

## 七带石斑鱼肌肉营养成分分析与品质评价

程波<sup>1,2</sup> 陈超<sup>1\*</sup> 王印庚<sup>1</sup> 李胜忠<sup>2</sup> 于宏<sup>1</sup>

张家松<sup>1</sup> 杨志<sup>3</sup> 于文松<sup>4</sup> 曲江波<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)

(<sup>2</sup>新疆农业大学动物科学学院, 乌鲁木齐 830052)

(<sup>3</sup>烟台开发区天源水产养殖有限公司, 264006)

(<sup>4</sup>烟台市水产研究所, 264000)

**摘要** 对饲养的七带石斑鱼 *Epinephelus septemfasciatus* Thunberg 的含肉率、营养成分及鱼肉品质进行了研究, 采用常规肌肉营养测定方法分析了4尾成鱼的肌肉营养成分。结果表明, 七带石斑鱼的含肉率为76.73%, 肌肉(鲜样)中粗蛋白含量为19.60%, 粗脂肪为2.70%, 氨基酸总含量为18.33%, 其中7种必需氨基酸的总含量为7.59%, 占氨基酸总含量的41.4%, 其必需氨基酸的构成比例符合联合国粮农组织/世界卫生组织(FAO/WHO)的标准模式。必需氨基酸指数(EAAI)为82.38, 5种鲜味氨基酸的总含量为8.22%。多不饱和脂肪酸含量为32.45%, 其中EPA与DHA的平均含量分别为6.11%和12.78%。七带石斑鱼肌肉矿物质种类丰富, 矿物质中钾含量(4561.02 mg/kg)最高, 在微量元素中锌含量(4.20 mg/kg)最高。

**关键词** 七带石斑鱼 肌肉 营养成分 评价

**中图分类号** Q959.4; Q493.99 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(2009)05-0051-07

### Nutritional components analysis and nutritive value evaluation in *Epinephelus septemfasciatus* muscles

CHENG Bo<sup>1,2</sup> CHEN Chao<sup>1\*</sup> WANG Yin-geng<sup>1</sup> LI Sheng-zhong<sup>2</sup>  
YU Hong<sup>1</sup> ZHANG Jia-song<sup>1</sup> YANG Zhi<sup>3</sup> YU Wen-song<sup>4</sup> QU Jiang-bo<sup>3</sup>

(<sup>1</sup> Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071)

(<sup>2</sup> College of Animal Science, Agricultural University of Xinjiang, Wulumuqi 830052)

(<sup>3</sup> Tian Yuan Fisheries Corporation of Yantan, 264006)

(<sup>4</sup> Fishery Research Institute of Yantan, 264000)

**ABSTRACT** Nutritional components in muscle of *Epinephelus septemfasciatus* were analyzed with routine methods. The results showed that contents of crude protein, crude fat and dressed fish of fresh muscles were 19.60%, 2.70% and 76.73%, respectively. The total content of amino acids was 18.33%; the content of essential amino acids was 7.59%; the percentage of essential amino acids in total amino acids was 41.40%. The five delicious amino acids

国家863计划项目(2006AA10A414-3)和农业部“948”项目(2008-Z8)共同资助

\* 通讯作者。E-mail: ysfrichenchao@126.com

收稿日期: 2008-11-30; 接受日期: 2009-04-09

作者简介: 程波(1982-), 男, 硕士研究生, 主要从事水产动物疾病防治。E-mail: chengbo0417@163.com, Tel: 15806559814

accounted for 8.22% and the amount of polyunsaturated fatty (PUFA) was 32.45%. The essential amino acids index (EAAD) was 82.38. The content of EPA and DHA was 6.11% and 12.78%, respectively. It was apparent that the content of the different amino acids was stable and the corrtrition rate of the essential amino acids accorded with FAO/WHO standard. The composition of mineral and trace elements of the fish was reasonable. It was indicated that *E. septemfasciatus* is a fish species with better nutritive value and therefore *E. septemfasciatus* will be an important cultured species in the future.

**KEY WORDS** *Epinephelus septemfasciatus* Muscle Nutritional components  
Nutritional evaluation

七带石斑鱼 *Epinephelus septemfasciatus* Thunberg(梁玉波等 2001)隶属于鲈形目 Perciformes、鲷科 Serranidae、石斑鱼属 *Epinephelus*, 是该属中大型的石斑鱼类, 主要分布在日本、韩国、中国的黄海和东海沿岸的浅水海洋区域, 产卵期在每年5~9月, 成鱼具有不迁移、不洄游的习性。该鱼喜夜间觅食, 多捕食底栖甲壳类、各种小型鱼类和头足类, 是一种凶猛肉食性鱼类。因其肉质细嫩、味道鲜美, 深受广大消费者的喜爱, 在中国、日本和韩国消费需求旺盛, 是市场潜力巨大的一种高档名贵海水鱼类品种。本文对七带石斑鱼的含肉率和肌肉营养成分进行了分析, 旨在为评价该鱼的营养品质提供依据, 也为七带石斑鱼的人工配合饲料研制、商品鱼相关指标提供营养方面的基础资料。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

实验用七带石斑鱼取自黄海水产研究所暂养在烟台开发区天源水产养殖有限公司养成车间, 鱼体健康无病, 鱼龄3~4龄, 体重为3.44~5.58 kg, 平均体重为4.30 kg, 体长60~69 cm, 平均体长为64 cm, 共4尾鱼。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 含肉率测定

含肉率的测定参照徐大为等(2008)的方法进行, 即将活体样本运回实验室后, 用干净毛巾擦干鱼体, 依次测量体长、体重。除去内脏、鳃、皮肤、鳍条和骨骼等非肉质部分, 骨骼经煮、清洗后, 自然干燥并称重, 用减量法计算出鱼体肌肉质量。鱼体肌肉重占鱼体总重的百分比, 即为含肉率。

$$\text{含肉率} = \text{鱼体肌肉重} / \text{鱼体总重} \times 100\%$$

#### 1.2.2 肌肉营养成分的测定

用凯氏定氮法(GB/T5009.5-2003)测定粗蛋白质的含量, 索氏抽提法(GB/T5009.6-2003)测定粗脂肪含量, 水分和粗灰分分别采用常压恒温干燥法(GB/T5009.3-2003)和马福炉550℃高温灼烧法(GB/T5009.4-2003)测定。氨基酸的测定(GB/T5009.124-2003)由日立L-8800型全自动氨基酸分析仪直接测定得出。脂肪酸的测定依据(GB/T5009.168-2003), 由日本岛津GC-17A气相色谱仪, 依据按照峰面积归一化法计算脂肪酸的组成。常量及微量矿物质的测定使用日本岛津AA6800型原子吸收分光光度计, 依据GB/T5009.12(13、14、87、90、91、92、93和123)-2003方法分别测定各种矿物质组分。

#### 1.2.3 营养品质评价方法

根据FAO/WHO1973年建议的每克氮氨基酸评分标准模式(Pellett *et al.* 1980)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模式(桥本芳郎 1980)进行比较, 蛋白质的氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAD)(杨家坚等 2001)由如下的计算公式求得:

$$\text{AAS} = \text{试验样品某种氨基酸含量}(\text{mg/g} \cdot \text{N}) / (\text{FAO/WHO}) \text{评分标准模式中同种氨基酸含量}(\text{mg/g} \cdot \text{N})$$



$N$ );  $CS = \text{试验样品某种氨基酸含量}(\text{mg/g} \cdot N) / \text{全鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量}(\text{mg/g} \cdot N)$ ;

$$EAAI = (100A/AE \times 100B/BE \times 100C/CE \times \dots \times 100J/JE)^{1/n}$$

式中,  $n$  为比较的必需氨基酸数目,  $A, B, C, \dots, J$  为鱼肌肉蛋白质的必需氨基酸( $\text{mg/g} \cdot N$ );  $AE, BE, CE, \dots, JE$  为全鸡蛋蛋白质的必需氨基酸( $\text{mg/g} \cdot N$ )。

$$\text{氨基酸含量}(\text{mg/g} \cdot N) = \text{样品氨基酸含量}(\%) / \text{样品粗蛋白含量}(\%) \times 6.25 \times 1000$$

## 2 结果与分析

### 2.1 含肉率

经实验测定七带石斑鱼的含肉率为 76.73%, 该鱼含肉率高于文献中报道的点带石斑鱼(74.1%)、暗纹东方鲀(38.75%)和鲤鱼(66.5%)等大多数经济鱼类(徐大为等 2003; 王佳喜等 2003)。

### 2.2 一般营养成分的含量

七带石斑鱼肌肉(鲜样)中一般营养成分的含量见表 1。水分的含量为 74.1%, 粗蛋白为 19.60%, 粗脂肪为 2.70%, 粗灰分为 1.70%。与其他经济价值较高的 18 种海水鱼类相比较, 水分低于点带石斑鱼、美国红鱼和大黄鱼等 15 种经济鱼类的含量(76.2%~83.5%), 仅仅高于勒氏笛鲷(72.77%)、军曹鱼(72.80%)、大浅六线鱼(73.85%)。粗蛋白含量高于点带石斑鱼、美国红鱼、大黄鱼、皇姑鱼、梭鱼和大菱鲆等 16 种鱼类的粗蛋白含量(13.12%~19.30%), 与牙鲆(19.60%)的粗蛋白含量相一致, 而仅仅低于军曹鱼(21.20%)的粗蛋白含量。粗脂肪含量高于点带石斑鱼、美国红鱼、大黄鱼、梭鱼、牙鲆和大菱鲆等鱼 12 种粗脂肪的含量(0.57%~2.54%), 低于黄姑鱼、花尾胡椒鲷和军曹鱼等 6 种鱼类粗脂肪的含量(3.10%~5.50%)(王波等 2002; 马爱军等 2003; 王瑁等 2001)。可见, 七带石斑鱼是一类蛋白质含量十分丰富而脂肪适中的海水鱼类。

表 1 七带石斑鱼与其他几种经济鱼类的肌肉一般营养成分比较

Table 1 Nutrient components in muscle of *E. septemfasciatus* compared with some other economic fish species

品种 Species	水分(%) Moisture	粗蛋白(%) Crude protein	粗脂肪(%) Crude fat	灰分(%) Ash
七带石斑鱼 <i>Epinephelus septemfasciatus</i>	74.10	19.60	2.70	1.70
点带石斑鱼 <i>Epinephelus malabaricus</i>	76.73	19.14	1.41	0.99
美国红鱼 <i>Sciaenops ocellatus</i>	78.46	19.10	0.57	1.28
大黄鱼 <i>Pseudosciaena crocea</i>	79.06	17.10	1.61	1.03
黄姑鱼 <i>Nibea japonica</i>	77.10	19.30	3.20	1.10
梭鱼 <i>Chelon haematocheilus</i>	78.80	18.90	1.70	1.00
鲈鱼 <i>Lateolabrax japonicus</i>	78.10	17.50	3.10	1.00
牙鲆 <i>Paralichthys olivaceus</i>	77.20	19.60	1.70	1.00
大菱鲆 <i>Scophthalmus maximus</i>	76.55	17.72	0.57	1.16
半滑舌鳎 <i>Cynoglossus semilaevis</i>	83.50	13.70	1.20	0.90
真鲷 <i>Pagrus major</i>	78.25	14.50	2.54	1.53
黑鲷 <i>Sparus macrocephalus</i>	81.18	13.12	2.53	1.21
平鲷 <i>Rhabdosargus sarba</i>	79.01	13.60	2.05	2.04
斜带髯鲷 <i>Haplothenys nitens</i>	80.25	13.86	2.03	1.11
勒氏笛鲷 <i>Lutjanus russelli</i>	81.22	13.96	0.96	1.69
花尾胡椒鲷 <i>Plectorhynchus cinctus</i>	72.77	17.12	3.33	6.24
军曹鱼 <i>Rachycentron canadum</i>	72.80	21.20	5.50	1.20
大浅六线鱼 <i>Hexagrammos otakii</i>	73.85	18.50	4.82	3.00
六线鱼 <i>Hexagrammos otakii</i>	76.20	19.10	3.30	1.40

## 2.3 氨基酸组成分析与营养品质评价

### 2.3.1 氨基酸组成分析

氨基酸种类的组成和含量,决定着蛋白质品质的优劣,七带石斑鱼肌肉的水解氨基酸共测出16种(表2),其中必需氨基酸7种,非必需氨基酸9种。氨基酸总量为18.33%,必需氨基酸含量为7.59%,占氨基酸总量的41.40%。含量最高的是谷氨酸(2.94%),其次为赖氨酸(2.23%)、天门冬氨酸(1.98%)、亮氨酸(1.54%);含量最低的是脯氨酸(0.53%)。在必需氨基酸当中,含量最高的是赖氨酸(2.23%),最低为蛋氨酸(0.59%)。鲜味氨基酸总量为8.22%,占氨基酸总量的44.84%。在本次实验中未能检测出色氨酸和胱氨酸,推测可能是由于在酸解过程中被破坏或是仪器条件限制而导致。

鱼肉味道的鲜美程度往往决定于肌肉中的鲜味氨基酸占氨基酸总量的百分比,比值越大说明鱼的鲜味氨基酸的含量越多,鱼的味道也就越加鲜美。七带石斑鱼肌肉中所含的鲜味氨基酸主要有谷氨酸、天冬氨酸、甘氨酸、丙氨酸和精氨酸5种。表3中列出了七带石板鱼与几种经济鱼类鲜味氨基酸总量占氨基酸总量的百分比(DAA/TAA),可以看出七带石斑鱼鲜味氨基酸总量占总氨基酸的百分比(44.84%)高于真鲷(25.24%)、黑鲷(28.51%)、平鲷(25.84%)、斜带髯鲷(24.72%)、大黄鱼(42%)、青石斑鱼(44.37%);稍次于美国红鱼(50.37%)、东方鲀(49.35%)、杜父鱼(47.9%)、大浅六线鱼(46.74%);与花点石斑鱼(45.03%)、大菱鲆(44.92%)比值相近(王波等 2002;张纹等 2001;张本等 1996)。可见,七带石斑鱼是一种富含鲜味氨基酸、味道鲜美的一种优质海水鱼类。

### 2.3.2 营养品质评价

食品营养价值的高低虽可用多项指标衡量,但最重要的评判指标是蛋白质和氨基酸的含量,特别是对人体必需的8种氨基酸的含量与组成比例。1973年WHO/FAO根据婴儿对必需氨基酸的需要量是不同年龄组人员中最高情况,制订了以婴儿需要量为低限的评分标准。而蛋白质的评定标准则多参照鸡蛋蛋白质,因为鸡蛋蛋白质被认为是营养最全面的,常被用于食物营养价值的评定标准(杨兴丽等 2003)。

从表4可知七带石斑鱼所含必需氨

表2 七带石斑鱼肌肉的氨基酸组成及含量

氨基酸 Amino acids	AA占鲜样的百分比(%) Percentage of wet weight	氨基酸 Amino acids	AA占鲜样的百分比(%) Percentage of wet weigh
天门冬氨酸* Asp	1.98	苯丙氨酸 Phe	0.80
苏氨酸* Thr	0.78	赖氨酸* Lys	2.23
丝氨酸 Ser	0.76	组氨酸 His	0.57
谷氨酸* Glu	2.94	精氨酸* Arg	1.36
甘氨酸* Gly	0.80	脯氨酸 Pro	0.53
丙氨酸* Ala	1.14	TAA	18.33
缬氨酸* Val	0.86	EAA	7.59
蛋氨酸* Met	0.59	EAA/TAA	41.40
异亮氨酸* Ile	0.79	EAA/NEAA	70.67
亮氨酸* Leu	1.54	DAA	8.22
酪氨酸 Try	0.66	DAA/TAA	44.84

注: TAA为氨基酸总量, EAA为必需氨基酸总量, NEAA为非必需氨基酸总量, DAA为鲜味氨基酸总量; \*为必需氨基酸, \*为鲜味氨基酸

表3 肌肉中鲜味氨基酸的含量与其他经济鱼类的比较

品种 Species	DAA/TAA(%)	品种 Species	DAA/TAA(%)
七带石斑鱼 <i>Epinephelus septemfasciatus</i>	44.84	花点石斑鱼 <i>Epinephelus maculatus</i>	45.03
美国红鱼 <i>Sciaenops ocellatus</i>	50.37	青石斑鱼 <i>Epinephelus awoara</i>	44.37
真鲷 <i>Pogonias major</i>	25.24	大菱鲆 <i>Bothidae</i>	44.92
大黄鱼 <i>Pseudosciaena crocea</i>	42.00	东方鲀 <i>Fugu rubripes</i>	49.35
黑鲷 <i>S. macrocephalus</i>	28.51	杜父鱼 <i>Cottidae</i>	47.90
平鲷 <i>Rhabdosargus sarba</i>	25.84	大浅六线鱼 <i>Hexagrammos otakii</i>	46.74
斜带髯鲷 <i>Haplozenys nitens</i>	24.72	勒氏笛鲷 <i>Lutjanus johnii</i>	25.96



氨基酸总量为 2 630.72 mg/g·N, 占总氨基酸含量 41.40%, 虽然低于鸡蛋蛋白质模式的 48.08%, 却明显高于 WHO/FAO 模式的 35.38%, 其必需氨基酸的构成比例符合联合国粮农组织/世界卫生组织(FAO/WHO)的标准。根据蛋白质的氨基酸评分(AAS), 可知第 1 限制性氨基酸为蛋氨酸和胱氨酸, 第 2 限制性氨基酸也是蛋氨酸和胱氨酸, 根据化学评分(CS), 可知第 1 限制性氨基酸和第 2 限制性氨基酸都是蛋氨酸和胱氨酸。从表 5 中很明显看出七带石斑鱼肌肉中赖氨酸的含量远远超过 FAO/WHO 模式和鸡蛋蛋白质中相应含量, 分别是二者的 2.09 倍和 1.61 倍, 这对于以谷物食品为主的膳食者来说, 它可以弥补谷物食品中赖氨酸的不足, 从而提高人体对蛋白质的利用率(楼允东 2003)。必需氨基酸指数(EAADI)是评价食物蛋白质营养价值的常用指标之一, 它是以鸡蛋蛋白质必需氨基酸为参评标准(杨兴丽等 2003)。经计算, 七带石斑鱼的必需氨基酸指数(EAADI)为 82.38。

## 2.4 脂肪酸的组成及含量

本次实验中共计检测出七带石斑鱼 11 种脂肪酸, 脂肪酸的总含量为 82.3%, 油酸(C18:1)含量最高为 23.97%, 其次为 DHA(C22:6) 12.78%, 棕榈酸 10.55%, 最少的是十八碳三烯酸(C18:3) 0.8% (表 5)。

脂肪酸中饱和脂肪酸 3 种, 不饱和脂肪酸 8 种; 不饱和脂肪酸含量(63.34%) 远高于饱和脂肪酸含量(18.96%)。多不饱和脂肪酸含量为 32.45%, 其中 EPA(C20:5) 与 DHA(C22:6) 的含量分别为 6.11% 和 12.78%, 高于文献中报道鳗鲡(EPA 2.6%, DHA 6.2%) 和大黄鱼(EPA 5.5%, DHA 11.6%) 等(舒妙安等 2000; 林利民等 2005)。可见七带石斑鱼肌肉中不饱和脂肪酸的含量极为丰富, 其中 EPA 与 DHA 的含量尤为显著。

## 2.5 七带石斑鱼肌肉中矿物元素的含量

由表 6 可见, 七带石斑鱼肌肉矿物元素种类丰富, 肌肉鲜样中钾(456.02 mg/kg) 含量最高, 依次为磷(2 200 mg/kg)、钠(450.30 mg/kg)、镁(287.23 mg/kg)、钙(111.61 mg/kg)。在微量元素中锌(4.2 mg/kg) 含量最高, 铁(3.37 mg/kg) 含量次之, 硒(0.48 mg/kg) 和铜(0.18 mg/kg) 的含量较低, 而锰、铬和铅的含量低于检测下限值。

表 4 七带石斑鱼肌肉中必需氨基酸组成的评价

Table 4 Evaluation of essential amino acids composition in muscle of *E. septemfasciatus*

必需氨基酸 Essential amino acids	七带石斑鱼 (mg/g·N) <i>Epinephelus septemfasciatus</i>	FAO 评分模式 FAO evaluation mode	鸡蛋蛋白 (mg/g·N) Egg protein	AAS	CS
苏氨酸 Thr	248.72	250	292	0.99	0.85
缬氨酸 Val	274.23	310	411	0.88	0.67
蛋+胱氨酸 Met+Cys	188.13	220	386	0.86	0.49
异亮氨酸 Ile	251.91	250	331	1.01	0.76
亮氨酸 Leu	491.07	440	534	1.11	0.92
苯丙+酪氨酸 Phe+Try	465.56	380	565	1.23	0.82
赖氨酸 Lys	711.10	340	441	2.09	1.61
总量 Total	2630.72	2190	2960		
占氨基酸总量(%)	41.40	35.38	48.08		

注:七带石斑鱼必需氨基酸指数为 82.38

表 5 七带石斑鱼肌肉的脂肪酸组成及含量

Table 5 Fatty acids composition and their contents in muscle of *E. septemfasciatus*

脂肪酸 Fatty acids	含量(%) Content	脂肪酸 Fatty acids	含量(%) Content
豆蔻酸 C14:0	3.61	EPA C20:5	6.24
棕榈酸 C16:0	10.55	二十二碳五烯酸 C22:5	3.78
棕榈油酸 C16:1	6.92	DHA C22:6	12.78
硬脂酸 C18:0	4.80	SFA	18.96
油酸 C18:1	23.97	UFA	63.34
亚油酸 C18:2	2.74	MUFA	30.89
十八碳三烯酸 C18:3	0.80	PUFA	32.45
花生四烯酸 C20:4	6.11	PUFA/UFA	51.23

注:SFA 为饱和脂肪酸, UFA 为不饱和脂肪酸, MUFA 为单不饱和脂肪酸, PUFA 为多不饱和脂肪酸, acids (PUFA)

### 3 讨论

#### 3.1 含肉率及其一般营养成分分析

鱼肉是人类重要的肉食品之一,在肉类的消费结构中占有重要地位,其主要是由蛋白质、脂肪、灰分、水分及其他微量物质组成。而肉中各种物质的种类、数量及其组成方式是肉品质的决定因素。含肉率是衡量鱼类品质、生产性能的重要指标之一,因鱼种类、品种、生活环境和饲料的不同而异(杨兴丽等 2003)。七带石斑鱼的含肉率高达 76.73%,高于大多数经济鱼类。在营养学上,一般认为食品中干物质含量越高,其总养分含量也就越高。与表 1 中其他海水种类的鱼相比,七带石斑鱼含水量较低。蛋白质和脂肪含量是评价鱼肉营养价值的重要指标。通过与其他 15 种海水经济鱼类的蛋白质和脂肪的比较,可见,七带石斑鱼是一类含肉率高,蛋白质含量十分丰富而脂肪适中的海水经济鱼类。

#### 3.2 氨基酸分析

一种营养价值较高的食物蛋白质不仅所含的必需氨基酸种类要齐全,而且必需氨基酸之间的比例也要适宜,最好能与人体需要相符合,这样必需氨基酸吸收最完全,营养价值最高(江伟琦等 1992)。由于各种蛋白质所含氨基酸的种类和数量不同,有的蛋白质含人体内所需各种氨基酸且含量充足,则此种蛋白质的营养价值高;有的蛋白质缺乏某种氨基酸或含量不足,则其营养价值低,蛋白质的营养价值取决于其组成与自身的氨基酸含量,膳食蛋白质中最常缺乏的一般都是必需氨基酸,特别是赖氨酸、含硫氨基酸(王波等 2006),七带石斑鱼与其他海水鱼类相比,其必需氨基酸含量较高。通过对七带石斑鱼 FAO/WHO 的理想模式指标、蛋白质的氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAADI)的评价,可见七带石斑鱼的相关比值较符合人体必需氨基酸需要。七带石斑鱼肌肉中所含的谷氨酸、天冬氨酸、甘氨酸、丙氨酸和精氨酸五种鲜味氨基酸较为丰富,高于大多数经济鱼类的含量,是其肉质更为鲜美的原因之一。

#### 3.3 脂肪酸分析

试验中共检测到七带石板鱼含有 11 种脂肪酸,脂肪酸含量依次为多不饱和脂肪酸(PUFA) > 单不饱和脂肪酸(MUFA) > 饱和脂肪酸(SFA),这与大多数海水鱼鱼体脂肪酸含量相一致。七带石斑鱼体内不饱和脂肪酸含量较高,多不饱和脂肪酸占总脂肪酸含量的 32.45%,其中 EPA 和 DHA 含量尤为突出,说明该鱼是一种营养价值、经济价值都较高,且有一定保健作用的海水鱼类。近年来研究发现,多不饱和脂肪酸具有降血脂、降血压、抑制血小板凝集、提高生物膜液态性、抗肿瘤和免疫调节作用,能显著降低心血管疾病的发病率(杭晓敏等 2001)。其中 DHA 对人脑有益,可改善记忆和对学习能力低下有预防作用,故又有“脑黄金”之美誉。

#### 3.4 矿物元素分析

矿物质和微量元素与人类健康有密切关系,每种元素都有其特殊的生理功能与作用,它们对维持人体中的一些决定性的新陈代谢却是十分必要的,摄入过量、不足或缺乏都会不同程度地引起人体生理的异常或发生疾病。Na 和 K 能增进肌肉兴奋,维持心肌节律,参与蛋白质、碳水化合物和热能代谢。钾、钠和磷含量较高,有利于维持肌体的电解质平衡,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,提高机体活力和健康水平。锌是人体内数十种酶的主要成分,有“生命的火花塞”之称,锌可促进大脑蛋白合成,帮助神经系统的发育和完善,使人更聪明。据研究发现,聪明、学习好的青少年,体内含锌量均比愚钝者高。锌还有促进淋巴细胞增殖和活动能力的作用,对维持上皮和黏膜组织正常、防御细菌、病毒侵入、促进伤口愈合和减少痤疮等皮肤病变及校正味觉失灵等均有很好的作用。人体摄入的锌几乎全部来自食物,动物性食品因其易消化吸收而成为锌的良好来源。而七带石斑鱼肌肉中含有丰富的磷、钠、镁、锌和铁等,能够较好的满足人体对矿物元素的需要。由此可见,七带石斑鱼在矿物营养上具有良好的滋补保健作用。

综上所述,通过对七带石斑鱼肌肉营养成分与品质的评价,可见,其肌肉中含有丰富全面的营养物质,蛋白



质、不饱和脂肪酸含量高,氨基酸种类丰富,其中必需氨基酸含量较高,矿物元素种类多,富含多种对人体新陈代谢所必需的微量元素,具有较高的营养价值。因此,可以认为七带石斑鱼是一种理想的海水养殖优良品种,具有较高的开发价值和广阔的市场前景,应大力推广养殖和加工利用。

致谢:国家水产品质量监督检测中心(青岛)对样品进行了分析测定,谨致谢意!

## 参 考 文 献

- 马爱军,陈四清,雷霖霖,刘新高,王印庚. 2003. 大菱鲆鱼体生化组成及营养价值的初步探讨. 海洋水产研究, 24(1): 11~14
- 王佳喜,胡少华,黄 珍,马达文,刘生波. 2003. 丁鲶含肉率及肌肉营养成分分析. 淡水渔业, 4: 20~22
- 王 琦,丘书院,杨圣云,王文卿. 2001. 花尾胡椒鲷幼鱼的生化组成和比能值. 中国水产科学, 8(3): 5~9
- 王 波,刘世禄,左言明,张朝晖,张锡烈. 2002. 眼斑拟石首鱼的生化组成及预测模式. 海洋科学进展, 20(4): 56~61
- 王 波,孙丕喜,荆世锡,褚广志. 2006. 大西洋牙鲆幼鱼肌肉组成与营养需求的探讨. 海洋科学进展, 24(3): 336~341
- 江伟琦,刘 毅. 1992. 营养与食品卫生学. 北京:北京医科大学和中国协和医科大学联合出版社, 4~14
- 张 纹,苏永全,王 军,全成干,梁军荣. 2001. 5种常见养殖鱼类肌肉营养成分分析. 海洋通报, 20(4): 26~31
- 张 本,陈国华. 1996. 4种石斑鱼氨基酸组成的研究. 水产学报, 20(2): 111~119
- 李刘冬,陈毕生,冯 娟,柯 浩,蔡景心,范 楷. 2002. 军曹鱼营养成分的分析及评价. 热带海洋学报, 21(1): 77~82
- 杭晓敏,唐涌濂,柳向龙. 2001. 多不饱和脂肪酸的研究进展. 生物工程进展, 21(4): 18~21
- 林利民,陈 武. 2005. 5种海水养殖鱼类肌肉脂肪酸组成分析及营养评价. 福建农业学报, (20): 67~69
- 杨家坚,林 勇,梁军能,陈 忠. 2001. 斑线几种常见天然饲料的营养分析与评价. 湛江海洋大学学报, 21(1): 19~22
- 杨兴丽,周晓林,穆庆华,申秀英,杨 慧,姬广闻,李先明,高艳云. 2004. 暗纹东方鲀含肉率及肌肉营养成分分析. 水利渔业, 24(3): 27~28
- 楼允东. 2003. 组织胚胎学. 北京:中国农业出版社, 114~137
- 桥本芳郎. 1980. 养鱼饲料学(蔡完其译). 北京:农业出版社, 114~115
- 徐大为,邢克智,张树森,杨永海,白东清,陈成勋,郭永军,王庆奎. 2008. 点带石斑鱼的肌肉营养成分分析. 水利渔业, 28(3): 54~56
- 梁玉波,王 斌. 2001. 中国外来海洋生物及其影响. 生物多样性, 9(4): 458~465
- 康 斌,武 征. 1999. 大浅六线鱼的营养成分分析. 海洋科学, 23(5): 23~24
- 舒妙安,马有智,张建成. 2000. 黄鳍肌肉营养成分的分析. 水产学报, 24(4): 339~343
- Pellett, P. L., and Yong, V. R. 1980. Nutritional evaluation of protein foods. Printed in Tokyo, The United National University, 26~29

水分、水分  
衡量鱼类  
七带石斑  
总养分含  
鱼肉营养  
含肉率高,

例也要适  
各种蛋白  
营养价值  
身的氨基  
,七带石  
示、蛋白质  
值较符合  
味氨基酸

饱和脂肪  
和脂肪酸  
是一种营  
血脂、降血  
杭晓敏等  
著。

人体中的  
或发生疾  
量较高,有  
活力和健  
经系统的  
进淋巴细  
疮等皮肤  
吸收而成  
元素的需

物质,蛋白