

# 两种养殖方式的贵州三穗鸭肌肉营养成分分析及评价

杨丽平<sup>1,2</sup>, 王修俊<sup>1,2</sup>, 刘林新<sup>1,2</sup>, 于沛<sup>1,2</sup>, 陈颜红<sup>1,2</sup>, 聂黔丽<sup>1,2</sup>, 杨万云<sup>3</sup>, 姚碧琼<sup>3</sup>

(1. 贵州大学酿酒与食品工程学院, 贵州贵阳 550025)

(2. 贵州省发酵工程与生物制药重点实验室, 贵州贵阳 550025) (3. 三穗县农业农村局, 贵州三穗 556500)

**摘要:** 为研究贵州农户散养三穗鸭、企业规模养殖三穗鸭的营养价值。采用生化分析手段测定这两种鸭肉的基础营养成分、矿物质元素、氨基酸以及脂肪酸组成与含量, 并进行营养评价。结果显示: 农户散养三穗鸭的水分(76.30%)、粗蛋白(21.36%)、矿物质总量(649.02 mg/100 g)高于企业规模养殖三穗鸭, 脂肪含量(2.12%)低于企业规模养殖三穗鸭, 差异显著( $p < 0.05$ )。两者胆固醇含量均为 64.00 mg/100 g, 有害元素铅、镉均未检出。两种鸭肉均测出 16 种氨基酸, 农户散养三穗鸭的氨基酸总量(19.14 g/100 g)、必需氨基酸总量(8.28 g/100 g)、必需氨基酸指数(76)、生物价(71)、和营养指数(0.16)均高于企业规模养殖三穗鸭, 鲜味氨基酸含量(8.70 g/100 g)低于企业规模养殖三穗鸭。两种鸭肉的第一限制氨基酸均为蛋氨酸+半胱氨酸。两种鸭肉的必需氨基酸与总氨基酸比值、必需氨基酸与非必须氨基酸比值均符合 WHO/FAO 标准模式。两种鸭肉分别测出 11、15 种脂肪酸, 企业规模养殖三穗鸭的饱和脂肪酸(0.77%)、单不饱和脂肪酸(0.86%)与多不饱和脂肪酸(0.36%)含量均高于企业规模养殖三穗鸭, 差异显著( $p < 0.05$ )。可知, 农户散养三穗鸭具有高蛋白低脂、矿物质含量丰富及氨基酸营养价值高等特点, 企业规模养殖三穗鸭的鲜味氨基酸含量高, 脂肪酸品质合理。

**关键词:** 三穗鸭; 养殖方式; 基础营养成分; 营养评价; 氨基酸

文章编号: 1673-9078(2021)02-275-282

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2021.2.0741

## Analysis and Evaluation of Nutritional Contents in Muscle of Guizhou Sansui Duck Cultured with Different Methods

YANG Li-ping<sup>1,2</sup>, WANG Xiu-jun<sup>1,2</sup>, LIU Lin-xin<sup>1,2</sup>, YU Pei<sup>1,2</sup>, CHEN Yan-hong<sup>1,2</sup>, NIE Qian-li<sup>1,2</sup>, YANG Wan-yun<sup>3</sup>, YAO Bi-qiong<sup>3</sup>

(1. School of Liquor and Food Engineering, Guizhou University, Guiyang 550025, China)(2. Guizhou Provincial Key

Laboratory of Fermentation Engineering and Biopharmacy Guizhou University, Guiyang 550025, China)

(3. Agricultural and Rural Bureau of Sansui County, Sansui 556500, China)

**Abstract:** To study the nutritive value of Sansui duck (scattered culturing) and Sansui duck (enterprise management culturing) in Guizhou, using the national standard method to determine the composition and content of the basic nutrients, mineral elements and amino acids of these two duck meats, nutrient components in muscle of them were analyzed and the nutritive quality of the meat were evaluated in this study. The results showed that the moisture (76.30%), crudeprotein (21.36%), and mineral (649.02 mg/100 g) content in the Sansui duck (scattered culturing) muscle were significantly higher than those in Sansui duck (enterprise management culturing) muscle; but the crudefat (2.12%) in the

引文格式:

杨丽平,王修俊,刘林新,等.两种养殖方式的贵州三穗鸭肌肉营养成分分析及评价[J].现代食品科技,2020,37(2):275-282

YANG Li-ping, WANG Xiu-jun, LIU Lin-xin, et al. Analysis and evaluation of nutritional contents in muscle of Guizhou Sansui duck cultured with different methods [J]. Modern Food Science and Technology, 2020, 37(2): 275-282

收稿日期: 2020-08-07

基金项目: 中央引导地方科技发展专项(黔科中引地[2018]4020号); 贵州省科技计划项目(黔科合支撑[2016]2537号); 贵州省科技计划项目([2017]2555); 三穗县科技项目([2016]003)

作者简介: 杨丽平(1995-), 女, 硕士生, 研究方向: 食品科学

通讯作者: 王修俊(1965-), 男, 教授, 研究方向: 食品安全、食品发酵技术

Sansui duck (scattered culturing) muscle was lower than that in Sansui duck (enterprise management culturing) muscle ( $p < 0.05$ ). They have the same cholesterol content (64.00 mg/100 g). Lead and cadmium were not detected. A total of 16 amino acids were detected in muscle proteins of Sansui duck cultured with different methods, and the total amino acid (19.14 g/100 g), total essential amino acid (8.28 g/100 g), essential amino acid index (76), biological value (71) and nutritional index (0.16) of Sansui duck (scattered culturing) were higher than those of Sansui duck (enterprise management culturing), the content of delicious amino acids (8.70 g/100 g) was lower than that of Sansui duck (enterprise management culturing). Amino acid score (AAS) analyses showed that the first limiting amino acid in muscle of Sansui duck cultured with different methods were Met+Cys. The ratio of essential amino acids to total amino acids and the ratio of essential amino acids to nonessential amino acids of the two kinds of Sansui duck cultured with different methods met WHO/FAO standard. 18 and 20 fatty acids were detected in two kinds of duck meat, respectively. The contents of saturated fatty acid (0.77%), monosaturated fatty acid (0.86%) and polyunsaturated fatty acid (0.36%) in Sansui duck (scattered culturing) were significantly higher than those in Sansui duck (enterprise management culturing) ( $p < 0.05$ ). Sansui duck (scattered culturing) has high the nutritional value of basic nutritional components and amino acid, and Sansui duck (enterprise management culturing) has high delicate amino acid and reasonable fatty acid quality.

**Key words:** Sansui duck; cultured methods; basic nutrients; nutritional evaluation; amino acids

三穗鸭是我国地方四大名鸭之一, 主要生长于贵州省三穗县, 还分布于镇远、天柱、锦屏、麻江、玉屏、铜仁、思南、湄潭、独山等地方<sup>[1]</sup>, 具有饲料利用率高, 生长快, 繁殖力强等特点<sup>[2]</sup>, 是当地人们喜爱的一道美食。已有学者研究了三穗鸭产品的腌制技术、油炸技术、风味变化、品质影响等<sup>[3-9]</sup>, 为其生产加工提供了一定的理论支撑。三穗鸭不仅具有较高的知名度, 在生产和销量方面也有一定的规模。目前三穗鸭的主要养殖方式以企业规模养殖和农户散养为主, 也有学者对其营养成分进行检测分析, 但关于三穗鸭不同养殖方式的营养成分差异性分析研究较少, 包强<sup>[10]</sup>等人发现优质肉鸭采用网上平养较为合适, 邹文斌<sup>[11]</sup>等人发现平养和笼养可提升鸡肉品质, 果园林下散养更能改善肉质风味, 平养京海黄鸡的免疫因子含量较高, 对于提高健康水平较有利, 李文嘉<sup>[12]</sup>等人得出林下放养方式能改善北京油鸡肌肉品质和肉质风味, 罗玉龙<sup>[13]</sup>等人发现相比舍饲而言, 放牧模式对苏尼特羊体内蛋白质、矿物质、还原糖等营养成分的积累更加有利, 从而使羊肉的营养成分更丰富, 品质更

佳, 具有更好的营养价值, 大量文献报道鱼类(俄罗斯鲟、金边鲤、建鲤、石鲷), 克氏原螯虾<sup>[14-17]</sup>的基础营养成分、氨基酸以及脂肪酸含量同样会受养殖方式的影响。为丰富贵州三穗鸭肉质的基础研究, 科学且全面地对三穗鸭肉质的营养成分进行综合研究分析。采用国标等方法, 研究相同品种不同养殖方式的两种鸭肉样品: 农户散养三穗鸭、企业规模养殖三穗鸭, 对其基础营养成分、氨基酸与脂肪酸进行检测与分析评价, 为三穗鸭产业发展提供基础数据参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

农户散养三穗鸭, 主要以杂粮喂养(玉米、稻谷等), 购于贵州三穗县吊洞村。

企业规模养殖三穗鸭, 采用 4~5 只/m<sup>2</sup> 的地面平养模式, 主要以饲料喂养, 购于贵州三穗鸭业翼宇有限公司; 各鸭肉均为成年鸭, 体重约 2200~2650 g, 取样部位为鸭胸处。

表 1 企业规模养殖三穗鸭饲料营养成分含量

Table 1 The content of feed nutrition in Sansui duck (enterprise management culturing)

水分含量	粗蛋白含量	钙含量	磷含量	氯化钠含量	粗纤维含量	粗灰分含量	蛋+半胱氨酸
≤14.00	≥18	0.60~1.20	≥0.50	0.20~0.80	≤7.50	≤8.00	≥0.74

胆固醇标准物, 济宁天之蓝生物科技有限公司; 标准样品 (Ca、Zn、Fe、Pb、Cd、Na、P、K)、硝酸铅 (纯度 99.99%)、金属镉标准品 (纯度 99.99%), 国家标准物质中心; 混合氨基酸标品, 日本和光药业株式会社; 脂肪酸甲酯标准品, 美国 Sigma-Aldrich 公司。

### 1.2 仪器与设备

Prodigy XP High 电感耦合等离子体发射光谱仪, 美国 TELEDYNE LEEMAN LABS; K9840 自动凯氏定氮仪, 济南海能仪器有限公司; L-8800 氨基酸分析仪, 日本日立公司; HP6890/5975C 气相-质谱联用仪, 美国安捷伦公司。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 样品预处理

将农户散养三穗鸭、企业规模养殖三穗鸭宰杀后分别均匀切取装袋,于-20℃冰箱备用。

### 1.3.2 基础营养成分与矿物质元素的测定

水分、粗蛋白、粗脂肪、胆固醇、矿物质(Ca、Zn、Fe、Pb、Cd、Na、P、K)含量测定分别参考GB/T 5009.3-2016《食品中水分的测定》、GB/T 5009.5-2016《食品中蛋白质的测定》中的凯氏定氮法、GB/T 5009.6-2016《食品中脂肪的测定》、GB 5009.128-2016《食品安全国家标准食品中胆固醇的测定》、GB 5009.268-2016《食品安全国家标准食品中多元素的测定》、GB 5009.12-2017《食品安全国家标准食品中铅的测定》、GB 5009.15-2014《食品安全国家标准食品中镉的测定》。

### 1.3.3 氨基酸的测定

按GB/T 5009.124-2016《食品安全国家标准食品中氨基酸的测定》测定。

### 1.3.4 脂肪酸的测定

将农户散养三穗鸭、企业规模养殖三穗鸭,称取样品0.5~0.6g,精密称定,放入顶空瓶中,加入2%氢氧化钠甲醇溶液2mL,超声30min,静置过夜。放入80℃恒温箱中,反应0.5h,加入1.8mL15%三氟化硼甲醇溶液,在80℃恒温箱中继续反应2min。停止加热,从恒温箱中取出密闭瓶,加入2mL氯化钠饱和溶液,振摇混匀,准确加入2mL正庚烷,振摇2min,静置分层。吸取上层溶液到进样瓶中待测定。

色谱条件:色谱柱为HP-88(100m×0.20μm×0.25mm)毛细管柱;初始温度100℃(保持10min),以4℃/min升温至232℃(保持15min),运行时间:58min;进样口温度270℃;载气为N<sub>2</sub>,载气流量1.0mL/min,分流比为10:1;进样量:1μL;检测器为FID,检测器温度280℃;H<sub>2</sub>流量:30mL/min;空气流量:400mL/min。

### 1.3.5 氨基酸营养价值评价

氨基酸评分(amino acid score, AAS)、必需氨基酸指数(essential amino acid index, EAAI)、生物价(biological value, BV)、营养指数(nutrition index, NI)按照文献<sup>[18-20]</sup>的方法评价。

### 1.3.6 数据处理

测定项目均进行3次平行实验,试验数据用平均数±标准差(Mean±SD)表示,统计分析采用SPSS 20.0对数据进行单因素方差分析中的Duncan多重比较, $p<0.05$ 为差异显著。数据结果采用Excel软件处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同养殖方式的贵州三穗鸭肌肉基础营养成分含量分析

肌肉是三穗鸭的主要食用部分,其营养价值取决于其中各营养物质,包括一般营养成分与风味物质<sup>[21]</sup>。由表2可知,农户散养三穗鸭的水分、蛋白含量均显著高于企业规模养殖三穗鸭( $p<0.05$ ),前者肌肉中水分含量高,多汁性较好。两种养殖方式的三穗鸭肌肉水分、蛋白含量均高于柳源香鸡(68.97%, 18.71%)<sup>[22]</sup>。农户散养三穗鸭脂肪含量显著低于企业规模养殖三穗鸭( $p<0.05$ ),这可能与散养的三穗鸭活动范围广,放养密度低,运动量大导致脂肪沉积速度慢有关。在一定范围内,脂肪含量会影响肌肉的嫩滑口感及风味,推测企业规模养殖三穗鸭肉质风味可能较好。两种养殖方式下的三穗鸭肉胆固醇含量相同。

表2 不同养殖方式的贵州三穗鸭肉营养成分含量

Table 2 Basic nutritional contents in muscle of Guizhou Sansui duck cultured with different methods

测定项目	农户散养三穗鸭	企业规模养殖三穗鸭
水分含量/%	76.30±0.15 <sup>a</sup>	75.30±0.15 <sup>b</sup>
蛋白质含量/%	21.36±0.13 <sup>a</sup>	20.84±0.15 <sup>b</sup>
脂肪含量/%	2.12±0.05 <sup>b</sup>	3.51±0.04 <sup>a</sup>
胆固醇/(mg/100g)	64.00±0.44 <sup>a</sup>	64.00±0.46 <sup>a</sup>

注:同列数据上标不同小写字母表示差异显著( $p<0.05$ )。

### 2.2 不同养殖方式的贵州三穗鸭肌肉矿物质元素含量分析

表3 不同养殖方式的贵州三穗鸭肌肉矿物质元素含量

Table 3 Mineral element contents in muscle of Guizhou Sansui duck cultured with different methods

测定项目/(mg/100g)	农户散养三穗鸭	企业规模养殖三穗鸭
钙	4.00±0.26 <sup>a</sup>	4.00±0.61 <sup>a</sup>
锌	0.92±0.04 <sup>a</sup>	0.87±0.01 <sup>b</sup>
铁	3.80±1.00 <sup>b</sup>	4.00±0.17 <sup>a</sup>
钠	39.00±1.30 <sup>b</sup>	47.00±1.00 <sup>a</sup>
磷	357.80±1.05 <sup>a</sup>	347.20 <sup>b</sup>
钾	243.50±0.60 <sup>a</sup>	231.40±0.70 <sup>b</sup>
铅	-	-
镉	-	-

注:同列数据上标不同小写字母表示差异显著( $p<0.05$ ),“-”表示未被检出。

矿物质元素对维持生命体正常活动和新陈代谢有

重要作用。由表 3 可知, 两种养殖模式下三穗鸭肉所含的 6 种主要矿物质元素中均是 P 元素含量最高, 依次是 K 元素和 Na 元素。农户散养三穗鸭与企业规模养殖三穗鸭的 Ga 元素含量相同, 前者 Zn、P、K 元素含量高于后者, Fe、Na 元素低于后者, 差异显著 ( $p<0.05$ )。两者的 Ga、Fe、Zn 元素含量均不同程度低于金定鸭 (30.22、15.67、15.46 mg/100 g)、南安鸭 (26.40、9.33、10.81 mg/100 g) [23]。研究表明, K 和 P 元素对维持人体内电解质平衡有利 [24], Ga 元素能促进骨骼生长防止骨质疏松等症状 [25], Zn 元素可以改善机体消化机能和食欲 [26], Fe 元素为人体血红蛋白的主要成分, 具有维持正常造血功能、增强免疫功能等作用 [27]。农户散养三穗鸭的 6 种矿物质元素总量为 649.02 mg/100 g 高于企业规模养殖三穗鸭 634.47 mg/100 g, 可知不同养殖方式对肌肉中矿物质元素的含量有影响。铅、镉两种有害元素在三穗鸭肌肉中均未测出。

### 2.3 不同养殖方式的贵州三穗鸭肌肉氨基酸组成与含量分析

不同养殖方式的三穗鸭肌肉的氨基酸组成与含量见表 4。色氨酸在酸水解过程中被破坏, 故均测定了 16 种氨基酸。包括 7 种必需氨基酸, 2 种半必需氨基酸, 7 种非必需氨基酸。

两种三穗鸭肌肉的氨基酸组成一致, 均以 Glu 含量最高, 其次是 Asp, Met+Cys 含量最低。农户散养三穗鸭中 Thr、Met+Cys、Ile、Lys、His、Arg 含量高于企业规模养殖三穗鸭, Val、Phe、Tyr、Asp、Ser、Glu、Ala 含量低于企业规模养殖三穗鸭, 差异显著 ( $p<0.05$ ), 两者的 Leu 含量无显著差异。

食物蛋白所含的氨基酸种类、含量及组成比例决定了其营养价值的高低, 其组成比例与人体所需氨基酸的比例越接近, 说明该蛋白质量就越好 [28]。农户散养三穗鸭的氨基酸总量为 19.14 g/100 g 高于企业规模养殖三穗鸭 18.96 g/100 g, 必需氨基酸占比分别为 43.26%、42.30%, 与文献报道 [29] 的家禽中必需氨基酸占比 (43%) 接近, 高于连城白鸭 (41.55%) [30], 大余麻鸭 (39.92%)、莲花白鹅 (40.69%) [31]。两种鸭肉肉必需氨基酸占比 ( $W_{EAA/TAA}$ ) 分别是 43.26%、42.30%, 必需氨基酸与非必需氨基酸比值 ( $W_{EAA/NEAA}$ ) 分别是 76.24%、73.30%, 均高于 FAO/WHO 的理想氨基酸模式 [32], 属优质蛋白。

肌肉中的 Asp、Glu、Gly、Ala、Arg 五种呈味氨基酸的含量高低影响肉质的鲜美程度。农户散养三穗

鸭、企业规模养殖三穗鸭的鲜味氨基酸占比分别为 45.45%、46.26% 均高于阿坝藏鸡 2 系 (45.11%) [33]、倒毛母鸡 (44.20%) [34]、仙湖鸭 (33.41%) [35], 说明它们的味道更鲜美。此外, 农户散养三穗鸭的支链氨基酸 (Val+Ile+Leu) 与芳香族氨基酸 (Phe+Tyr) 的比值 (F 值) 为 2.41 高于企业规模养殖三穗鸭的 2.37, 可补充肝脏受损时 (1.0~1.5) 降低的 F 值。

表 4 不同养殖方式的贵州三穗鸭肌肉的氨基酸组成与含量 (g/100 g 湿重)

Table 4 Composition and contents of amino acids in muscle of Guizhou Sansui duck cultured with different methods (g/100 g wet weight)

测定项目	农户散养三穗鸭	企业规模养殖三穗鸭
苏氨酸 (Thr)	0.86±0.02 <sup>a</sup>	0.76±0.01 <sup>b</sup>
缬氨酸 (Val)	1.01±0.09 <sup>b</sup>	1.03±0.11 <sup>a</sup>
蛋氨酸+半胱氨酸 (Met+Cys)	0.38±0.02 <sup>a</sup>	0.27±0.01 <sup>b</sup>
异亮氨酸 (Ile)	1.01±0.01 <sup>a</sup>	0.98±0.02 <sup>b</sup>
亮氨酸 (Leu)	1.71±0.16 <sup>a</sup>	1.71±0.13 <sup>a</sup>
苯丙氨酸+酪氨酸 (Phe+Tyr)	1.55±0.15 <sup>b</sup>	1.57±0.21 <sup>a</sup>
赖氨酸 (Lys)	1.76±0.16 <sup>a</sup>	1.70±0.13 <sup>b</sup>
天冬氨酸 (Asp)	1.92±0.25 <sup>b</sup>	1.93±0.19 <sup>a</sup>
丝氨酸 (Ser)	0.74±0.02 <sup>b</sup>	0.76±0.03 <sup>a</sup>
谷氨酸 (Glu)	3.27±0.23 <sup>b</sup>	3.29±0.25 <sup>a</sup>
甘氨酸 (Gly)	0.89±0.06 <sup>b</sup>	0.92±0.07 <sup>a</sup>
丙氨酸 (Ala)	1.21±0.08 <sup>b</sup>	1.24±0.03 <sup>a</sup>
组氨酸 (His)	0.70±0.02 <sup>a</sup>	0.67±0.02 <sup>b</sup>
精氨酸 (Arg)	1.41±0.15 <sup>a</sup>	1.39±0.18 <sup>b</sup>
脯氨酸 (Pro)	0.72±0.03 <sup>b</sup>	0.74±0.05 <sup>a</sup>
必需氨基酸总量 $W_{EAA}$	8.28	8.02
非必需氨基酸总量 $W_{NEAA}$	10.86	10.94
氨基酸总量 $W_{TAA}$	19.14	18.96
$W_{EAA/TAA}/\%$	43.26	42.30
$W_{NEAA/TAA}/\%$	56.74	57.79
$W_{EAA/NEAA}/\%$	76.24	73.30
鲜味氨基酸总量 $W_{DAA}$	8.70	8.77
$W_{DAA/TAA}/\%$	45.45	46.26
支链氨基酸总量 $W_{BCAA}$	3.73	3.72
芳香族氨基酸总量 $W_{AAA}$	1.55	1.57
$W_{BCAA/AAA}$	2.41	2.37

注: 同列数据上标不同小写字母表示差异显著 ( $p<0.05$ )。

### 2.4 不同养殖方式的贵州三穗鸭肌肉营养品质评价

表5 不同养殖方式的贵州三穗鸭肌肉的必需氨基酸评分、必需氨基酸指数、生物价、营养指数表

Table 5 AAS, EAAI, BV and NI of muscle of Guizhou Sansui duck cultured with different methods

品种	指标	必需氨基酸							必需氨基酸指数(EAAI)	生物价(BV)	营养指数(NI)
		Thr	Val	Met+Cys	Ile	Leu	Phe+Tyr	Lys			
三穗鸭 (农户散养)	AAS	101	94	51	118	114	121	150	76	71	0.16
三穗鸭 (企业规模养殖)	AAS	91	99	37	117	117	126	148	72	67	0.15

由表5可知,从氨基酸评分看两种鸭肉的第一限制性氨基酸均为Met+Cys,与樱桃谷鸭、金定鸭<sup>[36]</sup>一致。企业规模养殖三穗鸭的Val、Leu与Phe+Tyr三组氨基酸评分高于三穗鸭(农户散养殖),其他四组氨基酸评分均低于农户散养三穗鸭。

必需氨基酸指数(EAAI)、生物价(BV)与营养指数(NI)是评价肌肉营养品质的重要指标,其中EAAI反映被测食物中必需氨基酸含量与标准蛋白质含量的接近程度<sup>[37]</sup>;BV表示蛋白质经消化吸收后,在体内被利用的氮量占被吸收氮量的比例<sup>[38]</sup>;NI综合考虑了食物蛋白质的含量及氨基酸的组成<sup>[39]</sup>,该三者值越高,表明营养价值越高。在营养品质评价方面,农户散养三穗鸭的EAAI、BV、NI分别为76、71、0.16,均高于企业规模养殖三穗鸭,说明前者的蛋白质营养更接近FAO/WHO氨基酸人体模式,具有较高的营养价值。

## 2.5 不同养殖方式的贵州三穗鸭肌肉脂肪酸

### 组成及含量分析

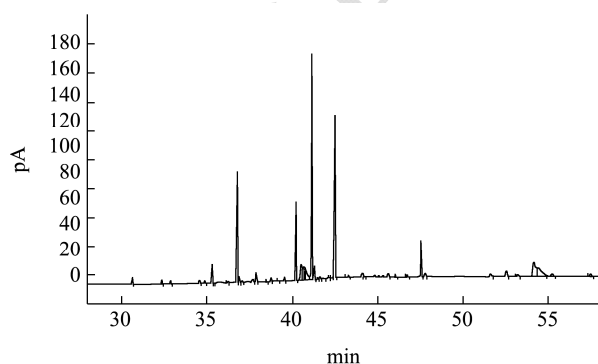


图1 农户散养三穗鸭肌肉脂肪酸色谱图

Fig.1 Chromatogram of fatty acid in muscle of Sansui duck (scattered culturing)

脂肪酸是人体必不可少的重要营养物质,同时也是评价肌肉营养品质的重要指标。由表6可知,农户散养三穗鸭、企业规模养殖三穗鸭分别检测出11、15种脂肪酸,前者比后者少一种饱和脂肪酸(肉豆蔻酸)

和三种不饱和脂肪酸(二十碳一烯酸、反十八碳烯酸、 $\gamma$ -亚麻酸)。两种三穗鸭肌肉主要游离脂肪酸均为油酸、亚油酸、棕榈酸及硬脂酸,这一结果与尼西鸡、无量山乌骨鸡<sup>[40]</sup>、儋州鸡、文昌鸡<sup>[41]</sup>、斑嘴野鸭<sup>[42]</sup>一致。从脂肪酸的组成种类来看两者较相近,但其具体含量有所差异。农户散养三穗鸭除二十碳二烯酸、 $\alpha$ -亚麻酸含量与企业规模养殖三穗鸭无显著差异外,其余脂肪酸含量均低于企业规模养殖三穗鸭,差异显著( $p < 0.05$ )。

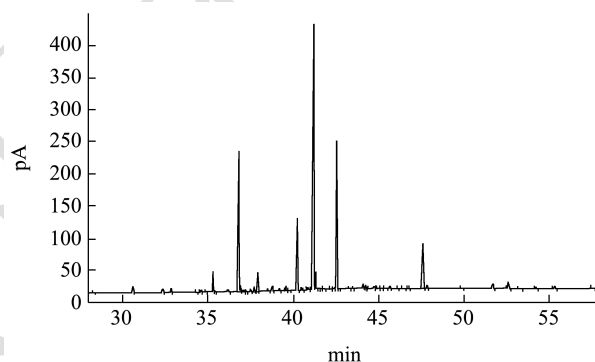


图2 企业规模养殖三穗鸭肌肉脂肪酸色谱图

Fig.2 Chromatogram of fatty acid in muscle of Sansui duck (enterprise management culturing)

研究表明,饱和脂肪酸具有供应能量,调节免疫应答、炎症反应,抑制肿瘤生长,促进细胞分化等作用<sup>[43]</sup>;不饱和脂肪酸<sup>[44,45]</sup>能够正向调节血脂代谢,降低低密度脂蛋白胆固醇(LDL)的氧化敏感性,保护血管内皮和降低血液高凝状态。企业规模养殖三穗鸭的饱和脂肪酸含量为0.77%高于农户散养三穗鸭0.27%,其中前者的棕榈酸和硬脂酸占饱和脂肪酸总量的79.22%,且较高含量的棕榈酸和硬脂酸能降低血清中的胆固醇含量<sup>[46]</sup>。企业规模养殖三穗鸭的不饱和脂肪酸总量为1.22%高于农户散养三穗鸭0.51%,且前者的油酸、亚油酸分别占不饱和脂肪酸总量的64.75%、22.95%,该两种脂肪酸对人体健康具有重要作用,同时不饱和脂肪酸的含量越高,对肉质加工后挥发性香气物质的形成越有利,所以企业规模养殖三穗鸭具有较合理的脂肪酸品质。

表6 不同养殖方式的贵州三穗鸭肌肉的脂肪酸组成及含量(%)

Table 6 Composition and contents of fatty acids in muscle of Guizhou Sansui duck with different methods (%)

脂肪酸/%	农户散养 三穗鸭	企业规模养殖 三穗鸭
C13:0 (十三烷酸)	0.01±0.00 <sup>b</sup>	0.02±0.00 <sup>a</sup>
C14:0 (肉豆蔻酸)	-	0.01±0.00 <sup>a</sup>
C16:0 (棕榈酸)	0.15±0.04 <sup>b</sup>	0.41±0.01 <sup>a</sup>
C17:0 (十七烷酸)	-	-
C18:0 (硬脂酸)	0.10±0.00 <sup>b</sup>	0.20±0.00 <sup>a</sup>
C20:0 (花生酸)	-	-
C22:0 (山萘酸)	-	-
C23:0 (二十三烷酸)	0.01±0.00 <sup>b</sup>	0.13±0.01 <sup>a</sup>
C14:1 (十四碳一烯酸)	-	-
C15:1 (十五碳一烯酸)	-	-
C16:1 (棕榈油酸)	0.01±0.00 <sup>b</sup>	0.05±0.00 <sup>a</sup>
C20:1 (二十碳一烯酸)	-	0.01±0.00 <sup>a</sup>
C20:2 (二十碳二烯酸)	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>
C20:3 (二十碳三烯酸)	0.02±0.00 <sup>b</sup>	0.03±0.00 <sup>a</sup>
trans-C18:1 (反十八碳烯酸)	-	0.01±0.00 <sup>a</sup>
cis-C18:1 (油酸)	0.28±0.01 <sup>b</sup>	0.79±0.03 <sup>a</sup>
cis-9,12-C18:2 (亚油酸)	0.19±0.00 <sup>b</sup>	0.28±0.02 <sup>a</sup>
cis-9,12,15-C18:3 ( $\alpha$ -亚麻酸)	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>
C22:6 (二十二碳六烯酸)	0.02±0.01 <sup>b</sup>	0.06±0.01 <sup>a</sup>
cis-6,9,12-C18:3 ( $\gamma$ -亚麻酸)	-	0.01±0.00 <sup>a</sup>
总脂肪酸/%	0.81	2.03
饱和脂肪酸 SFA	0.27	0.77
单不饱和脂肪酸 MUFA	0.29	0.86
$\omega$ -3 系多不饱和脂肪酸	0.03	0.07
$\omega$ -6 系多不饱和脂肪酸	0.19	0.29
多不饱和脂肪酸 PUFA	0.22	0.36
不饱和脂肪酸 UFA	0.51	1.22

注: 同列数据上标不同小写字母表示差异显著 ( $p < 0.05$ ), “-”表示未被检出。

### 3 结论

农户散养三穗鸭的水分、蛋白、矿物质元素总量均高于企业规模养殖三穗鸭, 脂肪含量低于企业规模养殖三穗鸭。两者胆固醇含量相同, 均未测出铅、镉有害元素。不同养殖方式下的三穗鸭肌肉氨基酸组成符合 FAO/WHO 标准模式, 均为优质蛋白。农户散养三穗鸭的氨基酸总量、必需氨基酸总量、营养指数、生物价、必需氨基酸指数等方面较优于企业规模养殖三穗鸭, 呈味氨基酸含量低于企业规模养殖三穗鸭。两种鸭肌肉分别测出 11、15 种脂肪酸, 企业规模养殖

三穗鸭的饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸与多不饱和脂肪酸总量均高于农户散养三穗鸭。由此可知, 农户散养三穗鸭具有高蛋白低脂、矿物质含量丰富及氨基酸营养价值高等特点, 企业规模养殖三穗鸭的鲜味氨基酸含量高, 脂肪酸品质合理, 可为后续三穗鸭开发营养产品等提供基础数据参考。

### 参考文献

- [1] 张福平,林家栋,陈眷华,等.贵州三穗县鸭产业发展现状及对策[J].贵州畜牧兽医,2010,34(4):8-9  
ZHANG Fu-ping, LIN Jia-dong, CHEN Juan-hua, et al. Present situation and countermeasures of duck industry in Sansui County, Guizhou [J]. Guizhou Animal Husbandry and Veterinary Medicine, 2010, 34(4): 8-9
- [2] 顾永江.优良地方鸭品种-三穗鸭[J].农村百事通,2019,3:36  
GU Yong -jiang. Excellent local duck species-Sansui duck [J]. Know-it-all in Rural Areas, 2019, 3: 36
- [3] 周雯,王修俊,田多,等.三穗血浆鸭湿法腌制技术标准化生产研究[J].包装工程,2019,40(17):38-47  
ZHOU Wen, WANG Xiu-jun, TIAN Duo, et al. Standardized production of Sansui plasma duck by wet method [J]. Packaging Engineering, 2019, 40(17): 38-47
- [4] 高小翊,王修俊,田多.贵州三穗血浆鸭干法腌制工艺优化[J].食品与机械,2018,34(2):205-211  
GAO Xiao-hong, WANG Xiu-jun, TIAN Duo. Optimization on dry-cured process of Sansui plasma duck of Guizhou [J]. Food & Machinery, 2018, 34(2): 205-211
- [5] 杨丽平,王修俊,田多,等.三穗血浆鸭油炸技术的研究[J].中国调味品,2020,45(5):130-134,146  
YANG Li-ping, WANG Xiu-jun, TIAN Duo, et al. Study on the frying technology of Sansui plasma duck [J]. China Condiment, 2020, 45(5): 130-134, 146
- [6] 张芹,王修俊,田多.三穗血浆鸭加工过程中风味成分的变化[J].食品与机械,2018,34(1):199-204  
ZHANG Qin, WANG Xiu-jun, TIAN Duo. Change of the component of flavor in the processing of Sansui plasma duck [J]. Food & Machinery, 2018, 34(1): 199-204
- [7] 苏伟,王瑜,易重任,等.预煮工艺对黄焖三穗鸭肉质的影响[J].食品工业科技,2013,34(22):204-208  
SU Wei, WANG Yu, YI Zhong-ren, et al. Effects of pre-cooking on braised Sansui duck quality [J]. Science and Technology of Food Industry, 2013, 34(22): 204-208
- [8] 苏伟,陈旭,易重任,等.不同加热温度对三穗鸭肉品质的影响[J].广东农业科学,2013,40(12):125-129  
SU Wei, CHEN Xu, YI Zhong-ren, et al. Effects of heating

- temperature on Sansui duck meat quality [J]. Guangdong Agricultural Sciences, 2013, 40(12): 125-129
- [9] 胡跃.三穗血酱鸭加工工艺研究[J].中国酿造,2014,33(1): 158-160  
HU Yue. Study on the processing technology of Sansui duck in brown sauce blood [J]. China Brewing, 2014, 33(1): 158-160
- [10] 包强,仲黎,沈徐,等.不同饲养方式对优质肉鸭屠宰性能和肌肉营养成分的影响[J].中国畜牧杂志,2019,55(8):132-134, 139  
BAO Qiang, ZHONG Li, SHEN Xu, et al. Comparative analysis on production performance of high quality meat duck under different feeding methods [J]. Chinese Journal of Animal Science, 2019, 55(8): 132-134, 139
- [11] 邹文斌,辛世杰,于海亮,等.饲养方式对京海黄鸡肉品质、肌肉氨基酸含量及免疫细胞因子等指标的影响[J].扬州大学学报(农业与生命科学版),2020,41(1):62-66,84  
ZOU Wen-bin, XIN Shi-jie, YU Hai-liang, et al. Effects of feeding methods on the quality, muscle amino acid content and immune cytokines of Jinghai yellow chicken [J]. Journal of Yangzhou University (Agricultural and Life Science Edition), 2020, 41(1): 62-66, 84
- [12] 李文嘉,孙全友,魏凤仙,等.饲养方式对北京油鸡生长和屠宰性能、肉品质以及肌肉脂肪酸含量的影响[J].动物营养学报,2019,31(4):1585-1595  
LI Wen-jia, SUN Quan-you, WEI Feng-xian, et al. Effects of different feeding patterns on growth and slaughter performance, meat quality and muscular fatty acid content of Beijing oil chickens [J]. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2019, 31(4): 1585-1595
- [13] 罗玉龙,王柏辉,靳志敏,等.两种饲养条件对苏尼特羊肉营养品质的影响[J].食品科学,2016,37(19):227-231  
LUO Yu-long, WANG Bo-hui, JIN Zhi-min, et al. Effects of two feeding conditions on nutritional quality of Sunit sheep meat [J]. Food Science, 2016, 37(19): 227-231
- [14] 管崇武,杨菁,单建军,等.不同养殖模式下俄罗斯鲟肌肉营养成分的比较与分析[J].中国农学通报,2020,36(8):145-150  
GUAN Chong-wu, YANG Jing, SHAN Jian-jun, et al. Muscle nutrient composition of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) under different culture modes: comparison and analysis [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2020, 36(8): 145-150
- [15] 叶香尘,邹辉,刘康,等.池塘和稻田养殖模式对金边鲤和建鲤肌肉品质的影响[J].水产学报,2020,44(8):1296-1305  
YE Xiang-chen, ZOU Hui, LIU Kang, et al. Effects of pond and paddy field culture patterns on muscle quality of golden border carp and jian carp [J]. Journal of Fisheries of China, 2020, 44(8): 1296-1305
- [16] 陈健,李良玉,杨壮志,等.池塘及稻田养殖克氏原螯虾肌肉成分与营养品质比较分析[J].中国饲料,2020,13:79-84  
CHEN Jian, LI Liang-yu, YANG Zhuang-zhi, et al. Comparison of muscle compositions and nutritional quality in muscle of *Procambarus clarkii* cultured in paddy field and pool [J]. China Feed, 2020, 13: 79-84
- [17] 钟鸿干,马军,姜芳燕,等.2种养殖模式下斑石鲷肌肉营养成分及品质的比较[J].江苏农业科学,2017,45(1):155-158  
ZHONG Hong-gan, MA Jun, JIANG Fang-yan, et al. Comparison of nutritional components and quality in muscle of *Sparus macrocephalus* under two culture modes [J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2017, 45(1): 155-158
- [18] Bano I, Rajarathram S. In the Tropical Mushroom Biological Nature and Cultivation Methods [M]. Hong Kong: The Chinese University Press, 1982
- [19] Oser B. Method for integrating essential amino acid content in the nutritional evaluation of protein [J]. JAm Diet Assoc, 1951, 27: 396-402
- [20] Crisan E V, Sands A. Nutritional Value: The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms [M]. New York: Academic Press, 1959
- [21] Kause A, Ritola O, Paananen T, et al. Coupling body weight and its composition: a quantitative genetic analysis in rainbow trout [J]. Aquaculture, 2002, 211: 65-79
- [22] 陆宽,张孝刚,陈育涛,等.柳源香鸡营养成分分析与评价[J].肉类研究,2012,26(1):41-44  
LU Kuan, ZHANG Xiao-gang, CHEN Yu-tao, et al. Analysis and evaluation of nutritional components of Liuyuan fragrant chicken [J]. Meat Research, 2012, 26(1): 41-44
- [23] 陈德猛,陈美,左正宏.金定鸭和南安鸭肉用性状的比较[J].厦门大学学报(自然科学版),2006,S1:166-168  
CHEN De-meng, CHEN Mei, ZUO Zheng-hong, et al. Comparison of meat quality between Jinding duck and Nanan duck [J]. Journal of Xiamen University (Natural Science), 2006, S1: 166-168
- [24] 尤宏争,邵蓬,高建忠,等.出口级黄板鳅(♀)×台湾泥鳅(♂)杂交种及其亲本肌肉营养成分分析比较[J].大连海洋大学学报,2017,32(2):198-204  
YOU Hong-zheng, SHAO Peng, GAO Jian-zhong, et al. Comparative analysis of muscular nutrients in export-grade hybrid loach *Paramisgurnus dabryanus* ♀× Taiwan loach ♂ and their parent [J]. Journal of Dalian Fisheries University,

- 2017, 32(2): 198-204
- [25] Vavrusova M, Skibsted L H. Calcium nutrition. bioavailability and fortification [J]. LWT - Food Science and Technology, 2014, 59(2): 1198-1204
- [26] 韩新燕. 锌营养作用的研究[J]. 中国饲料, 2001, 14: 19-20  
HAN Xin-yan. Study on the nutritional effect of zinc [J]. China Feed, 2001, 14: 19-20
- [27] 孙长峰, 郭娜. 微量元素铁的生理功能及对人体健康的影响 [J]. 食品研究与开发, 2012, 33(5): 222-225  
SUN Chang-feng, GUO Na. The physiological function of trace element iron and its effect on human health [J]. Food Research and Development, 2012, 33(5): 222-225
- [28] 侯娜, 赵莉莉, 魏安智, 等. 不同种质花椒氨基酸组成及营养价值评价[J]. 食品科学, 2017, 38(18): 113-118  
HOU Na, ZHAO Li-li, WEI An-zhi, et al. Amino acid composition and nutritional quality evaluation of different germplasms of Chinese prickly ash (*Zanthoxylum bungeanum* Maxim) [J]. Food Science, 2017, 38(18): 113-118
- [29] 钱爱萍, 颜孙安, 林香信, 等. 家禽肉中氨基酸组成及营养评价[J]. 中国农学通报, 2010, 26(13): 94-97  
QIAN Ai-ping, YAN Sun-an, LIN Xiang-xin, et al. The content of amino acid in the poultry meat and its nutritive evaluation [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2010, 26(13): 94-97
- [30] 庄晓东, 朱志明, 缪中纬, 等. 连城白鸭肉用新品系胸肌的氨基酸分析[J]. 福建畜牧兽医, 2010, 32(6): 12-13  
ZHUANG Xiao-dong, ZHU Zhi-ming, LIAO Zhong-wei, et al. Analysis of amino acids in pectoral muscle of Liancheng white duck [J]. Fujian Journal of Animal Husbandry and Veterinary, 2010, 32(6): 12-13
- [31] 刘三凤, 林树茂, 舒希凡, 等. 江西鹅鸭地方品种肌肉氨基酸含量的测定与分析[J]. 江西农业大学学报, 1999, 4: 3-5  
LIU San-feng, LIN Shu-mao, SHU Xi-fan, et al. Analysis on amino acid contents of muscle in Jiangxi native duck and goose breeds [J]. ACTA Agriculturae Universitatis Jiangxiensis, 1999, 4: 3-5
- [32] 唐雪, 徐钢春, 徐跑, 等. 野生与养殖刀鲚肌肉营养成分的比较分析[J]. 动物营养学报, 2011, 23(3): 514-520  
TANG Xue, XU Gang-chun, XU Pao, et al. A comparison of muscle nutrient composition between wild and cultured *Coilia nasus* [J]. ACTA Zoonutrimenta Sinica, 2011, 23(3): 514-520
- [33] 张燕, 吴锦波, 何世明, 等. 不同品系阿坝藏鸡肌肉氨基酸含量的比较研究[J]. 中国家禽, 2020, 42(2): 17-20  
ZHANG Yan, WU Jin-bo, HE Shi-ming, et al. Comparative study on muscle amino acid content of different strains of Aba Tibetan chicken [J]. China Poultry, 2020, 42(2): 17-20
- [34] 刘忠伟, 裴占阳, 陈伟, 等. 倒毛鸡肌肉氨基酸组成分析及营养评价[J]. 南方农业学报, 2015, 46(9): 1704-1709  
LIU Zhong-wei, PEI Zhan-yang, CHEN Wei, et al. Amino acid composition analysis and nutritional evaluation of frizzle chicken [J]. Journal of Southern Agriculture, 2015, 46(9): 1704-1709
- [35] 林丽超, 黄得纯, 于辉, 等. 仙湖鸭肌肉的氨基酸分析[J]. 安徽农业科学, 2007, 30: 9541-9542  
LIN Li-chao, HUANG De-chun, YU Hui, et al. Analysis of amino acids on meat quality of Xianhu ducks [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2007, 30: 9541-9542
- [36] 谢程炜, 诸永志, 王道营, 等. 3 个品种鸭肉排酸成熟后的氨基酸组成比较及评价[J]. 西南农业学报, 2013, 26(4): 1677-1681  
XIE Cheng-wei, ZHU Yong-zhi, WANG Dao-ying, et al. Amino acid composition and evaluation of three species of ducks after postmortem aging [J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2013, 26(4): 1677-1681
- [37] Liu L M, Liang X F, Li J, et al. Effects of supplemental phytic acid on the apparent digestibility and utilization of dietary amino acids and minerals in juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) [J]. Aquaculture Nutrition, 2018, 24(2): 850-857
- [38] 郭如鑫, 王有琼, 张重权, 等. 辣木蛋白质与氨基酸组成分析及营养评价[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2020, 2: 324-331  
GUO Ru-xin, WANG You-qiong, ZHANG Zhong-quan, et al. Protein and amino acid composition analysis and nutritional evaluation of moringa oleifera lam [J]. Journal of Yunnan Agricultural University (Natural Science), 2020, 2: 324-331
- [39] 沈畅萱, 王修俊, 黄珊. 贵州三穗特色麻鸭蛋成分分析及营养评价[J]. 食品与机械, 2017, 33(12): 55-60  
SHEN Chang-xuan, WANG Xiu-jun, HUANG Shan. The analysis and evaluation of nutrients of Sansui's characteristic sheldrake duck eggs [J]. Food & Machinery, 2017, 33(12): 55-60

(下转第 237 页)