

巨骨舌鱼肌肉的营养成分分析及评价

王 茵¹, 吴成业¹, 郭建兴², 刘淑集¹, 苏永昌¹

(1. 福建省水产研究所, 福建 厦门 361012; 2. 漳州市海洋与渔业局, 福建 漳州 363000)

摘 要: 分析了巨骨舌鱼肌肉的主要营养成分, 并综合评定其营养价值。结果表明, 巨骨舌鱼肌肉中蛋白质、脂肪含量分别占鲜重的 16. 5% 和 6. 8%; 18 种氨基酸总含量约占其干重的 54. 76%, 其中 8 种必需氨基酸占氨基酸总量的 37. 60%, 必需氨基酸与非必需氨基酸含量的比值为 58. 91%, 鲜味氨基酸含量占干重的 22. 0%, 必需氨基酸指数为 65. 7, 色氨酸和甲硫氨酸分别是第一、二限制氨基酸; 不饱和脂肪酸占脂肪酸总量的 55. 8%, DHA 和 EPA 共占 8. 6%; 矿物质含量丰富, 尤其是钙含量最高, 达 3 367 mg·kg⁻¹。

关键词: 巨骨舌鱼; 营养成分; 氨基酸; 脂肪酸; 矿物元素

中图分类号: S 917 文献标识码: A

Nutrition composition of *Arapaima gigas* Fillet

WANG Yin¹, WU Cheng-ye¹, GUO Jian-xing², LIU Shu-ji¹, SU Yong-chang¹

(1. Fisheries Research Institute of Fujian, Xiamen, Fujian 361012, China; 2. Ocean and Fisheries Bureau of Zhangzhou, Zhangzhou, Fujian 363000, China)

Abstract: The nutrients and nutritive value of *Arapaima gigas* fillet were determined. The results showed that the protein and fat in the fresh muscles were 16. 5% and 6. 8%, respectively. The total content of 18 amino acids was 54. 76% (dry weight), while 37. 6% of which was the 8 essential amino acids. The ratio of essential amino acids to non-essential amino acids was 58. 91%. The essential amino acids index was 65. 7, with the first and second limiting amino acid being Met and Trp, respectively. The content of 4 flavoring amino acids was 22%. It contained 8. 6% DHA and EPA. The unsaturated fatty acid made up 55. 8% of the total fatty acids. The contents of minerals and trace elements were high, particularly, Ca (3367 mg·kg⁻¹).

Key words: *Arapaima gigas*; nutrition composition; amino acids; fatty acids; minerals

巨骨舌鱼 *Arapaima gigas* 俗称海象鱼, 属硬骨鱼纲 Osteichthyes、骨舌鱼目 Osteoglossiformes、骨舌鱼科 Osteoglossidae。原产于南美洲亚马逊河流域, 据推测已有 1 亿多年的历史, 且保留着原始特征, 被称为水中的“活化石”^[1]。同时也是世界上最大的淡水鱼之一, 其生长迅速、体型巨大、味道鲜美、无肌间刺。近年来, 福建省积极引进巨骨舌鱼鱼苗育种及养殖技术, 拓展其国内外市场。但目前为止, 巨骨舌鱼营养成分分析的相关报道还比较少见, 为促进巨骨舌鱼规模化人工养殖及育种工作的开展及其配合饲料的研制提供基础资料 and 理论依据, 测定了巨骨舌鱼肌肉基本营养成分并对其营养价值进行综合比较及评价。

1 材料与方法

1. 1 样本来源及处理

巨骨舌鱼于 2010 年 3 月由漳州阿伟水族工贸有限公司养殖场提供, 外观检查体质健壮, 无病害。每尾鱼体重约为 35 kg, 体长约 1. 6 m。

剔取鱼体全部肌肉, 洗净后, 去皮、捣碎并混匀, 从中随机取样用于营养成分的测定分析。

1. 2 测定方法

基本营养成分的测定: 蛋白质含量采用凯氏定氮法测定 (GB/T 5009. 5); 粗脂肪含量采用索氏抽提法测定 (GB/T 5009. 6); 水分和粗灰分分别采用常压恒温干燥法 (GB/T 5009. 3) 和马福炉 550℃高温灼烧法 (GB/T 5009. 4) 测定。

收稿日期: 2010- 04- 21 初稿; 2010- 06- 15 修改稿
作者简介: 王茵 (1983-), 女, 硕士, 研究实习员, 主要从事水产品加工利用研究
通讯作者: 吴成业 (1953-), 男, 研究员, 主要从事水产品加工利用研究 (E-mail: wcy@fjcs.ac.cn)
资助项目: 国家科技支撑计划项目 (2006BAD05A18); 福建省海洋与渔业局重点项目 (20050306)

氨基酸检测: 根据 GB/T 5009 124 规定的方法, 由日立 HITACHI835- 50 型氨基酸自动分析仪直接测定。

矿物质含量检测: 采用 GB/T 5009 13 规定的方法分别测定各种矿物质含量。

脂肪酸组分检测: 根据 GB/T 17377 规定的方法, 采用气相色谱仪分析脂肪酸各组分的相对含量。

1.3 营养价值评价方法

根据 FAO/WHO 联合推荐的必需氨基酸模式^[2]和中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所提出的鸡蛋蛋白氨基酸模式^[3], 比较巨骨舌鱼肌肉的必需氨基酸组成, 按照如下公式计算必需氨基酸指数 (EAAI)、氨基酸评分 (AAS) 及化学评分 (CS)。

$$EAAI = \frac{\prod_{i=1}^n A_x}{\prod_{i=1}^n E_x} \times 100\% \tag{1}$$

$$AAS = \frac{A_x}{A_s} \times 100 \tag{2}$$

$$CS = \frac{(A_x)(E_e)}{(A_e)(E_x)} \times 100 \tag{3}$$

式中, A_x -样品蛋白某必需氨基酸含量; A_s -样品蛋白中必需氨基酸的总量; A_e -FAO/WHO 模型中相应的必需氨基酸含量; E_x -标准鸡蛋蛋白中相应必需氨基酸的含量; E_e -标准鸡蛋蛋白中必需氨基酸的总量; n -计算中涉及的必需氨基酸数。

2 结果与分析

2.1 一般营养成分含量

经测定, 巨骨舌鱼肌肉中水分含量为 74.3%, 蛋白质含量为 16.5%, 脂肪和灰分的含量分别为 6.8% 和 0.8%。与福建常见的其他鱼类相比可以看出(表 1), 巨骨舌鱼肌肉中的水分含量略高于蓝圆鲀和带鱼, 而低于其他鱼类; 蛋白质含量较高, 除蓝圆鲀外高于其他鱼类, 其中高出鳙鱼蛋白质含量 14.6%; 脂肪含量也相对较高, 除带鱼外高出其他鱼类 88.9%~423.1%。

2.2 氨基酸分析与营养价值评价

2.2.1 氨基酸组成分析 氨基酸检测结果表明(表 2), 巨骨舌鱼肌肉中的氨基酸种类齐全、含量丰富, 约占其干重的 54.76%。检出 18 种氨基酸中有 8 种必需氨基酸(EAA)总含量占其干重 20.59%, 占总氨基酸的(EAA/TAA)37.60%; 10 种非必需氨基酸(NEAA)总含量占其干重 34.17%, 占氨基酸总量的 62.40%, EAA 与 NEAA 的比值为

58.91%。根据 FAO/WHO 的理想模式, 高质量蛋白质的 EAA/TAA 值约为 40%, EAA/NEAA 值超过 60%^[5], 可见, 巨骨舌鱼肌肉中的氨基酸组成接近高质量蛋白质的要求。

表 1 巨骨舌鱼肌肉与其他鱼类肌肉中主要营养成分比较
Table 1 Nutrition composition of *A. gigas* fillet and some other fishes (单位: %, 鲜重)

品 种	水 分	蛋 白 质	脂 肪	灰 分
巨骨舌鱼	74.3	16.5	6.8	0.8
蓝圆鲀 ^[4]	70.2	17.9	3.6	1.4
带 鱼 ^[4]	73.1	16.4	10.8	1.1
罗非鱼 ^[4]	80.9	16.0	1.0	1.1
草 鱼 ^[4]	79.9	15.7	2.7	1.4
鲢 鱼 ^[4]	81.1	15.2	2.1	0.9
鳙 鱼 ^[4]	81.8	14.4	2.4	1.3
鲫 鱼 ^[4]	81.6	15.2	1.3	0.9

表 2 巨骨舌鱼肌肉氨基酸含量
Table 2 Amino acids in *A. gigas* fillet (单位: %, 干重)

非必需氨基酸	含 量	必需氨基酸	含 量
天冬氨酸 Asp	5.42	异亮氨酸 Ile	2.52
精氨酸 Arg	3.81	亮氨酸 Leu	4.15
丝氨酸 Ser	2.13	苏氨酸 Thr	2.21
酪氨酸 Tyr	1.63	苯丙氨酸 Phe	2.24
谷氨酸 Glu	8.02	赖氨酸 Lys	4.98
甘氨酸 Gly	4.83	缬氨酸 Val	2.66
丙氨酸 Ala	3.73	甲硫氨酸 Met	1.37
胱氨酸 Cys	0.44	色氨酸 Trp	0.46
组氨酸 His	1.10		
脯氨酸 Pro	3.06		
总 量	34.17	总 量	20.59
氨基酸总量			54.76

2.2.2 必需氨基酸组成评价 根据氨基酸含量的测定结果, 以 FAO/WHO 提出的评分模式及鸡蛋蛋白必需氨基酸模型为依据^[2-3], 对巨骨舌鱼肌肉蛋白的营养价值进行氨基酸评分 (AAS) 以及化学评分 (CS) (表 3)。结果表明, 巨骨舌鱼肌肉所含必需氨基酸的 AAS 均在 70 以上, 其中 Lys 和 Phe+Tyr 高于 100; CS 均大于 50, 其中 Ile、Leu、Lys 及 Thr 高于 100, 这表明巨骨舌鱼肌肉中的必需氨基酸组成相对比较平衡, 且含量丰富。AAS 及 CS 评分中最高的是 Lys, 分别为 140.0 和

154.0, 均高出 FAO/WHO 模式和鸡蛋模式的标准; 而第一限制氨基酸是 Trp, 其 AAS 和 CS 分别为 71.6 和 59.0, 第二限制氨基酸是 Met + Cys, 其 AAS 和 CS 分别为 80.0 和 68.8, Val 的 AAS 和 CS 也较低, 分别为 82.0 和 87.0。

必需氨基酸指数 (EAAI) 是一种评价蛋白质营养价值的常用指标, 反映了蛋白源的必需氨基酸组成与标准蛋白必需氨基酸组成的拟和程度^[6-7]。巨骨舌鱼肌肉的 EAAI 为 65.7, 高于草鱼 (62.71)、鲢鱼 (60.73), 略低于鲫鱼 (68.96) 和

鳙鱼 (68.44)^[8]。说明巨骨舌鱼肌肉是相对健康优质的蛋白质源。

2.2.3 鲜味氨基酸组成 4 种鲜味氨基酸 (Glu、Asp、Gly、Ala) 的含量与组成决定着鱼肉的鲜美味道, 其中 Glu 和 Asp 为呈鲜味的特征氨基酸, Gly 和 Ala 是呈甘味的特征氨基酸^[9]。巨骨舌鱼肌肉中鲜味氨基酸的种类组成和含量见表 4, 其鲜味氨基酸总含量占干重的 22%, 占氨基酸总量的 40.2%, 高于蓝圆鲹和带鱼, 与鳙鱼、草鱼相近。可见巨骨舌鱼是一种肉味鲜美的鱼类。

表 3 巨骨舌鱼肌肉中必需氨基酸组成模式及评分

Table 3 Evaluation of essential amino acids composition in muscle of *A. gigas*

氨基酸	巨骨舌鱼肌肉蛋白质中必需氨基酸的含量 (%)	FAO/WHO 模式	鸡蛋模式	AAS	CS
异亮氨酸 Ile	3.9	4.0	5.4	97.5	101.1
亮氨酸 Leu	6.4	7.0	8.6	91.4	104.2
赖氨酸 Lys	7.7	5.5	7.0	140.0	154.0
甲硫氨酸+ 胱氨酸 Met + Cys	2.8	3.5	5.7	80.0	68.8
苯丙氨酸+ 酪氨酸 Phe+ Tyr	6.0	6.0	9.3	100.0	90.3
苏氨酸 Thr	3.4	4.0	4.7	85.0	101.3
色氨酸 Trp	0.7	1.0	1.7	71.6	59.0
缬氨酸 Val	4.1	5.0	6.6	82.0	87.0

表 4 巨骨舌鱼肌肉中鲜味氨基酸的含量

Table 4 Flavoring amino acids in muscle of *A. gigas* (单位: %, 干重)

品 种	谷氨酸 Glu	天冬氨酸 Asp	甘氨酸 Gly	丙氨酸 Ala	总计
巨骨舌鱼	8.02	5.42	4.83	3.73	22.00
蓝圆鲹 ^[4]	8.09	4.47	2.77	2.80	18.13
带 鱼 ^[4]	8.38	3.67	3.22	3.42	18.69
罗非鱼 ^[4]	12.06	7.66	4.33	4.25	28.30
草 鱼 ^[4]	9.91	5.79	4.48	4.29	24.47
鲢 鱼 ^[4]	11.52	6.58	4.66	4.12	26.88
鳙 鱼 ^[4]	8.99	5.40	4.40	3.94	22.73
鲫 鱼 ^[4]	11.89	7.49	4.54	4.29	28.22

2.3 矿物元素含量

从矿物元素含量的测定结果 (表 5) 可以看出, 巨骨舌鱼肌肉中含有丰富的矿物元素, 除钠、钾、磷、钙、镁等常量元素外, 铁、铜、锌、锰、硒等微量元素也一应俱全。其中, 钙元素含量较高, 比其他鱼类高出 2~18 倍; 其次是钾元素, 其含量也高于蓝圆鲹、鲢鱼和鳙鱼; 微量元素中锌元素的含量最高, 高于其他经济鱼类 2.2%~356.0%, 其次为铜和铁元素; 但与其他鱼类相比,

磷、铁和硒元素含量相对较低。

2.4 主要脂肪酸的组成

测得巨骨舌鱼肌肉中脂肪酸共有 10 种, 饱和脂肪酸 3 种, 为 C₁₄:0 (豆蔻酸)、C₁₆:0 (棕榈酸)、C₁₈:0 (硬脂酸), 共占脂肪酸总量的 29.9%; 不饱和脂肪酸 7 种, 其中单不饱和脂肪酸 3 种, 为 C₁₆:1 (棕榈酸)、C₁₈:1 (油酸)、C₂₀:1; 多不饱和脂肪酸 4 种, 即 C₁₈:2 (亚油酸)、C₁₈:3 (亚麻酸)、C₂₀:5 (EPA)、C₂₂:6

(DHA)，共占脂肪酸总量的 55.8%。其中，C₁₈：1 为丰富，共占 8.6%。C₁₈：1 的含量最高达 28.4%，DHA 和 EPA 的含量也较

表 5 巨骨舌鱼肌肉中部分矿物元素的含量
Table 5 Minerals in muscle of *A. gigas* (单位: mg·kg⁻¹, 鲜重)

品 种	钙	磷	钠	钾	镁	锌	铜	铁	锰	硒
巨骨舌鱼	3367	1362	804	2467	264	22.8	0.5	0.5	0.2	0.12
蓝圆鲹 ^[4]	1130	2370	1338	1840	480	22.3	1.4	39.0	0.5	0.44
带 鱼 ^[4]	180	1890	500	2940	380	5.0	1.0	38.0	1.0	0.17
罗非鱼 ^[4]	240	1500	668	3380	240	6.7	1.1	11.0	1.4	0.26
草 鱼 ^[4]	310	3670	735	2760	290	5.5	0.7	3.0	0.4	0.05
鲢 鱼 ^[4]	560	2060	518	2170	250	8.9	0.8	14.0	0.9	0.11
鳙 鱼 ^[4]	940	1940	908	2340	260	7.0	0.7	6.0	0.9	0.15
鲫 鱼 ^[4]	850	2840	518	3220	330	7.0	0.7	16.0	0.5	0.11

表 6 巨骨舌鱼肌肉中主要脂肪酸的组成
Table 6 Fatty acids in muscle of *A. gigas*

脂 肪 酸	C ₁₄ : 0	C ₁₆ : 0	C ₁₆ : 1	C ₁₈ : 0	C ₁₈ : 1	C ₁₈ : 2	C ₁₈ : 3	C ₂₀ : 1	C ₂₀ : 5	C ₂₂ : 6	其他
相对含量 (%)	3.2	20.1	5.0	6.6	28.4	11.3	1.4	1.2	1.2	7.4	14.4

3 讨 论

蛋白质含量及氨基酸组成是衡量一种食品营养价值的重要指标。巨骨舌鱼肌肉中的蛋白质含量较高，达 16.5%，高于罗非鱼、草鱼、鳙鱼、鲢鱼等养殖淡水鱼。蛋白质的营养价值取决于氨基酸，巨骨舌鱼肌肉蛋白中氨基酸种类齐全、配比合理。其中，Glu 含量最高，占氨基酸总量的 14.6%，Glu 不仅是重要的呈鲜味氨基酸，还参与人体内脑蛋白和碳水化合物的代谢，促进氧化过程，是脑组织代谢作用的活跃成分^[10]；其次是 Asp、Lys。Asp 对心脏和肝脏具有保护作用，且具有显著的抗疲劳功效^[11]；Lys 是人体主要的限制性氨基酸，具有增强免疫力、提高中枢神经组织等功能，但在谷物中含量极低，日常饮食中 Lys 的摄取往往不足^[12]。因此，食用巨骨舌鱼有助于人体获得必需的外源氨基酸，是一种健康优质的蛋白质源。但是，从 AAS 及 CS 评分中可以看出巨骨舌鱼的限制氨基酸较多，主要有 Trp、Met + Cys 及 Val。这些限制氨基酸是决定和限制巨骨舌鱼肌肉营养价值的关键氨基酸，若能在巨骨舌鱼肉质食品中添加这些限制氨基酸，则可进一步提高其营养价值。

巨骨舌鱼肌肉中的脂肪含量较高，占鲜重的 6.8%，高于大部分养殖淡水鱼。据报道，在一定

范围内肌肉脂肪的含量与肉品的风味呈正相关，肌肉脂肪含量达到 3.5%~4.5% 才会有良好的适口性^[13]，可见巨骨舌鱼丰富的脂肪含量使其肉质口感嫩滑、风味俱佳。并且，在脂肪酸中不饱和脂肪酸占到 55.8%，其中 DHA 和 EPA 的含量就达 8.6%。不饱和脂肪酸对人类健康有着重要的作用，能促进血液循环、改善心血管系统、调节能量代谢，尤其是 EPA 和 DHA 具有促进脑细胞发育、增强记忆力等功效，是人体生长发育所必需的活性物质^[14]。因此，巨骨舌鱼不仅肉质口感好，而且营养价值高，是一种值得大力开发研究与推广的优良品种。

巨骨舌鱼肌肉中含有丰富的矿物质和微量元素，这些都是人体正常生长发育和新陈代谢的重要物质，如钠、钾、磷有助于维持肌体内电解质的平衡、促进新陈代谢水平的提高、满足高能磷酸键和细胞构建所需^[15]；钙元素参与骨骼、牙齿及神经等的生长发育，与心血管系统、神经传导及肌肉伸缩均有密切关系；铁、锌、铜等微量元素参与多种酶活性中心的构成，对蛋白质、核酸的合成及免疫过程都有直接或间接作用^[16]。但是，相比于其他鱼类，巨骨舌鱼肌肉中磷、铁和硒元素含量较低，其原因可能与物种差异、水质环境、饲料类型及季节变化等因素有关，而在人工养殖条件下，饲料中

的矿物元素含量则可能是其差异的主要因素之一，因此可以考虑增加饲料中相应矿物元素的含量，以补充巨骨舌鱼自身部分矿物元素的不足，提高巨骨舌鱼的营养价值。

参考文献：

[1] 金柏. 海象鱼的生物学特性及养殖技术初探 [J]. 水产科技情报, 2007, 34 (5): 208– 209.

[2] 江伟佺, 刘毅. 营养与食品卫生学 [M]. 北京: 北京医科大学与中国协和医科大学联合出版社, 1992: 4– 14.

[3] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所. 食物成分表 (全国代表值) [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1991: 30– 82.

[4] 陈亢川. 福建省食物营养成分表 [M]. 福州: 福建科学技术出版社, 1991: 40– 98.

[5] 代应贵, 范家佑, 王晓辉. 鳊结鱼肌肉营养成分分析 [J]. 营养学报, 2006, 28 (4): 361– 363.

[6] P. L 佩特利. 蛋白质食物营养评价 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1984: 43– 75.

[7] 宋永康, 余华, 姚清华, 等. 不同肉色甘薯蛋白质营养价值评估 [J]. 福建农业学报, 2009, 24 (6): 504– 507.

[8] 刘健康. 东湖生态学研究 [M]. 北京: 科学出版社, 1990: 307– 311.

[9] 郭永军, 邢克智, 徐大为, 等. 棕点石斑鱼的肌肉营养成分分析 [J]. 水产科学, 2009, 28 (11): 635– 639.

[10] 沈蓓英. 蛋白质营养价值及其功能 [J]. 中国油脂, 1984, 12: 512– 522.

[11] 刘凯, 徐东坡, 段金荣, 等. 长江下游江段铜鱼肌肉营养成分分析 [J]. 广东海洋大学学报, 2008, 28 (3): 56– 60.

[12] 方静, 潘康成, 邓天怀. 齐口裂腹鱼肌肉营养成分分析 [J]. 水产科学, 2002, 21 (1): 17– 19.

[13] 刘世禄, 王波, 张锡烈, 等. 美国红鱼的营养成分分析与评价 [J]. 海洋水产研究, 2002, 23 (2): 25– 32.

[14] 王建平, 王加启, 卜登攀, 等. 脂肪的生理功能及作用机制 [J]. 中国畜牧兽医, 2009, 36 (2): 42– 45.

[15] 程波, 陈超, 王印庚, 等. 七带石斑鱼肌肉营养成分分析与品质评价 [J]. 渔业科学进展, 2009, 30 (5): 51– 56.

[16] 陈宴山, 戴聪杰. 红罗非鱼肌肉的营养成分分析 [J]. 福建师范大学学报: 自然科学版, 2003, 19 (4): 62– 66.

(责任编辑: 柯文辉)