

泰和乌鸡、杂交乌鸡与市售白羽肉鸡的营养成分比较研究

尚柯¹, 米思¹, 李侠¹, 张春晖^{1*}, 范玉庆², 叶孟亮¹

(1.中国农业科学院农产品加工研究所, 农业部农产品加工综合性重点实验室, 北京 100193;

2.江西省泰和县泰和乌鸡产业办公室, 江西 泰和 343700)

摘要: 为研究泰和乌鸡肌肉的品质特性及营养成分, 对泰和乌鸡、杂交乌鸡和市售白羽肉鸡的基本营养成分、脂质成分、氨基酸组成及含量以及11种微量矿物质元素的含量进行对比分析。结果表明: 泰和乌鸡(公、母)肌肉中的水分含量高于其他2个品种; 杂交乌鸡公鸡肉中的粗蛋白含量高于其他2个品种, 母鸡则低于其他2个品种; 泰和乌鸡(公、母)的粗脂肪含量显著低于杂交乌鸡和市售白羽肉鸡($P < 0.05$); 泰和乌鸡的总胆固醇含量显著低于杂交乌鸡和市售白羽肉鸡; 泰和乌鸡和杂交乌鸡(公、母)的游离脂肪酸含量均显著高于市售白羽肉鸡($P < 0.05$); 3个品种鸡肉(公、母)的总氨基酸、必需氨基酸和鲜味氨基酸含量均无显著差异($P > 0.05$); 泰和乌鸡和杂交乌鸡(公、母)肌肉中的铁、铜、铬、硒元素的含量均高于白羽肉鸡, 且有显著差异($P < 0.05$); 3个品种鸡肉(公、母)中铅、镉、砷3种重金属元素的含量均未超过国家限定标准。

关键词: 泰和乌鸡; 营养成分; 氨基酸; 矿物质元素

Comparative Analysis of Nutrients in Breast Muscles from Taihe Black-Bone Silky Fowls, Crossbred Black-Boned Silky Fowls and AA Broilers

SHANG Ke¹, MI Si¹, LI Xia¹, ZHANG Chunhui^{1*}, FAN Yuqing², YE Mengliang¹

(1.Comprehensive Key Laboratory of Agro-Products Processing, Ministry of Agriculture, Institute of Agro-Products Processing Science and Technology, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; 2.Taihe Industrial Office of Taihe

Black Chicken, Taihe 343700, China)

Abstract: The quality characteristics and nutrient composition of breast muscles from Taihe black-bone silky fowls were comparatively evaluated with those of crossbred black-bone silky fowls and AA broilers. Proximate nutrients, lipids, amino acid composition and 11 mineral elements were determined. Our data showed that the moisture content of muscles from both male and female Taihe silky fowls was higher than that of other breeds. Male crossbred silky fowls had higher crude protein content than other breeds, while the opposite result was observed for female crossbred silky fowls. Taihe silky fowls of both genders showed significantly higher crude fat content but lower total cholesterol content ($P < 0.05$). Male and female Taihe and crossbred silky fowls were significantly richer in free fatty acids than AA broilers ($P < 0.05$). However, males and females of these breeds presented no significant differences in total, essential or umami amino acid contents ($P > 0.05$). In addition, iron, copper, chromium and selenium were significantly abundant in male and female silky fowls than in AA broilers ($P < 0.05$). The contents of heavy metals including lead, cadmium and arsenic in all three breeds were below national limits.

Key words: Taihe silky fowl; nutrients; amino acid; mineral elements

DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201712003

中图分类号: TS253.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123(2017)12-0011-06

引文格式:

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.

DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201712003. <http://www.rlyj.pub>

收稿日期: 2017-09-02

基金项目: “十三五”国家重点研发计划重点专项(2016YFD0400201); 泰和乌鸡(蛋)营养、功能组分挖掘及功效评价项目

作者简介: 尚柯(1991—), 女, 助理研究员, 硕士, 研究方向为肉品科学。E-mail: 15910690920@163.com

*通信作者: 张春晖(1971—), 男, 研究员, 博士, 研究方向为肉品科学。E-mail: dr_zch@163.com

SHANG Ke, MI Si, LI Xia, et al. Comparative analysis of nutrients in breast muscles from Taihe black-bone silky fowls, crossbred black-boned silky gowls and AA broilers[J]. Meat Research, 2017, 31(12): 11-16. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201712003. <http://www.rlyj.pub>

泰和乌鸡原产于江西省泰和县武山汪阪涂村, 至今已有2 200年的历史, 是闻名中外的药用补益珍禽^[1]。据李时珍《本草纲目》所记载“泰和老鸡, 甘辛热无毒, 产于江西泰和。有白毛乌骨者, 黑毛乌骨者, 斑毛乌骨者, 有骨肉俱乌者, 肉白乌骨者。”其描述了该鸡种的变异情况, 即毛色、骨肉颜色皆存在不同; 据万安县志与泰和县志载“武山鸡优者以乌骨、绿耳、丛冠、五爪、羊毛白者为佳”^[2]。泰和乌鸡在早期时, 其体形、外貌和毛色等均存在差异, 品种形成初期血缘混乱, 遗传性不稳定, 后代性状分离现象较严重, 直至1759年才选育出固定的品种, 1979年建立了江西省泰和县泰和乌鸡原种场, 主要承担泰和乌鸡的保种、提纯和复壮工作^[3]。

在以往的研究中泰和乌鸡丰富的营养价值已经得到进一步证实。徐幸莲等^[4-5]的研究表明, 泰和乌鸡体内的黑色素具有延缓果蝇衰老的作用; 周庆华^[6]、孙龙生^[7]等的研究表明, 泰和乌鸡肉的氨基酸种类齐全, 是含有优质氨基酸的禽肉; 陈晓东等^[8]的研究表明, 泰和乌鸡肉中含有丰富的微量元素。然而, 目前关于泰和乌鸡营养功能的报道中没有对于泰和乌鸡与杂交乌鸡间营养成分差异性的研究。本研究比较分析泰和乌鸡、杂交乌鸡和市售白羽肉鸡的营养成分差异, 为今后系统开展泰和原种乌鸡的品种资源保护和开发利用提供参考。

1 材料与方 法

1.1 材料与试剂

泰和乌鸡和杂交乌鸡(公鸡、母鸡各5只)均为120~150 d日龄, 饲养条件均为半开放式鸡舍, 地面平养, 并配有运动场(一般密度为10~12只/m²), 均喂食全价配合饲料(原料组成为玉米、次粉、细糠、豆粕、磷酸氢钙、氯化钠、合成氨基酸、维生素、矿物质和防霉剂等)。

泰和乌鸡样品来源于江西省泰和县汪阪涂都市农场有限公司, 杂交乌鸡样品(父本: 竹丝鸡, 母本: 泰和乌鸡, 第10代杂交)来源于江西省正邦庆龙农牧科技有限公司, 白羽肉鸡样品来源于河南大用实业有限公司。

浓硝酸、浓硫酸(均为分析纯) 北京化工厂; 氯仿、甲醇、丙酮、正己烷、石油醚、氢氧化钾、氯化钠(均为分析纯) 国药集团化学试剂有限公司。

1.2 仪器与设备

7700X型电感耦合等离子体质谱仪 美国安捷伦公司; MARS 5型密闭微波消解仪 美国培安公司;

Kjeltec 2300型凯氏定氮仪 丹麦Foss公司; SER148型全自动粗脂肪测定仪 上海洪纪仪器设备有限公司; DH-101-3BS型电热恒温鼓风干燥箱 上海中环实验有限公司; BT-25S型电子天平 赛多利斯科学仪器(北京)有限公司。

1.3 方 法

整鸡经清洗、去皮、除内脏、剔骨后, 取胸肉, 并研磨成肉泥(5只同品种、同性别、同日龄鸡的鸡胸肉混合物), 将混合肉泥均分为3组(3个样本重复), 置于一80℃超低温冰箱中保存, 备用。

1.3.1 基本营养成分测定

水分: 参照GB 5009.3—2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》^[9]; 粗蛋白: 参照GB 5009.5—2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》^[10]; 粗脂肪: 参照GB/T 5009.6—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》^[11]。

1.3.2 脂 质 成 分 测 定

肌肉中的甘油三酯、总胆固醇和游离脂肪酸含量分别采用甘油三酯测定试剂盒(酶偶联比色法/单试剂型)、总胆固醇测定试剂盒(酶偶联比色法/单试剂型)和脂肪酸测定试剂盒进行测定。

1.3.3 氨基酸组成及含量测定

参照GB/T 5009.124—2003《食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定》^[12]。

1.3.4 矿物质元素测定

分别称取混匀后的样品0.5~1.0 g, 置于消解管中, 加入8 mL 65%浓硝酸、3 mL 37%盐酸, 置于微波消解仪进行消解; 消解后得到澄清透明的溶液, 用去离子水洗出样品, 并定容至50 mL。用电感耦合等离子体质谱(inductively coupled plasma-mass spectrometry, ICP-MS)仪测定鸡肉中铁(Fe)、锌(Zn)、铜(Cu)、铬(Cr)、硒(Se)、锰(Mn)、钼(Mo)、钴(Co)、铅(Pb)、镉(Cd)、砷(As) 11种元素的含量。

1.4 数 据 处 理

每组样品均重复测定3次, 结果用平均值±标准差表示。采用Microsoft Excel 2007软件对数据进行整理, 利用SPSS 19.0统计分析软件对数据进行单因素方差分析和Duncan's显著性分析($\alpha=0.05$)。

2 结 果 与 分 析

2.1 不同品种鸡肉的基本营养成分比较

泰和乌鸡肌肉的基本营养成分主要包括水分、粗蛋

白和粗脂肪。水分、蛋白质和脂肪属于食品的七大营养素，是构成生命的物质基础^[13-14]。

表1 3个品种鸡肉的基本营养成分测定结果
Table 1 Proximate nutrient composition of chicken muscles from three breeds

营养成分	g/100 g					
	泰和乌鸡		杂交乌鸡		白羽肉鸡	
	公	母	公	母	公	母
水分含量	74.80±0.42 ^a	73.70±0.42 ^a	72.60±0.42 ^b	73.30±0.57 ^a	74.28±0.68 ^a	71.20±0.40 ^b
粗蛋白含量	22.70±0.14 ^a	22.85±0.78 ^a	23.40±0.14 ^a	21.35±0.49 ^b	22.84±0.02 ^a	24.50±0.40 ^a
粗脂肪含量	1.05±0.07 ^a	0.85±0.07 ^a	2.30±0.14 ^a	5.20±0.01 ^a	1.63±0.01 ^b	2.40±0.10 ^b

注：同行小写字母不同，表示不同品种、同一性别间的差异显著（ $P<0.05$ ）。下同。

由表1可知，对于公鸡来说，3个品种鸡肉的水分含量由高到低依次为泰和乌鸡>白羽肉鸡>杂交乌鸡，且有显著差异（ $P<0.05$ ）；对于母鸡来说，水分含量由高到低依次为泰和乌鸡>杂交乌鸡>白羽肉鸡，且有显著差异（ $P<0.05$ ）。杂交乌鸡公鸡肉中的粗蛋白含量显著高于泰和乌鸡和白羽肉鸡，而杂交乌鸡母鸡肉中的粗蛋白含量则显著低于泰和乌鸡和白羽肉鸡（ $P<0.05$ ）。3个品种鸡肉（公、母）的粗脂肪含量均为杂交乌鸡>白羽肉鸡>泰和乌鸡，且均差异显著（ $P<0.05$ ）。本研究对不同品种鸡肉中基本营养成分的测定结果与潘珂^[15]、田颖刚^[16]、李慧芳^[17]、孙龙生^[17]等的研究结果一致。

对于同一品种的鸡肉，泰和乌鸡和白羽肉鸡的水分含量均为公鸡>母鸡，杂交乌鸡为母鸡>公鸡；泰和乌鸡的粗蛋白含量在公鸡和母鸡间无明显差异，杂交乌鸡为公鸡>母鸡，白羽肉鸡为母鸡>公鸡；泰和乌鸡的粗脂肪含量为公鸡>母鸡，杂交乌鸡和白羽肉鸡均为母鸡>公鸡。这表明，本研究中同一品种、不同性别鸡肉的基本营养成分含量变化无明显规律性。

2.2 不同品种鸡肉的脂质成分比较

表2 3个品种鸡肉的脂质成分测定结果
Table 2 Lipid composition of chicken muscles from three breeds

脂质成分	mg/g					
	泰和乌鸡		杂交乌鸡		白羽肉鸡	
	公	母	公	母	公	母
甘油三酯含量	16.81±0.14 ^a	9.37±0.39 ^b	17.39±1.18 ^a	9.13±0.45 ^b	18.43±0.24 ^a	15.15±0.22 ^a
总胆固醇含量	1.00±0.03 ^{ab}	0.77±0.02 ^a	1.11±0.04 ^a	1.13±0.03 ^a	0.99±0.04 ^b	0.87±0.01 ^b
游离脂肪酸含量	1.15±0.03 ^b	0.53±0.01 ^b	2.32±0.04 ^a	1.39±0.01 ^a	0.41±0.01 ^c	0.36±0.01 ^c

脂质是泰和乌鸡肉的重要营养成分之一^[18]，且泰和乌鸡肉是健康的低脂肪肌肉^[19]。甘油三酯是人体内含量最多的脂类；近年来的医学研究发现心血管疾病与胆固醇含量密切相关，因此对人体摄入胆固醇有一定争议。Clayton等^[20]认为胆固醇含量过高会增加患心血管疾病的风险；但徐桂云^[21]认为，与膳食胆固醇相关的心血管疾病并不主要取决于胆固醇的绝对摄入量。

由表2可知，对于公鸡来说，3个品种鸡肉的甘油三酯含量差异均不显著（ $P>0.05$ ），杂交乌鸡的总胆固醇含量高于其他2个品种，且与白羽肉鸡差异显著（ $P<0.05$ ）；对于母鸡来说，白羽肉鸡的甘油三酯含量显著高于泰和乌鸡和杂交乌鸡（ $P<0.05$ ），3个品种鸡肉的总胆固醇含量由高到低依次为杂交乌鸡>白羽肉鸡>泰和乌鸡，且均差异显著（ $P<0.05$ ）。3个品种鸡肉（公、母）的游离脂肪酸含量均为杂交乌鸡>泰和乌鸡>白羽肉鸡，且均差异显著（ $P<0.05$ ）。这与Tian Yinggang等^[22]的研究结果一致。

对于同一品种的鸡肉，3个品种鸡肉的甘油三酯和游离脂肪酸含量均为公鸡>母鸡；杂交乌鸡的总胆固醇含量为母鸡>公鸡，泰和乌鸡和白羽肉鸡均为公鸡>母鸡。因此推测，性别可能是影响本研究中3个品种鸡肉脂质成分的重要因素。

2.3 不同品种鸡肉的氨基酸组成及含量比较

氨基酸是蛋白质的基本组成单位，蛋白质的营养价值由其所含氨基酸的种类、含量和比例决定。鸡肉蛋白质的组成与人体组织蛋白质接近，富含人体必需的多种氨基酸，且利用率较高，是人类摄取蛋白质的理想来源^[23]。本研究对泰和乌鸡、杂交乌鸡和白羽肉鸡肌肉中16种氨基酸（包括7种必需氨基酸）的含量进行了测定与比较分析。

表3 3个品种鸡肉的氨基酸组成与含量
Table 3 Amino acid composition of chicken muscles from three breeds

氨基酸名称	泰和乌鸡		杂交乌鸡		白羽肉鸡	
	公	母	公	母	公	母
	苏氨酸 ^a (g/100 g)	0.96±0.01 ^a	0.99±0.02 ^a	0.98±0.01 ^a	0.96±0.02 ^a	0.96±0.02 ^a
缬氨酸 ^a (g/100 g)	1.03±0.01 ^a	1.04±0.02 ^a	1.08±0.01 ^a	1.06±0.02 ^a	1.04±0.03 ^a	1.02±0.01 ^a
蛋氨酸 ^a (g/100 g)	0.59±0.01 ^a	0.61±0.01 ^a	0.60±0.01 ^a	0.59±0.01 ^a	0.61±0.02 ^a	0.60±0.01 ^a
异亮氨酸 ^a (g/100 g)	0.94±0.02 ^a	0.98±0.01 ^a	1.00±0.01 ^a	0.98±0.01 ^a	0.97±0.03 ^a	0.95±0.02 ^a
亮氨酸 ^a (g/100 g)	1.66±0.03 ^a	1.73±0.02 ^a	1.73±0.01 ^a	1.70±0.03 ^a	1.70±0.05 ^a	1.67±0.01 ^a
苯丙氨酸 ^a (g/100 g)	0.83±0.02 ^a	0.86±0.01 ^a	0.86±0.01 ^a	0.84±0.02 ^a	0.84±0.03 ^a	0.82±0.02 ^a
赖氨酸 ^a (g/100 g)	1.85±0.01 ^a	1.93±0.03 ^a	1.90±0.01 ^a	1.87±0.03 ^a	1.89±0.05 ^a	1.86±0.04 ^a
TAA ^a (g/100 g)	19.74±0.26 ^a	20.16±0.31 ^a	20.24±0.11 ^a	19.86±0.32 ^a	19.92±0.47 ^a	19.58±0.01 ^a
EAA ^a (g/100 g)	7.85±0.10 ^a	8.14±0.12 ^a	8.14±0.05 ^a	8.01±0.14 ^a	8.02±0.22 ^a	7.87±0.03 ^a
NEAA ^a (g/100 g)	12.47±0.16 ^a	12.02±0.19 ^a	12.70±0.06 ^a	11.85±0.18 ^a	12.51±0.25 ^a	11.72±0.01 ^a
Umami ^a (g/100 g)	8.78±0.09 ^a	8.93±0.15 ^a	8.91±0.05 ^a	8.82±0.16 ^a	8.82±0.19 ^a	8.69±0.06 ^a
EAA/NEAA/%	62.93	67.72	64.08	67.59	64.12	67.15
EAA/TAA/%	39.77	40.38	40.21	40.33	40.26	40.19
Umami/TAA/%	44.47	44.30	44.00	44.41	44.28	44.38

注：*，必需氨基酸；TAA，总氨基酸（total amino acid）；EAA，必需氨基酸（essential amino acid）；NEAA，非必需氨基酸（nonessential amino acid）；Umami，鲜味氨基酸。

由表3可知，3个品种鸡肉（公、母）的EAA介于7.80~8.20 g/100 g之间；3个品种公鸡鸡肉的TAA介于19.70~20.30 g/100 g之间，母鸡鸡肉介于19.50~20.20 g/100 g之间；3个品种公鸡鸡肉的NEAA介于12.40~12.70 g/100 g之间，母鸡鸡肉介于11.70~12.10 g/100 g之间。3个品种鸡肉（公、

母)的EAA/TAA均与世界卫生组织(World Health Organization, WHO)和联合国粮农组织(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)规定的40%(理想蛋白质标准)相近,与周庆华^[6]的研究结果一致,显著高于张家瑞^[23]所测得的市售乌骨鸡肉的氨基酸含量。3个品种鸡肉(公、母)的EAA/NEAA均高于WHO/FAO规定的60%(理想蛋白质标准)。3个品种鸡肉中EAA、NEAA和TAA含量均无显著差异($P>0.05$)。谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸、精氨酸和天冬氨酸是肌肉中呈现鲜味的特征氨基酸,对食物的蛋白质风味有重要影响^[24]。对于公鸡来说,泰和乌鸡、杂交乌鸡和白羽肉鸡的鲜味氨基酸总量分别为(8.78±0.09)、(8.91±0.05)、(8.82±0.19)g/100g,分别占氨基酸总量的44.47%、44.00%和44.28%;对于母鸡来说,泰和乌鸡、杂交乌鸡和白羽肉鸡的鲜味氨基酸总量分别为(8.93±0.15)、(8.82±0.16)、(8.69±0.06)g/100g,分别占氨基酸总量的44.30%、44.41%和44.38%,且差异均不显著($P>0.05$)。

综上所述,泰和乌鸡较杂交乌鸡和白羽肉鸡的氨基酸含量并无优势,与舒希凡^[25]、谢金防^[26]等的研究结果一致。另外,本研究表明3个品种鸡肉在不同性别间的氨基酸组成与含量无显著差异。

各种食品蛋白质中氨基酸的组成比例均不相同,其营养价值的优劣主要取决于三方面:一是所含EAA的种类是否齐全;二是所含EAA的含量高低;三是所含EAA的组成比例。为了对各种食品中氨基酸的营养价值进行评价,WHO和FAO于1973年提出了“氨基酸模式谱”理论,建立了评价食物蛋白质营养价值的重要标准^[27]。

表4 3个品种鸡肉的氨基酸评分
Table 4 Amino acids scores of chicken muscles from three breeds

氨基酸名称	WHO/FAO 推荐值/%	在总氨基酸中的含量/%		
		泰和乌鸡 (公/母)	杂交乌鸡 (公/母)	白羽肉鸡 (公/母)
苏氨酸	4.0	4.87/4.91	4.84/4.83	4.83/4.85
缬氨酸	5.0	5.21/5.16	5.32/5.34	5.22/5.21
异亮氨酸	4.0	4.74/4.86	4.93/4.93	4.88/4.85
亮氨酸	7.0	8.41/8.58	8.53/8.56	8.54/8.53
苯丙氨酸+酪氨酸	6.0	7.68/7.79	7.83/7.85	7.74/7.71
赖氨酸	5.5	9.35/9.57	9.39/9.42	9.51/9.50

对3个品种鸡肉(公、母)中苏氨酸、缬氨酸和异亮氨酸等氨基酸在总氨基酸中的含量进行计算,并与WHO/FAO的推荐值进行比较。由表4可知,泰和乌鸡、杂交乌鸡和白羽肉鸡(公、母)中苏氨酸、缬氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸+酪氨酸及赖氨酸在总氨基酸中的质量分数均超过WHO/FAO的推荐值,表明3个品种鸡肉的氨基酸组成模式均符合人体理想蛋白质的要求。

2.4 不同品种鸡肉的微量矿物质元素含量比较

微量矿物质元素是有机体内酶、激素及维生素等生物活性物质的组成成分,同时参与体内一系列物质和能量代谢过程,对维持机体的正常新陈代谢起着关键作用^[28-30]。

表5 3个品种鸡肉的部分微量矿物质元素含量
Table 5 Mineral contents of chicken muscles from three breeds

元素名称	μg/kg					
	泰和乌鸡		杂交乌鸡		白羽肉鸡	
	公	母	公	母	公	母
Fe	10 059.54±158.42 ^a	5 800.88±48.78 ^b	9 995.05±148.35 ^a	1 5201.33±125.79 ^a	4 778.83±62.35 ^b	4 923.45±16.75 ^b
Zn	5 627.32±142.77 ^a	6 049.06±159.19 ^b	6 784.76±114.92 ^a	5 355.59±71.82 ^b	6 338.09±158.47 ^a	6 456.27±89.44 ^a
Cu	846.05±32.30 ^a	2 226.13±124.02 ^b	621.48±107.62 ^b	611.42±228.19 ^b	242.88±25.87 ^b	355.21±35.12 ^b
Cr	501.92±21.19 ^b	353.68±83.70 ^b	708.37±66.50 ^a	650.70±40.37 ^a	58.07±21.25 ^b	23.14±5.38 ^b
Se	367.42±13.01 ^b	1 545.99±95.09 ^a	457.95±28.34 ^a	196.16±63.86 ^b	46.18±10.04 ^b	77.25±20.78 ^b
Mn	194.87±23.56 ^b	125.57±16.99 ^b	346.08±33.80 ^a	417.09±18.79 ^a	137.04±12.25 ^b	120.88±31.56 ^b
Mo	46.28±4.03 ^a	32.58±4.38 ^a	32.21±0.62 ^b	19.87±3.01 ^b	30.41±0.64 ^a	27.38±0.22 ^b
Co	2.78±0.62 ^a	2.24±0.36 ^b	4.45±0.73 ^a	4.49±0.01 ^a	1.80±0.29 ^b	1.95±0.07 ^b

由表5可知,泰和乌鸡和杂交乌鸡(公、母)肌肉中微量元素,如Fe、Cu、Cr、Se等元素的含量均高于白羽肉鸡,且有显著差异($P<0.05$)。Fe在人体中参与血红蛋白、细胞色素及各种酶的合成,并具有增强人体免疫力的作用^[29]。对于公鸡来说,3个品种鸡肉的Fe含量依次为泰和乌鸡>杂交乌鸡>白羽肉鸡;对于母鸡来说,3个品种鸡肉的Fe含量依次为杂交乌鸡>泰和乌鸡>白羽肉鸡,且有显著差异($P<0.05$)。铜离子在人体内主要发挥催化作用,并调节糖和脂质的代谢^[29]。3个品种鸡肉(公、母)的Cu含量依次为泰和乌鸡>杂交乌鸡>白羽肉鸡,且均差异显著($P<0.05$)。Cr是人体必需的微量元素,影响人体内碳水化合物、脂类、氨基酸和核酸的代谢,并能够预防动脉粥样硬化,对老年人来讲尤为重要;Se同样属于人体必需的微量元素,具有抗氧化、防癌及维持正常免疫功能的作用^[31-32]。泰和乌鸡和杂交乌鸡(公、母)肌肉中的Cr、Se含量均显著高于白羽肉鸡($P<0.05$)。泰和乌鸡和杂交乌鸡肌肉中的微量元素含量显著高于白羽肉鸡,这可能是由于泰和县的武山具有独特的自然环境,尤其是武山的泉水中富含多种矿物质元素,泰和乌骨鸡饮其泉水,食其虫草,因而肌肉中的微量元素含量丰富,因而当地有“不饮武山水,不是泰和鸡”的说法。但本研究的结论与周佐铮等^[2]测得的泰和乌骨鸡肉中Cu、Fe、Zn、Mn等元素的含量,陈晓东等^[8]测得的40~140日龄泰和乌骨鸡体内Cu、Fe、Zn、Mn等元素的含量均存在较大差异。

对于泰和乌鸡和杂交乌鸡,其肌肉中的微量元素含量也存在一定差异。Zn具有促进人体生长发育并影响VA的代谢等作用;Mn可以促进VB₆在肝脏中的积蓄,增强皮肤的抗炎功能。对于公鸡来说,泰和乌鸡的Cu、Mo含量显著高于杂交乌鸡($P<0.05$),Zn、Cr、Se、Mn含

量显著低于杂交乌鸡 ($P < 0.05$)，Fe、Co含量无显著差异；对于母鸡来说，泰和乌鸡的Zn、Cu、Se、Mo含量显著高于杂交乌鸡 ($P < 0.05$)，Fe、Cr、Mn含量显著低于杂交乌鸡 ($P < 0.05$)，Co含量无显著差异。另外，对于同一品种的鸡肉，泰和乌鸡和杂交乌鸡不同性别间的各微量元素（除Co外）含量存在较大差异，因此推测，性别可能是影响本研究中泰和乌鸡和杂交乌鸡中微量元素含量的一个重要因素。

表6 3个品种鸡肉的重金属元素含量

Table 6 Heavy metal contents of chicken muscles from three breeds

元素名称	泰和乌鸡		杂交乌鸡		白羽肉鸡		限定标准
	公	母	公	母	公	母	
Pb	76.54	82.80	178.16	108.88	185.12	182.61	200.00
Cd	1.21	0.96	1.09	0.76	3.02	1.98	100.00
As	122.06	125.09	172.13	141.56	120.49	122.33	500.00

除了对人体健康发挥积极作用的微量元素外，本研究同时检测了3个品种鸡肉中Pb、Cd、As 3种重金属元素，这3种元素的过量摄入可致中毒，对人体造成伤害，如As中毒主要影响人体的中枢神经系统和正常新陈代谢^[33]。由表6可知，根据GB 2762—2017《食品安全国家标准 食品中污染物限量》^[34]的规定，食品中Pb、Cd、As的检出量分别不得超过200.00、100.00、500.00 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ，3个品种鸡肉（公、母）中上述3种重金属元素的含量均远低于国家食品卫生限量标准，因此不会对人体造成重金属伤害。

3 结论

泰和乌鸡（公、母）肌肉中的水分含量高于其他2个品种；杂交乌鸡公鸡肉中的粗蛋白含量高于其他2个品种，母鸡则低于其他2个品种；3个品种鸡肉（公、母）的粗脂肪含量依次为杂交乌鸡>白羽肉鸡>泰和乌鸡。白羽肉鸡母鸡肉中的甘油三酯含量显著高于泰和乌鸡和杂交乌鸡 ($P < 0.05$)；杂交乌鸡公鸡肉的总胆固醇含量高于其他2个品种，3个品种母鸡肉的总胆固醇含量依次为杂交乌鸡>白羽肉鸡>泰和乌鸡；3个品种鸡肉（公、母）的游离脂肪酸含量均为杂交乌鸡>泰和乌鸡>白羽肉鸡，且均差异显著 ($P < 0.05$)；对于同一品种的鸡肉，3个品种鸡肉的甘油三酯和游离脂肪酸含量均为公鸡>母鸡，泰和乌鸡和白羽肉鸡的总胆固醇含量也为公鸡>母鸡。3个品种鸡肉（公、母）的TAA、EAA和鲜味氨基酸含量均无显著差异，且均含有人体所需的各种必需氨基酸，能够为机体的各项生命活动提供物质保障。泰和乌鸡和杂交乌鸡（公、母）肌肉中的Fe、Cu、Cr、Se含量均高于白羽肉鸡，且有显著差异

($P < 0.05$)；对于同一品种的鸡肉，泰和乌鸡和杂交乌鸡不同性别间的各微量元素（除Co外）含量存在较大差异，3个品种鸡肉（公、母）中Pb、Cd、As 3种重金属元素的含量均未超过国家限定标准。

本研究主要针对泰和乌鸡、杂交乌鸡和市售白羽肉鸡的各项营养指标进行系统分析，但今后还需从分子水平上针对泰和乌鸡的脂质成分进行深入分析，明确脂质成分所发挥的作用，评价泰和乌鸡肌肉对人类健康饮食的贡献。另外，本研究发现对于同一品种的鸡肉，性别对粗脂肪含量、总胆固醇含量及某些微量元素的含量影响较大，今后应针对日龄、部位、性别不同造成的各指标的差异性进一步研究。

参考文献:

- [1] 程彤, 李克宗, 李玉祥. 我国泰和鸡的历史记载和实地初步考察[J]. 北京农业机械学院学报, 1982, 2(1): 59-63.
- [2] 周佐铮, 匡增生, 彭朝明. 泰和乌骨鸡研究概况与进展[J]. 江西畜牧兽医杂志, 1989, 2(1): 8-13.
- [3] 贺淹才. 我国的乌骨鸡与中国泰和鸡及其药用价值[J]. 中国农业科技导报, 2003, 5(1): 64-66. DOI:10.3969/j.issn.1008-0864.2003.01.015.
- [4] 徐幸莲, 庄苏. 乌骨鸡黑色素对延缓果蝇衰老的作用[J]. 南京农业大学学报, 1999, 22(2): 105-108. DOI:10.3321/j.issn:1000-2030.1999.02.025.
- [5] 徐幸莲, 庄苏, 陈伯祥, 等. 乌骨鸡对延缓果蝇衰老作用的研究[J]. 食品科学, 2000, 21(12): 134-136. DOI:10.3321/j.issn:1002-6630.2000.12.050.
- [6] 周庆华, 李思光. 泰和乌骨鸡肌肉氨基酸营养价值的研究[J]. 氨基酸和生物资源, 1999, 3(1): 41-43. DOI:10.14188/j.ajsh.1999.03.014.
- [7] 孙龙生, 李慧芳, 陈国宏, 等. 泰和乌骨鸡肌肉水分、蛋白质含量变化规律及相关性研究[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版), 2000, 21(4): 4-6. DOI:10.3969/j.issn.1671-4652.2000.04.002.
- [8] 陈晓东, 陈芳有. 泰和乌骨鸡中微量元素分析[J]. 家禽科学, 2013, 11(1): 35-36. DOI:10.3969/j.issn.1673-1085.2013.11.015.
- [9] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GB/T 5009.3—2016 食品安全国家标准 食品中水分的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [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. GB/T 5009.5—2016 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [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. GB/T 5009.6—2016 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [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. GB/T 5009.124—2016 食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [13] 陈锐, 宗志权. 略阳乌鸡肌肉及肝脏营养成分测定分析[J]. 湖北农业科学, 2013, 52(14): 3402-3405. DOI:10.14088/j.cnki.issn.0439-8114.2013.14.065.
- [14] 王济民. 全球肉鸡产业发展现状及我国肉鸡产业面临的形式[J]. 今日畜牧兽医, 2014, 6(1): 39-40.
- [15] 潘珂, 梅玉成, 魏金钢. 泰和乌骨鸡与AA肉鸡的肌肉品质测定比较[J]. 江西畜牧兽医杂志, 2010, 3(1): 20-22. DOI:10.3969/j.issn.1004-2342.2010.03.006.
- [16] 田颖刚, 谢明勇, 吴红静, 等. 乌骨鸡与非药用鸡种鸡肉总脂质含量及脂肪酸组成的比较[J]. 食品与生物技术学报, 2007, 26(3): 29-32. DOI:10.3321/j.issn:1673-1689.2007.03.007.

- [17] 李慧芳, 张学余. 泰和乌骨鸡肌肉水分、脂肪含量变化规律及相关性研究[J]. 中国畜牧与食品, 1999, 6(4): 160-162.
- [18] 王琴, 陈晓东. 不同日龄泰和乌骨鸡中微量元素和常量元素检测分析[J]. 食品与药品, 2005, 7(7): 44-46. DOI:10.3969/j.issn.1672-979X.2005.07.015.
- [19] 林平, 周庆华. 泰和乌骨鸡部分组织中营养成分研究[J]. 浙江预防医学, 2000, 12(10): 28-29. DOI:10.3969/j.issn.1007-0931.2000.10.019.
- [20] CLAYTON Z S, FUSCO E, KERN M. Egg consumption and heart health: a review[J]. Nutrition, 2017, 37(1): 79-85. DOI:10.1016/j.nut.2016.12.014.
- [21] 徐桂云. 鸡蛋品质及营养价值的新认识[J]. 中国家禽, 2012, 34(13): 36-38. DOI:10.3969/j.issn.1004-6364.2012.13.009.
- [22] TIAN Yinggang, ZHU Sheng, XIE Mingyong, et al. Composition of fatty acids in the muscle of black-bone silky chicken (*Gallus gallus domesticus brissen*) and its bioactivity in mice[J]. Food Chemistry, 2011, 126(2): 479-483. DOI:10.1016/j.foodchem.2010.11.024.
- [23] 张家瑞. 乌鸡与白鸡氨基酸含量的比较[J]. 中药材, 2003, 26(9): 637-638. DOI:10.3321/j.issn:1001-4454.2003.09.012.
- [24] 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.
- [25] 舒希凡, 吾豪华, 钟新福, 等. 江西地方鸡种肌肉氨基酸含量的测定与分析[J]. 动物科学与动物医学, 2001, 18(1): 19-21. DOI:10.3969/j.issn.1673-5358.2001.01.009.
- [26] 谢金防, 刘林秀, 谢明贵, 等. 泰和乌鸡配套系商品肉鸡的肉质特性研究[J]. 江西农业学报, 2013, 25(5): 79-80. DOI:10.3969/j.issn.1001-8581.2013.05.024.
- [27] World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations, United Nations University. Energy and protein requirement[R]. Geneva: WHO, 1973: 62-64.
- [28] 李绍钰. 添加有机矿物质改善畜禽肉质[J]. 中国饲料, 1999, 11(1): 13-15. DOI:10.15906/j.cnki.cn11-2975/s.1999.11.008.
- [29] 吕林, 罗绪刚, 计成. 矿物元素影响畜禽肉质的研究进展[J]. 动物营养学报, 2004, 16(1): 12-19. DOI:10.3969/j.issn.1006-267X.2004.01.003.
- [30] APPLE J, WATSON B, COFFEY K, et al. Comparison of magnesium sources on muscle color and tenderness of finishing sheep[J]. Research Series-Arkansas Agricultural Experiment Station, 2000, 470(13): 185-188.
- [31] AMOIKON E K, FERNANDEZ J M, SOUTHERN L L, et al. Effect of chromium tripicolinate on growth, glucose tolerance, insulin sensitivity, plasma metabolites, and growth hormone in pigs[J]. Journal of Animal Science, 1995, 73(4): 1123-1130. DOI:10.2527/1995.7341123x.
- [32] WENK C, GEBERT S, PFIRTER H P. Chromium supplements in the feed of growing pigs: influence on growth and meat quality[J]. Archives of Animal Nutrition, 2009, 48(1/2): 71-81. DOI:10.1080/17450399509381829.
- [33] 李景超, 白爱英, 包京华, 等. 鸡蛋和乌鸡蛋中12种金属元素含量的研究[J]. 分析试验室, 2009, 28(增刊1): 165-167. DOI:10.3969/j.issn.1000-0720.2009.z1.049.
- [34] 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. GB/T 2762—2017 食品安全国家标准 食品中污染物限量[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.