 北京: 中国农业出版社, 2006: 365-366.
- [6] 陈国顺. 子午岭野家杂种猪和合作猪肉质特性比较及风味挥发性成分的提取与分析[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2004.
- [7] 陈润生. 猪肉质评定方法操作规程的建议[J]. 东北养猪, 1986(1): 12-14.
- [8] 黄鸿宾. 肉的色泽与嫩度[J]. 肉类研究, 2003, 27(3): 12-14.
- [9] 王志耕. 肉的嫩化[J]. 安徽农业大学学报, 1997, 32(2): 16-21.
- [10] 霍晓娜,李兴民,李海芹,等. 不同部位冷却猪肉中脂肪酸组成与脂肪氧化的变化[J]. 食品科技, 2005(12): 26-30.
- [11] 李庆岗,经荣斌,杨元清,等. 姜曲海猪瘦肉型品系(零世代)仔猪背最长肌肌内脂肪酸组成及含量的研究[J]. 扬州大学学报, 2004, 25(2): 48-51.
- [12] SPANIER A M, MILLER J A. Roles of proteins and peptides in meat flavor[J]. ACS Symposium Series, 1993, 528: 78-97.
- [13] RULE D C, BROUGHTON K S, SHELLITO S M, et al. Comparison of muscle fatty acid profiles and cholesterol concentrations of bison, beef cattle, elk, and chicken[J]. Journal of Animal Science, 2002, 80(5): 1202-1211.
- [14] OKA A, IWAKI F, DOHGO T, et al. Genetic effects on fatty acid composition of carcass fat of Japanese Black Wagyu steers[J]. Journal of Animal Science, 2002, 80(4): 1005-1011.
- [15] SLOVER H T, LANZA E. Quantitative analysis of food fatty acids by capillary gas chromatography[J]. Journal of the American Oil Chemists' Society, 1997, 56(12): 933-943.
- [16] CAMERON N D, ENSER M B. Fatty acid composition of lipid in *longissimus dorsi* muscle of Duroc and British Landrace pigs and its relationship with eating quality[J]. Meat Science, 1991, 29(4): 295-307.
- [17] 魏彩虹. 甘肃黑猪合成系肌肉脂肪酸和氨基酸特征研究[J]. 甘肃畜牧兽医, 2001(5): 31-32.