

# 三角鲂和长春鳊肌肉营养成分分析与品质评价

缪凌鸿<sup>①</sup> 戈贤平<sup>①②\*</sup> 刘波<sup>①②</sup> 谢骏<sup>①②</sup> 朱健<sup>①②</sup> 冯晓宇<sup>③</sup>

① 中国水产科学研究院淡水渔业研究中心 农业部淡水渔业与种质资源利用重点实验室 无锡 214081;

② 南京农业大学无锡渔业学院 无锡 214081; ③ 杭州市农业科学研究院 杭州 310024

**摘要:** 用常规方法测定、分析了三角鲂(*Megalobrama tarminalis*)和长春鳊(*Parabramis pekinensis*)肌肉中营养成分组成与含量。结果显示,三角鲂肌肉蛋白质、脂肪含量分别为18.19%和3.06%,长春鳊肌肉蛋白质、脂肪含量分别为19.38%和2.89%。三角鲂和长春鳊肌肉中均检测出18种氨基酸,其中包括了8种人体必需氨基酸。三角鲂肌肉中氨基酸总量为76.27%,其中,8种人体必需氨基酸含量为32.17%,占氨基酸总量的42.18%;长春鳊肌肉中氨基酸总量为77.60%,其中,8种人体必需氨基酸含量为31.70%,占氨基酸总量的40.85%。必需氨基酸的构成比例基本符合FAO/WHO的标准。三角鲂肌肉中限制性氨基酸主要为甲硫氨酸加胱氨酸,必需氨基酸指数为63.55,4种呈味氨基酸为氨基酸总量的32.81%;长春鳊肌肉中限制性氨基酸主要为色氨酸,必需氨基酸指数为66.81,4种呈味氨基酸为氨基酸总量的33.80%。脂肪酸中二十碳五烯酸(EPA)与二十二碳六烯酸(DHA)含量均较高,三角鲂为7.96%,长春鳊为3.11%。矿物元素比值合理。以上分析表明,三角鲂和长春鳊均为营养价值、经济价值都较高的优质鱼类,相比而言,三角鲂肌肉脂肪、脂肪酸含量和质量更优,而长春鳊肌肉在蛋白质、氨基酸组成与含量方面更优。

**关键词:** 三角鲂;长春鳊;肌肉;营养成分;品质分析

中图分类号:Q955 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2013)01-87-08

## Nutritive Quality and Nutritional Component in the Muscle of *Megalobrama tarminalis* and *Parabramis pekinensis*

MIAO Ling-Hong<sup>①</sup> GE Xian-Ping<sup>①②\*</sup> LIU Bo<sup>①②</sup> XIE Jun<sup>①②</sup>

ZHU Jian<sup>①②</sup> FENG Xiao-Yu<sup>③</sup>

① Key Laboratory of Freshwater Fishes and Germplasm Resources Utilization, Ministry of Agriculture, Freshwater Fisheries Research Center, Chinese Academy of Fishery Sciences, Wuxi 214081;

② Wuxi Fishery college, Nanjing Agriculture University, Wuxi 214081;

③ Hangzhou Agriculture and Science Research Institute, Hangzhou 310024, China

**Abstract:** Nutritional components in the muscle of *Megalobrama tarminalis* and *Parabramis pekinensis* were examined and evaluated by routine test method. The protein and crude fat consisted of 18.19% and 3.06% in the muscle *M. tarminalis* and of 19.38% and 2.89%, in the muscle *P. pekinensis*, respectively. The crude protein was component of 18 common amino acids, of them 8 were essential amino acids in human body. In dry

**基金项目** 公益性行业(农业)科研专项(No. 201003020),现代农业产业技术体系建设专项(No. CARS-46),中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(No. 2011JBFC12);

\* 通讯作者, E-mail: gexp@ffrc.cn;

**第一作者介绍** 缪凌鸿,女,研究实习员;研究方向:水产动物营养与饲料, E-mail: miaoh@ffrc.cn。

收稿日期:2012-05-15,修回日期:2012-09-19

sample, the total content of amino acids in *M. tarminalis* was 76.27%, in which 32.17% were essential amino acid. While in the dry muscle sample of *P. pekinensis* was 77.60%, 31.70% of them were essential amino acid. The ratio of essential amino acid content to total amino acid was 42.18% and 40.85% in the muscle of *M. tarminalis* and *P. pekinensis*, that is satisfied the standard of FAO/WHO. The main limited amino acid in the muscle of the two fish species were Met + Cys and Trp, respectively. The essential amino acids index was 63.55 in *M. tarminalis* and 66.81 in *P. pekinensis*; while the content of delicious amino acids was 32.81% and 33.80%, respectively. The total content of eicosapentemacnioc acid(EPA) and docosahexaenoic acid(DHA) in fatty acids was high, about 7.96% and 3.11%. The composition of mineral elements in the fish muscle was abundant and with reasonable ratio between each element. The two fish have high nutritive quality and economic value. The quality of *M. tarminalis* is better based on the content and quality of fat and fatty acid, while *P. pekinensis* is better on the composition and content of protein and amino acid.

**Key words:** *Megalobrama tarminalis*; *Parabramis pekinensis*; Muscle; Nutritional components; Quality analysis

三角鲂(*Megalobrama tarminalis*)属鲤形目鲤科鲂属,为中下层生活的淡水鱼类,具有食性杂、生长快、疾病少、适应性强等特点,主要分布在长江中下游、黄河、黑龙江及东部沿海诸水系,钱塘江所产三角鲂最负盛名。长春鳊(*Parabramis pekinensis*)属鲤形目鲤科鳊属,俗名鳊鱼、长身鳊、草鳊、野鳊。近年来,随着人工繁殖和苗种培育技术的开展,2种鱼的养殖逐渐趋向规模化。有关三角鲂肌肉营养成分分析的研究已有报道(陆清儿等 2006a),但主要侧重于常规营养成分与氨基酸的分析。而对于这2种鱼营养品质的评价与比较,尤其是对脂肪酸和矿物元素的分析研究尚未见报道。为此,作者对这2种鱼的肌肉营养成分与品质进行了分析与比较,旨在为其人工饲料的研制提供理论基础,也为其选育、养殖、食品加工等提供科学依据。

## 1 材料与方 法

**1.1 材料** 随机选取体重为(250 ± 20)g的三角鲂、长春鳊各30尾。三角鲂取自浙江省杭州市农业科学研究院水产研究所国家级三角鲂原种场,长春鳊取自靖江市水产技术指导站长春鳊良种场。

### 1.2 分析方法与数据处理

**1.2.1 样品制备** 自鱼体两侧头盖骨后至尾鳍前取体背肌肉样品,剪碎,混匀后一部分用于常规营养成分、氨基酸、微量元素的测定;每种

鱼剩余肌肉混合冷冻干燥,用于脂肪酸的测定。

**1.2.2 常规营养成分的测定方法** 按 GB5009-85 的方法,鱼体肌肉水分含量测定采用 105℃ 烘干法;粗蛋白含量测定采用微量凯氏定氮法;粗脂肪含量测定采用索氏抽提法;粗灰分含量测定采用马福炉 550℃ 灼烧法。

**1.2.3 氨基酸的测定方法** 按 JY/T019-1996 的方法,鱼体肌肉样品经酸水解处理后,采用美国 Agilent Technologies 公司的 Agilent1100 型液相色谱仪测定氨基酸含量。

**1.2.4 脂肪酸的测定方法** 使用美国 Agilent Technologies 公司的 Agilent 6890N 气相色谱仪和 5973N 质谱仪(GC-MS)测定样品脂肪酸类别及含量。气相色谱条件为:色谱柱 HP-5MS, 30 m × 0.25 mm × 0.25 μm;操作条件:气化室温度 250℃,传输线温度 280℃;色谱柱升温程序:初温 50℃,以 10℃/min 升至 280℃ 并保持 10 min。质谱:EI 离子源,倍增器电压 1 200 V;离子源温度:230℃;四极杆温度:150℃;全扫描(SCAN)质量范围:0.045 ~ 0.500 A。检索 NIST 质谱图库,通过比较样品质谱图与图库中标准质谱图确定样品中脂肪酸种类,各脂肪酸相对含量的确定采用峰面积归一化法计算。

**1.2.5 常量元素及微量元素** 称取肌肉样品 2.000 g 于瓷坩埚中,在电热板上炭化至无烟,移入马福炉 500℃ 灰化 8 h,冷却。若个别样品灰化不彻底,则加 1 ml 混合酸(硝酸和高氯酸)在电炉上加热,反复多次直到消化完全,冷却,

用硝酸(0.5 mol/L)将灰分溶解,用滴管将样品消化液洗入 25 ml 容量瓶中并定容备用,同时作试剂空白对照。将样品溶液分别导入 Optimal 2100 DV 电感耦合等离子体发射光谱仪(美国 Pekin Elmer 公司)进行测定。仪器具体参数,等离子体 15 L/min;辅助:0.5 L/min;雾化器:0.6 L/min;功率 1 400 W;等离子体观测:轴向;泵试样流量 1.5 ml/min。各元素测定波长为:钠 589.592 nm、钾 766.490 nm、钙 315.887 nm、镁 285.213 nm、磷 213.617 nm、铜 327.393 nm、锌 213.857 nm、铁 238.204 nm、锰 257.610 nm、铬 267.716 nm。

**1.3 肌肉营养价值评价** 营养价值的评定根据 FAO/WHO 1973 年建议的每克氮氨基酸评分标准模式(% ,干重)(张昌颖等 1988)和中国预防医学科学院、营养和食品卫生研究所提出的鸡蛋蛋白模式(% ,干重)(王光亚 1991)进行比较,并分别按以下公式计算氨基酸评分(amino acid score, AAS)、化学评分(chemical score, CS)和必需氨基酸指数(essential amino acid index, EAAI)(Yan et al. 1995)。

$$S_{AA} = \frac{aa}{AA_{(FAO/WHO)}}, S_C = \frac{aa}{AA_{(Egg)}}$$

$$I_{EAA} = \sqrt[n]{\frac{100A}{AE} \times \frac{100B}{BE} \times \frac{100C}{CE} \times \dots \times \frac{100I}{IE}}$$

式中,  $S_{AA}$  为实验样品氨基酸评分值,  $S_C$  为实验样品化学评分值,  $I_{EAA}$  为实验样品必需氨基酸

指数值,  $aa$  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(% ,干重),  $AE、BE、CE、\dots、IE$  为全鸡蛋蛋白质的必需氨基酸含量(% ,干重)。

**1.4 数据统计** 文中的水分、蛋白质、粗脂肪、灰分、氨基酸组成数据和常量、微量元素含量均采用 SPSS 16.0 软件进行独立样本  $t$ -检验,由平均值  $\pm$  标准误(Mean  $\pm$  SE)表示。

## 2 结果与分析

**2.1 常规营养成分含量比较** 由表 1 可知,三角鲂和长春鳊肌肉中蛋白质、粗脂肪含量均比较丰富。与草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)(梁银铨等 1998)、鳊鱼(*Aristichthys mobilis*)(陈少莲等 1993)、团头鲂(*Megalobrama amblycephala*)、青鱼(*Mylopharyngodon piceus*)、鲤(*Cyprinus carpio*)(刘建康 1991)和鲫(*Carassius auratus*)(陆清儿等 2006b)等大宗淡水鱼类,以及翘嘴红鲌(*Erythroculter lishaeformis*)(陈建明等 2003)、鳊(*Siniperca chuatsi*)(严安生等 1995)、黄颡鱼(*Pelteobagrus fulvidraco*)(杨兴丽等 2004)等名特优养殖鱼类相比,2 种鱼的肌肉蛋白含量均略高,而粗脂肪含量仅低于团头鲂、青鱼。

表 1 三角鲂和长春鳊与其他养殖鱼类肌肉中一般营养成分比较(% ,鲜样)

Table 1 Comparison of nutritional components in muscle of *Megalobrama tarminalis*, *Parabramis pekinensis* and other species(% ,fresh)

鱼种类 Species	水分 Moisture	蛋白质 Protein	粗脂肪 Crude fat	灰分 Ash
三角鲂 <i>Megalobrama tarminalis</i>	76.09 $\pm$ 0.73	18.19 $\pm$ 0.31	3.06 $\pm$ 0.15	1.25 $\pm$ 0.09
长春鳊 <i>Parabramis pekinensis</i>	75.28 $\pm$ 0.91	19.38 $\pm$ 0.25	2.89 $\pm$ 0.20	1.17 $\pm$ 0.03
草鱼 <i>Ctenopharyngodon idellus</i> (梁银铨等 1998)	82.71	15.10	1.50	1.71
鳊鱼 <i>Aristichthys mobilis</i> (陈少莲等 1993)	80.18	16.95	0.74	2.08
团头鲂 <i>Megalobrama amblycephala</i> (刘建康 1991)	76.72	16.68	3.36	1.35
青鱼 <i>Mylopharyngodon piceus</i> (刘建康 1991)	79.63	18.11	8.76	1.23
鲤 <i>Cyprinus carpio</i> (刘建康 1991)	79.58	16.52	2.03	1.18
鲫 <i>Carassius auratus</i> (陆清儿等 2006b)	76.67 $\pm$ 1.04	16.80 $\pm$ 0.93	2.34 $\pm$ 0.11	0.92 $\pm$ 0.05
翘嘴红鲌 <i>Erythroculter lishaeformis</i> (陈建明等 2003)	80.30	16.70	2.48	1.08
鳊 <i>Siniperca chuatsi</i> (严安生等 1995)	79.76	17.56	1.50	1.06
黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i> (杨兴丽等 2004)	80.89	15.16	1.57	1.03

## 2.2 氨基酸组成与营养品质的比较

**2.2.1 氨基酸组成比较** 由表 2 可知,在三角鲂和长春鳊肌肉中共检测到 18 种氨基酸,其中包括 8 种人体必需氨基酸和 10 种非必需氨基酸。结果显示,三角鲂肌肉中甘氨酸和脯氨酸含量显著低于长春鳊( $P < 0.5$ ),肌肉中氨基酸总量略低于长春鳊,但其必需氨基酸含量高于长春鳊。与其他鱼类相比,这 2 种鱼的氨基酸总量均高于团头鲂(陆清儿等 2006a)、刀鲚(*Coilia ectenes*) (闻海波等 2008),而低于鳊(严安生等 1995)。从氨基酸组成上看,含量最高的均为谷氨酸、赖氨酸、天冬氨酸和亮氨酸,胱氨酸含量最低,这一组成特点与鳊(严安生等 1995)、月鳢(*Channa asiatica*)和乌鳢(*C. argus*) (陈芳等 1999) 基本一致。谷氨酸不仅

是鲜味氨基酸,它还是脑组织生化代谢中的重要氨基酸,参与多种生理活性物质的合成(张颖等 1988)。据文献资料,赖氨酸有助提高钙的吸收和在机体内的积累,还可以增进食欲,促进幼儿生长和发育(缪凌鸿等 2010)。

氨基酸的种类和含量决定着蛋白质品质,而必需氨基酸是评价鱼类营养价值最主要的指标。根据 FAO/WHO 的理想模式,质量较好的蛋白质其氨基酸组成中必需氨基酸与氨基酸总量的比值 EAA/TAA 为 40% 左右,必需氨基酸与非必需氨基酸的比值 EAA/NEAA 在 60% 以上。本实验结果表明(表 2),三角鲂和长春鳊的肌肉氨基酸组成符合上述标准,即氨基酸平衡效果好,属于人体所需的优质蛋白质。

表 2 三角鲂和长春鳊肌肉的氨基酸组成(% ,干样)

Table 2 Amino acid composition and levels in muscle of *Megalobrama tarminalis* and *Parabramis pekinensis* (% ,dry matter)

氨基酸种类 Name of amino acids	三角鲂 <i>Megalobrama tarminalis</i>	长春鳊 <i>Parabramis pekinensis</i>
天冬氨酸 Aspartic acid	7.65 ± 0.35	7.57 ± 0.44
谷氨酸 Glutamine	12.28 ± 0.73	11.89 ± 0.91
丝氨酸 Serine	2.88 ± 0.13	2.96 ± 0.20
甘氨酸 Glycin	3.80 ± 0.09	5.02 ± 0.26 <sup>a</sup>
丙氨酸 Alanine	4.53 ± 0.21	4.73 ± 0.14
酪氨酸 Tyrosine	2.64 ± 0.04	2.60 ± 0.28
脯氨酸 Proline	3.01 ± 0.16	4.30 ± 0.33 <sup>a</sup>
胱氨酸 Cystine	0.17 ± 0.02	0.18 ± 0.15
组氨酸 Histidine	2.59 ± 0.10	2.06 ± 0.26
精氨酸 Arginine	4.55 ± 0.08	4.59 ± 0.13
缬氨酸 Valine *	4.12 ± 0.10	4.21 ± 0.22
甲硫氨酸 Methionine *	2.13 ± 0.22	2.14 ± 0.10
苯丙氨酸 Phenylalanine *	3.32 ± 0.17	3.32 ± 0.09
异亮氨酸 Isoleucine *	3.75 ± 0.35	3.70 ± 0.18
亮氨酸 Leucine *	6.52 ± 0.77	6.45 ± 0.59
赖氨酸 Lysine *	8.51 ± 0.63	8.08 ± 0.91
苏氨酸 Threonine *	3.22 ± 0.29	3.21 ± 0.34
色氨酸 Tryptophan *	0.60 ± 0.01	0.59 ± 0.02
氨基酸总量 Total amino acids	76.27	77.60
必需氨基酸 Essential amino acids	32.17	31.70
非必需氨基酸 Nonessential amino acids	44.10	45.90
$W_{EAA}/W_{TAA}$	42.18	40.85
$W_{EAA}/W_{NEAA}$	72.95	69.06

$W_{EAA}$  为必需氨基酸总量,  $W_{TAA}$  为氨基酸总量,  $W_{NEAA}$  为非必需氨基酸总量; \* 为人体必需氨基酸; "a" 表示 2 种鱼类样品间差异显著 ( $t$ -检验,  $P < 0.05$ )。

$W_{EAA}$  is total essential amino acids,  $W_{TAA}$  is total amino acids,  $W_{NEAA}$  is total nonessential amino acids; \* Essential amino acids for humen; a: Means significant difference by  $t$ -test ( $P < 0.05$ ).

**2.2.2 肌肉营养品质比较** 由表 3 可知,三角鲂和长春鳊肌肉中必需氨基酸的氨基酸评分 AAS 均接近 1,化学评分 CS 除甲硫氨酸与胱氨酸之和以及色氨酸外,均大于 0.5。2 种鱼的 AAS 均赖氨酸最高,超过 FAO/WHO 模式和鸡蛋蛋白质,三角鲂和长春鳊赖氨酸的 AAS 分别为 FAO/WHO 模式的 1.565 倍和 1.485 倍。这对于以谷物食品为主的膳食者来说,既可以弥补谷物食品中赖氨酸的不足,还可以提高人体对蛋白质的利用率(梁银铨等 1998)。

根据综合化学评分 CS 和氨基酸评分 AAS 的结果,三角鲂和长春鳊肌肉蛋白的第一、第二限制性氨基酸均为甲硫氨酸加胱氨酸和色氨酸,与鳊(梁银铨等 1998)一致。鱼类营养学家认为,与动物体的必需氨基酸组成相近似的饲料即为该动物的合适饲料(金德群 1982)。因

此,在三角鲂和长春鳊的人工配合饲料研制过程中应特别注意这 3 种氨基酸的含量。长春鳊的必需氨基酸指数为 66.81,略高于三角鲂,两者均远高于鳊鱼(梁银铨等 1998)和鲢鱼(陈少莲等 1993)。说明这 2 种鱼都是营养价值较好的优质鱼类,且长春鳊要稍优于三角鲂。

另外,水产的风味主要取决于鱼体内的呈味氨基酸,即天冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸,而动物蛋白质的鲜美在一定程度上取决于其呈味氨基酸的组成与含量。谷氨酸、天冬氨酸为呈鲜味的特征性氨基酸,且谷氨酸的鲜味最强。由表 4 可知,三角鲂和长春鳊肌肉蛋白的呈味氨基酸分别占总氨基酸的 32.81% 和 33.80%,接近鳊(梁银铨等 1998),高于团头鲂(刘建康 1991),低于翘嘴红鲌(陈建明等 2003)。

表 3 三角鲂和长春鳊肌肉必需氨基酸组成的评价

Table 3 Evaluation of essential amino acid composition in muscle of *Megalobrama tarminalis* and *Parabramis pekinensis*

	鸡蛋蛋白 Proteins of egg (mg/g nitrogen)	FAO 评分 模式 FAO Score model (mg/g nitrogen)	三角鲂 <i>Megalobrama tarminalis</i>			长春鳊 <i>Parabramis pekinensis</i>		
			必需 氨基酸含量 Content of essential amino acid (mg/g nitrogen)	氨基酸评分 Amino acid score AAS	化学评分 Chemical score CS	必需 氨基酸含量 Content of essential amino acid (mg/g nitrogen)	氨基酸 评分 Amino acid score AAS	化学 评分 Chemical score CS
异亮氨酸 Isoleucine	331	250	234	0.936	0.707	231	0.824	0.698
亮氨酸 Leucine	534	440	408	0.927	0.764	403	0.916	0.755
赖氨酸 Lysine	441	340	532	1.565	1.206	505	1.485	1.145
苏氨酸 Threonine	292	250	201	0.804	0.688	326	1.304	1.116
缬氨酸 Valine	411	310	258	0.832	0.628	263	0.848	0.640
甲硫氨酸 + 胱氨酸 Methionine + Cystine	386	220	144	0.655	0.373	145	0.659	0.376
苯丙氨酸 + 酪氨酸 Phenylalanine + Tyrosine	565	380	373	0.982	0.660	370	0.974	0.655
色氨酸 Tryptophan	99	60	38	0.633	0.384	37	0.617	0.374
总量 Total	2 960	2 190	2 188			2 280		
必需氨基酸占氨基酸总 量的比例(%) The proportion of essential amino acids accounted for the total amino acids	48.08	35.38	45.90			47.01		
必需氨基酸指数 Essential amino acid index				63.55			66.81	

表 4 三角鲂和长春鳊及他经济鱼类肌肉中呈味氨基酸的组成(%,干样)

Table 4 Comparison of delicious amino acids contents in muscle with *Megalobrama tarminalis*, *Parabramis pekinensis* and some other economic fish(%, dry matter)

	呈味氨基酸 Delicious amino acids					特征性 鲜味氨基酸 Tasty amino acid
	天冬氨酸 Aspartic acid	谷氨酸 Glutamine	甘氨酸 Glycin	丙氨酸 Alanine	总量 Total	
三角鲂 <i>Megalobrama tarminalis</i>	7.65 ± 0.35	12.28 ± 0.73	3.80 ± 0.09	4.53 ± 0.21	32.81 ± 2.33	19.93 ± 1.57
长春鳊 <i>Parabramis pekinensis</i>	7.57 ± 0.44	11.89 ± 0.91	5.02 ± 0.26	4.73 ± 0.14	33.80 ± 1.98	19.46 ± 1.21
团头鲂 <i>Megalobrama amblycephala</i> (刘建康 1991)	9.50	5.50	5.56	4.19	24.75	15.00
鳊 <i>Siniperca chuatsi</i> (梁银铨等 1998)	9.30	14.75	4.07	5.51	33.63	24.05
翘嘴红鲌 <i>Erythroculter lishaeformis</i> (陈建明等 2003)	9.74	16.30	3.81	4.95	34.80	26.04

表 5 三角鲂、长春鳊肌肉脂肪酸组成与含量(%)

Table 5 Fatty acids contents in muscle of *Megalobrama tarminalis* and *Parabramis pekinensis*

脂肪酸 Fatty acid	三角鲂	长春鳊
	<i>Megalobrama tarminalis</i>	<i>Parabramis pekinensis</i>
月桂酸 Dodecanoic acid(C12:0)	0.37	0.33
十三碳酸 Tridecanoic acid,12-methyl(C13:0)	2.17	/
十五碳酸 Tetradecanoic acid,12-methyl(C15:0)	0.38	2.31
饱和脂肪酸 Saturated fatty acids (FSA)		
棕榈酸 Hexadecanoic acid(C16:0)	14.17	13.2
十七碳酸 Heptadecanoic acid(C17:0)	0.88	1.21
硬脂酸 Octadecanoic acid(C18:0)	8.16	5.10
花生酸 Eicosanoic acid(C20:0)	0.30	0.24
二十五碳酸 Pentacosane(C25:0)	0.52	/
总量 Total	26.95	22.39
单不饱和脂肪酸 Mono-unsaturated fatty acids (MUFA)		
十三烯酸 12-tridecenoic acid(C13:1)	0.17	/
棕榈油酸 9-hexadecenoic acid(C16:1)	4.89	8.47
油酸 9-octadecenoic acid(C18:1)	33.40	35.96
花生一烯酸 11-eicosenoic acid(C20:1)	1.82	1.09
芥酸 Erucic acid(C22:1)	0.42	/
总量 Total	40.70	45.52
多不饱和脂肪酸 Poly-unsaturated fatty acids (PUFA)		
十六碳二烯酸 9,12-hexadecadienoic acid(C16:2)	/	0.32
十七碳三烯酸 7,10,13-Heptadecatrienoic Acid(C17:3)	/	0.20
亚油酸 9,12-octadecadienoic acid(C18:2)	16.69	17.89
亚麻酸 6,9,12-octadecatrienoic acid(C18:3)	1.73	5.53
二十碳二烯酸 11,14-eicosadienoic acid(C20:2)	1.17	0.68
二十碳三烯酸 7,10,13-eicodatrienoic acid(C20:3)	1.35	0.99
花生四烯酸 5,8,11,14-arachidonic acid(C20:4)	2.83	2.09
二十碳五烯酸 Eicosapntemacnoic acid EPA(C20:5)	1.16	1.16
二十二碳六烯酸 Docosahexaenoic acid DHA(C22:6n-3)	6.80	1.95
EPA + DHA	7.96	3.11
总量 Total	31.73	30.81

“/”表示没有检测到对应脂肪酸。“/”means not detected.

**2.3 脂肪酸组成** 三角鲂和长春鳊肌肉中分别检出 20 种和 18 种脂肪酸(表 5),种类和含量都很丰富。三角鲂肌肉中含 8 种饱和脂肪酸,占脂肪酸的 26.95%;5 种单不饱和脂肪酸,占 40.7%;7 种多不饱和脂肪酸,占 31.73%。长春鳊肌肉中含 6 种饱和脂肪酸,占 22.39%;3 种单不饱和脂肪酸,占 45.52%;9 种多不饱和脂肪酸,占 30.81%。与长春鳊相比,三角鲂肌肉中含有较多饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸,而单不饱和脂肪酸相对较少。脂肪是加热产生香气成分不可缺少的物质,尤其是高含量的多不饱和脂肪酸能显著地增加香味,同时在一定程度上反映肌肉的多汁性(毛国祥等 2000)。多不饱和脂肪酸具有明显地降血脂、抑制血小板凝集、降血压、提高生物膜液态性、抗肿瘤和免疫调节作用,能显著降低心血管疾病的发病率(杭晓敏等 2001)。而近来的研究表明,单不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸同样具有降血脂及提高血小板的聚集作用(Mattson 1990)。二十碳五烯酸(eicosapentanoic acid, EPA)、二十二碳六烯酸(docosahexaenoic acid, DHA)主要存在于鱼类脂肪内,随着对其药理作用和临床应用的研究加深,EPA 和 DHA 已被称为人和动物生长发育的必需脂肪酸(张强 1996)。三角鲂和长春鳊的 EPA 含量均为 1.16%;而三角鲂肌肉中 DHA 含量为 6.80%,远高于长春鳊肌肉含量(1.95%)。

**2.4 常量元素和微量元素含量** 由表 6 可知,三角鲂和长春鳊肌肉中常量元素组成基本一致,磷含量最高,其次为钾、钙、钠、镁。对鱼类而言,肌肉中有恒定的钙、磷比,三角鲂肌肉中钙磷比为 1:3.76,长春鳊肌肉中钙磷比为 1:3.16,与鲤鱼(1:8.64)、青鱼(1:6.13)(刘健康 1991)、鳙鱼(1:4.38)(梁银铨等 1998)差异均比较大,这可能是由于物种差异、食性差异、投喂的配合饲料差异以及对饲料的消化吸收能力的差异等引起。微量元素中,锌、铁含量最高,锰较低。铁、锌、铜是多种酶活性中心的构成成分,对核酸、蛋白质的合成及免疫过程都有直接或间接作用。作为必需营养微量元素,三角鲂

表 6 三角鲂、长春鳊鱼肉常量和微量元素含量( $\mu\text{g/g}$ )

Table 6 Mineral trace element contents in muscle of *Megalobrama tarminalis* and *Parabramis pekinensis*

	三角鲂 <i>Megalobrama tarminalis</i>		长春鳊 <i>Parabramis pekinensis</i>	
常量元素 Major element	Na	4 464.88 ± 554.91	2 228.28 ± 88.98	
	K	12 567.43 ± 91.61	10 831.36 ± 309.71 <sup>a</sup>	
	Mg	1 656.60 ± 8.12	1 418.79 ± 21.22	
	Ca	6 112.78 ± 88.07	6 717.91 ± 278.32	
	P	22 984.04 ± 273.63	21 228.47 ± 897.91	
微量元素 Trace elements	Cu	3.21 ± 0.09	4.04 ± 0.05	
	Zn	63.92 ± 1.03	124.17 ± 1.68 <sup>a</sup>	
	Fe	36.91 ± 1.59	55.74 ± 2.63 <sup>a</sup>	
	Mn	1.10 ± 0.05	2.89 ± 0.05	
	Cr	4.46 ± 0.24	5.39 ± 0.08	

“a”表示 2 种鱼类样品间差异显著( $t$ -检验,  $P < 0.05$ )。

a: Means significant difference by  $t$ -test ( $P < 0.05$ ).

肌肉中铁、锰、铜、锌的比例约为 34:1:3:58,长春鳊肌肉中铁、锰、铜、锌的比例约为 19:1:1.5:43。锌是人体的必需元素之一,有重要的生理功能和营养作用,特别是对儿童的免疫功能、创伤愈合、智力发育等具有不可忽视的作用,而铁是作为血红蛋白、肌红蛋白、细胞色素酶等的重要成分(何志谦 2008)。因此,三角鲂和长春鳊是对人体有益且食用安全的食品。

## 参 考 文 献

- Mattson F H: 柴宁宁译. 1990. 单不饱和脂肪酸的作用. 国外医学卫生分册, (3): 160-163.
- Yan A S, Xiong C X, Qian J W, et al. 1995. A study on the content of mandarin fish and nutritional quality of the flesh. Journal of Huazhong Agricultural University, 14(1): 80-84.
- 陈芳, 杨代勤, 方长琰, 等. 1999. 月鳢和乌鳢肌肉营养成分的比较研究. 水产科学, 18(5): 6-8.
- 陈建明, 叶金云, 潘茜. 2003. 翘嘴红鲌肌肉营养组成分析. 浙江海洋学院学报: 自然科学版, 22(4): 314-317.
- 陈少莲, 胡传林, 华元渝. 1993. 鲢、鳊肌肉生化成分的分析. 水生生物学集刊, 8(1): 125-131.
- 杭晓敏, 唐涌濂, 柳向龙. 2001. 多不饱和脂肪酸的研究进展. 生物工程进展, 21(4): 18-21.
- 何志谦. 2008. 人类营养学. 3 版. 北京: 人民卫生出版社, 301-303.
- 金德群. 1982. 中国海洋底栖硅藻类: 上卷. 北京: 海洋出版社, 195-196.
- 梁银铨, 崔希群, 刘友亮. 1998. 鳊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.
- 刘建康. 1991. 东湖生态学研究: 一. 北京: 科学出版社, 307-311.
- 陆清儿, 李行先, 王宇希, 等. 2006a. 三角鲂与团头鲂鱼体营养成分比较分析. 杭州农业科技, (3): 20-21.
- 陆清儿, 冯晓宇, 刘新轶, 等. 2006b. 丁与鲫鱼肌肉营养成分组成和含量比较分析. 饲料研究, (3): 50-52.
- 毛国祥, 赵万里. 2000. 新太湖鹅、太湖鹅和隆昌鹅肌肉品质比较研究. 动物科学与动物医学, 17(1): 16-19.
- 缪凌鸿, 刘波, 何杰, 等. 2010. 吉富罗非鱼肌肉营养成分分析与品质评价. 上海海洋大学学报, 19(5): 635-641.
- 王光亚. 1991. 食品成分表. 北京: 人民卫生出版社, 91-92.
- 闻海波, 张呈祥, 徐钢春, 等. 2008. 长江刀鲚营养成分分析与品质评价. 广东海洋大学学报, 28(6): 20-24.
- 严安生, 熊传喜, 钱健旺, 等. 1995. 鳊鱼含肉率及鱼肉营养价值研究. 华中农业大学学报, 14(1): 80-84.
- 杨兴丽, 周晓林, 常东洲, 等. 2004. 池养与野生黄颡鱼肌肉营养成分分析. 水利渔业, 24(5): 17-18.
- 张昌颖, 李亮, 李昌甫. 1988. 生物化学. 2版. 北京: 人民卫生出版社, 305-561.
- 张强. 1996. 尖海龙与日本海马脂肪的提取和分析. 分析化学, 24(2): 139-143.

## 湖南八大公山发现红交嘴雀

2012年4月14日,在湖南八大公山国家级自然保护区天平山林区夫天垭管理站周边(29°47'58.74"N,110°05'10.92"E,海拔1397 m)观察到3只雀形目(Passeriformes)鸟类,经查阅书籍(约翰·马敬能等2000,Robson 2008, Brazil 2009),鉴定为红交嘴雀(*Loxia curvirostra*)。该鸟种在湖南各地鸟类多样性研究论文中未见报道(郑作新1961,邓学建等1993,1996,1998,1999,李自君等2005,王德良等2005,周毅等2007),且《中国动物志 鸟纲》、《中国鸟类志》、《中国鸟类分类与分布名录》等专著分布地区未列入湖南,故确定为湖南省鸟类新记录。

形态特征:雄鸟通体朱红色,尤以头、腰和胸部较鲜亮,但相比朱雀类的红色多沾黄色;眼先、眼周、耳羽暗褐色,耳羽前至嘴基有一朱红色斑,额和头顶有草黄色斑点;翅上覆羽暗褐色具宽的浅朱红端缘,飞羽黑褐色具黄褐色羽缘;尾上覆羽黑褐色具红褐色羽缘,尾下覆羽灰褐色具宽阔的灰白色羽缘;两肋沾黄褐色,下腹及肛周灰白色。雌鸟上体灰褐色,腰呈明显黄绿色而无斑纹;尾上复羽和尾羽黑褐色,羽缘略沾绿黄色,尾下覆羽羽缘灰白色;眼先、眼周、颊、耳羽和颈侧灰色;喉、胸、上腹和两肋淡褐色,下腹、肛周灰白色。雌雄个体虹膜均黑褐色,嘴先端上下交叉、暗褐色,嘴缘黄褐色,脚黑褐色。

红交嘴雀共计20个亚种,中国分布有4个亚种(Dickinson 2003, Gill et al. 2012)。就本次发现个体的形态特征(如个体小、体色暗、嘴先端上下喙侧交曲度高),以及地理位置,确证属于*L. c. himalayensis*亚种。*L. c. himalayensis*亚种国内分布于西藏、云南、四川、甘肃和青海,除云南东南部外,其他地方均为留鸟(赵正阶2001)。本次野外发现地点与已知分布区的四川宜宾最为接近,两地之间的湖北、重庆地区也未见分布报道,这说明该亚种比已知分布更靠东或在地理分布上有向东扩展的趋势。另外,有资料表明该亚种繁殖期为1~3月(Robson 2008),而天平山的观测记录,2例均为4月中旬,另1例为2010年4月21日,故其居留型尚待确认。因此,今后对红交嘴雀*L. c. himalayensis*亚种的潜在分布区、扩散现象及居留状况值得进一步研究。

致谢 广西大学周放教授及海南师范大学梁伟教授审阅初稿,并提出宝贵建议,香港中文大学 Richard W. Lewthwaite 教授及法国观鸟爱好者 Jonathan Martinez 讨论此文,华中师范大学李辰亮参与野外调查工作并拍摄照片,在此一并致谢!

张强<sup>①</sup> 金彪<sup>②</sup> 谷志容<sup>②</sup> 邹发生<sup>①\*</sup>

① 广东省昆虫研究所 广州 510260; ② 湖南省八大公山国家级自然保护区管理处 桑植 421100

基金项目 NSFC-广东联合基金项目(No. U0833005),国家自然科学基金项目(No. 31200327, 31172067);

\* 通讯作者, E-mail: zoufs@gdei. gd. cn;

第一作者介绍 张强,男,博士;研究方向:鸟类生态学;E-mail: zhangqiang06@gdei. gd. cn。

收稿日期:2012-07-20, 修回日期:2012-11-11