

湖南石门县地方品种鸡肉氨基酸组成分析及蛋白质营养价值评价

王梦阁¹, 何业春², 李进², 余沅¹, 刘红梅³, 沈清武¹, 刘焱^{1*}

(1. 湖南农业大学食品科学技术学院, 长沙 410128; 2. 湖南湘佳牧业股份有限公司, 石门 415300;
3. 芷江侗族自治县农业农村局, 怀化 419100)

摘要: **目的** 探究湖南省石门当地 7 个品种鸡肉中的基本营养成分及氨基酸组成差异, 并对其进行蛋白质营养价值评价。**方法** 采用相关国家标准测定 7 个品种鸡肉中水分、粗灰分、粗脂肪、粗蛋白含量, 并利用高效液相色谱仪对鸡肉氨基酸含量进行测定, 基于联合国粮食及农业组织和世界卫生组织(Food and Agriculture Organization/World Health Organization, FAO/WHO)标准模式谱对不同品种鸡胸肉和腿肉蛋白质分别进行营养学评价。**结果** 7 个品种鸡胸肉、腿肉中水分含量分别为 71.20~74.97 g/100 g、72.65~76.22 g/100 g, 粗灰分含量分别为 0.90~1.38 g/100 g、0.91~1.28 g/100 g, 粗脂肪含量分别为 0.15~0.64 g/100 g、2.30~7.74 g/100 g, 粗蛋白质含量分别为 22.29~24.61 g/100 g、19.00~21.80 g/100 g, 不同品种、部位间存在差异。7 个品种鸡肉均检测出 17 种氨基酸, 均以谷氨酸含量为最高; 胸肉氨基酸含量高于腿肉(除壶瓶山鸡), 其中青脚鸡胸肉和壶瓶山鸡腿肉的总氨基酸含量最高。7 个品种鸡肉必需氨基酸与总氨基酸的比值与 FAO/WHO 推荐的理想蛋白质模式较为接近; 其中苏氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸+酪氨酸、赖氨酸占总氨基酸的质量分数均明显高于 FAO/WHO 推荐的模式谱标准值; 除麻鸡胸肉、青脚鸡腿肉外, 其余鸡种胸肌和腿肌氨基酸比值系数分均能达到 70 以上。**结论** 7 个品种鸡肉中蛋白质与 FAO/WHO 规定的人体蛋白需求相类似, 蛋白质营养价值较高, 本研究结果以期树立石门当地肉鸡口碑、进一步选育和开发利用新鸡种提供科学依据。

关键词: 地方鸡种; 高效液相色谱法; 氨基酸组成; 必需氨基酸; 营养价值评价

Analysis of amino acid composition and evaluation of protein nutritional value of chicken of local breeds in Shimen County, Hunan Province

WANG Meng-Ge¹, HE Ye-Chun², LI Jin², YU Yuan¹, LIU Hong-Mei³, SHEN Qing-Wu¹, LIU Yan^{1*}

(1. College of Food Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China;
2. Hunan Xiang Jia Husbandry Limited by Share Ltd., Shimen 415300, China; 3. Zhijiang Dong
Autonomous County Bureau of Agriculture and Rural Areas, Huaihua 419100, China)

ABSTRACT: Objective To explore the difference of basic nutrients and amino acid composition in 7 varieties of chicken in Shimen County, Hunan Province, and evaluate their protein nutritional value. **Methods** The content of moisture, crude ash, crude fat and crude protein in 7 varieties of chicken was determined by national standard, and the

基金项目: 湖南家禽产业技术体系公益性行业(农业)科研专项(201303084)

Fund: Supported by the Hunan Poultry Industry Technology System Public Welfare Industry (Agriculture) Research Projects (201303084)

*通信作者: 刘焱, 博士, 教授, 主要研究方向为畜禽水产品加工。E-mail: 1356130766@qq.com

*Corresponding author: LIU Yan, Ph.D, Professor, College of Food Science and Technology, Hunan Agricultural University, No.1 Nongda Road, Furong District, Changsha 410128, China. E-mail: 1356130766@qq.com

content of amino acid in chicken was determined by high performance liquid chromatography. According to the Food and Agriculture Organization/World Health Organization (FAO/WHO) standard model spectrum, the nutritional evaluation of different varieties of chicken breast and leg protein was carried out respectively. **Results** The moisture content in the breast and leg meat of the 7 varieties was 71.20–74.97 g/100 g, 72.65–76.22 g/100 g, the crude ash content was 0.90–1.38 g/100 g, 0.91–1.28 g/100 g, respectively. The crude fat content was 0.15–0.64 g/100 g, 2.30–7.74 g/100 g, and the crude protein content was 22.29–24.61 g/100 g and 19.00–21.80 g/100 g, with differences among different varieties and parts. Seventeen kinds of amino acids were detected in the 7 varieties of chicken, and the content of glutamic acid was the highest. The amino acid content of chest muscle was higher than that of leg muscle (except Huping Pheasant), and the total amino acid content of Green leg chicken breast and Huping Pheasant chicken leg was the highest. The ratio of essential amino acids to total amino acids of the 7 chicken varieties was close to the ideal protein pattern recommended by FAO/WHO. The mass fraction of threonine, isoleucine, leucine, phenylalanine+tyrosine, lysine in total amino acids was significantly higher than the standard value of the model spectrum recommended by FAO/WHO. Except for chicken breast of Ma chicken and green leg meat, the amino acid ratio coefficient of breast muscle and leg muscle of other chicken breeds could reach more than 70. **Conclusion** The protein in the 7 chicken breeds is similar to the human protein requirements stipulated by FAO/WHO, and the protein nutritional value is high. The results of this study are expected to provide scientific basis for establishing the reputation of local broiler chickens in Shimen, further breeding and development of new chicken breeds.

KEY WORDS: regional chicken; high performance liquid chromatography; amino acid composition; essential amino acid; nutritional value evaluation

0 引 言

肉鸡因低消耗、低污染、高产出、经济效益高而被大量饲养,是我国禽肉消费之首,约占肉类总产量的 20%左右^[1],并且鸡肉富含蛋白质和人体必需氨基酸(essential amino acids, EAA),易消化吸收,为人类膳食结构中优质动物蛋白的理想来源,也是世界卫生组织公布的健康食品之一^[2]。随着消费者对营养和健康生活需求的增加,人们对鸡肉的需求也不断增加。

现代营养学理论认为,食物蛋白质的氨基酸组成越接近人体蛋白质的组成,并为人体消化吸收时,其营养价值越高^[3]。目前已有少数国内外研究者按照世界卫生组织和联合国粮食及农业组织 1973 年提出的评价蛋白质营养价值的氨基酸模式对地方品种肉鸡进行氨基酸营养价值评价^[4]。研究表明,不同品种、部位鸡肉间氨基酸组成和含量存在一定差异。李富银等^[5]研究表明,氨基酸含量的差异使得茶花鸡、茶花鸡 2 号比白羽肉鸡的营养价值更高、口感更好。杜文娅等^[6]测定了 120 日龄广西三黄鸡、南丹瑶鸡、广西麻鸡、广西乌鸡和霞烟鸡肉中的氨基酸组成和含量,结果表明广西 5 个地方鸡种肌肉含有丰富的 EAA,具有较高的营养价值和风味。XIAO 等^[7]的研究中,武定鸡和延津乌骨鸡胸肌和腿肌的氨基酸高于科宝肉鸡。郑小江等^[8]对景阳鸡肌肉中的氨基酸营养进行评价,发现景阳鸡中氨基酸种类齐全,营养价值接近理想氨基酸

标准,且具有一定保健作用。

我国肉鸡遗传资源丰富^[1],国内不少企业通过杂交组合自主培育出了许多优良肉鸡品种。湖南省石门县优质肉鸡品种资源丰富、产量较高,麻鸡、青脚鸡、黑鸡二号、黄鸡二号、红瑶鸡、壶瓶山鸡、丝乌鸡这些地方鸡种具有养殖时间短、肉质鲜美、健康安全、经济效益高等特点,深受国内消费者青睐。研究石门县地方品种鸡肉氨基酸组成及蛋白质营养价值对于维护地方品种资源具有重要意义,且有助于进一步提升当地肉鸡的经济价值。但目前还鲜有学者对石门地方品种鸡肉蛋白质营养价值进行系统研究。因此,本研究选择石门县 7 个具有代表性的品种进行氨基酸成分及含量分析,并进行鸡肉蛋白质营养学价值评价,以期为当地肉鸡的加工利用提供数据支持,并为树立石门当地肉鸡口碑、进一步选育和开发利用新鸡种提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 材料与试剂

石门麻鸡[日龄 52 d, 公鸡, 活重(1.9±0.2) kg]、青脚鸡[日龄 52 d, 公鸡, 活重(2.0±0.2) kg]、黑鸡二号[日龄 85 d, 公鸡, 活重(1.75±0.2) kg]、黄鸡二号[日龄 80 d, 公鸡, 活重(1.2±0.2) kg]、红瑶鸡[日龄 75 d, 公鸡, 活重(2.2±0.2) kg]、壶瓶山鸡[日龄 180 d, 公鸡, 活重(1.45±0.2) kg]、丝乌鸡[日龄 95 d, 公鸡, 活重(1.4±0.2) kg]来自湖南湘佳牧业股份有限公司。试验所用鸡种皆为地面平养,且每种鸡均按照各

自适宜营养水平饲养。

盐酸、苯酚、三乙胺、正亮氨酸内标(1 mg/mL 于 0.1 mol/L 盐酸水溶液)、异硫氰酸苯酯、乙酸钠(分析纯, 国药集团化学试剂有限公司); 乙腈、甲醇(色谱纯, 上海安谱实验科技股份有限公司); 17 种氨基酸混合标准溶液(色谱纯, 上海安谱世标准技术服务有限公司)。17 种氨基酸混合标准溶液(不同浓度于 0.1 mol/L 盐酸水溶液), 具体信息见表 1。

表 1 17 种氨基酸混合标准溶液信息
Table 1 Informations of 17 kinds of amino acid mixed standard solution

序号	名称	分子量	CAS	浓度 ($\mu\text{mol/mL}$)
1	天冬氨酸(aspartate, Asp)	133.10	56-84-8	2.5
2	谷氨酸(glutamic, Glu)	147.13	56-86-0	2.5
3	丝氨酸(serine, Ser)	105.09	56-45-1	2.5
4	甘氨酸(glycine, Gly)	75.07	56-40-6	2.5
5	组氨酸(histidine, His)	155.15	71-00-1	2.5
6	精氨酸(arginine, Arg)	174.20	74-79-3	2.5
7	苏氨酸(threonine, Thr)	119.12	72-19-5	2.5
8	丙氨酸(alanine, Ala)	89.09	56-41-7	2.5
9	脯氨酸(proline, Pro)	115.13	147-85-3	2.5
10	酪氨酸(tryptophan, Tyr)	181.19	60-18-4	2.5
11	缬氨酸(valine, Val)	117.15	72-18-4	2.5
12	蛋氨酸(methionine, Met)	149.21	63-68-3	2.5
13	胱氨酸(cystine, Cys)	240.30	56-89-3	1.25
14	异亮氨酸(isoleucine, Ile)	131.17	73-32-5	2.5
15	亮氨酸(leucine, Leu)	131.17	61-90-5	2.5
16	苯丙氨酸 (phenylalanine, Phe)	165.19	63-91-2	2.5
17	赖氨酸(lysine, Lys)	146.19	56-87-1	2.5

1.2 仪器与设备

Agilent-1260 高效液相色谱仪[配 VWD 检测器, 安捷伦科技(中国)有限公司]; CNW Athena 氨基酸分析专用柱(上海安谱实验科技股份有限公司); LG-MF998 型全自动绞肉机(广州旭众食品科技有限公司); CP214 型电子天平(精度 0.001 g, 上海光正医疗仪器有限公司); 202 型电热恒温干燥箱(北京市永光明医疗仪器有限公司); XH-C 型涡旋混合仪(常州金坛良友仪器有限公司); RE-52AA 型旋转蒸发器(上海安亭电子仪器厂); 8HZ-D(III)型循环水真空泵(巩义市予华仪器有限责任公司)。

1.3 试验方法

1.3.1 鸡肉样品的制备

每个品种随机选择达到上市日龄且活重相近的 10 只进行屠宰, 宰杀沥血后剪下胸肌和腿肌, 用绞肉机搅碎, 储存于 -80°C 冰箱备用。

1.3.2 水分含量的测定

参照 GB 5009.3—2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》中直接干燥法测定鸡肉水分含量。

1.3.3 粗灰分含量的测定

参照 GB 5009.4—2016《食品安全国家标准 食品中灰分的测定》中第一法食品中总灰分的测定方法测定鸡肉灰分含量。

1.3.4 粗脂肪含量的测定

参照 GB 5009.6—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》中索氏抽提法测定不同品种鸡胸、腿肉中脂肪含量。

1.3.5 蛋白质含量的测定

参照 GB 5009.5—2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》。

1.3.6 鸡肉样品氨基酸的测定

(1) 样品前处理

参考 GB 5009.124—2016《食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定》及氨基酸前处理方法^[9-10], 并作修改, 称取 0.1 g 左右的鸡肉样品于 20 mL 安瓿瓶中, 加入浓度为 6 mol/L 的盐酸溶液 10 mL, 放置于 110°C 恒温干燥箱内, 水解 24 h 后, 用蒸馏水将水解液定容至 100 mL 容量瓶内, 取 5 mL 溶液旋转蒸干, 加 2 mL 蒸馏水振荡超声, 转移至 5 mL 离心管内, 进行衍生反应。

(2) 衍生反应

分别精确量取代衍生样品及氨基酸标准品各 200 μL 置于 3 mL 离心管中, 往离心管中准确加入 50 μL 正亮氨酸内标、100 μL 三乙胺乙腈溶液和异硫氰酸苯酯乙腈溶液, 混匀静置, 衍生 1 h 后加入 400 μL 正己烷, 至涡旋混合仪中振荡 10 s, 静置分层, 取 200 μL 下层溶液与 800 μL 水混合, 用 0.22 μm 有机膜过滤, 待测定。

(3) 液相色谱工作条件

色谱柱: CNW Athena 氨基酸分析专用柱(250 mm \times 4.6 mm, 5 μm); 流动相 A: 乙腈:水:甲醇(60:20:20, V:V:V); 流动相 B: 50 mmol/L 乙酸钠水溶液; 柱温: 35°C ; 流速: 1 mL/min; 进样量: 5 μL 。洗脱程序见表 2。

表 2 氨基酸分析梯度洗脱表
Table 2 Amino acid analysis gradient elution table

时间/min	流动相 A/%	流动相 B/%
0	5	95
39	49	51
40	100	0
50	100	0
51	5	95
60	5	95

1.3.7 鸡肉营养价值评价

以鸡蛋蛋白为标准蛋白,并以联合国粮食及农业组织和世界卫生组织(Food and Agriculture Organization/ World Health Organization, FAO/WHO)推荐的氨基酸参考模式为评价标准对7个品种鸡肉中氨基酸进行营养价值评价^[11]。根据蛋白质营养价值评价原则,食物中蛋白质所含的EAA的比例与人体所需氨基酸的比例越接近越好^[12]。参照王允茹等^[13]的方法,计算样品中EAA占总氨基酸(total amino acid, TAA)的质量分数、氨基酸比值(ratio of amino acid, RAA)、氨基酸比值系数(ratio coefficient of amino acid, RC)和氨基酸比值系数分(score of ratio coefficient of amino acid, SRC),并对计算结果进行分析,具体计算如公式(1)~(3)。

$$RAA = \frac{\text{样品蛋白质中某-EAA含量}}{\text{FAO/WHO标准模式中相应EAA含量}} \quad (1)$$

$$RC = \frac{\text{某-EAA的RAA}}{\text{RAA均数}} \quad (2)$$

$$SRC = 100 - \frac{\text{RC标准差}}{\text{RC均数}} \times 100 \quad (3)$$

1.4 数据处理

试验重复3次。试验数据采用Excel 2010整理并建立数据库,运用SPSS 26软件进行单因素方差分析,选择最小显著差异(least significant difference, LSD)、图基s-b(k)、沃勒-邓肯(W)法进行事后多重比较。试验结果均以平均值±标准偏差表示。 $P < 0.05$ 表示具有显著性差异, $P > 0.05$ 表示差异不显著。

2 结果与分析

2.1 鸡胸肉、腿肉中常规营养成分测定结果

水分、粗蛋白、粗脂肪和粗灰分是鸡肉最基本的化学成分,同时也是评价鸡肉各种营养成分价值水平的重要指标^[14]。由表3可知7个品种鸡肉水分、粗灰分、粗脂肪、粗蛋白质间存在一定差异性。7个品种鸡新鲜胸肉、腿肉样本中水分含量分别为71.20~74.97 g/100 g、72.65~76.22 g/100 g,粗灰分含量分别为0.90~1.38 g/100 g、0.91~1.28 g/100 g,粗脂肪含量分别为0.15~0.64 g/100 g、2.30~7.74 g/100 g,粗蛋白质含量分别为22.29~24.61 g/100 g、19.00~21.80 g/100 g。

其中壶瓶山鸡胸肉和红瑶鸡腿肉水分含量高于其余6种鸡,青脚鸡胸肉和黑鸡二号腿肉粗蛋白含量较高于其他鸡种。麻鸡腿肉粗脂肪含量与壶瓶山鸡、丝乌鸡、黄鸡二号腿肉相当,远低于青脚鸡、黑鸡二号、红瑶鸡。7个品种鸡胸肉中脂肪含量低于0.65 g/100 g,这表明7个品种鸡胸肉蛋白含量高、脂肪比例适中,常规营养组成有益于人体健康。此外,在比较分析部位对7个品种鸡常规营养成分影响时发现,除黑鸡二号、红瑶鸡、丝乌鸡灰分含量外,同一品种鸡胸肉、腿肉间存在显著差异($P < 0.05$);且腿肉粗脂肪含量显著高于胸肉($P < 0.05$),胸肉的粗蛋白质含量显著高于腿肉($P < 0.05$),而黑鸡二号、红瑶鸡、丝乌鸡胸肉、腿肉间灰分含量无显著性差异($P > 0.05$),这些结果与孙厚法^[15]的研究一致。

表3 7个品种鸡肉胸肉、腿肉常规营养成分含量

Table 3 Content of the determination of routine nutrients in chest muscle and leg muscle of 7 varieties of chicken

品种	部位	含量/(g/100 g)			
		水分	粗灰分	粗脂肪	粗蛋白质
麻鸡	胸肉	71.82±1.15 ^{bcd}	1.38±0.11 ^a	0.15±0.05 ^d	23.26±0.14 ^{abc}
	腿肉	72.65±1.45 ^c	0.91±0.10 ^d	2.30±0.11 ^d	20.55±0.23 ^{bc}
青脚鸡	胸肉	71.20±1.10 ^d	1.21±0.08 ^{abc}	0.21±0.08 ^d	24.61±1.36 ^a
	腿肉	72.71±0.38 ^c	1.03±0.03 ^{bcd}	5.41±0.25 ^b	20.63±0.65 ^b
黑鸡二号	胸肉	73.08±0.64 ^{bc}	1.26±0.29 ^{abNS}	0.57±0.05 ^b	24.25±0.89 ^{ab}
	腿肉	74.59±0.63 ^a	1.09±0.03 ^{bc}	4.17±0.47 ^c	21.80±0.12 ^a
黄鸡二号	胸肉	73.13±0.41 ^{bc}	1.28±0.21 ^{ab}	0.35±0.04 ^c	24.34±0.74 ^{ab}
	腿肉	75.06±0.49 ^b	0.94±0.06 ^d	2.38±0.36 ^d	19.64±0.59 ^{cd}
红瑶鸡	胸肉	74.10±0.72 ^{ab}	1.19±0.12 ^{abcNS}	0.64±0.02 ^a	22.96±0.18 ^{abc}
	腿肉	76.22±0.81 ^a	1.28±0.11 ^{ac}	7.74±0.66 ^a	20.73±0.55 ^b
壶瓶山鸡	胸肉	74.97±0.45 ^a	0.90±0.05 ^c	0.40±0.07 ^c	22.29±0.80 ^c
	腿肉	75.07±0.64 ^{ab}	1.12±0.01 ^b	2.61±0.02 ^d	20.02±0.49 ^{bc}
丝乌鸡	胸肉	74.34±0.10 ^{ab}	1.01±0.14 ^{bcNS}	0.52±0.04 ^b	23.23±0.28 ^{abc}
	腿肉	73.66±0.71 ^{bc}	1.16±0.13 ^{ab}	2.66±0.15 ^d	19.00±0.39 ^d

注: 同列数据同一部位不同品种间比较, 肩标不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$); 同列数据不同部位同一品种间比较, 肩标NS表示差异不显著($P > 0.05$); 无大写肩标表示差异显著($P < 0.05$)。表6、7同。

2.2 鸡胸肉和腿肉氨基酸测定结果分析

2.2.1 7 个品种鸡肉氨基酸种类及含量比较

7 个品种鸡胸肉、腿肉中氨基酸种类和含量的测定结果见表 4 和表 5。由表 4 和表 5 可知, 7 个品种鸡均检测出 17 种氨基酸, 其中包括 7 种必需氨基酸和 10 种非必需氨基酸(non-essential amino acid, NEAA)。7 个品种鸡胸肉中 TAA 含量为 18.187~22.967 g/100 g, 其中青脚鸡胸肉 TAA 含量位列第一, 黑鸡二号、黄鸡二号、壶瓶山鸡胸肉的 TAA 含量接近, 依次为 21.013、21.126、21.084 g/100 g, 麻鸡胸肉 TAA 含量最低。7 个品种鸡腿肉中 TAA 含量为 16.324~24.503 g/100 g, 其中 TAA 含量最多的是壶瓶山鸡(24.503 g/100 g), 其次是丝乌鸡(20.796 g/100 g), 这与壶瓶山鸡(180 d)、丝乌鸡(95 d)养殖天数较长有关, 沈啸等^[16]研究结果也表明慢速型肉鸡氨基酸含量更高。除壶瓶山鸡外, 其余品种肉鸡胸肌氨基酸含量高于腿肌, 这与梅风艳等^[17]对不同性别武定鸡腿肌和胸肌中氨基酸含量比较分析结果一致。并且壶瓶山鸡、丝乌鸡、黑鸡二号的腿肉、胸肉总氨基酸含量要高于贵妃鸡^[18](18.80 g/100 g)、青爪乌鸡^[18](18.88 g/100 g)、广西麻鸡^[19](18.50 g/100 g)、东涛鸡^[19](17.60 g/100 g)等地方鸡种, 说明其营养价值更高。7 个品种鸡胸肉、腿肉中含量最高的氨基酸均为 Glu, 分别为 2.526~3.349 g/100 g、2.419~3.735 g/100 g, 张城等^[20]测定结果表明马站红公鸡胸肉中 Glu 含量最高。

2.2.2 7 个品种鸡肉必需氨基酸、非必需氨基酸含量及占比

EAA 人体不能合成, 必需由食物提供, EAA 的含量、种类及比例决定了食物蛋白质营养价值的高低^[21]。表 6 为 7 个品种鸡肉 EAA、NEAA 组成及比较分析。从表 6 中可以看出, 7 个品种鸡肉中均检出 7 种 EAA, 鸡胸肉中 EAA 含量为 7.810~8.844 g/100 g, 丝乌鸡>红瑶鸡>青脚鸡>壶瓶山鸡>黄鸡二号>黑鸡二号>麻鸡; 鸡腿肉中 EAA 含量在 6.453~9.716 g/100 g, 壶瓶山鸡>丝乌鸡>黑鸡二号>青脚鸡>红瑶鸡>麻鸡>黄鸡二号。7 个品种鸡胸肉、腿肉中

EAA/TAA 质量分数分别为 37.3%~42.9%、38.4%~42.6%, 均接近或高于 FAO/WHO 推荐的理想蛋白质模式^[22](EAA/TAA 等于 40%), 这与杜文娅等^[6]对广西 5 个地方鸡种的研究结果基本一致。7 个品种鸡胸、腿肉中 EAA 与 NEAA 的比值(EAA/NEAA)范围分别为 59.5%~75.3%、62.4%~74.3%, 与 FAO/WHO 理想蛋白质模式要求的 60%^[22]相差不大。这表明 7 个品种鸡肉接近或完全符合 FAO/WHO 推荐的理想蛋白质标准, 是易于被人体吸收利用的优质蛋白质。

2.2.3 7 个品种鸡肉呈味氨基酸含量及组成

氨基酸能赋予食物特殊风味, 鸡肉烹饪过程中产生的滋味与其所含有的呈味氨基酸的种类和含量有关^[23]。17 种氨基酸按其呈味特征分为甜味、苦味、鲜味和无味氨基酸, 其中甜味氨基酸(sweet amino acid, SAA)包括 Thr, Ala, Gly, Pro, Ser^[24]; 苦味氨基酸(bitter amino acid, BAA)包括 Ile, Leu, Met, Phe, Val, His^[25]; Glu 和 Asp 为呈鲜味的特征氨基酸; 其他氨基酸为无味氨基酸^[26]。表 7 即 7 个品种鸡胸、腿肉呈味氨基酸含量及比值。从表 7 中可以看出, 呈味氨基酸含量因鸡肉品种、部位而异, 7 个品种鸡肉中胸肉的各呈味氨基酸(SAA、BAA 和 UAA)高于腿肉(除壶瓶山鸡的 SAA, 黑鸡二号、壶瓶山鸡的 UAA, 麻鸡、壶瓶山鸡的 UAA)。SAA 不仅可以提供甜味, 减少苦味, 同时可以在一定程度上提升鲜味^[27]; 不同品种鸡胸肉、腿肉中 SAA 含量分别为 4.656~6.047 g/100 g、4.085~6.105 g/100 g, 其中青脚鸡胸肉和壶瓶山鸡腿肉 SAA 含量最高, 而麻鸡胸肉和黄鸡二号腿肉含量最低。不同品种鸡胸肉、腿肉中 BAA 含量分别为 6.903~8.713 g/100 g、5.972~9.184 g/100 g, 其中青脚鸡胸肉和壶瓶山鸡腿肉中 BAA 含量最高, 而麻鸡胸肉和黄鸡二号腿肉则最低。鲜味氨基酸(umami amino acid, UAA)能够使食物风味更浓郁, 决定了食物味道鲜美的程度^[28]。UAA 含量最高的分别为青脚鸡胸肉(5.408 g/100 g) 和壶瓶山

表 4 7 个品种鸡胸肉氨基酸组成及含量
Table 4 Amino acid composition and content of 7 varieties of chicken breast

氨基酸种类	氨基酸含量/(g/100 g)						
	麻鸡	青脚鸡	黑鸡二号	黄鸡二号	红瑶鸡	壶瓶山鸡	丝乌鸡
Asp	1.163±0.0016 ^g	2.059±0.0049 ^a	1.893±0.0045 ^d	2.008±0.0009 ^b	1.694±0.0013 ^f	1.961±0.0012 ^e	1.793±0.0017 ^e
Glu	2.526±0.0028 ^g	3.349±0.0070 ^a	3.036±0.0044 ^d	3.140±0.0030 ^b	2.906±0.0078 ^f	3.127±0.0015 ^e	2.936±0.0001 ^e
Ser	0.858±0.0027 ^f	1.016±0.0040 ^a	0.900±0.0023 ^c	0.868±0.0031 ^e	0.827±0.0022 ^g	0.886±0.0005 ^d	0.946±0.0041 ^b
Gly	0.915±0.0036 ^f	1.095±0.0071 ^b	1.146±0.0068 ^a	1.045±0.0039 ^d	1.014±0.0057 ^e	1.018±0.0034 ^e	1.142±0.0064 ^a
His	0.578±0.0010 ^g	1.018±0.0027 ^b	0.938±0.0124 ^d	1.001±0.0060 ^e	0.666±0.0064 ^f	1.078±0.0028 ^a	0.854±0.0150 ^e
Arg	1.587±0.0090 ^d	1.871±0.0312 ^a	1.674±0.0174 ^c	1.662±0.0145 ^e	1.563±0.0051 ^d	1.673±0.0023 ^e	1.814±0.0232 ^b
Thr ^a	0.947±0.0087 ^c	1.149±0.0141 ^a	1.004±0.0039 ^d	1.044±0.0073 ^e	0.954±0.0026 ^e	1.010±0.0016 ^d	1.071±0.0066 ^b
Ala	1.165±0.0022 ^g	1.366±0.0007 ^d	1.589±0.0075 ^b	1.620±0.0006 ^a	1.237±0.0025 ^f	1.493±0.0025 ^e	1.247±0.0055 ^e
Pro	0.771±0.0039 ^f	1.421±0.0143 ^a	0.995±0.0055 ^c	0.900±0.0027 ^e	0.964±0.0063 ^d	0.895±0.0051 ^e	1.046±0.0053 ^b
Tyr	0.724±0.0011 ^f	0.965±0.0012 ^a	0.850±0.0069 ^b	0.848±0.0027 ^b	0.777±0.0020 ^e	0.825±0.0012 ^e	0.799±0.0121 ^d

表 4(续)

氨基酸种类	氨基酸含量/(g/100 g)						
	麻鸡	青脚鸡	黑鸡二号	黄鸡二号	红瑶鸡	壶瓶山鸡	丝乌鸡
Val*	0.903±0.0030 ^f	1.238±0.0008 ^a	0.995±0.0008 ^d	1.146±0.0017 ^b	0.923±0.0040 ^c	1.016±0.0011 ^c	0.926±0.0021 ^c
Met*	0.324±0.0056 ^c	0.225±0.0040 ^e	0.307±0.0028 ^f	0.345±0.0031 ^d	1.016±0.0069 ^a	0.541±0.0015 ^c	0.684±0.0035 ^b
Cys	0.089±0.0009 ^e	0.167±0.0016 ^d	0.154±0.0022 ^c	0.107±0.0029 ^f	0.189±0.0003 ^a	0.182±0.0006 ^c	0.185±0.0008 ^b
Ile*	1.048±0.0012 ^d	1.281±0.0028 ^a	1.074±0.0042 ^c	1.188±0.0031 ^b	1.006±0.0086 ^c	0.973±0.0015 ^f	1.078±0.0029 ^c
Leu*	1.678±0.0247 ^a	2.023±0.0013 ^a	1.830±0.0043 ^c	1.870±0.0013 ^b	1.676±0.0321 ^c	1.738±0.0016 ^d	1.860±0.0013 ^{bc}
Phe*	0.786±0.0011 ^e	1.057±0.0010 ^a	0.861±0.0014 ^c	0.920±0.0013 ^b	0.827±0.0010 ^f	0.854±0.0013 ^d	0.834±0.0037 ^e
Lys*	2.126±0.0018 ^b	1.667±0.0218 ^d	1.768±0.1300 ^{cd}	1.414±0.0445 ^e	2.362±0.0038 ^a	1.816±0.0649 ^c	2.391±0.0227 ^a
TAA	18.187±0.0380 ^c	22.967±0.0980 ^a	21.013±0.1989 ^c	21.126±0.0381 ^c	20.601±0.0350 ^d	21.084±0.0411 ^c	21.606±0.0686 ^b

注: 同行数据不同品种间比较, 肩标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$); *表示必 EAA, EAA: Thr、Val、Met、Ile、Leu、Phe、Lys、Trp; NEAA: Asp、Ser、Glu、Pro、Gly、Ala、Cys、Tyr、His、Arg。表 5 同。

表 5 7 个品种鸡腿肉氨基酸组成及含量
Table 5 Amino acid composition and content of 7 varieties of chicken legs

氨基酸种类	氨基酸含量/(g/100 g)						
	麻鸡	青脚鸡	黑鸡二号	黄鸡二号	红瑶鸡	壶瓶山鸡	丝乌鸡
Asp	1.498±0.0025 ^{cd}	1.355±0.0010 ^d	1.783±0.0015 ^{bc}	1.465±0.3822 ^d	1.558±0.0025 ^{bcd}	2.141±0.0007 ^a	1.829±0.0010 ^b
Glu	2.605±0.0035 ^d	2.550±0.0069 ^d	3.119±0.0043 ^b	2.419±0.5645 ^d	2.642±0.0089 ^{cd}	3.735±0.0026 ^a	3.054±0.0051 ^{bc}
Ser	0.758±0.0014 ^{cd}	0.761±0.0015 ^{cd}	0.950±0.0003 ^{ab}	0.702±0.1954 ^d	0.771±0.0025 ^{cd}	1.054±0.0009 ^a	0.869±0.0009 ^{bc}
Gly	1.005±0.0060 ^b	0.930±0.0039 ^b	1.009±0.0032 ^b	0.784±0.1543 ^c	1.030±0.0079 ^b	1.178±0.0048 ^a	0.925±0.0023 ^b
His	0.585±0.0014 ^c	0.577±0.0013 ^c	0.577±0.0013 ^c	0.682±0.2684 ^{ac}	0.601±0.0039 ^c	0.844±0.0013 ^b	1.076±0.0027 ^a
Arg	1.416±0.0018 ^{cd}	1.419±0.0139 ^{cd}	1.706±0.0297 ^{ab}	1.286±0.3392 ^{bd}	1.414±0.0113 ^{cd}	1.941±0.0500 ^a	1.597±0.0255 ^{bc}
Thr*	0.832±0.0013 ^{cd}	0.814±0.0050 ^{cd}	1.022±0.0131 ^b	0.786±0.2220 ^d	0.827±0.0062 ^{cd}	1.210±0.0210 ^a	0.974±0.0131 ^{bc}
Ala	1.127±0.0005 ^a	1.092±0.0022 ^a	1.159±0.0003 ^a	1.120±0.4028 ^a	1.114±0.0009 ^a	1.361±0.0003 ^a	1.116±0.0006 ^a
Pro	0.861±0.0038 ^c	0.822±0.0033 ^c	1.059±0.0036 ^b	0.694±0.1200 ^d	0.877±0.0041 ^c	1.301±0.0062 ^a	1.021±0.0042 ^b
Tyr	0.664±0.0027 ^c	0.658±0.0029 ^c	0.867±0.0012 ^b	0.622±0.1562 ^c	0.674±0.0015 ^c	1.044±0.0035 ^a	0.833±0.0014 ^b
Val*	0.819±0.0002 ^c	0.798±0.0014 ^c	1.003±0.0015 ^b	0.797±0.1874 ^c	0.785±0.0016 ^c	1.235±0.0009 ^a	1.036±0.0008 ^b
Met*	0.673±0.0031 ^a	0.643±0.0024 ^b	0.953±0.0025 ^c	0.316±0.0035 ^d	0.725±0.0030 ^e	0.604±0.0031 ^f	0.596±0.0035 ^e
Cys	0.176±0.0004 ^d	0.193±0.0011 ^a	0.122±0.0030 ^c	0.098±0.0005 ^f	0.100±0.0008 ^f	0.189±0.0008 ^b	0.179±0.0002 ^c
Ile*	0.800±0.0036 ^b	0.802±0.0133 ^b	1.037±0.0028 ^b	0.829±0.1748 ^b	0.808±0.0138 ^b	1.296±0.0019 ^a	1.035±0.0034 ^b
Leu*	1.407±0.0022 ^d	1.423±0.0359 ^{cd}	1.737±0.0009 ^b	1.381±0.3741 ^d	1.404±0.0014 ^d	2.124±0.0012 ^a	1.698±0.0010 ^{bc}
Phe*	0.739±0.0038 ^c	0.705±0.0098 ^c	0.937±0.0004 ^b	0.682±0.1487 ^c	0.700±0.0010 ^c	1.140±0.0009 ^a	0.934±0.0013 ^b
Lys*	1.400±0.0639 ^d	2.513±0.0035 ^a	1.346±0.0131 ^d	1.662±0.2003 ^c	1.680±0.0751 ^c	2.107±0.0109 ^b	2.024±0.0241 ^b
TAA	17.364±0.0627 ^c	18.055±0.0393 ^{bc}	20.406±0.0369 ^b	16.324±3.8901 ^c	17.710±0.0605 ^c	24.503±0.0637 ^a	20.796±0.0604 ^b

表 6 7 个品种鸡肉的各类氨基酸含量及比值
Table 6 Content and ratio of various amino acids of 7 varieties of chicken

品种	部位	含量/(g/100 g)			比值/%	
		TAA	EAA	NEAA	EAA/TAA	EAA/NEAA
麻鸡	胸肉	18.187±0.0380 ^c	7.810±0.0333 ^d	10.376±0.0179 ^c	42.9	75.3
	腿肉	17.364±0.0627 ^c	6.670±0.0594 ^d	10.694±0.0211 ^{cb}	38.4	62.4
青脚鸡	胸肉	22.967±0.0980 ^a	8.641±0.0330 ^b	14.327±0.0656 ^a	37.6	60.3
	腿肉	18.055±0.0393 ^{bc}	7.698±0.0568 ^{bc}	10.357±0.0178 ^c	42.6	74.3
黑鸡二号	胸肉	21.013±0.1989 ^c	7.839±0.1360 ^{cd}	13.174±0.0641 ^b	37.3	59.5
	腿肉	20.406±0.0369 ^b	8.035±0.0064 ^b	12.371±0.0362 ^b	39.4	65.0
黄鸡二号	胸肉	21.126±0.0381 ^c	7.927±0.0471 ^{cd}	13.199±0.0158 ^b	37.5	60.1
	腿肉	16.324±3.8901 ^c	6.453±1.3076 ^d	9.871±2.5829 ^c	39.5	65.4
红瑶鸡	胸肉	20.601±0.0350 ^d	8.764±0.0433 ^{ab}	11.837±0.0240 ^d	42.5	74.0
	腿肉	17.710±0.0605 ^c	6.928±0.0828 ^{cd}	10.782±0.0224 ^{bc}	39.1	64.3
壶瓶山鸡	胸肉	21.084±0.0411 ^c	7.947±0.0588 ^c	13.137±0.0178 ^b	37.7	60.5
	腿肉	24.503±0.0637 ^a	9.716±0.0274 ^a	14.788±0.0368 ^a	39.7	65.7
丝乌鸡	胸肉	21.606±0.0686 ^b	8.844±0.0248 ^a	12.762±0.0438 ^c	40.9	69.3
	腿肉	20.796±0.0604 ^b	8.297±0.0365 ^b	12.499±0.0239 ^b	39.9	66.4

表 7 7 个品种鸡胸、腿肉呈味氨基酸含量及组成
Table 7 Seven varieties of chicken breast and leg meat flavor amino acid content and composition

品种	部位	含量/(g/100 g)			比值/%		
		SAA	BAA	UAA	SAA/TAA	BAA/TAA	UAA/TAA
麻鸡	胸肉	4.656±0.0149 ^f	6.903±0.0341 ^f	3.689±0.0044 ^e	25.60	37.96	20.28
	腿肉	4.582±0.0095 ^{bc}	6.439±0.0063 ^c	4.102±0.0060 ^c	26.39	37.08	23.63
青脚鸡	胸肉	6.047±0.0374 ^a	8.713±0.0339 ^a	5.408±0.0117 ^a	26.33	37.94	23.55
	腿肉	4.420±0.0107 ^{bc}	6.367±0.0585 ^c	3.905±0.0073 ^c	24.48	35.26	21.63
黑鸡二号	胸肉	5.634±0.0255 ^b	7.679±0.0342 ^c	4.930±0.0089 ^d	26.81	36.54	23.46
	腿肉	5.199±0.0193 ^b	7.971±0.0265 ^b	4.902±0.0047 ^b	25.48	39.06	24.02
黄鸡二号	胸肉	5.478±0.0013 ^c	8.131±0.0127 ^b	5.148±0.0038 ^b	25.93	38.49	24.37
	腿肉	4.085±1.0944 ^c	5.972±1.4956 ^c	3.884±0.9467 ^c	25.02	36.58	23.79
红瑶鸡	胸肉	4.995±0.0168 ^c	7.677±0.0396 ^c	4.601±0.0091 ^f	24.25	37.26	22.33
	腿肉	4.619±0.0102 ^{bc}	6.436±0.0070 ^c	4.200±0.0114 ^{bc}	26.08	36.34	23.72
壶瓶山鸡	胸肉	5.301±0.0119 ^d	7.873±0.0099 ^d	5.088±0.0023 ^c	25.14	37.34	24.13
	腿肉	6.105±0.0119 ^a	9.184±0.0473 ^a	5.876±0.0022 ^a	24.91	37.48	23.98
丝乌鸡	胸肉	5.452±0.0115 ^c	8.050±0.0275 ^c	4.728±0.0017 ^c	25.23	37.26	21.88
	腿肉	4.906±0.0091 ^{bc}	7.972±0.0273 ^b	4.883±0.0048 ^b	23.59	38.33	23.48

鸡腿肉(5.876 g/100 g), 7 个品种鸡胸肉、腿肉的 UAA 占 TAA 的 20.28%~24.37%、21.63%~24.02%, 其中黑鸡二号、黄鸡二号、壶瓶山鸡较其余 4 个鸡种 UAA 占 TAA 的比值较高, 略高于边鸡^[29](21.94%), 低于洪江雪峰乌骨鸡^[14](37.89%)。此外, 壶瓶山鸡、丝乌鸡胸肉、腿肉的 TAA、EAA、SAA、UAA 含量较高, 这说明壶瓶山鸡、丝乌鸡较其他鸡种营养价值更高、滋味更鲜美。尚柯等^[30]研究表明丝羽乌骨鸡鸡肉氨基酸种类和必需氨基酸含量远高于普通鸡肉, 此研究也证实石门地方鸡种丝乌鸡同样含有丰富的氨基酸, 是珍贵的药膳两用禽类种质资源。

2.3 7 个品种鸡肉中 EAA 与 WHO/FAO 氨基酸模式谱的比较

氨基酸平衡理论认为食物蛋白质氨基酸与人体蛋白质氨基酸组成越接近, 越易被人体消化吸收, 其营养价值越高^[12]。FAO/WHO 提出的氨基酸模式谱理论, 是食品中氨基酸营养评价的重要标准^[11]。

表 8 比较了 7 个品种鸡肉的 EAA/TAA 的质量分数与 WHO/FAO 推荐的氨基酸模式标准值。结果表明, 7 个品种

鸡肉中胸肉、腿肉中 Thr、Ile、Leu、Phe+Tyr、Lys 占 EAA 的质量分数均明显高于 FAO/WHO 模式谱标准值, 是优质蛋白质资源, 可以制作成较高营养价值的产品。但这 7 个品种鸡胸肉、腿肉中仍有部分 EAA 略低于 FAO/WHO 模式谱标准值, 包括麻鸡、青脚鸡的腿肉、黑鸡二号、红瑶鸡、丝乌鸡的 Val, 以及麻鸡、青脚鸡、黑鸡二号、黄鸡二号和壶瓶山鸡腿肉中 Met+Cys。

2.4 7 个品种鸡肉必需氨基酸的 RAA、RC 和 SRC 比较

不同蛋白营养价值评价方法结果差距较大, 化学分析法是评定食物蛋白质营养价值的常用方法^[31]。为了更好地说明 7 个品种鸡肉氨基酸营养价值, 参照王允茹等^[13]的方法计算 RAA, RC, SRC, 并对 7 个品种鸡胸肉和腿肉中蛋白质营养价值进行评估。SRC 以 FAO/WHO 推荐标准作为理想蛋白参考模式, AAS、CS 以全蛋蛋白作为理想蛋白参考模式^[32]。在该评价体系中, RAA 及 RC 的数值越接近 1, 表明该 EAA 越接近 WHO/FAO 的推荐值; SRC 的数值越接近 100, 表明该食品中各种 EAA 的含量越均衡, 其营养价值就越高^[33]。

表 8 7 个品种鸡胸肉、腿肉中各 EAA 与 FAO/WHO 推荐的氨基酸模式谱的比较结果(%)
Table 8 Comparison of various EAA in 7 varieties of chicken breast and leg with FAO/WHO recommended amino acid pattern profiles (%)

氨基酸	麻鸡		青脚鸡		黑鸡二号		黄鸡二号		红瑶鸡		壶瓶山鸡		丝乌鸡		FAO/WHO 推荐值
	胸肌	腿肌	胸肌	腿肌	胸肌	腿肌	胸肌	腿肌	胸肌	腿肌	胸肌	腿肌	胸肌	腿肌	
Thr	5.20	4.83	5.00	4.51	5.02	5.01	4.94	5.13	5.13	4.95	5.03	4.94	5.46	4.69	4
Val	4.96	4.75	5.39	4.42	4.97	4.91	5.43	5.20	4.96	4.70	5.06	5.04	4.72	4.98	5
Met+Cys	2.27	2.90	1.71	2.32	2.30	2.10	2.14	2.89	6.48	6.68	3.60	2.98	4.43	4.15	3.5
Ile	5.76	4.64	5.58	4.44	5.37	5.08	5.62	5.41	5.41	4.84	4.85	5.29	5.50	4.98	4
Leu	9.23	8.17	8.81	7.88	9.14	8.51	8.85	9.01	9.01	8.40	8.65	8.67	9.49	8.16	7
Phe+Tyr	8.30	8.14	8.80	7.55	8.55	8.84	8.37	8.51	8.62	8.22	8.36	8.91	8.33	8.49	6
Lys	11.69	8.13	7.26	13.92	8.84	6.60	6.69	10.85	12.70	10.05	9.04	8.60	12.20	9.73	5.5

表 9 为 7 个品种鸡肉蛋白中 EAA 的 RAA、RC 及 SRC 比较结果。鸡胸肉中 SRC 为 65.67~86.08, 壶瓶山鸡最高, 麻鸡最低; 鸡腿肉中 SRC 为 51.61~81.40, 麻鸡最高, 青脚鸡最低。除麻鸡胸肉(SRC: 65.67)、青脚鸡腿肉(SRC: 51.61)外, 其余鸡种胸肌和腿肌 SRC 均能达 70 以上, 这表明这 7 种鸡肉中蛋白质 EAA 组成与 FAO/WHO 规定的人体蛋白需求类似, 蛋白质营养价值较高, 这与其他学者测定的东兰乌鸡^[34]、南丹瑶鸡^[6]、霞烟鸡^[6]、景阳鸡^[6]、马站红鸡^[20]中 EAA 的 RAA、RC 和 SRC 比较分析结果较为相似。

麻鸡、青脚鸡、黑鸡二号、黄鸡二号及壶瓶山鸡腿肉的第一限制性氨基酸均是 Met+Cys; 红瑶鸡腿肉的第一限制性氨基酸是 Ile 和 Leu; 红瑶鸡胸肉、壶瓶山鸡胸肉、丝乌鸡的第一限制性均为 Val。根据蛋白质互补法则, 麻鸡、青脚鸡、黑鸡二号、黄鸡二号及壶瓶山鸡腿肉在食用时应搭配 Met+Cys 相对过剩的菌类^[35], 红瑶鸡腿肉可搭配 Ile 和 Leu 相对过剩的淡水龙虾一起食用^[28]。红瑶鸡胸肉、壶瓶山鸡胸肉、丝乌鸡建议搭配含 Val 相对过剩的水果谷物等^[36], 以便机体更好地消化利用蛋白质。

表 9 7 个品种鸡肉蛋白中必需氨基酸的 RAA、RC 及 SRC 比较结果
Table 9 Comparison results of RAA, RC and SRC of essential amino acids in 7 varieties of chicken protein

品种	部位	项目	Thr	Val	Met+Cys	Ile	Leu	Phe+Tyr	Lys	SRC	
麻鸡	胸肉	RAA	1.30	0.99	0.65	1.44	1.32	1.38	2.13	65.67	
		RC	0.99	0.75	0.49*	1.10	1.00	1.05	1.62		
	腿肉	RAA	1.21	0.95	0.83	1.16	1.17	1.36	1.48		81.40
		RC	1.05	0.83	0.72*	1.01	1.02	1.19	1.27		
青脚鸡	胸肉	RAA	1.25	1.08	0.49	1.39	1.26	1.47	1.32	72.12	
		RC	1.06	0.91	0.41*	1.18	1.07	1.24	1.12		
	腿肉	RAA	1.13	0.88	0.66	1.11	1.13	1.26	2.53		51.61
		RC	0.91	0.71	0.53*	0.89	0.91	1.01	2.04		
黑鸡二号	胸肉	RAA	1.25	0.99	0.66	1.34	1.31	1.42	1.61	76.54	
		RC	1.14	0.91	0.60*	1.22	1.19	1.30	1.31		
	腿肉	RAA	1.25	0.98	0.60	1.27	1.22	1.47	1.20		75.61
		RC	1.10	0.86	0.53*	1.11	1.06	1.29	1.05		
黄鸡二号	胸肉	RAA	1.24	1.09	0.61	1.41	1.26	1.40	1.22	76.88	
		RC	1.05	0.92	0.52*	1.20	1.08	1.19	1.04		
	腿肉	RAA	1.28	1.04	0.83	1.35	1.29	1.42	1.97		77.46
		RC	1.12	0.91	0.72*	1.18	1.13	1.24	1.50		
红瑶鸡	胸肉	RAA	1.28	0.99	1.85	1.35	1.29	1.44	2.31	77.71	
		RC	1.05	0.81*	1.51	1.11	1.05	1.18	1.54		
	腿肉	RAA	1.24	0.94	1.91	1.21	1.20	1.37	1.83		76.47
		RC	1.01	0.76	1.55	0.98*	0.98*	1.11	1.32		
壶瓶山鸡	胸肉	RAA	1.26	1.01	1.03	1.21	1.24	1.39	1.64	86.08	
		RC	1.12	0.90*	0.91	1.08	1.10	1.24	1.31		
	腿肉	RAA	1.23	1.01	0.85	1.32	1.24	1.49	1.56		79.84
		RC	0.99	0.81	0.68*	1.06	1.00	1.19	1.26		
丝乌鸡	胸肉	RAA	1.37	0.94	1.27	1.38	1.36	1.39	2.22	81.49	
		RC	1.19	0.82*	1.10	1.19	1.18	1.21	1.57		
	腿肉	RAA	1.17	1.00	1.19	1.24	1.17	1.42	1.77		80.49
		RC	0.92	0.78*	0.93	0.97	0.91	1.11	1.38		

注: *为第一限制氨基酸。

3 结论

由石门本地鸡种杂交培育的麻鸡、青脚鸡、黑鸡二号、黄鸡二号、红瑶鸡、壶瓶山鸡、丝乌鸡鸡肉中蛋白质含量丰富, 均检测出 17 种氨基酸, 包括 7 种 EAA 和 10 种 NEAA, 其中 Glu 含量最高。7 个品种鸡胸肉、腿肉中氨基酸总量分别为 18.187~22.967 g/100g、16.324~24.503 g/100 g。7

个品种鸡胸肉、腿肉中 EAA/TAA 比值范围分别为 37.3%~42.9%、38.4%~42.6%; EAA/NEAA 比值范围分别为 59.5%~75.3%、62.4%~74.3%, 两者均接近或超过 FAO/WHO 推荐的人体必需氨基酸含量模式谱标准值, 易于被机体消化吸收。鸡肉中呈味氨基酸含量丰富, 壶瓶山鸡腿肉 SAA、UAA 含量最高, 与其他鸡种相比味道更鲜美。除麻鸡胸肉、青脚鸡腿肉外, 其余鸡种胸肌和腿肌 SRC 均能

达 70 以上, 蛋白质 EAA 组成与 FAO/WHO 规定的人体蛋白需求也类似, 蛋白质营养价值较高。7 个品种鸡胸肉、腿肉的第一限制性氨基酸有所不同, 建议消费者食用鸡肉时搭配其他含限制性氨基酸过剩的果蔬谷物, 以改善膳食营养。

参考文献

- [1] 王以中, 辛翔飞, 林青宁, 等. 我国畜禽种业发展形势及对策[J]. 农业经济问题, 2022, (7): 52–63.
WANG YZ, XIN XF, LIN QN, *et al.* Development situation and countermeasures of livestock and poultry seed industry in China [J]. *Agric Econ Prob*, 2022, (7): 52–63.
- [2] 姚汉亭. 食品营养学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.
YAO HT. *Food nutrition* [M]. Beijing: China Agriculture Press, 1995.
- [3] JORDAN MG, ERICA NM, NICK TB. Dietary protein and amino acid intake: Links to the maintenance of cognitive health [J]. *Nutrients*, 2019, 11(6): 1315.
- [4] 范文询, 译. 蛋白质食物的营养评价[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1984.
FAN WX, translation. *Nutritional evaluation of protein foods* [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 1984.
- [5] 李富银, 杜光英, 杨燕琴, 等. 白羽肉鸡、茶花鸡、茶花鸡 2 号肌肉氨基酸含量比较分析[J]. 饲料研究, 2023, 46(9): 103–108.
LI FY, DU GY, YANG YQ, *et al.* Comparative analysis of amino acid content in muscle of White feather Broiler, Camellia chicken and Camellia chicken No.2 [J]. *Feed Study*, 2023, 46(9): 103–108.
- [6] 杜文姬, 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.
DU WY, ZOU LQ, YANG ZL, *et al.* Amino acid analysis and nutritional evaluation of chicken muscle of 5 breeds in Guangxi [J]. *Chin J Anim Sci*, 2021, 57(9): 109–113.
- [7] XIAO ZC, ZHANG WG, YANG HT, *et al.* ¹H NMR-based water-soluble lower molecule characterization and fatty acid composition of Chinese native chickens and commercial broiler [J]. *Food Res Int*, 2020, 140: 110008.
- [8] 郑小江, 向东山, 肖浩, 景阳鸡氨基酸组成分析与营养价值评价[J]. 食品科学, 2010, 31(17): 373–375.
ZHENG XJ, XING DS, XIAO H. Analysis of amino acid composition and nutritional value evaluation of Jingyang chicken [J]. *Food Sci*, 2010, 31(17): 373–375.
- [9] SUN X, TIFFANY DG, URRIOLOA PE, *et al.* Nutrition up-grading of corn-ethanol co-product by fungal fermentation: Amino acids enrichment and anti-nutritional factors degradation [J]. *Food Bioprod Process*, 2021, 130: 1–13.
- [10] 王雪峰, 黄艾祥, 范江平, 等. 云南剥隘鸡肌肉中氨基酸的组成及含量分析[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(13): 136–142.
WANG XF, HUANG AIX, FAN JP, *et al.* Composition and content analysis of amino acids in muscle of Yunnan Xianwei chickens [J]. *Food Res Dev*, 2018, 39(13): 136–142.
- [11] FAO/WHO Expert Consultation. Protein quality evaluation report of the joint FAO/WHO expert consultation held in Bethesda [R]. Rome, 1989.
- [12] 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, (2): 187–190.
ZHU ST, WU K. Evaluation of protein nutritional value: Amino acid ratio coefficient method [J]. *Chin J Nutr*, 1988, (2): 187–190.
- [13] 王允茹, 蔡秋杏, 张晨晓, 等. 北部湾海区三种常见牡蛎的蛋白质及氨基酸营养分析与评价[J]. 食品工业科技, 2022, 43(7): 310–316.
WANG YR, CAI QX, ZHANG CX, *et al.* Analysis and evaluation of protein and amino acid nutrition of three common oysters in beibu gulf [J]. *Food Ind Sci Technol*, 2022, 43(7): 310–316.
- [14] 徐明明, 贺长青, 姚亚铃, 等. 洪江雪峰乌骨鸡胸肌营养成分分析与评价[J]. 经济动物学报, 2022, 26(3): 186–191, 196.
XU MM, HE CQ, YAO YL, *et al.* Necessary xuefeng chicken chest muscle nutrition composition analysis and evaluation [J]. *J Econ Anim*, 2022, 26(3): 186–191, 196.
- [15] 孙厚法. 山东省四个地方鸡种产肉性能和肉品质的比较研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2016.
SUN HF. Comparative analysis of four kinds of Shandong indigenous chicken on meat performance and meat quality [D]. Ti'an: Shandong Agricultural University, 2016.
- [16] 沈晔, 樊艳凤, 唐修君, 等. 不同生长速度肉鸡肌肉品质比较[J]. 中国家禽, 2021, 43(5): 8–13.
SHEN X, FAN YF, TANG XJ, *et al.* Different growth speed chicken muscle quality comparison [J]. *Chin Poult*, 2021, 4 (5): 8–13.
- [17] 梅凤艳, 曹志勇, 杨秀娟, 等. 不同性别武定鸡腿肌和胸肌中氨基酸含量比较分析[J]. 中国家禽, 2016, 38(21): 11–15.
MEI FY, CAO ZY, YANG XJ, *et al.* Different gender Wuding amino acid content in the chicken leg muscle and chest comparison analysis [J]. *Chin Poult*, 2016, 38(21): 11–15.
- [18] 李维红, 高雅琴, 杨晓玲, 等. 不同品种鸡肉氨基酸质量及风味分析[J]. 湖北农业科学, 2019, 58(21): 137–140.
LI WH, GAO YQ, YANG XL, *et al.* Analysis of amino acid quality and flavor of different chicken varieties [J]. *Hubei Agric Sci*, 2019, 58(21): 137–140.
- [19] 袁虹, 杨祝良, 肖聪, 等. 东涛鸡和广西麻鸡肌肉营养成分比较分析[J]. 广西畜牧兽医, 2022, 38(4): 147–149.
YUAN H, YANG ZL, XIAO C, *et al.* Comparative analysis of muscle nutrients of dongtao chicken and Guangxi Ma chicken [J]. *Guangzhou Anim Husband Veter Sci*, 2022, 38(04): 147–149.
- [20] 张城, 徐源扬, 李冲, 等. 马站红鸡公鸡屠宰性能、肌肉品质与营养成分评价分析[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2022, (4): 59–63.
ZHANG C, XU YY, LI C, *et al.* Horse standing red rooster slaughter performance and meat quality and nutrition evaluation analysis [J]. *Heilongjiang Anim Husband Veter Med*, 2022, (4): 59–63.
- [21] PELLET PL. Nutritional evaluation of protein foods [M]. Japan: United National University, 1980.
- [22] WHO, FAO and UNU. Protein and amino acid requirements in human nutrition. Report of a joint WHO/FAO/UNU expert consultation [R].

- World Health Organization Technical Report Series, 2007.
- [23] BCARTER BE, MONSIVAIS P, DREWNOWSKI A. The sensory optimum of chicken broths supplemented with calcium di glutamate: A possibility for reducing sodium while maintaining taste [J]. *Food Qual Prefer*, 2011, 22(7): 699–703.
- [24] ZHAO CJ, SCHIEBER A, GAENZLE MG, *et al.* Formation of taste-active amino acids, amino acid derivatives and peptides in food fermentations-A review [J]. *Food Res Int*, 2016, 89(1): 39–47.
- [25] MAEHASHI K, MATANO M, WANG H, *et al.* Bitter peptides activate hTAS2Rs, the human bitter receptors [J]. *Biochem Biophys Res Commun*, 2008, 365(4): 851–855.
- [26] SCHLICHTERLE-CERNY H, AMADO R. Analysis of taste-active compounds in an enzymatic hydrolysate of deamidated wheat gluten [J]. *J Agric Food Chem*, 2002, 50(6): 1515–1522.
- [27] 汪修意, 徐文泱, 易守福, 等. 坛子肉中氨基酸和脂肪酸营养品质评价[J]. *食品安全质量检测学报*, 2020, 11(1): 71–76.
- WANG XY, XU WY, YI SF, *et al.* Evaluation of the nutritional quality of amino acids and fatty acids in crock meat [J]. *J Food Saf Qual*, 2020, 11(1): 71–76.
- [28] 罗钦, 林兴榕, 潘葳, 等. 3 种养殖模式澳洲淡水龙虾肌肉的氨基酸比较分析与评价[J]. *食品安全质量检测学报*, 2022, 13(13): 4212–4218.
- LUO Q, LIN XR, PAN W, *et al.* Comparative analysis and evaluation of amino acids in muscle of three species of Australian freshwater lobster [J]. *J Food Saf Qual*, 2022, 13(13): 4212–4218.
- [29] 张丽, 魏清宇, 韩洁茹, 等. 边鸡肌肉氨基酸含量的分析与比较[J]. *家禽科学*, 2019, (10): 10–14.
- ZHANG L, WEI QY, HAN JR, *et al.* Analysis and comparison of amino acid content in muscle of Bian chickens [J]. *Poult Sci*, 2019, (10): 10–14.
- [30] 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.
- SHANG K, MI S, LI X, *et al.* Comparative study on Nutrient composition of Taihe Black chicken, hybrid black chicken and white feather broiler [J]. *Meat Res*, 2017, 31(12): 11–16.
- [31] GENTILE C, DI GE, DI SV, *et al.* Food quality and nutraceutical value of nine cultivars of mango (*Mangifera indica* L.) fruits grown in Mediterranean subtropical environment [J]. *Food Chem*, 2019, 277: 471–479.
- [32] 侯成立, 李欣, 王振宇, 等. 不同部位牦牛肉氨基酸、脂肪酸含量分析与营养价值评价[J]. *肉类研究*, 2019, 33(2): 52–57.
- HOU CL, LI X, WANG ZY, *et al.* Analysis of amino acid and fatty acid contents and nutritional value evaluation of different parts of yak meat [J]. *Meat Res*, 2019, 33(2): 52–57.
- [33] 颜孙安, 林香信, 刘文静, 等. 福建名特花生氨基酸营养价值评价[J]. *食品工业科技*, 2022, 43(17): 316–321.
- YAN SAN, LIN XX, LIU WJ, *et al.* Assessment of amino acid nutrition in the several peanut varieties from Fujian, China [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2022, 43(17): 316–321.
- [34] 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.
- LU HL, ZHOU ZY, WU Q, *et al.* Different day age east chicken muscle amino acid analysis and nutritional evaluation [J]. *Chin Feed*, 2022, (11): 87–90.
- [35] 吴莹莹, 鲍大鹏, 王瑞娟, 等. 6 种市售工厂化栽培金针菇的氨基酸组成及蛋白质营养评价[J]. *食品科学*, 2018, 39(10): 263–268.
- WU YY, BAO DP, WANG RJ, *et al.* Amino acid composition and nutritional evaluation of proteins in six samples of cultivated flammulina velutipes [J]. *Food Sci*, 2018, 39(10): 263–268.
- [36] 刘振艳, 美宏, 朱金峰, 等. 不同品种鲜食梨的氨基酸组成特征及其营养评价[J]. *食品安全质量检测学报*, 2022, 13(11): 3541–3548.
- LIU ZY, GUAN H, ZHU JF, *et al.* Amino acid composition characteristics and nutritional evaluation of different table *Pyrus* spp. varieties [J]. *J Food Saf Qual*, 2022, 13(11): 3541–3548.

(责任编辑: 韩晓红 于梦娇)

作者简介



王梦阁, 硕士研究生, 主要研究方向为畜产食品加工。
E-mail: 1434932404@qq.com

刘焱, 博士, 教授, 主要研究方向为畜禽水产品加工。
E-mail: 1356130766@qq.com