

凹尾拟鲮的肌肉营养品质评价

孙家贤¹, 秦友存^{2,3}, 颀江^{2,3}, 韩永望¹, 覃川杰^{2,3*}

(1. 通威股份有限公司, 四川成都 610095; 2. 内江师范学院, 长江上游鱼类资源保护与利用四川省重点实验室, 四川内江 641100; 3. 内江师范学院生命科学学院, 四川内江 641100)

摘要 采用常规营养分析方法测定凹尾拟鲮肌肉中氨基酸和脂肪酸的百分含量, 并评价其营养价值。结果表明, 凹尾拟鲮的肌肉中含有 16 种氨基酸, 氨基酸总量为 73.67%, 其中 7 种必需氨基酸总含量为 30.40%, 6 种鲜味氨基酸含量为 3.39%; 必需氨基酸指数为 73.48。凹尾拟鲮的第一限制性氨基酸是甲硫氨酸。此外, 肌肉中含有 25 种脂肪酸, 包括 11 种多不饱和脂肪酸, 其总含量为 23.77%。C22:6 为 4.41%, 高于黄颡鱼。凹尾拟鲮肌肉中氨基酸种类齐全、必需氨基酸与鲜味氨基酸含量较高, 是营养价值与经济价值都较高的优质鱼类。

关键词 凹尾拟鲮; 肌肉; 营养成分; 氨基酸; 脂肪酸

中图分类号 TS254 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)23-0203-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.23.057



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Evaluation of Muscle Nutritional Quality of *Pseudobagrus emarginatus*

SUN Jia-xian¹, QIN You-cun^{2,3}, XIE Jiang^{2,3} et al (1. Tongwei Co., Ltd., Chengdu, Sichuan 610095; 2. Key Laboratory of Sichuan Province for Fishes Conservation and Utilization in the Upper Reaches of the Yangtze River, Neijiang Normal University, Neijiang, Sichuan 641100; 3. College of Life Science, Neijiang Normal University, Neijiang, Sichuan 641100)

Abstract The conventional nutritional analysis method was used to determine the content of amino acids and fatty acids in the muscles of *Pseudobagrus emarginatus*, and to evaluate its nutritional value. The result showed that there were 16 kinds of amino acids in the muscles of *Pseudobagrus emarginatus*, and the total amount of amino acids was 73.67%, of which the total content of 7 essential amino acids was 30.40%, the content of 6 kinds of delicious amino acids was 3.39%, and the essential amino acid index (EAAI) was 73.48. The first limited amino acid of the species was methionine. In addition, muscle contained 25 fatty acids, including 11 polyunsaturated fatty acids, with a total content of 23.77%. C22:6 was 4.41%, which was higher than that of yellow catfish. There were a wide range of amino acids, essential amino acids and umami-flavored amino acids in the muscle of *Pseudobagrus emarginatus*. It was a high-quality fish with high nutritional value and economic value.

Key words *Pseudobagrus emarginatus*; Muscles; Nutritional composition; Amino acids; Fatty acids

凹尾拟鲮隶属鲇形目、鲮科、拟鲮属, 其个体较小, 最大约 200 mm。凹尾拟鲮生活于江河的底层, 是一种杂食性鱼类^[1]。凹尾拟鲮仅在长江、金沙江、岷江、金沙江、嘉陵江、青衣江、大渡河、沱江等水系中有少量分布, 俗称针黄、牛尾巴, 是我国特有珍稀鱼类之一。目前, 有关凹尾拟鲮的研究主要集中在年龄结构、生长特征、形态特征、染色体核型分析和渔业资源调查等方面^[1-5]。程建丽等^[1]描述了凹尾拟鲮的形态特征; 杨志等^[2]记录了 2014 年 1—12 月在黑水河下游干支流江凹尾拟鲮的资源分布情况。尹邦一等^[6]评价了长脂拟鲮含肉率及肉质营养; 尹洪滨等^[7]测定了乌苏里拟鲮的营养成分。然而, 对凹尾拟鲮营养价值的研究有待分析。随着凹尾拟鲮人工繁殖已突破, 人工养殖已逐渐兴起。因此, 了解其肌肉营养成分, 对凹尾拟鲮的品质营养价值作出科学评定, 以期对凹尾拟鲮的开发利用和养殖技术提供参考。

1 材料与与方法

1.1 样本来源与处理 试验用鱼于 2017 年取自长江上游鱼类资源保护与利用四川省重点实验室暂养的野生鱼类, 随机抽取 20 尾, 平均体重(15.00±0.25)g。所有的样品从臀鳍基部剪断, 经断尾放血后, 沿身体两边的侧线剪取背部肌肉, 每块长 3~4 cm, 放入 10 mL 离心管中; 将肌肉样品置于

-80 ℃ 的冰箱中冷冻存放, 备用。

1.2 指标测定 按现行国家标准规定方法进行相关指标的测定。脂肪酸含量的测定按照 GB/T 22223—2008 峰面积归一法测定, 气相色谱仪(型号 Agilent 6890)。氨基酸含量的测定按照 GB/T 5009.124—2003 外标法测定, 氨基酸自动分析仪(型号 Biochrom 30)。

1.3 肌肉品质评价

1.3.1 氨基酸组成及品质评价。 根据凹尾拟鲮肌肉所含蛋白质的必需氨基酸、半必需氨基酸、非必需氨基酸、鲜味氨基酸、支链氨基酸和芳香族氨基酸的组成及含量, 比对全鸡蛋白质氨基酸评分标准模式的氨基酸含量, 通过氨基酸评分、化学评分和必需氨基酸指数等方法评价其氨基酸品质。

1.3.2 脂肪酸的组成及品质评价。 根据凹尾拟鲮肌肉中所含脂肪的饱和脂肪酸(SFA)、单不饱和脂肪酸(MUFA)和多不饱和脂肪酸(PUFA)的组成与含量来评价脂肪酸的品质。

1.4 数据处理 所有数据用 XLS 工作表(2018)进行处理分析, 每组数据均使用 $\bar{x} \pm S$ 表示。

2 结果与分析

2.1 氨基酸组成 由表 1 可知, 凹尾拟鲮的肌肉中共检测出 16 种氨基酸, 未检测出色氨酸和胱氨酸。氨基酸总量为 73.67%, 以谷氨酸含量最高(11.45%), 天冬氨酸次之(8.15%), 组氨酸含量最低(1.76%)。凹尾拟鲮的肌肉中含有 7 种人体必需氨基酸(赖氨酸、甲硫氨酸、亮氨酸、异亮氨

基金项目 四川省科技厅项目(2016NYZ0024)。

作者简介 孙家贤(1986—), 男, 河南商丘人, 高级工程师, 硕士, 从事水生动物繁育研究。* 通信作者, 教授, 硕士生导师, 从事水产养殖研究。

收稿日期 2020-10-15

酸、苯丙氨酸、苏氨酸、缬氨酸),含量为30.40%,占氨基酸总量的41.26%;2种半必需氨基酸(精氨酸、组氨酸),含量为6.46%,占氨基酸总量的8.77%;6种鲜味氨基酸(苯丙氨酸、天冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸、酪氨酸),含量为34.39%,占氨基酸总量的46.68%;此外,含有14.03%的支链氨基酸和6.48%的芳香族氨基酸。必需氨基酸总量与非必需氨基酸总量的比为70.26%,支链氨基酸与芳香族氨基酸的比为216.51%。

2.2 必需氨基酸组成评价 从表2可以看出,凹尾拟鲮的氨基酸评分值为0.42~3.05,平均为1.75,化学评分值为0.35~2.30,平均为1.27。根据评分结果,第一限制性氨基酸是甲硫氨酸,第二限制性氨基酸是苏氨酸,第三限制性氨基酸是缬氨酸。凹尾拟鲮的必需氨基酸指数为73.48,必需氨基酸组成较为均衡,各组分含量比较适宜。此外,必需氨基酸中除了甲硫氨酸、苏氨酸外,其他氨基酸的含量均高于FAO/WHO评分模式;而除赖氨酸、亮氨酸外,其他必需氨基酸含量均低于鸡蛋蛋白标准模式。

2.3 脂肪酸组成 凹尾拟鲮的肌肉中共含有25种脂肪酸,由7种饱和脂肪酸、7种单不饱和脂肪酸和11种多不饱和脂肪酸构成,分别占脂肪酸总量的27.11%、49.12%、23.77%(表3);其中,饱和脂肪酸与不饱和脂肪酸的比值为0.37, $\Sigma(n-3)$ ($n-3$ 含量总和)是1.30%, $\Sigma(n-6)$ ($n-6$ 含量总和)是4.41%, $\Sigma(n-3)/\Sigma(n-6)$ 是0.29。凹尾拟鲮肌肉中油酸含量最高,含量为62.99%;二十二碳六烯酸(C22:6n-3,DHA)含量为4.41%、二十碳五烯酸(C20:5n-3,EPA)含量为1.14%。以黄颡鱼肌肉脂肪酸为参考^[8],凹尾拟鲮中C18:0、C18:1、C18:2、C22:5、C22:6的含量高于黄颡鱼,而C14:0、C16:0、C16:1、C18:3、C20:4、C20:5的含量低于黄颡鱼。

表1 凹尾拟鲮肌肉中氨基酸的组成

Table 1 The composition of amino acids in the muscle of *Pseudobagrus emarginatus* %

序号 No.	氨基酸 Amino acid	含量 Content
1	赖氨酸*	7.62±0.39
2	甲硫氨酸*	1.83±0.23
3	亮氨酸*●	6.54±0.35
4	异亮氨酸*●	3.78±0.17
5	苯丙氨酸**▲	3.57±0.16
6	苏氨酸*	3.35±0.17
7	缬氨酸*●	3.71±0.18
8	组氨酸#	1.76±0.08
9	精氨酸#	4.70±0.22
10	谷氨酸*	11.45±0.65
11	天冬氨酸*	8.15±0.40
12	甘氨酸*	3.61±0.19
13	丙氨酸*	4.70±0.20
14	丝氨酸	3.32±0.17
15	脯氨酸	2.67±0.43
16	酪氨酸**▲	2.91±0.15
必需氨基酸总量 EAA		30.40±0.23
半必需氨基酸总量 HEAA		6.46±0.15
非必需氨基酸总量 NEAA		43.27±0.31
鲜味氨基酸总量 FAA		34.39±0.32
支链氨基酸总量 BCAA		14.03±0.17
芳香族氨基酸总量 AAA		6.48±0.16
氨基酸总量 WTAA		73.67±0.26
必需氨基酸/氨基酸总量 EAA/WTAA		41.26±0.25
鲜味氨基酸/氨基酸总量 FAA/WTAA		46.68±0.27
必需氨基酸/非必需氨基酸 EAA/NEAA		70.26±0.06
支链氨基酸/芳香族氨基酸 BCAA/AAA		216.51±3.00

注:*表示必需氨基酸,#表示半必需氨基酸,※表示鲜味氨基酸,●表示支链氨基酸,▲表示芳香族氨基酸

Note:* indicates essential amino acids,# indicates semi-essential amino acids,※ indicates delicious amino acids,● indicates branched chain amino acids,▲ indicates aromatic amino acids

表2 凹尾拟鲮肌肉中必需氨基酸组成评价

Table 2 Evaluation of EAA composition in the muscle of *Pseudobagrus emarginatus*

必需氨基酸 EAA	必需氨基酸含量 EAA content//%			氨基酸评分 Amino acid score	化学评分 Chemical score
	FAO/WHO 模式 FAO/WHO model	全鸡蛋蛋白模式 Whole egg protein model	凹尾拟鲮 <i>Pseudobagrus emarginatus</i>		
赖氨酸 Lys	2.5	3.31	7.62±0.39	3.05±0.16	2.30±0.12
甲硫氨酸 Met	4.4	5.34	1.83±0.23	0.42±0.05	0.35±0.04
亮氨酸 Leu	2.5	2.92	6.54±0.35	2.62±0.14	2.24±0.12
异亮氨酸 Ile	3.1	4.11	3.78±0.17	1.22±0.05	0.92±0.04
苯丙氨酸 Phe	2.2	3.86	3.57±0.16	2.95±0.14	1.68±0.08
苏氨酸 Thr	3.8	5.65	3.35±0.17	0.88±0.04	0.59±0.03
缬氨酸 Val	3.4	4.41	3.71±0.18	1.09±0.05	0.84±0.04
合计 Total	21.9	29.60	30.40±0.23		

3 讨论

3.1 蛋白质品质评价 蛋白质是由许多氨基酸组成的,因此食物的蛋白质营养实际上是氨基酸营养。与其他几种常见鲮科鱼类相比,凹尾拟鲮的氨基酸总量含量较高,达73.67%;高于乌苏拟鲮(52.54%)、江颡(63.57%)和斑点叉

尾鲮(17.17%),但是低于黄颡鱼(81.44%)和长脂拟鲮(85.81%)^[6-7,9-11];必需氨基酸的含量低于长脂拟鲮和黄颡鱼,但明显高于乌苏拟鲮、江颡和斑点叉尾鲮^[6-7,9-11]。凹尾拟鲮的第一限制性氨基酸是甲硫氨酸,这与黄颡鱼、江颡类相同,与乌苏拟鲮、长脂拟鲮不同。凹尾拟鲮所含的7种人

类必需氨基酸总量与氨基酸总量比值与长脂拟鲢、乌苏拟鲢差别不明显^[6-7],分别为 41.26%、44.48%、41.95%。此外,凹尾拟鲢的鲜味氨基酸的总量(34.39%)低于长脂拟鲢

(45.96%)和黄颡鱼(40.11%),但高于乌苏拟鲢(13.23%)和斑点叉尾鲷(7.52%),与江颡鱼的含量(32.21%)基本相当^[6-7,9-11]。

表 3 凹尾拟鲢肌肉脂肪酸组成

Table 3 Fatty acid composition in muscle of *Pseudobagrus emarginatus*

脂肪酸 Fatty acid	凹尾拟鲢 <i>Pseudobagrus emarginatus</i>	黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	脂肪酸 Fatty acid	凹尾拟鲢 <i>Pseudobagrus emarginatus</i>	黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>
C14:0	2.23	4.2	C22:5	1.14	0.2
C16:0	19.45	22.1	C22:6	4.41	2.7
C16:1	5.40	12.8	ΣSAF	27.11	30.4
C18:0	4.90	4.1	ΣMUFA	49.12	35.8
C18:1	41.75	23.0	ΣPUFA	23.77	29.4
C18:2	15.36	6.1	Σ(n-3)PUFA	1.30	18.3
C18:3	1.13	12.1	Σ(n-6)PUFA	4.41	11.1
C20:4	0.41	5.0	EPA+DHA	5.55	5.8
C20:5	1.14	3.1			

注:Σ(n-3)PUFA为n-3系列多不饱和脂肪酸;Σ(n-6)PUFA为n-6系列多不饱和脂肪酸;EPA+DHA为C20:5和C22:6之和

Note:Σ(n-3)PUFA is n-3 series polyunsaturated fatty acid;Σ(n-6)PUFA is n-6 series polyunsaturated fatty acid;EPA+DHA is the sum of C20:5 and C22:6

凹尾拟鲢的氨基酸评分在 0.42~3.05,平均值为 1.75,化学评分值在 0.35~2.30,平均值为 1.27,其肌肉中必需氨基酸组成和含量与标准模式接近,这表明凹尾拟鲢的氨基酸品质好。

凹尾拟鲢的肌肉中含有 6 种鲜味氨基酸,鲜味氨基酸的含量为 34.39%,鲜味氨基酸含量占氨基酸含量的 46.68%,凹尾拟鲢的鲜美程度与黄颡鱼和江颡鱼相当。

3.2 脂肪品质评价 肌肉脂肪酸尤其是多不饱和脂肪酸是肉食香味的重要前体物质,且多不饱和脂肪酸本身就是人体不可缺少的营养物质。凹尾拟鲢的肌肉脂肪酸中,多不饱和脂肪酸总量高达 23.77%,高于黄颡(21.2%),与乌鳢(24.8%)、黄颡鱼(29.4%)相似^[8]。此外,EPA和DHA是一种对人体非常重要的不饱和脂肪酸,能够促进神经细胞的生长,具有抑制血小板凝集等功能。EPA和DHA不仅能降低人体血液中的血浆甘油三酯、总胆固醇、低密度脂蛋白和极低密度脂蛋白含量,还能增加高密度脂蛋白的含量。凹尾拟鲢的DHA+EPA含量达到 5.55%,其含量高于乌鳢(3.2%)和黄颡(3.4%),与鲢(5.7%)和黄颡鱼(5.8%)基本一致^[8]。

多不饱和脂肪酸,尤其是(n-6)PUFA和(n-3)PUFA,不仅是人体必需营养素,同时还在调节和预防人类疾病方面发挥着重要作用。过量的n-6脂肪酸或者高比例的(n-6)/(n-3)PUFA将引发现代疾病,而较低比例(n-6)/(n-3)

PUFA则有助于抗炎和抗癌^[12]。凹尾拟鲢肌肉脂肪酸组成中,n-3与n-6系列脂肪酸之比为 0.29,与乌鳢(0.38)基本一致,低于黄颡(0.8)、鲢(0.73)、黄颡鱼(1.65)^[8]。肌肉氨基酸和脂肪组成分析表明凹尾拟鲢营养价值高。

参考文献

- [1] 程建丽,张鹏,张建强,等.凹尾拟鲢(*Pseudobagrus emarginatus*)——长江上游中国鲢类一有效种(硬骨鱼纲:鲢科)[J].井冈山大学学报(自然科学版),2016,37(3):99-106.
- [2] 杨志,龚云,董纯,等.黑水河下游鱼类资源现状及保护措施[J].长江流域资源与环境,2017,26(6):847-855.
- [3] 邹远超,岳兴建,王永明,等.岷江切尾拟鲢的年龄结构与生长特征[J].生态学报,2014,33(10):2749-2755.
- [4] 邹远超,林溪,岳兴建,等.切尾拟鲢染色体核型分析[J].安徽农业科学,2013,41(8):3400-3402.
- [5] 李忠利,梅杰,雷红梅,等.乌江中游支流佛顶山切尾拟鲢的年龄、生长与资源利用[J].大连海洋大学学报,2019,34(5):718-724.
- [6] 尹邦一,代应贵,董坡.长脂拟鲢含肉率及肉质营养评价[J].淡水渔业,2014,44(3):85-89.
- [7] 尹洪滨,姚道霞,孙中武,等.黑龙江鲢形目鱼类的肌肉营养组成分析[J].营养学报,2006,28(5):438-441.
- [8] 温小波,李伟国,周永平.野生乌鳢、鲢、黄颡鱼和黄颡的脂类及脂肪酸组成比较[J].湖北农学院学报,2003(3):169-173.
- [9] 黄峰,严安生,熊传喜,等.黄颡鱼的含肉率及鱼肉营养评价[J].淡水渔业,1999,29(10):3-6.
- [10] 陈涛,赵鑫,黄凯.江黄颡鱼肌肉氨基酸组成及营养分析[J].湖北农业科学,2011,50(21):4448-4450,4480.
- [11] 甄润英,陶秉春,马丽珍,等.3种鲢鱼肌肉主要营养成分的对比分析[J].食品与机械,2008,24(4):108-110,142.
- [12] 乌日娜,李建科.多不饱和脂肪酸的营养作用、医用价值及其开发利用[J].中兽医医药杂志,2004,23(2):52-54.

(上接第 202 页)

- [7] 占绣萍,马青,余淑红,等.液相色谱法测定蔬菜中氟啶虫酰胺等 6 种杀虫剂残留[J].现代农药,2013,12(4):36-39.
- [8] LIU X G, XU J, DONG F S, et al. Residue analysis of four diacylhydrazine insecticides in fruits and vegetables by Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, and Safe (QuEChERS) method using ultra-performance liquid chro-

matography coupled to tandem mass spectrometry[J]. Analytical and bio-analytical chemistry, 2011, 401(3):1051-1058.

- [9] 孙春发.超高效液相色谱-串联质谱法同时测定大米中 5 种农药残留[J].安徽化工,2021,47(2):111-115.
- [10] 章虎,吴俐勤,谢磊,等.高效液相色谱法测定甘蓝、青菜和番茄中虫酰胺、甲氧虫酰胺和呋喃虫酰胺残留[J].现代科学仪器,2006(3):55-58.