DOI: 10.3724/SP.J.1035.2010.00990

云斑鮰、泥鳅和瓦氏黄颡鱼的含肉率及营养价值比较研究

黄 钧[1] 杨 淞[2] 覃志彪[1] 魏文燕[2] 冯 健[1]

(1. 广西大学水产研究所, 南宁 530004; 2. 四川农业大学动物科技学院, 雅安 625014)

摘要: 研究了 3 种人工养殖的小型经济鱼类云斑鮰(*Ictalurus ncbulosus*)、泥鳅(*Misgurnus anguillicaudatus*)和瓦氏黄颡鱼(*Pelteobagrus fulvidraco*, Richardson)含肉率和肌肉的熟肉率、生化成分、氨基酸和脂肪酸的种类组成, 并对其营养价值进行评定。结果表明: 云斑鮰和瓦氏黄颡鱼含肉率分别为(74.48±2.01)%和(73.63±3.27)%, 二者间无显著性差异, 显著高于泥鳅(65.95±1.27)%。泥鳅熟肉率最高为(69.36±2.35)%。泥鳅肌肉中蛋白质含量为(16.24±0.56)%, 明显高于云斑鮰的(15.34±0.44)%和瓦氏黄颡鱼的(14.45±0.24)%。瓦氏黄颡鱼肌肉中脂肪含量最高为(2.4±0.17)%, 与云斑鮰(1.22±0.33)%和泥鳅(1.26±0.60)%有显著性差异。云斑鮰、泥鳅和瓦氏黄颡鱼肌肉中, 含人体必需氨基酸占总氨基酸的比例为(40.06±0.63)%、(39.79±0.57)%和(40.36±0.52)%。3 种鱼的第一限制性氨基酸均为缬氨酸, *F* 值均在 4.90—5.06 之间。4 种鲜味氨基酸总含量均高于 29%, 泥鳅和瓦氏黄颡鱼鲜味氨基酸大多明显高于云斑鮰。3 种鱼肌肉中不饱和脂肪酸含量明显高于饱和脂肪酸, 泥鳅和瓦氏黄颡鱼高于云斑鮰。云斑鮰肌肉中廿碳五烯酸($C_{20:5}$)为(2.52±0.30)%, 显著高于泥鳅(0.16±0.05)%和瓦氏黄颡鱼(0.12±0.04)%($P<0.05$), 廿二碳六烯酸($C_{22:6}$)含量泥鳅最高为(4.62±0.30)%, 其次为瓦氏黄颡鱼(2.86±0.32)%, 云斑鮰最低为(1.84±0.27)%, 三者间均有显著性差异。结果表明, 泥鳅和瓦氏黄颡鱼具有独特风味, 3 种小型经济鱼类均为有较高营养价值的人类食品。

关键词: 鱼类; 肉质; 含肉率; 生化成分; 氨基酸; 脂肪酸

中图分类号: S941.43 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2010)05-0990-08

云斑鮰(*Ictalurus nebulosus*)又称褐首鮎, 属鮎形目, 鮰科, 原产于美国, 20 世纪 90 年代引进到中国。泥鳅(*Misgurnus anguillicaudatus*)属鲤形目, 鲤亚目, 鳅科, 泥鳅属; 瓦氏黄颡鱼(*Pelteobagrus fulvidraco*, Richardson) 隶属于鮎形目、鮠科、黄颡鱼属。泥鳅和瓦氏黄颡鱼广泛分布于我国各大干支流及附属水体中, 为我国本土鱼类。由于这 3 种鱼类养殖周期短、产量高、风险小、有较好的市场开发前景而受到养殖业的重视。本试验旨在通过分析测定这 3 种鱼类肌肉的含肉率和各组织占有率、熟肉率、贮存损失、常规生化成分、氨基酸、脂肪酸, 对这 3 种人工养殖的小型淡水经济鱼类营养价值进行综合评定, 同时为其食品加工提供相关资料。

1 材料与方法

1.1 实验鱼

于 2007 年 5 月在四川省雅安市大兴特种鱼养殖公司购买外观体质健壮, 无病害, 达到市场商品鱼规格的人工养殖鲜活云斑鮰、瓦氏黄颡鱼各 70 尾, 泥鳅 100 尾。泥鳅平均体重(12.67±0.95) g, 体长(12.33±0.68) cm; 云斑鮰平均体重(202.32±0.85) g, 体长(22.17±0.59) cm; 瓦氏黄颡鱼平均体重(43.98±0.56) g, 体长(15.87±0.59) cm。3 种鱼类在流水池养殖, 投喂配合饲料, 其饲料主要原料为鱼粉、肉骨粉、大豆粕、棉籽粕和次粉, 蛋白质含量为 32%—42%。

1.2 样品制备

每种鱼随机取 15 尾用于测定其含肉率。取 15

收稿日期: 2008-08-04; 修订日期: 2009-07-29

基金项目: 广西自然科学项目基金 0815006-1-3 资助

作者简介: 黄钧(1957—), 男, 广西人; 副教授; 主要从事鱼类生物学研究。E-mail: huangjun@gxu.edu.cn

通讯作者: 冯健(1958—), 德国慕尼黑大学博士, 教授; E-mail: fengjian08@163.com

尾鱼的背部去皮肌肉, 修整为大小均衡较规则, 1.5 cm×3 cm 的长方形样本, 用于测定其熟肉率和贮存损失率; 另分别取 15 尾云斑鲴、瓦氏黄颡鱼, 30 尾泥鳅(由于泥鳅较小, 2 尾混合为一个样本), 自鱼体两侧头后至尾柄前的去皮肌肉, 将其切碎, 混合均匀, 在 105℃恒温烘箱内烘干至恒重后磨细, 供常规生化成分分析; 取 10 尾云斑鲴、瓦氏黄颡鱼, 20 尾泥鳅(2 尾混合为一个样本)鱼背部去皮肌肉 10g 左右用于检测氨基酸; 取 5 尾云斑鲴、瓦氏黄颡鱼, 10 尾泥鳅(2 尾混合为一个样本)鱼背部去皮肌肉 5 g 左右用于检测脂肪酸, 检测氨基酸和脂肪酸的样品放置于–75℃冰箱中保存。

1.3　测定方法

含肉率和其他组织占有率测定　　吸干鱼体表水分, 测定体长、体重。按常规方法解剖分离性腺、内脏、鳃、皮肤和鳞片、鳍和骨骼等非肉质部分, 分别称重。骨骼在称重前要进行处理, 将全部骨骼在水中煮沸一定时间后, 取出骨骼, 清洗除去附作物, 自然干燥、称重。用减重法计算出鱼体肉质部分重量。含肉率=(鱼体肉质部分重量/鱼体重)×100%、性腺占有率=(鱼体性腺重/鱼体重量)×100%、内脏占有率=(内脏重/鱼体重量)×100%、鳃占有率=(鳃重/鱼体重量)×100%、皮肤和鳞占有率=(皮肤和鳞重/鱼体重量)×100%、鳍占有率=(鳍重/鱼体重量)×100%和骨骼占有率=(骨骼重量/鱼体重量)×100%[1, 2]。

熟肉率与贮存损失率测定　　熟肉率测定采用蒸熟法[3]。熟肉率(%)=W_2/W_1×100%, 即 W_1 为取得的背部肌肉样块重, W_2 为放置于煮沸铝锅内隔水加热煮 10min, 熟肉样取出置于室内阴凉处冷却 20min 后所得的重。贮存损失率, 按悬挂法分别测定了 5℃冰箱中分别挂 48h、96h 后分别称重, 其计算公式为: 贮存损失率=(贮前肉样重-贮后肉样重)/贮前肉样重×100%。

生化成分测定　　采用常规的生化分析方法测定样品的水分、蛋白质、脂肪、灰分及无氮浸出物[1]。样品中水分的测定采用(105±5)℃干燥恒重法(GB/T5609.3-1985)干燥法; 蛋白质测定采用凯氏法(GB/T5009.5-1985); 脂肪采用索氏抽提法(GB/T5009.6-1985), 灰分测定采用马福炉灼烧法(550℃); 无氮浸出物采用减量法, 即为 100-(水分含量+蛋白质含量+脂肪含量+灰分含量)。氨基酸采用酸水解法, 酸水解中色氨酸被破坏, 未测定到。所用仪器为日产 835-50 型氨基酸自动测定分析仪。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。鲜样中某种营养成分等于干样中该营养成分×(1–水分含量/100)[4]。

1.4　鱼肉蛋白质营养价值的评定

由于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)和全鸡蛋蛋白质的氨基酸模式(%, dry), 分别按以下公式计算氨基酸评分(*AAS*), 化学评分(*CS*)和必须氨基酸指数(*EAAI*)。

氨基酸评分(*AAS*)=

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

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

必需氨基酸指数(*EAAI*)=

$$\sqrt[n]{100a/A\times 100b/B\times\cdots\times 100j/J}$$

n 为必需氨基酸个数; $b\cdots j$ 为待测样品必需氨基酸含量; A, $B\cdots J$ 为全鸡蛋蛋白质的必需氨基酸含量。F 值是支链氨基酸同芳香族氨基酸的比值即:

$$F=\frac{\text{缬氨酸}+\text{亮氨酸}+\text{异亮氨酸}}{\text{苯丙氨酸}+\text{酪氨酸}}$$

1.5　数据处理

用 SPSS11.0 数据统计包对各实验组间实验结果进行方差分析, 先进行方差齐性分析, 方差齐性则运用 LSD 法进行单因素方差多重比较, 方差非齐性则采用 Tamhane's T2 法进行单因素方差分析, 显著水平采用 0.05。同时也采用 Excel 对部分数据进行辅助性的分析处理。

2　结　果

2.1　含肉率及其他组织含有率

测定了这 3 种鱼的含肉率及其他组织含有率(表 1)。分析比较可知云斑鲴、瓦氏黄颡鱼的含肉率均显著性高于泥鳅(P<0.05)。含肉率的差异与鱼体的体型和重量有关。同时测定了鱼体其他组织的含有率, 其中泥鳅性腺含有率高达(8.44±3.88)%显著性的高于了其他两种鱼(P<0.05), 主要原因可能是采样时间为泥鳅的繁殖季节。皮肤和鳞含有率泥鳅显著性的高于云斑鲴、瓦氏黄颡鱼(P <0.05), 主要原因为泥鳅是有鳞鱼类而云斑鲴、瓦氏黄颡鱼均为无鳞鱼。

表 1 三种鱼含肉率及其他组织占有率

Tab. 1 Flesh contents and other tissue contents of three species (%; *n*=15)

项目 Item	云斑鮰 Brown bullhead	泥鳅 Loach	瓦氏黄颡鱼 Yellow catfish
含肉率 Flesh content	74.484±2.012[a]	65.954±1.273[b]	73.632±3.286[a]
鳃占有率 Ratio of gill	3.157±0.316[a]	0.807±0.068[b]	2.447±0.461[c]
鳍占有率 Ratio of fin	2.694±0.138[a]	2.030±0.379[b]	3.641±0.936[c]
性腺占有率 Ratio of sex gland	0.645±0.446[a]	8.438±3.883[b]	1.704±1.659[a]
内脏占有率 Ratio of viscera	10.310±2.432[a]	3.371±0.603[b]	7.429±1.037[c]
骨骼占有率 Ratio of skeleton	5.446±0.573[a]	11.403±2.422[b]	6.473±3.230[a]
皮肤和鳞占有率 Ratio of skin & scale	4.264±0.512[a]	8.008±0.695[b]	4.673±0.580[a]

注: 右上角不同小写字母表示差异显著(P< 0.05); 下同

Note: Different small letters in superscripts indicate significant differences (P< 0.05); The same bellow

2.2 肌肉熟肉率与贮藏损失率

测定了这 3 种鱼的肌肉熟肉率与贮藏损失率(表 2)。熟肉率是衡量肌肉在加热过程中蛋白质变性凝固过程中所失去水分重量的重要指标, 以肌肉蒸煮前后的重量的比值来表示。从表 2 可以看出云斑鮰的熟肉率显著性低于其他两种鱼(P<0.05), 其中以泥鳅的最高。肌肉贮藏损失率也是评定肉质的重要指标之一。48h 贮藏损失泥鳅、云斑鮰、瓦氏黄颡鱼无显著性差异(P<0.05), 96h 贮藏损失瓦氏黄颡鱼显著性的高于云斑鮰和泥鳅(P<0.05)。48h 和 96h 瓦氏黄颡鱼的贮藏损失均较大。

2.3 肌肉营养成分

肌肉常规营养成分及能值 3 种鱼常规营养成分分析结果(表 3)。泥鳅肌肉蛋白质含量显著性高于云斑鮰、瓦氏黄颡鱼, 云斑鮰又显著高于瓦氏黄颡鱼(P<0.05)。瓦氏黄颡鱼肌肉脂肪含量显著性的高于云斑鮰、泥鳅(P<0.05)。云斑鮰、泥鳅、瓦氏黄颡鱼肌肉中无氮浸出物、能值均无显著性差异(P>0.05)。瓦氏黄颡鱼的能量蛋白质比值显著性的高于云斑鮰、泥鳅(P<0.05)。

肌肉氨基酸种类和比例 3 种鱼肌肉蛋白质中氨基酸种类和比例(表 4)。测得常见氨基酸 16 种, 其中色氨酸(Trp)被分解未作分析, 天冬氨酰(Asn)和谷氨酰胺(Gln)分别被水解为天冬氨酸(Asp)和谷氨酸(Glu)。其中人体所必需的 7 种氨基酸(Val、Met、Ile、Leu、Tyr、Phe、Lys)及 2 种半必需氨基酸(His、

表 2 三种鱼的肌肉熟肉率和贮藏损失率

Tab. 2 The cooked meat rates and storage losing of three species (%; *n*=15)

项目 Item	云斑鮰 Brown bullhead	泥鳅 Loach	瓦氏黄颡鱼 Yellow catfish
熟肉率 Ratio of cooked	63.654±3.250[a]	69.356±2.354[b]	68.032±4.335[b]
48h 贮藏损失 Storage losing of 48h	2.467±1.169	3.523±1.163	3.137±2.153
96h 贮藏损失 Storage losing of 96h	3.518±1.360[a]	4.682±1.409[a]	6.541±2.528[b]

表 3 三种鱼肌肉营养成分(%, 湿重)及能值(n=15)

Tab. 3 The nutritive compositions (%, wet) and calorific values in muscle of three species (*n*=15)

项目 Item	云斑鮰 Brown bullhead	泥鳅 Loach	瓦氏黄颡鱼 Yellow catfish
水分 Moisture	78.778±0.769[a]	78.600±1.022[a]	80.167±0.888[b]
蛋白质 Protein	15.341±0.442[a]	16.239±0.561[b]	14.452±0.242[c]
脂肪 Lipid	1.219±0.326[a]	1.256±0.603[a]	2.408±0.170[b]
灰分 Ash	1.557±0.108[a]	1.369±0.280[a]	0.851±0.369[b]
无氮浸出物 Non-nitrogen extract	3.104±0.865	2.537±1.854	2.123±1.091
能值 Energy value (kJ/g)[1]	0.4635±0.187	0.4764±0.179	0.4727±0.230
能量蛋白质比 E/P (J/mg)[2]	30.239±1.641[a]	29.382±1.957[a]	32.714±1.666[b]

注: 1. 能值(kJ/g)=蛋白质×23.64+脂肪×39.54+无氮浸出物×17.15; 2. 能量蛋白质比(J/mg)=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(J/g)=energy/content of protein

表 4　三种鱼肌肉蛋白质中氨基酸比例

Tab. 4　Contents of amino acids in muscle of three species(%; *n*=10)

氨基酸 Amino acid	云斑鮰 Brown bullhead	泥鳅 Loach	瓦氏黄颡鱼 Yellow catfish
天门冬氨酸 Asp	8.113±0.586[a]	9.146±0.529[b]	8.563±0.677[ab]
丝氨酸 Ser	2.940±0.177[a]	3.395±0.333[a]	3.233±0.443[a]
谷氨酸 Glu	12.665±1.087[a]	14.783±0.805[b]	13.554±1.238[ab]
甘氨酸 Gly	3.451±0.246[a]	4.277±0.318[b]	3.894±0.328[c]
丙氨酸 Ala	4.775±0.370[a]	5.786±0.357[b]	5.131±0.404[a]
蛋氨酸 Met	2.321±0.186[a]	2.692±0.165[b]	2.423±0.242[a]
酪氨酸 Tyr	2.641±0.184[a]	3.160±0.139[b]	2.899±0.273[c]
脯氨酸 Pro	2.580±0.173[a]	3.197±0.233[b]	2.699±0.272[a]
缬氨酸 Val	3.775±0.466[a]	4.412±0.283[b]	3.921±0.357[a]
苏氨酸 Thr	3.448±0.235[a]	3.936±0.246[b]	3.748±0.392[ab]
异亮氨酸 Ile	3.827±0.476[a]	4.545±0.349[b]	4.145±0.393[ab]
亮氨酸 Leu	7.075±0.567[a]	8.158±0.478[b]	7.668±0.636[ab]
苯丙氨酸 Phe	3.169±0.220[a]	3.719±0.165[b]	3.494±0.235[b]
赖氨酸 Lys	6.723±0.626[a]	7.650±0.466[b]	7.417±0.628[ab]
组氨酸 His	1.645±0.125[a]	2.085±0.121[b]	1.690±0.146[a]
精氨酸 Arg	4.515±0.355[a]	5.373±0.342[b]	4.746±0.468[a]
非必需氨基酸 NE	39.485±2.916[a]	46.437±2.708[b]	42.395±3.764[a]
必需氨基酸 E	34.177±3.029[a]	39.878±2.212[b]	36.830±3.102[ab]
总氨基酸量 TA	73.662±5.922[a]	86.315±4.831[b]	79.225±6.821[ab]
E/TA[1]	46.369±0.543	46.205±0.533	46.498±0.510
E/NE[2]	0.865±0.019	0.859±0.018	0.869±0.018

注: 1. E/TA 为必需氨基酸占氨基酸总量比例; 2. E/NE 为必需氨基酸与非必需氨基酸之比值

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

Arg), 在云斑鮰、泥鳅和瓦氏黄颡鱼中分别占总氨基酸的比例为(40.058±0.632)%、(39.787±0.567)%和(40.364±0.517)%。在人体所必需的 7 种氨基酸中以亮氨酸含量最高, 组氨酸含量最低, 必需氨基酸与非必需氨基酸的比值云斑鮰、泥鳅、瓦氏黄颡鱼 3 组鱼间无显著性差异(P>0.05)。云斑鮰、泥鳅、瓦氏黄颡鱼必需氨基酸占氨基酸总量比例均高达 46%以上且这 3 种之间无显著性差异(P>0.05)。瓦氏黄颡鱼除丝氨酸(13.71%)外, 其余氨基酸变异系数均在 10%以下; 云斑鮰除缬氨酸(12.16%)、异亮氨酸(12.45%)外, 其余氨基酸变异系数均和泥鳅的一样低于 10%, 由此表明, 各种氨基酸在这 4 种鱼肌肉中的含量比较稳定, 其中以瓦氏黄颡鱼的最为稳定。泥鳅的非必需氨基酸含量显著性的高于其他 2 种鱼, 瓦氏黄颡鱼必需氨基酸与总氨基酸量与云斑鮰、泥鳅均无显著性差异(P>0.05), 而云斑鮰与泥鳅之间有显著性差异(P<0.05)。

肌肉的氨基酸评分、化学评分和必需氨基酸指数　　对鱼体肌肉进行氨基酸评分, 是评价其蛋白质质量和指导蛋白质资源利用的重要依据。氨基酸评分(*AAS*)和化学评分(*CS*)从不同角度反映被测蛋白质与标准蛋白质相比第一限制性氨基酸缺乏的程度。根据测定氨基酸含量和 FAO/WHO 评分标准模式分别计算出这 4 种鱼肌肉氨基酸评分(*AAS*)、化学评分(*CS*)和必需氨基酸指数(*EAAI*)(表 5)。从表 5 可见, 根据氨基酸评分和化学评分, 这 3 种鱼体肌的第一限制性氨基酸均为缬氨酸。支链氨基酸同芳香族氨基酸的比值(F)在 3 种鱼之间无显著性差异(P>0.05)。

肌肉中鲜味氨基酸含量　　由表 6 可知, 3 种鱼的鲜味氨基酸总含量由大到小依次为泥鳅、瓦氏黄颡鱼、云斑鮰, 泥鳅与云斑鮰和瓦氏黄颡鱼有显著性差异(P<0.05)而云斑鮰和瓦氏黄颡鱼之间无显著性差异(P>0.05)。其中 3 种鱼均以谷氨酸含量最高, 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 40%。3 种鱼的 4 种鲜味氨基酸中, 甘氨酸 3 种鱼间均有显著性差异(P<0.05)以泥鳅的最高, 天门冬氨酸、谷氨酸、丙氨酸泥鳅均显著性的高于云

表 5 三种鱼肌肉的氨基酸评分、化学评分和必需氨基酸指数
Tab. 5 AAS, CS and EAAI in muscle of three species

指标 Index	鱼类 Fish	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 Tyr+苯丙氨酸 Phe	*EAAI*[2]	*F*
氨基酸含量平均值 Average content of A.A.	云斑鮰 Brown bullhead	3.45	3.78	3.83	7.07	6.72	1.64	4.51	5.81		5.05
	泥鳅 Loach	3.94	4.41	4.54	8.16	7.65	2.09	5.37	6.88		4.98
	瓦氏黄颡鱼 Yellow catfish	3.75	3.92	4.14	7.67	7.42	1.69	4.75	6.39		4.92
FAO/WHO		4.00	5.00	4.00	7.00	5.50			12.00		
氨基酸评分 *AAS*	云斑鮰 Brown bullhead	0.86	0.76*	0.96	1.01	1.22			0.97		
	泥鳅 Loach	0.98	0.88*	1.14	1.17	1.39			1.15		
	瓦氏黄颡鱼 Yellow catfish	0.94	0.78*	1.04	1.10	1.35			1.07		
TEPAA[1]		4.98	7.42	6.60	8.80	6.40	2.40	6.56	10.08		
化学评分 *CS*	云斑鮰 Brown bullhead	0.69	0.51*	0.58	0.88	1.05	0.69	0.69	0.58	68.22	
	泥鳅 Loach	0.79	0.59*	0.69	1.02	1.20	0.87	0.82	0.68	80.39	
	瓦氏黄颡鱼 Yellow catfish	0.75	0.53*	0.63	0.96	1.16	0.70	0.72	0.63	73.10	

注: 1. *TEPAA* 为全鸡蛋蛋白质模式同种氨基酸含量(%); 2.*EAAI* 为必需氨基酸指数; *为第一限制性氨基酸
Note: 1. The first limited amino acid; 2. The second limited amino acid

表 6 三种鱼的鲜味氨基酸含量(%,干重)
Tab. 6 Contents of taste relating amino acids in muscle of three species (%, dry)

氨基酸 Amino acid	云斑鮰 Brown bullhead	泥鳅 Loach	瓦氏黄颡鱼 Yellow catfish
天门冬氨酸 Asp	8.113±0.586[a]	9.146±0.529[b]	8.563±0.677[ab]
谷氨酸 Glu	12.665±1.087[a]	14.783±0.805[b]	13.554±1.238[ab]
甘氨酸 Gly	3.451±0.246[a]	4.277±0.318[b]	3.894±0.328[c]
丙氨酸 Ala	4.775±0.37[a]	5.786±0.357[b]	5.131±0.404[a]
总量 Total	29.004±2.274[a]	33.992±1.989[b]	31.142±2.628[a]
占总氨基酸的比例 Ratio in TAA (%)	38.381±0.262	39.377±0.244	39.312±0.23

斑鮰、瓦氏黄颡鱼(P<0.05)而云斑鮰、瓦氏黄颡鱼之间并无显著性差异(P >0.05)。

三种鱼肌肉的脂肪酸组成及含量 测得这 3 种鱼肌肉中主要含有 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 7)。可见它们的脂肪酸组成有以下特点: 首先, 不饱和脂肪酸含量明显高于饱和脂肪酸, 其中泥鳅不饱和脂肪酸含量显著高于云斑鮰和瓦氏黄颡鱼(P<0.05); 其次, 廿碳五烯酸($C_{20:5}$)即 EPA 与廿二碳六烯酸($C_{22:6}$)即 DHA 均有一定比例的含量; 总 ω-6 不饱和脂肪酸与总 ω-3 不饱和脂肪酸的比值即 ω-6/ω-33 种鱼间均有显著性差异(P<0.05), 瓦氏黄颡鱼最高(1.61±0.05), 泥鳅最低(1.39±0.03); 最后, 天然脂肪酸骨架的碳原子数目大多是偶数。

3 讨论

3.1 三种鱼的含肉率、熟肉率与一般营养指标特点

肉质的评价是由多种指标综合评定而成, 其中最为重要的是肉质的营养指标和熟肉率指标评定。鱼作为一种动物食品, 向人所提供的可食部分主要是躯体的肌肉。因此, 含肉率的高低往往是评价鱼类的品质、经济性状和生产性能的重要指标之一。肉质因动物种类而有所不同, 但在一定程度上受营养条件、生理状况的影响[6,7]。云斑鮰和瓦氏黄颡鱼含肉率显著性的高于泥鳅(P<0.05)。熟肉率是指肌肉受热后, 其组成成分发生一系列物化反映所产生的损失。贮存损失反映肌肉一定时间内其物质的流失情况, 主要是香味物质和水分损失。氨基酸等物质

表 7　三种鱼的脂肪酸含量
Tab. 7　Contents of fatty acids in muscle of these three species (%)

脂肪酸 Fatty acid	云斑鮰 Brown bullhead	泥鳅 Loach	瓦氏黄颡鱼 Yellow catfish
14:0	5.86±0.56[a]	1.70±0.35[b]	4.26±0.47[c]
15:0	2.78±0.45[a]	0.74±0.13[b]	0.86±0.21[b]
16:0	23.94±0.84[a]	16.24±0.61[b]	22.06±0.86[c]
17:0	1.06±0.21[a]	1.18±0.36[a]	0.18±0.04[b]
18:0	5.98±0.66[a]	4.10±0.42[b]	3.64±0.34[b]
16:1ω-7	9.90±0.56[a]	21.64±0.78[b]	12.5±1.01[c]
18:1ω-9	20.12±0.51[a]	21.36±0.91[b]	23.56±0.64[c]
20:1ω-9	0.14±0.05[a]	0.12±0.04[a]	0.14±0.09[a]
18:2ω-6	5.60±0.45[a]	6.50±0.4[b]	3.84±0.35[c]
20:2ω-6	1.18±0.29[a]	0.52±0.13[b]	1.20±0.2[a]
20:3ω-6	0.74±0.11[a]	0.70±0.21[a]	0.76±0.17[a]
20:4ω-6	1.38±0.24[a]	3.06±0.45[b]	3.40±0.29[b]
22:3ω-6	2.80±0.36[a]	2.52±0.37[a]	2.84±0.23[a]
22:4ω-6	0.24±0.05[a]	0.26±0.05[a]	0.22±0.04[a]
18:3ω-3	9.84±0.61[a]	5.6±0.41[b]	10.82±0.55[c]
20:3ω-3	0.20±0.07[a]	0.18±0.04[a]	0.52±0.15[b]
20:4ω-3	2.88±0.3[a]	6.02±0.48[b]	5.00±0.46[c]
20:5ω-3 (EPA)	2.52±0.3[a]	0.16±0.05[b]	0.12±0.04[b]
22:4ω-3	0.14±0.05[a]	0.22±0.04[b]	0.24±0.05[b]
22:5ω-3	0.18±0.04[a]	2.00±0.19[b]	0.2±0.07[a]
22:6ω-3 (DHA)	1.84±0.27[a]	4.62±0.3[b]	2.86±0.32[c]
合计 Total ∑	98.32±0.16[a]	99.44±0.09[a]	98.22±0.24[a]
总饱和脂肪酸 ∑FA	39.62±0.74[a]	23.96±1.08[b]	31.00±0.81[c]
总不饱和脂肪酸 ∑SFA	59.70±0.85[a]	75.46±1.07[b]	68.22±0.82[c]
总单不饱和脂肪酸 ∑MUFA	30.16±0.77[a]	43.12±0.86[b]	36.2±0.82[c]
总多不饱和脂肪酸 ∑PUFA	29.54±1.23[a]	32.36±0.37[b]	32.02±0.87[b]
总 ω-3 不饱和脂肪酸 ∑ω-3FA	17.60±0.72[a]	18.80±0.21[b]	19.76±0.58[c]
总 ω-6 不饱和脂肪酸 ∑ω-6FA	11.94±0.53[a]	13.56±0.26[b]	12.26±0.39[a]
ω-6/ω-3	1.48±0.03[a]	1.39±0.03[b]	1.61±0.05[c]

对肌肉热变性有抑制作用, 特别是谷氨酸的抑制作用较强[10]。从表 4 可知, 泥鳅谷氨酸含量最高云斑鮰最低, 泥鳅熟肉率最高云斑鮰最低, 说明肌肉中谷氨酸对熟肉率的高低有影响。肉质加工指标综合分析表明泥鳅熟肉率最高, 48h、96h 贮存损失都相对低, 优于其他两种鱼, 但是尚需要进一步从肌纤维等其他肉质指标来分析和验证。蛋白质和脂肪的含量是鱼类食品的营养价值重要指标之一。泥鳅的蛋白质含量最高, 云斑鮰次之, 瓦氏黄颡鱼最低。云斑鮰脂肪含量最低, 瓦氏黄颡鱼脂肪含量显著性高于云斑鮰与泥鳅(P<0.05)。3 种鱼肌肉能值相似, 有关资料表明, 鱼类的能值与鱼体蛋白质、脂肪、碳水化合物, 有着直接的关系, 即蛋白质、脂肪、无氮浸出物含量决定能值大小[4,8,9]。

3.2　三种鱼的肌肉氨基酸含量特点

食品中蛋白质质量取决于蛋白质的必需氨基酸组成。3 种鱼中泥鳅肌肉蛋白质的必需氨基酸与总氨基酸比例最高, 云斑鮰最低。3 种鱼的赖氨酸在必需氨基酸中含量最高, 与人们常食用的谷物食物中蛋白质具有良好的互补作用。支链氨基酸有保护肝脏、抗疲劳、抑制癌细胞降低胆固醇等作用, 3 种鱼 F 值均在 4.90—5.06 之间, 高于正常人及哺乳动物的 F 值(3—3.5), 所以具有良好的营养作用。3 种鱼的第一限制性氨基酸均为缬氨酸, 这与对鲍、月鳢

等其他鱼类的研究结果一致[11,12]。本研究结果表明, 这 3 种鱼的鲜味氨基酸(谷氨酸、天门冬氨酸、甘氨酸、丙氨酸)总含量均高于 38%(表 6), 高于黑尾近红鲌(*Ancherythroculter nigrocauda Yih et*)[1]、太湖新银鱼(*Neosalantx taihuensis*)和寡齿新银鱼(*Neosalanx oligodontis*) [13]、埃及胡子鲇和罗非鱼(*Tilapia*)含量[6]。泥鳅和瓦氏黄颡鱼肌肉中鲜味氨基酸含量较多, 有自身明显的风味特点。

3.3 三种鱼的肌肉脂肪酸含量特点

脂肪酸在食品风味和人类营养生理活动中起着十分重要的作用。动物食品中高含量的高度不饱和脂肪酸(HUFA)能显著地增加香味, 同时在一定程度上反映肌肉的多汁性[14]。泥鳅和瓦氏黄颡鱼肌肉脂肪中高度不饱和脂肪酸(HUFA)含量高于 32%, 这是这 2 种鱼肉质细嫩, 味道鲜美, 受国内消费市场青睐的一个重要原因。近年的医学研究证明, ω-3 系列的多稀酸 EPA 和 DHA 具有很强的生理活性, ω-6 饱和脂肪酸能明显的降低血清胆固醇水平但降低甘油三酯的效果一般, 而 ω-3 不饱和脂肪酸降低血清胆固醇水平的能力不强, 但能显著的降低甘油三酯水平。它是人和动物生长发育所必需的物质, 对心血管疾病及老年性痴呆具有治疗和保健作用[15]。人体内 ω-6 和 ω-3 不饱和脂肪酸不能互相转变, EPA 和 DHA 已被认为是人类生长发育的必需脂肪酸[16]。3 种鱼肌肉脂肪中云斑鮰EPA 比例较高, 而泥鳅和瓦氏黄颡鱼 DHA 比例较高, 它们都可以作为人类 EPA 和 DHA 不饱和脂肪酸良好的膳食来源。

综上所述, 通过对人工养殖的云斑鮰、泥鳅和瓦氏黄颡鱼 3 种淡水小型经济鱼类全面肉质分析结果表明, 云斑鮰和瓦氏黄颡鱼含肉率较高, 泥鳅熟肉率最高, 泥鳅和瓦氏黄颡鱼肌肉中鲜味氨基酸和高度不饱和脂肪酸(HUFA)较多、有独特风味, 3 种鱼肌肉中氨基酸和脂肪酸组成均较好, 是富有营养的人类动物性食品。

参考文献:

[1] 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 Hydrobi. Sinica*, 2004, **28**(2): 240—246 [谭德清, 王剑伟, 但胜国. 黑尾近红鲌含肉率及肌肉营养成分分析. 水生生物学报, 2004, **28**(2): 240—246]

[2] 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 pellegrini* [J]. *Acta Hydrobi. 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]

[3] Lin S M, Jing D L, Tian P, *et al.* The analysis of the chicken meat quality in different type chickens [J]. *Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine*, 2005, **12**: 84—85 [林树茂, 景栋林, 田平, 等. 不同鸡种肌肉品质分析. 黑龙江畜牧兽医, 2005, **12**: 84—85]

[4] Chen S L, Liu X F, Hu C L. Nutrition and energetic of the Chinese herbivorous fishes of important food values I. Chemical composition and energy content of *Ctenopharyngodon idellus*, *Megalobrama amblycephala* and *Parabramis pekinensis* [J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 1992, **23**(2): 193—205 [陈少莲, 刘肖芳, 胡传林. 我国淡水优质草食性鱼类的营养和能学研究 I. 草鱼、团头鲂、长春鳊的生化成分和能值. 海洋与湖沼, 1992, **23**(2): 193—205]

[5] Wang J Y, Zhu S G, Xu C F. Biochemistry (3rd edition) [M]. Beijing: Higher Education Press. 2006, 79—90 [王镜岩, 朱圣庚, 徐长法. 生物化学, 第三版. 北京: 高等教育出版社. 2006, 79—90]

[6] Huang F, Yan A S, Xiong C X, *et al*. Evaluation of the Nutrition and the Rate of Flesh in the Whole Body of *Pelteobagrus fulvidraco* Rich [J]. *FreshwaterFisheries*, 1999, **29**(10): 3—6 [黄峰, 严安生, 熊传喜, 等. 黄颡鱼的含肉率及鱼肉营养评价. 淡水渔业, 1999, **29**(10): 3—6]

[7] Huang F, Su D X, Tian Y S, *et al*. Flesh Content and Nutritional Quality of *Tinca tinca* [J]. *Chinese Journal of Zoology*, 2004, **39**(1): 76—79 [黄峰, 苏德学, 田永胜, 等. 丁鲹的含肉率及其营养价值的分析. 动物学杂志, 2004, **39**(1): 76—79]

[8] Chen Y J. A tentative analysis about the fishery ecosystem in Honghu Lake [J]. *Journal of Fisheries of China*, 1983, **7**(4): 331—341 [陈一骏. 洪湖渔业生态系统初析. 水产学报, 1983, **7**(4): 331—341]

[9] Liao X H, *et al*. Advances in the studies on nutritional requirements of cultured fish [J]. *Acta Hydrobi. Sinica*, 1989, **13**(2): 170—180 [廖翔华, 等. 养殖鱼类营养需求研究进展. 水生生物学报, 1989, **13**(2): 170—180]

[10] Benoit F, Helene A D, Miche L, *et al*. Growth and meat quality relations in carp [J]. *Aquaculture,* 1995, **129**: 265—297

[11] Huang J, Cheng G P, Xia Z S. Nutrient analysis and nutritive value evaluation in Channa Asiatic (Linnaeus) muscles [J]. *Journal of Guangxi Academy of Sciences*, 1999, **15**(2): 69—72 [黄钧, 程光平, 夏中生. 月鳢肌肉营养成分分析及营养价值评定. 广西科学院学报, 1999, **15**(2): 69—72]

[12] Yu H, Li H, Liu W M, *et al*. Analysis on meat quality of three *culter* in Liangzi Lake [J]. *Acta Hydrobi. Sinica*, 2005, **29**(5): 502—506 [于辉, 李华, 刘为民, 等. 梁子湖三种鲌肉质分析. 水生生物学报, 2005, **29**(5): 502—506]

[13] Xiong C X, Yang G R, Wang B L, *et al*. Analysis to the nutritional elements of *Neosalantx taihuensis* and *Neosalanx oligodontis* [J]. *Freshwater Fisheries*, 1994, **24**(6): 7—9 [熊传喜, 杨干荣, 王宝林, 等. 太湖新银鱼和寡齿新银鱼的营养成分分析.淡水渔业, 1994, **24**(6): 7—9]

[14] Mao G X, Zhao W L. Comparison on muscle quality of Longchang, Taihu and New Taihu Goose [J]. *Animal Science & Veterinary Medicine*, 2000, **17**(1): 16—19 [毛国祥, 赵万里. 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. 2000, **17**(1): 16—19]

[15] Jiang H M, Zhang F Z. ω-3 polyunsaturated fatty acids and health of human [J]. *Preventive Medicine Tribune*, 2005, **11**(1): 65—69 [蒋汉明, 张凤珍. ω-3 多不饱和脂肪酸与人类健康. 预防医学论坛, 2005, **11**(1): 65—69]

[16] Zhang Q. Extraction and Analysis of Fat of *S. acus* Linnaeus and *H. japonicus* Kaup [J]. *Chinese Journal of Analytical Chemistry*, 1996, **24**(2): 139—143 [张强. 尖海龙与日本海马脂肪的提取和分析. 分析化学, 1996, **24**(2): 139—143]

COMPARATIVE STUDY ABOUT FLESH CONTENTS AND NUTRIENT VALUES IN BROWN BULLHEAD, LOACH AND DARKBARBEL CATFISH

HUANG Jun[1], YANG Song[2], Qin Zhi-Biao[1], WEI Wen-Yan [2] and FENG Jian[1]

(1. *Institute of Aquaculture*, *Guangxi University*, *Nanning* 530004;
2. *College of Animal Science*, *Sichuan Agriculture University*, *Ya'an* 625014)

Abstract: Three aquaculture species, brown bullhead (*Ictalurus ncbulosus*), loach (*Misgurnus anguillicaudatus*) and Darkbarbel catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*, Richardson), were studied for flesh contents, processing characteristics and nutritional composition of fish muscles. The results showed that flesh contents of brown bullhead (74.48±2.01)% and Darkbarbel catfish (73.63±3.29)% were significantly higher than that of loach (65.95±1.27)%. The cooked meat rate of loach (69.36±2.35)% was higher than that of other two species. Protein content of muscles in loach (16.24±0.56)% was significant higher than that in brown bullhead (15.34±0.44)% and Darkbarbel catfish (14.45±0.24)%. Fat content of muscles in Darkbarbel catfish (2.41±0.17)% was significant higher than that in brown bullhead (1.22±0.33)% and loach (1.26±0.60)%. The proportion of inclusive essential amino acids for human in muscle total amino acids of brown bullhead, loach and Darkbarbel catfish were (40.06±0.63)%, (39.79±0.57)% and (40.36±0.52)%, respectively. Valine was first limited amino acid in muscle of the three species of fish and the F value was between 4.90－5.06. In three species, the delicious amino acid contents of muscles were more than 29%. The unsaturated fatty acid contents of muscles were significant higher than those of saturated fatty acids. The content of 20:5ω-3 fatty acid (EPA) in muscles of brown bullhead (2.52±0.30)% was significant higher than that of loach (0.16±0.05)% and Darkbarbel catfish (0.12±0.04)%, but the contents of 22:6ω-3 (DHA) in muscles of loach (4.62±0.30)% and Darkbarbel catfish (2.86±0.32)% were significantly higher than that of brown bullhead (1.84±0.27)%. The results indicated that loach and Darkbarbel catfish are delicious and these three fish are nutrient aquatic food for human being.

Key words: Fish; Flesh quality; Flesh content; Nutritive value; Amino acid; Fatty acid