

泉水鱼肌肉营养成分分析及营养学评价

朱成科¹, 黄 辉¹, 向 泉¹, 杨绍卿², 张建中²

(1.西南大学荣昌校区水产系, 淡水鱼类资源与生殖发育教育部重点实验室, 水产科学重庆市市级重点实验室, 重庆 402460; 2.重庆大唐国际彭水水电开发有限公司, 重庆 409600)

摘 要: 对泉水鱼的含肉率、肌肉营养成分进行测定分析, 并对其营养价值进行评价。结果表明: 泉水鱼的含肉率为 $(70.90 \pm 3.20)\%$, 肌肉(鲜样)中水分含量 $(75.62 \pm 1.17)\%$ 、粗蛋白 $(20.04 \pm 0.78)\%$ 、粗脂肪 $(3.67 \pm 0.08)\%$ 、灰分 $(1.34 \pm 0.13)\%$ 。肌肉中含有18种氨基酸, 总量为 $(79.83 \pm 0.59)\%$ (干样), 其中含量最高的为谷氨酸 $(13.10 \pm 0.11)\%$, 含量最低的为色氨酸 $(0.58 \pm 0.05)\%$, 8种人体必需氨基酸总量为 $(33.95 \pm 0.15)\%$, 占氨基酸总量的42.53%, 其构成比例符合FAO/WHO标准。泉水鱼肌肉中第一限制氨基酸为色氨酸, 第二限制氨基酸为缬氨酸, 必需氨基酸指数(EAAI)为62.08, 5种鲜味氨基酸(DAA)总含量 $(35.69 \pm 0.24)\%$ (干样)。脂肪酸中单不饱和脂肪酸(MUFA)、多不饱和脂肪酸(PUFA)、二十碳五烯酸(EPA)、二十二碳六烯酸(DHA)在总脂肪酸中含量分别为 $(45.33 \pm 0.08)\%$ 、 $(26.04 \pm 0.19)\%$ 、 $(4.75 \pm 0.04)\%$ 、 $(7.35 \pm 0.03)\%$, 以上结果表明泉水鱼是一种营养价值较高的优质鱼类。

关键词: 泉水鱼; 含肉率; 肌肉; 营养成分; 营养价值评价

Analysis of Nutrient Components in Muscle of *Semilabeo prochilus* and Its Nutritive Quality

ZHU Cheng-ke¹, HUANG Hui¹, XIANG Xiao¹, YANG Shao-qing², ZHANG Jian-zhong²

(1. Key Laboratory of Freshwater Fish Reproduction and Development, Ministry of Education, Key Laboratory of Aquatics Science of Chongqing, Department of Fisheries in Rongchang Campus, Southwest University, Chongqing 402460, China;
2. Chongqing Datang International Pengshui Hydropower Development Co.Ltd., Chongqing 409600, China)

Abstract: Nutrient components in muscle of *Semilabeo prochilus* were analyzed and the nutritive quality of the meat were evaluated in this study. The results showed that the ratio of flesh to body mass was $(70.90 \pm 3.20)\%$. *Semilabeo prochilus* muscle contained $(75.62 \pm 1.17)\%$ moisture, $(20.04 \pm 0.78)\%$ crude protein, $(3.67 \pm 0.08)\%$ crude fat and $(1.34 \pm 0.13)\%$ ash. A total of 18 amino acids were detected in muscle proteins, including the 8 essential amino acids. In dry sample, the total content of amino acids was $(79.83 \pm 0.59)\%$. The content of essential amino acids was $(33.95 \pm 0.15)\%$. Five delicious amino acids accounted for $(35.69 \pm 0.24)\%$ of the total amino acids. Glu was the most abundant and Tyr was the least abundant amino acid in *Semilabeo prochilus* muscle. The percentage of essential amino acids in total amino acids (EAA/TAA) was 42.53%. The constitutional ratio of essential amino acids met the FAO/WHO standard. Amino acid score (AAS) and chemical score (CS) analyses showed that the primary and secondary limited amino acid in *Semilabeo prochilus* muscle were Try and Val, respectively. The essential amino acid index (EAAI) was 62.08. The contents of monounsaturated fatty acids (MUFA), polyunsaturated fatty acids (PUFA), eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA) were $(45.33 \pm 0.08)\%$, $(26.04 \pm 0.19)\%$, $(4.75 \pm 0.04)\%$ and $(7.35 \pm 0.03)\%$, respectively. These results indicated that *Semilabeo prochilus* was a fresh water fish with high nutritive value.

Key words: *Semilabeo prochilus*; ratio of flesh to body; muscle; nutrient composition; nutritional evaluation

中图分类号: TS254.5

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2013)11-0246-04

doi:10.7506/spkx1002-6630-201311053

泉水鱼(*Semilabeo prochilus* Sauvage et Dabry)隶属于鲤形目(Cypriniformes)、野鲮亚科(Labeoninae)、唇鲮属(*Semilabeo*), 分布于宜昌以上长江上游干流, 和长江

在四川境内的支流及乌江中。是我国特有物种, 营底栖生活, 以舔刮在江底岩石上附着的底栖生物为食。其肉质细嫩, 肉味鲜美, 且富含脂肪, 故当地俗称为“油

收稿日期: 2012-03-25

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项(XDJK2012C095); 西南大学博士基金项目(11BS01);

重庆市科委重点实验室专项经费项目; 重庆大唐国际彭水水电开发有限公司环境工程项目

作者简介: 朱成科(1981—), 男, 博士, 研究方向为水产品质量安全与病害防治。E-mail: zhuck2003@163.com

鱼”，为产区上等的经济鱼类。近年来，由于过度的捕捞，加上水域的污染和环境的破坏，特别是水工建筑造成生态环境的变化，其资源量和渔获量不断下降，渔获规格越来越小，甚至物种生存亦受到威胁，迫切需要保护这一珍贵的本土经济鱼类资源。目前，学者对泉水鱼的生物学、鱼类资源保护、遗传多样性等方面进行了大量的研究^[1-2]。但是，迄今为止有关其鱼体的营养成分尚无系统的研究报道。本实验对泉水鱼肌肉营养成分进行分析，并对营养价值、食用价值及保健作用进行评价，以期对泉水鱼养殖、产品的开发及加工提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

泉水鱼为从重庆市彭水县渔民购得鲜活样本，暂养于西南大学荣昌校区实验基地，随机捕捞10尾（雄鱼4尾，雌鱼6尾）。体长为19.4~21.5cm，体质量166.0~215.4g。外观检查，体制健壮，无病害。

盐酸、无水乙醇、氢氧化钠等试剂均为分析纯 成都市科龙化工试剂厂。

Tecator1030定氮仪 上海洪纪仪器设备有限公司；日立L-8900氨基酸分析仪 日本日立公司；岛津GC-14B气相色谱仪 日本岛津公司；VersaFluor荧光分光光度计 美国Bio-Rad公司。

1.2 鱼体样品制备

取脊椎两侧全部肌肉，洗净后用滤纸将水吸干，去皮后切成2~3cm肉片，用小型绞肉机绞碎，混匀；然后将样品分为两份，一份用于常规营养成分和氨基酸测定；另一份冷冻干燥，用于脂肪酸测定。

1.3 方法

1.3.1 含肉率测定

用纱布轻轻擦干鱼体表水分，依次测定体长、体质量。然后按常规方法分离（性腺+内脏）、鳃、鳞、鳍、皮肤和骨骼等非肉质部分，骨骼经煮、清洗后，自然干燥，分别称质量。分别计算含肉率、性腺占有率、内脏占有率、鳃占有率、皮肤占有率、鳞占有率、鳍占有率和骨骼占有率^[3]。

1.3.2 营养成分测定方法

采用常规的生化分析方法测定样品中的水分、粗蛋白、粗脂肪及灰分^[3]。水分测定参照GB 5009.3—2010《食品中水分的测定》直接干燥法((105±2)℃)；粗蛋白测定参照GB 5009.5—2010《食品中蛋白质的测定》凯氏定氮法；粗脂肪测定参照GB 5009.6—2010《食品中脂肪的测定》索氏抽提法；灰分测定参照GB 5009.4—2010《食品中灰分的测定》马福炉灼烧法((550±25)℃)；按GB/T 5009.124—2003《食品中氨基酸的测定》的方法使

用日立L-8900氨基酸分析仪测定除色氨酸外的17种氨基酸，色氨酸采用荧光分光光度法测定^[4]，按GB/T 17376—2008《动植物油脂 脂肪酸甲酯制备》、GB/T 17377—2008《动植物油脂 脂肪酸甲酯的气相色谱分析》的方法使用岛津GC-14B气相色谱仪测定脂肪酸。

1.4 鱼体营养价值评价方法

营养价值的评定根据粮食与农业组织/世界卫生组织(FAO/WHO)(1973)建议的氨基酸评分标准模式(%，干样)和全鸡蛋蛋白质的氨基酸模式(%，干样)，分别按以下公式计算氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)^[5]。

$$AAS = \frac{\text{试样中氨基酸含量}/\%}{\text{FAO/WHO评分标准模式中同种氨基酸含量}/\%} \quad (1)$$

$$CS = \frac{\text{试样中氨基酸含量}/\%}{\text{鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量}/\%} \quad (2)$$

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

式中： n 为比较的必需氨基酸个数； A 、 B 、 C 、...、 H 为样品肌肉蛋白质的必需氨基酸含量/(以干样计)； AE 、 BE 、 CE 、...、 HE 为全鸡蛋蛋白质的必需氨基酸含量/%，以干样计。

1.5 数据处理

实验数据用Excel和SPSS16.0统计软件对数据进行统计处理，统计数值使用 $\bar{x} \pm s$ 表示。

2 结果与分析

2.1 泉水鱼的含肉率及非肉质部分所占比率

表1 泉水鱼含肉率及非肉质部分所占比率($n=10$)
Table 1 Ratio of flesh to non-muscle tissues in *Pseudogyrinocheilus proheilu* ($n=10$)

项目	雌鱼	雄鱼	总体	%
含肉率	68.79±1.82	74.07±1.73	70.90±3.20	
骨骼占有率	4.88±0.26	6.40±0.19	5.49±0.82	
鳞占有率	4.42±0.88	4.38±0.08	4.40±0.66	
鳃占有率	1.28±0.22	1.41±0.07	1.33±0.19	
鳍占有率	3.96±0.26	4.20±0.07	4.06±0.23	
内脏占有率	9.18±2.95	5.19±0.15	7.58±3.01	
皮肤占有率	4.58±0.15	4.71±0.08	4.63±0.14	

本次实验分析测定了10条(4条雄鱼，6条雌鱼)泉水鱼的含肉率和非肉质部分所占比率，其结果见表1。泉水鱼的含肉率在66.07%~76.44%之间变动，平均值为70.90%，鳃占有率最低，仅为1.33%。其中雌鱼含肉率(68.79%)低于雄鱼(74.06%)，这主要是取样时间正处于泉水鱼生殖季节(12月~1月)，雌鱼的性腺发育旺盛，消耗

了较多的蛋白质和脂肪酸，故雌鱼含肉率较低，这与黑尾近红鲌^[4]的含肉率相似的，此外，雄鱼的骨骼占有率(6.40%)高于雌鱼(4.88%)，这符合鱼类的生理发育规律。

2.2 泉水鱼肌肉的常规营养成分

表2 泉水鱼与其他几种鱼类的肌肉一般营养成分比较(n=6)
Table 2 Proximate analysis of muscle of *Semilabeo prochilus* and some other fishes (n=6)

种类	水分	粗蛋白	粗脂肪	灰分
泉水鱼(<i>Semilabeo prochilus</i>)	75.62±1.17	20.04±0.78	3.67±0.08	1.34±0.13
唇鲮(<i>Semilabeo notabilis</i>) ^[6]	76.31	17.06	1.51	1.72
华鲮(<i>Semilabeo rendahli</i>) ^[7]	77.90	16.69	2.91	1.82
湘华鲮(<i>Semilabeo decorustungting</i>) ^[8]	75.12	20.15	3.24	1.17
鳊鱼(<i>Siniperca chuatsi</i>) ^[9]	79.03	16.75	1.50	2.67
鲤鱼(<i>Cyprinus carpio</i>) ^[4]	79.58	16.52	2.06	1.18
鳙鱼(<i>Aristichthys nobilis</i>) ^[9]	80.18	16.95	0.74	2.08
鲢鱼(<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>) ^[9]	78.79	15.10	0.45	1.71
草鱼(<i>Ctenopharyngodon idellus</i>) ^[9]	82.71	15.10	1.15	1.71

由表2可知，与其他几种经济养殖鱼类相比，泉水鱼肌肉的水分含量较低；灰分含量居于中等偏低水平；粗蛋白和粗脂肪含量丰富。泉水鱼肌肉粗蛋白含量高达20.04%，略低于湘华鲮^[8]，是鸡蛋中蛋白质含量(13.30%)的1.51倍。同时，泉水鱼肌肉中粗脂肪含量为3.67%，高于相比较的所有鱼类^[6-9]。脂肪含量是肉类口感嫩滑的重要指标，一般认为肌肉脂肪含量达鲜样的3.5%~4.5%时有良好的适口性，且在一定范围内肌肉的风味随脂肪含量的增加而持续改变。泉水鱼肌肉脂肪含量在这一范围之内，所以其肉质细嫩，营养丰富，是一种具有养殖前景的鱼类。

2.3 泉水鱼肌肉氨基酸组成及含量

表3 泉水鱼肌肉氨基酸组成及含量(n=6)
Table 3 Amino acid composition muscle of *Pseudogyrincheilus proheilus* (n=6)

氨基酸	含量	氨基酸	含量
苏氨酸(Thr)*	3.43±0.03	天冬氨酸(Asp)	9.20±0.03
缬氨酸(Val)*	4.23±0.05	丝氨酸(Ser)	2.51±0.08
蛋氨酸(Met)*	2.48±0.05	谷氨酸(Glu)	13.10±0.11
异亮氨酸(Ile)*	4.06±0.06	甘氨酸(Gly)	4.02±0.08
亮氨酸(Leu)*	7.02±0.01	丙氨酸(Ala)	5.20±0.06
苯丙氨酸(Phe)*	3.68±0.06	组氨酸(His)	2.11±0.06
色氨酸(Tyr)*	0.58±0.05	精氨酸(Arg)	4.17±0.06
赖氨酸(Lys)*	8.47±0.05	胱氨酸(Cys)	0.79±0.05
脯氨酸(Pro)	2.12±0.06	酪氨酸(Tyr)	2.66±0.07
W_{TAA}	79.83±0.59	W_{EAA}/W_{TAA}	42.53
W_{EAA}	33.95±0.15	W_{EAA}/W_{NEAA}	74.00
W_{NEAA}	45.88±0.47	W_{DAA}/W_{TAA}	44.71
W_{DAA}	35.69±0.24	W_{BCCA}/W_{AAA}	2.41

注：以干样计； W_{TAA} 为总氨基酸含量； W_{EAA} 为必需氨基酸含量； W_{NEAA} 为非必需氨基酸含量； W_{DAA} 为鲜味氨基酸含量； W_{BCCA} 为支链氨基酸； W_{AAA} 为芳香氨基酸；*。人体所需的8种必需氨基酸。

由表3可知，泉水鱼肌肉蛋白质含有18种氨基酸，其中包括8种人体必需氨基酸、2种半必需氨基酸和8种非必需氨基酸，总量为79.83%。其中谷氨酸含量(13.10%)最高，其次为天冬氨酸(9.20%)和赖氨酸(8.47%)，色氨酸含量(0.58%)最低。与湘华鲮^[8]、黄斑篮子鱼^[10]、斑驳尖塘

鳊^[11]等鱼类的肌肉氨基酸组成类似。谷氨酸不仅是公认的鲜味氨基酸，而且参与脑组织生化代谢以及多种生理活性物质的合成；天冬氨酸是新陈代谢的活跃分子，其参与尿素、偶联嘌呤核苷酸的循环，在腺嘌呤核苷酸的合成、调整心脏功能、改善心肌代谢等方面都有重要的作用，所以这两种氨基酸含量丰富对人体健康有利。8种必需氨基酸总含量为33.95%，并且 W_{EAA}/W_{TAA} 为42.53%， W_{EAA}/W_{NEAA} 为74.00%。根据FAO/WHO理想模式，质量较好的蛋白质其氨基酸组成中 W_{EAA}/W_{TAA} 在40%左右， W_{EAA}/W_{NEAA} 在60%以上，所以泉水鱼肌肉中必需氨基酸组成符合FAO/WHO模式，比例平衡，且营养价值好。

泉水鱼肌肉中谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸、精氨酸和天冬氨酸5种鲜味氨基酸的总含量为35.69%，其中谷氨酸是公认的鲜味最强的氨基酸，在测定18种氨基酸中含量高达13.10%。因此，从理论上讲，泉水鱼肌肉味道鲜美。此外，肌肉中支链氨基酸(缬氨酸+异亮氨酸+亮氨酸)/芳香氨基酸(苯丙氨酸+酪氨酸)，即支/芳值为2.41，与人体和哺乳动物所需支/芳值(3.0~3.5)较接近。可以补充肝脏受损时(支/芳值为1.0~1.5)降低的支/芳值，所以，泉水鱼具有保肝作用。

2.4 泉水鱼肌肉氨基酸组成营养价值评价

表4 泉水鱼肌肉必需氨基酸评价
Table 4 Evaluation of essential amino acid composition in muscle of *Semilabeo prochilus*

必需氨基酸	泉水鱼	FAO评分模式	鸡蛋蛋白	AAS	CS	成人氨基酸需要量 ^[1]
苏氨酸(Thr)	3.43	4.00	5.00	0.86	0.69	0.90
缬氨酸(Val)	4.23	5.00	7.40	0.85**	0.57**	1.30
异亮氨酸(Ile)	4.06	4.00	6.60	1.02	0.62	1.30
亮氨酸(Leu)	7.02	7.00	8.80	1.00	0.80	1.90
赖氨酸(Lys)	8.47	5.50	6.40	1.54	1.32	1.60
色氨酸(Tyr)	0.58	1.00	1.70	0.58*	0.34*	0.50
苯丙氨酸+酪氨酸(Phe+Tyr)	6.34	6.00	10.10	1.06	0.63	1.90
蛋氨酸+胱氨酸(Met+Cys)	3.27	3.50	5.50	0.93	0.59	1.70
必需氨基酸指数(EAAI)				62.08		

注：以干样计；*。第一限制氨基酸；**。第二限制氨基酸。

食物蛋白质营养价值的高低，不仅取决于所含氨基酸的种类，而且8种人体必需氨基酸的数量和比例也要适宜，最好与人体需要模式相符，这样的氨基酸吸收最完全，营养价值最高。泉水鱼必需氨基酸模式见表4。以FAO/WHO联合推荐的EAA模式和鸡蛋氨基酸模式为参比，得到除色氨酸外氨基酸评分(AAS)均大于0.8，化学评分(CS)均大于0.5，其中异亮氨酸、赖氨酸、苯丙氨酸+酪氨酸均超过了FAO/WHO标准模式，说明泉水鱼肌肉中氨基酸含量非常丰富，且组成相对比较平衡。第一限制氨基酸为色氨酸，其AAS和CS分别为0.58、0.34，这与华鲮^[7]、湘华鲮^[8]、万安玻璃红鲤鱼^[12]、鳊鱼^[9]、黄斑篮子^[10]、黄鳝^[13]、三疣梭子蟹^[14]等水产品的第一限制氨基酸相同。因此，对于人类膳食而言，这些水产食品加工中可通过添加色氨酸来改善必需氨基酸的平衡效果，提高蛋白质的利用率。

泉水鱼肌肉中含有人体8种必需氨基酸,其中赖氨酸含量(8.47%,干质量)最高,分别是FAO/WHO和鸡蛋蛋白质模式的1.54和1.32倍,略低于同属的唇鲮(8.86%)^[8],明显高于同目的万安玻璃红鲤鱼(5.06%)^[12]、华鲮(5.44%)^[7]、湘华鲮(6.80%)^[8]。因此,对于以谷物为主食的人群来说,泉水鱼可以弥补谷物中赖氨酸的不足,提高蛋白质的利用率。同时,赖氨酸也是人乳的第一限制氨基酸,因此,泉水鱼也是优质的婴幼儿补充食品。必需氨基酸指数越大,表明营养价值越高。泉水鱼肌肉必需氨基酸指数(EAAI)为62.08,高于华鲮(57.37)^[7]、鲢鱼(57.59)^[9]、草鱼(60.59)^[9]、鳙鱼(60.87)^[9],与湘华鲮(61.45)^[8]、鳊鱼(62.30)^[9]比较接近,且氨基酸含量均超过FAO/WHO推荐的成人氨基酸需要量,说明泉水鱼肌肉中氨基酸平衡效果较好,营养价值较高。

2.5 泉水鱼肌肉脂肪酸组成及含量

表5 泉水鱼肌肉脂肪酸组成及含量($n=6$)
Table 5 Fatty acid composition and content in muscle of *Semilabeo prochilus* ($n=6$)

脂肪酸	含量	脂肪酸	含量	脂肪酸	含量
C _{14:0}	2.82±0.01	C _{14:1}	0.26±0.01	C _{18:3ω3}	6.89±0.03
C _{15:0}	0.36±0.04	C _{16:1}	11.35±0.02	C _{20:3}	1.20±0.03
C _{16:0}	18.72±0.03	C _{17:1}	2.05±0.39	C _{20:4}	2.12±0.02
C _{17:0}	2.35±0.30	C _{18:1}	29.17±0.02	C _{20:5} (EPA)	4.75±0.04
C _{18:0}	3.76±0.01	C _{20:1}	2.50±0.29	C _{22:6} (DHA)	7.35±0.03
C _{20:0}	0.08±0.01	ΣMUFA	45.33±0.08	ΣPUFA	26.04±0.19
C _{21:0}	0.52±0.02	C _{18:2}	3.12±0.034	EPA+DHA	12.10±0.06
ΣSFA	28.61±0.08	C _{18:3ω6}	0.63±0.02		

注:ΣSFA.饱和脂肪酸含量;ΣMUFA.单不饱和脂肪酸含量;ΣPUFA.多不饱和脂肪酸含量。

由表5可知,泉水鱼肌肉中含有19种脂肪酸,其中饱和脂肪酸(SFA)7种,占脂肪酸总量的28.61%;不饱和脂肪酸(UFA)12种,占脂肪酸总量的71.37%,包括5种单不饱和脂肪酸(MUFA)和7种多不饱和脂肪酸(PUFA),多不饱和脂肪酸占脂肪酸总量的26.04%,单不饱和脂肪酸含量非常丰富,占脂肪酸总量的45.33%;泉水鱼肌肉中EPA与DHA的含量也较高,分别为4.75%、7.35%。

据研究表明不饱和脂肪酸具有明显降低血脂、抑制血小板凝集、作为前体合成人体前列腺素、降低血液黏稠度、提高细胞活性等生理及保健功能^[15-16]。泉水鱼肌肉中不饱和脂肪酸含量(71.37%)丰富,高于兰州鲇(65.21%)^[17]、翘嘴鲇(63.80%)^[18]、山女鲢(57.38%)^[19]、湘华鲮(53.51%)^[8]、唇鲮(58.89%)^[7]等鱼类。同时,脂肪酸是肉类香气物质的主要来源,尤其是多不饱和脂肪酸能显著增加香味,同时还能在一定程度上反映肌肉的多汁性。所以,泉水鱼具有较高的食用价值和保健价值。

二十碳五烯酸(EPA)和二十二碳六烯酸(DHA)在神经系统和视觉系统的发育、防治心血管疾病等方面具有积极作用。目前,EPA和DHA主要添加在食品和保健食品中。经药理作用和临床应用研究表明,EPA和DHA是人和动物发育所必需的脂肪酸,主要存在于海洋鱼类脂肪内。泉水

鱼肌肉DHA和EPA含量丰富,总含量为12.10%(表5),明显高于中华倒刺鲃(3.95%)^[20]、光倒刺鲃(3.72%)^[20]、黄鲮(2.07%)^[13]、鲤(0.45%)^[7]、鳙(0.11%)^[7],与湘华鲮(9.32%)^[8]、莫桑比克罗非鱼(10.90%)^[8]、鲮(10.10%)^[8]、沙光鱼(10.20%)^[4]较为接近。这可能与泉水鱼主要以藻类为食有关。自然界中,硅藻、红藻和褐藻等藻类能自身合成EPA和DHA^[10],泉水鱼通过食物链的富集作用,聚集了丰富的EPA和DHA,具有较高的保健价值。

3 结论

泉水鱼含肉率,肌肉中粗蛋白、粗脂肪、氨基酸总量及鲜味氨基酸含量均较高。根据 W_{EAA}/W_{TAA} 和 W_{EAA}/W_{NEAA} 的比值以及AAS和CS的分值来看,泉水鱼的必需氨基酸组成比较均衡,是一种富含优质蛋白的鱼类。泉水鱼肌肉中含有较多的UFA,且其中的EPA和DHA含量非常丰富,说明其具有较高的食用价值和保健作用。综上所述,泉水鱼是一种营养价值较高、味道鲜美的经济鱼类,其肌肉营养成分已具备优质鱼类所有特性,符合人体的营养需要并具有一定的保健作用,是一种具有较高开发利用价值的优良品种。

参考文献:

- [1] 伍献文,罗云林,林人端.双孔鱼科(*Gyrinocheilidae*)鱼类的系统发育和分类位置[J].动物分类学报,1979,4(4):307-311.
- [2] 张镔.泉水鱼系统发育关系[J].动物学研究,1994,15(增刊1):26-35.
- [3] 谭德清,王剑伟,但胜国.黑尾近红鲈含肉率及肌肉营养成分分析[J].水生生物学报,2004,28(3):240-246.
- [4] 刘姝,余勃,王淑军,等.沙光鱼肌肉营养成分分析及营养学评价[J].食品科学,2010,31(17):381-384.
- [5] PELLET P L, YONG V R. Nutritional evaluation of protein foods[M]. Tokyo: The United National University Publishing Company, 1980: 26-29.
- [6] 安苗,姜海波,姜志强,等.唇鲮肌肉中营养成分分析与品质评价[J].大连水产学院学报,2010,25(1):88-92.
- [7] 周兴华,郑曙明,吴青,等.华鲮肌肉营养成分与品质的评价[J].淡水渔业,2007,37(1):62-65.
- [8] 梁志强,李传武,欧燎原,等.湘华鲮肌肉营养成分分析与评价[J].营养学报,2009(4):411-413.
- [9] 梁银铃,崔希群,刘友亮,等.鳊肌肉生化成份分析和营养品质评价[J].水生生物学报,1998,22(4):386-388.
- [10] 庄平,宋超,章龙珍,等.黄斑篮子鱼肌肉营养成分与品质的评价[J].水产学报,2008,32(1):77-83.
- [11] 祁旭文,张宪中.斑驳尖塘鳢肌肉营养成分与品质的评价[J].中国海洋大学学报,2006,36(1):107-111.
- [12] 洪瑞川,李思光,余扬帆.万安玻璃红鲤的肌肉营养成分分析[J].水生生物学报,1997,21(2):109-113.
- [13] 舒妙安,马有智,张建成.黄鳍肌肉营养成分的分析[J].水产学报,2000,24(4):339-344.
- [14] 苏秀榕,李太武,欧阳芬,等.三疣梭子蟹营养成分的研究[J].营养学报,1996,18(3):342-346.
- [15] USYDUS Z, SZLINDER-RICHERT J, POLAK-JUSZCZAK L. Food of marine origin: between benefits and potential risks. Part I. Canned fish on the Polish market[J]. Food Chemistry, 2007, 230(2/3): 556-563.
- [16] DOMINGO J L, BOCIO A, FALO G, et al. Benefits and risks of fish consumption. Part I. A quantitative analysis of the intake of omega-3 fatty acids and chemical contaminants[J]. Toxicology, 2007, 230(2/3): 219-226.
- [17] 杨元昊,李维平,龚月生,等.兰州鲇肌肉生化成分分析及营养学评价[J].水生生物学报,2009,33(1):54-59.
- [18] 尹洪滨,尹家胜,徐伟,等.兴凯湖翘嘴红鲌肌肉营养成分分析[J].中国水产科学,2003,10(1):82-84.
- [19] 尹洪滨,孙中武,沈希顺,等.山女鲢肌肉营养组成分析[J].水生生物学报,2004,28(5):577-580.
- [20] 祁旭文.中华倒刺鲃和光倒刺鲃肌肉营养品质的比较[J].大连水产学院学报,2005,20(3):233-237.