

文章编号: 1004-7271(2007)01-0087-05

· 研究简报 ·

## 野生和池塘养殖花鲢肌肉营养组成的比较分析

陈建明, 叶金云, 沈斌乾, 潘茜, 王友慧

(浙江省淡水水产研究所, 浙江 湖州 313001)

**摘要:**通过对野生花鲢和池养花鲢肌肉中常规营养组成、18种氨基酸含量及脂肪酸组成的比较分析。结果表明,野生鱼肌肉的水分及灰分含量显著高于池养鱼,而粗脂肪含量显著低于池养鱼( $P < 0.05$ ),两者粗蛋白含量无显著差异( $P > 0.05$ );两者肌肉中氨基酸的含量,除胱氨酸外的其余17种氨基酸的含量无显著差异( $P > 0.05$ );野生鱼肌肉脂肪酸组成中,饱和脂肪酸总量和多烯酸总量的百分比显著高于池养鱼,单烯酸总量的百分比显著低于池养鱼( $P < 0.05$ )。在多烯酸中,野生鱼的C18:2、C18:3和C20:2占脂肪酸总量的百分比显著低于池养鱼,而C20:3、C20:4、C20:5、C22:4、C22:5、C22:6、 $\Sigma n-6$ 及 $\Sigma n-3$ 占脂肪酸总量的百分比显著高于池养鱼( $P < 0.05$ )。但池塘养殖花鲢单位重量肌肉组织所含的人体所需必需脂肪酸的量,除EPA略低外,n-6系列PUFA总和、n-3系列PUFA总和及DHA均高于野生鱼。

**关键词:**花鲢;野生鱼;肌肉;池养鱼;营养组成

中图分类号:S 964.7; S 972 文献标识码:A

## A comparative analysis of muscle chemical composition of wild and pond-farmed *Hemibarbus maculatus* (Bleeker)

CHEN Jian-ming, YE Jin-yun, SHEN Bin-qian, PAN Qian, WANG You-hui

(Zhejiang Institute of Freshwater Fisheries, Huzhou 313001, China)

**Abstract:** A comparison analysis of muscle chemical compositions such as proximate analysis, amino acid profiles and fatty acid composition of wild and pond-farmed *Hemibarbus maculatus* was conducted. The results showed that muscle moisture and ash of wild fish are significantly higher than those of farmed fish ( $P < 0.05$ ); the levels of muscle crude protein and 18 amino acids except cystine are not significantly different between wild fish and farmed fish ( $P > 0.05$ ); muscle crude lipid deposition and the percentages of total monoenes, C18:2, C18:3 and C20:2 of wild fish are significantly lower than those of farmed fish ( $P < 0.05$ ), but the percentages of total saturates, total poly unsaturated fatty acids (PUFA), total n-6 series PUFA, total n-3 series PUFA, C20:3, C20:4, C20:5, C22:4, C22:5, and C22:6 are significantly higher than those of farmed fish ( $P < 0.05$ ). However, result of a rough estimation showed that the levels of muscle essential fatty acids for human from farmed fish seem to be similar or even higher compared with those of wild fish. In conclusion, the nutritive value of pond-farmed fish muscle is basically equivalent to the wild fish of this species.

**Key words:** *Hemibarbus maculatus*; wild fish; muscle; pond-farmed fish; nutritive composition

收稿日期:2006-03-24

基金项目:浙江省科技计划项目(2005F13003)

作者简介:陈建明(1965-),男,浙江湖州人,高级工程师,主要从事鱼类营养与饲料方面的研究。Tel:0572-2045349

花鲮 [*Hemibarbus maculatus* (Bleeker)] 属鲤形目, 鲤科, 鲮亚科, 鲮属。自然分布于亚洲的中国、朝鲜和日本等淡水水域及在俄罗斯境内部分黑龙江水系。在我国主要分布于各大水系的江河、湖泊、水库等水域中, 是一种经济价值较高的鱼类<sup>[1]</sup>。近年来, 受竞争性鱼类放流、过度捕捞、水质污染和富营养化等生态因子变化的影响, 自然种群量日益减少, 导致市场供应严重不足。为此我国科研人员对其人工繁殖和鱼苗培育进行了相关研究, 先后突破了其人工繁殖技术, 并进行了鱼苗种培育和成鱼养殖试验, 取得初步成功。但有关花鲮肌肉营养组成尚未见资料报道。笔者开展了野生和池塘养殖花鲮的肌肉营养组成比较分析, 旨在了解目前人工养殖条件对其肌肉营养价值的影响, 为开展花鲮基础营养研究提供技术数据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

野生花鲮 12 尾, 平均体长和体重分别为 24.6 cm 和 215 g, 购自太湖渔民, 但其摄食背景不详; 池养花鲮 12 尾, 平均体长和体重分别为 25.3 cm 和 237 g, 取自本所实验渔场的专养鱼池, 系用粗蛋白水平为 38% 的商品饲料喂养。

### 1.2 样品制备

野生鱼和池养鱼分别随机分成 4 组, 每组 3 尾, 取实验鱼背部肌肉, 用刀切碎并混匀。野生鱼组和池养鱼组各制备 4 个重复的混合样。取部分鲜样供水分测定。剩余样品用 ALPHA 1-4 (CHRIST) 冷冻干燥机冻干后粉碎, 置于冷冻箱中备用, 并于分析前另行测定水分。

### 1.3 测定方法

营养组成: 105 °C 常压干燥法测定水分; 半微量凯氏定氮法测定粗蛋白; 用无水乙醚为溶剂, 索氏抽提法测定粗脂肪; 箱式电阻炉 550 °C 灼烧法测定粗灰分。

氨基酸组成: 样品经酸水解后, 用日立 835-50 型氨基酸分析仪测定 17 种氨基酸。样品经碱水解后, 用分光光度法测定色氨酸。

脂肪酸组成: 参照文献[2,3]的方法并改良。用 Folch 法提取脂质, 以 0.8 mL/L NaOH 甲醇溶液皂化后, 采用三氟化硼催化法制得脂肪酸甲酯混合液供气相色谱分析。气相色谱分析仪器为带氢火焰离子化检测器 (FID) 的岛津 GC-9A 气相色谱仪。分析条件: 分析柱为 PEG-20 M 石英毛细管分析柱, (柱温为 200 °C, 进样器温度为 240 °C), 分流比为 1:100。色谱柱为 Innowax 色谱柱 (J&W Scientific Co., 长 30 m, 内径 0.32 mm, 液膜厚度 0.5 μm)。载气为高纯氮。用标样比对和等校链长法进行定性分析, 用外标法对脂肪酸进行定量计算。

### 1.4 数据统计分析

用 SPSS11.5 软件进行统计分析, 对野生鱼和池养鱼的肌肉样品检测所得数据进行 *t* 检验。当  $P < 0.05$  时, 认为两处理间有显著差异。

## 2 结果与分析

### 2.1 野生花鲮和池养花鲮肌肉营养组成

由表 1 可见, 野生花鲮和池养花鲮肌肉中的水分、粗脂肪和粗灰分含量有显著差异 ( $P < 0.05$ )。其中, 野生花鲮肌肉中水分及灰分含量均显著高于池养花鲮; 但粗脂肪含量则显著低于池养鱼。野生花鲮肌肉中粗蛋白含量略低于池养鱼, 但其差异并不显著 ( $P > 0.05$ )。可见, 花鲮的不同生活环境、食物来源及活动空间等可引起其肌肉营养组成上的变化。

表 1 野生花鲮和池养花鲮肌肉营养组成

Tab.1 Proximate analysis of wild and pond-farmed *Hemibarbus maculatus* dorsal muscle

营养组成	mean $\pm$ SE, %	
	野生鱼	养殖鱼
水分	80.10 $\pm$ 0.21 <sup>a</sup>	78.52 $\pm$ 0.35 <sup>b</sup>
粗蛋白	17.75 $\pm$ 0.13	18.52 $\pm$ 0.27
粗脂肪	1.10 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>	1.95 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>
灰分	1.37 $\pm$ 0.00 <sup>b</sup>	1.23 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>

注:同一行数据有不同上标字母表示有显著差异

## 2.2 野生花鲮和池养花鲮肌肉氨基酸含量

表 2 列出了野生花鲮和池养花鲮肌肉中 18 种氨基酸含量。表中数据显示,18 种氨基酸总量(TAA)分别为 17.24% 和 17.54%;野生和池养花鲮肌肉中与鱼肉的鲜味有关的 4 种氨基酸(谷氨酸、天门冬氨酸、甘氨酸、丙氨酸<sup>[4]</sup>)总量分别为 6.79% 和 6.89%。经 t 检验,野生花鲮和池养花鲮肌肉中除胱氨酸外的 17 种氨基酸的含量、氨基酸总量和呈味氨基酸总量,均无显著差异( $P > 0.05$ )。可见,花鲮的生活环境、食物来源及活动空间等的不同对其肌肉氨基酸组成的影响很小。从食品营养角度看,池塘养殖花鲮单位重量的肌肉组织所能提供的 8 种人体所需的必需氨基酸及 4 种呈味氨基酸的量接近,其蛋白质营养价值及鲜味程度与野生花鲮相当。

表 2 野生花鲮和池养花鲮肌肉氨基酸含量(均值  $\pm$  标准误,%) 及花鲮必需氨基酸组成参考模式Tab.2 Amino acid levels of wild and pond-farmed *Hemibarbus maculatus* dorsal muscle and the reference of essential amino acids indexes for this species

氨基酸	mean $\pm$ SE, %		EAA 组成参考模式 <sup>1</sup>
	野生鱼	养殖鱼	
组氨酸 His	0.48 $\pm$ 0.01	0.45 $\pm$ 0.00	2.78
精氨酸 Arg	1.05 $\pm$ 0.01	1.06 $\pm$ 0.02	6.09
苏氨酸 Thr	0.84 $\pm$ 0.01	0.84 $\pm$ 0.01	4.87
苯丙氨酸 Phe	0.73 $\pm$ 0.01	0.75 $\pm$ 0.00	4.23
缬氨酸 Val	0.82 $\pm$ 0.01	0.84 $\pm$ 0.00	4.76
蛋氨酸 Met	0.50 $\pm$ 0.01	0.52 $\pm$ 0.02	2.90
赖氨酸 Lys	1.54 $\pm$ 0.02	1.60 $\pm$ 0.05	8.93
亮氨酸 Leu	1.52 $\pm$ 0.01	1.55 $\pm$ 0.01	8.82
异亮氨酸 Ile	0.81 $\pm$ 0.01	0.82 $\pm$ 0.00	4.70
色氨酸 Try	0.18 $\pm$ 0.01	0.17 $\pm$ 0.00	1.04
酪氨酸 Tyr	0.63 $\pm$ 0.01	0.64 $\pm$ 0.00	
胱氨酸 Cys <sup>2</sup>	0.18 $\pm$ 0.00 <sup>a</sup>	0.15 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>	
天门冬氨酸 Asp	1.89 $\pm$ 0.02	1.91 $\pm$ 0.01	
丝氨酸 Ser	0.71 $\pm$ 0.01	0.73 $\pm$ 0.00	
谷氨酸 Glu	2.93 $\pm$ 0.05	3.00 $\pm$ 0.02	
甘氨酸 Gly	0.89 $\pm$ 0.03	0.88 $\pm$ 0.01	
丙氨酸 Ala	1.09 $\pm$ 0.02	1.13 $\pm$ 0.00	
脯氨酸 Pro	0.46 $\pm$ 0.01	0.48 $\pm$ 0.00	
总呈味氨基酸	6.79 $\pm$ 0.04	6.89 $\pm$ 0.05	
氨基酸总量	17.24 $\pm$ 0.14	17.54 $\pm$ 0.04	

注:1. 占总氨基酸的百分比; 2. 同一行数据有不同上标字母表示有显著差异

同种鱼在不同年龄或在某一生长阶段摄食含不同饲料蛋白和能量的饲料,其肌肉氨基酸组成基本稳定<sup>[5-8]</sup>。有鉴于此,在鱼类营养学研究中,常通过分析鱼的肌肉必需氨基酸(EAA)的组成情况来确立其对 10 种必需氨基酸需要量的参考组成,并以此为基础预测 10 种必需氨基酸需要量<sup>[9-13]</sup>。笔者根据野生花鲮肌肉氨基酸分析结果计算出了 10 种必需氨基酸占氨基酸总量的百分比,并推荐为花鲮饲料必需氨基酸组成的参考模式。

### 2.3 野生花鲢和池养花鲢肌肉脂肪酸组成

表3列出了野生花鲢和池养花鲢肌肉中脂肪酸组成。野生花鲢肌肉脂肪酸组成中饱和脂肪酸和多烯酸的百分比显著高于池养花鲢,而单烯酸的百分比显著低于池养花鲢( $P < 0.05$ )。在饱和脂肪酸中,野生鱼的C16:0显著高于池养鱼( $P < 0.05$ ),两者的C14:0接近有显著差异( $P = 0.057$ ),野生鱼的C18:0和C20:0则与池养鱼无显著差异( $P > 0.05$ );在单烯酸中,野生鱼的C16:1和C20:1则与池养鱼无显著差异( $P > 0.05$ ),野生鱼的C18:1显著高于池养鱼( $P < 0.05$ );在多烯酸中,尽管野生鱼与池养鱼 $\Sigma n-3/\Sigma n-6$ 无显著差异( $P > 0.05$ ),但除野生鱼的C14:2与池养鱼无显著差异( $P > 0.05$ )外,其余各个多烯酸、 $\Sigma n-6$ 及 $\Sigma n-3$ 在两者间均有显著( $P < 0.05$ )。其中野生鱼的C18:2、C18:3和C20:2显著低于池养鱼,而野生鱼的C20:3、C20:4、C20:5、C22:4、C22:5、C22:6、 $\Sigma n-6$ 及 $\Sigma n-3$ 显著高于池养鱼( $P < 0.05$ )。可见,花鲢的生活环境、食物来源及活动空间等的不同对其肌肉脂肪酸组成有较大影响,这可能与不同生长条件的鱼,其生活环境、摄食背景、生长率及食物的脂质组成不同相关<sup>[8,14]</sup>。

表3 野生花鲢和池养花鲢肌肉脂肪酸组成

Tab.3 Fatty acid profiles of wild and pond-farmed *Hemibarbus maculatus* dorsal muscle

脂肪酸	mean $\pm$ SE, %	
	野生鱼	养殖鱼
饱和脂肪酸		
C14: 0	0.26 $\pm$ 0.26	1.02 $\pm$ 0.12
C16: 0	18.65 $\pm$ 0.13 <sup>a</sup>	16.42 $\pm$ 0.68 <sup>b</sup>
C18: 0	5.05 $\pm$ 0.15	2.80 $\pm$ 1.11
C20: 0	0.41 $\pm$ 0.02	0.44 $\pm$ 0.05
小计	24.38 $\pm$ 0.27 <sup>a</sup>	20.69 $\pm$ 0.65 <sup>b</sup>
单烯酸		
C16: 1(n-7)	7.97 $\pm$ 0.03	9.84 $\pm$ 0.95
C18: 1(n-9)	20.38 $\pm$ 0.24 <sup>a</sup>	32.14 $\pm$ 0.34 <sup>b</sup>
C20: 1(n-9)	1.68 $\pm$ 0.04	1.38 $\pm$ 0.11
小计	30.04 $\pm$ 0.31 <sup>a</sup>	43.36 $\pm$ 0.78 <sup>b</sup>
多烯酸		
C14: 2(n-4)	0.48 $\pm$ 0.04	0.33 $\pm$ 0.04
C16: 2(n-6)	1.26 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	0.39 $\pm$ 0.03 <sup>b</sup>
C16: 3(n-3)	1.44 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>	0.71 $\pm$ 0.07 <sup>b</sup>
C18: 2(n-6)	2.78 $\pm$ 0.06 <sup>a</sup>	8.70 $\pm$ 0.15 <sup>b</sup>
C18: 3(n-3)	2.44 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>	7.66 $\pm$ 0.89 <sup>b</sup>
C20: 2(n-6)	0.72 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	0.94 $\pm$ 0.06 <sup>b</sup>
C20: 3(n-6)	1.18 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	0.72 $\pm$ 0.03 <sup>b</sup>
C20: 4(n-6)	10.03 $\pm$ 0.15 <sup>a</sup>	5.14 $\pm$ 0.65 <sup>b</sup>
C20: 5(n-3)	7.31 $\pm$ 0.06 <sup>a</sup>	2.77 $\pm$ 0.15 <sup>b</sup>
C22: 4(n-6)	4.26 $\pm$ 0.08 <sup>a</sup>	0.70 $\pm$ 0.12 <sup>b</sup>
C22: 5(n-3)	2.35 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>	1.33 $\pm$ 0.11 <sup>b</sup>
C22: 6(n-3)	11.34 $\pm$ 0.41 <sup>a</sup>	6.56 $\pm$ 0.77 <sup>b</sup>
$\Sigma n-6$	20.23 $\pm$ 0.17 <sup>a</sup>	16.60 $\pm$ 0.65 <sup>b</sup>
$\Sigma n-3$	24.88 $\pm$ 0.41 <sup>a</sup>	19.03 $\pm$ 0.08 <sup>b</sup>
$\Sigma n-3/\Sigma n-6$	1.23 $\pm$ 0.01	1.15 $\pm$ 1.02
小计	45.58 $\pm$ 0.53 <sup>a</sup>	35.96 $\pm$ 0.85 <sup>b</sup>

注:同一行数据有不同上标字母表示有显著差异

鱼类肌肉脂质的营养价值主要体现在其能提供人体所必需的n-6系列和n-3系列高度不饱和脂肪酸,尤其是对人体健康起到重要作用的EPA和DHA。根据本研究的结果,如用粗脂肪含量作为总脂质来粗略计算出单位重量的肌肉组织中n-6系列和n-3系列高度不饱和脂肪酸的含量(表4),就会发现单

位重量池塘养殖花鲢肌肉组织所能提供的脂质的量,除 EPA 略低外,n-6 系列 PUFA、n-3 系列 PUFA 及 DHA 均高于野生鱼。

表 4 每 100 g 肌肉中 n-6 和 n-3 系列脂肪酸之粗略估算值

类别	野生鱼	养殖鱼
C18: 2(n-6)	30.6	169.7
C18: 3(n-3)	26.8	149.4
C20: 2(n-6)	7.9	30.1
C20: 3(n-6)	13.0	14.0
C20: 4(n-6)	110.3	100.2
C20: 5(n-3)	80.4	54.0
C22: 4(n-6)	46.9	13.7
C22: 5(n-3)	25.9	25.9
C22: 6(n-3)	124.7	127.9
EPA + DHA	205.1	181.9
$\Sigma$ n-6	222.5	323.7
$\Sigma$ n-3	273.7	371.1

#### 参考文献:

- [1] 陈宜瑜,罗云林,刘焕章,等. 中国动物志. 硬骨鱼纲,鲤形目(中卷)[M]. 北京:科学出版社,1998.
- [2] 刘玉芳. 中国 5 种淡水鱼脂质分析[J]. 水产学报, 1991, 15(2):169-173.
- [3] 邱小琼,周洪琪,横山雅仁,等. 中草药添加剂对异育银鲫肌肉生化成分的影响[J]. 上海水产大学学报, 2003, 12(1): 24-28.
- [4] 刘纯洁,张娟婷(译). 食品添加剂手册[M]. 北京:中国展望出版社,1988.
- [5] Fauconnean B, Alami-Durante H, Laroche M, *et al.* Growth and meat quality relations in carp [J]. Aquaculture, 1995, 129:265-297.
- [6] Zeitler M H, Schwarz M, Kirchgessner F J. Effects of different protein and energy supply on carcass composition of carp [J]. Aquaculture, 1984, 36:37-48.
- [7] Schwarz M, Kirchgessner F J. Amino acid composition of carp with varying protein and energy supplies [J]. Aquaculture, 1988, 72: 307-317.
- [8] Kaushik S J. Nutrient requirements, supply and utilization in context of carp culture [J]. Aquaculture, 1995, 129:225-241.
- [9] Kaushik S J. Whole body amino acid composition of European sea bass, gilthead sea bream and turbot with estimation of their IAA requirement profiles [J]. Aquatic Living Resources, 1998, 11(5): 355-358.
- [10] Mambrini M, Kaushik S J. Indispensable amino acid requirements of fish: correspondence between quantitative data and amino acid profiles of tissue proteins [J]. Journal of Applied Ichthyology, 1995, 11: 240-247.
- [11] Twilbell R G, Griffin M E, Martin B, *et al.* Predicting dietary essential amino acid requirements for hybrid striped bass[J]. Aquaculture Nutrition, 2003, 9(6): 373-382.
- [12] Wilson R P, Poe W E. Relationship of whole body and egg essential amino acid patterns requirement to amino acid patterns in channel catfish [J]. Comparative Biochemistry and Physiology, 1985, 80: 385-372.
- [13] Brown P B. Using whole-body amino acid patterns quantitative requirements to rapidly develop diets for new species such as striped bass [J]. Journal of Applied Ichthyology, 1995, 11:342-346.
- [14] Steffens W. Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans[J]. Aquaculture, 1997, 151: 97-119.