

陈小连,周泉勇,宋文静,等.赣南藏香猪与杜长大商品猪胴体性状和肉品质比较分析[J].江西农业大学学报, 2020,42(2):282-290.



赣南藏香猪与杜长大商品猪胴体性状和肉品质比较分析

陈小连¹,周泉勇^{1*},宋文静¹,曾艳兵¹,宋琼莉¹,
邹志恒^{1*},钟云平^{2*},苏州²,钟荣³

(1.江西省农业科学院 畜牧兽医研究所,江西 南昌 330200;2.江西省赣州市畜牧研究所,江西 赣州 341401;3.江西省大余县农业农村局,江西 大余 341500)

摘要:【目的】研究赣南藏香猪与商品猪在胴体性状和肉品质方面的差异。【方法】选取赣南藏香猪12头,采用放牧饲养为主舍饲补料为辅的饲养模式,杜长大三元商品猪6头,圈养饲喂饲料全价料,分别进行屠宰,测定和计算各项胴体性状和肉品质指标。【结果】1)赣南藏香猪的屠宰率显著低于商品猪($P<0.05$),后腿比率显著高于商品猪($P<0.05$)。2)赣南藏香猪的肉色评分,亮度和红度值及 pH_{24h} 值显著高于商品猪($P<0.05$),鲜肉剪切力显著小于商品猪($P<0.05$)。3)赣南藏香猪肌肉水分、肌苷酸含量、SOD活性显著高于商品猪($P<0.05$);赣南藏香猪肌肉的呈味氨基酸含量显著高于商品猪($P<0.05$);赣南藏香猪肌肉饱和脂肪酸显著低于商品猪($P<0.05$),不饱和、单不饱和脂肪酸显著高于商品猪($P<0.05$)。4)赣南藏香猪的肌纤维直径显著低于商品猪($P<0.05$),肌纤维密度显著高于商品猪($P<0.05$)。【结论】赣南藏香猪屠宰性能更优,肉色更红亮,肉质更加细嫩、多汁,滋味更佳,肌肉抗氧化性能更好,更耐贮藏。

关键词:赣南藏香猪;杜长大商品猪;胴体性状;肉品质;抗氧化特性

中图分类号:S828 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-2286(2020)02-0282-09

Comparison of Carcass Traits and Meat Quality between Tibetan Pig in South Jiangxi and Duroc×Yorkshire×Landrace Commercial Pigs

CHEN Xiao-lian¹, ZHOU Quan-yong^{1*}, SONG Wen-jing¹, ZENG Yan-bing¹,
SONG Qiong-li¹, ZOU Zhi-heng^{1*}, ZHONG Yun-ping^{2*}, SU Zhou², ZHONG Rong³

(1. Institute of Animal Husbandry and Veterinary Science, Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang 330200, China; 2. Ganzhou Institute of Animal Husbandry, Jiangxi Province, Ganzhou 341401, China; 3. Dayu County Agricultural and Rural Bureau of Jiangxi Province, Dayu 341500, China)

收稿日期:2019-09-05 **修回日期:**2019-11-12

基金项目:国家自然科学基金项目(31201806)、江西省现代农业产业技术体系建设专项资金(JXARS-03-营养与饲料)、江西省专项资金项目(2119044)和江西省现代农业科研协同创新专项(JXXTCX2015004)

Project supported by the National Natural Science Foundation of China(31201806), the Earmarked Fund for Jiangxi Agriculture Research System(JXARS-03-Nutrition and Feed), Jiangxi Special Fund Project(2119044) and Special Project for Collaborative Innovation of Jiangxi Modern Agricultural Scientific Research(JXXTCX2015004)

作者简介:陈小连, orcid.org/0000-0003-2067-0979, xiaolianchen@126.com; *共同第一作者; *通信作者:邹志恒, 研究员, 主要从事猪的营养与饲料研究, orcid.org/0000-0002-3903-9127, zouzhihengxms@163.com; 钟云平, 研究员, 主要从事动物营养研究, orcid.org/0000-0002-8575-3305, 451718467@qq.com。

Abstract: [Objective] This experiment aimed to study the difference in carcass traits and meat quality between Tibetan pig in south Jiangxi and Duroc×Yorkshire×Landrace commercial pig. [Method] Twelve 10-month-old Tibetan pigs in south Jiangxi (half male and half female) with similar body weight from Ganzhou City, and 6 Duroc×Yorkshire×Landrace commercial finishing pigs (half male and half female) were selected randomly. The Tibetan pigs in south Jiangxi were mainly free grazing supplemented with corn bran or dried grain and commercial pigs were indoor feeding with complete formula feed. All pigs were slaughtered and their carcass traits and meat quality were measured. [Result] the results were as follows. 1) The slaughter rate of Tibetan pigs in south Jiangxi was significantly lower than that of commercial pigs ($P<0.05$). The hind leg ratio of Tibetan pigs in south Jiangxi was significantly higher than that of commercial pig ($P<0.05$). 2) the flesh color score, the brightness and redness value and 24 h muscle pH of Tibetan pigs in south Jiangxi was significantly higher than that of commercial pigs ($P<0.05$), the brightness and redness value of Tibetan pigs in south Jiangxi was significantly higher than that of commercial pigs ($P<0.05$), and the fresh shearing value of Tibetan pigs in south Jiangxi was significantly lower than that of commercial pigs ($P<0.05$). 3) the content of water, inosinic acid and SOD activity in the muscle of Tibetan pigs in south Jiangxi was significantly higher than that of commercial pigs ($P<0.05$). The contents of aspartic acid, alanine, methionine, isoleucine, leucine and flavourous amino acid in the muscle of Ganxiang pigs were significantly higher than those of commercial pigs ($P<0.05$). The contents of C18:1, C18:3n3 and C20:3n6 in the muscle of Tibetan pigs in south Jiangxi were significantly higher than those of commercial pigs ($P<0.05$). The saturated fatty acids of Tibetan pigs in south Jiangxi were significantly lower than that of commercial pigs ($P<0.05$), monounsaturated fatty acids and unsaturated fatty acids of Tibetan pigs in south Jiangxi were significantly higher than commercial pigs ($P<0.05$). 4) the muscle fiber diameter of Tibetan pigs in south Jiangxi was significantly lower than that of commercial pigs ($P<0.05$), and the muscle fiber density was significantly higher than that of commercial pigs ($P<0.05$). [Conclusion] In summary, compared with commercial pigs, Tibetan pigs in south Jiangxi showed excellent carcass traits and meat quality traits.

Keywords: Tibetan pig in south Jiangxi; Duroc×Yorkshire×Landrace commercial pig; carcass traits; meat quality; antioxidant property

【研究意义】杜长大三元杂交猪是当今我国主流的商品猪,其生长速度快、饲料利用效率高、瘦肉率高、经济效益明显,长期以来备受养猪生产者青睐。然而随着人们生活水平的提高,杜长大商品猪肉易失水、颜色苍白、缺乏口感和风味等特点,使其逐渐不能满足消费者对肉品质的需求。猪肉消费市场将向多样化、优质化、品牌化方向发展,肉质优良的地方猪种也越来越被生产者重视,其开发利用前景可观,同时对于满足消费者对肉品质需求具有积极的意义^[1]。【前人研究进展】西藏小型猪又名藏猪或藏香猪,耐粗饲,适应力、抗逆性强,具有瘦肉率高、肉质抗氧化性好,胆固醇含量低,矿物质含量高,总多不饱和脂肪酸含量高等特点,是具有一定保健作用的优良地方品种^[2]。但是藏香猪体型小,繁殖率低,生长周期较长,出栏率低,市场供不应求^[3-4]。【本研究切入点】赣南系丘陵山区,海拔高度平均在300~500 m,具有得天独厚的自然资源优势,植被丰富,水源无污染,适宜藏香猪野外自然放养。【拟解决的关键问题】2011年,赣南地区从四川和甘肃等地引入藏香猪,目前已初具规模,本研究旨在对比赣南藏香猪和商品猪屠宰性能和肉品质的差异,为藏香猪品种的科学利用和开发,及其规模化养殖和产品市场化提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验动物

本试验研究对象为12头赣南藏香猪和6头杜长大三元杂交猪。试验用赣南藏香猪由江西省赣州市寻乌县香源农业发展有限公司和安远县大竹湖生态农业有限公司合作饲养。随机选择10月龄、已达到体成熟且体质量接近(40~50 kg)、健康的赣南藏香猪12头(公母各半),同时从本地集约化养殖场随机选

择6头(公母各半)同胎次、发育状况良好、已达到体成熟且体质量接近(120 kg左右)的杜长大三元商品猪进行定点屠宰。

1.2 饲养管理

赣南藏香猪采用放牧为主,补饲玉米皮和酒糟为辅的饲养模式,补饲量约为350 g/(头·d);商品猪采用圈养方式,饲喂玉米-豆粕型全价饲料,饲料参考美国NRC2012《猪营养需要》配制。

1.3 胴体和肉质性状测定

胴体性状参考《瘦肉型猪胴体性状测定技术规范 NY/T 825—2004》、肉质性状参照《猪肌肉品质测定技术规范 NY/T 821—2004》,并结合自己制定的操作规范进行测定操作。胴体性状测定指标包括宰前活体质量、胴体质量、胴体斜长、胴体前宽、平均背膘厚、皮厚、肋骨对数、眼肌面积、屠宰率、后腿比率、瘦肉率、脂肪率、皮率、骨率。肉质性状测定指标包括肌肉 pH 值、肉色和剪切力,其中剪切力使用 C-LM3 型数显式肌肉嫩度仪测定。

1.4 肌肉取样与化学成分测定

在左半胴体倒数第3、4胸椎处向后取背最长肌20~30 cm用于肌肉化学成分、肌肉抗氧化性能与肌纤维组织特性分析。

1.4.1 肌肉常规养分测定 肌肉中水分参照《猪肌肉品质测定技术规范》(NY/T 821—2004)进行测定;肌肉脂肪采用索氏抽提法;粗蛋白采用凯氏定氮法测定。

1.4.2 肌肉肌苷酸和硒元素测定 采用1200型高效液相色谱仪(安捷伦)测定肌肉中肌苷酸含量;采用ICAP-7200电感耦合等离子体发射光谱仪(Thermo fisher)测定硒元素含量。

1.4.3 肌肉氨基酸和脂肪酸测定 采用1260型高效液相色谱仪(安捷伦)测定肌肉中氨基酸含量,以7890A型高效气相色谱仪(安捷伦)测定肌肉中的脂肪酸含量。

1.5 肌肉抗氧化性能

采用黄嘌呤氧化酶法测定肌肉总超氧化物歧化酶(SOD)活性、采用硫代巴比妥酸比色法测定丙二醛(MDA)含量。

1.6 肌肉纤维组织学特性

将背最长肌切成厚1 cm的方块,于4%多聚甲醛中固定24 h,经脱水、包埋、切片、HE染色,在400倍光镜下,各个样品选择5个视野,利用OLYMPUS BX53显微镜结合显微图像软件OLYMPUS cellSens Standard测量50根肌纤维的直径,并计算单位面积的肌纤维根数。

1.7 数据统计分析

试验数据采用SPSS 19.0软件进行统计分析,试验数据用平均值±标准差表示,采用独立样本 t 检验分析数据差异性, $P<0.05$ 为差异显著。

2 结果

2.1 胴体性状

由表1可知,选择的赣南藏香猪屠宰体质量约40 kg,肋骨14对,商品猪屠宰体质量约120 kg,肋骨14对。由于赣南藏香猪和商品猪屠宰质量具有显著差异($P<0.05$),因此主要比较各部位所占的比率差异。赣南藏香猪的屠宰率显著低于商品猪($P<0.05$)。赣南藏香猪的后腿比率显著高于商品猪($P<0.05$)。赣南藏香猪和商品猪的背膘厚、瘦肉率、脂肪率、皮率、骨率无显著差异($P>0.05$)。

2.2 肉质性状

由表2可见,与商品猪相比,赣南藏香猪屠宰后45 min肌肉的pH值无显著变化($P>0.05$),屠宰后24 h的pH值差异显著($P<0.05$),pH变化幅度($\text{pH}_{45\text{ min}}\sim\text{pH}_{24\text{ h}}$)无显著差异($P>0.05$),赣南藏香猪肉色评分显著高于商品猪($P<0.05$),具体而言横切面肉色在L*值和a*值上差异显著($P<0.05$),赣南藏香猪的鲜肉剪切力显著小于商品猪($P<0.05$),熟肉剪切力不存在显著差异($P>0.05$)。

2.3 肌肉养分与抗氧化性能

由表3可见,赣南藏香猪的水分和肌苷酸含量、SOD活性显著高于商品猪($P<0.05$),两者的粗脂肪、粗蛋白、硒、MDA含量不存在显著差异($P>0.05$)。

表 1 赣南藏香猪与商品猪胴体性状的比较

Tab.1 Comparison of carcass traits between Tibetan pig in south Jiangxi and commercial pig

项目 Item	赣南藏香猪 Tibetan pig in south Jiangxi	商品猪 Commercial pig	<i>T</i> 值 <i>T</i> value	<i>P</i> 值 <i>P</i> value
活体质量/kg Liveweight	39.43±1.05	120.75±0.72	-110.463	0
胴体质量/kg Carcass weight	25.16±0.90	97.56±0.23	-67.837	0
胴体斜长/cm Carcass length	60.83±5.25	91.07±1.07	-9.770	0.001
背膘厚/cm Backfat thickness	2.26±0.58	2.41±0.33	-0.491	0.639
皮厚/cm Skin depth	0.40±0.02	2.74±0.12	-33.019	0
肋骨对数 Ribs logarithmic	14	14	-	-
眼肌面积/cm ² Loin eye area	21.70±7.08	31.78±1.70	-2.399	0.074
屠宰率/% Slaughter ratio	63.81±4.09	80.79±0.12	-7.179	0.002
后腿比率/% Hind legs ratio	32.00±1.73	26.93±0.74	4.655	0.010
瘦肉率/% Lean meat ratio	52.11±4.05	51.94±1.83	0.064	0.952
脂肪率/% Body fat ratio	17.29±8.71	18.35±1.86	-0.207	0.846
皮率/% Skin ratio	15.23±3.46	14.40±2.13	0.352	0.743
骨率/% Bone ratio	15.38±2.82	15.30±1.88	0.038	0.972

$P>0.05$ 代表两组数据差异不显著, $P<0.05$ 代表两组数据差异显著

$P>0.05$ means no significant difference between the two groups, and $P<0.05$ means significant difference between the two groups.

表 2 赣南藏香猪和商品猪肉肉质性状对比

Tab.2 Comparison of meat quality between Tibetan pigs in south Jiangxi and commercial pigs

项目 Item	赣南藏香猪 Tibetan pig in south Jiangxi	商品猪 Commercial pig	<i>T</i> 值 <i>T</i> value	<i>P</i> 值 <i>P</i> value
pH _{45 min}	6.41±0.14	6.19±0.22	1.637	0.163
pH _{24h}	5.70±0.08	5.46±0.05	5.354	0.007
pH 变化幅度	0.71±0.07	0.73±0.16	-0.288	0.785
肉色评分 Flesh color score	5.68±0.17	5.17±0.06	4.850	0.005
肉色 L* Flesh color	43.96±1.45	39.51±0.50	5.010	0.004
a*	9.17±1.42	6.31±0.53	3.257	0.023
b*	6.49±0.86	6.66±0.35	-0.323	0.760
鲜肉剪切力/N Fresh meat shear force	20.97±1.87	27.61±0.61	-5.787	0.002
熟肉剪切力/N Cooked meat shear force	74.64±3.64	78.90±0.14	-1.972	0.106

表 3 赣南藏香猪与商品猪肉营养成分和抗氧化性能比较

Tab.3 Comparison of nutritional composition and antioxidant capacity in pork between Tibetan pigs in south Jiangxi and commercial pigs

项目 Item	赣南藏香猪 Tibetan pig in south Jiangxi	商品猪 Commercial pig	<i>T</i> 值 <i>T</i> value	<i>P</i> 值 <i>P</i> value
水分/(g·100g ⁻¹) Moisture	73.98±0.97	65.77±2.63	5.882	0.002
粗脂肪/(g·100g ⁻¹) Crude fat	0.90±0.43	1.48±0.14	-2.211	0.078
粗蛋白质/(g·100g ⁻¹) Crude protein	23.62±1.12	23.51±0.41	0.163	0.877
肌苷酸/(mg·kg ⁻¹) Inosinic acid	986.97±28.46	815.50±17.38	9.113	0.000
硒/(mg·kg ⁻¹) Selenium	0.08±0.04	0.04±0.02	1.667	0.156
SOD/(U·mgprot ⁻¹)	112.70±13.37	82.72±6.59	3.515	0.017
MDA/(nmol·mgprot ⁻¹)	0.47±0.19	0.55±0.06	-1.305	0.249

2.4 肌纤维组织学特性

由表 4 可见,赣南藏香猪的肌纤维直径显著低于商品猪($P<0.05$),肌纤维密度显著高于商品猪($P<0.05$)。

表 4 赣南藏香猪和商品猪肉肌纤维组织特性对比
Tab.4 Comparison of muscle fiber tissue characteristics between Tibetan pig in south Jiangxi and commercial pigs

项目 Item	赣南藏香猪 Tibetan pig in south Jiangxi	商品猪 Commercial pig	T 值 T value	P 值 P value
直径/ μm Diameter	30.94 $\pm$ 2.94	38.18 $\pm$ 1.49	-3.847	0.012
密度/(根 $\cdot\text{mm}^{-2}$) Density	1 939.00 $\pm$ 79.93	1 399.67 $\pm$ 96.72	8.114	0

2.5 肌肉氨基酸含量

由表 5 可见,赣南藏香猪肉的天冬氨酸、丙氨酸、蛋氨酸、异亮氨酸、亮氨酸和呈味氨基酸含量显著高于商品猪($P<0.05$),赣南藏香猪的谷氨酸、丝氨酸显著低于商品猪($P<0.05$),除此之外两者的其他氨基酸含量不存在显著差异($P>0.05$),必需氨基酸含量和氨基酸总量也不存在统计学差异($P>0.05$)。

表 5 赣南藏香猪和商品猪肉氨基酸含量对比
Tab.5 Comparison of amino acid content between Tibetan pig in south Jiangxi and commercial pigs g/kg

项目 Item	赣南藏香猪 Tibetan pig in south Jiangxi	商品猪 Commercial pig	T 值 T value	P 值 P value
天冬氨酸 Aspartic acid	41.78 $\pm$ 0.99	33.89 $\pm$ 1.11	9.945	0
谷氨酸 Glutamic acid	24.85 $\pm$ 0.50	26.38 $\pm$ 1.03	-2.637	0.046
胱氨酸 Cystine	4.90 $\pm$ 2.21	6.66 $\pm$ 0.59	-1.320	0.244
丝氨酸 Serine	7.65 $\pm$ 0.23	8.51 $\pm$ 0.41	-3.552	0.016
甘氨酸 Glycine	7.62 $\pm$ 0.40	7.13 $\pm$ 0.14	1.977	0.105
组氨酸 Histidine	4.07 $\pm$ 1.28	4.77 $\pm$ 1.00	-0.777	0.472
精氨酸 Arginine	14.73 $\pm$ 1.15	14.05 $\pm$ 0.42	0.960	0.381
苏氨酸 Threonine	10.21 $\pm$ 0.77	9.60 $\pm$ 0.54	1.155	0.300
丙氨酸 Alanine	10.50 $\pm$ 0.32	9.84 $\pm$ 0.20	3.109	0.027
脯氨酸 Proline	6.03 $\pm$ 0.27	5.47 $\pm$ 0.48	2.005	0.101
酪氨酸 Tyrosine	6.04 $\pm$ 0.13	6.35 $\pm$ 0.35	-1.688	0.152
缬氨酸 Valine	9.19 $\pm$ 0.13	8.50 $\pm$ 0.40	2.862	0.087
蛋氨酸 Methionine	1.81 $\pm$ 0.02	0.89 $\pm$ 0.11	16.747	0.000
异亮氨酸 Isoleucine	9.05 $\pm$ 0.15	8.40 $\pm$ 0.26	4.294	0.008
亮氨酸 Leucine	14.46 $\pm$ 0.29	13.90 $\pm$ 0.23	2.707	0.042
苯丙氨酸 Phenylalanine	7.24 $\pm$ 0.15	7.53 $\pm$ 0.49	-1.139	0.306
赖氨酸 Lysine	26.00 $\pm$ 0.56	26.73 $\pm$ 0.94	-1.295	0.252
呈味氨基酸 Flavor amino acid	98.04 $\pm$ 1.49	91.12 $\pm$ 1.42	6.197	0.002
必需氨基酸 Essential amino acid	77.95 $\pm$ 1.62	75.55 $\pm$ 1.88	1.815	0.129
氨基酸总量 Total amino acid	206.12 $\pm$ 5.55	198.60 $\pm$ 3.89	1.987	0.104

呈味氨基酸包括谷氨酸、天门冬氨酸、苯丙氨酸、丙氨酸、甘氨酸和酪氨酸,必需氨基酸包括赖氨酸、苯丙氨酸、蛋氨酸、苏氨酸、异亮氨酸、亮氨酸和缬氨酸

flavorful amino acids include glutamate, aspartic acid, phenylalanine, alanine, glycine and tyrosine; essential amino acids include lysine, phenylalanine, methionine, threonine, isoleucine, leucine and valine

2.6 肌肉脂肪酸含量

由表 6 可见,赣南藏香猪肉的 C18:1, C18:3n3 和 C20:3n6 含量显著高于商品猪($P<0.05$),除此之外两者的其他脂肪酸含量以及脂肪酸总量均不存在显著差异($P>0.05$)。

表 6 赣南藏香猪和商品猪肉脂肪酸含量对比

Tab.6 Comparison of fatty acid contents between Tibetan pig in south Jiangxi and commercial pigs g/100g

项目 Item	赣南藏香猪 Tibetan pig in south Jiangxi	商品猪 Commercial pig	<i>T</i> 值 <i>T</i> value	<i>P</i> 值 <i>P</i> value
棕榈酸 C16:0	0.324±0.048	0.356±0.033	-0.988	0.369
棕榈油酸 C16:1	0.039±0.011	0.028±0.007	1.462	0.204
硬脂酸 C18:0	0.184±0.010	0.204±0.011	-2.251	0.074
油酸 C18:1	0.510±0.090	0.366±0.033	2.934	0.043
亚油酸 C18:2n6c	0.280±0.010	0.271±0.010	1.276	0.258
α-亚麻酸 C18:3n3	0.011±0	0.009±0	4.748	0.005
亚麻酸甲酯 C18:3n6	0.002±0.001	0.002±0	1.327	0.242
花生酸 C20:0	0.004±0.001	0.005±0.001	-1.865	0.121
顺-11-二十碳一烯酸 C20:1	0.012±0.001	0.011±0.001	2.367	0.064
顺,顺-11,14-二十碳二烯酸 C20:2	0.010±0.001	0.009±0.001	1.885	0.127
顺,顺,顺-8,11,14-二十碳三烯酸甲酯 C20:3n6	0.013±0.003	0.008±0.001	2.778	0.039
二十碳三烯酸甲酯 C20:3n3	0.002±0.001	0.002±0	1.585	0.174
花生四烯酸 C20:4n6	0.211±0.016	0.187±0	2.067	0.094
二十碳五烯酸 C20:5n3	0.006±0.001	0.005±0	1.166	0.296
二十二碳酸甲酯 C22:0	0.001±0.001	0.002±0	-2.116	0.088
二十二碳六烯酸 C22:6n3	0.010±0.003	0.006±0.002	2.398	0.062
脂肪酸总量 Total fatty acid	1.631±0.156	1.481±0.053	1.569	0.177

表 7 赣南藏香猪和商品猪肉脂肪酸组成对比

Tab.7 Comparison of fatty acid composition between Tibetan pig in south Jiangxi and commercial pigs %

项目 Item	赣南藏香猪 Tibetan pig in south Jiangxi	商品猪 Commercial pig	<i>T</i> 值 <i>T</i> value	<i>P</i> 值 <i>P</i> value
棕榈酸 C16:0	19.92±1.26	24.20±2.12	-3.395	0.019
硬脂酸/% C18:0	11.42±0.78	13.92±1.17	-3.435	0.019
花生酸/% C20:0	0.22±0.07	0.31±0.04	-1.979	0.105
二十二碳酸甲酯/% C22:0	0.06±0.02	0.14±0.03	-2.619	0.047
棕榈油酸/% C16:1	2.37±0.54	1.90±0.49	1.188	0.288
油酸 C18:1	31.30±3.00	24.88±1.25	3.419	0.019
顺-11-二十碳一烯酸/% C20:1	0.77±0.05	0.72±0.06	1.235	0.272
亚油酸/% C18:2n6c	17.44±1.87	18.44±0.59	-0.875	0.421
顺,顺-11,14-二十碳二烯酸/% C20:2	0.63±0.12	0.59±0.04	0.500	0.638
α-亚麻酸/% C18:3n3	0.66±0.05	0.62±0.04	1.085	0.328
亚麻酸甲酯/% C18:3n6	0.14±0.03	0.12±0.10	1.079	0.348
顺,顺,顺-8,11,14-二十碳三烯酸甲酯/% C20:3n6	0.79±0.10	0.57±0.07	3.306	0.021
二十碳三烯酸甲酯/% C20:3n3	0.13±0.04	0.10±0.03	1.113	0.316
花生四烯酸/% C20:4n6	13.17±2.26	12.74±0.62	0.313	0.767
二十碳五烯酸/% C20:5n3	0.34±0.04	0.33±0.03	0.497	0.640
二十二碳六烯酸/% C22:6n3	0.63±0.12	0.39±0.13	2.531	0.052
n-3 不饱和脂肪酸 n-3 PUFA	1.77±0.08	1.45±0.08	5.101	0.004
n-6 不饱和脂肪酸 n-6 PUFA	31.54±4.04	31.88±1.19	-0.136	0.897
n-6 PUFA /n-3 PUFA	17.91±3.27	22.03±1.45	-2.004	0.101
饱和脂肪酸 SFA	31.62±0.63	38.58±1.84	-7.228	0.001
单不饱和脂肪酸 MUFA	34.44±3.51	27.50±1.21	3.215	0.024
多不饱和脂肪酸 PUFA	33.94±4.06	33.92±1.24	0.011	0.992
不饱和脂肪酸 UFA	68.38±0.63	61.42±1.84	7.228	0.001
PUFA/ SFA	1.08±0.15	0.88±0.07	2.051	0.096

2.7 肌肉脂肪酸组成

由表7可见,赣南藏香猪肉的C16:0,C18:0和C22:0比例显著低于商品猪($P<0.05$),赣南藏香猪的C18:1,C20:3n6和n-3 PUFA比例显著高于商品猪($P<0.05$),赣南藏香猪的饱和脂肪酸显著低于商品猪($P<0.05$),赣南藏香猪的单不饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸显著高于商品猪($P<0.05$),除此之外两者的其他脂肪酸含量以及脂肪酸总量均不存在显著差异($P>0.05$)。

3 讨论

3.1 赣南藏香猪与藏香猪胴体性能和肉品质比较分析

藏香猪的屠宰性能和肉品质与其生长环境和饲养方式有密切的关系^[5],高原的独特地理和气候条件适应过程中的纯化选择使其体质量和屠宰率较低,成年体质量高峰仅35~45 kg^[6],屠宰率一般为52%~66%^[7]。藏香猪瘦肉率在39.72%~60.28%,背膘厚为1.45~2.79 cm,一般大于或接近家猪或国外猪种。藏香猪的成熟体质量与其分布地区有一定关系,其中以西藏猪体质量最轻,可低至25 kg,甘孜藏香猪的体质量略大于别的地区。藏香猪的肉质pH范围在5.61~6.66均属正常,相对其他猪种藏香猪的肉色偏亮,藏猪肌肉含水率在65.09%~70.85%,肉滴水损失率仅1%~3%^[8]。影响藏香猪肉质性状的主要因素有环境因素、营养因素、屠宰因素、运输方式等,但起决定作用的主要是遗传因素,比如肌纤维种类即使在同种动物的不同属间都表现出极大的差异^[9]。藏香猪与商品猪杂交后屠宰性能和肉质都会发生很显著变化。引种对藏香猪的性状改变相对较小,引种到低海拔地区的藏香猪肉质和屠宰性能都有一定的改变,如成熟体质量增加,屠宰率提高等,但仍能保持较高的瘦肉率和较低的脂肪含量等肉质优势^[10-11]。赣南藏香猪为藏香猪在赣南地区的引种,保留了藏香猪饲养方式:放牧为主,舍饲补料为辅,补充料主要为粗纤维含量较高的酒糟和玉米皮。环境方面主要是海拔和温度的差异。赣南藏香猪饲养至成年体质量约有40 kg,屠宰率63.8%,胴体质量、背膘厚、皮厚等屠宰性能与报道结果一致^[10],后腿比率与徐海鹏报道的藏猪(31.1%~31.5%)一致^[2],赣南藏香猪6~7肋间皮厚和10月龄屠宰活体质量大于藏猪皮厚(2.73~3.29 mm)和活体质量(23.75~28.5 kg),这可能主要与血统来源以及放牧饲养环境不同有关。赣南藏香猪的肌肉pH和肉质性状与已有报道基本一致^[11]。赣南藏香猪与目前报道的藏猪肌肉纤维相比直径更细,密度更大^[11-12],通过组织切片发现,赣南藏香猪的肌内脂肪含量较高,而肌间脂肪较少,这可能是导致差异的主要原因。赣南藏香猪肌肉脂肪酸含量与报道^[2]结果基本一致,主要组成均是硬脂酸、油酸、棕榈酸、亚油酸和花生四烯酸,含量也在61%~79%,赣南藏香猪的肌肉氨基酸含量与前人报道结果基本一致^[2]。综上所述,藏香猪被引种到赣南地区保留原来的放牧饲养方式仍可保持其原来的屠宰性能和肉品质等优良稳定的种质优势,其基因的稳定受环境和饲养方式改变影响较小。

3.2 赣南藏香猪与商品猪胴体性状和肉品质比较分析

本试验中赣南藏香猪和商品猪的饲养环境相同,导致其肉质和屠宰性能不同的主要原因是饲养方式、日粮和种质遗传特征的差异。试验结果表明赣南藏香猪的屠宰率小于商品猪,这主要是由于其长期适应低氧、低温恶劣环境形成被毛厚,头长,四肢强壮,心肺等内脏发育良好,占比较大等特点^[13]。为抵抗寒冷气候,藏香猪的背膘厚相对也较厚,本试验中赣南藏香猪与商品猪背膘厚无显著差异。藏猪体内富含纤维素分解酶,舍饲条件下,需要在饲粮中添加90%的牧草来满足其营养需求^[14],这可能是导致其瘦肉率较高的原因之一。本研究表明赣南藏香猪的皮厚小于商品猪,瘦肉率比商品猪高,脂肪含量较低,藏猪体内表达下调的主要是控制脂肪沉积的基因,而表达上调的基因主要参与脂肪代谢和骨骼肌生长^[15],研究发现其血清中有较低的甘油三酯、脂联素和较高的瘦素^[16],这三者都可减少藏香猪机体脂肪的沉积;饲养方式和营养来源也是不可忽略的因素,商品猪主要以圈养为主,饲料以精料为主,运动量相对小,导致其脂肪沉积更快。肉色、pH值和肌肉系水力是国际上区分生理正常肉与异常肉的主要指标,猪被屠宰后糖酵解反应随即开始,肌肉的PH值会逐步下降,其下降的速度和程度与肉质直接相关^[17]。pH下降速度快且下降幅度大都将导致肉色变白,肉质变差,甚至产生PSE肉^[18]。本试验结果表明赣南藏香猪肌肉pH_{45 min}值和pH_{24 h}值均高于商品猪,说明其产生PSE肉的风险较小,pH下降幅度也即pH下降速度小于商品猪,说明其更耐贮存。赣南藏香猪的肉色亮度L*值大于商品猪但小于PSE肉判定标准55,肉色a*大于商品猪,这表明赣南藏香猪相对于商品猪肉色更红亮,与地方猪肉色优于商品猪的报道基本一

致^[19]。含水率和持水性能是影响肉质风味和嫩度的关键因素之一,研究表明藏香猪的滴水损失、脱水速率和蒸煮损失都较小,说明藏香猪具有优秀的持水性能。赣南藏香猪的肌纤维直径显著小于商品猪,可能与饲养过程中能量等的供应有关,研究表明在缺乏能量时肌纤维直径会显著下降^[20],并且随着肌纤维直径增大,肌肉嫩度降低;肌纤维越细、密度越大、肌内脂肪含量越高,肉质越细嫩^[21]。本试验结果中赣南藏香猪的肌肉剪切力小于商品猪,这可能是由于赣南藏香猪的肌纤维更细导致,此外赣南藏香猪的肌肉水分含量显著高于商品猪,这3个指标都反应出赣南藏香猪的肌肉嫩度更佳佐证了前人研究结果^[8]。生猪屠宰后肌肉中ATP开始下降,从而生成肌苷酸,肌苷酸是肉质鲜味的主要影响因素之一^[22],与商品猪相比赣南藏香猪的肌苷酸和呈味氨基酸含量较高,这与赣南藏香猪肉鲜味更佳有着直接关系。赣南藏香猪的肌肉的SOD活性和不饱和脂肪酸含量更高,这可以使赣南藏香猪肉具有更好的抗氧化性能,更耐贮存,从人类营养学角度而言,摄入不饱和脂肪酸有益于人体健康,可减少心血管等疾病的发病率,并具有一定的保健效果^[23]。

4 结论

通过对比商品猪和赣南藏香猪的胴体性状和肉品质可以看出:相对商品猪而言赣南藏香猪的屠宰性能更优,其皮薄,脂肪含量较低;肉色较商品猪偏亮偏红,其肉质更细嫩、多汁、风味也更佳;肌肉抗氧化性能更好,更耐贮存。

致谢:江西省赣州市安远县大竹湖生态农业有限公司和寻乌县香源农业发展有限公司对本试验提供帮助,谨致谢意!

参考文献:

- [1] 杨红杰,彭华,王林云.从我国猪肉消费趋势展望地方猪种发展前景[J].中国畜牧杂志,2014,50(16):6-10.
Yang H J, Peng H, Wang L Y. Prospects for the development of local pig breeds from the perspective of pork consumption trend in China [J]. Chinese Journal of Animal Science, 2014, 50(16): 6-10.
- [2] 徐海鹏.西藏藏猪胴体及肉质特性的研究[D].泰安:山东农业大学,2015.
Xu H P. Researches on carcass and meat quality of Tibetan pigs [D]. Tai'an: Shandong Agricultural University, 2015.
- [3] 蔡泽川,胡平,李长军.藏香猪规模化养殖技术[J].农村百事通,2018(10):37-39.
Cai Z C, Hu P, Li C J. Large scale breeding technology of Tibetan fragrant pig [J]. Nongcun Baishitong, 2018, (10): 37-39.
- [4] 朱玉红,朱红辉,黎滨燕.关于藏香猪在南方低海拔山区饲养要点的探讨[J].湖南畜牧兽医,2018(4):5-7.
Zhu Y H, Zhu H H, Li B Y. Discussion on the key points of raising Tibetan fragrant pig in the low altitude mountainous area of South China [J]. Hunan Animal science and Veterinary Medicine, 2018(4): 5-7.
- [5] 孙志昶,李永鹏,韩玲.饲养方式对甘南州藏猪肉营养成分、脂肪酸组成及挥发性化合物的影响[J].动物营养学报,2011,23(4):686-694.
Sun Z X, Li Y P, Han L. Effects of feeding systems on meat nutrient contents, fatty acid composition and volatile compounds of Tibetan pigs in Gannan prefecture [J]. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2011, 23(4): 686-694.
- [6] 徐雪萍,张云峰.藏香猪养殖技术及现状[J].新疆农垦科技,2015(5):33-34.
Xu X P, Zhang Y F. Breeding technology and current situation of Tibetan fragrant pig [J]. Xinjiang Farm Research of Science and Technology, 2015(5): 33-34.
- [7] 李国云,杨东,赵立三,等.迪庆藏香猪的饲养管理[J].养殖与饲料,2013(10):26-27.
Li G Y, Yang D, Zhao L S, et al. Feeding management of Diqing Tibetan fragrant pig [J]. Animals Breeding and Feed, 2013 (10): 26-27.
- [8] Wang S J, Li J Y, Wang H, et al. A review on Tibetan swine(a) carcass, meat quality, basic nutrition component, amino acids, fatty acids, inosine monophosphate and muscle fiber [J]. Agricultural Science & Technology, 2013(10): 1369-1374.
- [9] Essén-Gustavsson B, Karlsson A, Lundström K, et al. Intramuscular fat and muscle fibre lipid contents in halothane-gene-free pigs fed high or low protein diets and its relation to meat quality [J]. Meat Science, 1994, 38(2): 269-277.
- [10] 张盼.舍饲与放牧条件下藏猪的屠宰性能和肉品质比较[J].中国畜牧杂志,2019,55(3):107-109.
Zhang P. Comparison of slaughtering performance and meat quality of Tibetan pigs under house feeding and grazing conditions [J]. Chinese Journal of Animal Science, 2019, 55(3): 107-109.

- [11] 宋社果,安小鹏,赵海波,等.藏香猪屠宰特性及肉品质的分析[J].西北农业学报,2011,20(12):26-32.
Song S G, An X P, Zhao H B, et al. Analysis of slaughter traits and meat quality in Zangxiang pig[J]. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 2011, 20(12): 26-32.
- [12] 龚建军,吕学斌,陈晓晖,等.藏猪生长发育性能研究[J].西南农业学报,2009,22(2):473-475.
Gong J J, Lü X B, Chen X H, et al. Study on growth and development performance of Tibetan Pig[J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 2009, 22(2): 473-475.
- [13] Ai H, Yang B, Li J, et al. Population history and genomic signatures for high-altitude adaptation in Tibetan pigs[J]. *BMC Genomics*, 2014, 15(1): 1-14.
- [14] Yang W P, Meng F X, Peng J Y, et al. Isolation and identification of a cellulolytic bacterium from the Tibetan pig's intestine and investigation of its cellulase production[J]. *Electronic Journal of Biotechnology*, 2014(17): 262-267.
- [15] Zhu L, Li M, Li X, et al. Distinct expression patterns of genes associated with muscle growth and Adipose deposition in Tibetan pigs: a possible adaptive mechanism for high altitude conditions[J]. *High Altitude Medicine & Biology*, 2009, 10(1): 45-55.
- [16] 钟志军,洪亮,顾以韧,等.藏猪和大约克夏猪血清中脂代谢相关细胞因子的发育性变化研究[J].养猪,2016(1): 65-67.
Zhong Z J, Hong L, Gu Y R, et al. The research on developmental changes of lipid metabolism related cytokines in serum of Tibetan and Yorkshire pigs[J]. *Swine Production*, 2016, (1): 65-67.
- [17] Scheffler T L, Gerrard D E. Mechanisms controlling pork quality development: The biochemistry controlling postmortem energy metabolism[J]. *Meat Science*, 2007, 77(1): 7-16.
- [18] Shen L Y, Luo J, Lei H G, et al. Effects of muscle fiber type on glycolytic potential and meat quality traits in different Tibetan pig muscles and their association with glycolysis-related gene expression[J]. *Genetics and Molecular Research*, 2014(4): 14366-14378.
- [19] 窦大昶.野家杂交猪与商品猪肉质比较研究[D].黑龙江:东北农业大学,2008.
Dou D X. Crossbred pigs bred by sus scrofa of meat quality of crossbred boar and commercial pigs[D]. Heilongjiang: Northeast Agricultural University, 2008.
- [20] Harrison A P, Rowlerson A M, Dauncey M J. Selective regulation of myofiber differentiation by energy status during postnatal development[J]. *The American journal of Physiology*, 1996, 270(3 Pt 2): R667-74.
- [21] Su L, Li H, Xin X, et al. Muscle fiber types, characteristics and meat quality[J]. *Advanced Materials Research*, 2013, 634-638(1): 1263-1267.
- [22] 闫俊书,刘培峰,施振旦.家禽肌肉肌苷酸含量影响因素及其相关基因的研究进展[J].中国家禽,2017,39(10): 41-46.
Yan J S, Liu P F, Shi Z D. Research progress on influence factors and related genes of inosine monophosphate content in poultry muscle[J]. *China Poultry*, 2017, 39(10): 41-46.
- [23] Gillingham L G, Harris-Janz S, Jones P J H. Dietary monounsaturated fatty acids are protective against metabolic syndrome and cardiovascular disease risk factors[J]. *Lipids*, 2011, 46(3): 209-228.