

刘嘉, 苗小猛, 樊莹, 等. 瑶山鸡及其杂交组合母鸡胸肌营养成分分析 [J]. 畜牧与兽医, 2026, 58 (2): 26-32.

LIU J, MIAO X M, FAN Y, et al. Analysis of nutritional components in breast muscle of Yaoshan chicken and its hybrid hens [J]. Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2026, 58 (2): 26-32.

瑶山鸡及其杂交组合母鸡胸肌营养成分分析

刘嘉¹, 苗小猛^{2*}, 樊莹¹, 杜林¹, 张立¹, 侯萍¹

(1. 贵州省畜禽遗传资源管理站, 贵州 贵阳 550001;

2. 贵州省畜牧兽医研究所, 贵州 贵阳 550005)

摘要: 为比较瑶山鸡 (YS) 及 2 个杂交组合浅羽浅胫绿壳瑶山鸡 (GYR)、麻羽深胫绿壳瑶山鸡 (GYR) 母鸡的肌肉营养成分差异, 300 日龄时每个群体各随机抽取 15 羽, 屠宰后测定胸肌的常规营养成分、脂肪酸、氨基酸含量, 并开展氨基酸品质评价。结果: GYYR、YS 胸肌的棕榈油酸含量显著高于 GYR ($P<0.05$), 粗蛋白、棕榈酸、总饱和脂肪酸含量显著低于 GYR ($P<0.05$); GYYR 胸肌所含胆固醇、亚油酸显著高于 YS, 而油酸显著低于 YS ($P<0.05$); YS 胸肌中总不饱和脂肪酸含量高于 GYR ($P<0.05$), 但与 GYYR 无显著差异 ($P>0.05$)。GYR 胸肌中的缬氨酸、天冬氨酸、丝氨酸、谷氨酸、丙氨酸、甘氨酸、总鲜味氨基酸、总必需氨基酸、总氨基酸的含量及总必需氨基酸/总氨基酸、总鲜味氨基酸/总氨基酸的比值显著高于 YS 和 GYYR ($P<0.05$); GYR、YS 胸肌所含苏氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸、精氨酸、组氨酸、酪氨酸均高于 GYYR ($P<0.05$)。GYYR、YS、GYR 的氨基酸比值系数评分 (SRC) 分别为 79.27、78.69、78.42, “蛋氨酸+半胱氨酸”的氨基酸比值系数 (RC) 最低。结论: 杂交组合 GYR 的胸肌鲜味氨基酸和必需氨基酸含量更佳, GYYR 的不饱和脂肪酸、必需氨基酸组成更为均衡。

关键词: 瑶山鸡; 杂交; 胸肌; 氨基酸; 脂肪酸

中图分类号: S831.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 0529-5130(2026)02-0026-07

Analysis of nutritional components in breast muscle of Yaoshan chicken and its hybrid hens

LIU Jia¹, MIAO Xiaomeng^{2*}, FAN Ying¹, DU Lin¹, ZHANG Li¹, HOU Ping¹

(1. Livestock and Poultry Genetic Resources Management Station of Guizhou Province, Guiyang 550001, China;

2. Institute of Zootechnics and Veterinary Medicine of Guizhou Province, Guiyang 550005, China)

Abstract: To evaluate the nutritional divergence in the breast muscle among Yaoshan chicken (YS) and its two hybrid combinations (GYR and GYYR), 15 hens from each population were randomly selected and slaughtered at 300 days of age, and samples of the breast muscle tissues of the hens was collected. Next, the samples were subjected to quantification of conventional nutritional components, fatty acids and amino acids; and the quality of amino acids in the tissues was assessed. The results showed that the palmitoleic acid content was significantly higher in GYYR and YS than that in GYR ($P<0.05$); but the crude protein, palmitic acid and saturated fatty acid contents were higher in GYR only ($P<0.05$). GYYR exhibited markedly higher cholesterol and linoleic acid concentrations than YS, but lower oleic acid content ($P<0.05$). The total unsaturated fatty acids in YS were higher than those in GYYR ($P<0.05$), though no significant difference was observed between the two groups ($P>0.05$). The breast muscle of GYR demonstrated superior levels of valine, aspartic acid, serine, glutamic acid, alanine, glycine, total umami amino acids, total essential amino acids (EAAs), and total amino acids to those of YS and GYYR ($P<0.05$). Additionally, GYR showed higher ratios of EAAs/total amino acids and total umami amino acids/total amino acids relative to those in YS and GYYR ($P<0.05$). In both YS and GYR, the threonine, isoleucine, leucine, phenylalanine, arginine, histidine, and tyrosine concentrations were significantly elevated, compared with those in GYYR ($P<0.05$). And the amino acid score (SRC) rankings of the three groups were GYYR (79.27) > YS (78.69) > GYR (78.42), while the “methionine + cysteine” amino acid pair exhibited the lowest ratio coefficient (RC) across all the populations. In conclusion, the contents of delicious amino acids and essential amino acids in the breast muscle of GYR were better presented among the three populations, and GYYR demonstrated a more balanced composition of unsaturated fatty

收稿日期: 2025-04-27; 修回日期: 2025-12-02

基金项目: 贵州省科技计划项目 (黔科合支撑 [2022] 一般 099, 黔科合支撑 [2022] 一般 097, 黔科合支撑 [2023] 一般 004)

第一作者: 刘嘉, 女, 硕士, 高级畜牧师

* 通信作者: 苗小猛, 助理研究员, 主要从事家禽遗传育种与生产研究, E-mail: 750920452@qq.com。

acids and essential amino acids.

Keywords: Yaoshan chicken; hybridizations; breast muscle; amino acids; fatty acid

地方家禽品种因肉蛋鲜美、风味独特等优点而深受消费者的青睐，但与专用品种相比仍具有生长周期长、产量低等不足之处。为充分挖掘利用地方品种的特色基因与优良经济性状，采用不同杂交方式对其进行改良显得尤为重要^[1]。尤张静等^[2]利用藏鸡与新浦东鸡杂交，发现能够有效改良藏鸡的生长、屠宰、产蛋、蛋品质性能以及胸肌肉品质、不饱和脂肪酸含量。王小亚等^[3]研究亦表明，贵州黄鸡与威宁鸡杂交所得 F₂代在生长性能和肉质方面较贵州黄鸡有显著提升。Dzungwe 等^[4]研究显示，萨索×沃萨奇杂交鸡在生长性能、胴体性状、肉质及肌肉化学成分方面均优于纯种沃萨奇鸡。Panpipat 等^[5]研究发现，具有泰国地方鸡血缘的杂交鸡 (Ligor)，其肌肉中谷氨酸和天冬氨酸含量均高于商业化肉鸡，显示出较强的风味优势。瑶山鸡 (YS) 是主产于贵州省黔南州的肉蛋兼用型品种，具有毛色鲜亮、肉蛋品质佳、耐粗饲等优良特性和生长速度慢、生产性能低等地方家禽普遍存在的短板。为改善 YS 的生产性能，本课题组前期使用隐性白羽鸡 (RW)、黄羽绿壳蛋鸡 (GY)、麻羽绿壳蛋鸡 (GH) 与 YS 构建了 2 种杂交配套模式：GY×(YS×RW) 和 GH×[YS×(YS×RW)]，结果发现 300 日龄麻羽深胫绿壳瑶山鸡 (GYR) 杂交母鸡在体型与胸肌发育方面优于 YS 及杂交组合浅羽浅胫绿壳瑶山鸡 (GYR)^[6]。为进一步探究杂交能否在提高生产性能的同时保持或优化 YS 的肌肉营养特性，本研究对 300 日龄 YS 及 GYR、GYR 杂交母鸡胸肌的常规营养成分、脂肪酸、氨基酸含量进行测定和比较，以期为 YS 种质资源的开发利用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验动物与设计

试验用鸡 YS、GYR 和 GYR 由贵阳绿源禽业有限公司在相同条件下同批次入孵、出雏并饲养。0~6 周龄重叠式育雏笼饲养，7~13 周龄在育成舍笼养，13 周龄后单笼饲养，日常管理及营养供给按《荔波瑶山鸡规模饲养管理技术规范》^[7]执行。各阶段日粮组成及营养水平见表 1。在 300 日龄时，每个群体随机选取母鸡各 15 羽，屠宰后采集左侧胸肌，样品于干冰冷藏下运送至农业农村部家禽品质监督检验测试中心进行检测。

1.2 常规营养成分的测定

水分：按照 GB 5009.3—2016《食品中水分的测

定》^[8]中的直接干燥法进行测定。将样品置于鼓风干燥箱 (型号：DGG-9240A，上海一恒科学仪器有限公司)，在 101~105 ℃ 条件下加热至恒重，根据质量损失计算水分含量。

表 1 各阶段日粮组成及营养水平

项目	0~5 周龄	6~13 周龄	13 周龄以上	
日粮组成/%	玉米	59	60	61
	豆粕	22.0	17.0	20.5
	菜籽粕	0	3	2
	麦麸	12.0	16.3	10.0
	鱼粉	5	2	2
	石粉	0	0	2
	碳酸氢钙	1.5	1.2	2.0
	预混剂 ^①	0.5	0.5	0.5
	粗蛋白/%	18.00	16.00	14.00
	代谢能/(MJ·kg ⁻¹)	11.30	12.15	12.55
营养成分 ^②	粗脂肪/%	2.50	3.00	3.00
	粗纤维/%	4.00	4.00	4.00
	钙/%	1.00	0.80	0.70
	NaCl/%	0.35	0.35	0.35
	有效磷/%	0.40	0.35	0.35
	蛋氨酸+胱氨酸/%	0.85	0.70	0.63
	赖氨酸/%	1.00	0.90	0.85

注：①每千克预混料提供：维生素 A 8 000 IU，维生素 D₃ 2 500 IU，维生素 E 30 mg，维生素 K₁ 1 mg，维生素 B₁ 2 mg，维生素 B₆ 4 mg，维生素 B₁₂ 12 μg，D-泛酸 12 mg，叶酸 0.75 mg，生物素 100 μg，烟酸 40 mg，胆碱 500 mg，锰 60 mg，铁 40 mg，铜 8 mg，锌 60 mg，碘 1 mg，硒 0.3 mg。②除代谢能为计算值外，其余为实测值。

粗灰分：按照 GB 5009.4—2016《食品中灰分的测定》^[9]中的高温灼烧法进行测定。将样品置于马弗炉 (型号：SX2-4-10N，上海博迅医疗生物仪器股份有限公司)，在 550 ℃ 条件下灼烧，测定残留无机物的质量以计算灰分含量。

粗蛋白：按照 GB 5009.5—2016《食品中蛋白质的测定》^[10]中的凯氏定氮法进行测定。样品经消解、蒸馏和滴定等步骤，在全自动凯氏定氮仪 (型号：KJETEC8400，美国福斯公司) 上完成操作，测定总氮含量后乘以系数 6.25 后得出蛋白质含量。

粗脂肪：按照 GB 5009.6—2016《食品中脂肪的测定》^[11]中的索氏抽提法进行测定。使用脂肪测定仪 (型号：SER168/6，意大利 VELD 公司)，以无水乙

醚为溶剂对样品中的脂肪进行提取，并测定其含量。

1.3 胆固醇与肌苷酸的测定

胆固醇：按照 GB 5009.128—2016《食品中胆固醇的测定》^[12]中的高效液相色谱法进行测定。样品经无水乙醇-氢氧化钾溶液皂化处理，采用石油醚-无水乙醚混合溶剂提取，提取液浓缩干燥并用无水乙醇定容。利用高效液相色谱仪（型号：LC-20A，日本岛津公司）配备 C18 色谱柱进行检测，采用外标法进行定量。

肌苷酸：按照 GB/T 19676—2005《黄羽肉鸡产品质量分级》^[13]高效液相色谱测定方法测定，称取 5 g 左右的胸肌样品，加入 5% 预冷高氯酸溶液进行 2 次匀浆处理，合并上清液后调节 pH 值至 6.5，定容并经 0.5 μm 水系滤膜过滤。采用高效液相色谱仪（型号：LC-20A，日本岛津公司）进行分析，采用外标法计算肌苷酸含量。

1.4 脂肪酸含量的测定

按照 GB 5009.168—2016《食品中脂肪酸的测定》^[14]，采用气相色谱法进行分析。样品经皂化、酯化生成脂肪酸甲酯，使用气相色谱仪（型号：7890A，美国安捷伦科技公司）配备极性毛细管柱（60 m×0.25 mm×0.15 μm）进行检测，并采用外标法进行定量。

1.5 氨基酸含量的测定与营养价值评价

按照 GB 5009.124—2016《食品中氨基酸的测定》^[15]，采用离子交换柱分离-茚三酮显色法进行氨

基酸分析。样品经 6 mol/L 盐酸在 110 ℃ 水解 24 h 后，使用全自动氨基酸分析仪（型号：L-8900，日本日立制作所）测定各氨基酸含量。根据联合国粮农组织/世界卫生组织（FAO/WHO）推荐的氨基酸模式谱，采用氨基酸比值系数法对氨基酸营养价值进行评价，计算公式如下：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）= 100-100×SRD，SRD（相对标准差）= RC 标准差/RC 平均值。

1.6 统计分析

各营养指标使用 SPSS 19.0 的 One-way ANOVA 程序进行群体间单因素方差分析，采用 Tukey 法进行多重比较，结果用“平均值±标准差”表示，显著水平为 $P<0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 母鸡胸肌常规营养成分、胆固醇及肌苷酸含量比较

由表 2 可知，胸肌中粗蛋白、胆固醇的含量呈现出群体差异性，其中粗蛋白含量表现为 GYR>YS>GYR，且均差异显著（ $P<0.05$ ）；GYR 胆固醇含量显著高于 GYR 和 YS（ $P<0.05$ ）。胸肌中水分、粗灰分、粗脂肪及肌苷酸含量在 3 个群体间差异均不显著（ $P>0.05$ ）。

表 2 母鸡胸肌常规营养成分含量比较（鲜样基础）

指标	YS	GYR	GYR
水分/%	73.00±0.61	73.27±0.78	73.36±0.12
粗灰分/%	1.17±0.06	1.10±0.10	1.07±0.06
粗蛋白/%	23.87±0.15 ^b	24.20±0.10 ^a	23.50±0.10 ^c
粗脂肪/%	1.37±0.06	1.30±0.00	1.30±0.00
胆固醇/(mg·g ⁻¹)	0.46±0.09 ^b	0.48±0.06 ^b	0.57±0.05 ^a
肌苷酸/(mg·g ⁻¹)	2.09±0.18	2.07±0.14	2.12±0.03

注：同行数据肩标不同小写字母表示差异显著（ $P<0.05$ ），相同字母或无标注表示差异不显著（ $P>0.05$ ）。下同。

2.2 母鸡胸肌脂肪酸相对含量比较

由表 3 可知，GYR 胸肌中棕榈酸及总饱和脂肪酸的相对含量显著高于其他 2 个群体，棕榈油酸反之（ $P<0.05$ ）；YS 胸肌所含油酸显著高于 GYR、

GYR，亚油酸的相对含量则表现为 GYR 显著高于 YS（ $P<0.05$ ）。YS 胸肌中总不饱和脂肪酸含量显著高于 GYR（ $P<0.05$ ），GYR 介于两者之间（ $P>0.05$ ）。

表3 母鸡胸肌脂肪酸相对含量比较 (鲜样基础)

指标	YS	GYR	GYR	GYR
棕榈酸	26.97±0.29 ^b	28.93±0.12 ^a	27.20±0.10 ^b	
硬脂酸	8.33±0.66	8.32±0.67	8.74±0.09	
总饱和脂肪酸	35.30±0.95 ^b	37.27±0.55 ^a	35.93±0.06 ^b	
棕榈油酸	2.69±0.06 ^a	2.19±0.12 ^b	2.49±0.02 ^a	
油酸	40.60±0.35 ^a	37.67±0.65 ^b	36.83±0.21 ^b	
亚油酸	21.47±1.27 ^b	22.87±0.06 ^{ab}	24.73±0.25 ^a	
总不饱和脂肪酸	64.75±0.97 ^a	62.72±0.63 ^b	64.06±0.07 ^{ab}	

%

2.3 母鸡胸肌氨基酸含量比较及评分

由表4可知,3个群体胸肌中均检测到16种氨基酸。YS和GYR胸肌中的谷氨酸含量最高,天冬氨酸次之,蛋氨酸最低;而GYR胸肌中谷氨酸含量同样最高,天冬氨酸和脯氨酸次之,蛋氨酸和酪氨酸含量最低。GYR胸肌中的缬氨酸、总必需氨基酸、总氨基酸、天冬氨酸、丝氨酸、谷氨酸、丙氨酸、甘

氨酸、总鲜味氨基酸含量以及总必需氨基酸/总氨基酸、总鲜味氨基酸/总氨基酸的比值均显著高于YS和GYR ($P<0.05$)。此外,GYR和YS胸肌中苏氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸、精氨酸、组氨酸和酪氨酸的含量均显著高于GYR ($P<0.05$)。蛋氨酸、赖氨酸和脯氨酸的含量在不同群体间差异不显著 ($P>0.05$)。

表4 母鸡胸肌氨基酸含量 (鲜样基础)

指标		YS	GYR	GYR
必需氨基酸/ (g·g ⁻¹)	苏氨酸*	0.012 0±0.000 1 ^a	0.012 0±0.000 2 ^a	0.011 0±0.000 2 ^b
	缬氨酸	0.014 0±0.000 2 ^b	0.015 0±0.000 2 ^a	0.014 0±0.000 2 ^c
	蛋氨酸	0.005 9±0.000 1	0.006 0±0.000 1	0.006 0±0.000 1
	异亮氨酸	0.015 0±0.000 2 ^a	0.015 0±0.000 2 ^a	0.014 0±0.000 2 ^b
	亮氨酸	0.020 0±0.000 2 ^a	0.020 0±0.000 3 ^a	0.019 0±0.000 3 ^b
	苯丙氨酸	0.007 5±0.000 1 ^a	0.007 6±0.000 1 ^a	0.007 1±0.000 1 ^b
	赖氨酸	0.016 0±0.000 2	0.017 0±0.000 3	0.016 0±0.000 2
半必需氨基酸/ (g·g ⁻¹)	精氨酸	0.011 0±0.000 2 ^a	0.012 0±0.000 3 ^a	0.010 0±0.000 2 ^b
	组氨酸	0.007 5±0.000 2 ^a	0.007 4±0.000 1 ^a	0.006 6±0.000 1 ^b
非必需氨基酸/ (g·g ⁻¹)	天冬氨酸*	0.020 0±0.000 2 ^b	0.021 0±0.000 3 ^a	0.019 0±0.000 3 ^c
	丝氨酸*	0.009 6±0.000 1 ^b	0.010 0±0.000 1 ^a	0.009 3±0.000 1 ^c
	谷氨酸*	0.033 0±0.000 3 ^b	0.034 0±0.000 3 ^a	0.032 0±0.000 4 ^c
	丙氨酸*	0.016 0±0.000 1 ^b	0.018 0±0.000 2 ^a	0.015 0±0.000 3 ^c
	脯氨酸*	0.020 0±0.000 2	0.020 0±0.000 3	0.019 0±0.000 3
	甘氨酸*	0.008 4±0.000 1 ^b	0.010 0±0.000 2 ^a	0.007 8±0.000 2 ^c
	酪氨酸	0.006 4±0.000 1 ^a	0.006 5±0.000 2 ^a	0.006 0±0.000 1 ^b
	总必需氨基酸	0.090 0±0.000 9 ^b	0.097 0±0.001 2 ^a	0.087 0±0.001 2 ^c
总氨基酸/ (g·g ⁻¹)	0.220 0±0.002 3 ^b	0.230 0±0.002 7 ^a	0.210 0±0.002 9 ^c	
总鲜味氨基酸/ (g·g ⁻¹)	0.120 0±0.001 1 ^b	0.120 0±0.001 4 ^a	0.110 0±0.001 5 ^c	
总必需氨基酸/总氨基酸/%	40.65±0.07 ^c	41.98±0.02 ^a	40.97±0.15 ^b	
总鲜味氨基酸/总氨基酸/%	53.38±0.07 ^b	54.01±0.14 ^a	53.59±0.12 ^b	

注: *为鲜味氨基酸。

由表 5 可知, 3 个群体胸肌中除蛋氨酸+半胱氨酸外, 其余必需氨基酸占总氨基酸的质量分数均高于 FAO/WHO 模式参考标准。GYR 胸肌中苏氨酸、缬氨酸和赖氨酸的含量分别较 FAO/WHO 模式标准高出 33.5%、29.4% 和 34.7%。采用氨基酸比值系数法评价必需氨基酸的品质, 由表 6 可知, 3 个群体胸肌的 SRC 均超过 78 分, 排序依次为 GYYR>YS>GYR。“蛋氨酸+半胱氨酸”的 RC 值在 3 个群体中均为最低, 表明其为第一限制性氨基酸, 其次为“苯丙氨酸+酪氨酸”, 为第二限制性氨基酸。

表 5 母鸡胸肌必需氨基酸与 FAO/WHO 模式参考标准的比较 %

指标	FAO/WHO 推荐值	YS	GYR	GYYR
苏氨酸	4.0	5.30	5.23	5.34
缬氨酸	5.0	6.38	6.44	6.47
蛋氨酸+半胱氨酸	3.5	2.65	2.59	2.81
异亮氨酸	4.0	6.74	6.66	6.80
亮氨酸	7.0	8.85	8.77	8.81
苯丙氨酸+酪氨酸	6.0	6.24	6.09	6.14
赖氨酸	5.5	7.37	7.22	7.41

表 6 母鸡胸肌必需氨基酸质量评分

指标	YS		GYR		GYYR	
	RAA	RC	RAA	RC	RAA	RC
苏氨酸	1.33	1.07	1.31	1.07	1.34	1.07
缬氨酸	1.28	1.03	1.29	1.05	1.29	1.03
蛋氨酸+半胱氨酸	0.76	0.61	0.74	0.60	0.80	0.64
异亮氨酸	1.68	1.36	1.66	1.36	1.70	1.36
亮氨酸	1.26	1.02	1.25	1.02	1.26	1.01
苯丙氨酸+酪氨酸	1.04	0.84	1.02	0.83	1.02	0.82
赖氨酸	1.34	1.08	1.31	1.07	1.35	1.08
SRC	78.69		78.42		79.27	

3 讨论

3.1 胸肌常规营养成分、胆固醇及肌苷酸含量比较分析

肌肉中水分含量适宜范围为 70%~75%, 与肌肉状态、适口性和嫩度密切相关^[16]。本研究中, YS 及杂交组合母鸡胸肌的水分含量均超过 73%, 高于同性别的固原鸡 (69.99%~70.53%)^[17] 和茶花鸡 (71.06%)^[18], 表明 3 个群体母鸡的胸肌含水量均较为理想。粗灰分主要反映了矿物质元素含量, 本研究中 YS 母鸡胸肌粗灰分含量高于 2 个杂交组合, 但差异未达显著水平, 具体矿物质成分有待进一步研究。蛋白质是维持生命活动的重要营养因子, 鸡肉中蛋白质含量通常为 16%~24%^[19]。本研究中, YS 及其杂交组合母鸡胸肌的粗蛋白含量均超过 23%, 表明 3 个群体母鸡的胸肌营养价值均较高。3 个群体母鸡胸肌的粗脂肪含量均在 1.3% 左右, 高于 817 肉鸡 (1%~1.2%)^[20] 和雪山鸡 (0.87%)^[21], 但低于肉类 2.0%~3.0% 脂肪含量^[22] 的最佳食用品质标准, 表明 YS 及杂交组合母鸡肌肉的脂肪沉积能力尚有一定的优化空间。胆固醇在细胞膜构成、胆汁酸转化、类固

醇激素合成及血管壁完整性维持和损伤修复等方面发挥着重要作用^[23]。本研究中, GYYR 胸肌中胆固醇含量显著高于 YS 和 GYR, 推测可能与不同群体间胆固醇吸收与代谢差异有关。肌苷酸是衡量鸡肉鲜味特性的重要指标^[24]。本研究中 GYYR、YS 和 GYR 母鸡胸肌的肌苷酸含量分别为 2.12、2.09 和 2.07 mg/g, 均远高于 300 日龄茶花鸡 (公鸡 0.73 mg/g, 母鸡 0.84 mg/g) 及 42 日龄白羽肉鸡 (公鸡 0.50 mg/g, 母鸡 0.52 mg/g)^[25], 提示胸肌肌苷酸含量受遗传背景、性别及日龄等因素影响, 且 YS 在杂交改良过程中仍较好地保留了肉质风味鲜美的特点。

3.2 胸肌脂肪酸相对含量比较分析

脂肪酸是影响脂肪理化性质和肉类香味的关键因子, 也是机体不可或缺的营养素^[26]。棕榈酸和硬脂酸属于饱和脂肪酸。前人研究发现, 棕榈酸可引起小鼠血糖升高、发生胰岛素抵抗及脏器轻微受损^[27], 而硬脂酸具有增强肉类特殊风味 (如羊肉膻味) 的作用, 通常对人体健康影响不大^[28]。本研究结果显示, YS 和 GYYR 母鸡胸肌中棕榈酸及饱和脂肪酸的相对含量显著低于 GYR, 而三者的硬脂酸含量无显著差异, 表明 YS 和 GYYR 更适于特殊人群的食用。

不饱和脂肪酸含量不仅与肉类加工后的挥发性香味和适口性呈正相关^[29],还在调节脂质代谢、促进生长发育、预防心血管疾病等方面具有重要的生理功能^[30]。本研究中,3个群体胸肌均富含有益的不饱和脂肪酸,其水平高于狼山鸡(54.34%)、萧山鸡(59.45%)、北京油鸡(59.76%)、崇仁麻鸡(62.21%)、武定鸡(56.23%)及大围山鸡(58.36%)等地方品种^[31],符合人们对膳食的营养需求。亚油酸作为人体必需脂肪酸之一,需从食物中获取以维持多种生理过程^[32]。本研究结果表明,GYYR胸肌中亚油酸含量显著高于YS,说明GYYR可作为必需脂肪酸的良好来源。此外,YS胸肌中不饱和脂肪酸总量高于GYR,且与GYYR无显著差异,表明杂交组合GYYR在脂肪酸组成上更接近纯种YS,较好地继承了其优良的肌肉营养特性。

3.3 胸肌氨基酸含量及评分比较分析

氨基酸组分是评价肌肉中蛋白质品质和营养价值的重要指标^[33]。Srikha等^[34]研究表明,泰国地方鸡胸肌中赖氨酸含量最高,亮氨酸次之,丝氨酸最低;吴琼等^[35]研究发现,5种雉鸡胸肌中含量最高的氨基酸均为谷氨酸,天冬氨酸和赖氨酸次之,胱氨酸含量最低;杨华等^[36]研究表明,浙东白鹅和朗德鹅胸肌中谷氨酸含量最高,其次为天冬氨酸,蛋氨酸含量最低,与本研究结果存在一定差异,提示遗传背景对肌肉氨基酸组成与含量具有重要影响。本研究中,YS与杂交组合GYR、GYYR母鸡胸肌中总必需氨基酸与总氨基酸的比值分别为40.65%、41.98%、40.97%,均符合FAO/WHO提出的40%标准^[37]。鲜味氨基酸是形成肌肉鲜甜味的主要致因物质^[38]。本研究中除苏氨酸和脯氨酸外,其余鲜味氨基酸的含量均表现为GYR>YS>GYYR,说明杂交组合GYR的胸肌风味更佳。范秋丽等^[39]研究发现,不同生长速度黄羽肉母鸡的胸肌必需氨基酸和鲜味氨基酸含量存在显著差异,本研究结果与之相符。

除“蛋氨酸+半胱氨酸”外,YS及其杂交组合母鸡胸肌中其余必需氨基酸占总氨基酸的质量分数均超过FAO/WHO的参考标准,且GYYR胸肌中苏氨酸、缬氨酸、异亮氨酸和赖氨酸的比例在3个群体中均为最高,表明三者尤其是GYYR的肌肉蛋白质具有较高的营养价值。氨基酸比值系数法通常用于进一步评定蛋白质的营养价值,各必需氨基酸的 $RC=1$ 、 $SRC=100$ 为理想状态^[40],RC值最低的必需氨基酸则为第一限制氨基酸。根据RC值,YS及2个杂交组合胸肌中的第一限制氨基酸均为“蛋氨酸+半胱氨酸”,与曲正等^[41]研究结果相符。GYYR、YS、GYR胸肌的必需氨基酸SRC值分别为79.27、78.69和

78.42,与海康鸡(79.36)^[42]、东兰鸡(77.84~81.77)^[43]相当,说明3个群体胸肌中必需氨基酸的含量和比例均较为合理,其中以GYYR表现更佳。

4 结论

GYYR母鸡胸肌所含胆固醇、亚油酸显著高于YS,不饱和脂肪酸与YS无显著差异。GYR胸肌中的鲜味氨基酸和必需氨基酸的含量及其比例均显著高于YS和GYYR,必需氨基酸的SRC值依次为GYYR>YS>GYR。综上所述,YS及其杂交组合母鸡的胸肌均具有较高的营养价值,其中杂交组合GYR的胸肌风味更佳,GYYR在不饱和脂肪酸含量及必需氨基酸组成方面表现更为均衡。

参考文献:

- [1] 李培峰,张旗,魏清宇,等.边鸡及其杂交组合肌肉品质的比较分析[J].家畜生态学报,2023,44(12):42-47.
- [2] 尤张静,袁经纬,马腾壑,等.藏鸡不同杂交组合生长、屠体、血液生理指标、肉蛋品质性状分析[J].中国家禽,2025,47(2):12-21.
- [3] 王小亚,牟腾慧,陈春兰,等.贵州黄鸡与威宁鸡杂交F2代的生长性能和肉品质测定[J].贵州畜牧兽医,2023,47(6):13-16.
- [4] DZUNGWE J T, ADJEI-MENSAH B, CHRYSOSTOME C A A M, et al. Effect of crossbreeding on growth performance, meat quality, and the economics of production of the pure and reciprocal crosses between the Sasso and Wassachie chickens [J]. Poult Sci, 2024, 103(8): 103823.
- [5] PANPIPAT W, CHAIJAN M, KARNJANAPRATUM S, et al. Quality characterization of different parts of broiler and ligor hybrid chickens [J]. Foods, 2022, 11(13): 1929.
- [6] 刘嘉,苗小猛,樊莹,等.瑶山鸡及其杂交组合母鸡体尺与屠宰性能的因子及通径分析[J].四川农业大学学报,2024,42(5):1130-1135.
- [7] 黔南布依族苗族自治州市场监督管理局.荔波瑶山鸡规模饲养管理技术规范:DB5227/T 107—2022[S].黔南布依族苗族自治州:黔南布依族苗族自治州市场监督管理局,2022.
- [8] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.食品安全国家标准 食品中水分的测定:GB 5009.3—2016[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [9] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.食品安全国家标准 食品中灰分的测定:GB 5009.4—2016[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [10] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定:GB 5009.5—2016[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [11] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.食品安全国家标准 食品中脂肪的测定:GB 5009.6—2016[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [12] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.食品安全国家标准 食品中胆固醇的测定:GB

- 5009.128—2016 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [13] 中华人民共和国国家标准质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 黄羽肉鸡产品质量分级: GB/T 19676—2005 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2005.
- [14] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定: GB 5009.168—2016 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [15] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定: GB 5009.124—2016 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [16] 胡小爱, 刘嘉豪, 柳序, 等. 黄郎鸡屠宰性能、肉品质和肌肉营养成分及其相关性分析 [J]. 中国畜牧杂志, 2024, 60 (11): 203-206.
- [17] 王晓薇, 高飞涛, 安克龙, 等. 不同群体固原鸡鸡肉主要营养成分的研究 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2013 (17): 67-70.
- [18] 闫世雄, 豆腾飞, 汪善荣, 等. 茶花鸡肌肉营养成分测定分析 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2018 (4): 55-56.
- [19] 尚柯, 米思, 李侠, 等. 泰和乌鸡、杂交乌鸡与市售白羽肉鸡的营养成分比较研究 [J]. 肉类研究, 2017, 31 (12): 11-16.
- [20] 王建军, 雷秋霞, 曹顶国, 等. 不同日龄对817肉鸡屠宰性能、肌肉品质和营养特性的影响 [J]. 南京农业大学学报, 2023, 46 (1): 159-168.
- [21] 袁春友, 白皓, 白蒙, 等. 屠宰型雪山鸡体尺、屠宰性能、胴体外观和肉品质的测定与相关性分析 [J]. 甘肃农业大学学报, 2022, 57 (5): 17-28.
- [22] 柯海瑞, 康怀彬, 蔡超奇. 脂肪氧化对肉品风味影响的研究进展 [J]. 农产品加工, 2020 (6): 58-62.
- [23] 张甜甜, 夏天宇, 冯若楠, 等. 正确认识胆固醇 [J]. 畜牧兽医杂志, 2018, 37 (3): 34-35.
- [24] 彭月欣, 刘富来, 李颖诗, 等. 两种贮藏方法对鸡肉风味物质肌苷酸的含量比较 [J]. 佛山科学技术学院学报 (自然科学版), 2019, 37 (2): 58-63.
- [25] 杜光英. 白羽肉鸡、茶花鸡、茶花鸡2号鸡肉化学成分及汤中氨基酸、肌苷酸的比较研究 [D]. 昆明: 云南农业大学, 2022.
- [26] 张旗, 魏清宇, 叶红心, 等. 边鸡肌肉脂肪酸分析及营养价值评价 [J]. 家禽科学, 2022 (2): 11-16.
- [27] 郭倩. 棕榈酸调控肌内素和鸢尾素表达机制的研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2019.
- [28] 王翻兄, 徐英, 沙玉柱, 等. 不同年龄藏绵羊肌肉脂肪酸特征分析 [J]. 中国农业科技导报, 2024, 26 (8): 74-83.
- [29] 邓波, 门小明, 吴杰, 等. 亚麻籽对生长育肥猪生长性能、胴体性状、肉质和脂肪酸组成的影响 [J]. 动物营养学报, 2019, 31 (9): 4024-4032.
- [30] 杨晓玲, 李维红, 席斌, 等. 不同品种鸡肌肉中营养成分及脂肪酸分析 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2018 (19): 71-74.
- [31] 王臣臣, 黄英, 杨明华, 等. 12个地方鸡种肌肉脂肪酸相对含量比较及因子分析 [J]. 饲料研究, 2023, 46 (14): 84-89.
- [32] 席斌, 高雅琴, 李维红, 等. 青爪乌鸡肌肉营养成分与营养品质评价 [J]. 江苏农业科学, 2019, 47 (14): 222-225.
- [33] 姚洋, 赵晓钰, 李海英, 等. 拜城油鸡高、低皮脂群体间屠宰性能、肉品质及肌肉风味物质的比较研究 [J]. 中国畜牧杂志, 2024, 60 (9): 192-197.
- [34] SRIKHA T, POOTTHACHAYA P, PUANGSAP W, et al. The role of black soldier fly larvae in optimizing performance and amino acid composition in Thai native chicken [J]. Animals, 2025, 15 (9): 1330.
- [35] 吴琼, 孙艳发, 夏李意, 等. 不同雉鸡肌肉营养成分分析和评价 [J]. 动物营养学报, 2020, 32 (1): 148-159.
- [36] 杨华, 孙素玲, 陈维虎, 等. 浙东白鹅与朗德鹅肌肉营养成分比较与评价 [J]. 食品与机械, 2020, 36 (12): 28-33.
- [37] Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation. Protein and amino acid requirements in human nutrition [J]. World Health Organ Tech Rep Ser, 2007 (935): 1-265.
- [38] 李海鹤, 万明辉, 杨小波, 等. 宁都黄鸡与宁都杂交鸡肉质特性比较 [J]. 动物营养学报, 2013, 25 (12): 3006-3012.
- [39] 范秋雨, 李龙, 苟钟勇, 等. 相同营养条件下不同生长速度黄羽肉鸡肉品质的比较研究 [J]. 动物营养学报, 2021, 33 (11): 6147-6160.
- [40] 杜文娅, 邹乐勤, 杨祝良, 等. 广西5个品种地方鸡肌肉氨基酸分析和营养评价 [J]. 中国畜牧杂志, 2021, 57 (9): 109-113.
- [41] 曲正, 柳序, 杨清丽, 等. 东安鸡肌肉营养成分分析与评价 [J]. 中国家禽, 2022, 44 (10): 108-111.
- [42] 肖俊, 华国洪, 李华, 等. 海康鸡屠宰性能及肉质特性分析 [J]. 江苏农业科学, 2019, 47 (17): 196-200.
- [43] 卢慧林, 周志扬, 吴强, 等. 不同日龄东兰乌鸡肌肉氨基酸分析和营养评价 [J]. 中国饲料, 2022 (11): 87-90.