

### 3种人工养殖石斑鱼肌肉的蛋白质营养价值评价

谢瑞涛<sup>1,2</sup>, 杨丽云<sup>2</sup>, 张海涛<sup>2</sup>, 王华朗<sup>2</sup>, 陈刚<sup>1\*</sup>

(1. 广东海洋大学水产学院, 广东湛江 524025; 2. 广东恒兴饲料股份有限公司, 广东湛江 524000)

**摘要** [目的]对3种人工养殖石斑鱼肌肉氨基酸含量进行分析,评价石斑鱼的营养价值。[方法]对人工养殖并投喂配合饲料的3种石斑鱼(褐点石斑鱼、东星斑、斜带石斑鱼)肌肉氨基酸的组成和营养价值进行分析与评价。[结果]褐点石斑鱼、东星斑和斜带石斑鱼肌肉中粗蛋白含量分别为19.24%、19.78%和21.17%。褐点石斑鱼、东星斑、斜带石斑鱼的氨基酸总量、必需氨基酸总量、鲜味氨基酸分别为:76.53%、27.66%、32.44%、76.88%、24.55%、34.77%和77.61%、26.29%、33.48%。3种石斑鱼必需氨基酸的氨基酸评分和化学评分比较接近。3种石斑鱼是营养价值较高的优质鱼类,营养价值基本接近,但其鲜美程度以东星斑最佳。[结论]该研究为石斑鱼必需氨基酸需求研究和配合饲料的研发与优化提供了基础研究材料。

**关键词** 石斑鱼;肌肉;氨基酸

中图分类号 S965.334 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)16-151-03

#### Protein Nutritional Value Evaluation in Three Species of Cultured Groupers' Muscle

XIE Rui-tao<sup>1,2</sup>, YANG Li-yun<sup>2</sup>, ZHANG Hai-tao<sup>2</sup>, CHEN Gang<sup>1\*</sup> et al (1. Fisheries College, Guangdong Ocean University, Zhanjiang, Guangdong 524025; 2. Guangdong Evergreen Feed Industrial Co. Ltd., Zhanjiang, Guangdong 524000)

**Abstract** [Objective] The aim was to analyze amino acid content in three species of cultured groupers' muscle. [Method] The amino acid contents and nutritional value in the muscle of *Epinephelus fuscoguttatus*, *Plectropomus leopardus*, *Epinephelus coioides* were analyzed and evaluated, which lived in the cement pool with water aquaculture and was fed with compound feed. [Result] Crude protein content in the muscle of *E. fuscoguttatus*, *P. leopardus*, *E. coioides* were 19.24%, 19.78%, 21.17%. The contents of total amino acids(TAA), essential amino acids(EAA) and flavoring amino acids(FAA) in dry weight fish flesh were 76.53%, 27.66%, 32.44%, respectively, in *E. fuscoguttatus*, 76.88%, 24.55%, 34.77%, respectively, in *P. leopardus*, 77.61%, 26.29%, 33.48%, respectively, in *E. coioides*. The amino acids score(AAS) and the chemical score(CS) showed no significant difference among the three groupers species. The results indicated that three different species of groupers were nutritive and delicious seafood. Their nutritional values were similar, but the flavor of *P. leopardus* appeared to be more desirable than *E. fuscoguttatus* and *E. coioides*, based on their FAA contents. [Conclusion] This study can provide basic materials for research of essential amino acids requirement and artificial food development.

**Key words** Grouper; Muscle; Amino acid

石斑鱼肉质细嫩、味道鲜美、营养丰富,深受消费市场青睐,是一种名贵的海水鱼类。石斑鱼的经济价值较高,在东南亚、港澳台以及南方沿海城市尤其受到人们的喜爱,是一种高档名贵的海水鱼类品种<sup>[1-3]</sup>。随着居民生活水平的提高,人们对鲜活海产品的需求量越来越大,市场供不应求,加快了石斑鱼养殖业的发展。石斑鱼成为当今社会人们喜爱的研究对象<sup>[1-7]</sup>。笔者以目前人工养殖初具规模的褐点石斑鱼(*Epinephelus fuscoguttatus*)、东星斑(*Plectropomus leopardus*)、斜带石斑鱼(*Epinephelus coioides*)为研究对象,对这3种石斑鱼肌肉氨基酸含量进行分析,评价石斑鱼的营养价值,旨在为石斑鱼加工利用及配合饲料的研制与优化提供资料参考和理论依据。

#### 1 材料与方 法

**1.1 试验材料** 3种石斑鱼来自海南石斑鱼试验基地(海南恒兴试验基地)。石斑鱼在水泥池流水养殖并投喂配合饲料。每种石斑鱼取样3条,测定体重与体长。褐点石斑鱼体

重(480.80±12.50)g、体长(23.40±0.92)cm;东星斑体重(470.80±15.50)g、体长(26.40±1.92)cm;斜带石斑鱼体重(490.80±12.50)g、体长(24.40±1.22)cm。石斑鱼饲料由广东恒兴饲料股份有限公司提供。

**1.2 样品处理** 试验鱼洗净后解剖去皮,取背部和侧面肌肉。肌肉样品用组织粉碎机搅碎、混匀,分成2份(每份3个重复),取1份样品进行一般营养测定,另1份样品进行氨基酸测定。

**1.3 测定项目与方法** 水分、粗蛋白、灰分和粗脂肪含量分别依据GB 5009.3-2010、GBT 18246-2000/GBT 15399-1994、GB/T 6438-2007、GB/T 14772-2008的方法测定。依据GB/T 18654.11-2008的方法,使用日立835-50型氨基酸自动分析仪测定氨基酸含量。

**1.4 营养价值评价方法** 根据FAO/WHO(1973年)建议的氨基酸评分标准模式和全鸡蛋蛋白质的氨基酸模式进行分析比较。蛋白质的氨基酸评分(AAS)和化学评分(CS)分别按照以下公式计算:

$$AAS = \frac{\text{试验蛋白质氨基酸含量}}{\text{FAO/WHO 评分标准模式氨基酸含量}} \quad (1)$$

$$CS = \frac{\text{试验蛋白质氨基酸含量}}{\text{鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量}} \quad (2)$$

式中,氨基酸含量是指每克氮中氨基酸的千克量。氨基酸含量=肌肉氨基酸含量×6.25/肌肉蛋白质的百分含量。

#### 2 结果与分析

**2.1 一般营养成分的比较** 由表1可知,褐点石斑鱼、东星

**基金项目** 广东省科技厅省部产学研结合项目(2013B090700010);广东省科技计划项目(2011B020307012);广东省教育厅实验室滚动项目(2013CXZDA019);广东省海洋经济创新发展区城示范专项(GD2012-A02-003);广东海洋大学创新强校项目(GDOU2013050113,GDOU2013050308);广东省院士工作站项目(2014B090905014);广东省企业重点实验室项目(2014B030302012)。

**作者简介** 谢瑞涛(1984-),男,河北邢台人,博士研究生,研究方向:鱼类种子工程与营养生理学研究。\*通讯作者,教授,博士生导师,从事鱼类种子工程与增养殖研究。

**收稿日期** 2016-05-03

斑和斜带石斑鱼肌肉(鲜样)中粗蛋白含量分别为19.24%、19.78%和21.17%。东星斑鱼和褐点石斑鱼的肌肉蛋白含量差异不显著( $P > 0.05$ ),与斜带石斑鱼的肌肉蛋白含量差异显著( $P < 0.05$ );东星斑的肌肉(鲜样)中粗蛋白含量高于龙虎斑鱼(17.04%),但低于七带石斑鱼(19.60%)和鞍带石

斑鱼(19.5%)。褐点石斑鱼、东星斑、斜带石斑鱼的肌肉水分含量分别为76.56%、76.51%和75.13%,粗脂肪含量分别为2.58%、3.49%和3.44%;3种石斑鱼肌肉中灰分含量差异不显著。

表1 3种石斑鱼肌肉一般营养成分的比较

Table 1 Nutrients in muscles of 3 species of grouper

石斑鱼种类 Grouper species	水分 Water	粗蛋白 Crude protein	粗脂肪 Crude fat	粗灰分 Crude ash
褐点石斑鱼 <i>E. fuscoguttatus</i>	76.56 ± 1.47 <sup>b</sup>	19.24 ± 1.10 <sup>a</sup>	2.58 ± 0.12 <sup>a</sup>	1.32 ± 0.03
东星斑 <i>P. leopardus</i>	76.51 ± 2.50 <sup>b</sup>	19.78 ± 1.14 <sup>a</sup>	3.49 ± 0.23 <sup>b</sup>	1.22 ± 0.03
斜带石斑鱼 <i>E. coioides</i>	74.13 ± 1.76 <sup>a</sup>	21.17 ± 1.57 <sup>b</sup>	3.44 ± 0.22 <sup>b</sup>	1.26 ± 0.02

注:同列数据肩标不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。

Note: Different lowercases in the same column stand for significant difference ( $P < 0.05$ ).

**2.2 氨基酸含量分析** 色氨酸因测定过程酸水解时被破坏,故未做检测。该试验共检测出17种氨基酸,其中包括人体需要的7种必需氨基酸(Thr、Val、Met、Phe、Ile、Leu、Lys)、2种半必需氨基酸(His、Arg)和8种非必需氨基酸(Asp、Glu、Ser、Gly、Ala、Tyr、Cys、Pro)。由表2可知,3种石斑鱼肌肉的氨基酸组成相同、其含量相近。肌肉中含量较多的氨基酸为Asp、Glu、Gly、Lys、Ala和Arg,肌肉氨基酸含量较低的是Ser、Cys、Tyr和His。在检测的7种必需氨基酸中Lys含量最高,说明石斑鱼也是Lys来源的优质海产品。

酸有密切关系,肌肉中鲜味氨基酸占总氨基酸的百分比越大,说明鲜味氨基酸含量越多,鱼肉味道也就越鲜美。肌肉中4种鲜味氨基酸(Glu、Gly、Asp、Ala),Glu和Asp呈鲜味特性,其中以Glu的鲜味表现最强烈;Gly和Ala主要呈甜味特征。3种石斑鱼肌肉蛋白鲜味氨基酸的质量总分数东星斑最高(34.77%),其次是斜带石斑鱼和褐点石斑鱼,分别为33.48%和32.44%。褐点石斑鱼、东星斑、斜带石斑鱼肌肉中的鲜味氨基酸总量总氨基酸的百分比分别为42.39%、45.34%和43.14%。

海水鱼类因肉质鲜美而著称,这与其肌肉含有鲜味氨基

表2 3种石斑鱼肌肉中氨基酸的组成及含量

Table 2 Amino acid components and contents in muscles of 3 species of grouper

氨基酸种类 Amino acids	褐点石斑鱼 <i>E. fuscoguttatus</i>		东星斑 <i>P. leopardus</i>		斜带石斑鱼 <i>E. coioides</i>	
	占鲜样 Accounting for fresh sample %	占干样 Accounting for dry sample %	占鲜样 Accounting for fresh sample %	占干样 Accounting for dry sample %	占鲜样 Accounting for fresh sample %	占干样 Accounting for dry sample %
天门冬氨酸 <sup>#</sup> Asp	1.33 ± 0.06	6.91 ± 0.23	1.20 ± 0.13	6.40 ± 0.45	1.28 ± 0.11	6.72 ± 0.32
苏氨酸 <sup>#</sup> Thr	0.74 ± 0.08	3.82 ± 0.31	0.64 ± 0.07	3.40 ± 0.29	0.69 ± 0.07	3.61 ± 0.36
丝氨酸 Ser	0.59 ± 0.06	3.05 ± 0.29	0.55 ± 0.10	2.91 ± 0.35	0.57 ± 0.06	3.00 ± 0.33
谷氨酸 <sup>#</sup> Glu	2.23 ± 0.45	11.58 ± 0.73	2.05 ± 0.32	10.89 ± 0.54	2.19 ± 0.23	11.46 ± 0.56
甘氨酸 <sup>#</sup> Gly	1.50 ± 0.11	7.78 ± 0.49 <sup>A</sup>	1.91 ± 0.15	10.20 ± 1.34 <sup>B</sup>	1.63 ± 0.19	8.55 ± 0.96 <sup>AB</sup>
丙氨酸 <sup>#</sup> Ala	1.19 ± 0.11	6.16 ± 0.27 <sup>A</sup>	1.37 ± 0.23	7.28 ± 0.67 <sup>B</sup>	1.29 ± 0.12	6.75 ± 0.54 <sup>AB</sup>
半胱氨酸 Cys	0.05 ± 0.02	0.29 ± 0.07	0.05 ± 0.03	0.27 ± 0.02	0.05 ± 0.01	0.28 ± 0.03
缬氨酸 <sup>#</sup> Val	0.63 ± 0.06	3.26 ± 0.33	0.53 ± 0.04	2.84 ± 0.30	0.60 ± 0.12	3.13 ± 0.23
甲硫氨酸 <sup>#</sup> Met	0.44 ± 0.05	2.28 ± 0.41	0.41 ± 0.06	2.19 ± 0.11	0.42 ± 0.04	2.21 ± 0.25
异亮氨酸 <sup>#</sup> Ile	0.58 ± 0.04	3.01 ± 0.45	0.50 ± 0.03	2.68 ± 0.12	0.55 ± 0.50	2.89 ± 0.15
亮氨酸 <sup>#</sup> Leu	1.07 ± 0.11	5.54 ± 0.65	0.89 ± 0.14	4.72 ± 0.34	1.00 ± 0.09	5.24 ± 0.35
酪氨酸 Tyr	0.43 ± 0.04	2.22 ± 0.22	0.35 ± 0.04	1.85 ± 0.43	0.40 ± 0.01	2.10 ± 0.11
苯丙氨酸 <sup>#</sup> Phe	0.62 ± 0.06	3.23 ± 0.43	0.57 ± 0.07	3.01 ± 0.13	0.59 ± 0.06	3.08 ± 0.67
组氨酸 His	0.37 ± 0.03	1.92 ± 0.31	0.33 ± 0.04	1.77 ± 0.23	0.36 ± 0.08	1.90 ± 0.11
赖氨酸 <sup>#</sup> Lys	1.25 ± 0.09	6.50 ± 0.23	1.07 ± 0.11	5.70 ± 0.56	1.17 ± 0.26	6.14 ± 0.44
精氨酸 Arg	1.14 ± 0.23	5.94 ± 0.80	1.14 ± 0.06	6.06 ± 0.11	1.17 ± 0.11	6.16 ± 0.26
脯氨酸 Pro	0.58 ± 0.08 <sup>a</sup>	3.01 ± 0.11 <sup>A</sup>	0.84 ± 0.09 <sup>b</sup>	4.50 ± 0.45 <sup>B</sup>	0.84 ± 0.08 <sup>b</sup>	4.41 ± 0.54 <sup>B</sup>
氨基酸总量 TAA	14.72 ± 1.56	76.53 ± 6.23	14.40 ± 1.22	76.68 ± 6.82	14.80 ± 1.23	77.61 ± 4.32
必需氨基酸总量 EAA	5.32 ± 0.65 <sup>b</sup>	27.66 ± 1.82 <sup>C</sup>	4.61 ± 0.86 <sup>a</sup>	24.55 ± 2.86 <sup>A</sup>	5.01 ± 0.56 <sup>b</sup>	26.29 ± 1.88 <sup>B</sup>
半必需氨基酸总量 HEAA	1.51 ± 0.56	7.87 ± 0.42	1.47 ± 0.23	7.83 ± 0.66	1.54 ± 0.27	8.06 ± 0.89
非必需氨基酸总量 NEAA	8.33 ± 0.86	43.29 ± 2.36 <sup>A</sup>	8.73 ± 0.78	46.49 ± 2.32 <sup>B</sup>	8.67 ± 0.72	45.48 ± 3.01 <sup>B</sup>
鲜味氨基酸总量 DAA	6.24 ± 0.89	32.44 ± 1.84 <sup>A</sup>	6.53 ± 0.65	34.77 ± 1.66 <sup>B</sup>	6.39 ± 0.62	33.48 ± 1.79 <sup>AB</sup>
WEAA/WTAA	36.14	36.14	32.01	32.01	33.87	33.87
WEAA/NEAA	63.88	63.88	52.80	52.80	57.81	57.81
WDAA/WTAA	42.39	42.39	45.34	45.34	43.14	43.14

注: \* 为必需氨基酸; # 为鲜味氨基酸。同行数据肩标不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ ); 同行数据肩标不同大写字母表示差异极显著( $P < 0.01$ )。

Note: \* means the essential amino acids; # means tasty amino acids. Values in the same row with different small letter superscripts mean significant differences ( $P < 0.05$ ); Values in the same row with different big letter superscripts mean extremely significant differences ( $P < 0.01$ ).

**2.3 营养价值评价** 鱼类营养价值取决于肌肉中蛋白质和脂肪酸的含量,而蛋白质营养的高低取决于所含必需脂肪酸的种类、数量的比例。AAS 和 CS 是评价食物氨基酸营养性能的重要指标。从表 3 可以看出,3 种石斑鱼必需氨基酸的 AAS 除 Val 与 Leu 低于或略接近 1 外,其他均大于 1,CS 评

分均大于 0.5,说明石斑鱼肌肉必需氨基酸含量丰富,组成相对比较均衡。由表 3 可知,根据 AAS,3 种石斑鱼肌肉的第一限制氨基酸是 Leu,第二限制氨基酸是 Val; 根据 CS,第一限制氨基酸是 Leu,第二限制氨基酸是 Val。由此可见,石斑鱼限制性氨基酸是 Leu 和 Val。

表 3 3 种石斑鱼肌肉中必需氨基酸组成的评价

Table 3 Evaluation on essential amino acid components in muscles of 3 species of grouper

必需氨基酸种类 Essential amino acid species	FAO/WHO 模式 FAO/WHO pattern	鸡蛋蛋白 Egg protein	褐点石斑鱼 <i>E. fuscoguttatus</i>			东星斑 <i>P. leopardus</i>			斜带石斑鱼 <i>E. coioides</i>		
			氨基酸质量分数 Amino acid mass fraction	氨基酸评分 Amino acid scoring AAS	化学评分 Chemical scoring CS	氨基酸质量分数 Amino acid mass fraction	氨基酸评分 Amino acid scoring AAS	化学评分 Chemical scoring CS	氨基酸质量分数 Amino acid mass fraction	氨基酸评分 Amino acid scoring AAS	化学评分 Chemical scoring CS
苏氨酸 Ser	250	292	448	1.79	1.53	386	1.54	1.32	407	1.63	1.39
缬氨酸 Val	310	411	306	0.99	0.74	258	0.83	0.63	282	0.91	0.69
蛋氨酸 + 胱氨酸 Met + Cys	220	386	344	1.56	0.89	320	1.45	0.83	320	1.45	0.83
异亮氨酸 Ile	250	331	353	1.41	1.07	304	1.22	0.92	325	1.30	0.98
亮氨酸 leu	440	534	371	0.84*	0.69*	306	0.70*	0.57*	337	0.77*	0.63*
苯丙氨酸 + 酪氨酸 Phe + Try	380	565	425	1.12	0.75	368	0.97	0.65	389	1.02	0.69
赖氨酸 Lys	340	441	554	1.63	1.26	471	1.39	1.07	503	1.48	1.14
TEAA	2 190	2 960	2 801			2 413			2 563		

注: \* 为第一限制氨基酸。

Note: \* means the first limiting amino acids.

### 3 讨论

鱼类营养价值的高低取决于肌肉中蛋白含量高低。这 3 种石斑鱼粗蛋白含量相对较高:褐点石斑鱼、东星斑、斜带石斑鱼的肌肉中粗蛋白含量与龙虎斑鱼<sup>[7]</sup>、棕点石斑鱼<sup>[4]</sup>、淡水石斑<sup>[8]</sup>、赤点石斑鱼<sup>[6]</sup>、七带石斑鱼<sup>[3]</sup>、鞍带石斑鱼<sup>[1]</sup>、青石斑鱼等其他石斑鱼肌肉蛋白质含量略有不同,这可能与石斑鱼品种和养殖管理等方面有关,尚有待进一步研究。

3 种石斑鱼均是高蛋白的海水鱼类,褐点石斑鱼、东星斑、斜带石斑鱼肌肉中的氨基酸质量分数(占鲜重)分别为 76.53%、76.68%、77.61,必需氨基酸质量分数分别为 27.66%、24.55%、26.29%,必需氨基酸的 AAS 接近或者大于 1,CS 均大于 0.5,褐点石斑鱼、东星斑、斜带石斑鱼肌肉中的鲜味氨基酸总量总氨基酸的百分比分别为 42.39%、45.34% 和 43.14%,高于真鲷(25.24%)、黑鲷(28.51%)、大黄鱼(42%),略低于美国红鱼(50.37%)、东方鲀(49.35%),与大菱鲆(44.92%)比较相近<sup>[9-12]</sup>。由此可见,这 3 种石斑鱼是含丰富鲜味氨基酸、味道鲜美的海水鱼类,说明 3 种石斑鱼的必需氨基酸组成比例适合、含量丰富,营养平衡,是优质的食用鱼类,具有较高的营养食用价值。

由于酸水解过程色氨酸被破坏而未被检测到,在石斑鱼肌肉共检测到 17 种氨基酸,其中 9 种必需氨基酸和 8 种非必需氨基酸。3 种石斑鱼的氨基酸组成相同和氨基酸比例接近,氨基酸含量基本相同;然而,褐点石斑鱼肌肉中的粗蛋白含量高于斜带石斑鱼和东星斑;斜带石斑鱼的氨基酸质量分数大于褐点石斑鱼和东星斑;东星斑鲜味氨基酸含量(6.53%)略高于褐点石斑鱼(6.24%)和斜带石斑鱼

(6.39%),说明人工养殖条件下这 3 种石斑鱼的营养价值较高,但鲜度以东星斑较佳。

当人们对水产动物必需氨基酸需要量的研究了解不够透彻时,可以借鉴水产动物本身的氨基酸组成、比例及含量,可以较快形成营养全面的配合饲料,从而避免低估必需氨基酸需求或饲料中加入过多的蛋白质,因而进行石斑鱼配合饲料的研制过程中应注意氨基酸的比例、含量与平衡性,加速新的养殖品种的配合饲料开发与研制的进度。

### 参考文献

- [1] 黎祖福,付倩倩,张义顺. 鞍带石斑鱼肌肉营养成分及氨基酸含量分析[J]. 南方水产,2008,4(5):61-64.
- [2] 陈波,刘敏海,施兆鸿,等. 饥饿和再投饲料对点带石斑鱼幼鱼脂肪酸和氨基酸组成的影响[J]. 上海水产大学学报,2008,17(6):674-679.
- [3] 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):51-57.
- [4] 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):635-638.
- [5] 胡玲玲,李加儿,区又君,等. 条石鲷肌肉营养成分分析及评价[J]. 华南农业大学学报,2010,31(3):71-75.
- [6] 林建斌,陈杜煌,朱庆国,等. 3 种石斑鱼肌肉营养成分分析比较初探[J]. 福建农业学报,2010,25(5):548-553.
- [7] 于宏,万刚涛,程民杰,等. 龙虎斑鱼肌肉营养成分分析[J]. 广东海洋大学学报,2014,34(6):83-87.
- [8] 黄海,杨宁,张希. 淡水石斑鱼含肉率和肌肉营养成分分析[J]. 水产科技情报,2012,9(2):87-91.
- [9] 王波,孙丕喜,荆世锡,等. 大西洋牙鲆幼鱼肌肉组成与营养需求的探讨[J]. 海洋科学进展,2006,24(3):336-341.
- [10] 林利民,陈武. 5 种海水养殖鱼类肌肉脂肪酸组成分析及营养评价[J]. 福建农业学报,2006,20(S1):67-69.
- [11] 杨兴丽,周晓林,穆庆华,等. 暗纹东方鲀含肉率及肌肉营养成分分析[J]. 水利渔业,2004,24(3):27-28.
- [12] 赵峰,章龙珍,宋超,等. 点篮子鱼肌肉的营养成分与品质的评价[J]. 上海水产大学学报,2009,18(3):308-313.