

# 中畜草原白羽肉鸭与樱桃谷鸭肌肉品质的比较

齐千慧<sup>1</sup>, 朱作艺<sup>1,2</sup>, 王伟<sup>1,2\*</sup>, 李槟全<sup>3</sup>, 赵秉和<sup>3</sup>, 张玉<sup>1</sup>, 杨华<sup>1\*</sup>

(1. 浙江省农业科学院农产品质量安全与营养研究所, 浙江杭州 310021) (2. 农业农村部创意农业重点实验室, 浙江杭州 310021) (3. 内蒙古塞飞亚农业科技发展股份有限公司, 内蒙古宁城 024207)

**摘要:** 中畜草原白羽肉鸭(以下简称“草原鸭”)是我国自主培育的肉鸭新品种,为明确草原鸭的肌肉品质及营养优势,该研究选取相同饲养条件下36日龄的草原鸭和樱桃谷鸭对其肌肉中的营养成分进行测定分析。草原鸭的水分、蛋白质和脂肪含量(76.60%、19.30%和1.55%)均低于樱桃谷鸭,但差异不显著( $p>0.05$ );肌苷酸、肌肽、高肌肽含量(0.72、1.93、1.68 g/kg)分别比樱桃谷鸭高20.00%、8.43%、11.26%,鹅肌肽含量(0.53 g/kg)比樱桃谷鸭低10.17%,差异显著( $p<0.05$ );饱和脂肪酸含量(31.52%)较低,单不饱和脂肪酸(40.61%)显著高于樱桃谷鸭( $p<0.05$ ),多不饱和脂肪酸(27.42%)显著低于樱桃谷鸭( $p<0.05$ )。草原鸭中必需氨基酸(3.34 g/kg)、鲜味氨基酸(3.46 g/kg)显著高于樱桃谷鸭( $p<0.05$ ),其中牛磺酸含量(1.41 g/kg)比樱桃谷鸭高16.53%。综上,草原鸭肌肉中肌苷酸、肌肽、高肌肽等鲜味物质含量丰富,较樱桃谷鸭具有优势( $p<0.05$ ),不饱和脂肪酸及鲜味氨基酸含量也优势明显。该研究从营养组分含量差异角度,阐释了草原鸭肉滋味鲜美、营养丰富的品质特征。

**关键词:** 中畜草原白羽肉鸭; 樱桃谷鸭; 肌肉; 营养品质; 比较分析

文章编号: 1673-9078(2022)11-226-233

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2022.11.1432

## Comparison of the Muscle Quality between China Prairie White Plumage Duck and Cherry Valley Duck

QI Qianhui<sup>1</sup>, ZHU Zuoyi<sup>1,2</sup>, WANG Wei<sup>1,2\*</sup>, LI Binquan<sup>3</sup>, ZHAO Binghe<sup>3</sup>, ZHANG Yu<sup>1</sup>, YANG Hua<sup>1\*</sup>

(1. Institute of Agro-Product Safety and Nutrition, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China)

(2. Key Laboratory of Creative Agriculture, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Hangzhou 310021, China)

(3. Inner Mongolia Saifeiya Agricultural Science and Technology Development Co. Ltd., Ningcheng 024207, China)

**Abstract:** China prairie white plumage duck (hereinafter referred to as “prairie duck”) is a new variety of meat duck, cultivated independently in China. In order to clarify the muscle quality and nutritional advantages of prairie duck, 36-day-old prairie ducks and cherry valley ducks were selected and raised under the same feeding conditions for the analyses of the nutritional components in ducks’ muscles. The moisture, protein and fat contents of prairie duck (76.60%, 19.30% and 1.55%) were lower than those of the cherry valley ducks, but the differences were insignificant ( $p>0.05$ ). The contents of inosinic acid (0.72 g/kg), carnosine (1.93 g/kg) and homocarnosine (1.68 g/kg) of prairie duck were 20.00%, 8.43% and 11.26% higher than those of cherry valley duck ( $p<0.05$ ), with the anserine content (0.53 g/kg) being 10.17% significant lower than that of cherry valley duck ( $p<0.05$ ). The saturated fatty acids (31.52%), monounsaturated fatty acids (40.61%) and polyunsaturated fatty acids (27.42%) of prairie duck were significantly lower, higher and lower, respectively, than those in cherry valley duck. The total amounts of essential amino acids (3.34 g/kg) and umami amino acids (3.46 g/kg) in prairie duck were significantly higher than those in cherry valley duck, with the taurine content (1.41 g/kg) in prairie duck being 16.53% higher than that in the cherry valley duck. In summary, the

引文格式:

齐千慧,朱作艺,王伟,等.中畜草原白羽肉鸭与樱桃谷鸭肌肉品质的比较[J].现代食品科技,2022,38(11):226-233

QI Qianhui, ZHU Zuoyi, WANG Wei, et al. Comparison of the muscle quality between china prairie white plumage duck and cherry valley duck [J]. Modern Food Science and Technology, 2022, 38(11): 226-233

收稿日期: 2021-12-21

基金项目: 国家现代农业产业技术体系之水禽产业技术体系(CARS-42-27)

作者简介: 齐千慧(1995-),女,硕士,科研助理,研究方向:食品营养与健康,E-mail: qiqianhui421@163.com

通讯作者: 王伟(1979-),男,博士,研究员,研究方向:食品营养与健康,E-mail: wangwei5228345@126.com; 共同通讯作者: 杨华(1972-),男,博士,研究员,研究方向:畜产品质量安全,E-mail: yanghua@mail.zaas.ac.cn

prairie duck was rich in umami substances such as inosinic acid, carnosine and homocarnosine, and had higher contents of unsaturated fatty acids and umami amino acids, thereby being superior to cherry valley duck. In this study, the quality characteristics of prairie duck meat in terms of delicious taste and rich nutrients were explained based on the differences in the contents of nutrient components.

**Key words:** China prairie white plumage ducks; cherry valley ducks; muscle; nutrient and quality; comparative and analysis

肉鸭产业是我国传统畜牧业的重要组成部分, 据不完全统计, 我国肉鸭年出栏量达到 42 亿只左右, 我国对鸭肉产品需求较大, 鸭肉产量占我国肉类总产量的 12.50%, 是继猪肉和鸡肉后的第三大肉类消费<sup>[1]</sup>。近年来受非洲猪瘟的影响, 肉鸭的生产和产值有了巨大的提升<sup>[2]</sup>。同时随着生活水平的提高, 人们已经不仅仅满足于“口腹之欲”, 更关注肉的营养价值, 与鸡肉相比, 鸭肉的红色肌肉纤维含量更高<sup>[3]</sup>, 鸭肉产品因其高蛋白、低脂、低胆固醇的特征受到市场欢迎。鸭肉品质与肉鸭品种关系密切, 我国肉鸭养殖量和消费量居世界首位<sup>[4]</sup>, 自九十年代以来就从国外引进了优质肉鸭种源, 尤以英国培育的樱桃谷鸭为主, 占我国肉鸭总量的 80.00%<sup>[5]</sup>。樱桃谷鸭属于快大型白羽鸭, 具有生长速度快、饲料转化率高、瘦肉率高、抗病能力强、区域适应性强等优点, 适合广泛养殖<sup>[6,7]</sup>。我国肉鸭品种资源丰富, 地方鸭品种达 32 个<sup>[8]</sup>, 主要有北京鸭与地方麻鸭。北京鸭因肌肉纤维细致, 皮下脂肪较厚成为制作烤鸭的优质原料, 这一特点同时导致其食用方式被限制, 并且在健康中国战略目标下, 过多的脂肪并不受大众欢迎; 而地方麻鸭通常需要 100 d 才可上市, 生长周期相对较长。因此, 北京鸭的高脂肪率和地方麻鸭的高昂养殖成本不利于我国肉鸭产业的长期发展, 肉鸭育种问题是制约肉鸭产业发展的关键因素。因此我国迫切需要对已有的自主培育的肉鸭品种进行营养监测比较, 选择适合我国肉鸭产业发展的肉鸭品种。

畜禽遗传资源是畜牧业可持续发展的基础和保障, 中畜草原白羽肉鸭(以下简称“草原鸭”)是内蒙古塞飞亚农业科技发展股份有限公司与中国农业科学院北京畜牧兽医研究所合作开展培育的瘦肉型优质白羽肉鸭新品种, 有希望为我国肉鸭产业发展提供新的本土鸭源。通过对中国知网中“鸭肉品质”进行文献检索发现, 当前国内对鸭肉品质的研究主要是探究不同养殖方式(29 篇文献)、不同屠宰、贮藏保鲜、加工方式(75 篇文献)间的差异, 而对不同鸭种间(10 篇文献)鸭肉品质的研究较少, 尤其是针对我国自主培育的肉鸭品种。杨丽平等<sup>[9]</sup>发现企业规模养殖的三穗鸭中鲜味氨基酸含量高, 且对人体健康有重要作用的油酸和亚油酸占不饱和脂肪酸(Unsaturated Fatty Acid, UFA)总量的 87.70wt%, 脂肪酸品质合理。刘本帅<sup>[2]</sup>发现 63 日龄润州凤头白鸭肉品质高于连城白鸭和樱桃

谷鸭。曹斌等<sup>[10]</sup>发现番鸭鸭肉中水分含量高于樱桃谷鸭和高邮鸭, 而樱桃谷鸭和高邮鸭中脂肪含量较高。本研究以草原鸭和樱桃谷鸭为研究对象, 进行两个肉鸭品种的肌肉品质比较, 旨在探求草原鸭的肌肉品质及营养优势, 为肉鸭改良选育、提高鸭肉品质和挖掘鸭肉的营养价值等相关研究提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料及试剂

选用 1 日龄的草原鸭和樱桃谷鸭各 100 只, 公母各半, 由内蒙古塞飞亚农业科技发展股份有限公司提供。

17 种脂肪酸甲酯标准品, 美国 Nu-Chek 公司; 34 种氨基酸混合标准品, 美国 Sigma 公司; 肌苷酸、肌肽、鹅肌肽、高肌肽(纯度≥98.00%), 上海源叶生物科技有限公司; 其它试剂均为分析纯。

### 1.2 仪器与设备

Trace GC Ultra 气相色谱仪, 美国 Thermo Fisher 公司; SYKAM 433D 氨基酸分析仪, 德国 Sykam 公司; Waters e2695 高效液相色谱仪, 美国 Waters 公司; Eppendorf 台式高速离心机, 德国 Eppendorf 公司。

### 1.3 饲养管理

将试验鸭按鸭种分为 2 组, 日常管理按照内蒙古塞飞亚农业科技发展股份有限公司常规饲养管理要求进行, 即采用地面平养方式养殖, 一周龄、二周龄及三周龄以后的饲养密度为每平方米 25~35、10~15、4~5 只, 以饲料喂养, 购于内蒙古塞飞亚农业科技发展股份有限公司。各组间的饲养管理条件和饲料营养水平完全相同。

表 1 草原鸭及樱桃谷鸭饲料营养成分含量(%)

Table 1 The content of feed nutrition in prairie ducks and cherry valley ducks (%)

水分含量	粗蛋白含量	粗灰分含量	氨基酸含量
10.18	19.09	14.72	17.28

### 1.4 试验方法

#### 1.4.1 样品预处理

试验鸭饲养 36 d 后, 各试验组随机挑选 5 公 5 母,

禁食 12 h (仅提供饮水), 按照 NY/T 3741-2020《畜禽屠宰操作规程 鸭》中有关屠宰规定进行屠宰。将屠宰所得 5 公 5 母的胸肌和腿肌分别用剪刀剪碎成约 1 cm<sup>3</sup> 大小方块, 各自混匀后, 分别称取胸肌和腿肌各 50 g 混匀, 采用高速组织捣碎机匀浆, 取部分样品测定水分含量, 其余样品置于 -20 °C 冰箱保存。

#### 1.4.2 常规营养成分测定

样品中水分的测定采用干燥法 (GB 5009.3-2016《食品中水分的测定》); 蛋白质测定采用凯氏定氮法 (GB 5009.5-2016《食品中蛋白质的测定》); 脂肪测定采用索氏抽提法 (GB 5009.6-2016《食品中脂肪的测定》)。

$$(n-6)/(n-3) = \frac{\sum(n-6)PUFA}{\sum(n-3)PUFA} \quad (1)$$

$$P/S = \frac{\sum PUFA}{\sum SFA} \quad (2)$$

$$AI = \frac{C16:0}{\sum(n-6)PUFA + \sum(n-3)PUFA + \sum MUFA} \quad (3)$$

$$TI = \frac{C16:0 + C18:0}{0.5 \times \sum MUFA + 0.5 \times \sum(n-6)PUFA + 3 \times \sum(n-3)PUFA + \left[ \frac{\sum(n-3)PUFA}{\sum(n-6)PUFA} \right]} \quad (4)$$

式中:

C16:0——棕榈酸 C16:0;

C18:0——硬脂酸 C18:0;

MUFA——Monounsaturated Fatty Acid, 单不饱和脂肪酸。

#### 1.4.5 游离氨基酸测定

游离氨基酸采用氨基酸分析仪进行测定, 参照文献<sup>[13]</sup>方法。氨基酸呈味特性及阈值参考文献确定<sup>[14]</sup>, 呈味强度值 (TAV) 是呈味核苷酸在样品中含量与其对应阈值的比值<sup>[15]</sup>。

#### 1.5 数据处理

所有实验均重复 3 次, 结果取平均值, 实验结果由平均值±SD 表示。采用 SPSS 20.0 软件进行分析, 组间差异比较采用 One-way ANOVA 检验来比较其差异显著性, 用 Duncan's 法进行组间多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同品种肉鸭肌肉常规营养成分含量分析

草原鸭和樱桃谷鸭肌肉的常规营养成分含量见表 2, 草原鸭肌肉的水分含量和蛋白质含量 (76.60% 和 19.30%) 低于樱桃谷鸭肌肉 (76.65% 和 19.95%)。营

### 1.4.3 特征营养成分测定

肌苷酸测定采用高效液相色谱法 (DB37/T 3816-2019 畜禽肌肉中肌苷酸含量的测定); 肌肽、鹅肌肽和高肌肽的测定采用高效液相色谱法, 参照文献方法<sup>[11]</sup>。

### 1.4.4 脂肪酸的测定

脂肪酸测定采用气相色谱法 (GB 5009.168-2016《食品中脂肪酸的测定》)。根据文献<sup>[12]</sup>计算脂肪酸 n-6 与 n-3 的比值 (n-6)/(n-3)、多不饱和脂肪酸 (Polyunsaturated Fatty Acid, PUFA) 与饱和脂肪酸 (Saturated Fatty Acid, SFA) 的比值 P/S、动脉粥样硬化指数 (Atherogenic Index, AI) 和血栓形成指数 (Thrombogenicity Index, TI), 计算公式如下:

养学上认为, 食品中干物质含量与其总养分含量成正比, 蛋白质在膳食营养中具有重要的作用, 草原鸭和樱桃谷鸭的水分含量和蛋白质含量之间差异均不显著 ( $p > 0.05$ ), 且均高于 Z 型北京鸭 (75.20%、18.60%)<sup>[16]</sup>。肌肉水分和肌内脂肪含量直接影响肉的风味、质地、多汁性等, 适度的肌内脂肪可提高肉质嫩度, 改善适口性, 草原鸭肌肉的肌内脂肪含量显著低于樱桃谷鸭 ( $p < 0.05$ ), 且均低于 Z 型北京鸭 (5.20%)<sup>[16]</sup>。这表明草原鸭的肌内脂肪含量最低, 低脂肪率更加符合现代人的营养消费需求。

表 2 鸭肉常规营养成分含量 (%)

Table 2 Common nutrients contents in the duck muscles (%)

项目	草原鸭	樱桃谷鸭
水分	76.60±0.40 <sup>a</sup>	76.65±0.49 <sup>a</sup>
蛋白质	19.30±0.19 <sup>a</sup>	19.95±0.36 <sup>a</sup>
肌内脂肪	1.55±0.12 <sup>b</sup>	2.05±0.16 <sup>a</sup>

注: 同行右肩不同的小写字母表示差异显著 ( $p < 0.05$ ), 相同的小写字母表示差异不显著 ( $p > 0.05$ )。

## 2.2 不同品种肉鸭肌肉特征风味成分含量分析

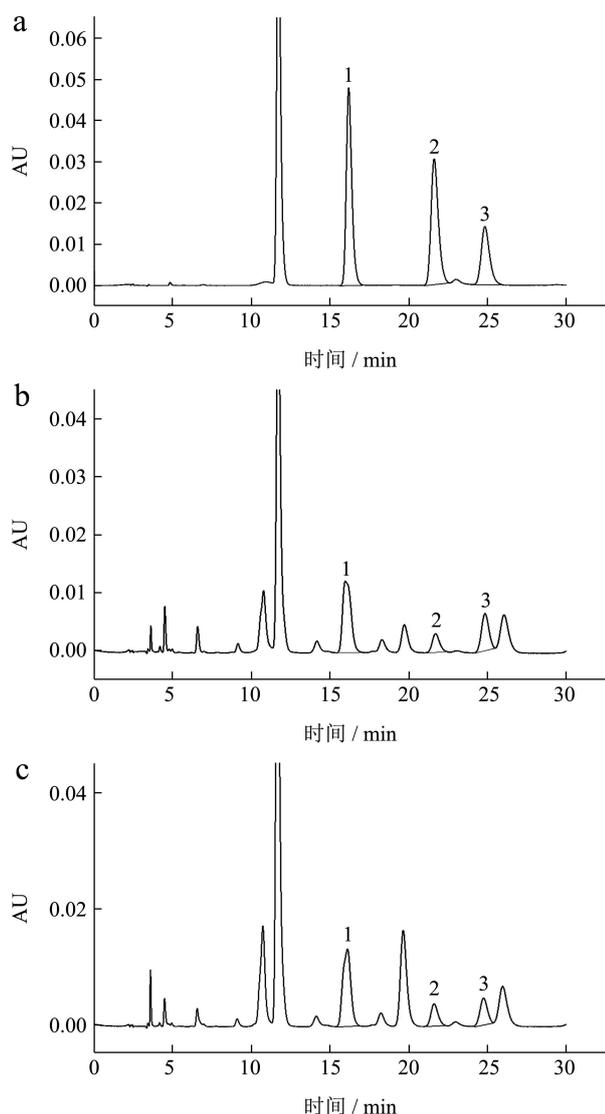


图1 鸭肉中肌肽、鹅肌肽和高肌肽的色谱图

Fig.1 Chromatogram of carnosine, anserine, homocarnosine in duck muscles

注: a: 标准物质; b: 草原鸭; c: 樱桃谷鸭。1: 肌肽; 2: 鹅肌肽; 3: 高肌肽。

由表3可知,草原鸭肌肉的肌苷酸含量(0.72 g/kg)显著高于樱桃谷鸭(0.60 g/kg,  $p < 0.05$ )。肌苷酸,又称为次黄嘌呤核苷酸,1847年德国化学家Liebig第一次在牛肉组织中发现。肌苷酸是动物肌肉组织中产生鲜味的主要物质,其含量是衡量肉质风味的重要指标。肌苷酸、肌肽类等特征风味成分含量的测定和比较分析可用于衡量鸭肉品质优劣,为肉鸭的营养价值挖掘和鉴定提供理论依据。据文献报道连城白鸭肌苷酸含量最高为2.97 g/kg,金陵白鸭最高为2.43 g/kg,樱桃谷鸭为1.73 g/kg<sup>[17]</sup>。草原鸭肌苷酸含量低于刘本帅<sup>[2]</sup>所测同日龄连城白鸭、樱桃谷鸭(1.71、0.81 g/kg),

高于润州凤头白鸭(0.70 g/kg)。肌苷酸含量在不同品种、不同屠宰日龄的肉鸭中存在较大差异,同种肉鸭中肌苷酸含量的差异可能源于饲料成分和饲养模式差异。

表3 鸭肉特征营养成分含量(g/kg)

Table 3 Characteristic nutrients contents in the duck muscles

项目	(g/kg)	
	草原鸭	樱桃谷鸭
肌苷酸	0.72±0.03 <sup>a</sup>	0.60±0.02 <sup>b</sup>
肌肽	1.93±0.04 <sup>a</sup>	1.78±0.03 <sup>b</sup>
鹅肌肽	0.53±0.02 <sup>b</sup>	0.59±0.02 <sup>a</sup>
高肌肽	1.68±0.02 <sup>a</sup>	1.51±0.02 <sup>b</sup>
组氨酸二肽	4.14	3.88

注: 同行右肩不同的小写字母表示差异显著( $p < 0.05$ ), 相同的小写字母表示差异不显著( $p > 0.05$ )。

通过试验测定(表3),草原鸭肌肉的肌肽和高肌肽含量(分别为1.93 g/kg和1.68 g/kg)均高于樱桃谷鸭(分别为1.78 g/kg和1.51 g/kg),但其鹅肌肽含量(0.53 g/kg)低于樱桃谷鸭(0.59 g/kg),差异显著( $p < 0.05$ )。肌肽是 $\beta$ -丙氨酸和L-组氨酸经肽键缩合而成的二肽化合物,存在于脊椎动物骨骼肌和大脑等组织中。1900年俄国化学家古列维奇首次从牛肉提取物中分离出肌肽,后来被证实这是从天然原料中分离得到的第一个具有代表性的生物活性肽<sup>[18]</sup>。肌肽可通过甲基化、乙酰化和脱羧作用形成鹅肌肽和高肌肽等物质,具有相似的结构和生物学功能,它们共同构成组氨酸二肽家族<sup>[19]</sup>。研究显示,这类组氨酸二肽物质具有显著的抗氧化、增强免疫力、抗衰老、降尿酸、舒张血管、保护神经等作用<sup>[20,21]</sup>,是重要的功能因子。草原鸭和樱桃谷鸭中组氨酸二肽的含量低于王春月<sup>[22]</sup>报道的鸡胸肉中三种组氨酸二肽含量(28.08 g/kg),高肌肽含量高于文献报道的鸡胸肉中高肌肽的含量(0.93~1.60 g/kg),与猪里脊肉和火鸡胸肉含量相当(1.40~1.80、1.20~1.90 g/kg)<sup>[19]</sup>。这表明草原鸭的鲜味特征优于樱桃谷鸭,但低于鸡胸肉,且肌苷酸、肌肽、鹅肌肽、高肌肽等鲜味指标受肉鸭品种、养殖方式、饲料模式差异等影响较大。

## 2.3 不同品种肉鸭肌肉脂肪中游离脂肪酸组成及含量分析

草原鸭和樱桃谷鸭肌肉中均检测到3种SFA,3种单不饱和脂肪酸(Monounsaturated Fatty Acid, MUFA),4种PUFA。草原鸭和樱桃谷鸭肌肉脂肪中含量最高的游离脂肪酸为油酸(38.23%和36.14%),其次为亚油酸、棕榈酸和硬脂酸,含量较低的游离脂肪酸分别为棕榈

油酸、亚麻酸、花生酸、二十碳烯酸、二十碳三烯酸、二十碳四烯酸(表4)。

表4 鸭肉脂肪酸组成及含量(相对百分含量, %)

Table 4 Fatty acids composition and content in the duck muscles

(% of total fatty acid)

脂肪酸	草原鸭	樱桃谷鸭
棕榈酸 C16:0	22.26±0.35 <sup>a</sup>	22.90±0.42 <sup>a</sup>
棕榈油酸 C16:1 n-7	1.97±0.18 <sup>a</sup>	1.41±0.12 <sup>b</sup>
硬脂酸 C18:0	7.39±0.27 <sup>a</sup>	7.65±0.23 <sup>a</sup>
油酸 C18:1 n-9	38.23±0.53 <sup>a</sup>	36.14±0.41 <sup>b</sup>
亚油酸 C18:2 n-6	25.15±0.23 <sup>b</sup>	27.42±0.26 <sup>a</sup>
亚麻酸 C18:3 n-3	0.08±0.01 <sup>b</sup>	0.33±0.03 <sup>a</sup>
花生酸 C20:0	1.23±0.11 <sup>b</sup>	2.26±0.14 <sup>a</sup>
二十碳烯酸 C20:1 n-9	0.41±0.04 <sup>a</sup>	0.35±0.06 <sup>a</sup>
二十碳三烯酸 C20:3 n-6	0.50±0.02 <sup>a</sup>	0.48±0.05 <sup>a</sup>
二十碳四烯酸 C20:4 n-6	1.69±0.09 <sup>a</sup>	1.72±0.13 <sup>a</sup>
∑SFA	31.52±0.38 <sup>a</sup>	32.17±0.32 <sup>a</sup>
∑MUFA	40.61±0.58 <sup>a</sup>	37.90±0.55 <sup>b</sup>
∑PUFA	27.42±0.19 <sup>b</sup>	29.95±0.24 <sup>a</sup>
n-6 脂肪酸	27.34±0.52 <sup>b</sup>	29.62±0.35 <sup>a</sup>
n-3 脂肪酸	0.08±0.00 <sup>b</sup>	0.33±0.01 <sup>a</sup>
n-6/n-3 PUFAs	341.75±7.83 <sup>a</sup>	89.75±2.57 <sup>b</sup>
P/S	0.87±0.05 <sup>b</sup>	0.93±0.02 <sup>a</sup>
AI	0.33±0.03 <sup>a</sup>	0.34±0.02 <sup>a</sup>
TI	0.87±0.06 <sup>a</sup>	0.88±0.02 <sup>a</sup>

注: SFA: 饱和脂肪酸; MUFA: 单不饱和脂肪酸; PUFA: 多不饱和脂肪酸; AI: 动脉粥样硬化指数; TI: 血栓形成指数; 同行右肩不同的小写字母表示差异显著 ( $p<0.05$ ), 相同的小写字母表示差异不显著 ( $p>0.05$ )。

肌内脂肪主要为磷脂, 富含 UFA, 易被加热氧化分解成香气阈值很低的羰基化合物, 从而形成鸭肉风味<sup>[23]</sup>, 因此测定鸭肉肌内脂肪中游离脂肪酸的组成和含量能够分析出两个肉鸭品种间鸭肉风味的差异。草原鸭和樱桃谷鸭的油酸含量均低于 Onk 等<sup>[24]</sup>所报道的土耳其本地鸭和北京鸭(44.59%、43.59%), 亚油酸含量高于其所测定的不同基因型肉鸭(17.41%~18.51%)。王道营等<sup>[25]</sup>测定了番鸭、高邮鸭和荆江鸭中 8 种脂肪酸含量, 结果表明肌肉脂肪中含量最高的是油酸, 其余含量较高的游离脂肪酸依次为棕榈酸、亚油酸和硬脂酸, 同时也具有一定含量的花生四烯酸, 由此可见, 本研究关于草原鸭和樱桃谷鸭的脂肪酸测定结果与其报道较为一致。

肉类中脂肪酸的组成对人体健康具有重要意义, 特别是在预防心血管疾病方面。在肌内脂肪中, 草原鸭肌肉中的亚油酸、亚麻酸和花生酸含量(25.15%、

0.08%和 1.23%) 显著低于樱桃谷鸭 ( $p<0.05$ ), 而棕榈油酸和油酸(1.97%、38.23%) 显著高于樱桃谷鸭 ( $p<0.05$ )。亚油酸和亚麻酸是人体必需脂肪酸, 有研究证明每天摄入一定量植物源 $\alpha$ -亚麻酸可以降低冠心病患者心肌梗死和死亡的风险<sup>[26]</sup>, 预防心血管疾病的发生和发展。草原鸭和樱桃谷鸭肌肉中均为 MUFA 含量最高, 其次是 SFA 和 PUFA, 2 个肉鸭品种肌肉的 SFA 含量差异不显著 ( $p>0.05$ ), SFA 被认为对消费者健康有负面影响, 它能够抑制人体对低密度脂蛋白的吸收, 使其沉积于血管壁上进而导致动脉粥样硬化的发生<sup>[27]</sup>。

草原鸭的 MUFA 含量(40.61%) 显著高于樱桃谷鸭(37.90%,  $p<0.05$ ), PUFA 含量(27.42%) 显著低于樱桃谷鸭(29.95%,  $p<0.05$ )。MUFA 和 PUFA 被认为对健康有积极影响, 胆固醇可与 UFA 结合形成胆固醇酯, 促使其形成胆酸排出体外, 降低了心血管疾病的发生风险。草原鸭的 AI 和 TI 指数均低于樱桃谷鸭, 但差异不显著 ( $p>0.05$ )。TI 和 AI 值越低, 表明肉类对消费者健康的有益影响越大。Qiao 等<sup>[28]</sup>研究发现, PUFA 和肌肉脂肪含量高的鸭肉其感官评价分数更高。草原鸭和樱桃谷鸭肌肉脂肪中 n-6/n-3 PUFAs 的比例都较高, 平衡 n-6/n-3 PUFAs 在防治慢性病中十分重要, 低比例的 n-6/n-3 PUFAs 有助于抗炎和抗癌。由于 PUFA 对脂质过氧化非常敏感, 高 P/S 比例会增强氧化应激<sup>[29]</sup>。草原鸭中 P/S 比例显著低于樱桃谷鸭 ( $p<0.05$ ), 可能有降低氧化应激的作用。因此, 草原鸭中丰富的 UFA 对人体心血管健康有促进作用。

## 2.4 不同品种肉鸭肌肉中游离氨基酸组成及含量分析

本研究共测定了 21 种游离氨基酸, 包括 8 种必需氨基酸(Essential Amino Acid, EAA), 6 种鲜味氨基酸(Delicious Amino Acid, DAA), 8 种非必需氨基酸。不同品种肉鸭肌肉中游离氨基酸组成与含量见表 5。草原鸭的游离氨基酸中牛磺酸的含量最丰富(1.41 g/kg), 其次是丙氨酸(1.29 g/kg)、色氨酸(1.08 g/kg)。牛磺酸是条件必需氨基酸, 对胎儿、婴儿神经系统的发育有重要的作用, 可以改善血吸虫性肝损伤<sup>[30]</sup>、减轻 Cr(VI) 诱导的细胞及 DNA 的损伤<sup>[31]</sup>, 提高肥胖妇女高强度体育锻炼后的虹膜素水平<sup>[32]</sup>。色氨酸是人体重要的神经递质 5-羟色胺的前体, 是人体的必需氨基酸之一。樱桃谷鸭中天冬酰胺含量最高(1.52 g/kg), 其次为牛磺酸(1.21 g/kg)、色氨酸(1.07 g/kg)。草原鸭肌肉中的牛磺酸、脯氨酸、甘氨酸、丙氨酸、缬氨酸、

蛋氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、酪氨酸、苯丙氨酸、组氨酸、赖氨酸含量高于樱桃谷鸭，磷酸丝氨酸、丝氨酸、天冬酰胺、谷氨酸、精氨酸含量低于樱桃谷鸭，

表5 鸭肉游离氨基酸组成及含量 (g/kg)

Table 5 Free amino acids composition in the duck muscles (g/kg)

氨基酸	呈味特性	阈值	含量		TAV		
			草原鸭	樱桃谷鸭	草原鸭	樱桃谷鸭	
必需氨基酸	苏氨酸 (Thr) &	甜/酸/苦	2.60	0.42±0.02 <sup>a</sup>	0.40±0.01 <sup>a</sup>	0.16	0.14
	缬氨酸 (Val) &	苦/甜	0.40	0.34±0.02 <sup>a</sup>	0.27±0.00 <sup>b</sup>	0.85	0.68
	蛋氨酸 (Met) &	苦/鲜/甜	0.30	0.17±0.01 <sup>a</sup>	0.13±0.00 <sup>b</sup>	0.57	0.41
	异亮氨酸 (Ile) &	苦	0.90	0.24±0.01 <sup>a</sup>	0.21±0.00 <sup>b</sup>	0.27	0.21
	亮氨酸 (Leu) &	苦	1.90	0.43±0.02 <sup>a</sup>	0.38±0.00 <sup>b</sup>	0.23	0.20
	赖氨酸 (Lys) &	甜/苦	0.50	0.45±0.02 <sup>a</sup>	0.37±0.02 <sup>b</sup>	0.90	0.74
	色氨酸 (Trp) &	苦	0.90	1.08±0.03 <sup>a</sup>	1.07±0.02 <sup>a</sup>	1.20	1.19
	苯丙氨酸 (Phe) &#	苦	0.90	0.21±0.01 <sup>a</sup>	0.18±0.01 <sup>b</sup>	0.21	0.20
鲜味氨基酸	甘氨酸 (Gly) #	甜	1.30	0.37±0.02 <sup>a</sup>	0.31±0.01 <sup>b</sup>	0.28	0.22
	丙氨酸 (Ala) #	甜/鲜	0.60	1.29±0.04 <sup>a</sup>	1.06±0.03 <sup>b</sup>	2.15	1.77
	谷氨酸 (Glu) #	酸/鲜	0.30	0.99±0.02 <sup>b</sup>	1.04±0.04 <sup>a</sup>	3.30	3.47
	天冬氨酸 (Asp) #	酸/鲜/甜	1.00	0.35±0.02 <sup>a</sup>	0.32±0.02 <sup>a</sup>	0.35	0.32
	酪氨酸 (Tyr) #	苦	/	0.25±0.01 <sup>a</sup>	0.21±0.01 <sup>b</sup>	/	/
非必需氨基酸	丝氨酸 (Ser)	甜/鲜/酸	1.50	0.55±0.03 <sup>b</sup>	0.66±0.04 <sup>a</sup>	0.37	0.44
	磷酸丝氨酸 (PSer)	/	/	0.04±0.00 <sup>b</sup>	0.05±0.00 <sup>a</sup>	/	/
	天冬酰胺 (Asn)	酸/苦	1.00	0.93±0.06 <sup>b</sup>	1.52±0.05 <sup>a</sup>	/	/
	$\beta$ -丙氨酸 ( $\beta$ -Ala)	/	/	0.08±0.01 <sup>a</sup>	0.06±0.01 <sup>a</sup>	/	/
	组氨酸 (His)	苦/酸/甜	0.20	0.20±0.01 <sup>a</sup>	0.18±0.00 <sup>b</sup>	1.00	0.90
	脯氨酸 (Pro)	甜/苦	3.00	0.53±0.01 <sup>a</sup>	0.48±0.01 <sup>b</sup>	0.18	0.16
	牛磺酸 (Tau)	/	/	1.41±0.04 <sup>a</sup>	1.21±0.03 <sup>b</sup>	/	/
	精氨酸 (Arg)	苦/甜	0.50	0.27±0.01 <sup>b</sup>	0.31±0.00 <sup>a</sup>	0.54	0.62
营养评价	EAA			3.34±0.06 <sup>a</sup>	3.01±0.04 <sup>b</sup>		
	NEAA			7.26±0.11 <sup>a</sup>	7.42±0.14 <sup>a</sup>		
	DAA			3.46±0.10 <sup>a</sup>	3.12±0.09 <sup>b</sup>		
	TFAA			10.60±0.21 <sup>a</sup>	10.43±0.18 <sup>a</sup>		
	EAA/TFAA (%)			31.51±0.25 <sup>a</sup>	28.86±0.19 <sup>b</sup>		
	EAA/NEAA (%)			46.00±0.15 <sup>a</sup>	40.57±0.13 <sup>b</sup>		
	DAA/TFAA (%)			32.64±0.22 <sup>a</sup>	29.91±0.16 <sup>b</sup>		

注: &EAA: 必需氨基酸; NEAA: 总非必需氨基酸; #DAA: 鲜味氨基酸; TFAA: 总游离氨基酸; TAV: 呈味强度值; 同行右肩不同的小写字母表示差异显著 ( $p < 0.05$ ), 相同的小写字母表示差异不显著 ( $p > 0.05$ )。

游离氨基酸不仅是构成肉香及其鲜味的重要物质, 还具有多种生理功能。氨基酸的组成是评定肉类蛋白质优劣的主要指标, 特别是 EAA 和 DAA 含量是评定肉质营养和风味的重要指标。草原鸭肌肉中总游离氨基酸含量 (Total Free Amino Acid, TFAA) (10.60 g/kg) 高于樱桃谷鸭 (10.43 g/kg), 游离必需氨基酸和鲜味氨基酸含量 (分别为 3.34 g/kg 和 3.46 g/kg) 均显著高于樱桃谷鸭 (分别为 3.01 g/kg 和 3.12 g/kg,  $p < 0.05$ ),

同时 EAA/TFAA 以及 DAA/TFAA 的比值 (31.51%、32.64%) 均显著高于樱桃谷鸭 ( $p < 0.05$ )。其中, EAA/TFAA 的比值大于黄羽肉鸡炖鸡汤 (20.41%~24.36%) [33]。草原鸭和樱桃谷鸭中 DAA/TFAA 的比值远大于孙素玲等 [34] 报道的罗曼鹅 (2.31%、7.68%)。根据各种游离氨基酸的 TAV 可知, 两个品种肉鸭中对肌肉滋味贡献较大的游离氨基酸均为谷氨酸、丙氨酸、色氨酸。在鲜味氨基酸中, 谷氨酸对鸭肉鲜味呈味贡

献最大,其呈味阈值最小,鲜味较强。丙氨酸为呈甜味氨基酸,是鸭肉滋味中甜味呈味的主要贡献者。色氨酸为鸭肉滋味中苦味的主要来源。

### 3 结论

对草原鸭和樱桃谷鸭的鸭肉常规和特征风味成分、鸭肉脂肪中游离脂肪酸组成和含量、鸭肉游离氨基酸组成和含量等多个指标进行测定分析发现,草原鸭与樱桃谷鸭的营养价值较接近,但前者的肌内脂肪含量显著低于后者( $p < 0.05$ ),更加符合现代人的营养消费需求。草原鸭的肌苷酸、肌肽、高肌肽、DAA含量、牛磺酸含量均显著高于樱桃谷鸭( $p < 0.05$ ),这使得草原鸭的鸭肉鲜味及品质具有独特优势。草原鸭肌肉中的单不饱和脂肪酸相对含量显著高于樱桃谷鸭( $p < 0.05$ )。综合两个品种鸭肉的营养成分指标,草原鸭具有脂肪率低、鲜味营养组分含量较高的特点,本研究也为后续特色品质的草原鸭育种提供了基础数据参考。

### 参考文献

- [1] 陈关雄,向必勇,倬华林,等.石林县肉鸭产业发展存在的问题与解决对策[J].家禽科学,2021,10:28-31
- [2] 刘本帅.三个鸭种生长性能、肉品质比较与日龄鉴定[D].扬州:扬州大学,2020
- [3] Onbaşilar E, Yalçın S. Fattening performance and meat quality of Pekin ducks under different rearing systems [J]. World's Poultry Science Journal, 2018, 74(1): 61-68
- [4] 陈啸钦,赵聘,赵云焕,等.我国肉鸭产业加工现状与发展趋势[J].中国畜禽种业,2019,15(9):34-35
- [5] 韩占兵,黄炎坤.肉鸭产业开发现状与前景[J].科学种养,2019,5:43-45
- [6] 宋盈.樱桃谷鸭与枫叶鸭生产性能的对比与分析[J].山东畜牧兽医,2013,34(3):13
- [7] Kokoszyński D, Wasilewski R, Stępczyński K, et al. Carcass composition and selected meat quality traits of Pekin ducks from genetic resources flocks [J]. Poultry Science, 2019, 98(7): 3029-3039
- [8] 赵云焕,赵聘.淮南麻鸭本品种选育实施方案研究[J].安徽农业科学,2007,12:3548-3549
- [9] 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
- [10] 曹斌,王健,臧大存,等.3个品种鸭的屠宰性能及肌肉营养成分比较[J].畜牧与兽医,2009,41(12):13-15
- [11] 赵善志,李佳恒,吴润蕊,等.高效液相色谱法检测大鼠脑内肌肽含量[J].锦州医科大学学报,2020,41(1):10-12
- [12] Banaszak M, Kuźniacka J, Biesek J, et al. Meat quality traits and fatty acid composition of breast muscles from ducks fed with yellow lupin [J]. Animal, 2020, 14(9): 1969-1975
- [13] 林嘉,陈有亮,杨启秀,等.不同日龄绿头野鸭肉营养成分研究[J].中国家禽,1997,2:4-5
- [14] 马黎,聂靖茹,鲁绍雄,等.迪庆藏猪与野藏杂交猪肌肉全谱游离氨基酸味道强度值比较[J].中国畜牧兽医,2021,48(4):1275-1283
- [15] 李星,景绍红,欧秀琼,等.2个重庆地方优质鸡杂交组合屠宰性能、肉品质及滋味成分的对比研究[J].黑龙江畜牧兽医,2021,16:51-55
- [16] 秦乐蓉,王欣,曾池莉,等.樱桃谷鸭与Z型北京鸭原料理化特性的比较分析[J].食品科技,2020,35(12):114-121
- [17] 徐善金,虞德兵,汪峰,等.鸭腺苷琥珀酸裂解酶基因序列特征及表达与肌肉肌苷酸含量的相关性分析[J].中国农业科学,2012,45(4):774-785
- [18] Guiotto A, Calderan A, Ruzza P, et al. Carnosine and carnosine-related antioxidants: a review [J]. Current Medicinal Chemistry, 2005, 12(20): 2293-2315
- [19] Peiretti P G, Medana C, Visentin S, et al. Determination of carnosine, anserine, homocarnosine, pentosidine and thiobarbituric acid reactive substances contents in meat from different animal species [J]. Food Chemistry, 2011, 126(4): 1939-1947
- [20] Xiao S L, Zhuang H, Zhou G H, et al. Investigation of inhibition of lipid oxidation by L-carnosine using an oxidized-myoglobin-mediated washed fish muscle system [J]. LWT - Food Science and Technology, 2018, 97: 703-710
- [21] Bruno H, Tamura M, Ohba A, et al.  $\beta$ -alanyl-L-histidine rescues cognitive deficits caused by feeding a high fat diet in a transgenic mouse model of Alzheimer's disease [J]. Journal of Alzheimer's Disease, 2013, 33(4): 983-997
- [22] 王春月.海洋生物组氨酸二肽分析及贻贝肌肽相关代谢组研究[D].舟山:浙江海洋大学,2021
- [23] 李少颢.肉类风味影响因素研究进展[J].中国调味品,2020,45(2):188-191
- [24] Onk K, Yalcintan H, Sari M, et al. Effects of genotype and sex on technological properties and fatty acid composition of duck meat [J]. Poultry Science, 2019, 98(1): 491-499
- [25] 王道营,诸永志,徐为民.不同品种冰鲜鸭肉加工特性和游离脂肪酸组成的比较分析[J].安徽农业科学,2008,18:7900-7901
- [26] Li D, Wahlqvist M L, Sinclair A J. Advances in n-3 polyunsaturated fatty acid nutrition [J]. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition, 2019, 28(1): 1-5

- [27] Maki K C, Dicklin M R, Kirkpatrick C F. Saturated fats and cardiovascular health: current evidence and controversies [J]. *Journal of Clinical Lipidology*, 2021, 15(6): 765-772
- [28] Qiao Y, Huang J, Chen Y, et al. Meat quality, fatty acid composition and sensory evaluation of cherry valley, spent layer and crossbred ducks [J]. *Animal Science Journal*, 2017, 88(1): 156-165
- [29] Kang M J, Shin M S, Park J N, et al. The effects of polyunsaturated: saturated fatty acids ratios and peroxidisability index values of dietary fats on serum lipid profiles and hepatic enzyme activities in rats [J]. *Br J Nutr*, 2005, 94(4): 526-532
- [30] Liu X, Zhang Y R, Cai C, et al. Taurine alleviates schistosoma-induced liver injury by inhibiting the TXNIP/NLRP3 inflammasome signal pathway and pyroptosis [J]. *Infection and Immunity*, 2019, 87(12): e00732-19
- [31] Husain N, Mahmood R. Taurine attenuates Cr (VI)-induced cellular and DNA damage: an in vitro study using human erythrocytes and lymphocytes [J]. *Amino Acids*, 2020, 52(1): 35-53
- [32] Batitucci G, Brandao C F C, De Carvalho F G, et al. Taurine supplementation increases irisin levels after high intensity physical training in obese women [J]. *Cytokine*, 2019, 123: 154741
- [33] 邹金浩,林耀盛,杨怀谷,等.岭南黄鸡炖鸡汤过程中营养及风味物质的变化[J].现代食品科技,2021,37(11):328-337
- [34] 孙素玲,杨华,张玉,等.罗曼鹅不同部位肌肉营养成分分析与评价[J].黑龙江畜牧兽医,2021,16:26-30,34