

野生巴马拟缨鱼肌肉营养成分研究

庞卫 潘艳云 覃志彪 冯健 蒋步国 罗波

(广西大学水产研究所, 南宁 530004)

THE ANALYSIS OF BIOCHEMICAL COMPOSITION IN MUSCLE OF WILD *PSEUDOCROSSOCHEILUS BAMAENSIS*

PANG Wei, PAN Yan-Yun, QIN Zhi-biao, FENG Jian, JIANG Bu-Guo and LUO Bo

(College of Animal Science, Guangxi University, Nanning, China 530004)

关键词: 巴马拟缨鱼; 生化组成; 氨基酸; 脂肪酸; 营养价值

Key words: *Pseudocrossocheilus bamaensis*; Biochemical composition; Amino acid; Fatty acid; Nutrition

中图分类号: Q176 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2010)04-0885-05

巴马油鱼, 曾用名巴马穗唇鲃(*Crossocheilus bamaensis*, Fang), 学名为巴马拟缨鱼(*Pseudocrossocheilus bamaensis* (Fang)), 鲤形目(Cypriniformes), 鲤科(Cyprinidae), 野鲮亚科(Labeoninae), 拟缨鱼属(*Pseudocrossocheilus*)。巴马穗唇鲃主要分布于西江水系的广西巴马、天峨、都安、来宾、贵州平塘、罗甸、望谟等地, 于每年5、6月的洪水期繁殖, 以固着藻类为食^[1,2]。有学者对其年龄与生长特性进行了研究^[3], 目前尚未见有关营养研究报道。该鱼体肥肉嫩, 富含脂肪, 故当地称为“油鱼”, 为广西巴马等地具有地方特色的小型经济鱼类。近年由于过度捕捞, 野生资源明显下降, 迫切需要保护利用这一珍贵的本土经济鱼类资源。本文对巴马穗唇鲃肌肉营养成分进行分析, 评价了其营养价值, 以期为这种鱼类的人工养殖提供相关参考资料。

1 材料与方 法

1.1 实验鱼

2008年10月, 从广西巴马盘阳河渔民处购得60尾巴马拟缨鱼, 体重22.38—67.74 g, 体长10.08—14.30 cm。外观检查体质健康, 鱼体无外伤, 游动正常。

1.2 含肉率分析

用滤纸吸干鱼体表的水分, 依次编号、称重、测量体长后、称体重后。按常规方法解剖分离内脏、鳃、皮肤和鳞、鳍和骨骼等非肉质部分, 分别称重。分别计算含肉

率、鳃占有率、鳍占有率、骨骼占有率、内脏占有率、皮肤和鳞占有率^[4]。

1.3 肌肉生化成分分析

由于鱼体较小, 肌肉样本采用4尾鱼肌肉混合为一个样本。将去皮去鱼刺肌肉样品切碎, 混合均匀, 保存在-70℃冰箱中备用。肌肉中水分测定采用恒温烘干失水法; 粗蛋白测定采用微量凯氏定氮法; 粗脂肪测定采用索氏抽提法; 灰分测定采用微量马福炉灼烧法(550℃), 测定其5个样本的水分、蛋白质、脂肪、灰分含量^[5]。用日产835-50型氨基酸自动分析仪测定鱼体肌肉蛋白质中氨基酸含量。酸水解中色氨酸被破坏未测。脂肪酸测定, 样品经皂化、甲醛化处理, 气相色谱仪(Trace MS型, 美国Finnigan公司)测定, 按峰面积归一化法计算脂肪酸组成^[6,7]。按每克蛋白质能值为23.64 kJ、每克脂肪能值为39.54 kJ、每克碳水化合物能值为17.15 kJ计算鱼体的能值。鲜样中某种营养成分含量=干样中该营养成分含量×(1-水分含量/100)。

1.4 鱼肉营养价值的评定

目前还没有关于鱼肉营养价值评定的评分体系, 本试验参考1973年FAO/WHO建议的氨基酸评定标准模式(% dry)^[8]和全鸡蛋蛋白质的氨基酸模式(% dry)^[9], 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)^[10]。同时将测定的含肉率, 蛋白质、脂肪、氨基酸、脂肪酸含量与常见淡水鱼类进行比较。

收稿日期: 2009-05-12; 修订日期: 2010-02-29

基金项目: 广西科技厅基金计划项目(0815006-1-3)资助

作者简介: 庞卫(1984-), 男, 汉族, 山东禹城人; 水产营养生理学硕士研究生。E-mail: 312055196@qq.com

通讯作者: 冯健, 男, 汉族, 教授, 德国慕尼黑大学博士(VMD); E-mail: fengjian08@163.com

$$\text{氨基酸评分 (AAS)} = \frac{\text{待评样品氨基酸含量 (\%)}}{\text{WHO评分模式中同种氨基酸含量 (\%)}}$$

$$\text{化学评分 (CS)} = \frac{\text{待评样品氨基酸含量 (\%)}}{\text{全鸡蛋蛋白质同种氨基酸含量 (\%)}}$$

$$\text{必需氨基酸指数 (EAAI)} = \sqrt[n]{100a/A \times 100b/B \times \dots \times 100j/J}$$

n 为必需氨基酸个数; $a, b \dots j$ 为待测样品必需氨基酸含量; $A, B \dots J$ 为全鸡蛋蛋白质的必需氨基酸含量。

1.5 数据处理

用 Window XP 中 Excel 软件计算样本平均值, 标准差和变异系数。

2 结果

2.1 含肉率

分析了 5 个样品(20 尾)巴马拟缨鱼(体重 22.38—67.74 g, 体长 10.08—14.30 cm)的含肉率、鳃占有率、鳍条占有率、骨骼占有率、内脏占有率和皮肤占有率(表 1)。其中含肉率最高, 平均为(65.00±3.07)%; 其次为骨骼和皮肤占有率, 鳃占有率最小, 分别为(0.69±0.17)%。其中含肉率的变异系数最小, 内脏占有率和鳃占有率变异系数最大, 分别为 59.61% 和 24.80%, 这可能与摄食程度与鱼体大小有关。

表 1 巴马拟缨鱼含肉率(%)及组成
Tab. 1 The rate of flesh content and components of fish (%)

| 项目 Item | 变幅 Range | 平均值和标准差 X±SD | 变异系数 CV |
|--------------------------------|-------------|-----------------|------------|
| 含肉率 Ratio of flesh | 61.43—70.57 | 65.00±3.07 | 4.72 |
| 鳃占有率 Ratio of gill | 0.41—1.07 | 0.69±0.17 | 24.80 |
| 鳍条占有率 Ratio of fin | 1.83—2.91 | 2.29±0.31 | 13.46 |
| 骨骼占有率 Ratio of skeleton | 11.95—17.41 | 15.15±1.57 | 10.35 |
| 内脏占有率 Ratio of viscera | 0.99—5.58 | 2.23±1.33 | 59.61 |
| 皮肤占有率 Ratio of skin & scale | 12.46—20.41 | 15.01±2.30 | 15.35 |

表 2 巴马拟缨鱼肌肉营养成分(%, 湿重)

Tab. 2 The chemical composition (% wet) in muscle of fish

| 样品 Sample | 水分 Water | 蛋白质 Protein | 脂肪 Fat | 灰分 Ash | 无氮浸出物 Non-nitrogen extract | 能量 ¹ Energy ¹ (kJ/g) | 能量蛋白比 ² E/P ² (kJ/g) |
|--------------|-------------|----------------|-----------|-----------|-------------------------------|---|---|
| 1 | 74.04 | 19.73 | 3.25 | 2.35 | 0.63 | 6.06 | 30.70 |
| 2 | 72.84 | 20.51 | 3.41 | 2.16 | 1.08 | 6.38 | 31.12 |
| 3 | 71.43 | 20.71 | 3.74 | 2.33 | 1.79 | 6.68 | 32.26 |
| 4 | 73.02 | 20.37 | 3.54 | 2.12 | 0.95 | 6.38 | 31.31 |
| 5 | 72.41 | 20.81 | 3.77 | 2.27 | 0.74 | 6.54 | 31.41 |
| 平均值 X | 72.75 | 20.43 | 3.54 | 2.25 | 1.04 | 6.41 | 31.36 |
| 标准差 SD | 0.95 | 0.43 | 0.22 | 0.10 | 0.46 | 0.23 | 0.57 |
| 变异系数 CV | 1.14 | 1.86 | 9.89 | 4.44 | 53.85 | 3.74 | 2.39 |

注: 1. 能值(kJ/g)=蛋白质×23.64+脂肪×39.54+无氮浸出物×17.15; E/P (J/g)=能值/蛋白质含量

Note: 1. Energy(kJ/g)=protein×23.64+fat×39.54+non-nitrogen extract×17.15; 2. E/P(kJ/g)=energy/content of protein

2.2 巴马拟缨鱼肌肉常规生化成分分析

随机分析 5 个肌肉样品(20 尾), 巴马拟缨鱼的肌肉中水分、蛋白质、脂肪、灰分、无氮浸出物含量与能量及能量/蛋白质比(E/P, 表 2)。巴马拟缨鱼肌肉中生化成分平均百分比和能值为: 水分(72.58±0.95)%、蛋白质(20.43±0.43)%、脂肪(3.54±0.22)%、灰分(2.25±0.10)%、无氮浸出物(1.04±0.46)%、能量(6.41±0.23) kJ/g 及能量蛋白比(31.18±0.75) J/mg。除了脂肪和无氮浸出物的变异系数较大外, 分别为 9.89%、53.85%, 其他的变异系数都小于 5%。肌肉生化成分中水分含量最高, 蛋白质其次, 其他依次为脂肪、灰分和无氮浸出物。

2.3 巴马拟缨鱼肌肉蛋白质中氨基酸含量与营养评价指标

随机分析 5 个肌肉样品(20 尾)中氨基酸种类与比例, 结果显示巴马拟缨鱼肌肉蛋白质中含有的 16 种氨基酸(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 8 种(表 3)。谷氨酸含量最高, 平均含量达 12.66%, 蛋氨酸含量最低, 仅含 1.86%。8 种人体必需氨基酸中赖氨酸含量最高, 为 9.14%, 其次是亮氨酸为 8.13%, 组氨酸含量最低, 为 2.61%。8 种人体必需氨基酸总量是 43.57%, 占氨基酸总量比例(E/TA)为 50.7%, 必需氨基酸与非必需氨基酸之比(E/NE)为 103.0%。所有氨基酸含量的变异系数都在 10%以下, 其中组氨酸的变异系数最大(8.05%), 表明各种氨基酸在巴马拟缨鱼肌肉中的含量较稳定。鲜味氨基酸以谷氨酸含量最高, 其次为天门冬氨酸和丙氨酸, 甘氨酸含量最低, 鲜味氨基酸总量占总氨基酸量的比例均近 37.7%。

食品营养价值的评价可以用多项指标来衡量, 其中最重要的是蛋白质和氨基酸的含量, 特别是人体必需的 8 种氨基酸的含量和组成比例更为重要。根据测定氨基酸含量和 FAO/WHO 评分标准模式同种氨基酸含量及全鸡蛋蛋白质模式同种氨基酸含量, 分别计算出巴马拟缨鱼肌肉的氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)(表 4)。从表 4 可见, 根据氨基酸评分时, 巴马拟缨鱼的第一限制性氨基酸为异亮氨酸, 第二限制性氨基酸为苏氨酸, 而根据化学评分时, 巴马拟缨鱼的第一限制性氨基酸为异亮氨酸, 第二限制性氨基酸为酪氨酸 + 苯丙氨酸。

表 3 巴马拟缨鱼肌肉中氨基酸比例
Tab. 3 Rates of amino acids in muscle of fish (%)

| 氨基酸 Amino acid | 样品 Sample | | | | | 平均值 X | 标准差 SD | 变异系数 CV |
|-----------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | |
| 天门冬氨酸 Asp | 9.30 | 9.39 | 9.08 | 9.64 | 9.20 | 9.32 | 0.21 | 2.27 |
| 丝氨酸 Ser | 3.43 | 3.66 | 3.77 | 3.36 | 3.42 | 3.53 | 0.18 | 5.01 |
| 谷氨酸 Glu | 12.31 | 12.73 | 12.96 | 12.61 | 12.67 | 12.66 | 0.23 | 1.86 |
| 甘氨酸 Gly | 3.90 | 3.77 | 3.97 | 3.95 | 4.05 | 3.93 | 0.10 | 2.65 |
| 丙氨酸 Ala | 6.62 | 6.38 | 6.32 | 6.67 | 6.49 | 6.50 | 0.15 | 2.31 |
| 蛋氨酸 Met | 1.73 | 1.97 | 2.01 | 1.87 | 1.70 | 1.86 | 0.14 | 7.49 |
| 酪氨酸 Tyr | 2.66 | 2.47 | 2.69 | 2.35 | 2.57 | 2.55 | 0.14 | 5.49 |
| 脯氨酸 Pro | 1.79 | 2.04 | 1.96 | 2.13 | 2.03 | 1.99 | 0.13 | 6.38 |
| 非必需氨基酸 NE | 41.74 | 42.41 | 42.76 | 42.58 | 42.13 | 42.32 | | |
| 缬氨酸 Val | 5.28 | 5.04 | 5.44 | 5.28 | 5.77 | 5.36 | 0.27 | 5.02 |
| 苏氨酸 Thr | 4.32 | 4.11 | 4.07 | 4.22 | 4.21 | 4.19 | 0.10 | 2.37 |
| 异亮氨酸 Ile | 3.85 | 3.99 | 3.94 | 3.79 | 4.04 | 3.92 | 0.10 | 2.6 |
| 亮氨酸 Leu | 8.01 | 7.84 | 8.23 | 8.31 | 8.25 | 8.13 | 0.20 | 2.42 |
| 苯丙氨酸 Phe | 3.99 | 4.23 | 4.12 | 4.46 | 4.07 | 4.17 | 0.18 | 4.36 |
| 赖氨酸 Lys | 9.38 | 9.08 | 9.28 | 9.08 | 8.86 | 9.14 | 0.20 | 2.21 |
| 组氨酸 His | 2.27 | 2.69 | 2.83 | 2.58 | 2.68 | 2.61 | 0.21 | 8.05 |
| 精氨酸 Arg | 6.32 | 5.77 | 5.99 | 6.03 | 6.13 | 6.05 | 0.20 | 3.32 |
| 必需氨基酸 EAA | 43.42 | 42.75 | 43.9 | 43.75 | 44.01 | 43.57 | | |
| 鲜味氨基酸 RAA | 32.13 | 32.27 | 32.33 | 32.87 | 32.41 | 32.41 | | |
| 总氨基酸量 TAA | 85.16 | 85.16 | 86.66 | 86.33 | 86.14 | 85.89 | | |
| EAA/TAA ¹ | 51.0 | 50.2 | 50.7 | 50.7 | 51.1 | 50.7 | | |
| RAA/TAA ² | 37.7 | 37.9 | 37.3 | 38.1 | 37.6 | 37.7 | | |
| EAA/NEAA ³ | 104.0 | 100.8 | 102.7 | 102.7 | 104.5 | 103.0 | | |

注: 1. EAA/TAA 为必需氨基酸占氨基酸总量比例; 2. RAA/TAA 为鲜味氨基酸占氨基酸总量比例; 3. EAA/NEAA 为必需氨基酸与非必需氨基酸之比

Note: 1. E/TAA, the ratio of EAA in TAA; 2. RAA/TAA, the ratio of RAA in TAA; 3. EAA/NEAA, the ratio of EAA in NEAA.

表 4 巴马拟缨鱼肌肉的氨基酸评分、化学评分和必需氨基酸指数
Tab. 4 AAS, CS and EAAI in muscle of fish (%)

| 项目 Item | 苏氨酸 Thr | 缬氨酸 Val | 异亮氨酸 Ile | 亮氨酸 Leu | 赖氨酸 Lys | 组氨酸 His | 精氨酸 Arg | 酪氨酸 + 苯丙氨酸 Tyr+Phe | 必需氨基酸指数 EAAI |
|------------------------------|-------------------|---------|-------------------|---------|---------|---------|---------|--------------------|--------------|
| 平均值 X | 4.19 | 5.36 | 3.92 | 8.13 | 9.14 | 2.61 | 6.05 | 6.72 | |
| FAO/WHO | 4.00 | 5.00 | 4.00 | 7.00 | 5.50 | | | 12.00 | |
| 氨基酸评分 AAS | 1.05 ² | 1.07 | 0.98 ¹ | 1.16 | 1.66 | | | 0.56 | |
| 全鸡蛋蛋白质模式 同种氨基酸含量 TEPAA | 4.98 | 7.42 | 6.60 | 8.80 | 6.40 | 2.40 | 6.56 | 10.08 | |
| 化学评分 CS | 0.84 | 0.72 | 0.59 ¹ | 0.92 | 1.43 | 1.09 | 0.91 | 0.67 ² | 65.20 |

注: 1. 为第一限制性氨基酸; 2. 为第二限制性氨基酸

Note: 1. first limited amino acid; 2. second limited amino acid

2.4 巴马拟缨鱼肌肉脂肪中脂肪酸含量

随机分析 5 个肌肉样品(20 尾)中脂肪酸种类与比例, 结果显示巴马拟缨鱼肌肉脂肪中主要含有 21 种脂肪酸, 饱和脂肪酸有 5 种, 不饱和脂肪酸 16 种, 其中高度不饱和脂肪酸 13 种(表 5)。饱和脂肪酸占总脂肪酸的 35.72%, 其中以 16:0 含量最多, 占 24.22%, 18:0 次之, 占 8.36%。总

不饱和脂肪酸占总脂肪酸的 61.16%; 其中单不饱和脂肪酸占 35.98%, 以 18:1 ω -9 最多, 占脂肪酸总量的 24.64%, 16:1 ω -7 次之, 占 8.8%, 以 20:1 ω -9 最少, 占 2.54%。多不饱和脂肪酸(PUFA)占总脂肪酸的 25.18%, 其中 18:2 ω -6 含量最高, 含总脂肪酸总量的 6.28%, 其次为 20:4 ω -6 (占 4.3%); 饱和脂肪酸与不饱和脂肪酸的比为 0.58。大部分

表 5 巴马拟缨鱼肌肉中脂肪酸组成
Tab. 5 Rates of fatty acids in muscle of fish (%)

| 脂肪酸 Amino acid | 样品 Sample | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均值 X | 标准差 SD | 变异系数 CV |
|----------------------------|-----------|------|------|------|------|-------|-------|--------|---------|
| 14:0 | | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.6 | 0.9 | 0.8 | 0.13 | 16.67 |
| 15:0 | | 0.8 | 1.0 | 0.9 | 1.0 | 0.8 | 0.9 | 0.10 | 11.11 |
| 16:0 | | 24.3 | 22.6 | 24.5 | 23.8 | 25.9 | 24.2 | 1.20 | 4.91 |
| 17:0 | | 1.3 | 1.5 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.5 | 0.11 | 7.81 |
| 18:0 | | 7.8 | 8.2 | 8.6 | 8.8 | 8.4 | 8.4 | 0.39 | 4.61 |
| 16:1 ω | | 9.6 | 8.4 | 8.0 | 8.8 | 9.2 | 8.8 | 0.63 | 7.20 |
| 18:1 ω | | 26.9 | 22.5 | 24.3 | 23.4 | 26.1 | 24.6 | 1.84 | 7.45 |
| 20:1 ω | | 2.3 | 2.9 | 2.6 | 2.8 | 2.1 | 2.5 | 0.34 | 13.23 |
| 18:2 ω -6 | | 5.9 | 6.4 | 6.5 | 5.8 | 6.8 | 6.3 | 0.42 | 6.70 |
| 20:2 ω -6 | | 0.5 | 0.8 | 0.9 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.16 | 22.57 |
| 18:3 ω -3 | | 0.8 | 0.9 | 1.1 | 0.8 | 1.0 | 0.9 | 0.13 | 14.13 |
| 20:3 ω -3 | | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.06 | 39.29 |
| 20:3 ω -4 | | 2.0 | 1.8 | 1.9 | 2.2 | 2.1 | 2.0 | 0.16 | 7.90 |
| 20:3 ω -5 | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.05 | 37.50 |
| 22:3 ω -4 | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.06 | 39.29 |
| 22:3 ω -5 | | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 0.9 | 1.3 | 1.1 | 0.16 | 14.36 |
| 22:3 ω -6 | | 3.8 | 4.1 | 3.6 | 4.4 | 4.0 | 4.0 | 0.30 | 7.61 |
| 20:4 ω -6 | | 3.8 | 4.3 | 4.5 | 4.8 | 4.1 | 4.3 | 0.38 | 8.86 |
| 22:4 ω -6 | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.05 | 25.00 |
| 20:6 ω -3 | | 1.5 | 1.8 | 1.4 | 1.6 | 1.8 | 1.6 | 0.18 | 11.05 |
| 22:6 ω -3 | | 3.6 | 3.7 | 3.4 | 4.0 | 3.8 | 3.7 | 0.20 | 5.41 |
| Σ FA ¹ | | 97.4 | 93.2 | 96.4 | 96.2 | 101.2 | 96.9 | | |
| Σ SFA ² | | 35.0 | 34.0 | 36.3 | 35.7 | 37.6 | 35.7 | | |
| Σ MUFA ³ | | 38.8 | 33.8 | 34.9 | 35.0 | 37.4 | 36.0 | | |
| Σ PUFA ⁴ | | 23.6 | 25.4 | 25.2 | 25.5 | 26.2 | 25.2 | | |
| Σ UFA ⁵ | | 62.4 | 59.2 | 60.1 | 60.5 | 63.6 | 61.2 | | |
| SFA/UFA | | 56.1 | 57.4 | 60.4 | 59.0 | 59.1 | 58.3 | | |

注: 1. FA 为脂肪酸; 2. SFA 为饱和脂肪酸; 3. UFA 为不饱和脂肪酸; 4. MUFA 为单不饱和脂肪酸; 5. PUFA 为多不饱和脂肪酸

Note: 1. FA fatty acid; 2. SFA saturated fatty acids; 3. UFA unsaturated fatty acids; 4. MUFA monounsaturated fatty acids; 5. PUFA polyunsaturated fatty acids

脂肪酸的变异系数都较大, 其中有 10 种脂肪酸的变异系数都大于 10%, 这可能由于野生巴马拟缨鱼天然饵料来源的差异, 从而导致变异系数较大。

3 讨论

含肉率是评价鱼类品质、经济性状和生产性能优劣的重要指标之一。它因种类品种而有不同, 但在一定程度上受营养条件、生理状况的影响。对比分析, 本试验中巴马拟缨鱼的含肉率为 $(65.00 \pm 3.07)\%$, 在鲤科鱼类中较高^[11-15]。巴马拟缨鱼肌肉分析结果表明, 水分、蛋白质、能量及能量蛋白比含量差异不大, 而脂肪、灰分和无氮浸出物含量差异较大。在营养学上, 一般认为食品中干物质含量越高, 其总营养成分含量也就越高。从实验结果得知, 巴马拟缨鱼肌肉中的水分的含量为 72.58%, 低于大多数淡水鱼类^[12,18]。鱼的营养价值主要取决于肌肉中的蛋白质和脂肪含量。巴马拟缨鱼肌肉中蛋白质含量为 20.43%, 高于大多数淡水鱼类^[18,19]。蛋白质是由氨基酸组成, 因此食物蛋白质营养实质上就是氨基酸营养。在本实验测定的 16 种氨基酸中, 谷氨酸的含量最高, 为 12.66%, 占氨基酸总量的 14.74%;

天冬氨酸、赖氨酸、亮氨酸、丙氨酸分别占氨基酸总量的 10.75%、10.64%、9.47%、7.57%。其氨基酸含量的排列顺序与一般所报道鱼类的氨基酸的排列顺序略有不同。在一般鱼类肌肉中排在前三位的依次为谷氨酸、天冬氨酸、赖氨酸、亮氨酸、精氨酸^[11-17], 而本次测定的巴马拟缨鱼肌肉中丙氨酸的含量要高于精氨酸。人体所需的必需氨基酸含量的高低和构成比例, 为评价食物蛋白质营养价值的最重要指标。在本实验中, 巴马拟缨鱼肌肉蛋白质氨基酸中必需氨基酸比例较高, 其必需氨基酸比例为 43.42%, 占氨基酸总量的 51%, 高于大多数淡水鱼类^[11-18]。尤其是谷物食品中较为缺乏的赖氨酸在该鱼肌肉中含量较丰富, 氨基酸评分(AAS)和化学评分(CS)较高, 分别为 1.66 和 1.53。鱼肉味道的鲜美程度往往决定于它的鲜味氨基酸的含量。在鱼肌肉中所含的与鲜味有关的氨基酸主要有谷氨酸、天冬氨酸、甘氨酸和丙氨酸四种。巴马拟缨鱼的鲜味氨基酸总含量(32.41%)较大多数淡水鱼类高^[12-18], 说明其肉质较为鲜美。巴马拟缨鱼肌肉中的脂肪含量为 3.54%, 高于大多数淡水鱼类^[17-19]。鱼体肌肉在一定范围内肌肉脂肪的含量与肉质的风味呈正相关关系,

脂肪含量在 3.5%—4.5%具有良好的适口性^[20]。动物脂肪由脂肪酸组成, 脂肪酸的种类和比例决定其营养价值。通过对巴马拟缨鱼肌肉脂肪酸进行分析, 发现该鱼肌肉的脂肪酸主要有 16:0, 16:1, 18:0, 18:1, 18:2 ω -6, 18:3 ω -3, 20:3 ω -4, 20:4 ω -6, 22:3 ω -6 和 22:6 ω -3 等, 巴马拟缨鱼肌肉中单不饱和脂肪酸总量(35.98%)较高, 而多不饱和脂肪酸总量(25.18%)较低^[20,21]。高度不饱和脂肪酸(HUFA)脂肪酸在动物代谢活动中起着十分重要的生理作用, 特别是 ω -3 系列的多烯酸 EPA 和 DHA 具有很强的生理活性, 是人和动物生长发育所必需的物质。巴马拟缨鱼肌肉脂肪酸中 DHA 的含量(3.82%)较高^[22,21]。实验表明, 巴马拟缨鱼肌肉中脂肪具有较高的营养价值。

上述分析结果表明, 野生巴马拟缨鱼肌肉具有高蛋白, 脂肪适中; 人体必需氨基酸与呈味氨基酸含量高; 高度不饱和脂肪酸含量较高; 肉味鲜美等特点, 是优良的本土鱼类品种资源, 应予大力保护和利用。

参考文献:

- [1] Yue P Q, et al. Chinese Zoography of Osterichthyes: Cypriniformes (2nd volume) [M]. Beijing: Science Press. 2000, 217 [乐佩琦, 等. 中国动物志硬骨鱼纲: 鲤形目(第二卷). 北京: 科学出版社. 2000, 217]
- [2] Aquatic Institute of Guangxi Freshwater Fishes of Guangxi [M]. Guangxi People Press. 1981, 101—103 [广西壮族自治区水产研究所编. 广西淡水鱼类志. 广西人民出版社. 1981, 101—103]
- [3] Cheng G P, Gao T X, Xue Y X, et al. The characteristics of age and growth with *Crossocheilus bamaensis*, Fang [J]. *Journal of Ocean University of China*, 2008, 38(4): 547—550 [程光平, 高天翔, 薛彦霞, 等. 巴马穗唇鲃年龄与生长特性. 中国海洋大学学报, 2008, 38(4): 547—550]
- [4] Tan D Q, Wang J W, Dan S G. The ratio of flesh to body and analysis of the nutritive composition of muscle in *Ancherythroculter nigrocauda* Yih et Wu [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2004, 28(2): 240—246 [谭德清, 王剑伟, 但胜国. 黑尾近红鲃含肉率及肌肉营养成分分析. 水生生物学报, 2004, 28(2): 240—246]
- [5] Chen S L, Hu C L, Hua Y Y. Analysis of biochemical composition of muscle in *Hypophthalmichthys molitrix* (Cuv. et Val.) and *Aristichthys nobilis* (Rich.) [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 1983, 8(1): 125—132 [陈少莲, 胡传林, 华元渝. 鲢、鳙肌肉生化成分分析. 水生生物学集刊. 1983, 8(1): 125—132]
- [6] Zhu B K, Cao W X. Fatty acid composition and their changes during early life stage of silver carp *Hypophthalmichthys molitrix* [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2002, 26(2): 130—135 [朱邦科, 曹文宣. 鲢早期发育阶段鱼体脂肪酸组成变化. 水生生物学报, 2002, 26(2): 130—135]
- [7] Huang Z B, Li D Q. A rapid preparation of fatty acid methyl esters for gas chromatographic analysis [J]. *Journal of Fisheries of China*, 1990, 14(1): 40—43 [黄志斌, 李淡秋. 快速制备脂肪酸甲酯用于气相色谱分析. 水产学报, 1990, 14(1): 40—43]
- [8] Pellett P L, Yong V R. Nutritional evaluation of protein foods [M]. Printed in Tokyo, The United National University. 1980, 26—29
- [9] Qiaoben F L (Translated by Cai W Q). Fisheries feed [M]. Beijing: A Culture Publishing Company. 1980, 114—115 [桥本芳郎(蔡完其译). 养鱼饲料学. 北京: 农业出版社. 1980, 114—115]
- [10] Yang J J, Lin Y, Liang J N, et al. Analysis and evaluations on nutrition of natural forages of *Mystus guttatus* [J]. *Journal of Zhanjiang ocean University*, 2001, 21(1): 19—22 [杨家坚, 林勇, 梁军能, 等. 斑鳢几种常见天然饲料的营养分析与评价. 湛江海洋大学学报, 2001, 21(1): 19—22]
- [11] 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. 光倒刺鲃的含肉率和肌肉营养成分分析. 水利渔业, 2001, 21(2): 22—24]
- [12] Ding Y T. Studies on muscle protein composition in several Chinese freshwater fishes [J]. *Fisheries Science*, 1999, (3): 21—25 [丁玉庭. 鲢、鳙、鲫鱼肌肉的蛋白质组成及分离研究. 水产科学, 1999, (3): 21—25]
- [13] Yue Y S, Li Q Y, Zhang Q C. Studies on the muscle quality of Taishan Chi-lin fish [J]. *Journal of Shandong Agricultural University*, 1994, 25(2): 141—146 [岳永生, 李全阳, 张庆朝. 泰山赤鳞鱼肌肉品质的研究. 山东农业大学学报, 1994, 25(2): 141—146]
- [14] Hong R C, Li S G, Yu Y F. An analysis of nutritional composition in the muscle of Wan'an red grass carp [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 1997, 21(2): 109—113 [洪瑞川, 李思光, 余扬帆. 万安玻璃红鲤的肌肉营养成分分析. 水生生物学报, 1997, 21(2): 109—113]
- [15] Yin H B, Shi L Y, Li L K. An analysis of nutritional composition in the muscle of *Carssius Auratus Gbelio* Bloch [J]. *Chinese Journal of Fisheries*, 1999, (1): 53—55 [尹洪滨, 石连玉, 李丽坤. 方正银鲫肌肉营养成分分析. 水产学杂志. 1999, (1): 53—55]
- [16] Zhang W, Su Y, Quan W J. Biochemical composition of five common reared fish [J]. *Marine Science Bulletin*, 2001, 20(4): 26—31 [张纹, 苏永, 全王军, 等. 5 种常见养殖鱼类肌肉营养成分分析. 海洋通报, 2001, 20(4): 26—31]
- [17] Liu J K, et al. Studies on the Ecology of Lake Donghu [M]. Beijing Science Press. 1990, 307—311 [刘建康, 等. 东湖生态学研究(一). 北京: 科学出版社. 1990, 307—311]
- [18] Yan A S, Xiong C X, Qian J W, et al. Evaluation of the nutrition and the rate of flesh in the whole body of Mandarinfish [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价值的研究. 华中农业大学学报, 1995, 14(1): 80—84]
- [19] Dai Y G, Fan J Y, Wang X H. Analysis of nutritional composition of muscle in Tor [J]. *Journal of Nutrition*, 2006, 28(4): 361—363 [代应贵, 范家佑, 王晓辉. 鳊鱼肌肉营养成分分析. 营养学报, 2006, 28(4): 361—363]
- [20] Liu Y F. Fatty acid composition in muscle of five cultured freshwater fish [J]. *Journal of Fisheries of China*, 1991, 15(2): 169—171 [刘玉芳. 中国 5 种淡水鱼脂肪酸组成分析. 水产学报, 1991, 15(2): 169—171]
- [21] Luo Y K. Fatty acid composition of muscle and guts in seven freshwater fishes [J]. *Journal of China Agricultural University*, 2001, 6(4): 108—111 [罗永康. 7 种淡水鱼肌肉和内脏脂肪酸组成的分析. 中国农业大学学报, 2001, 6(4): 108—111]