

# 杂交鲮鱼鱼肉的营养成分分析及比较

柯欢<sup>1</sup>, 杨壮志<sup>2</sup>, 陈健<sup>2</sup>, 陈霞<sup>2</sup>, 郭添荣<sup>1,3</sup>, 吴文林<sup>3</sup>, 周易<sup>3</sup>, 张崑<sup>1</sup>

(1. 成都大学肉类加工四川省重点实验室, 四川成都 610106) (2. 成都市农林科学院, 四川成都 611130)

(3. 成都市食品药品检验研究院, 四川成都 610000)

**摘要:** 为了了解培育新品种杂交鲮鱼与父母代营养价值的差异, 本文以罗非鱼为参照, 比较了花鲮、唇鲮和杂交鲮鱼的基本营养成分、氨基酸和脂肪酸的营养价值。结果表明: 与罗非鱼相比, 三种鲮鱼具有高灰分低脂肪的特点, 但基本营养成分差异不大; 三种鲮鱼的甜味氨基酸 Gly 含量依次为杂交鲮 (5.48%) > 唇鲮 (5.41%) > 花鲮 (5.05%) > 罗非鱼 (4.50%), 但三种鲮鱼的 Gly 含量及必需氨基酸含量之间无显著性差异 ( $p>0.05$ ); 三种鲮鱼的脂肪酸种类基本相同, 但多不饱和脂肪酸 (PUFA) 含量更高, PUFA<sub>唇鲮</sub> (47.24%) 显著性高于 ( $p<0.05$ ) PUFA<sub>杂交鲮</sub> (42.24%) 和 PUFA<sub>花鲮</sub> (35.02%), PUFA<sub>杂交鲮</sub> (42.24%) 显著性高于 ( $p<0.05$ ) PUFA<sub>花鲮</sub> (35.02%), 其中二十碳五烯酸 (EPA) 和二十二碳六烯酸 (DHA) 总含量依次为唇鲮 (18.39%) > 杂交鲮 (13.71%) > 罗非鱼 (11.90%) > 花鲮 (8.90%)。总之, 花鲮鱼的氨基酸营养价值更高, 是优质蛋白源; 唇鲮鱼的脂肪酸营养价值更优; 杂交鲮鱼的营养更全面。

**关键词:** 鲮鱼; 罗非鱼; 营养物质; 脂肪酸

文章编号: 1673-9078(2020)11-98-103

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2020.11.0499

## Analysis of Nutrition Composition of *Hemibarbus* Hybrid

KE Huan<sup>1</sup>, YANG Zhuang-zhi<sup>2</sup>, CHEN Jian<sup>2</sup>, CHEN Xia<sup>2</sup>, GUO Tian-rong<sup>1,3</sup>, WU Wen-lin<sup>3</sup>, ZHOU Yi<sup>3</sup>, ZHANG Yin<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory for Meat Processing of Sichuan Province, Chengdu University, Chengdu 610106, China)

(2. Chengdu Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Chengdu 611130, China)

(3. Chengdu Institute of Food and Drug Inspection, Chengdu 610000, China)

**Abstract:** To evaluate the difference of nutritional value between the new breed hybrid fish and its parents, the basic nutrients, amino acids and fatty acids of the three *Hemibarbus* and tilapia were compared. Results showed that the three *Hemibarbus* fish had the characteristics of high ash content and low fat, the basic nutrition composition of the three *Hemibarbus* fish was similar; the content of flavor amino acids and essential amino acid of the three *Hemibarbus* fish were higher than those of tilapia. There was no significant difference ( $p>0.05$ ) in content of glycine and essential amino acids among the three *Hemibarbus* fish. The fatty acid type of the three *Hemibarbus* fish was similar to that of tilapia, but the content of polyunsaturated fatty acids (PUFA) were higher than that of tilapia. PUFA<sub>*Hemibarbus labeo*</sub> (47.24%) was significantly higher ( $p<0.05$ ) than that of PUFA<sub>*Hemibarbus hybrid*</sub> (42.24%) and PUFA<sub>*Hemibarbus maculatus*</sub> (35.02%), PUFA<sub>*Hemibarbus hybrid*</sub> (42.24%) was significantly higher ( $p<0.05$ ) than that of PUFA<sub>*Hemibarbus maculatus*</sub> (35.02%). The order of the content of total eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA) were as follows: *Hemibarbus labeo* (18.39%) > *Hemibarbus hybrid* (13.71%) > *tilapia* (11.90%) > *Hemibarbus maculatus* (8.90%). In conclusion, comparing to the other two *Hemibarbus* fish, the protein nutritional value of the *Hemibarbus maculatus* was higher, the fatty acid nutritional value of the *Hemibarbus labeo* was higher, the nutritional value of the *Hemibarbus hybrid* was more comprehensive.

**Key words:** *Hemibarbus* fish; Tilapia; Nutrients; Fatty acids

引文格式:

柯欢, 杨壮志, 陈健, 等. 杂交鲮鱼鱼肉的营养成分分析及比较[J]. 现代食品科技, 2020, 36(11): 98-103

KE Huan, YANG Zhuang-zhi, CHEN Jian, et al. Analysis of nutrition composition of *Hemibarbus* hybrid [J]. Modern Food Science and Technology, 2020, 36(11): 98-103

收稿日期: 2020-05-28

基金项目: 国家现代农业产业技术体系四川创新团队项目 (scocxt-2020-15); 成都市技术创新研发项目 (2019-YFYF-00023-SN)

作者简介: 柯欢 (1995-), 男, 研究生, 研究方向: 农产品加工与保藏

通讯作者: 杨壮志 (1962-), 男, 研究员, 研究方向: 水产新品种选育及养殖技术研究; 张崑 (1981-), 男, 博士, 教授, 研究方向: 农产品加工与保藏

花鲮鱼 (*Hemibarbus maculatus*) 和唇鲮鱼 (*Hemibarbus labeo*) 均为淡水鱼, 同属鲤形目鲤科鲮属的中小型经济鱼类, 除高原地区外, 广泛分布于中国各大水域<sup>[1-3]</sup>。通常生活在流速较大, 砂石底质的中下层水域, 以水栖昆虫等底栖生物为食<sup>[4,5]</sup>。两种鲮鱼鱼肉肉质细嫩、味道鲜美, 蛋白质和脂肪含量高, 营养价值丰富。近年来花鲮和唇鲮在华东地区十分畅销, 其深加工产品深受东南亚消费者喜爱<sup>[6]</sup>。但由于其产量不高, 经济效益易受限制。

近年来, 研究发现白乌鱼较罗非鱼氨基酸指数和蛋白质效价高, 且必需氨基酸含量高 2.019%<sup>[7]</sup>; 几种珍贵食材中, 大鲩的必需氨基酸含量、氨基酸指数及蛋白质效价较燕窝、鱼翅、甲鱼和鲍鱼高, 具有更高的营养价值, 且大鲩肉蛋白更易于被人体吸收<sup>[8]</sup>。邵卫华等<sup>[9]</sup>对产自洞庭湖的鲢鱼肌肉成分进行分析和品质评价, 发现鲢鱼中赖氨酸、鲜味氨基酸及脂肪含量较高, 且肌肉中 PUFA 种类丰富, 其中 EPA 和 DHA 含量较高, 具有很高的营养价值和经济价值。杨少玲等<sup>[10]</sup>对鲨鱼肌肉和鱼翅进行比较, 发现鲨鱼肌肉和鱼翅均具有低脂肪、高蛋白及不饱和脂肪酸含量高等优点, 但鲨鱼肌肉氨基酸营养价值更高, 且氨基酸构成合理, 鱼翅则生理活性成分(硫酸软骨素和胶原蛋白等)含量更高, 具有良好的保健价值。

为了进一步培育鲮鱼新品种, 团队成员将花鲮鱼(♀)和唇鲮鱼(♂)进行杂交, 并培育出杂交鲮鱼品种, 目前也已经在四川水产品市场销售。尽管消费者对杂交鲮鱼的食用品质有较高评价, 但是有关其营养品质的研究少有报道。为此, 本文以罗非鱼为参照, 比较了花鲮、唇鲮及杂交鲮基本营养成分、氨基酸及脂肪酸等营养成分的差异, 以期在花鲮、唇鲮和杂交鲮的精深加工和市场开发提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

新鲜花鲮、唇鲮、杂交鲮捕捞于成都市农林科学院推广示范基地, 单条重量在 80±5 g; 罗非鱼基本营养成分数据来源于文献<sup>[11,12]</sup>。固体氢氧化钠、浓盐酸、无水乙醚、硫酸铜( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )、硫酸钾、硫酸、硼酸、乙酸镁 $[(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Mg} \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$ 、甲醇、石油醚、三氟化硼、正庚烷焦性没食子酸等分析试剂均为分析纯。海砂烘干至恒重, 超纯水为实验室制备。

实验所用设备有 TSA-12 型绞肉灌肠机, 成都捷埃特机械制造有限公司; ZFA-D5140 型恒温鼓风干燥箱, 上海琅琅实验设备有限公司; LE104E 型万分之一电子分析天平, 梅特勒托利多公司; HH-6 型数显恒温水浴锅, 常州澳华仪器有限公司; SXT-06 型索氏抽提器, 上海精密仪器仪表有限公司; KDN-102C 型自动凯氏定氮仪、HYP-1008 型消化炉, 上海纤检仪器有限公司; WP-UPT-20 型超纯水机, 四川沃特尔水处理设备有限公司; SX-2.5-10 型马弗炉, 上海洪纪仪器设备有限公司; Waters 高效液相色谱仪, 沃谱达仪器有限公司; 美国 PE Clarus-680 气相色谱仪。

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 原料前处理

部分新鲜鲮鱼宰杀洗净后, 去除鱼头、鱼鳍、鱼尾, 剔除鱼刺, 取出鱼肉切成小块, 放入绞肉灌肠机中绞肉 5 min, 绞碎后 4 °C 保鲜贮藏备用。

#### 1.2.2 基本营养成分测定

水分含量按照食品安全国家标准 GB 5009.3-2016《食品中水分的测定》中的直接干燥法测定; 蛋白质含量按照食品安全国家标准 GB 5009.5-2016《食品中蛋白质的测定》中的凯氏定氮法测定; 脂肪含量按照食品安全国家标准 GB 5009.6-2016《食品中脂肪的测定》中的索氏抽提法测定; 灰分含量按照食品安全国家标准 GB 5009.4-2016《食品中灰分的测定》中的标准第一法测定。

#### 1.2.3 脂肪酸含量测定

SP-2560 色谱柱 (100 m×0.25 mm×0.25 μm); 程序升温: 100 °C 保持 4 min, 以 4 °C/min 速率升至 240 °C, 保持 250 min。进样口温度 250 °C, 检测器温度为 260 °C, 检测器类型为氢火焰检测器, 氢气流量 45 mL/min, 载气为氮气, 流量 1.8 mL/min。采用分流进样, 分流比 60:1。

#### 1.2.4 氨基酸含量测定

三种鲮鱼鱼肉的氨基酸含量用 Waters 高效液相色谱仪, PICO.TAG 氨基酸分析柱测定, 紫外检测器进行检测, 检测波长 254 nm, 柱温 38 °C, 流动相流速 1 mL/min。

#### 1.2.5 蛋白质营养价值<sup>[7,8,12,13]</sup>

参照世界卫生组织提出的人体氨基酸需求模式计算氨基酸价 (Amino Acid Score, AAS)、氨基酸指数 (Essential Amino Acid Index, EAAI)。

$$\text{氨基酸价 (AAS)} = \text{Min} \left( \frac{1\text{g检测蛋白中氨基酸 mg数}}{1\text{g检测蛋白中氨基酸 mg数}} \right)$$

$$\text{氨基酸指数 (EAAI)} = \left( \frac{1\text{g检测蛋白中组氨酸的mg数}}{1\text{g参考蛋白中组氨酸的mg数}} \times \dots \times \frac{1\text{g检测蛋白中缬氨酸的mg数}}{1\text{g参考蛋白中缬氨酸的mg数}} \right)^{\frac{1}{n}}$$

注: n 为参与比较氨基酸个数。

表 1 人体对氨基酸的需求模式

Table 1 Suggested demand of amino acid for humans (mg/g)

氨基酸种类	组氨酸 (His)	异亮氨酸 (Ile)	亮氨酸 (Leu)	赖氨酸 (Lys)	甲硫氨酸+半胱氨酸 (Met+Cys)	苯丙氨酸+酪氨酸 (Phe+Tyr)	苏氨酸 (Thr)	缬氨酸 (Val)
2~5 岁儿童	19	28	66	58	25	63	34	35
成年人	16	13	19	16	17	19	9	13

### 1.3 数据处理

用 SPSS 20 及 Microsoft Excel 2010 对数据进行统计分析。数据分析采用 *t* 检验和方差 (One-way-ANOVA) 分析 Duncan's 进行显著性分析, 针对品种对其营养价值进行分析。

## 2 结果与讨论

### 2.1 三种鲮鱼肉的基本营养物质比较

三种鲮鱼的基本营养物质含量见表 2。由表 2 可知, 在水分含量方面, 唇鲮鱼的水分含量与花鲮鱼和杂交鲮鱼无显著差异 ( $p>0.05$ ), 但是杂交鲮鱼的水分含量显著 ( $p<0.05$ ) 低于花鲮鱼; 与罗非鱼相比<sup>[12]</sup>, 水分含量: 花鲮(80.51)>唇鲮(80.02)>罗非鱼(78.80)>杂交鲮(78.73)。

在蛋白质含量方面, 三种鲮鱼的蛋白质含量无显著性差异 ( $p>0.05$ ); 与罗非鱼相比<sup>[12]</sup>, 蛋白质含量: 罗非鱼(17.39)>唇鲮(16.85)=花鲮(16.85)>杂交鲮(16.80)。在灰分含量方面, 三种鲮鱼的灰分含量无显著性差异 ( $p>0.05$ ), 灰分含量: 唇鲮(1.51)>杂交鲮(1.48)>花鲮(1.45)>罗非鱼(1.32)。

在脂肪含量方面, 唇鲮鱼的脂肪含量与花鲮与和杂交鲮无显著差异 ( $p>0.05$ ), 但是杂交鲮鱼的脂肪含量显著 ( $p<0.05$ ) 低于花鲮鱼, 与罗非鱼相比<sup>[12]</sup>, 脂肪含量: 罗非鱼(0.89)>花鲮(0.61)>唇鲮(0.54)>杂交鲮(0.45)。

表 2 数据表明, 相较罗非鱼, 三种鲮鱼具有高灰分、低脂肪的特点, 除了杂交鲮的水分含量略低于罗非鱼外, 唇鲮和花鲮的水分含量高于罗非鱼; 三种鲮鱼的蛋白质含量略低于罗非鱼。总之, 三种鲮鱼基本营养成分较为均衡, 符合对脂肪需求量低, 微量元素需求高的人群食用。鲮鱼与罗非鱼等杂食性鱼类不同,

通常以江河湖泊的中下层水生昆虫等为食, 这可能是导致鲮鱼与罗非鱼基本营养成分不同的主要原因。

表 2 三种鲮鱼鱼肉营养物质含量比较

Table 2 Comparison of nutrient content of three *Hemibarbus*

鱼种	fish			
	水分	蛋白质	脂肪	灰分
花鲮	80.51±1.38 <sup>a</sup>	16.85±1.02 <sup>a</sup>	0.61±0.18 <sup>a</sup>	1.45±0.11 <sup>a</sup>
唇鲮	80.02±0.54 <sup>ab</sup>	16.85±1.27 <sup>a</sup>	0.54±0.02 <sup>ab</sup>	1.51±0.04 <sup>a</sup>
杂交鲮	78.73±1.46 <sup>b</sup>	16.80±1.39 <sup>a</sup>	0.45±0.04 <sup>b</sup>	1.48±0.05 <sup>a</sup>

注: 表中小写字母代表同列数据组间差异显著 ( $p<0.05$ )。

### 2.2 三种鲮鱼鱼肉的氨基酸含量

#### 2.2.1 氨基酸含量比较

三种鲮鱼与罗非鱼鱼肉氨基酸含量见表 3。在氨基酸含量方面, 除脯氨酸和酪氨酸外, 三种鲮鱼的氨基酸含量均无显著性差异 ( $p>0.05$ ), 其中花鲮鱼鱼肉的脯氨酸含量显著 ( $p<0.05$ ) 低于唇鲮和杂交鲮鱼肉, 唇鲮鱼鱼肉和杂交鲮鱼鱼肉的脯氨酸含量间无显著 ( $p>0.05$ ) 差异; 唇鲮鱼鱼肉的酪氨酸含量与花鲮鱼鱼肉和杂交鲮鱼鱼肉间无显著 ( $p>0.05$ ) 差异, 但杂交鲮鱼鱼肉的酪氨酸含量显著 ( $p<0.05$ ) 低于唇鲮和杂交鲮鱼鱼肉。在必需氨基酸含量方面, 几种鲮鱼的必需氨基酸含量为: EAA<sub>花鲮</sub>(39.09%)>EAA<sub>杂交鲮</sub>(38.69%)>EAA<sub>唇鲮</sub>(38.40%)>EAA<sub>罗非鱼</sub>(35.06%), 且三种鲮鱼的必需氨基酸含量无显著性差异 ( $p>0.05$ ), 三种鲮鱼必需氨基酸含量明显高于罗非鱼。

部分风味氨基酸作为组成食物特有风味的重要来源之一, Glu 和 Asp 能产生鲜味, Ala、Gly 对鱼肉的甜味有贡献<sup>[14]</sup>, 而某些水产品中特征性“肉香”来源于 His<sup>[7]</sup>。相较罗非鱼<sup>[12]</sup>, 鲜味氨基酸含量: 罗非鱼(25.77%)>唇鲮(21.83%)>花鲮(21.46%)>杂交鲮(21.29%); 甜味氨基酸含量: 罗非鱼(18.57%)>唇鲮(18.17%)>杂交鲮(17.87%)>花鲮(17.46%)。

其中 Glu 含量: 罗非鱼 (16.40%) > 唇鲮 (13.62%) > 花鲮 (13.37%) > 杂交鲮 (13.01%); Gly 含量: 杂交鲮 (5.48%) > 唇鲮 (5.41%) > 花鲮 (5.05%) > 罗非鱼 (4.50%); His 含量: 罗非鱼 (6.41%) > 唇鲮 (1.77%) > 花鲮 (1.75%) > 杂交鲮 (1.69%)。由此可见, 三种鲮鱼呈味氨基酸种类丰富, 较高含量的 Gly 是导致其肉味鲜美的主要原因。

表 3 三种鲮鱼鱼肉氨基酸含量比较

Table 3 Comparison of amino acid content of three kinds of

*Hemibarbus fish*

氨基酸名称	花鲮/ (g/100 g)	唇鲮/ (g/100 g)	杂交鲮/ (g/100 g)
天门冬氨酸(Asp)	8.08±1.04 <sup>a</sup>	8.21±0.16 <sup>a</sup>	8.28±0.40 <sup>a</sup>
谷氨酸(Glu)	13.37±1.66 <sup>a</sup>	13.62±0.19 <sup>a</sup>	13.01±0.56 <sup>a</sup>
丝氨酸(Ser)	3.26±0.32 <sup>a</sup>	3.36±0.16 <sup>a</sup>	3.25±0.13 <sup>a</sup>
甘氨酸(Gly)	5.05±0.72 <sup>a</sup>	5.41±0.16 <sup>a</sup>	5.48±0.49 <sup>a</sup>
组氨酸(His)	1.75±0.39 <sup>a</sup>	1.770.32 <sup>a</sup>	1.69±0.09 <sup>a</sup>
精氨酸(Arg)	5.13±0.60 <sup>a</sup>	4.70±0.38 <sup>a</sup>	5.06±0.35 <sup>a</sup>
丙氨酸(Ala)	5.52±0.57 <sup>a</sup>	5.78±0.09 <sup>a</sup>	5.57±0.29 <sup>a</sup>
脯氨酸(Pro)	3.02±0.05 <sup>b</sup>	3.49±0.09 <sup>a</sup>	3.30±0.263 <sup>a</sup>
苏氨酸(Thr)	3.64±0.42 <sup>a</sup>	3.62±0.16 <sup>a</sup>	3.57±0.13 <sup>a</sup>
酪氨酸(Tyr)	3.12±0.41 <sup>a</sup>	2.82±0.14 <sup>ab</sup>	2.77±0.13 <sup>b</sup>
缬氨酸(Val)	3.98±0.61 <sup>a</sup>	3.97±0.12 <sup>a</sup>	3.95±0.19 <sup>a</sup>
蛋氨酸(Met)	2.33±0.32 <sup>a</sup>	2.34±0.14 <sup>a</sup>	2.32±0.13 <sup>a</sup>
异亮氨酸(Ile)	3.75±0.56 <sup>a</sup>	3.60±0.14 <sup>a</sup>	3.59±0.17 <sup>a</sup>
亮氨酸(Leu)	6.70±0.95 <sup>a</sup>	6.50±0.31 <sup>a</sup>	6.47±0.25 <sup>a</sup>
苯丙氨酸(Phe)	3.50±0.45 <sup>a</sup>	3.37±0.12 <sup>a</sup>	3.40±0.12 <sup>a</sup>
赖氨酸(Lys)	7.24±1.16 <sup>a</sup>	7.25±0.10 <sup>a</sup>	7.23±0.34 <sup>a</sup>
氨基酸总量	79.44±9.18 <sup>a</sup>	79.81±1.78 <sup>a</sup>	78.94±3.75 <sup>a</sup>
EAA/%	39.09±1.51 <sup>a</sup>	38.40±0.41 <sup>a</sup>	38.69±0.40 <sup>a</sup>

注: 表中大小写字母代表同列数据组间差异显著 ( $p < 0.05$ )。

EAA 代表必需氨基酸含量; AAS 代表氨基酸价; EAAI 代表氨基酸指数。

2.2.2 氨基酸营养价值评价

氨基酸和蛋白质是评价食物营养价值的重要指标, 根据世界卫生组织 (World Health Organization, WHO) 提出的人体氨基酸需求模式, 计算三种鲮鱼和罗非鱼鱼肉的氨基酸价和氨基酸指数。参照 2-5 岁儿童对氨基酸的需求模式, AAS (child) 罗非鱼 (1.48) > AAS (child) 唇鲮 (0.93) > AAS (child) 花鲮 (0.92) > AAS (child) 杂交鲮 (0.89); EAAI (child) 罗非鱼 (1.11) > EAAI (child) 花鲮 (1.08) > EAAI (child) 唇鲮 (1.06) > EAAI (child) 杂交鲮 (1.05)。参照成人对氨基酸的需求模式, AAS (adult) 罗非鱼 (3.20) > AAS (adult) 唇鲮 (1.10) > AAS (adult)

花鲮 (1.09) > AAS (adult) 杂交鲮 (1.06); EAAI (adult) 花鲮 (2.72) > EAAI (adult) 唇鲮 (2.67) > EAAI (adult) 杂交鲮 (2.65) > EAAI (adult) 罗非鱼 (2.07)。三种鲮鱼其第一限制性氨基酸均为 His, 罗非鱼第一限制性氨基酸为 Ile。

表 4 三种鲮鱼鱼肉氨基酸价、氨基酸指数等的比较

Table 4 Comparison of amino acid value and amino acid index of three *Hemibarbus fish*

项目	花鲮	唇鲮	杂交鲮
EAA/%	39.093	38.398	38.688
NEAA/%	40.344	41.409	40.250
EAA/NEAA/%	96.90	92.73	96.12
AAS(child)	0.92	0.93	0.89
FLAA(child)	His	His	His
EAAI(child)	1.08	1.06	1.05
AAS(adult)	1.09	1.10	1.06
FLAA(adult)	His	His	His
EAAI(adult)	2.72	2.67	2.65

注: EAA 代表必需氨基酸含量; NEAA 代表非必需氨基酸含量; FLAA 是指限制性氨基酸; AAS 代表氨基酸价; EAAI 代表氨基酸指数。

通过 AAS 和 EAAI 计算公式发现, AAS 作为限制性氨基酸比值相较 EAAI 不能全面反映必需氨基酸的营养价值。因此通过表 4 中的数据可知, 参照儿童对氨基酸需求模式, 罗非鱼肉氨基酸营养价值略高于三种鲮鱼, 花鲮营养价值最高, 杂交鲮营养价值最低; 参照成人对氨基酸需求模式, 三种鲮鱼氨基酸营养价值则远高于罗非鱼, 其中花鲮的营养价值最高, 唇鲮次之。而根据 FAO/WHO 规定理想蛋白源评价方式评价三种鲮鱼与罗非鱼蛋白质营养价值发现<sup>[10]</sup>, 三种鲮鱼 EAA% 略低于 40%, 而罗非鱼 EAA% 远低于 40%; 罗非鱼 EAA/NEAA 值低于 60%, 三种鲮鱼 EAA/NEAA 值则远高于 60%, 可见鲮鱼必需氨基酸构成合理, 更利于人体吸收, 其中花鲮研究结果与顾若波等<sup>[15]</sup>的研究结果一致。综上所述, 与罗非鱼相比, 花鲮和杂交鲮是成年人理想的蛋白质原料。

2.2.3 三种鲮鱼与罗非鱼鱼肉脂肪酸含量比较

三种鲮鱼与罗非鱼鱼肉脂肪酸构成及含量见表 4。三种鲮鱼中花鲮和杂交鲮共检测出 26 种相同种类的脂肪酸, 唇鲮和罗非鱼检测出 25 种脂肪酸, 其中饱和脂肪酸含量 SFA 罗非鱼 (35.56%) > SFA 花鲮 (25.12%) > SFA 杂交鲮 (24.72%) > SFA 唇鲮 (22.95%); 单不饱和脂肪酸含量 MUFA 花鲮 (37.73%) > MUFA 罗非鱼 (35.37%) > MUFA 杂交鲮 (30.22%) > MUFA 唇鲮 (26.50%); 多不饱和脂肪酸含量 PUFA 唇鲮 (47.24%) > PUFA 杂交鲮

(42.24%)>PUFA<sub>花鲮</sub>(35.02%)>PUFA<sub>罗非鱼</sub>(24.56%)。

表5 三种鲮鱼鱼肉脂肪酸含量比较

Table 5 Comparison of fatty acid content of three kinds of

*Hemibarbus fish*

项目	花鲮/%	唇鲮/%	杂交鲮/%
C12:0	0.25±0.01 <sup>a</sup>	0.29±0.00 <sup>a</sup>	0.23±0.00 <sup>a</sup>
C13:0	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.02±0.00 <sup>a</sup>
C14:0	2.08±0.07 <sup>a</sup>	1.62±0.21 <sup>b</sup>	1.58±0.16 <sup>b</sup>
C15:0	0.31±0.02 <sup>a</sup>	0.27±0.02 <sup>b</sup>	0.29±0.02 <sup>ab</sup>
C16:0	17.84±0.72 <sup>a</sup>	14.90±0.21 <sup>b</sup>	17.20±0.87 <sup>a</sup>
C17:0	0.94±0.61 <sup>a</sup>	1.89±0.52 <sup>a</sup>	1.06±0.52 <sup>a</sup>
C18:0	3.64±0.40 <sup>a</sup>	3.84±0.41 <sup>a</sup>	4.19±0.56 <sup>a</sup>
C19:0	0	0	0
C20:0	0.21±0.03 <sup>b</sup>	0.30±0.05 <sup>a</sup>	0.28±0.02 <sup>a</sup>
C22:0	0.02±0.02 <sup>a</sup>	0.03±0.05 <sup>a</sup>	0.02±0.02 <sup>a</sup>
C23:0	0 <sup>a</sup>	0.15±0.00 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
C24:0	0.06±0.01 <sup>b</sup>	0.12±0.03 <sup>a</sup>	0.10±0.02 <sup>ab</sup>
C26:0	0	0	0
ΣSFA	25.12±1.16 <sup>a</sup>	22.95±0.23 <sup>b</sup>	24.72±0.17 <sup>a</sup>
C14:1	0.10±0.02 <sup>a</sup>	0.06±0.01 <sup>b</sup>	0.06±0.01 <sup>b</sup>
C16:1	7.89±1.42 <sup>a</sup>	3.88±1.14 <sup>b</sup>	4.69±0.95 <sup>b</sup>
C18:1	21.46±1.26 <sup>c</sup>	21.46±1.26 <sup>c</sup>	24.14±1.61 <sup>b</sup>
C20:1	1.10±0.05 <sup>a</sup>	1.06±0.04 <sup>a</sup>	1.04±0.06 <sup>a</sup>
C22:1	0	0	0
C24:1	0.17±0.04 <sup>a</sup>	0.14±0.12 <sup>a</sup>	0.29±0.13 <sup>a</sup>
ΣMUFA	37.73±1.92 <sup>a</sup>	26.50±2.10 <sup>b</sup>	30.22±2.10 <sup>b</sup>
C16:3	0	0	0
C18:2	19.79±2.81 <sup>a</sup>	22.49±2.79 <sup>a</sup>	22.77±3.03 <sup>a</sup>
C18:3	2.68±0.25 <sup>a</sup>	2.63±0.34 <sup>a</sup>	2.74±0.55 <sup>a</sup>
C20:2	1.00±0.03 <sup>c</sup>	1.27±0.07 <sup>a</sup>	1.16±0.06 <sup>b</sup>
C20:3	1.05±0.10 <sup>b</sup>	1.10±0.10 <sup>a</sup>	1.23±0.14 <sup>ab</sup>
C20:4(ARA)	1.14±0.15 <sup>a</sup>	0.93±0.61 <sup>a</sup>	1.67±0.48 <sup>a</sup>
C22:2	0.46±0.03 <sup>a</sup>	0.43±0.05 <sup>a</sup>	0.43±0.05 <sup>a</sup>
C20:5(EPA)	1.68±0.18 <sup>a</sup>	1.82±0.26 <sup>a</sup>	2.60±1.60 <sup>a</sup>
C22:6(DHA)	7.22±1.55 <sup>b</sup>	16.57±3.90 <sup>a</sup>	11.11±4.65 <sup>ab</sup>
ΣPUFA	35.02±1.75 <sup>c</sup>	47.24±1.62 <sup>a</sup>	42.24±2.95 <sup>b</sup>

注：表中小写字母代表同列数据组间差异显著 ( $p<0.05$ )。

ΣSFA 是指饱和脂肪酸总量；ΣMUFA 是指单不饱和脂肪酸总量；ΣPUFA 是指多不饱和脂肪酸总量。

通过分析发现，三种鲮鱼与罗非鱼的脂肪酸种类相差较小，花鲮脂肪酸种类与顾若波等<sup>[15]</sup>研究结果相比多出9种，唇鲮脂肪酸种类与李军等<sup>[16]</sup>研究结果相比多出10种，这可能是测量脂肪酸含量的方法不同所致。相较罗非鱼<sup>[11]</sup>，花鲮、唇鲮和杂交鲮饱和脂肪酸含量均远低于罗非鱼，唇鲮(47.24%)和杂交鲮

(42.24%)多不饱和脂肪酸含量高于花鲮(35.02%)和罗非鱼(24.56%)。多不饱和脂肪酸能有效降低人体血脂和血压以及抑制心脑血管的发病，而其中的EPA(二十碳五烯酸)和DHA(二十碳六烯酸)被称为脑黄金，是动物和人体生长发育的必需脂肪酸<sup>[17,18]</sup>，唇鲮和杂交鲮的EPA、DHA总量(分别为18.39%和13.71%)明显高于罗非鱼(11.90%)和花鲮(8.90%)。综上所述，与罗非鱼相比<sup>[11]</sup>，三种鲮鱼饱和脂肪酸含量较低，多不饱和脂肪酸含量较高，且唇鲮和杂交鲮富含EPA和DHA，说明唇鲮具有更高的营养价值和保健价值。

### 3 结论

通过比较三种鲮鱼与罗非鱼的基本营养成分及氨基酸和脂肪酸含量发现，在基本营养成分方面，三种鲮鱼具有高灰分、低脂肪的特点，其中灰分含量唇鲮(1.51)>杂交鲮(1.48)>花鲮(1.45)，脂肪含量花鲮(0.61)>唇鲮(0.54)>杂交鲮(0.45)，说明鲮鱼更适合对微量元素需求量大、脂肪需求少的人群；在氨基酸营养价值方面，三种鲮鱼的必需氨基酸含量较高，参照成人对氨基酸需求模式，三种鲮鱼的EAAI值远高于罗非鱼，说明花鲮和杂交鲮更适合成年人食用；在脂肪酸营养价值方面，PUFA<sub>唇鲮</sub>(47.24%)>PUFA<sub>杂交鲮</sub>(42.24%)>PUFA<sub>花鲮</sub>(35.02%)>PUFA<sub>罗非鱼</sub>(24.56%)，其中EPA和DHA总量唇鲮(18.39%)>杂交鲮(13.71%)>罗非鱼(11.90%)>花鲮(8.90%)，说明唇鲮和杂交鲮具有更高的脂肪酸营养价值。总之，花鲮蛋白质营养价值更高，唇鲮脂肪酸营养价值更高，而杂交鲮的各项指标虽不是最高，但其营养价值更加全面。

### 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  
CHEN Yi-yu, LUO Yun-lin, LIU Huan-zhang, et al. Zoology of China. Class teleosteiichthys, Cypriniformes (Middle Volume) [M]. Beijing: Science Press, 1998

[2] 解玉浩,李文宽,解涵.东北地区淡水鱼类[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,2007  
XIE Yu-hao, LI Wen-kuan, XIE Han. Freshwater Fishes From Northeast China [M]. Shenyang: Liaoning Science and Technology Press, 2007

[3] 毛节荣,徐寿山.浙江动物志:淡水鱼类[M].杭州:浙江科学技术出版社,1991  
MAO Jie-rong, XU Shou-shan. Zoology of Zhejiang:

- Freshwater Fishes [M]. Hangzhou: Zhejiang Science and Technology Press, 1991
- [4] 夏前征,官少飞,龚世园,等.丰溪河花鱼骨食性研究[J].江西水产科技,2011,2:28-33  
XIA Qan-zheng, GUAN shao-fei, GONG Shi-yuan, et al. Research on bone feeding behavior of *Hemibarbus maculatus* [J]. Jiangxi Fishery Science and Technology, 2011, 2: 28-33
- [5] 熊学全,蒲红宇,唐玲.几种中小型淡水优质鱼类的生物学及人工养殖发展现状[J].现代农业科学,2008,6:53-54  
XIONG Xue-quan, PU Hong-yu, TANG Ling. The development status of biology and artificial cultivation of several middle and small fresh water fishes [J]. Modern Agricultural Sciences, 2008, 6: 53-54
- [6] 吕耀平,胡则辉,叶丽平.RAPD 标记在唇鲮与花鲮种质鉴定中的应用[J].浙江大学学报:理学版, 2008,3:90-95,126  
LYU Yao-ping, HU Ze-hui, YE LI-ping. Application of RAPD markers in stock identification of *Hemibarbus labeo* and *Hemibarbus maculatus* [J]. Journal of Zhejiang University (Science Edition), 2008, 3: 90-95, 126
- [7] ZHANG Yin. Recent developments on umami ingredients of edible mushrooms: A review [J]. Trends in Food Science & Technology, 2013, 33(2): 78-92
- [8] ZHANG Yin, WANG Wei, WANG Xin-hui, et al. Bone soup: protein nutrition and enzymatic hydrolysis process optimized by response surface method [J]. Journal of Food & Nutrition Research, 2014, 53(1): 1-12
- [9] 郜卫华,范宇,田罗,等.洞庭湖鲢鱼肌肉成分分析及品质特性分析[J].饲料工业, 2017,38:24  
GAO Wei-hua, FAN Yu, TIAN Luo, et al. The muscle composition analysis and flesh quality of *Silurus asotus* in Dongting Lake [J]. Feed Industry, 2017, 38: 24
- [10] 杨少玲,戚勃,李来好,等.天然鱼翅翅针中氨基酸和脂肪酸组成分析与评价[J].食品工业科技,2018,39(13):14-18,24  
YANG Shao-ling, QI Bo, LI Lai-hao, et al. Composition analysis and evaluation of amino acids and fatty acids in natural shark fin cartilage [J]. Science and Technology of Food Industry, 2018, 39(13): 14-18, 24
- [11] 缪凌鸿,刘波,何杰,等.吉富罗非鱼肌肉营养成分分析与品质评价[J].上海海洋大学学报,2010,19(5):635-641  
LIAO Ling-hong, LIU Bo, HE Jie, et al. Evaluation of nutritive quality and nutritional components in the muscle of GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) [J]. Shanghai Ocean University Journal, 2010, 19(5): 635-641
- [12] 柯欢,李慧,熊伟,等.白乌鱼与罗非鱼的营养物质比较分析[J].农产品加工,2020,1:47-49  
KE Huan, LI Hui, XIONG Wei, et al. Comparison of nutrient contents of white mullet (*Opniocephalus argus* var *Kinnra*) and tilapia [J]. Farm Products Processing, 2020, 1: 47-49
- [13] 柯欢,祝思雨,陈素勤,等.人工养殖大鲵与甲鱼等食材的蛋白质营养分析[J].农产品加工,2019,19:41-43  
KE Huan, ZHU Si-yu, CHEN Su-qin, et al. Analysis of protein nutrition of cultured giant salamander and turtle and other precious food materials [J]. Farm Products Processing, 2019, 19: 41-43
- [14] 邓捷春,王锡昌,刘源.鱼肉风味研究进展[J].食品工业科技,2010,6:375-378  
DENG Jie-chun, WANG Xi-chang, LIU Yuan. Research progress in fish flavor research [J]. Science and Technology of Food Industry, 2010, 6: 375-378
- [15] 顾若波,闻海波,徐钢春.花鲮的肌肉营养成分与品质评价[J].大连水产学院学报,2006,21(4):378-382  
GU Ruo-bo, WAN Hai-bo, XU Gang-chun. Evaluation of muscle nutrition composition and quality of *Hemibarbus maculatus* [J]. Journal of Dalian Fisheries University, 2006, 21(4): 378-382
- [16] 李军,骆小年,李敬伟,等.鸭绿江水系唇鱼骨肌肉营养成分与品质的评价[J].沈阳农业大学学报,2011,42(1):59-64  
LI Jun, LUO Xiao-nian, LI Jing-wei, et al. Evaluation of nutritive quality and nutrient components in the muscle of *Hemibarbus labeo* Pallas [J]. Journal of Shenyang Agricultural University, 2011, 42(1): 59-64
- [17] WU Yong-Bao, LI Lin, WEN Zhi-Guo, et al. Research progress on metabolism and physiological function of very-long-chain polyunsaturated fatty acids in animals [J]. Chinese journal of animal science, 2018, 54(3): 20-26
- [18] Karakas S E, Perroud B, Kind T, et al. Changes in plasma metabolites and glucose homeostasis during omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation in women with polycystic ovary syndrome [J]. Bba Clinical, 2016, 5: 179-185