

石琨, 朱怡轩, 王孝义, 等. 不同性别撒坝猪胴体性能和肉质比较分析 [J]. 畜牧与兽医, 2026, 58 (2): 18-25.

SHI K, ZHU Y X, WANG X Y, et al. Analysis of carcass performance and meat quality of Saba pigs with different genders [J]. Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2026, 58 (2): 18-25.

## 不同性别撒坝猪胴体性能和肉质比较分析

石琨<sup>#</sup>, 朱怡轩<sup>#</sup>, 王孝义, 杨永立, 陈强, 鲁绍雄, 刘铭哲, 李明丽<sup>\*</sup>

(云南农业大学动物科学技术学院, 云南 昆明 650201)

**摘要:** 旨在比较不同性别撒坝猪胴体性能和肉品质的差异。选取初始体重 20 kg 左右的撒坝猪 20 头 (公母各半), 饲养至 320 日龄, 平均体重达 (101.50±7.93) kg 时屠宰, 测定其胴体性能与肉质性状, 并采集背最长肌样品进行氨基酸和脂肪酸含量分析, 探究性别间的差异。结果: 公猪的皮率和眼肌面积显著高于母猪 ( $P<0.05$ ), 瘦肉率、大理石纹和肉色评分差异不显著; 氨基酸分析表明, 谷氨酸 (Glu) 的味道强度值 (TAV) 最高, 是主要鲜味物质, 酸味氨基酸 TAV 值最高 (公猪 153.34, 母猪 162.41); 必需氨基酸占比达 40% 以上 (公猪 41.46%, 母猪 40.45%); 氨基酸评分 (SRC) 符合 FAO/WHO 优质蛋白要求 (公猪 73.21, 母猪 72.34); 脂肪酸组成中不饱和脂肪酸占比较高 (公猪 82.959%, 母猪 79.872%), 且含有  $\omega-3$  和  $\omega-6$  多不饱和脂肪酸。结论: 性别对撒坝猪肉中的氨基酸组成及其呈味特性具有显著影响, 其中母猪的氨基酸呈味特征更为突出, 本试验为不同性别撒坝猪的胴体性能和肉质差异研究提供了重要的理论依据。

**关键词:** 撒坝猪; 胴体性能; 肉质; 营养价值评价

中图分类号: S828 文献标志码: A 文章编号: 0529-5130(2026)02-0018-08

## Analysis of carcass performance and meat quality of Saba pigs with different genders

SHI Kun<sup>#</sup>, ZHU Yixuan<sup>#</sup>, WANG Xiaoyi, YANG Yongli, CHEN Qiang, LU Shaoxiong, LIU Mingzhe, LI Mingli<sup>\*</sup>

(Faculty of Animal Science and Technology, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

**Abstract:** This experiment aimed to evaluate the effects of sex on carcass traits and meat quality in Saba pigs. A total of 20 Saba pigs (10 males and 10 females) with an initial body weight of approximately 20 kg were raised to 320 days of age. When the average body weight reached (101.50 ± 7.93) kg, the pigs were slaughtered to evaluate their carcass traits and meat quality. Longissimus dorsi muscle samples were collected to systematically investigate sex-related differences in amino acid profiles and fatty acid composition in the pigs. The results showed that the boars had a significantly higher skin weight percentage and larger eye muscle area than the sows ( $P<0.05$ ). However, no significant differences were found in their lean meat percentage, marbling and meat color scores. The amino acid analysis showed that glutamic acid (Glu) had the highest taste activity value (TAV), identifying itself as the primary umami substance. The TAV of acidic amino acids was the highest (153.34 for boars and 162.41 for sows). Essential amino acids accounted for over 40% of the total amino acids (41.46% for boars and 40.45% for sows). The amino acid score (SRC) meets the FAO/WHO criteria for a high-quality protein, with values close to the reference pattern (boar: 73.21; sow: 72.34). Regarding fatty acids, unsaturated fatty acids accounted for a high proportion (82.959% for boars and 79.872% for sows), and both  $\omega-3$  and  $\omega-6$  polyunsaturated fatty acids were detected. In conclusion, sex significantly influenced the amino acid composition and flavor characteristics of Saba pigs, with sows exhibiting more pronounced amino acid flavor profiles. This finding may serve as theoretical support for research on differences in carcass performance and meat quality between male and female Saba pigs.

**Keywords:** Saba pig; carcass performance; meat quality; nutritional value assessment

随着人们生活水平的提高和健康意识的增强, 对

优质猪肉的需求日益增长。猪肉作为重要的蛋白质来源, 其品质直接影响消费者的健康和满意度。然而, 传统的猪肉生产模式往往侧重于产量, 对肉质和胴体性能的关注相对不足, 导致市场上猪肉品质参差不齐。近年来, 随着消费者对食品安全和品质要求的提升, 以及对畜牧业可持续发展的迫切需求, 探究影响猪肉品质的关键因素并优化养殖策略成为行业关注的

收稿日期: 2025-04-09; 修回日期: 2025-11-20

基金项目: 云南省生猪产业技术体系建设项目 (2023KJX0016)

第一作者: 石琨, 男, 硕士研究生; 朱怡轩, 女, 博士研究生。

#共同第一作者

\*通信作者: 李明丽, 硕士, 教授, 主要从事动物生产研究, E-

mail: xiaolucao@126.com。

焦点。

撒坝猪作为我国优良的地方猪种，以其耐粗饲、抗病力强、肉质优良等特性而闻名<sup>[1]</sup>。然而，目前针对撒坝猪的研究多集中于遗传多样性保护<sup>[2-4]</sup>和繁殖性能<sup>[5-6]</sup>等方面。关于不同性别撒坝猪胴体性能和肉质差异的系统研究仍较为匮乏。本研究以不同性别撒坝猪为研究对象，在分析其胴体性能和肉质等常规指标的基础上，对其背最长肌组织中氨基酸和脂肪酸的含量进行检测，确定肌肉中非挥发性物质对呈味的贡献，并采用氨基酸比值系数评价氨基酸组成结构，为撒坝猪的性别特异性选育和肉质改良提供科学依据，同时也为地方猪种的资源保护和开发利用提供新的思路。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验动物

在楚雄州种猪场（撒坝猪保种场）选取初始体重（19.70±3.59）kg，彼此间无亲缘关系的撒坝猪20头（公母各半，公猪已去势），在相同日粮组成及饲养管理条件下饲养。撒坝猪的饲养采用两阶段育肥模式，分别为25~60 kg和60~100 kg。各阶段饲养管理程序按猪场内部的免疫、用药及保健等标准执行。不同阶段的基础饲料均按动物营养学标准配制，其主要营养成分详见表1。撒坝猪饲养至320日龄、体重达（101.50±7.93）kg时进行屠宰。

### 1.2 屠宰试验

#### 1.2.1 胴体性能指标测定

试验猪禁食24 h，自由饮水，屠宰后将胴体沿背中线分半，取左半胴体测定屠宰性状和肉质性状。参照NY/T 825—2004《瘦肉型猪胴体性状测定技术规范》测定宰前活重、胴体重、屠宰率、胴体直长、平均背膘厚、眼肌面积、瘦肉率等指标。

#### 1.2.2 肉质指标测定

根据NY/T 821—2019《猪肉品质测定技术规范》测定样品肉色、大理石纹评分、pH值、失水率、滴水损失和肌内脂肪（IMF）含量，并采集腰大肌测定其熟肉率；参照NY/T 1180—2006《肉嫩度的测定剪切力测定法》进行剪切力（嫩度）的测定；屠宰后采集左半胴体背最长肌组织100 g，剔除外周筋膜和脂肪组织，保存于-20℃冰箱中，分别参照GB 5009.12—2016《食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定》和GB 5009.12—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定》进行氨基酸和脂肪酸的测定。

### 1.3 氨基酸呈味特征、阈值及味道强度值评价

氨基酸呈味特征及阈值参考文献[7-8]确定，味道强度值（TAV）按照文献[8-9]的方法计算，其中TAV为氨基酸含量与氨基酸呈味阈值的比值，如果某一氨基酸有多个呈味特征，计算时每一种味道均列入计算（表2）。

### 1.4 氨基酸评价方法

参考文献[10-11]计算必需氨基酸评分及氨基酸模式。

氨基酸比值（RAA）= 样品中某氨基酸含量/模式氨基酸含量，

氨基酸比值系数（RC）= 某氨基酸 RAA/所有必需氨基酸 RAA 平均值，

氨基酸比值系数评分（SRC）= 100-SRD×100，

SRD（相对标准差）= RC 标准差/RC 平均值。

在此模式中，RAA及RC越接近1，SRC越接近100，表明组成比例越接近FAO/WHO标准，背最长肌组成与理想氨基酸模式趋于一致，更符合人体饮食所需。当SRD=0、SRC=100时，表明蛋白质氨基酸平衡性好；RC越分散，SRD变大，SRC越小，表明在氨基酸平衡生理作用方面的正贡献越小。以赖氨酸（Lys）含量为基准（设为100），根据其余氨基酸与Lys的比例，构建了撒坝猪背最长肌的氨基酸组成模式；鉴于含硫氨基酸（S-AA）在水解过程中易被破坏，其数值在模型中按增加10%的系数进行校正。

### 1.5 数据统计与分析

采用独立样本t检验分析撒坝公猪与母猪的性状差异，通过SAS 9.0的TTEST过程进行统计分析，结果以“平均值±标准差”表示。

表1 主要营养成分

营养成分	生长阶段	
	25~60 kg	60~100 kg
粗蛋白/%	15.78	16.58
可消化能/(MJ·kg <sup>-1</sup> )	13.23	13.35
粗纤维/%	3.50	3.50
钙/%	0.65	0.52
总磷/%	0.56	0.48
赖氨酸(Lys)/%	0.75	0.63
蛋氨酸(Met)/%	0.45	0.27
苏氨酸(Thr)/%	0.95	0.60
缬氨酸(Val)/%	0.95	0.65

表 2 游离氨基酸的呈味特性及阈值<sup>[7-9]</sup>

氨基酸	呈味特征	呈味阈值/(mg·g <sup>-1</sup> )	鲜味强度	甜味强度	酸味强度	苦味强度
天冬氨酸 (Asp)	酸, 鲜, 甜 (+)	10	+	+	+++	
苏氨酸 (Thr)	甜, 酸, 苦 (+)	26		+++	+	+
丝氨酸 (Ser)	甜, 鲜, 酸 (+)	15	+	+++	+	
谷氨酸 (Glu)	酸, 鲜 (+)	3	++		+++	
甘氨酸 (Gly)	甜 (+)	13		+++		
丙氨酸 (Ala)	甜, 鲜 (+)	6	+	+++		
缬氨酸 (Val)	苦, 甜 (-)	4		+		+++
蛋氨酸 (Met)	苦, 鲜, 甜 (-)	30	+	+		+++
异亮氨酸 (Ile)	苦 (-)	9				+++
亮氨酸 (Leu)	苦 (-)	19				+++
酪氨酸 (Tyr)	苦 (-)	/				
半胱氨酸 (Cys)	苦 (-)	/				
苯丙氨酸 (Phe)	苦 (-)	9				+++
赖氨酸 (Lys)	苦, 甜 (-)	5		+		+++
组氨酸 (His)	苦, 甜, 酸 (-)	2		+	+	++
精氨酸 (Arg)	苦, 甜 (-)	5			+	+++
脯氨酸 (Pro)	苦, 甜 (-)	30		+++		+++

注: (+) 表示对食品的滋味呈正贡献, (-) 表示对食品的滋味呈负贡献; + 表示呈味性低, ++ 表示呈味性中等, +++ 表示呈味性强; / 表示未找到该氨基酸的呈味阈值; 空白处表示此氨基酸不呈现该味道。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同性别撒坝猪的胴体和肉质性状比较

由表 3 可见, 公猪皮率和眼肌面积均显著高于母猪, 而其余胴体指标无显著差异 ( $P>0.05$ )。从表 4 可知, 性别对撒坝猪肉质性状的影响无显著差异 ( $P>0.05$ )。除 pH 值外, 其余肉质性状指标均为母猪高于公猪。

表 3 不同性别撒坝猪胴体性状分析

指标	公猪	母猪
屠宰体重/kg	103.15±6.66	99.85±9.06
屠宰率/%	76.16±1.10	75.43±1.45
平均背膘厚/cm	4.58±0.62	4.98±0.60
6~7 肋处皮厚/mm	5.25±0.83	5.40±0.83
皮率/%	11.76±1.72 <sup>a</sup>	10.19±1.04 <sup>b</sup>
骨率/%	7.65±1.04	7.07±0.89
肥肉率/%	40.15±4.05	42.92±2.19
胴体直长/cm	85.80±3.46	83.70±4.64
胴体斜长/cm	73.80±2.44	72.9±2.51
眼肌面积/cm <sup>2</sup>	21.31±4.37 <sup>a</sup>	17.96±2.61 <sup>b</sup>
瘦肉率/%	40.08±2.77	39.82±2.10

注: 同行数据肩标不同小写字母表示差异显著 ( $P<0.05$ ), 下同。

表 4 不同性别撒坝猪肉质性状分析

指标	公猪	母猪
pH 值	6.35±0.10	6.32±0.11
肉色/分	3.55±0.28	3.70±0.26
大理石纹/分	3.50±0.00	3.55±0.37
失水率/%	11.08±2.10	11.43±1.35
熟肉率/%	63.81±1.05	65.52±2.82
滴水损失/%	2.58±1.17	3.34±1.10
肌内脂肪含量/%	5.37±2.00	6.41±2.44
嫩度/(kg·cm <sup>-2</sup> )	4.77±1.55	4.87±1.91

### 2.2 不同性别撒坝猪背最长肌氨基酸含量及呈味特点比较

不同性别撒坝猪背最长肌氨基酸组成及 TAV 见表 5。从氨基酸含量上看, Glu 含量最高, 其次为 Lys, 最低的是 Cys。母猪 Ser、Met、Tyr 和 His 的含量分别比公猪提高 0.04% ( $P<0.05$ )、0.08% ( $P<0.05$ )、0.07% ( $P<0.05$ ) 和 0.06% ( $P<0.05$ ); 除 Cys 和 Tyr 的 TAV 未知外, Asp、Thr、Ser 等 15 种氨基酸的 TAV 均大于 1, Ser、Met、His 的 TAV 均呈现出母猪显著高于公猪 ( $P<0.05$ )。母猪鲜味氨基酸占比 (FAA/TAA) 和酸味氨基酸占比显著高于公猪 ( $P<0.01$  或  $P<0.05$ )。

表 5 不同性别撒坝猪背最长肌氨基酸含量和 TAV 分析

指标	呈味阈值/(mg·g <sup>-1</sup> )	氨基酸含量/%		TAV	
		公猪	母猪	公猪	母猪
Asp*△※	10	1.50±0.13	1.59±0.09	15.01±1.31	15.85±0.86
Thr△※●■	26	0.78±0.05	0.81±0.04	2.98±0.19	3.12±0.16
Ser*△※	15	0.57±0.04 <sup>b</sup>	0.61±0.04 <sup>a</sup>	3.82±0.28 <sup>b</sup>	4.08±0.25 <sup>a</sup>
Glu*※	3	2.15±0.24	2.27±0.17	71.70±8.13	75.67±5.72
Gly△	13	0.73±0.07	0.73±0.06	5.62±0.53	5.63±0.45
Ala*△	6	0.97±0.06	1.01±0.06	16.08±1.07	16.75±0.97
Cys	/	0.15±0.02	0.16±0.02	/	/
Val△●■	4	0.87±0.08	0.81±0.09	21.68±1.89	20.2±2.33
Met*△●■	30	0.37±0.10 <sup>b</sup>	0.45±0.04 <sup>a</sup>	1.23±0.32 <sup>b</sup>	1.49±0.14 <sup>a</sup>
Ile●■	9	0.78±0.08	0.73±0.09	8.64±0.85	8.09±1.02
Leu●■	19	1.40±0.09	1.45±0.08	7.36±0.46	7.62±0.41
Tyr	/	0.58±0.06 <sup>b</sup>	0.65±0.05 <sup>a</sup>	/	/
Phe●■	9	0.72±0.04	7.97±0.45	7.93±0.50	8.01±0.42
Lys△●■	5	1.54±0.10	1.57±0.09	30.74±1.98	31.48±1.76
His△※●	2	0.77±0.07 <sup>b</sup>	0.83±0.05 <sup>a</sup>	38.55±3.74 <sup>b</sup>	41.65±2.67 <sup>a</sup>
Arg※●	5	1.06±0.07	1.10±0.07	21.28±1.41	22.04±1.31
Pro△●	30	0.63±0.05	0.66±0.04	2.09±0.18	2.20±0.15
鲜味氨基酸 (FAA)		5.56±0.48	5.92±0.37	106.91±10.66	112.65±7.65
甜味氨基酸 (SAA)		8.71±0.59	9.07±0.52	136.33±9.89	140.91±8.37
酸味氨基酸		6.84±0.60	7.21±0.44	153.34±14.77	162.41±10.65
苦味氨基酸 (BAA)		8.90±0.58	9.13±0.55	142.48±10.04	145.90±9.14
氨基酸总量 (TAA)		15.55±1.14	16.14±0.95		
FAA/TAA		35.73±0.68 <sup>B</sup>	36.67±0.62 <sup>A</sup>		
SAA/TAA		56.07±0.59	56.18±0.35		
酸味氨基酸比例		43.93±1.02 <sup>b</sup>	44.69±0.49 <sup>a</sup>		
BAA/TAA		57.28±0.97	56.57±0.73		
必需氨基酸 (EAA)		6.44±0.42	6.54±0.41		
非必需氨基酸 (NEAA)		9.11±0.77	9.60±0.59		
EAA/TAA		41.46±1.24	40.50±0.86		
EAA/NEAA		70.88±3.57	68.09±2.43		

注：\*为鲜味氨基酸，△为甜味氨基酸，※为酸味氨基酸，●为苦味氨基酸，■为必需氨基酸。同行数据相同指标肩标不同大写字母表示差异极显著 (P<0.01)，下同。

撒坝猪背最长肌中各种氨基酸评分见表 6。公猪背最长肌中 Phe+Tyr 和 Lys 的 RAA 高于 FAO/WHO 模式中的要求，母猪只有 Lys 高于 FAO/WHO 模式中的要求，其余必需氨基酸均低于 FAO/WHO 模式。Met 的 RC 系数最小，对氨基酸平衡的贡献最低，Met 为撒坝猪的第一限制性氨基酸，其次是 Val，而 Lys 的 RC 系数最高，对撒坝猪氨基酸平衡的贡献最大，其余氨基酸 RC 均在 1 左右。公猪的 SRC 评分为

73.21，母猪的 SRC 评分为 72.34，氨基酸平衡性较好。

以 Lys 含量为 100，按各种氨基酸含量的不同构建撒坝猪氨基酸模式 (表 7)，在该模式中显示 Glu 含量最高，公、母猪分别为 140 和 144，其次为 Lys 和 Leu，Met 和 Cys 较低，模式中其余氨基酸较为接近，氨基酸模式均衡。

表 6 撒坝公猪背最长肌氨基酸的 RAA、RC 及 SRC 分析

氨基酸	FAO/WHO 推荐值	EAA/TAA		RAA		RC		SRC	
		公猪	母猪	公猪	母猪	公猪	母猪	公猪	母猪
Thr	4.00	4.99	5.03	0.89	0.89	0.99	1.03		
Val	4.00	5.58	5.00	0.80	0.71	0.88	0.82		
Met	5.00	2.38	2.77	0.49	0.56	0.54	0.65		
Ile	3.50	5.01	4.50	0.89	0.80	0.99	0.92	73.21	72.34
Leu	7.00	9.01	8.97	0.92	0.91	1.02	1.05		
Phe +Tyr	6.00	8.80	8.05	1.04	0.96	1.16	1.10		
Lys	5.50	9.89	9.75	1.28	1.26	1.42	1.45		

表 7 不同性别撒坝猪背最长肌氨基酸模式分析

氨基酸	公猪	母猪	氨基酸	公猪	母猪
Thr	50	52	Leu	91	92
Glu	140	144	Tyr	38	41
Gly	47	47	Phe	46	46
Ala	63	64	Lys	100	100
Cys	11	11	His	50	53
Val	56	51	Arg	69	70
Met	26	31	Pro	41	42
Ile	51	46			

注：鉴于 S-AA 水解时部分被破坏，模型按 S-AA 加上 10% 系数建立。

### 2.3 不同性别撒坝猪背最长肌脂肪酸含量及组成比较

撒坝猪背最长肌中的脂肪酸组成见表 8。背最长肌中主要的脂肪酸由高到低依次是油酸、棕榈酸、硬脂酸、亚油酸、棕榈油酸、花生烯酸和肉豆蔻酸，这

7 种脂肪酸占 IMF 总脂肪酸的 95% 以上，其余脂肪酸含量均低于 1%。此外，公猪背最长肌中棕榈油酸极显著低于母猪 ( $P < 0.01$ )，而  $\alpha$ -亚麻酸显著高于母猪 ( $P < 0.05$ )，其余脂肪酸的含量无显著差异。

表 8 不同性别撒坝猪背最长肌脂肪酸相对含量分析

脂肪酸	公猪	母猪	%
辛酸 (C8: 0)	0.045±0.013	0.051±0.008	
癸酸 (C10: 0)	0.085±0.015	0.096±0.010	
月桂酸 (C12: 0)	0.100±0.015	0.101±0.008	
肉豆蔻酸 (C14: 0)	1.277±0.088	1.253±0.106	
十四烯酸 (C14: 1)*	0.041±0.010	0.049±0.012	
十五烷酸 (C15: 0)	0.048±0.010	0.049±0.004	
棕榈酸 (C16: 0)	27.181±0.714	27.384±0.866	
棕榈油酸 (C16: 1)*	2.851±0.438 <sup>B</sup>	3.438±0.536 <sup>A</sup>	
十七碳酸 (C17: 0)	0.202±0.046	0.174±0.026	
硬脂酸 (C18: 0)	16.017±1.464	14.965±1.160	
油酸 (C18: 1n9c)*	44.193±2.448	44.995±1.333	
亚油酸 (C18: 2n6c)**	4.841±1.001	4.256±0.992	
花生酸 (C20: 0)	0.392±0.052	0.397±0.063	
$\alpha$ -亚麻酸 (C18: 3n3)**	0.148±0.033 <sup>a</sup>	0.114±0.031 <sup>b</sup>	

续表 8

%

脂肪酸	公猪	母猪
花生烯酸 (C20: 1) *	1.283±0.333	1.279±0.416
二十碳二烯酸 (C20: 2) *	0.297±0.054	0.246±0.063
山嵛酸 (C22: 0)	0.077±0.018	0.092±0.018
二十碳三烯酸 (C20: 3n6) ☆	0.153±0.063	0.171±0.068
11, 14, 17-二十碳三烯酸 (C20: 3n3) ☆	0.072±0.010	0.066±0.016
芥子酸 (C22: 1n9) *	0.185±0.140	0.188±0.080
花生四烯酸 (C20: 4n6) ☆	0.656±0.410	0.873±0.462
二十四烷酸 (C24: 0)	0.083±0.021	0.102±0.023
神经酸 (C24: 1) *	0.051±0.015	0.065±0.016
二十二碳六烯酸 (C22: 6n3) ☆	0.037±0.008	0.043±0.010
单不饱和脂肪酸 (MUFA)	48.568±2.502	49.959±1.642
多不饱和脂肪酸 (PUFA)	6.141±1.360	5.683±1.367
饱和脂肪酸 (SFA)	45.291±1.788	44.358±1.697
不饱和脂肪酸 (UFA)	54.709±1.788	55.643±1.697
必需脂肪酸 (EFA)	4.974±0.998	4.347±0.972
SFA/UFA	82.959±5.931	79.872±5.583
PUFA/SFA	13.552±2.866	12.876±3.372

注: ★为 MUFA, ☆为 PUFA, ●为 EFA, 未标注为 SFA。

### 3 讨论

#### 3.1 性别对撒坝猪胴体性能和肉品质的影响

本研究结果显示,撒坝公猪的背膘厚度和眼肌面积较母猪存在显著差异,该发现与丁月云等<sup>[12]</sup>关于地方猪种性别差异的研究结论一致,但与郭建凤等<sup>[13]</sup>在杂交猪种以及谢宝财<sup>[14]</sup>在规模化养殖条件下的观察结果存在分歧。推测这种差异可能与试验群体所处地理气候条件差异导致的种质特性表达不同有关,但具体作用机制仍需进一步验证。值得注意的是,除上述两项指标外,性别因素对其他胴体性状(包括屠宰率、胴体长等)均未产生显著影响,这与郭建凤<sup>[15]</sup>在五莲黑猪研究中得到的结果相似。

在肉质特性方面,本试验数据表明性别因素对撒坝猪肉的 pH 值、肉色评分、大理石纹评分、失水率及熟肉率等核心肉质指标均无显著影响,该结论与谢宝财等<sup>[16]</sup>在肉质性别差异方面的研究结果相吻合。但需指出,受试验条件限制,本研究尚未涉及肉色客观评价指标(包括亮度值、红度值和黄度值)的系统检测,后续研究可通过色差仪等精密仪器对此类指标进行量化分析,以完善肉质评价体系。

#### 3.2 性别对撒坝猪背最长肌氨基酸组成的影响

作为机体核心氨基酸储存库的骨骼肌<sup>[17]</sup>,其游离氨基酸组成对肉的风味形成和口感具有决定性作用<sup>[18]</sup>。撒坝猪背最长肌氨基酸分析表明, Glu 作为

含量最丰富的呈味氨基酸,在公母猪中分别达到 2.15% 和 2.27%, 其对应 TAV 达到 71.70 和 75.67, 显著高于鲜味阈值 (1.0)。Glu 主要呈现鲜味特征, 当其含量超过味觉阈值时, 可显著增强肌肉的鲜甜味并抑制苦味<sup>[19]</sup>。值得注意的是, 撒坝母猪的关键呈味氨基酸 (Ser、Met、Tyr) 含量及 TAV 值均显著高于公猪, 其中鲜味氨基酸占比 (FAA/TAA) 极显著高于公猪, 酸味氨基酸占比亦显著提升。具体而言, 撒坝母猪鲜、甜、酸、苦味氨基酸 TAV 值 (112.65、140.91、162.41、145.90) 均高于公猪 (106.91、136.33、153.34、142.48)。基于呈味物质协同增效机制, 尤其是鲜味物质对甜味的放大效应及苦味的抑制功能<sup>[20]</sup>, 撒坝猪背最长肌中高浓度 Glu 不仅构建了突出的鲜味基底, 更通过味觉修饰作用优化了整体味觉平衡, 这可能是其肉质风味优势的重要生化基础。

在营养品质方面, 除色氨酸 (Trp) 因检测方法的缺陷导致水解损失外, 撒坝猪背最长肌完整检测到所有 EAA。其 EAA/TAA 比值在公母猪中分别达到 41.46% 和 40.50%, 显著高于壹号黑猪 (39%)<sup>[10]</sup>、关中黑猪 (34%)<sup>[21]</sup> 及皖南黑猪 (39%)<sup>[22]</sup>。氨基酸评分显示, 撒坝公猪中 Phe+Tyr 及 Lys 达到 FAO/WHO 理想蛋白模式标准, 而母猪仅 Lys 达标。值得注意的是, 撒坝猪背最长肌 SRC 评分在公母猪中分别达到 73.21 和 72.34, 显著优于湘西黑猪

(72.60)、屯昌黑猪(54.76)、湖北白猪(55.04)及三江白猪(55.15)<sup>[23-24]</sup>,虽低于八梅猪的83.10<sup>[25]</sup>,但整体氨基酸模式与FAO/WHO推荐标准高度契合,表明其作为优质动物蛋白源的营养优势。

### 3.3 性别对撒坝猪背最长肌脂肪酸组成的影响

脂肪作为影响肉品质的关键因素,其组成特征直接决定了肉的风味特征、嫩度特性及氧化稳定性。IMF通过其脂肪酸组成对肉质产生多维影响:一方面,高脂肪酸含量会因化学活性增加而加速脂质氧化<sup>[26]</sup>;另一方面,PUFA比例升高可显著改善肌肉脂肪的物理性状<sup>[27]</sup>。本研究在撒坝猪背最长肌中共鉴定出24种脂肪酸,包括11种SFA和13种UFA。分析显示,SFA中以棕榈酸(C16:0)为主,公母猪含量分别为27.181%和27.384%;UFA中油酸(C18:1n9c)占比最高,公母猪分别达44.193%和44.995%。这一结果与许悦等<sup>[28]</sup>和黎琪等<sup>[29]</sup>关于猪肌肉脂肪酸特征的研究结论一致,证实了棕榈酸和油酸在猪肌肉脂肪中的主导地位。特别值得注意的是,本研究中油酸含量接近倪雪<sup>[30]</sup>提出的46%禽肉鉴别阈值,但因猪种特异性差异,该指标在品种鉴别中的应用需谨慎评估。

从营养健康角度分析,过量SFA摄入可能诱发细胞脂毒性及代谢紊乱。Liu等<sup>[31]</sup>的动物模型研究证实,UFA可通过拮抗SFA作用发挥代谢保护效应。本研究发现撒坝猪SFA/UFA比值均<1,UFA占比显著高于甘肃地方杂交黑猪<sup>[32]</sup>,但低于五莲黑猪<sup>[33]</sup>,其EFA含量分别为4.974%(公猪)和4.347%(母猪)。鉴于脂肪沉积的复杂调控机制,建议后续研究结合多组学技术(如转录组和代谢组)深入解析撒坝猪脂质代谢的分子基础。

$\omega$ -3 PUFAs和 $\omega$ -6 PUFAs作为具有重要生理功能的脂肪酸亚类,其命名基于甲基端( $\omega$ 端)第一个双键的位置<sup>[34]</sup>。 $\omega$ -3 PUFAs,包括 $\alpha$ -亚麻酸、二十碳五烯酸(EPA)和二十二碳六烯酸(DHA),具有促进创伤修复<sup>[35]</sup>、改善心血管功能<sup>[36]</sup>及神经保护<sup>[37]</sup>等多重功效。研究发现,日粮添加5 g/kg  $\alpha$ -亚麻酸改善了育肥猪肌肉脂肪酸组成,降低了肌肉中SFA含量<sup>[38]</sup>。本研究检测到 $\alpha$ -亚麻酸在公母猪中分别占0.148%和0.114%,且存在显著性别差异。 $\omega$ -6 PUFAs(主要为亚油酸和花生四烯酸)则参与抗炎反应和细胞膜构建<sup>[39]</sup>。本研究中亚油酸含量分别为4.841%(公猪)和4.256%(母猪),花生四烯酸含量为0.656%(公猪)和0.873%(母猪)。综合分析表明,撒坝猪具有均衡的脂肪酸谱系和丰富的营养组分特征。

## 4 结论

性别显著影响撒坝猪肉中氨基酸组成及其呈味特性,其中撒坝母猪表现出更优的氨基酸呈味特征。总体而言,撒坝猪的氨基酸组成均衡,必需氨基酸占比及评分较高,同时富含 $\omega$ -3 PUFAs和 $\omega$ -6 PUFAs,其氨基酸与脂肪酸组成不仅风味突出,并且符合人体健康需求。

## 参考文献:

- [1] 鲁绍雄,李明丽,严达伟,等.云南地方猪种质特性及其保种与多样化利用[J].云南农业大学学报(自然科学),2020,35(6):1096-1105.
- [2] HU W, LIAN L, SU B, et al. Genetic diversity of Yunnan local pig breeds inferred from blood protein electrophoresis [J]. Biochem Genet, 1998, 36 (5/6): 207-212.
- [3] 袁荷梅,李明丽,马黎,等.撒坝猪SPDEF基因克隆及其生物信息学分析[J].中国畜牧兽医,2019,46(5):1263-1272.
- [4] 权金强,苟蒹,赵生国.云南地方猪种mtDNA D-loop区遗传多样性研究[J].四川农业大学学报,2015,33(4):422-428.
- [5] 张瑜,王孝义,吴彦臻,等.日粮粗纤维水平对撒坝母猪及其杂种母猪繁殖性能的影响[J].西南农业学报,2023,36(9):2044-2050.
- [6] 李明丽,赵宝,李志娟,等.撒坝母猪产仔性能影响因素分析[J].福建农业学报,2020,35(11):1252-1257.
- [7] CHEN D W, ZHANG M. Non-volatile taste active compounds in the meat of Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) [J]. Food Chem, 2007, 104 (3): 1200-1205.
- [8] 肖俊,李镇养,卓子兰,等.壹号黑猪胴体性能及肉品质分析[J].中国畜牧杂志,2023,59(3):174-179.
- [9] KIRIMURA J, SHIMIZU A, KIMIZUKA A, et al. Contribution of peptides and amino acids to the taste of foods [J]. J Agric Food Chem, 1969, 17 (4): 689-695.
- [10] WATANABE A, DALY C C, DEVINE C E. The effects of the ultimate pH of meat on tenderness changes during ageing [J]. Meat Sci, 1996, 42 (1): 67-78.
- [11] 朱圣陶,吴坤.蛋白质营养价值评价:氨基酸比值系数法[J].营养学报,1988,10(2):187-190.
- [12] 丁月云,孟云,周晓明,等.性别对安庆六白猪体尺性状、胴体性能及肉质性状的影响[J].西南农业学报,2013,26(6):2592-2595.
- [13] 郭建凤,孙延晓,魏述东.不同性别莱芜黑猪胴体性能及肉品质比较[J].中国猪业,2023,18(4):18-21.
- [14] 谢宝财.性别对关中黑猪生长性能、胴体性状及肉品质的影响[D].杨凌:西北农林科技大学,2017.
- [15] 郭建凤.性别对五莲黑猪胴体性能及肉品质的影响比较[J].中国猪业,2024,19(2):52-58.
- [16] 谢宝财,王召路,卢军锋,等.性别对关中黑猪胴体性状、肉品质以及脂代谢相关基因表达的影响[J].中国畜牧杂志,2021,57(7):130-135.
- [17] LI F, DUAN Y, LI Y, et al. Effects of dietary n-6: n-3 PUFA

- ratio on fatty acid composition, free amino acid profile and gene expression of transporters in finishing pigs [J]. *Br J Nutr*, 2015, 113 (5): 739-748.
- [18] MA X, YU M, LIU Z, et al. Effect of amino acids and their derivatives on meat quality of finishing pigs [J]. *J Food Sci Technol*, 2020, 57 (2): 404-412.
- [19] ZHAO C J, SCHIEBER A, GÄNZLE M G. Formation of taste-active amino acids, amino acid derivatives and peptides in food fermentations; a review [J]. *Food Res Int*, 2016, 89: 39-47.
- [20] 付娜, 王锡昌. 滋味物质间相互作用的研究进展 [J]. *食品科学*, 2014, 35 (3): 269-275.
- [21] 王华, 贺长林, 吴国芳, 等. 新型关中黑猪胴体性能和肉质性能研究 [J]. *家畜生态学报*, 2013, 34 (10): 34-38.
- [22] 李小金, 钱坤, 刘林清, 等. 皖南黑猪和大约克猪胴体及肉质性状比较研究 [J]. *养猪*, 2015 (5): 57-60.
- [23] 李晓凤, 杨兵, 张华琦, 等. 湘西黑猪肌肉蛋白质营养价值评定 [J]. *家畜生态学报*, 2017, 38 (8): 39-44.
- [24] 李莹. 屯昌黑猪肉品质评价及基于傅里叶变换红外光谱的品质无损检测 [D]. 海口: 海南大学, 2019.
- [25] 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.
- [26] MAPIYE C, ALDAI N, TURNER T D, et al. The labile lipid fraction of meat: from perceived disease and waste to health and opportunity [J]. *Meat Sci*, 2012, 92 (3): 210-220.
- [27] CAMERON N D, ENSER M, NUTE G R, et al. Genotype with nutrition interaction on fatty acid composition of intramuscular fat and the relationship with flavour of pig meat [J]. *Meat Sci*, 2000, 55 (2): 187-195.
- [28] 许悦, 莫娇, 闫文杰, 等. 青海八眉猪肉脂脂肪酸组成、相关基因表达及贮藏研究 [J]. *中国畜牧杂志*, 2024, 60 (9): 202-209.
- [29] 黎琪, 檀馨悦, 王晴, 等. 市售黑猪和白猪营养成分分析及评价 [J]. *肉类研究*, 2022, 36 (12): 22-27.
- [30] 倪雪. 基于气相色谱法的猪肉馅中掺杂鸡、鸭肉鉴定方法研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨商业大学, 2021.
- [31] LIU W, ZHU M, GONG M, et al. Comparison of the effects of monounsaturated fatty acids and polyunsaturated fatty acids on liver lipid disorders in obese mice [J]. *Nutrients*, 2023, 15 (14): 3200.
- [32] 姚学强, 李江, 张东辉, 等. 甘肃4种地方杂交黑猪肉品质与营养成分比较 [J]. *饲料工业*, 2024, 45 (17): 37-41.
- [33] 王海洲, 王加众, 王春平, 等. 五莲黑猪与杜长大猪的胴体品质及营养成分比较分析 [J]. *中国畜牧杂志*, 2022, 58 (2): 65-68.
- [34] 庞琳琳, 李峥, 闵冬雨, 等.  $\omega$ -3 多不饱和脂肪酸在医学中应用概况 [J]. *辽宁中医药大学学报*, 2023, 25 (10): 96-101.
- [35] 邓奇乐. n-3 脂肪酸对偏头痛影响的 Meta 分析 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2022.
- [36] 刘汇鑫, 薛超, 董立才, 等. 江泉黑猪、江泉白猪和杜长大猪的胴体性能及肉品质分析 [J]. *中国畜牧杂志*, 2024, 60 (8): 275-278.
- [37] 赵瑞芳, 白春林.  $\omega$ -3 多不饱和脂肪酸在高血压中的作用机制及临床应用前景 [J]. *国际心血管病杂志*, 2024, 51 (2): 77-80.
- [38] 范国强, 张海, 栗艳飞, 等. 日粮添加  $\alpha$ -亚麻酸对育肥猪肌肉脂脂肪酸组成与肠道菌群的影响 [J]. *南京农业大学学报*, 2024, 47 (5): 907-915.
- [39] INNES J K, CALDER P C. Omega-6 fatty acids and inflammation [J]. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*, 2018, 132: 41-48.