

中华倒刺鲃肌肉营养成分与品质的评价

邢旭文¹, 蔡宝玉², 王利平²

(1. 中国水产科学研究院淡水渔业研究中心, 江苏 无锡 214081; 2. 江南大学分析测试中心, 江苏 无锡 214036)

摘要:利用常规肌肉营养测试方法测定分析5尾中华倒刺鲃(*Spinibarbus sinensis*)的肌肉营养成分。结果表明,中华倒刺鲃肌肉(鲜样)中粗蛋白质量分数19.22%,粗脂肪质量分数1.96%,水分质量分数77.0%,灰分质量分数1.62%,碳水化合物质量分数0.18%。肌肉中含有17种氨基酸,总量为73.61%(质量分数,干样),其中7种人体必需氨基酸(不包括色氨酸)总量是32.26%,占氨基酸总量的43.83%;其必需氨基酸的构成比例基本符合FAO/WHO的标准。中华倒刺鲃的限制性氨基酸为(蛋氨酸+胱氨酸)、缬氨酸和(苯丙氨酸+酪氨酸),必需氨基酸指数(EAAI)为71.34,4种非必需氨基酸总质量分数为24.22%(干样)。脂肪酸中EPA与DHA质量分数分别为0.87%、3.08%,比其他经济鱼类均高,微量元素比值合理,表明中华倒刺鲃有较高的食用价值与保健作用。

关键词:中华倒刺鲃;肌肉;营养成分

中图分类号:Q959.468 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-8737-(2005)02-0211-05

中华倒刺鲃(*Spinibarbus sinensis*),俗称青波、乌鳞、青板,属鲤科,鲃亚科(Barbinae),倒刺鲃属(*Spinibarbus ohshima*)。主要分布于长江上游干支流中,盛产于嘉陵江。此鱼肉质细嫩,富含油脂,味道鲜美,深受消费者喜爱,也是产区重要经济鱼类之一。近年来,随着人工繁殖和苗种培育技术的开展,中华倒刺鲃养殖逐渐趋向规模化。然而,对中华倒刺鲃营养成分及品质的研究报道并不多^[1]。分析中华倒刺鲃肌肉营养成分,旨在充实鱼类营养学,并为中华倒刺鲃人工配合饲料的研制提供理论依据,也是评价该鱼营养品质的重要依据。

1. 材料与方 法

1.1 材 料

2004年3月从四川水产研究所采集池塘养殖的中华倒刺鲃样品5尾,体重(637.24±18.35)g,体长(31.5±1.2)cm。

1.2 分析方 法

1.2.1 样品制备 取5尾鱼的无骨肌肉,捣碎,混合均匀。一部分低温烘干,粉碎,105℃继续烘干,密封保存,用于一般营养成分、氨基酸、微量元素的测定;另一部分冷冻干燥,用于脂肪酸的测定。

1.2.2 一般营养成分测定 按GB5009-85提供的方法分别测定水分、灰分、蛋白质、粗脂肪和碳水化合物。

1.2.3 氨基酸 样品使用安捷伦1100型液相色谱仪,按JY/T019-1996提供的方法测定鱼肉氨基酸组成。

1.2.4 脂肪酸 使用美国Finnigan公司的Trace MS气相色谱仪,按JY/T003-1996提供的方法测定,按峰面积归一化法计算脂肪酸组成。

1.2.5 微量元素 使用美国Varian公司的SpectrAA220/220Z型原子吸收光谱仪,按GB12396-12398-90、GB/T14962-94、GB/T5009.13-14-1996提供的方法测定常量及微量元素。

1.3 营养品质评价方法

根据FAO/WHO1973年建议的氨基酸评分标准模式(% dry)^[2]和全鸡蛋蛋白质的氨基酸模式(% dry)^[3]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)^[4-5]:

$$AAS = \frac{aa}{AA_{(FAO/WHO)}}$$

$$CS = \frac{aa}{AA_{(蛋)}}$$

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

式中: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_(蛋)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,⋯,I为鱼肌肉蛋白质的必需氨基酸含量(% dry),AE,BE,CE,⋯,IE为全鸡蛋蛋白质的必需氨基酸含量(% dry)。

收稿日期:2004-04-29; 修订日期:2004-08-19。

基金项目:中国水产科学研究院基金项目(2003-青-5)。

作者简介:邢旭文(1968-),男,副研究员,从事特种水产养殖研究。E-mail:bingow@ffrc.cn

2 结果与讨论

2.1 一般营养成分

表1显示,中华倒刺鲃的肌肉水分和灰分高于光倒刺

鲃,却低于鳊鱼、草鱼和鲢鱼;蛋白质和脂肪含量仅次于光倒刺鲃,但均高于鳊鱼、草鱼和鲢鱼。可见中华倒刺鲃肌肉蛋白质和脂肪含量相对较高。

表1 中华倒刺鲃和其他4种鱼的肌肉一般营养成分比较

Tab.1 Nutritional components in muscle of *Spinibarbus hollandi*, mandarin fish, grass carp, bighead and *Spinibarbus sinensis* %

鱼名 Species	水分 Moisture	灰分 Ash	蛋白质 Protein	脂肪 Fat	碳水化合物 Carbohydrates
中华倒刺鲃 <i>Spinibarbus sinensis</i>	77.0	1.62	19.22	1.96	0.18
光倒刺鲃 ^[5] <i>Spinibarbus hollandi</i>	75.72	0.59	20.60	3.05	
鳊鱼 ^[4] <i>Siniperca chuatsi</i>	79.03	2.67	16.75	1.50	0.05
草鱼 ^[6] <i>Ctenopharyngodon idellus</i>	82.71	1.71	15.10	1.50	0.03
鲢鱼 ^[7] <i>Aristichthys nobilis</i>	80.18	2.08	16.95	0.74	0.05

2.2 氨基酸分析与营养品质评价

2.2.1 氨基酸组成分析 中华倒刺鲃肌肉中氨基酸总量为16.93%,接近鳊鱼^[8],低于月鲢^[9],而高于光倒刺鲃^[5]和长吻鮠^[10]。含有常见的17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7种及非必需氨基酸10种(表2)。从氨基酸组成上看,谷氨酸(Glu)含量最高,占12.76%,其次为赖氨酸(Lys)、亮氨酸(Leu)、天门冬氨酸(Asp)和精氨酸(Arg),胱氨酸(Cys)含量最低,这一组成特点与光倒刺鲃^[5]、鳊鱼^[8]、月鲢和乌鲢^[9]是基本一致的。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^[11]。赖氨酸的含量同样较高,占10.87%,赖氨酸是人乳中第一限制性氨基酸,因而中华倒刺鲃是优质的催乳食品^[12]。中华倒刺鲃还含有较丰富的精氨酸,据报道^[13-14],精氨酸是人体条件性必需氨基酸,对人体有很多生化和治疗作用,它不仅是许多幼年哺乳动物生长所必需的氨基酸,还可促进伤口的愈合。

表2显示,必需氨基酸占总氨基酸的比值(W_{EAA}/W_{TAA})为43.83%,必需氨基酸与非必需氨基酸的比值(W_{EAA}/W_{NEAA})为78.02%。根据FAO/WHO的理想模式,质量较好的蛋白质其组成氨基酸的 W_{EAA}/W_{TAA} 为40%左右, W_{EAA}/W_{NEAA} 在60%以上^[15],因此,中华倒刺鲃的肌肉氨基酸组成符合上述指标要求。

2.2.2 肌肉营养品质评价

(1)肌肉必需氨基酸组成的评价 从表3可知,中华倒刺鲃必需氨基酸的氨基酸评分AAS均接近或大于1,化学评分CS除(蛋氨酸+胱氨酸)外,均大于0.5,这表明中华倒刺鲃肌肉必需氨基酸组成相对比较平衡,且含量十分丰富。值得一提的是,中华倒刺鲃肌肉中赖氨酸(Lys)的含量超过FAO/WHO模式和鸡蛋蛋白质,为前者的1.47倍,这对于以谷物食品为主的膳食者来说,它可以弥补谷物食品中赖氨酸的不足,从而提高人体对蛋白质的利用率^[6]。

表2 中华倒刺鲃肌肉的氨基酸组成

Tab.2 Amino acids composition in muscle of *Spinibarbus sinensis* %

氨基酸 AA Amino acids	占鲜样的百分比 Percentage of wet weight	占干样的百分比 Percentage of dry weight
天门冬氨酸 Asp	1.47	6.39
谷氨酸 Glu	2.16	9.39
丝氨酸 Ser	0.74	3.22
甘氨酸 Gly	0.89	3.87
丙氨酸 Ala	1.05	4.57
酪氨酸 Tyr	0.49	2.13
胱氨酸 Cys	0.09	0.39
脯氨酸 Pro	0.80	3.48
组氨酸 His	0.55	2.39
精氨酸 Arg	1.27	5.52
* 苏氨酸 Thr	0.87	3.78
* 缬氨酸 Val	0.97	4.22
* 蛋氨酸 Met	0.58	2.52
* 苯丙氨酸 Phe	0.78	3.39
* 异亮氨酸 Ile	0.89	3.87
* 亮氨酸 Leu	1.49	6.48
* 赖氨酸 Lys	1.84	8.00
氨基酸总量 TAA	16.93	73.61
必需氨基酸 EAA	7.42	32.26
W_{EAA}/W_{TAA}	43.83	43.83
W_{EAA}/W_{NEAA}	78.02	78.02

注: 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。

Note: W_{EAA} is total essential amino acids, W_{TAA} is total amino acids, W_{NEAA} is total nonessential amino acids; * means essential amino acids for human.

根据表3中的AAS,中华倒刺鲃肌肉的第一限制性氨基酸为(蛋氨酸+胱氨酸),第二限制性氨基酸为缬氨酸;而根据CS,第一限制性氨基酸为(蛋氨酸+胱氨酸),第二限制性氨基酸为(苯丙氨酸+酪氨酸)。可见,中华倒刺鲃的限制性氨基酸主要是(蛋氨酸+胱氨酸)、缬氨酸和(苯丙氨酸+酪氨酸),这与光倒刺鲃^[5]、月鲃^[9]、长吻鲃^[10]基本相同。中华倒刺鲃的必需氨基酸指数(EAAI)为71.34,远高于光倒刺鲃^[5]、斑鲃^[4]、鳊鱼^[8]、长吻鲃^[10],说明中华倒刺鲃是一种营养价值较好的优质鱼类。

氨酸),这与光倒刺鲃^[5]、月鲃^[9]、长吻鲃^[10]基本相同。中华倒刺鲃的必需氨基酸指数(EAAI)为71.34,远高于光倒刺鲃^[5]、斑鲃^[4]、鳊鱼^[8]、长吻鲃^[10],说明中华倒刺鲃是一种营养价值较好的优质鱼类。

表3 中华倒刺鲃肌肉必需氨基酸组成的评价

Tab.3 Evaluation of essential amino acids composition in muscle of *Spinibarbus sinensis*

必需氨基酸 Essential amino acids	中华倒刺鲃* <i>S. sinensis</i> *	FAO评分模式 FAO scoring pattern	鸡蛋蛋白 Egg protein	AAS	CS
异亮氨酸 Ile	242	250	331	0.968	0.731
亮氨酸 Leu	405	440	534	0.920	0.758
赖氨酸 Lys	500	340	441	1.471	1.134
苏氨酸 Thr	236	250	292	0.944	0.808
缬氨酸 Val	264	310	411	0.852	0.642
蛋+胱氨酸 Met+Cys	182	220	386	0.827	0.472
苯丙+酪氨酸 Phe+Tyr	345	380	565	0.908	0.611

- * 中华倒刺鲃必需氨基酸指数为71.34。
- * The EAAI of *S. sinensis* is 71.34.

(2)肌肉中鲜味氨基酸的组成分析 鲜味氨基酸中的谷氨酸(Glu)、天门冬氨酸(Asp)为呈鲜味的特征性氨基酸^[16],其中谷氨酸的鲜味最强。

从表4中可以看出,中华倒刺鲃的谷氨酸含量均不及其他经济鱼类;而从鲜味氨基酸总量来看,中华倒刺鲃的鱼肉鲜味接近光倒刺鲃^[5]、草鱼^[6]和鳊鱼^[7],不及鳊鱼^[8],而好于长吻鲃^[10]。

表4 肌肉中鲜味氨基酸的组成与其他经济鱼类的比较

Tab.4 Comparison of delicious amino acids contents in muscle by *Spinibarbus sinensis* and some other economic fishes

鲜味氨基酸 Delicious amino acids	中华倒刺鲃 <i>S. sinensis</i>	光倒刺鲃 ^[5] <i>S. hollandi</i>	鳊鱼 ^[8] <i>S. chuatsi</i>	长吻鲃 ^[10] <i>L. longirostris</i>	草鱼 ^[6] <i>C. idellus</i>	鳊鱼 ^[7] <i>A. nobilis</i>
天门冬氨酸 Asp	6.39	6.80	9.30	6.19	6.90	6.86
谷氨酸 Glu	9.39	11.70	14.75	9.68	10.61	10.35
甘氨酸 Gly	3.87	2.84	4.07	2.81	3.87	3.58
丙氨酸 Ala	4.57	3.71	5.51	3.26	4.09	3.86
鲜味氨基酸总量 Total	24.22	25.05	33.63	21.94	25.47	24.65

2.3 脂肪酸组成

中华倒刺鲃肌肉中主要含有13种脂肪酸(表5),即饱和脂肪酸(SFA)3种,不饱和脂肪酸(UFA)10种;其中单不饱和脂肪酸(MUFA)5种,多不饱和脂肪酸(PUFA)5种。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PUFA能显著地增加香味,同时在一定程度上反映肌肉的多汁性^[17]。中华倒刺鲃的多不饱和脂肪酸占肌肉脂肪酸的11.25%,近年来的研究发现,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^[8]。中华倒刺鲃的单不饱和脂肪酸中,C_{18:1}含量最高,为51.28%,其次为C_{16:1}和C_{14:1},C_{22:1}和C_{20:1}含量最低。近年研究^[19]认为,单不饱和脂肪酸同样具有降血脂作用。

中华倒刺鲃的EPA质量分数为0.87%,DHA质量分数为3.08%,比黄鲃^[11](EPA 0.74%、DHA 1.33%)、鳊鱼^[11](EPA 0.16%、DHA 0.29%)、鳊鱼(EPA 0.037%、DHA 0.072%)均高,说明中华倒刺鲃有较高的食用价值与保健作用。

表5 中华倒刺鲃肌肉脂肪酸组成及含量
Tab.5 Fatty acids contents in muscle of *Spinibarbus sinensis*

脂肪酸 Fatty acids	质量分数 Content	脂肪酸 Fatty acids	质量分数 Content
C _{14:0}	4.27	C _{18:2}	6.62
C _{16:0}	19.55	C _{18:3}	0.38
C _{18:0}	1.85	C _{20:4}	0.28
∑ SFA	25.67	C _{20:5} (EPA)	0.87
C _{14:1}	2.59	C _{22:6} (DHA)	3.08
C _{16:1}	7.70	EPA+DHA	3.95
C _{18:1}	51.28	∑ PUFA	11.23
C _{20:1}	0.84		
C _{22:1}	0.24		
∑ MUFA	62.65		

注: ∑ SFA 为饱和脂肪酸; ∑ MUFA 为单不饱和脂肪酸; ∑ PUFA 为多不饱和脂肪酸。

Note: ∑ SFA is saturated fatty acids; ∑ MUFA is mono-unsaturated fatty acids; ∑ PUFA is poly-unsaturated fatty acids.

2.4 矿物质和微量元素含量

从表6得知,中华倒刺鲃肌肉中的钾含量最高,其次为磷、钙、钠、镁;微量元素中铁、锌含量最高,其次为铜、锰、钴较低。对鱼类而言,肌肉中有恒定的钙磷比(原子比),中华倒刺鲃的肌肉钙磷比(原子比)为1:1.30,与光倒刺鲃^[5](1:1.16)接近,而远高于月鲢(1:2.05)、团头鲂(1:4.0)和鲤

鱼(1:8.64)等其他鱼类^[1]。作为第四周期必需营养微量元素铁、锰、铜、锌的比例,中华倒刺鲃为57:1:4:31,铜原子比为7,锌铁比为0.53。按照 Hill 和 Matron 提出的“理化性质相似的元素,其生物学功能是相互拮抗的”,且这种拮抗作用通常发生在铜铁比大于10及锌铁比大于1时^[2]。由此可见,中华倒刺鲃的铜、铁、锌的比值是较为合理的。

表6 中华倒刺鲃肌肉中无机、微量元素的含量
Tab.6 Mineral trace element contents in muscle of *Spinibarbus sinensis*

元素 Minerals	K	Na	Ca	Mg	P	Cu*	Zn*	Fe*	Mn*	Co*	Cr*
含量 Content	4 885	328	2 117	259	2 758	0.74	5.20	9.77	0.17	0.076	0.52

* 微量元素

* Trace element

3 结论

(1)饲料蛋白质中的氨基酸组成与含量同动物本身的氨基酸组成与含量有类似处,因而进行中华倒刺鲃饲料的研制过程中应注意氨基酸的含量,尤其是必需氨基酸的含量与平衡。

(2)中华倒刺鲃的各项营养指标均接近或高于同属鲤科鱼类。根据FAO/WHO的理想模式和AAS、CS的分值,中华倒刺鲃肌肉必需氨基酸组成相对比较平衡,且含量十分丰富,是一种营养价值较高的优质鱼类。

(3)中华倒刺鲃的EPA、DHA含量远高于同属鲤科鱼类,说明中华倒刺鲃有较高的食用价值与保健作用。

(4)中华倒刺鲃肌肉中含有丰富的矿物质与微量元素,其中钙磷含量比较高,铜铁锌的比值也较合理。

以上分析表明,中华倒刺鲃是一种营养价值较高,肉味鲜美的淡水鱼类,加之易饲养、抗病力强的特点,可认为其是一种具有较高的开发利用价值的优良养殖品种。

参考文献:

- [1] 谢巧琳,刘玉峰,肖斌,等.中华倒刺鲃营养成分的初步分析[J].水利渔业,2004,24(1):17-18.
- [2] Pellett P L, Yong V R. Nutritional evaluation of protein foods [M]. Tokyo: The United National University Publishing Company, 1980. 26-29.
- [3] 桥本芳郎(蔡完其译). 养鱼饲料学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1980. 114-115.
- [4] 杨家望,林勇,梁军能,等. 黄颡鱼几种常见天然饲料的营养分析与评价[J]. 湛江海洋大学学报, 2001, 21(1): 19-22.
- [5] 陈志明, 戴 伟, 蔡子德, 等. 光倒刺鲃的含肉率和肌肉营养成分分析[J]. 水利渔业, 2001, 21(2): 22-24.
- [6] 梁锡铃, 崔希群, 刘友亮. 鳊肌肉生化成分分析和营养品质评价[J]. 水生生物学报, 1998, 22(4): 386-388.
- [7] 陈少莲, 胡传林, 华元翰. 鳊、鲮肌肉生化成分的分析[J]. 水生生物学集刊, 1993, 8(1): 125-131.
- [8] 严安生, 熊传喜, 钱健旺, 等. 鳊鱼含肉率及鱼肉营养价值研究[J]. 华中农业大学学报, 1995, 14(1): 80-84.

- [9] 陈芳,杨代勤,方长斌,等.月鲢和乌鲢肌肉营养成分的比较研究[J].水产科学,1999,18(5):6-8.
- [10] 陈定福,何学福,周自贵.长吻鮠与大鳍鱮的含肉率及鱼肉营养成分的比较研究[J].淡水渔业,1988(5):21-23.
- [11] 张昌颖,李亮,李昌甫,等.生物化学[M].第2版.北京:人民卫生出版社,1988.305,561.
- [12] 马爱军,陈四清,雷霖霖,等.大菱鲆鱼体生化组织及营养价值的初步探讨[J].海洋水产研究,2003,24(1):11-14.
- [13] 张林生,路平,曹让.大蒜中氨基酸组成及其功能[J].氨基酸杂志,1991,(2):32-34.
- [14] Seifter E. Amino acid function in treatment [J]. Surgery, 1978, 84:224-227.
- [15] 李正忠.花粉、灵芝与珍珠中必需氨基酸的定量测定与分析比较[J].氨基酸分析,1988(4):41-43.
- [16] 郡司笃孝,刘纯洁,张明婷.食品添加剂手册[M].北京:中国展望出版社,1988.157-160.
- [17] 毛国祥,赵万里.新太湖鳊、太湖鳊和隆昌鳊肌肉品质比较研究[J].动物科学与动物医学,2000,17(1):16-19.
- [18] 杭晓敏,唐雨谦,柳向龙.多不饱和脂肪酸的研究进展[J].生物工程进展,2001,21(4):18-21.
- [19] Mattson F H(些宁译).单不饱和脂肪酸的作用[J].国外医学卫生学分册,1990(3):160-162.
- [20] 张强.尖海龙与日本海马脂肪的提取分析[J].分析化学,1996,24(2):139-143.
- [21] 柳琪,藤茂,张炳春.中华倒刺鲃氨基酸和微量元素的分析研究[J].氨基酸和生物资源,1995,17(1):18-21.
- [22] 赵树人,杨开海,陈连山.生物无机化学[M].长春:吉林大学出版社,1988.7.

Evaluation of nutritive quality and nutritional components in *Spinibarbus sinensis* muscle

BING Xu-wen¹, CAI Bao-yu², WANG Li-ping²

(1. Freshwater Fisheries Research Center, Chinese Academy of Fishery Sciences, Wuxi 214081, China; 2. Testing and Analysis Center, Jiangnan University, Wuxi 214036, China)

Abstract: Nutritional components in the muscle of *Spinibarbus sinensis* were tested and analyzed with routine methods. Samples of 5 pond-cultured individuals were collected from Sichuan Freshwater Fisheries Institute in March of 2004. The results showed that contents of crude protein, crude fat, moisture, ash and carbohydrates of fresh muscles were 19.22%, 1.96%, 77.0%, 1.62% and 0.18% respectively. The composition of amino acids of muscle was 17 common amino acids and 7 essential amino acids for human needs (no analysis was made for tryptophane). In dry sample the total content of amino acids was 73.61%; the content of essential amino acids was 32.26%; the percentage of essential amino acids in total amino acids were 43.83%; the ratio of amino acids to non-essential amino acids (EAA/NEAA) was 78.02%. It was apparent that the content of the different amino acids was stable and the constitutional rate of the essential amino acids accorded with the FAO/WHO Standard, fundamentally. According to nutrition evaluation in amino acids score (AAS) and chemical score (CS), the first limited amino acid was Met + Cys, and the second limited amino acid was valine and Phe + Tyr; the essential amino acids index (EAAI) was 71.34; in dry sample the content of four kinds delicious amino acids was 24.22%. The contents of EPA and DHA in fatty acids were 0.87% and 3.08%, which were higher than some other economic fishes; the composition of trace elements of *Spinibarbus sinensis* was reasonable. It was indicated that *Spinibarbus sinensis* is one of freshwater fishes with better nutritive value and raising value, deserving exploitation and utilization.

Key words: *Spinibarbus sinensis*; muscle; nutritional components