

滇池金线鲃(*Sinocyclocheilus grahami*)与抚仙金线鲃(*S. tingi*) 肌肉营养成分初步分析

赵亚鹏^{1,2}, 潘晓斌¹, 杨君兴^{1,*}, 陈小勇^{1,*}, 李再云¹, 王晓爱^{1,2}

1. 中国科学院昆明动物研究所 遗传资源与进化国家重点实验室, 云南 昆明 650223;

2. 中国科学院大学, 北京 100049

摘要: 该文对滇池金线鲃(*Sinocyclocheilus grahami*)和抚仙金线鲃(*S. tingi*)肌肉营养成分的分析表明: 两者肌肉(鲜样)中的蛋白质含量分别为21.7%和20.6%, 粗脂肪含量分别为3.43%和2.66%, 氨基酸总量分别为19.23%和17.67%。其中, 必需氨基酸含量分别为其各自氨基酸总量的44.08%及43.69%, 必需氨基酸指数则分别为70.00%和65.99%。两者的氨基酸构成比例基本符合FAO/WHO标准, 且第一限制性氨基酸均为蛋氨酸+胱氨酸。对于矿物质含量而言, 滇池金线鲃K、Na含量均高于抚仙金线鲃, Zn含量低于抚仙金线鲃, 而其他矿物质含量则无显著差异。该结果表明, 滇池金线鲃和抚仙金线鲃肌肉均为优质食品, 且前者的营养品质更优。

关键词: 滇池金线鲃; 抚仙金线鲃; 营养成分

中图分类号: Q959.46+8 文献标志码: A 文章编号: 0254-5853-(2013)06-0636-04

Analysis of the nutritional components in muscle of *Sinocyclocheilus grahami* and *S. tingi*

Ya-Peng ZHAO^{1,2}, Xiao-Fu PAN¹, Jun-Xing YANG^{1,*}, Xiao-Yong CHEN^{1,*}, Zai-Yun LI¹,
Xiao-Ai WANG^{1,2}

1. State Key Laboratory of Genetic Resources and Evolution, Kunming Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Kunming, 650223 China

2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100049, China

Abstract: In this study, we investigated the nutritive composition in the muscle of *Sinocyclocheilus grahami* and *S. tingi*. The contents of crude protein in the fresh muscle of *S. grahami* and *S. tingi* can be described as being 21.7% and 20.6%, crude fat were 3.43% and 2.66%, and total amino acid were 19.23% and 17.67%, respectively. Essential amino acids accounted for 44.08% and 43.69% of total amino acids of *S. grahami* and *S. tingi*, respectively. The values of essential amino acid index (EAAI) of the two species were 70.00% and 65.99%, respectively, with *S. grahami* being better than *S. tingi*. Ultimately, the amino acid composition of *S. grahami* and *S. tingi* muscle tissue met the standards of the Food and Agriculture Organization of the United Nations as well as those of the World Health Organization (FAO/WHO). According to the nutritive evaluation in amino acid score (AAS), the first limited amino acids of both fish were cystine+methionine. Compared with other commercial fish, the nutrition value of the muscle of *Sinocyclocheilus* fish can generally be considered as being better.

Keywords: *Sinocyclocheilus grahami*; *Sinocyclocheilus tingi*; Nutritional Components

滇池金线鲃(*Sinocyclocheilus grahami*)与抚仙金线鲃(*Sinocyclocheilus tingi*)同属鲤形目(Cypriniformes)鲤科(Cyprinidae)金线鲃属(*Sinocyclocheilus*)。滇池金线鲃分布于滇池及其周边的龙潭和入湖河流,为滇池流域特有种,曾是产

区重要的经济鱼种,为云南四大名鱼(滇池金线鲃、鱮鱼、大理裂腹鱼、大头鲤)之一。20世纪80年代以来,滇池水质恶化、滥捕酷渔及生物入侵等原因导致滇池金线鲃数量急剧下降(Chen et al, 2001),当前价格为~500元/kg。2007年,滇池金线

收稿日期: 2013-03-04; 接受日期: 2013-05-04

基金项目: 全球环境基金会/世界银行项目(GEF-MSP grant No. TF051795); 云南省发展和改革委员会项目; 中国科学院西部之光(292006312D11033); 云南省应用基础研究面上项目(2012FB183)

*通信作者 (Corresponding author), E-mail: yangjx@mail.kiz.ac.cn; chenxy@mail.kiz.ac.cn

鲃人工繁殖成功 (Yang et al, 2007), 商业开发前景广阔。抚仙金线鲃仅分布于抚仙湖及周边龙潭, 为抚仙湖特有种, 其形态及价格均与滇池金线鲃相似, 且由于外来种引入和过度捕捞等原因, 抚仙金线鲃种群同样衰退严重, 而其人工繁殖亦已获得成功 (Pan et al, 2009)。目前, 金线鲃属鱼类的肌肉营养成分分析仅见于尖头金线鲃 (*S. oxycephalus*) 和大头金线鲃 (*S. macrocephalus*) (Li et al, 1995)。本研究测定了滇池金线鲃和抚仙金线鲃的肌肉营养成分, 对其营养价值进行评价, 旨在为这两种云南名优土著品种的开发利用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料

实验材料均来自于中国科学院昆明动物研究所珍稀鱼类保育研究基地, 二龄滇池金线鲃及抚仙金线鲃各 5 条。取每尾鱼身体两侧自头盖骨至尾鳍前的全部肌肉, 剪碎后, 混匀备用。

1.2 肌肉各成分测定方法

水分: 直接干燥法, 参照 GB/T5009.3-2003; 蛋白质: 微量凯氏定氮, 参照 GB/T5009.5-2010; 氨基酸: 酸水解法, 参照 GB/T5009.124-2003 (酸水解中, 色氨酸遭破坏); 脂肪: 索氏抽提法, 参照 GB/T5009.6-2010; 磷、钾、钠、钙、镁、铁及锌等矿物质元素: 干法消化, 参照 GB/T 5009.14-2003、GB/T5009.87-2003、GB/T5009.90-2003、GB/T5009.91-2003 及 GB/T5009.92-2003。

1.3 氨基酸评价方法

根据 FAO/WHO 于 1973 年建议的氨基酸评分标准模式 (% , dry) 和全鸡蛋蛋白质模式 (% , dry) 进行营养价值评价。采用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), 对滇池金线鲃及抚仙金线鲃进行氨基酸评价。

$$AAS=aa/AA_{(FAO/WHO)}$$

$$CS=aa/AA_{(gee)}$$

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

式中, aa 为试验样品氨基酸含量, $AA_{(FAO/WHO)}$ 为 FAO/WHO 评分标准模式中同种氨基酸含量, $AA_{(gee)}$ 为全鸡蛋蛋白质中同种氨基酸的含量, A 、 B 、 C 、 \dots 及 H 为肌肉蛋白质必需氨基酸含量, AE 、 BE 、 CE 、 \dots 及 HE 为全鸡蛋蛋白质必需氨基酸含量。

2 结果

2.1 粗蛋白和粗脂肪

滇池金线鲃肌肉鲜样中的水分、粗蛋白及粗脂肪含量分别为 75.1%、21.7% 及 3.43%, 抚仙金线鲃肌肉鲜样中的水分、粗蛋白及粗脂肪含量分别为 75.9%、20.6% 及 2.66%。滇池金线鲃的粗蛋白和粗脂肪含量高于抚仙金线鲃。

表 1 滇池金线鲃及抚仙金线鲃的粗蛋白和粗脂肪含量
Table 1 Crude protein and crude fat in muscle of *S. grahami* and *S. tingi* (fresh%)

种类 Species	水分 Water (%)	粗蛋白 Crude Protein (%)	粗脂肪 Crude Fat (%)
滇池金线鲃 <i>S. grahami</i>	75.1	21.7	3.43
抚仙金线鲃 <i>S. tingi</i>	75.9	20.6	2.66

2.2 氨基酸组成

于滇池金线鲃及抚仙金线鲃中共分别检测出 16 种及 15 种氨基酸 (表 2), 其中, 滇池金线鲃的氨基酸总量及必需氨基酸分别为鲜重的 19.23% 及 8.48%, EAA/TAA 值和 EAA/NEAA 值分别为 44.08% 及

表 2 滇池金线鲃及抚仙金线鲃肌肉氨基酸组成
Table 2 Amino acids composition of *S. grahami* and *S. tingi* (fresh%)

氨基酸 Amino acids	滇池金线鲃 <i>S. grahami</i> (%)	抚仙金线鲃 <i>S. tingi</i> (%)
天门冬氨酸 ASP	2.08	1.96
苏氨酸 THR	0.91	0.82
丝氨酸 SER	0.82	0.80
谷氨酸 GLU	2.94	2.82
甘氨酸 GLY	0.90	0.84
丙氨酸 ALA	1.26	1.26
胱氨酸 CYS	0.13	未检出
缬氨酸 VAL	1.09	0.99
蛋氨酸 MET	0.42	0.55
异亮氨酸 ILE	1.08	0.97
亮氨酸 LEU	1.80	1.56
酪氨酸 TYR	0.62	0.59
苯丙氨酸 PHE	1.01	0.93
赖氨酸 LYS	2.17	1.90
组氨酸 HIS	0.70	0.68
精氨酸 ARG	1.29	1.00
必需氨基酸总量 TAA	8.48	7.72
氨基酸总量 TAA	19.23	17.67
必需氨基酸/总氨基酸量 EAA/TAA	44.08	43.69
必需氨基酸/非必需氨基酸 EAA/NEAA	78.84	77.59

78.84%。抚仙金线鲃的氨基酸总量及必需氨基酸分别为鲜重的 17.67% 及 7.72%，EAA/TAA 值和 EAA/NEAA 值分别为 43.69% 及 77.59%。其次为赖氨酸和天门冬氨酸，含量最低的是胱氨酸。除蛋氨酸和丙氨酸外，滇池金线鲃各氨基酸含量均高于抚仙金线鲃。

2.3 氨基酸评价

滇池金线鲃和抚仙金线鲃营养价值评价(表3)显示, 两者的各必需氨基酸含量无显著差异, 除蛋氨酸+胱氨酸外, 滇池金线鲃的各必需氨基酸含量均

略高于抚仙金线鲃。赖氨酸含量最高, 分别占各自干重的 8.72% 及 7.88%; 其次是亮氨酸, 分别占各自干重的 7.21% 及 6.47%; 含量最低的均为蛋氨酸+胱氨酸, 分别占各自干重的 2.18% 及 2.28%。两者的必需氨基酸指数分别为 70.00 及 65.99, 除蛋氨酸+胱氨酸外, 各必需氨基酸的氨基酸评分均 ≥ 1 , 化学评分均 > 0.5 。其中, 评分最高的均为赖氨酸, 氨基酸评分分别为 1.59 和 1.43, 化学评分分别为 1.36 和 1.23, 评分最低的为蛋氨酸+胱氨酸, 氨基酸评分分别为 0.62 和 0.65, 化学评分分别为 0.4 和 0.42。

表3 滇池金线鲃和抚仙金线鲃肌肉蛋白氨基酸评价
Table 3 Nutritive evaluation of amino acids of *S. grahami* and *S. tingi* (dry%)

必需氨基酸 Essential amino acid	滇池金线鲃 <i>S. grahami</i>			抚仙金线鲃 <i>S. tingi</i>		
	Content 含量 (%)	AAS	CS	Content 含量 (%)	AAS	CS
苏氨酸 THR	3.65	0.91	0.73	3.4	0.85	0.68
缬氨酸 VAL	4.39	0.88	0.59	4.11	0.82	0.55
异亮氨酸 ILE	4.33	1.08	0.66	4.02	1.01	0.61
亮氨酸 LEU	7.21	1.03	0.82	6.47	0.92	0.74
赖氨酸 LYS	8.72	1.59	1.36	7.88	1.43	1.23
蛋氨酸 MET+胱氨酸 CYS	2.18	0.62	0.4	2.28	0.65	0.42
苯丙氨酸 PHE+酪氨酸 TYR	6.57	1.1	0.65	6.31	1.05	0.63
必需氨基酸指数 EAAI		70.00			65.99	

2.4 矿物质含量

滇池金线鲃及抚仙金线鲃肌肉鲜样中含有多种人体必需的常量和微量元素(表4)。滇池金线鲃 K、Na 含量分别为 434 和 41.8 mg/100 g, 均高于抚仙金线鲃的 356 和 21.6 mg/100 g, Zn 含量则低于抚仙金线鲃, 而 Ca、P、Mg 及 Fe 含量两者无显著差异。

表4 滇池金线鲃与抚仙金线鲃矿物质含量
Table 4 Element contents in muscles of *S. grahami* and *S. tingi*
(Fresh, mg/100 g)

	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Zn
滇池金线鲃 <i>S. grahami</i>	39.2	368	434	41.8	46.0	0.924	0.758
抚仙金线鲃 <i>S. tingi</i>	38.8	364	356	21.6	36.0	0.941	0.930

3 讨论

与同属尖头金线鲃和大头金线鲃(Li et al, 1995)相比, 滇池金线鲃和抚仙金线鲃粗蛋白含量均介于尖头金线鲃(22.7%)及大头金线鲃(19.9%)之间, 而粗脂肪则均低于尖头金线鲃(6.16%)和

大头金线鲃(4.65%)。与其他常见经济鱼种相比, 滇池金线鲃的粗蛋白及粗脂肪含量均高于草鱼(*Ctenopharyngodon idella*)(15.9% & 0.62%)、鳙鱼(*Hypophthalmichthys nobilis*)(16.3% & 3.04%)、鲤鱼(*Cyprinus carpio*)(17.68% & 2.06%)(Liu, 1990)及尼罗罗非鱼(*Tilapia nilotica*)(15.4% & 1.75%)(Hao, 2007)等, 抚仙金线鲃的粗蛋白含量亦高于这4种经济鱼种, 粗脂肪含量则低于鳙鱼, 而高于草鱼、鲤鱼及尼罗罗非鱼。因此, 就粗蛋白和粗脂肪含量而言, 金线鲃属鱼类的常见经济鱼类具有更高的营养价值。

滇池金线鲃和抚仙金线鲃肌肉中的必需氨基酸含量较高, 其 EAA/TAA 值和 EAA/NEAA 值均超过了 WHO/FAO 所建议的 40% 及 60% 的理想蛋白模式。两者的必需氨基酸指数均高于尖头金线鲃(55.81)、大头金线鲃(62.16)、草鱼(60.59)及鳙鱼(60.87), 且蛋氨酸+胱氨酸及缬氨酸评分均较低, 因此, 两者肌肉蛋白中的第一、第二限制氨基酸均为蛋氨酸+胱氨酸及缬氨酸。

滇池金线鲃和抚仙金线鲃含有多种人体所需的常量和微量矿质元素。与草鱼及鳙鱼相比, 两者的 P、

K、Mg 及 Fe 含量均较高, 尤其是 P 含量, 远远高于草鱼 (302 mg/100 g) 和鳙鱼 (180 mg/100 g), 而 Na 含量则均较低。两者 Ca 含量与草鱼 (38 mg/100 g) 无显著差异, 但均明显低于鳙鱼 (82 mg/100 g)。滇池金线鲃 Zn 含量与鳙鱼 (0.76 mg/100 g) 无显著差异, 但均低于草鱼 (0.87 mg/100 g), 而抚仙金线鲃

Zn 含量则高于草鱼和鳙鱼 (Liu, 1990)。

综上所述, 滇池金线鲃和抚仙金线鲃均营养丰富, 且就蛋白质含量、必需氨基酸含量及氨基酸评价而言, 前者品质优于后者。两者均为云南特有鱼类, 特别是滇池金线鲃作为云南四大名鱼之一, 开发前景广阔。

参考文献:

Chen ZM, Yang JX, Su RF, Chen XY. 2001. Present status of the indigenous fishes in Dianchi Lake, Yunnan. *Biodiversity Science*, **9** (4): 407-413. [陈自明, 杨君兴, 苏瑞凤, 陈小勇. 2001. 滇池土著鱼类现状. 生物多样性, **9** (4): 407-413.]

Hao SX, Li LH, Yang XQ, Cen JW, Shi H, Diao SQ. 2007. Analysis and evaluation of nutrient composition of Tilapias. *Acta Nutrimenta Sinica*, **29** (6): 614-618. [郝淑贤, 李来好, 杨贤庆, 岑剑伟, 石红, 刁石强. 2007. 5 种罗非鱼营养成分分析及评价. 营养学报, **29** (6): 614-618.]

Li WX, Wu DF, Chen AL, Xu ZH. 1995. Analysis of nutrient composition of 2 *Sinocyclocheilus* in Yunnan. *Chinese Journal of Fisheries*, **8**(2): 86-87. [李维贤, 武德方, 陈爱玲, 徐忠华. 1995. 云南两种金线鲃的营养成份. 水产学杂志, **8** (2): 86-87.]

Liu JK. 1990. Ecology Research of Lake Donghu (Part 1). Beijing: Science Press, 307-311. [刘建康. 东湖生态学研究 (一). 北京: 科学出版社, 307-311.]

Pan XF, Liu SW, Yang JX, Li ZY. 2009. Artificial propagation and larvae cultivation of *Sinocyclocheilus tingi*. *Zoological Research*, **30** (4): 463-467. [潘晓赋, 刘淑伟, 杨君兴, 李再云. 2009. 抚仙金线鲃人工繁殖与鱼苗培育技术. 动物学研究, **30** (4): 463-467.]

Yang JX, Pan XF, Li ZY. 2007. Preliminary report on the successful breeding of the endangered fish *Sinocyclocheilus grahami* endemic to Dianchi Lake. *Zoological Research*, **28** (3): 329-331. [杨君兴, 潘晓赋, 李再云. 2007. 云南滇池濒危特有种滇池金线鲃人工繁殖初报. 动物学研究, **28** (3): 329-331.]