

梭鱼肌肉营养成分与品质的评价

王建新¹ 邴旭文¹ 张成锋¹ 李冰² 朱健^{1,2*}

(¹中国水产科学研究院淡水渔业研究中心,农业部淡水鱼类遗传育种和养殖生物学重点开放实验室,无锡 214081)

(²南京农业大学无锡渔业学院,214081)

摘要 利用常规营养测试方法对6尾梭鱼(雌雄各半)的营养成分进行了测定,并做了较为全面的分析和比较。结果表明,其肌肉鲜样中水分含量为80.90%,粗蛋白含量为17.25%,粗脂肪含量为0.76%,灰分含量为0.83%,碳水化合物为0.26%。肌肉中17种氨基酸的总量为干重的82.51%。其中,7种必需氨基酸的总量占干重的33.14%,占氨基酸总量的40.18%,必需氨基酸与非必需氨基酸的比例为78.40%,符合FAO/WHO的标准。梭鱼的第一、二限制性氨基酸分别为蛋氨酸+胱氨酸和缬氨酸,必需氨基酸指数(EAAI)为59.63。梭鱼肌肉中含有24种脂肪酸,不饱和脂肪酸含量丰富,与饱和脂肪酸的比例约为3:1;必需脂肪酸 ω -6和 ω -3家族的比例(6.11:1)合理;EPA+DHA的含量占干重的4.32%,高于其他一些经济鱼类。梭鱼微量元素的比例合理。

关键词 梭鱼 肌肉 营养成分

中图分类号 S963 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(2010)02-0060-07

Evaluation of nutritional components and quality of *Liza haematocheila* muscle

WANG Jian-xin¹ BING Xu-wen¹ ZHANG Cheng-feng¹
LI Bing² ZHU Jian^{1,2*}

(¹Key Open Laboratory for Genetic Breeding and Aquaculture Biology of Freshwater Fishes, Ministry of Agriculture, Freshwater Fisheries Research Center, Chinese Academy of Fishery Sciences, Wuxi 214081)

(²College of Fisheries, Nanjing Agricultural University, Wuxi 214081)

ABSTRACT Nutritional components of *Liza haematocheila* muscle were determined with conventional methods. The results were analyzed and compared in order to evaluate the nutritional quality of *L. haematocheila*. The results showed that contents of moisture, crude protein, crude fat, ash, carbohydrates of the fish muscles were 80.90%, 17.25%, 0.76%, 0.83% and 0.26%, respectively. The total percentage of 17 amino acids and 7 essential amino acids were 82.51% and 33.14% in the dried muscle samples, respectively. The percentage of essential amino acids in the total amino acids was 40.18%, and the ratio of essential amino acids and non-essential amino acids was 0.7:8:1. Apparently, the two ratios in the muscle of *L. haematocheila*

江苏省科技支撑计划(农业)项目(BE2008342)资助

* 通讯作者。E-mail: zhuj@ffrc.cn

收稿日期:2009-08-06;接受日期:2009-08-20

作者简介:王建新(1963-),男,副研究员,主要从事鱼类育种和养殖生物学研究。E-mail: wangjx@ffrc.cn, Tel: (0510)85550535

were in accord with the standard of FAO/WHO (40%, 60%). According to amino acids score (AAS) and chemical score (CS), the first limiting amino acid was Methionine + Cystine and the second limiting amino acid was Valine in the muscle of *L. haematocheila*, with an essential amino acid indice (EAAI) of 59.63. Twenty-four fatty acids were found in the dried muscle samples and the ratio of unsaturated fatty acids and saturated fatty acids was 3 : 1; the ratio of ω -6 and ω -3 (6.11 : 1) essential fatty acids was reasonable. The content of EPA + DHA was 4.32% in the dried sample, which was higher than some other economic fishes. The composition of trace elements in the muscles of *L. haematocheila* was reasonable. In general, *L. haematocheila* is eu-rhalyne fish species with balanced nutrition and relatively high nutritional value, which deserves further exploitation and popularization.

KEY WORDS *Liza haematocheila* Muscle Nutritional quality

梭鱼 *Liza haematocheila*, 又名鲩、赤眼鲮, 俗名红眼鲮、肉棍子、丁鱼等, 属硬骨鱼纲、鲈形目、鲮科、梭鱼属。是广泛分布于大西洋、印度洋和太平洋的近岸性经济鱼类, 在我国沿海自渤海至南海皆有分布(黄宗国等 1969)。梭鱼具有广盐性、食物链短、生长迅速和养殖方法相对简易等特点, 是我国北方沿海较理想的养殖种类(《中国浅海滩涂渔业资源》编写组 1990)。近年来, 随着人工繁殖和苗种培育技术的成功开展, 梭鱼的养殖逐渐趋向规模化。然而, 以往对梭鱼的研究多集中在遗传背景(权洁霞等 2000; 杨锐等 2002)、繁殖技术(潘海军 2005)、营养和环境因子(彭士明等 2008)等方面, 而关于梭鱼的营养成分及品质的研究报道并不多(吕宪禹等 1995)。本研究对梭鱼的肌肉营养成分进行了较为全面的分析和评价, 旨在为梭鱼的人工配合饲料的研制提供理论依据, 也为评价其营养价值和生产加工提供相关资料。

1 材料与方法

1.1 试验材料

实验鱼于 2009 年 6 月采自江苏省连云港市赣榆县罗阳渔工贸有限公司养殖场, 样本数为 6 尾, 雌雄各半, 体重(619.8 ± 56.1)g, 体长(36.3 ± 2.2)cm。

1.2 样品前处理

去除样品鱼背部的鳞片和皮肤, 取出背部肌肉, 剔除肌间刺, 剪碎, 混匀。

1.3 营养成分的测定

水分、粗蛋白、粗脂肪和粗灰分: 按 GB5009.85 的方法分别测定。碳水化合物: 减量法计算。氨基酸: 使用安捷伦 1100 型液相色谱仪, 按 JY/T019.1996 的方法测定; 脂肪酸: 使用美国 Finnigan 公司的 Trace MS 气相色谱仪, 按 JY/T003.1996 的方法测定, 按峰面积归一化法计算脂肪酸组成; 微量元素: 使用美国 Varian 公司的 SpectrAA220/220Z 型原子吸收光谱仪, 按 GB12396-12398.90、GB/T14962.94 和 GB/T5009.13-14.1996 的方法测定。

1.4 数据处理

所有数据均通过 SPSS 16.0 软件完成处理分析, 结果用 Mean ± S. E. 表示。

1.5 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(% , dry)(Pellett *et al.* 1980)和中国预防医学科

学院营养与食品卫生研究所(1991),提出的全鸡蛋蛋白质的氨基酸模式(% ,dry),分别按下式计算氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI):

$$AAS = \frac{aa}{AA_{(FAO/WHO)}} \quad CS = \frac{aa}{AA_{(Egg)}}$$

$$EAAI = n \sqrt{\frac{100A}{AE} \times \frac{100B}{BE} \times \frac{100C}{CE} \times \dots \times \frac{100I}{IE}}$$

式中, aa 为实验样品氨基酸含量(%), $AA_{(FAO/WHO)}$ 为 FAO/WHO 评分标准模式中同种氨基酸含量(%), $AA_{(Egg)}$ 为全鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量(%), n 为比较的必需氨基酸个数, A, B, C, \dots, I 为鱼肌肉蛋白质的必需氨基酸含量(% ,dry), AE, BE, CE, \dots, IE 为全鸡蛋蛋白质的必需氨基酸含量(% ,dry)。

2 结果与讨论

2.1 一般营养成分

梭鱼和其他几种鱼的肌肉一般营养成分见表 1。

表 1 梭鱼和其他几种鱼的肌肉一般营养成分比较 (%)
Table 1 Basic components in the muscle of *Liza haematocheila* and other fish species (%)

品种 Species	水分 Moisture	粗蛋白 Crude protein	粗脂肪 Crude fat	灰分 Ash	碳水化合物 Carbohydrates
梭鱼 <i>Liza haematocheila</i>	80.90±0.56	17.25±0.24	0.76±0.16	0.83±0.04	0.26±0.02
鲮鱼 <i>Mugil cephalus</i>	73.96	20.45	4.94	0.99	—
鳊鱼 <i>Siniperca chuatsi</i>	79.03	16.75	1.50	2.67	0.05
鳙鱼 <i>Aristichthys hobilis</i>	80.18	16.95	0.74	2.08	0.05
草鱼 <i>Ctenopharyngodon idellus</i>	82.71	15.10	0.45	1.71	0.03
大菱鲆 <i>Scophthalmus maximus</i>	76.55	17.72	0.57	1.16	—
褐牙鲆 <i>Paralichthys olivaceus</i>	78.5±0.89	19.3±0.46	0.2±0.0	1.24±0.06	—
圆斑星鲽 <i>Versaper veriegates</i>	76.56	19.95	1.32	1.06	—

由表 1 可知,和同科的鲮鱼(李来好等 2001)相比,梭鱼肌肉中水分的含量明显高于后者,而粗蛋白、粗脂肪及灰分的含量则低于后者,尤其在粗脂肪的含量上,鲮鱼为梭鱼的 6.5 倍。与淡水鱼中肉食性的鳊鱼(梁银铨等 1998)相比,其水分和粗蛋白的含量高于后者,而粗脂肪和灰分的含量却低于后者;与滤食性的鳙鱼(梁银铨等 1998)相比,除在灰分的含量上明显低于后者之外,在水分、粗蛋白和粗脂肪的含量上均较为接近;而与同为杂食性的草鱼(梁银铨等 1998)相比,其水分和灰分的含量低于后者,而在粗蛋白和粗脂肪的含量上高于后者。与海水鱼中的大菱鲆(马爱军等 2003)、褐牙鲆(关健等 2007)相比,梭鱼肌肉中水分和粗脂肪的含量高于后者,而粗蛋白和灰分的含量低于后者;与圆斑星鲽(王远红等 2006)相比,梭鱼除水分含量高于圆斑星鲽,粗蛋白、粗脂肪和灰分的含量均低于后者。

2.1.1 梭鱼肌肉中氨基酸组成及含量

梭鱼肌肉中氨基酸的组成及含量见表 2。

由表 2 可知,梭鱼肌肉中共测出 17 种常见的氨基酸,其中包括 8 种非必需氨基酸,两种半必需氨基酸,7 种必需氨基酸(酸解处理,色氨酸未测出)。从氨基酸的含量排序上看,含量最高的氨基酸为谷氨酸,占 13.77%,其次为天冬氨酸、赖氨酸和丙氨酸,而胱氨酸含量最低,这与鲮鱼(李来好等 2001)、鳊鱼(梁银铨等 1998)和黄颡鱼(黄峰等 1999)是一致的。

动物蛋白质的鲜美在一定程度上取决于鲜味氨基酸的组成与含量(邴旭文等 2005),而梭鱼肌肉中的鲜味氨基酸的含量为 32.80%,要高于草鱼(28.07%)、鲢鱼(26.54%)和鳙鱼(27.47%)(梁银铨等 1998),低于黄鳍鲷(42.56%)(苏天凤等 2002)、大菱鲆(40.04%)(雷霖霖等 2008),与圆斑星鲽(31.26%)(王远红等

2006)相近,这也说明梭鱼味道相对较为鲜美。

表2 梭鱼肌肉中氨基酸的组成及含量
Table 2 Composition and contents of amino acids in the muscle of *L. haematocheila*

氨基酸	Amino acid	干重 Dry weight (g/100g)	湿重 Wet weight (g/100g)
* 天门冬氨酸	Asp	8.87±0.70	1.70±0.13
* 谷氨酸	Glu	13.77±1.33	2.63±0.25
丝氨酸	Ser	3.72±0.37	0.71±0.07
* 甘氨酸	Gly	4.55±0.52	0.87±0.10
脯氨酸	Pro	3.30±0.44	0.63±0.08
* 丙氨酸	Ala	5.60±0.52	1.07±0.10
酪氨酸	Tyr	2.38±0.26	0.46±0.05
# 胱氨酸	Cys	0.10±0.01	0.02±0.00
非必需氨基酸总量	Total nonessential amino acids (NEAA)	42.30±4.15	8.08±0.79
组氨酸	His	2.12±0.11	0.41±0.02
精氨酸	Arg	4.95±0.56	0.95±0.11
半必需氨基酸总量	Total semi-essential amino acids (SEAA)	7.07±0.67	1.35±0.13
& 缬氨酸	Val	3.87±0.30	0.74±0.06
# 蛋氨酸	Met	2.36±0.30	0.45±0.06
苯丙氨酸	Phe	3.64±0.26	0.70±0.05
& 异亮氨酸	Iso	3.40±0.22	0.65±0.04
& 亮氨酸	Leu	7.20±0.63	1.38±0.12
赖氨酸	Lys	8.72±0.70	1.67±0.13
苏氨酸	Thr	3.95±0.33	0.76±0.06
必需氨基酸总量	Total essential amino acids (EAA)	33.14±2.74	6.33±0.52
鲜味氨基酸总量	Total delicious amino acids (DAA)	32.80±3.07	6.27±0.59
含硫氨基酸总量	Total sulfur amino acids (SAA)	2.46±0.30	0.47±0.06
支链氨基酸总量	Total branched-chain amino acids (BCAA)	10.60±0.85	2.03±0.16
氨基酸总量	Total amino acids (TAA)	82.51±7.55	15.76±1.44
	EAA/TAA (%)	40.18	40.18
	EAA/NEAA (%)	78.40	78.40
必需氨基酸指数	Essential amino acid index (EAAI)	59.63	59.63

注:“*”为鲜味氨基酸,“#”为含硫氨基酸,“&”为支链氨基酸, W_{TAA} 为氨基酸总量

Notes:“*” :DAA;“#”:SAA;“&”:BCAA;TAA:Total amino acids

梭鱼肌肉半必需氨基酸、含硫氨基酸和支链氨基酸的含量也较为丰富,而作为半必需氨基酸的组氨酸和精氨酸,对人体有很多生化和治疗作用,不仅是许多幼年哺乳动物生长所必需的氨基酸,还可促进伤口的愈合(邴旭文等 2005);基于含硫氨基酸独特的结构,其在动物体内起着与动物营养与免疫相关的重要生理作用(霍湘等 2006);另有大量的研究表明,支链氨基酸影响蛋白质的合成和分解,具有增强机体的免疫防护作用、调节母畜泌乳、提高运动能力等作用(徐运杰等 2006)。

梭鱼肌肉中必需氨基酸占总氨基酸的比值(W_{EAA}/W_{TAA})为40.18%,必需氨基酸与非必需氨基酸的比值(W_{EAA}/W_{NEAA})为78.40。根据FAO/WHO的理想模式,质量较好的蛋白质其组成氨基酸的 W_{EAA}/W_{TAA} 为40%左右, W_{EAA}/W_{NEAA} 在60%以上。因此,梭鱼的肌肉氨基酸组成符合上述指标要求。

2.1.2 营养品质评价

梭鱼的AAS,CS及EAAI见表3。

表 3 梭鱼的 AAS、CS 及 EAAI
Table 3 AAS, CS and EAAI in the muscle of *L. haematocheila*

必需氨基酸	EAA	FAO 评分标准模式 FAO mode	鸡蛋蛋白质 Egg protein	氨基酸评分 AAS	化学评分 CS
缬氨酸	Val	3.1	4.11	0.66	0.50
苏氨酸	Thr	2.5	2.92	0.83	0.71
异亮氨酸	Iso	2.5	3.31	0.72	0.54
亮氨酸	Leu	4.4	5.34	0.86	0.71
赖氨酸	Lys	3.4	4.41	1.35	1.04
蛋氨酸+胱氨酸	Cys+Met	2.2	3.86	0.59	0.34
苯丙氨酸+酪氨酸	Tyr+Phe	3.8	5.65	0.84	0.56
必需氨基酸指数	EAAI				59.63

由表 3 可知,梭鱼必需氨基酸的氨基酸评分(AAS)在 0.59~1.35 之间,化学评分(CS)除了蛋氨酸+胱氨酸外,其他氨基酸的得分均大于 0.5。梭鱼的肌肉中蛋氨酸+胱氨酸的 AAS 和 CS 得分最低,其次为缬氨酸,两种营养价值评价方法得出的结果是一致的,因此梭鱼肌肉的第一限制性氨基酸为蛋氨酸+胱氨酸,第二限制性氨基酸为缬氨酸。梭鱼与尼罗尖吻鲈(闵宽洪等 2008)、长鳍吻鲈、长薄鳅(刘军等 2007)的相同点就是均以蛋氨酸+胱氨酸作为第一限制性氨基酸,而第二限制性氨基酸则不同;与黑尾近红鲌(谭德清等 2004)、圆口铜鱼(刘军等 2007)、黄颡鱼(黄峰等 1998)和鳊鱼(梁银铨等 1998)的相同点是都以缬氨酸为其中一个限制性氨基酸,不同点是梭鱼以蛋氨酸+胱氨酸作为另一个限制性氨基酸。

梭鱼肌肉中除色氨酸因酸解未检测外,测出 7 种常规的必需氨基酸,必需氨基酸种类齐全。但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(王广军等 2008)。必需氨基酸指数成为评价食物蛋白质营养最常使用的标准之一,它是以鸡蛋蛋白质必需氨基酸为评价标准(林利民等 2006)。梭鱼的必需氨基酸指数为 59.63,高于长薄鳅(53.56)(刘军等 2007)、鲢鱼(57.59),接近于草鱼(60.59)、鳙鱼(60.87),而略低于鳊鱼(62.30)(梁银铨等 1998),因此梭鱼为氨基酸相对较为平衡的鱼类之一。

2.2 梭鱼肌肉中脂肪酸的组成及含量

梭鱼肌肉中脂肪酸的组成及含量见表 4。

表 4 梭鱼肌肉中脂肪酸的组成及含量
Table 4 Composition and contents of fatty acids in the muscle of *L. haematocheila*

脂肪酸 Fatty acid	含量 Percentage (%)	脂肪酸 Fatty acid	含量 Percentage (%)	脂肪酸 Fatty acid	Percentage (%)
C12:0	0.01±0.00	C16:1	12.88±1.05	C20:3	0.96±0.19
C13:0	0.01±0.00	C17:1	1.13±0.13	* C20:4	1.94±0.27
C14:0	3.25±0.12	C18:1	25.22±2.38	C20:5(EPA)	2.76±0.42
C15:0	1.09±0.11	C20:1	0.92±0.03	C22:6(DHA)	1.57±0.02
C16:0	16.22±0.98	C22:1	0.01±0.00	∑PUFA	34.30±1.29
C17:0	1.07±0.56	∑MUFA	40.22±3.36	∑EFA	26.41±0.34
C18:0	2.84±0.42	C16:2	0.90±0.11	EPA+DHA	4.32±0.40
C19:0	0.17±0.04	C16:3	1.02±0.23	∑ω-6/∑ω-3	6.11±0.56
C20:0	0.16±0.01	* C18:2	16.68±1.68	S/M/P	3:5:4
∑SFA	24.80±2.02	* C18:3	7.79±0.88	∑UFA	70.94±3.70
C14:1	0.08±0.01	C20:2	0.69±0.16		

注:SFA 为饱和脂肪酸,MUFA 为单不饱和脂肪酸,PUFA 为多不饱和脂肪酸,EPA 为二十碳五烯酸,DHA 为二十二碳六烯酸,S/M/P 为饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸的比例。* 为必需脂肪酸

Notes:SFA, Saturated fatty acid; MUFA, Mono-unsaturated fatty acids; PUFA, Poly-unsaturated fatty acids; EPA, Eicosapentaenoic acid; DHA, Docosahexaenoic acid; S/M/P, SFA/MUFA/PUFA; “*” : Essential fatty acid

梭鱼肌肉中主要测出 24 种脂肪酸,脂肪酸种类丰富。其中包括 9 种饱和脂肪酸(占脂肪酸总量的 24.80%),6 种单不饱和脂肪酸(占脂肪酸总量的 40.22%),以及 9 种多不饱和脂肪酸(占脂肪酸总量的 34.30%)。

梭鱼肌肉中不饱和脂肪酸的含量(70.94%)约为饱和脂肪酸含量(24.80%)的 3 倍。有研究表明,碳链长度为 C_{12} - C_{16} 的饱和脂肪酸如月桂酸、豆蔻酸和棕榈酸等会引起血清总胆固醇的升高,而血清总胆固醇水平越高心血管疾病的发病率就越高,几乎没有例外。另有研究表明,单不饱和脂肪酸具有保护心脏、降血糖、调节血脂、降低胆固醇和防止记忆下降等诸多作用(张伟敏等 2005);多不饱和脂肪酸则能调节人体的脂质代谢,治疗和预防心脑血管疾病,促进生长发育,此外对抗癌、免疫调节、延缓衰老、减肥和美容等方面均具有重要的生理作用(王 萍等 2008)。但这并不意味着不饱和酸占有的比例越大越好;对于人体来讲,各种脂肪酸均需有一定的比例。根据日本 2000 年修订脂质所需量推荐,饱和脂肪酸:单不饱和脂肪酸:多不饱和脂肪酸为 3:4:3(吴时敏 2001),而梭鱼肌肉中 3 种脂肪酸的比例约为 3:5:4,笔者认为梭鱼肌肉中高比例的不饱和脂肪酸恰好可对膳食中过量的饱和脂肪酸起到一定的平衡作用,从而使整个膳食脂肪酸结构趋向合理。

梭鱼必需脂肪酸的含量占脂肪酸总量的 26.41%,含量丰富。但必需脂肪酸的 ω -6 和 ω -3 家族在代谢上存在竞争关系,而现代科学研究的营养观念更注重各种营养成分之间的平衡,因此对于 ω -6 和 ω -3 两个脂肪酸家族的摄取比例问题部分国家和机构也制定了相应标准。英国营养基金会 1992 年和 FAO/WHO 人类油脂营养委员会 1994 年分别对二者的摄取比例制定的标准分别为 6:1 和(5~10):1(吴时敏 2001),而梭鱼的 ω -6/ ω -3 为 6.11:1,接近于英国标准,符合 FAO/WHO 标准,因此为 ω -6 和 ω -3 必需脂肪酸家族比例较为适宜的蛋白食品。

另外,目前世界公认 EPA、DHA 具有降低 LDL-胆固醇,降低乳糜微粒残余物在血循环中堆积形成血栓,降低心血管疾病的作用,对婴儿大脑发育及成人心血管系统疾病有治疗和预防效果(马爱军等 2003)。梭鱼 EPA+DHA 的含量为 4.32%,低于褐牙鲆(10.04%)(关 键等 2007)、大菱鲆(13.53%)(雷霖霖等 2008)、圆斑星鲽鱼(21.87%)(王远红等 2006)及牙鲷(27.50%)(Cejas *et al.* 2003)等海水鱼类,但高于鳙鱼(0.072%)、鲤鱼(0.29%)(吕耀平等 2007)、美洲鲟鱼(0.69%)(徐钢春等 2007)、黄鳝(2.3%)(舒妙安等 2000)及似刺鲃(4.2%)(顾若波等 2007)等淡水鱼类,说明梭鱼具有较高的保健作用。

2.3 梭鱼肌肉中营养元素的组成及含量

梭鱼肌肉中营养元素的组成及含量见表 5。

表 5 梭鱼肌肉中矿物元素的组成及含量

Table 5 Composition and contents of mineral elements in muscle of *L. haematocheila*

宏量元素 Macro elements	Content ($\mu\text{g/g}$, wet weight)	微量元素 Trace elements	Content ($\mu\text{g/g}$, wet weight)
钾 K	$3.27 \pm 0.37 \times 10^3$	铁 Fe	2.64 ± 0.17
钙 Ca	$2.15 \pm 0.19 \times 10^3$	锌 Zn	2.40 ± 0.06
磷 P	$3.20 \pm 0.08 \times 10^3$	铜 Cu	0.34 ± 0.11
钠 Na	$0.18 \pm 0.02 \times 10^3$	锰 Mn	0.12 ± 0.02
镁 Mg	$0.31 \pm 0.03 \times 10^3$	硒 Se	0.09 ± 0.01

实验共检测了 10 种营养元素,其中包括 5 种宏量元素和 5 种微量元素。由表 5 可知,在宏量元素中钾的含量最高,其次为磷,钠的含量最低;在微量元素中铁的含量最高,其次为锌,硒的含量最低。

对于鱼类来讲,肌肉中有较为恒定的钙磷比,梭鱼的肌肉钙磷比为 1:1.48,和中华倒刺鲃相近(1:1.30)(邴旭文等 2005),而高于黄鳝(1:3.08)(舒妙安等 2001)、团头鲂(1:4.0)和鲤鱼(1:8.64)(陈意明等 2001)等其他鱼类。作为第 4 周期必需营养微量元素铁、锰、铜、锌的比例,梭鱼约为 22:1:3:20,锌铜原子比约为 7,锌铁比约为 0.91。按照 Hill 和 Matron 提出的“理化性质相似的元素,其生物学功能是相互拮抗

的”,且这种拮抗作用通常发生在锌铜比大于10及锌铁比大于1时(Pellett *et al.*, 1980)。由此可见,梭鱼的锌铜、锌铁的比值是较为合理的。

3 小结

梭鱼肌肉氨基酸种类齐全,且比例合理,符合FAO/WHO的理想模式,且鲜味氨基酸、支链氨基酸、含硫氨基酸含量丰富。脂肪酸种类丰富,不饱和脂肪酸的含量为饱和脂肪酸的3倍。必需脂肪酸含量丰富,且 ω -6和 ω -3家族的比例合理,也符合FAO/WHO及欧美标准。EPA+DHA含量丰富,高于其他一些淡水名优品种,具有较高的保健作用。梭鱼肌肉营养元素丰富,且锌铜、锌铁的比值较为合理。综上所述,梭鱼是一种营养平衡、价值高、味道鲜美的鱼类。又因其为在海水、咸淡水、淡水、池塘、水库和湖泊中均可养殖的广盐性鱼类,因此可以认为它是一种值得开发推广和规模化养殖的优良养殖品种。

参 考 文 献

- 马爱军,陈四清,雷霖霖,刘新富,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
- 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所编著. 1991. 食品成分表(全国分省值). 北京:人民卫生出版社
- 《中国浅海滩涂渔业资源》编写组. 1990. 中国浅海滩涂渔业资源. 杭州:浙江科学技术出版社, 59
- 王广军,关胜军,吴锐全. 2008. 大口黑鲈肌肉营养成分分析及营养评价. 海洋渔业, 30(3):239~244
- 王远红,陈四清,吕志华,高天祥. 2006. 圆斑星鲽鱼的营养成分分析. 营养学报, 28(3):271~272
- 吕宪禹,李明德,姚永. 1995. 几种经济鱼类脂肪酸组成的初步研究. 南开大学学报(自然科学), 28(4):20~25
- 吕耀平,曹明富,姚子亮,王慕华. 2007. 花鱼骨和唇鱼骨的含肉率及肌肉营养成分分析. 水生生物学报, 31(6):843~847
- 李米好,陈培基,杨贤庆,李刘冬,吴燕燕,刁石强. 2001. 鲷鱼营养成分的研究. 营养学报, 23(1):91~93
- 权洁霞,戴继勋,沈颂东,邓景耀,庄志猛. 2000. 梭鱼人工养殖群体与自然群体的随机扩增多态DNA(RAPD)分析. 海洋学报, 22(5):82~87
- 刘军,胡兵,李惠,陈爱敬,戴邵虎,聂宁. 2007. 长江上游4种特有鱼类肌肉营养组成与评价. 水生生物学报, 31(5):763~766
- 关健,柳学周,翟毓秀,冷凯良,王志杰,马胜. 2007. 褐牙鲈(♀)×犬齿牙鲈(♂)杂交F₁及其亲本肌肉营养成分分析与比较. 中国水产科学, 14(7):41~47
- 郇旭文,王进波. 2005. 池养南美白对虾和南美白对虾肌肉营养品质的比较. 水生生物学报, 30(4):453~458
- 苏天凤,吕俊霖,江世贵. 2002. 黄鳍鲷肌肉生化成分分析和营养品质评价. 湛江海洋大学学报, 22(6):10~14
- 吴时敏. 2001. 脂肪酸的膳食平衡研究进展. 山东食品科技, 1:33~34
- 杨锐,庄志猛,喻子牛,戴继勋,邓景耀. 2002. 梭鱼养殖群体与自然群体等位基因酶的遗传变异. 海洋水产研究, 23(3):15~19
- 闵宽洪,朱健,张成锋,王建新. 2008. 尼罗尖吻鲈与几种鱼肌肉营养成分的比较. 扬州大学学报(农业与生命科学版), 29(1):52~55
- 张伟敏,钟耕,王炜. 2005. 单不饱和脂肪酸营养及其生理功能研究概况. 粮食与油脂, 3:13~15
- 陈意明,黄钧,蔡子德. 2001. 光倒刺鲃的含肉率和肌肉营养成分分析. 水利渔业, 21(2):22~24
- 林利民,王秋荣,王志勇,张雅芝,刘家富,谢芳靖. 2006. 不同家系大黄鱼肌肉营养成分的比较. 中国水产科学, 13(2):286~291
- 顾若波,张呈祥,徐钢春,闻海波,王玉芳. 2007. 美洲鲈肌肉营养成分分析与评价. 水产学杂志, 20(2):40~45
- 徐运杰,方热军. 2006. 支链氨基酸的抗疲劳作用. 氨基酸和生物资源, 30(1):65~69
- 徐钢春,华丹,闻海波,王玉芳,张守领. 2007. 似刺鲈肌肉营养成分与品质的评价. 中国海洋大学学报, 38(2):263~268
- 黄峰,严安生,熊传喜. 1999. 黄颡鱼的含肉率及鱼肉营养价值. 淡水渔业, 29(10):3~6
- 黄宗园. 1969. 中国海洋生物种类与分布. 北京:海洋出版社, 691
- 梁银铨,崔希群,刘友亮. 1998. 鳊鱼肌肉生化成分分析和营养品质评价. 水生生物学报, 22(4):386~388
- 彭士明,施兆鸿,陈超. 2008. 鲮鱼营养与环境因子方面的研究现状及展望. 海洋渔业, 30(4):356~361
- 舒妙安,马有智,张建成. 2000. 黄鳍鲷肌肉营养成分分析. 水产学报, 24(4):339~344
- 舒妙安,许海圣. 2001. 黄鳍鲷肌肉矿物元素的分析. 上海交通大学(农业科学版), 19(3):195~197
- 雷霖霖,梁萌青,刘新富,孟振. 2008. 大菱鲆营养成分与食用价值研究概述. 海洋水产研究, 29(4):112~115
- 谭德清,王剑伟,但胜国. 2004. 黑尾近红鲂含肉率及肌肉营养成分分析. 水生生物学报, 28(3):240~246
- 潘海军. 2005. 梭鱼的人工繁殖技术. 水产养殖, 26(2):24~26
- 霍湘,王安利,杨建梅. 2006. 含硫氨基酸的抗氧化作用. 生物学通报, 41(4):3~4
- Cejas, J. R., Almansa, E., and Villamandos, J. E. 2003. Lipid and fatty acid composition of ovaries from wild fish and ovaries and eggs from captive fish of White Sea bream (*Diplodus sargus*). Aquaculture, 216(1-4):299~313
- Pellett, P. L., and Yong, V. R. 1980. Nutritional evaluation of protein foods. Tokyo: The United National University Publishing Company, 26~28