

研究简报

长江上游四种特有鱼类肌肉营养组成与评价

刘 军^{1,2,3} 胡 兵^{1,2,3} 李 惠^{1,2,3} 陈爱敬^{1,2,3} 戴邵虎^{1,2,3} 聂 宁^{1,2,3}
(1 武汉工业学院饲料科学系, 武汉 430023; 2 湖北省饲料工程技术研究中心, 武汉 430023;
3 湖北省动物营养与饲料科学重点实验室, 武汉 430023)

ANALYSIS OF THE NUTRITIONAL COMPOSITION OF MUSCLE
IN FOUR ENDEMIC SPECIES

LIU Jun^{1,2,3}, HU Bing^{1,2,3}, LI Hui^{1,2,3}, CHEN Ai-Jing^{1,2,3}, DAI Shao-Hu^{1,2,3} and NIE Ning^{1,2,3}

(1. Department of Feed Science, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023; 2. Hubei Feed Engineering Technology Research Center, Wuhan 430023;
3. Hubei Key Laboratory of Animal Nutrition and Feed Science, Wuhan 430023)

关键词: 圆口铜鱼; 长薄鳅; 长鳍吻 鮠; 圆筒吻 鮠; 营养成分; 营养评价

Key words: *Coreius guichenoti*; *Leptobotia elongata*; *Rhinogobio ventralis*; *Rhinogobio cylindricus*; Nutritional composition; Nutritional evaluation

中图分类号: Q954.66 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2007)05-0763-04

圆口铜鱼 (*Coreius guichenoti*)、长薄鳅 (*Leptobotia elongata*)、长鳍吻 鮠 (*Rhinogobio ventralis*)、圆筒吻 鮠 (*Rhinogobio cylindricus*) 主要分布于长江上游的干流水系, 是长江上游的特有种类, 具有较高的经济价值^[1]。近年来, 由于水域污染、过度捕捞以及生境破碎化等因素, 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, 但其市场需求却在不断增加, 因此, 许多学者在 4 种鱼类资源保护、人工繁殖和生物学等方面进行了大量的研究^[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。本文对上述四种鱼类肌肉的基本营养成分、氨基酸组成和含量进行了分析与评价, 以期为人工养殖和食品加工提供基础数据。

1 材料和方法

1.1 实验材料 四种实验鱼样本于 2004 年 10 月下旬采自长江湖北宜昌江段, 是从渔民手中购买的鲜活渔获物。对其进行了常规的生物学测量, 相关数据见表 1。

表 1 四种实验鱼样本数量、体长和体重
Tab. 1 Number, body length and body weight of samples of four species

种类 Species	样本数 Number (ind.)	体长 Body length (cm) 均值±标准差 Mean±SD	体重 Body weight (g) 均值±标准差 Mean±SD
圆口铜鱼 <i>C. guichenoti</i>	10	29.4±3.3	386.6±106.6
长薄鳅 <i>L. elongata</i>	5	18.4±5.3	87.4±77.1
长鳍吻 鮠 <i>R. ventralis</i>	11	17.7±1.9	79.0±23.9
圆筒吻 鮠 <i>R. cylindricus</i>	8	19.1±2.7	77.0±40.6

1.2 样本处理 实验鱼完成常规生物学测量后, 刮去鳞片, 剔除内脏, 去掉头、鳍条、脊椎骨、肋骨等非肉质部分。将所获得的肉质部分称重后, 冷冻带回实验室测定。解除冷冻

后, 将鱼肉剪成小块条状放入组织捣碎匀浆机中搅碎制成肉糜, 然后将其置入冷冻干燥器中冷冻干燥 24h 去除水分。干燥完全后将鱼肉放入组织破碎机搅碎成为鱼粉置入袋中放

收稿日期: 2006-01-20; 修订日期: 2006-11-20
基金项目: 湖北省自然科学基金项目 (2005ABA093); 武汉工业学院博士启动基金项目 (04297-03396) 资助
通讯作者: 刘军 (1976—), 男, 安徽全椒人; 博士, 副教授; 研究方向为水产养殖、鱼类生态与资源保护。E-mail: liujunihb@yahoo.com.cn

入干燥器内待测。

1.3 营养成分的测定

常规营养成分的测定^[3] 水分的测定采取冷冻干燥法, 冷冻干燥 24h, CHRIST1-2 冷冻干燥机; 灰分: 550℃高温灼烧法; 粗蛋白: 凯氏定氮法; 粗脂肪: 索氏抽提法; 磷: 钼黄比色法; 钙: EDTA 测定法。

氨基酸组成分析 用日产 835-50 型氨基酸自动分析仪

测定氨基酸的含量, 色氨酸在酸水解过程中被破坏未测。本测定在武汉工业学院湖北省农产品加工与转换重点实验室完成。

1.4 鱼肉营养价值评价方法 根据 FAO/WHO(1973)提出的氨基酸评分标准模式^[4] 和全鸡蛋蛋白质的氨基酸模式^[5] 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)^[4,5]:

$$AAS = \frac{\text{受试蛋白质氨基酸含量}(\text{mg/g}^{\circ}\text{Pro})}{\text{FAO/WHO 评分标准模式中同种氨基酸含量}(\text{mg/g}^{\circ}\text{Pro})}$$
$$CS = \frac{\text{受试蛋白质氨基酸含量}(\text{mg/g}^{\circ}\text{Pro})}{\text{全鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量}(\text{mg/g}^{\circ}\text{Pro})}$$
$$EAAI = \sqrt[n]{\frac{100a}{ae} \times \frac{100b}{be} \times \frac{100c}{ce} \times \dots \times \frac{100i}{ie}}$$

式中 n 为比较的必需氨基酸个数, a、b、c、…、i 为鱼肌肉蛋白质的必需氨基酸含量 (mg/g[°]Pro), ae、be、ce、…、ie 为全鸡蛋蛋白质的必需氨基酸含量 (mg/g[°]Pro)。

2 结果与讨论

2.1 含肉率

四种鱼类的含肉率(%)比较接近, 在 60.06—68.02 之间。含肉率从高到低依次为圆口铜鱼> 圆筒吻鲛> 长薄鳅> 长鳍吻鲛, 分别为 68.02±1.74、63.99±1.72、61.75±5.92,

60.06±1.92。圆口铜鱼的含肉率高于黄颡鱼(67.40)^[6] 和鳊鱼(67.62)^[7]。

2.2 常规营养成分

由表 2 可见, 四种鱼类的一般营养成分及钙、磷含量存在一定差异。水分含量为 68.94%—73.77%, 依次为长薄鳅> 圆筒吻鲛> 长鳍吻鲛> 圆口铜鱼; 粗蛋白含量为 52.61%—76.12%, 依次为圆筒吻鲛> 长鳍吻鲛> 圆口铜鱼> 长薄鳅; 粗脂肪含量为 13.37%—36.62%, 依次为长薄鳅> 圆口铜鱼> 长鳍吻鲛> 圆筒吻鲛。

表 2 四种鱼类肌肉的一般营养成分组成
Tab. 2 Basic nutritional components of muscles of four species (%)

种类 Species	水分 Moisture	粗蛋白 Protein	脂肪 Fat	灰分 Ash	钙 Ca	磷 P
圆口铜鱼 <i>C. guichenoti</i>	68.94±4.72	69.14±8.35	23.94±8.15	4.57±0.95	0.61±0.21	1.02±0.24
长薄鳅 <i>L. elongata</i>	73.77±6.25	52.61±3.97	36.62±5.27	7.85±2.81	1.69±0.79	1.68±0.58
长鳍吻鲛 <i>R. ventralis</i>	72.36±3.82	69.92±9.02	21.02±3.37	6.80±1.37	1.40±0.36	1.26±0.31
圆筒吻鲛 <i>R. cylindricus</i>	73.02±4.65	76.12±3.65	13.37±4.82	5.72±1.60	1.00±0.03	1.06±0.42

注: 营养价值的分析值除水分为鲜样外, 其余的均为干物质中的百分含量
Note: The values of analysis are the percentage of the dried weight except that the moisture is in fresh sample

四种鱼类粗蛋白+粗脂肪含量依次为圆口铜鱼(93.08%)、长鳍吻鲛(90.94%)、圆筒吻鲛(89.49%)和长薄鳅(89.23%), 均高于乌鳢(87.98%)^[8] 和鳊鱼(87.03%)^[9], 与虹鳟(91.83%)^[10]、哲罗鱼(92.72%)^[11] 等冷水性鱼类相近。

圆筒吻鲛的粗蛋白含量较高达到 76.12%, 其他三种鱼类的粗蛋白含量不太高, 在 52.61%—69.92%之间; 但四种鱼类粗脂肪含量较高, 最高达到 36.62%, 最低也达到 13.37%。这一现象可能与采样的季节性有关。通常鱼类在越冬之前, 机体大量储存脂肪, 以备越冬。谭德清等^[11] 发现, 厚颌鲂肌肉中脂肪含量在不同季节具有显著差异, 秋季高于春季。

2.3 氨基酸组成

四种鱼类均含有 15 种常见氨基酸(因酸处理, 未分析色

氨酸), 其中包括人体必需氨基酸 8 种及非必需氨基酸 7 种(表 3)。长薄鳅的氨基酸含量为 36.163%, 而圆口铜鱼、长鳍吻鲛、圆筒吻鲛的氨基酸含量较高, 分别为 63.020%、62.183%、71.059%, 与蛋白质含量高低有关。

圆口铜鱼、长薄鳅和长鳍吻鲛三种鱼类必需氨基酸与总氨基酸的比值(EAA/TAA)为 39.54%—40.36%, 必需氨基酸与非必需氨基酸的比值(EAA/NEAA)为 65.39%—67.69%, 达到或接近 FAO/WHO 规定的理想蛋白源 EAA/TAA 在 40%左右, EAA/NEAA 在 60%以上的标准^[4]; 但圆筒吻鲛的 EAA/TAA 为 31.18%, EAA/NEAA 为 45.31%, 均低于 FAO/WHO 的标准^[4]。因此, 圆口铜鱼、长薄鳅和长鳍吻鲛三种鱼类均是高品质的蛋白源; 而圆筒吻鲛粗蛋白含量以及氨基酸含量均较高, 但品质略为次之。

表 3 四种经济特有鱼类的氨基酸组成(g/100g 干物质)
Tab. 3 Composition of amino acids of four species (g/100g, dry weight)

氨基酸	圆口铜鱼 <i>C. guichenoti</i>	长薄鳅 <i>L. elongata</i>	长鳍吻鲛 <i>R. ventralis</i>	圆筒吻鲛 <i>R. cylindricus</i>
天冬氨酸 Asp [*]	7.558	4.877	8.017	8.508
苏氨酸 Thr [*]	2.584	1.720	2.844	2.551
丝氨酸 Ser	2.880	1.991	3.146	3.065
谷氨酸 Glu [*]	9.328	6.262	9.962	8.792
甘氨酸 Gly [*]	7.300	3.402	5.098	12.65
丙氨酸 Ala [*]	4.563	2.609	4.216	5.124
缬氨酸 Val [*]	2.364	1.721	3.124	2.810
蛋氨酸 Met [*]	1.885	1.015	1.693	1.631
异亮氨酸 Ile [*]	2.526	1.208	2.088	3.098
亮氨酸 Leu [*]	4.148	2.605	4.083	4.072
苯丙氨酸 Phe [*]	2.384	1.857	2.976	1.995
赖氨酸 Lys [*]	6.391	1.885	4.370	1.824
组氨酸 His [*]	3.156	2.465	3.864	4.176
精氨酸 Arg	4.495	1.571	3.839	6.251
酪氨酸 Tyr	1.458	1.425	2.863	4.512
TAA	63.020	36.163	62.183	71.059
EAA	25.438	14.476	25.042	22.157
EAA/TAA(%)	40.36	39.54	40.27	31.18
EAA/NEAA(%)	67.69	65.39	67.42	45.31
DAA	28.749	17.150	27.293	35.074
DAA/TAA(%)	45.62	46.84	43.89	49.36

注: *必需氨基酸; °鲜味氨基酸; TAA: 总氨基酸; EAA: 必需氨基酸; NEAA: 非必需氨基酸; DAA: 鲜味氨基酸
Note: *essential amino acids; °delicate amino acids; TAA: total amino acids; EAA: essential amino acids; NEAA: non essential amino acids; DAA: delicate amino acids

氨基酸系列的鲜味物质有谷氨酸、天冬氨酸、精氨酸、丙氨酸和甘氨酸,动物蛋白味道的鲜美程度与其中所含谷氨酸、天冬氨酸、甘氨酸、丙氨酸等鲜味氨基酸含量有关。圆口铜鱼、长薄鳅、长鳍吻鲛和圆筒吻鲛四种鱼类鲜味氨基酸(Asp+Glu+Gly+Ala)的含量分别为28.749%、17.150%、27.293%和35.074%;鲜味氨基酸与总氨基酸的比值(DAA/

TAA)为43.89%—49.36%,差别不大。因此,四种鱼类均是味道鲜美的鱼类。

2.4 营养价值评价

根据FAO/WHO评分标准模式同种氨基酸含量以及鸡蛋蛋白质模式同种氨基酸含量,分别计算出四种鱼类的氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)(表4)。

表 4 四种鱼类的氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)

Tab. 4 The values of AAS, CS and EAAI in muscle of four species

		Lys	Ile	Leu	Val	Arg	His	Thr	Met+Cys	Phe+Tyr	EAAI
圆口铜鱼	AAS	1.68	0.91	0.86	0.68	—	—	0.93	0.78	0.93	71.40
<i>C. guichenoti</i>	CS	1.65	0.73	0.65	0.50	0.99	1.90	0.72	0.55	0.61	
长薄鳅	AAS	0.65	0.57	0.71	0.65	—	—	0.82	0.55	1.04	53.56
<i>L. elongata</i>	CS	0.64	0.46	0.54	0.48	0.45	1.95	0.63	0.39	0.69	
长鳍吻鲛	AAS	1.14	0.75	0.83	0.89	—	—	1.02	0.69	1.39	71.62
<i>R. ventralis</i>	CS	1.12	0.60	0.63	0.66	0.83	2.30	0.78	0.48	0.92	
圆筒吻鲛	AAS	0.44	1.02	0.76	0.74	—	—	0.84	0.61	1.42	60.16
<i>R. cylindricus</i>	CS	0.43	0.81	0.58	0.54	1.24	2.29	0.64	0.43	0.94	

从表 4 可见, 根据氨基酸评分和化学评分, 圆口铜鱼第一限制性氨基酸均为缬氨酸, 第二限制性氨基酸均为蛋氨酸+胱氨酸; 长鳍吻鲶^[1]第一限制性氨基酸均为蛋氨酸+胱氨酸, 第二限制性氨基酸均为异亮氨酸; 圆筒吻鲶^[2]第一限制性氨基酸均为赖氨酸, 第二限制性氨基酸均为蛋氨酸+胱氨酸; 长薄鳅^[3]第一限制性氨基酸均为蛋氨酸+胱氨酸, 但第二限制性氨基酸分别为异亮氨酸和精氨酸。四种鱼类必需氨基酸指数为 53.56—71.62, 存在一定差异。其中圆口铜鱼、长鳍吻鲶^[1]两种鱼类必需氨基酸指数较高, 均在 71 以上, 高于厚颌鲂^[11]、黑尾近红鲂^[12]、光倒刺鲃^[13]等鱼类。

参考文献:

[1] Shi B N. Fish resources and distribution of rivers in Sichuan [M]. Chongqing: Publishing House of Xinan Normal University. 1990 [施白南. 四川江河渔业资源和区划. 重庆: 西南师范大学出版社. 1990]

[2] Liu J K, Cao W X. Fish resources of the Yangtze river basin and the tactics for their conservation [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Valley*, 1992, 1(1): 17—23 [刘建康, 曹文宣. 长江流域的鱼类资源及其保护对策. 长江流域资源与环境, 1992, 1(1): 17—23]

[3] Yang S. Analysis technology of feed quality [M]. Beijing: Publish House of Beijing Agriculture University. 1994 [杨胜. 饲料分析及饲料质量检测技术. 北京: 北京农业大学出版社. 1994]

[4] Fan W X, Li Z Y, Zhao X H. Nutritional evaluation of protein food [M]. Beijing: People's Medical Publish House. 1984 [范文洵, 李泽英, 赵煦和. 蛋白质食物的营养评价. 北京: 人民卫生出版社. 1984]

[5] Liu Z G. Food nutrition [M]. Beijing: China Light Industry Press. 1991 [刘志皋. 食品营养学. 北京: 中国轻工业出版社. 1991]

[6] Zhang M, Tao Q H, Xiao X L, *et al.* Analysis of meat rate of *Pseudobagrus fulvidraco* from Poyang Lake and nutrient composition in its muscle [J]. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 2001, 13(3): 39—42 [张

明, 陶其辉, 肖秀兰, 等. 鄱阳湖黄颡鱼含肉率及肌肉营养成分分析. 江西农业学报, 2001, 13(3): 39—42]

[7] Yan A S, Xiong C X, Qian J W, *et al.* A study on the rate of flesh content of mandarin fish and nutritional quality of the flesh [J]. *Journal of Huazhong Agricultural University*, 1995, 14(1): 80—84 [严安生, 熊传喜, 钱健旺, 等. 鳊鱼含肉率及鱼肉营养价值的研究. 华中农业大学学报, 1995, 14(1): 80—84]

[8] Nie G X, Fu Y R, Zhang H, *et al.* Nutritional analysis in muscle of snakehead fish [J]. *Freshwater Fisheries*, 2002, 32(2): 46—47 [聂国兴, 傅艳茹, 张浩, 等. 乌鳢肌肉营养成分分析. 淡水渔业, 2002, 32(2): 46—47]

[9] Liang Y Q, Cui X Q, Liu Y L. Evaluation on nutritive quality and analysis of the nutritive composition in the muscle of mandarin fish, *Siniperca chuatsi* [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 1998, 22(4): 386—388 [梁银铨, 崔希群, 刘友亮. 鳊肌肉生化成份分析和营养品质评价. 水生生物学报, 1998, 22(4): 386—388]

[10] Sun Z W, Yin H B. Analysis of the nutritional composition of six kinds of cold-water fishes [J]. *Acta Nutrimenta Sinica*, 2004, 26(5): 386—389 [孙中武, 尹洪滨. 六种冷水鱼肌肉营养成分组成分析与评价. 营养学报, 2004, 26(5): 386—389]

[11] Tan D Q, Wang J W, Dan S G, *et al.* The ratio of muscle to body and analysis of the biochemical composition of muscle in *Megalobrama pellegri* [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2004, 28(1): 17—22 [谭德清, 王剑伟, 但胜国, 等. 厚颌鲂含肉率及生化成分的分析. 水生生物学报, 2004, 28(1): 17—22]

[12] Tan D Q, Wang J W, Dan S G. The ratio of muscle to body and analysis of the biochemical composition of muscle in *Ancherythroculter nigrocauda* [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2004, 28(3): 240—246 [谭德清, 王剑伟, 但胜国. 黑尾近红鲂含肉率及肌肉营养成分分析. 水生生物学报, 2004, 28(3): 240—246]

[13] Chen Y M, Huang J, Cai Z D, *et al.* Analysis of nutritional composition and the rate of flesh in the whole body of *Spinibarbus hollandi* Oshima [J]. *Reservoir Fisheries*, 2001, 21(2): 22—24 [陈意明, 黄钧, 蔡子德, 等. 光倒刺鲃^[13]的含肉率和肌肉营养成分分析. 水利渔业, 2001, 21(2): 22—24]