

四川白鹅氨基酸组成分析及营养评价

Analysis of amino acid composition and nutritional evaluation of Sichuan white goose

章杰¹ 何航^{1,2} 揭晓蝶¹ 田旭¹

ZHANG Jie¹ HE Hang^{1,2} JIE Xiao-die¹ TIAN Xu¹

程雅婷¹ 陈霏瑶¹ 刘安芳¹

CHENG Ya-ting¹ CHEN Pei-yao¹ LIU An-fang¹

(1. 西南大学动物科学学院, 重庆 402460; 2. 重庆三峡职业学院动物科技系, 重庆 404155)

(1. College of Animal Science, Southwest University, Chongqing 402460, China; 2. Department of Animal Science and Technology, Chongqing Three Gorges Vocational College, Chongqing 404155, China)

摘要:采用盐酸水解除消化法结合全自动氨基酸分析仪对不同年龄、部位和性别的四川白鹅肌肉氨基酸进行测定。结果显示:所有样品中均检出 17 种氨基酸,其中谷氨酸含量最高,天冬氨酸和亮氨酸其次;比较年龄、性别和部位 3 个因素,年龄是影响四川白鹅氨基酸含量的主要因素;各种类型的氨基酸含量基本在 180 日龄~2 年时达到最大值,其中必需氨基酸含量高于 FAO/WHO 的推荐值,但低于全鸡蛋模式;必需氨基酸/非必需氨基酸和必需氨基酸/氨基酸总量比值均高于 WHO/FAO 的推荐值,属于优质蛋白质;氨基酸评分、化学评分和必需氨基酸指数在 150 日龄之后达到最高值,其中第一限制性氨基酸均为缬氨酸,第二限制性氨基酸均为苯丙氨酸+酪氨酸。说明四川白鹅具有较高的营养价值及风味,特别是 180 日龄之后。

关键词:四川白鹅;氨基酸;组成;营养评价

Abstract: Sichuan white goose is an excellent local poultry breed. In order to measure its nutritional value, the muscle amino acid composition of distinct body parts for Sichuan white goose of different age and gender was analyzed. In this study, hydrochloric acid hydrolysis was adopted for digestion of muscle protein and Hitachi L-8800 automatic amino acid analyzer was used to determine the content of amino acids. The results showed that 17 amino acids were detected in all muscle samples, among which the content of Glu was the highest, followed by Asp and Leu. We found that, of the three factors, age, gender and parts of body, age was the main factor affecting the

amino acid content of Sichuan white goose. The content of various amino acids reaches their maximum between 180 days and 2 years, wherein the content of essential amino acids (EAA) was higher than the value recommended by FAO/WHO, but lower than that of whole egg. The ratios of EAA / NEAA and EAA / TAA were higher than the values recommended by FAO/WHO, which indicated that it was a good source of high-quality protein. The amino acid score (AAS), chemical score (CS) and essential amino acid index (EAAI) reached their highest values after 150 days of age. By evaluating either AAS or CS, we observed that the first-limiting amino acid was Val and the second-limiting amino acid was Phe+Tyr. These results suggested that Sichuan white goose meat has high nutritional value and good flavor, especially after 180 days of age.

Keywords: Sichuan white goose; amino acid; composition; nutrition evaluation

鹅肉具有高蛋白质、高不饱和脂肪酸、高消化吸收率、低脂肪和低胆固醇等特性,是一种绿色健康的食品^[1]。中国的鹅肉产量占到全世界的 94%,是最大的鹅肉生产国^[2]。目前,中国有 26 个家鹅品种,其中四川白鹅饲养量约占所有鹅品种养殖总量的 1/4^[3]。四川白鹅是中国优良地方品种资源之一,也是一个理想的杂交利用母本品种和育种素材,现已成为中国鹅种改良和杂交配套的常用品种^[4]。前人对四川白鹅开展了广泛的研究,比如生长性能^[5]、屠宰性能^[6]、血清生化^[7]、生长曲线^[1, 3]、氮平衡^[8]、免疫能力^[9]、基因表达^[10]及行为学^[11]。目前,对四川白鹅肉品质评价的研究还比较有限,尤其对氨基酸营养的分析是空白。畜禽肉的营养价值并不能简单地由单一氨基酸含量的高低所决定,而应该从所含氨基酸的种类、含量及比例进行综合评价。因此,本研究

基金项目:中央高校基本科研业务费专项(编号:XDJK2015C125)

作者简介:章杰,男,西南大学讲师,博士。

通信作者:刘安芳(1967—),女,西南大学教授,博士。

E-mail: anfangliu@126.com

收稿日期:2018-06-09

拟选择不同年龄的四川白鹅为研究对象,测定其肌肉氨基酸种类及含量,并对其营养价值进行评价,以期对四川白鹅肉质资源的开发利用提供一定的指导,同时也为消费者提供科学的参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

四川白鹅:按照舍内网床、舍外地面运动场的模式,以相同的环境、日粮及管理方式饲养于西南大学畜牧实训基地,分别选取70,90,120,150,180日龄和1,2年的同批次四川白鹅24只(公母各半),充分放血宰杀后去皮,取其腿肌和胸肌装入样品袋,置于冰盒内快速运回实验室进行后续操作。

盐酸、柠檬酸钠、氢氧化钠、苯酚、茚三酮等:分析纯,重庆川东化工(集团)有限公司;

氮气:纯度99.9%,重庆利达气体有限公司。

1.2 仪器与设备

电子天平:PB303-N型,瑞士Mettler Toledo公司;

真空冷冻干燥机:LGJ-10型,上海比朗仪器制造有限公司;

数显恒温水浴锅:HH-6型,江苏科析仪器有限公司;

电热鼓风干燥箱:WGL-125B型,天津市泰斯特仪器有限公司;

全自动氨基酸分析仪:L-8800型,日本Hitachi公司。

1.3 方法

1.3.1 样品处理 将肌肉组织表面筋膜、可见脂肪和结蹄组织尽可能地剔除,利用组织搅碎机搅碎、混匀。

1.3.2 氨基酸测定 按GB 5009.124—2016《食品中氨基酸的测定》执行。

1.3.3 蛋白质营养评价 根据FAO/WHO^[12]和Mitchell等^[13]提出的评分方法对蛋白质进行营养评价,具体评价指标如式(1)、(2)、(3):

$$AAS = \frac{m_1}{m_2}, \quad (1)$$

$$CS = \frac{m_1}{m_3}, \quad (2)$$

$$EAAI = \sqrt[n]{\frac{100A}{AE} \times \frac{100B}{BE} \times \frac{100C}{CE} \times \cdots \times \frac{100H}{HE}}, \quad (3)$$

式中:

AAS——氨基酸评分;

m_1 ——样品氨基酸含量,%;

m_2 ——FAO/WHO评分标准中同种氨基酸含量,%;

CS——化学评分;

m_3 ——鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量,%;

EAAI——必需氨基酸指数;

n ——必需氨基酸个数;

A、B、C、……、H——样品蛋白质必需氨基酸含量,%;

AE、BE、CE、……、HE——全鸡蛋蛋白质必需氨基酸含量,%。

1.4 数据分析

运用SAS 9.3对数据进行三因素方差分析,采用SPSS 16.0进行多重比较分析,结果以(平均值±标准差)表示。

2 结果与分析

2.1 氨基酸种类和含量

如表1所示,四川公、母白鹅70日龄~2年的胸肌和腿肌中均检测出7种必需氨基酸,2种半必需氨基酸和8种非必需氨基酸,说明四川白鹅蛋白质的氨基酸种类齐全。但色氨酸并未检出,主要是由于酸水解处理将色氨酸分解,故需采用其他方法对色氨酸进行测定^[14]。含量最高的是谷氨酸,然后依次是天冬氨酸、亮氨酸、赖氨酸和丙氨酸,最低的是胱氨酸。谷氨酸是重要的兴奋性神经递质,参与脑内蛋白质和糖的代谢,促进氧化过程,可与体内氨结合成无毒的谷氨酰胺,降低血氨水平,而谷氨酰胺则具有恢复机体创伤的作用^[15]。天冬氨酸具有防止和恢复疲劳、改善心肌收缩、增强肝脏功能等作用,它可促进氧和二氧化碳生成尿素,降低血液中氮和二氧化碳的量^[16]。亮氨酸可调控机体蛋白质合成及分解代谢,控制血糖水平,提供能量,还能提高生长激素产量来燃烧内脏脂肪^[17]。赖氨酸可有效提高机体对食物蛋白质的吸收和利用,进而促进生长发育、增强免疫等功能,常被作为第一限制性氨基酸^[18]。兔肉的营养特点之一就是“高赖氨酸”^[19],而四川白鹅赖氨酸含量高于兔肉,故“高赖氨酸”也可称为四川白鹅的营养特点之一。

肉的营养价值受到多种因素影响,比如动物种类、品种、年龄、性别及肌肉类型等,并且各因素的影响程度不同。为了解年龄、部位和性别对四川白鹅氨基酸含量的影响,对每种氨基酸进行三因素方差分析。如表1所示,年龄对所有氨基酸含量影响均显著($P < 0.05$);部位对6种氨基酸含量影响显著($P < 0.05$);性别对12种氨基酸含量影响显著($P < 0.05$);年龄×部位、年龄×性别、年龄×部位×性别对所有氨基酸含量均具有显著交互作用($P < 0.05$);部位×性别对8种氨基酸具有显著交互作用($P < 0.05$),说明年龄是影响四川白鹅氨基酸含量的主要因素,其次是性别,最后是肌肉部位。因此,在生产中要根据实际需要选择四川白鹅的出栏时间。

2.2 不同类型氨基酸总量

如表2所示,随年龄的增长,不同部位、不同性别的EAA、SEAA和NEAA含量无明显的规律性变化趋势,但可看出大部分EAA、SEAA和NEAA含量的最高值主要集中在180日龄~2年,这主要与氨基酸在动物体内处于动态平衡过程,需要一定的时间来积累相关^[20]。俗话说,越老的鹅炖汤其风味越佳,正反映了老鹅氨基酸含量较高。EAA/NEAA和EAA/TAA比值分别在0.77~0.88和0.40~0.43,基本不受年龄的影响,但均高于FAO/WHO所规定的理想蛋白质60%和40%的标准。综上所述,四川白鹅肉的营养价值较高,属于优质蛋白质,其组成能为人体提供所需的EAA,但在一定年龄范围内,越老其营养价值相对越高。就性别来看,各类型氨基酸含量及比例高低无一致的规律性,

表 1 四川白鹅氨基酸含量的三因素(年龄、部位和性别)方差分析[†]

Table 1 Three-way (age, location and sex) analysis of variance of amino acid content in Sichuan white goose

显著性	苏氨酸(Thr)	缬氨酸(Val)	蛋氨酸(Met)	异亮氨酸(Ile)	亮氨酸(Leu)	苯丙氨酸(Phe)	赖氨酸(Lys)	组氨酸(His)	精氨酸(Arg)
P _{年龄}	▲	▲	▲	▲	▲	●	▲	▲	▲
P _{部位}	▲	○	●	○	○	○	○	○	●
P _{性别}	▲	○	●	●	○	○	▲	○	●
P _{年龄×部位}	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
P _{年龄×性别}	▲	▲	▲	▲	▲	●	▲	▲	▲
P _{部位×性别}	▲	●	▲	○	○	▲	○	●	○
P _{年龄×部位×性别}	▲	▲	▲	●	▲	▲	▲	▲	▲
含量/%	2.93~4.01	2.85~3.70	1.72~2.51	3.02~3.97	6.09~7.60	2.57~3.32	5.71~7.34	1.63~2.59	4.03~5.18
显著性	脯氨酸(Pro)	天冬氨酸(Asp)	丝氨酸(Ser)	谷氨酸(Glu)	甘氨酸(Gly)	丙氨酸(Ala)	胱氨酸(Cys)	酪氨酸(Tyr)	
P _{年龄}	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
P _{部位}	▲	○	▲	○	▲	○	○	○	
P _{性别}	▲	▲	▲	▲	▲	○	●	▲	
P _{年龄×部位}	▲	▲	▲	▲	▲	○	▲	▲	
P _{年龄×性别}	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
P _{部位×性别}	▲	○	●	○	○	○	▲	○	
P _{年龄×部位×性别}	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
含量/%	2.42~3.40	6.02~7.47	2.07~3.14	9.91~12.32	3.21~4.85	4.30~5.54	0.67~0.90	1.23~2.17	

† ●表示在 P<0.05 水平差异显著;▲表示在 P<0.01 水平差异极显著;○表示在 P>0.05 水平差异不显著。

表 2 四川白鹅各类型氨基酸含量[†]

Table 2 The various types of amino acids content in Sichuan white goose

%

分类	部位	性别	70 日龄	90 日龄	120 日龄	150 日龄	180 日龄	1 年	2 年
EAA	胸肌	公	28.09±1.03 ^{bcB}	28.82±0.74 ^{bcAB}	28.38±1.09 ^{bcAB}	29.51±0.75 ^{abAB}	27.54±0.62 ^{cB}	30.42±0.75 ^{aA}	29.24±0.65 ^{abAB}
		母	29.92±0.68 ^{abAB}	28.50±0.21 ^{cBC}	30.54±0.88 ^{aA}	28.09±1.10 ^{cBC}	28.93±0.63 ^{bcABC}	27.70±0.76 ^{cC}	28.33±0.50 ^{cBC}
	腿肌	公	29.67±0.96 ^{aA}	26.14±0.92 ^{bb}	29.09±0.21 ^{aA}	30.25±0.74 ^{aA}	30.54±0.99 ^{aA}	29.40±0.92 ^{aA}	26.00±0.48 ^{bb}
		母	29.61±0.95 ^{ab}	28.51±1.11 ^b	28.93±1.05 ^b	30.68±0.63 ^a	29.18±0.84 ^{ab}	29.23±0.65 ^{ab}	30.66±0.71 ^a
SEAA	胸肌	公	6.75±0.29	6.81±0.21	6.76±0.16	7.07±0.23	6.67±0.25	7.04±0.10	7.12±0.11
		母	7.54±0.23	6.81±0.05	7.23±0.26	6.87±0.15	6.83±0.20	6.60±0.15	6.65±0.11
	腿肌	公	7.09±0.12	6.19±0.11	7.12±0.05	7.20±0.17	7.25±0.21	6.81±0.17	5.98±0.19
		母	7.21±0.17	6.74±0.24	7.09±0.25	7.27±0.16	6.14±0.07	6.72±0.14	6.97±0.13
NEAA	胸肌	公	35.83±0.83 ^{abAB}	34.93±0.89 ^{abcAB}	33.68±1.18 ^{cb}	34.91±0.67 ^{abcAB}	34.35±0.86 ^{bcAB}	36.28±0.64 ^{aA}	35.01±0.35 ^{abcAB}
		母	37.22±1.16 ^a	36.61±0.31 ^{ab}	36.38±1.10 ^{ab}	35.52±0.88 ^b	35.75±0.94 ^{ab}	35.02±0.62 ^b	35.98±0.60 ^{ab}
	腿肌	公	36.15±0.92 ^{abA}	32.23±0.90 ^{dB}	34.35±0.24 ^{cAB}	34.85±0.85 ^{bcA}	36.02±1.22 ^{abA}	36.71±1.02 ^{aA}	32.31±0.85 ^{dB}
		母	35.77±1.02 ^{aA}	36.8±0.88 ^{aA}	36.04±1.15 ^{aA}	36.03±0.70 ^{aA}	33.09±0.41 ^{bb}	35.38±0.72 ^{aA}	36.40±0.57 ^{aA}
TAA	胸肌	公	70.67±2.14	70.56±1.84	68.82±2.44	71.49±1.65	68.56±1.72	73.74±1.49	71.37±0.99
		母	74.68±2.07	71.92±0.58	74.15±2.24	70.48±2.13	71.51±1.78	69.32±1.54	70.96±1.21
	腿肌	公	72.91±2.01	64.56±1.93	70.56±0.50	72.30±1.76	73.81±2.42	72.92±2.10	64.29±1.52
		母	72.59±2.13	72.05±2.23	72.06±2.45	73.98±1.49	68.41±0.59	71.33±1.51	74.03±1.41
EAA/NEAA	胸肌	公	0.78	0.83	0.84	0.85	0.80	0.84	0.84
		母	0.80	0.78	0.84	0.79	0.81	0.79	0.79
	腿肌	公	0.82	0.81	0.85	0.87	0.85	0.80	0.80
		母	0.83	0.77	0.80	0.85	0.88	0.83	0.84
EAA/TAA	胸肌	公	0.40	0.41	0.41	0.41	0.40	0.41	0.41
		母	0.40	0.40	0.41	0.40	0.40	0.40	0.40
	腿肌	公	0.41	0.40	0.41	0.42	0.41	0.40	0.40
		母	0.41	0.40	0.40	0.41	0.43	0.41	0.41

† EAA 必需氨基酸;SEAA 半必需氨基酸;NEAA 非必需氨基酸;TAA 氨基酸总量;同行不同小写字母表示差异显著(P<0.05);同行不同大写字母表示差异极显著(P<0.01)。

具有年龄特异性。从部位上来看,各类型氨基酸含量及比例总体上是腿肌高于胸肌,与前人^[21]报道的鸡胸肌 EAA 和 TAA 含量高于腿肌相矛盾,可能是物种间的差异引起,具体原因有待于研究。

2.3 呈味氨基酸组成

肉的鲜美程度主要取决于呈味氨基酸(FAA)含量及比例,按照风味类型可将其分为甜(SAA)、苦(BAA)和鲜味氨基酸(DAA),其中对肉鲜美程度起决定作用的是 DAA^[22]。此外,由于 Glu 和 Asp 是形成鲜味物质的重要前体物质之一,故将 Glu 和 Asp 归为 DAA 进行分析^[23]。如表 3 所示,随年龄的增长,不同部位、不同性别的各种 FAA 含量及总量呈现无规律的变化趋势,但可看出公鹅胸肌和腿肌 SAA、BAA 和 DAA 含量的最大值均集中在 180 日龄或 1 年,母鹅 SAA、BAA 和 DAA 含量的最大值均呈现无规律性分布,相反,其最小值则均集中在 180 日龄和 1 年;FAA 总量除了母鹅胸肌在 70 日龄最高,其他最大值均集中在 180 日龄~2 年。公母鹅之间呈味氨基酸含量随日龄的变化呈现出不同的趋势,可能是风味物质沉积的方式存在性别差异。陈康等^[24]研究结果表明不同性别的伊拉免肉风味物质存在显著

差异。此外,从呈味氨基酸的构成比例来看,SAA+DAA 与 BAA 的比值均在 1.6 以上,DAA 占 FAA 的比例也在 26% 以上,说明四川白鹅具有良好的风味口感。

2.4 蛋白质营养评价

如表 4 所示,四川白鹅各年龄阶段的 7 种 EAA 除了 Val 和 Phe+Tyr 与 FAO/WHO 推荐的理想蛋白质模式的比值(AAS)<1 外,其他均>1;而与鸡蛋蛋白模式比较,除了 Lys 比值(CS)>1,其他均<1,说明四川白鹅 EAA 模式虽然没有鸡蛋 EAA 模式完美,但也符合 FAO/WHO 推荐的人体 EAA 模式,是理想的膳食肉蛋白质来源。Thr、Val、Ile 和 Leu 在不同部位、不同性别间的 AAS 和 CS 的最大值基本集中在 150 日龄~1 年,而 Lys、Phe+Tyr 和 Met+Cys 的最大值则主要集中在 180 日龄~2 年,说明在生产实践中要根据需求来管理四川白鹅的养殖出栏时间,若从追求生长性能以及效益来看,四川白鹅可在 70 日龄出栏,但若从营养的角度来看,四川白鹅至少应达到 150 日龄后出栏才具有相对较高的营养价值。此外,AAS 和 CS 还可反映出蛋白质的限制性氨基酸的缺乏程度,能够直观地对蛋白质进行营养评价^[25]。由表 4 还可知,四川白鹅在 2 种评价标准下的第一限制性氨

表 3 四川白鹅的呈味氨基酸组成[†]

Table 3 The flavor amino acids composition of Sichuan white goose

%

分类	部位	性别	70 日龄	90 日龄	120 日龄	150 日龄	180 日龄	1 年	2 年
SAA	胸肌	公	25.05±1.00 ^a	24.21±0.69 ^{ab}	23.62±0.92 ^b	24.64±0.58 ^{ab}	24.36±0.58 ^{ab}	25.13±0.51 ^a	24.93±0.63 ^{ab}
		母	26.34±0.67 ^{aA}	25.27±0.23 ^{bAB}	25.10±0.73 ^{bAB}	24.93±0.77 ^{bAB}	24.78±0.63 ^{bAB}	24.53±0.48 ^{bB}	24.99±0.53 ^{bAB}
	腿肌	公	25.18±0.78 ^{abAB}	22.40±0.73 ^{cD}	24.08±0.17 ^{bBC}	24.38±0.59 ^{bAB}	24.83±0.71 ^{abAB}	25.81±0.70 ^{aA}	22.71±0.53 ^{cD}
		母	24.71±0.69 ^{abcAB}	25.70±0.93 ^{aA}	25.21±0.74 ^{abAB}	24.77±0.66 ^{abcAB}	23.74±0.31 ^{cB}	24.09±0.55 ^{bcAB}	24.85±0.51 ^{abcAB}
BAA	胸肌	公	25.08±0.91 ^{bcAB}	25.72±0.71 ^{abcAB}	25.31±0.90 ^{bcAB}	26.39±0.75 ^{abAB}	24.74±0.61 ^{cB}	26.83±0.54 ^{aA}	26.39±0.52 ^{abAB}
		母	27.01±0.68 ^{aA}	25.30±0.18 ^{bB}	27.10±0.77 ^{aA}	25.23±0.85 ^{bB}	25.66±0.65 ^{bAB}	24.54±0.74 ^{bB}	25.07±0.44 ^{bB}
	腿肌	公	26.42±0.82 ^{aA}	23.26±0.71 ^{bB}	26.16±0.19 ^{aA}	27.14±0.69 ^{aA}	27.24±0.94 ^{aA}	25.89±0.79 ^{aA}	22.95±0.51 ^{bB}
		母	26.53±0.75 ^{abcABC}	25.26±0.90 ^{cdBC}	25.93±1.02 ^{bcdABC}	27.33±0.47 ^{aA}	24.76±0.35 ^{dC}	25.67±0.54 ^{bcdABC}	26.88±0.60 ^{abAB}
DAA	胸肌	公	17.73±0.18	17.78±0.38	17.53±0.51	18.00±0.25	17.06±0.49	18.98±0.39	17.68±0.38
		母	18.85±0.68	18.51±0.09	19.08±0.67	17.63±0.41	18.46±0.41	17.75±0.27	18.15±0.19
	腿肌	公	18.67±0.35	16.35±0.41	17.74±0.07	18.27±0.42	18.83±0.70	18.78±0.56	16.39±0.42
		母	18.47±0.57	18.37±0.32	18.27±0.60	18.96±0.30	17.93±0.13	18.75±0.37	19.35±0.23
FAA	胸肌	公	67.86±2.09	67.71±1.78	66.46±2.33	69.03±1.58	66.16±1.68	70.94±1.44	69.00±0.95
		母	72.20±2.03	69.08±0.50	71.28±2.17	67.79±2.03	68.90±1.70	66.82±1.49	68.21±1.17
	腿肌	公	70.27±1.95	62.01±1.85	67.98±0.43	69.79±1.69	70.90±2.35	70.48±2.05	62.05±1.46
		母	69.71±2.00	69.33±2.15	69.41±2.36	71.06±1.42	66.42±0.6	68.51±1.46	71.08±1.34
DAA+	胸肌	公	1.71	1.63	1.63	1.62	1.67	1.64	1.61
		母	1.67	1.73	1.63	1.69	1.69	1.72	1.72
SAA/BAA	腿肌	公	1.66	1.67	1.60	1.57	1.60	1.72	1.70
		母	1.63	1.74	1.68	1.60	1.68	1.67	1.64
DAA/FAA	胸肌	公	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.27	0.26
		母	0.26	0.27	0.27	0.26	0.27	0.27	0.27
	腿肌	公	0.27	0.26	0.26	0.26	0.27	0.27	0.26
		母	0.26	0.27	0.26	0.27	0.27	0.27	0.27

† SAA 甜味氨基酸;BAA 苦味氨基酸;DAA 鲜味氨基酸;FAA 呈味氨基酸;同行不同小写字母表示差异显著(P<0.05);同行不同大写字母表示差异极显著(P<0.01)。

表 4 四川白鹅必需氨基酸组成评价[†]
Table 4 Evaluation of essential amino acid composition of Sichuan white goose %

必需氨基酸	部位	性别	70 日龄		90 日龄		120 日龄		150 日龄		180 日龄		1 年		2 年	
			AAS	CS	AAS	CS	AAS	CS	AAS	CS	AAS	CS	AAS	CS	AAS	CS
Thr	胸肌	公	1.10	0.83	1.11	0.84	1.12	0.84	1.14	0.85	1.06	0.80	1.19	0.89	1.13	0.85
		母	1.18	0.88	1.12	0.84	1.19	0.89	1.07	0.80	1.12	0.84	1.10	0.83	1.11	0.83
	腿肌	公	1.15	0.87	1.03	0.77	1.14	0.85	1.14	0.86	1.19	0.90	1.15	0.86	1.01	0.76
		母	1.15	0.86	1.12	0.84	1.11	0.83	1.17	0.88	1.33	1.00	1.16	0.87	1.20	0.90
Val*	胸肌	公	0.84	0.52	0.84	0.53	0.81	0.51	0.86	0.54	0.81	0.51	0.87	0.54	0.86	0.54
		母	0.88	0.55	0.83	0.52	0.86	0.54	0.81	0.50	0.82	0.51	0.79	0.50	0.79	0.49
	腿肌	公	0.85	0.53	0.76	0.48	0.85	0.53	0.89	0.56	0.88	0.55	0.83	0.52	0.74	0.46
		母	0.86	0.54	0.81	0.51	0.83	0.52	0.90	0.56	0.75	0.47	0.82	0.51	0.87	0.55
Ile	胸肌	公	1.19	0.64	1.19	0.64	1.19	0.64	1.23	0.66	1.15	0.61	1.24	0.67	1.15	0.61
		母	1.24	0.66	1.20	0.64	1.27	0.68	1.19	0.64	1.20	0.64	1.12	0.60	1.20	0.64
	腿肌	公	1.22	0.66	1.07	0.57	1.15	0.62	1.31	0.70	1.27	0.68	1.22	0.66	1.11	0.59
		母	1.22	0.65	1.20	0.64	1.21	0.65	1.29	0.69	1.21	0.65	1.21	0.65	1.27	0.68
Leu	胸肌	公	1.11	0.85	1.15	0.88	1.14	0.87	1.17	0.90	1.09	0.84	1.21	0.93	1.12	0.86
		母	1.17	0.90	1.12	0.86	1.21	0.93	1.11	0.85	1.15	0.88	1.08	0.83	1.11	0.86
	腿肌	公	1.18	0.91	1.04	0.80	1.17	0.90	1.21	0.93	1.22	0.94	1.16	0.89	1.03	0.79
		母	1.17	0.90	1.12	0.86	1.15	0.88	1.21	0.93	1.14	0.87	1.15	0.88	1.20	0.92
Lys	胸肌	公	1.44	1.20	1.46	1.22	1.44	1.20	1.51	1.26	1.40	1.16	1.57	1.31	1.46	1.22
		母	1.54	1.28	1.48	1.23	1.58	1.32	1.45	1.21	1.50	1.25	1.44	1.20	1.46	1.22
	腿肌	公	1.53	1.27	1.33	1.11	1.48	1.23	1.53	1.27	1.55	1.29	1.53	1.27	1.34	1.11
		母	1.52	1.27	1.47	1.23	1.50	1.25	1.58	1.31	1.46	1.22	1.51	1.26	1.59	1.32
Phe+Tyr**	胸肌	公	0.98	0.54	1.00	0.55	0.91	0.50	0.95	0.52	0.89	0.49	1.03	0.57	0.95	0.52
		母	0.97	0.53	0.99	0.54	1.03	0.56	0.96	0.53	0.97	0.53	0.93	0.51	0.97	0.53
	腿肌	公	0.99	0.55	0.90	0.49	0.95	0.52	0.96	0.53	1.04	0.57	0.93	0.51	0.83	0.46
		母	1.03	0.56	0.96	0.53	0.97	0.53	1.05	0.58	0.82	0.45	1.00	0.55	1.05	0.58
Met+Cys	胸肌	公	1.06	0.59	1.17	0.65	1.10	0.61	1.15	0.64	1.11	0.62	1.20	0.67	1.32	0.73
		母	1.13	0.63	1.12	0.62	1.24	0.69	1.14	0.63	1.14	0.63	1.09	0.61	1.17	0.65
	腿肌	公	1.15	0.64	1.06	0.59	1.18	0.66	1.18	0.65	1.22	0.68	1.16	0.65	1.03	0.57
		母	1.19	0.66	1.16	0.64	1.13	0.63	1.22	0.68	1.22	0.68	1.18	0.66	1.23	0.68
EAAI	胸肌	公	80.27		81.91		79.97		82.39		78.61		84.74		82.26	
		母	83.22		81.20		85.22		80.11		81.47		78.94		80.76	
	腿肌	公	82.95		76.08		81.83		84.00		85.36		82.10		75.15	
		母	83.46		81.08		81.52		85.64		81.16		82.61		85.65	

† * 为第一限制性氨基酸; ** 为第二限制性氨基酸。

氨酸均为 Val, 第二限制性氨基酸均为 Phe+Tyr。研究表明, 四川白兔^[26] 和海洋蛸类^[27] 的第一限制性氨基酸为 Val, 而关岭黄牛^[20] 的第一限制性氨基酸为 Met+Cys。因此, 依据蛋白质互补法则, 可将不同来源的生物蛋白按一定比例配比食用, 可有效提高食物的营养价值^[28]。

四川白鹅 EAAI 为 75.15~85.65(平均值 81.77), 高于四川白兔(平均值 80.31)^[26]、关岭黄牛(平均值 78.29)^[20] 和泉水鱼(62.08)^[29], 其中 180 日龄~2 年较高, 腿肌高于胸肌, 母鹅高于公鹅。另外, EAAI 还可从一定程度上反映蛋白质的消化利用率(PD)^[30]。大体上, 180 日龄~2 年的四川白鹅 PD 较高, 且腿肌 PD 高于胸肌, 母鹅 PD 高于公鹅, 这为日常

生活中居民喜欢选择老母鹅来炖汤提供了理论依据。

3 结论

四川白鹅氨基酸种类齐全、配比合理, 必需氨基酸和鲜味氨基酸含量丰富, 且随着年龄的增长而升高, 均为优质的蛋白源, 具有较高的营养价值、风味及消化利用率, 尤其是 180 日龄之后, 第一限制性氨基酸均为缬氨酸; 另外, 腿肌营养价值 and 鲜味略高于胸肌, 母鹅营养价值和鲜味略高于公鹅。本研究仅分析了四川白鹅鲜肉的氨基酸含量, 没有对其进行加工, 比如煮制和卤制等, 因此, 后续可采用不同方式加工后来进一步研究。

参考文献

- [1] IBTISHAM F, ZHANG Li, JIA Ru-min, et al. Growth patterns of two Chinese native goose breeds[J]. Brazilian Journal of Poultry Science, 2017, 19(2): 203-210.
- [2] ZHU Wen-qi, CHEN Kuan-wei, LI Hui-fang, et al. Two maternal origins of the Chinese domestic grey goose[J]. Journal of Animal Veterinary Advances, 2010, 9(21): 2 674-2 678.
- [3] 刘作兰, 黄勇, 王启贵, 等. 四川白鹅体重、肌肉、消化道生长曲线拟合和分析研究[J]. 中国畜牧杂志, 2017, 53(1): 21-27.
- [4] 李建华. 四川白鹅的品种特性及杂交应用[J]. 中国家禽, 2003, 25(10): 34-36.
- [5] 黄勇, 马娇丽, 王启贵, 等. 青绿甜高粱秸秆替代部分全价饲料对鹅生长性能、屠宰性能及肉品质的影响[J]. 畜牧兽医学报, 2017, 48(3): 483-491.
- [6] 陈明君, 刘万红, 何德超, 等. 能量和粗蛋白水平对9~10周龄四川白鹅屠宰性能的影响研究[J]. 中国家禽, 2016, 38(16): 28-32.
- [7] 李琴, 赵献芝, 刘万红, 等. 饲料代谢能水平对1~3周龄四川白鹅生长性能和血清生化指标的影响[J]. 动物营养学报, 2016, 28(10): 3 076-3 083.
- [8] 李琴, 陈明君, 彭祥伟. 饲料粗蛋白质和代谢能水平对4~8周龄四川白鹅生产性能和氮平衡的影响[J]. 动物营养学报, 2015, 27(1): 67-75.
- [9] 朱德康, 黎敏, 车茜, 等. 小鹅瘟病毒VP3真核表达质粒与弱毒疫苗诱导鹅体免疫应答的比较[J]. 中国农业科学, 2011, 44(3): 595-603.
- [10] PAN Zi-xiong, HAN Chun-chun, WANG Ji-wei, et al. Cloning and expression of stearoyl-CoA desaturase 1 (SCD-1) in the liver of the Sichuan white goose and landes goose responding to overfeeding[J]. Molecular Biology Reports, 2011, 38(5): 3 417-3 425.
- [11] 王苗苗, 张惠子, 徐琪, 等. 浙东白鹅与四川白鹅求偶行为和交配行为的观察比较[J]. 中国畜牧杂志, 2017, 53(4): 32-37.
- [12] FAO/WHO and Hoc Expert Committee. Energy and protein requirement[R]. Rome: World Health Organization, Geneva FAO, 1973: 61-65.
- [13] MITCHELL H H, BLOCK R J. Some relationships between the amino acid contents of proteins and their nutritive values for the rat[J]. Journal of Biology Chemistry, 1946, 36(9): 599-620.
- [14] 陆东林. 乳蛋白质的氨基酸组成和氨基酸评分[J]. 新疆畜牧业, 2014(10): 4-8.
- [15] 李婧, 孙建栋, 苑玉和, 等. 谷氨酸能神经传递在抑郁症发病机制中作用的研究进展[J]. 神经药理学报, 2014, 4(1): 20-24.
- [16] MCBAIN C J, MAYER M L. N-methyl-D-aspartic acid receptor structure and function [J]. Physiological Reviews, 1994, 74(3): 723-761.
- [17] 杨昕润, 曹阳春, 郑辰, 等. 日粮添加亮氨酸和苯丙氨酸对荷斯坦公犊生长性能及血清代谢物的影响[J]. 中国农业科学, 2017, 50(21): 4 196-4 204.
- [18] MARTIN C, ZHANG Yi. The diverse functions of histone lysine methylation[J]. Nature Reviews Molecular Cell Biology, 2005, 6(11): 838-849.
- [19] DALLE Z A, SZENDRO Z. The role of rabbit meat as functional food[J]. Meat Science, 2011, 88(3): 319-331.
- [20] 刘忠伟, 陈伟, 夏丹. 不同年龄关岭黄牛生长性状及肌肉氨基酸组成分析[J]. 湖北农业科学, 2015, 54(17): 4 240-4 244.
- [21] 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.
- [22] KIRIMURA J, SHIMIZU A, KIMIZUKA A, et al. Contribution of peptides and amino acids to the taste of foods [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1969, 17(4): 689-695.
- [23] 曾羽, 陈兴福, 张玉, 等. 不同海拔菊花氨基酸组分分析及营养价值评价[J]. 食品与发酵工业, 2014, 40(4): 190-194.
- [24] 陈康, 李洪军, 贺稚非, 等. 不同性别伊拉兔肉挥发性风味物质的SPME-GC-MS分析[J]. 食品科学, 2014, 35(6): 98-102.
- [25] 杨国青, 吴次南, 王华磊, 等. 蒸煮和微波加热对鲤鱼肌肉氨基酸含量的影响[J]. 山地农业生物学报, 2015, 34(2): 57-60.
- [26] 李杨梅, 贺稚非, 任灿, 等. 四川白兔的氨基酸组成分析及营养价值评价[J]. 食品与发酵工业, 2017, 43(3): 217-223.
- [27] 薛静, 马继民, 张信祥, 等. 两种海洋鲷类营养成分分析与评价[J]. 中国食品学报, 2015, 15(12): 203-211.
- [28] 王翠霞. 必不可少的蛋白质[J]. 糖尿病新世界, 2013(3): 48-49.
- [29] 朱成科, 黄辉, 向泉, 等. 泉水鱼肌肉营养成分分析及营养学评价[J]. 食品科学, 2013, 34(11): 246-249.
- [30] OSER B L. Protein and amino acid nutrition [M]//An integrated essential amino acid index for predicting the biological value of proteins. New York: Academic Press, 1959: 295-311.
- [17] 符莎露, 吴甜甜, 吴春华, 等. 植物多酚的抗氧化和抗菌机理及其在食品中的应用[J]. 食品工业, 2016(6): 242-246.
- [18] 李玉邯, 杨柳, 张一, 等. 鼠尾草提取物对腊肉品质和抗氧化性能的影响[J]. 中国食品添加剂. 2017(2): 140-143.
- [19] SIRAGUSA S, ANGELIS M D, CAGNO R D, et al. Synthesis of gamma-aminobutyric acid by lactic acid bacteria isolated from a variety of Italian cheeses[J]. Applied & Environmental Microbiology, 2007, 73(22): 7 283-7 290.
- [20] 杨玉红. 乳酸菌的抑菌活性及在肉品保鲜中的应用[J]. 肉类工业, 2013(6): 50-54.
- [21] 诸葛斌. 一种从牡丹球中提取生物保鲜剂的方法及应用: 中国, 201611107661.X[P]. 2016-12-06.
- [22] BERDAGUE J L, MONTEIL P, MONTEL M C, et al. Effects of starter cultures on the formation of flavour compounds in dry sausage[J]. Meat Science, 1993, 35(3): 275-287.
- [23] 刘登勇, 周光宏, 徐幸莲. 腊肠主体风味物质及其分析新方法[J]. 肉类研究, 2011, 25(3): 15-20.
- [24] YUASA Y, TSURUTA H. Convenient syntheses of iso-methyl-branched long-chain aliphatic aldehydes, known to contribute significantly to meat flavour [J]. Flavour Fragrance Journal, 2004, 19(3): 199-204.

(上接第23页)