

野生和人工养殖胭脂鱼肌肉营养成分的比较

林郁葱, 龚媛, 龚世园, 袁勇超, 余登航, 李强
(华中农业大学水产学院, 武汉 430070)

摘要: 对野生(体重 447.5 ± 20.5 g)及人工养殖(484.3 ± 19.6 g)的胭脂鱼(*Myxocyprinus asiaticus*)肌肉营养成分进行了分析比较。结果表明:野生胭脂鱼肌肉中水分、粗灰分、粗蛋白含量均显著高于人工养殖胭脂鱼($P < 0.05$),而含肉率和粗脂肪含量却显著低于人工养殖胭脂鱼($P < 0.05$)。野生和人工养殖胭脂鱼的氨基酸组成基本一致,均含有17种氨基酸(色氨酸未测),必需氨基酸指数(EAAI)分别为70.39和67.02。根据氨基酸分(AAS),胭脂鱼的第一限制性氨基酸为Val;根据化学分(CS),胭脂鱼的第一限制性氨基酸为Met + Cys。野生胭脂鱼的 Σ SFA(44.23%)显著高于人工养殖胭脂鱼(31.07%),而 Σ MUFA(32.07%)却显著低于人工养殖胭脂鱼(49.50%), Σ PUFA的差异则不显著,分别为23.65%和23.11%。

关键词: 胭脂鱼(*Myxocyprinus asiaticus*); 肌肉; 营养成分; 氨基酸; 脂肪酸

中图分类号: S963; R151.3

文献标识码: A

文章编号: 1000-6907-(2011)06-0070-06

Comparison of nutrient components in muscle of wild and farmed groups of *Myxocyprinus asiaticus*

LIN Yu-cong, GONG Yuan, GONG Shi-yuan, YUAN Yong-chao, YU Deng-hang, LI Qiang
(College of Fisheries, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070)

Abstract: The nutrient components in muscles of wild and farmed groups of *Myxocyprinus asiaticus* were compared. The results showed that the moisture, crude protein and crude ash contents in the muscle of the wild *M. asiaticus* were significantly higher than that of the farmed *M. asiaticus* ($P < 0.05$), while the flesh content and crude fat content in the muscle of wild *M. asiaticus* were significantly lower than that of farmed *M. asiaticus* ($P < 0.05$). The amino compositions of the two groups are in substantial agreement, including 17 kinds of amino acids (tryptophan was not measured). The essential amino acids index (EAAI) in the muscle of wild and farmed *M. asiaticus* was 70.39 and 67.02, respectively. According to AAS, the first limited amino acid is Val, while the CS standard was (Met + Cys). The percentage of SFA, MUFA and PUFA in the fatty acids of between the wild and the farmed stocks were 44.23%, 31.07%; 32.07%, 49.50%; 23.65%, 23.11% respectively. It was clear that the amount of SFA in the muscle of wild *M. asiaticus* was significantly higher than that of the farmed *M. asiaticus* ($P < 0.05$). While the amount of MUFA in the muscle of wild *M. asiaticus* was significantly lower than that of the farmed *M. asiaticus* ($P < 0.05$). The amount of PUFA in the muscle of wild *M. asiaticus* showed no significant difference than that of the farmed *M. asiaticus* ($P > 0.05$).

Key words: *Myxocyprinus asiaticus*; muscle; nutritional components; amino acids; fatty acids

胭脂鱼(*Myxocyprinus asiaticus*)属鲤形目(Cypriniformes)亚口鱼科(Catostomidae),是迄今所知亚口鱼科分布于我国也是亚洲大陆的唯一一种,为单型属、种,分布于长江、闽江两大水系^[1],我国国家二级重点保护动物。近年来,国内已对如中华倒

刺鲃(*Spinibarbus sinensis*)、瓣结鱼(*Tor (Foliter) brevifilis brevifilis*)、瓦氏黄颡鱼(*Pelteobagrus vachelli*)、瓯江刺鲃(*Spinibarbus caldwelli*)、唇鲮(*Semilabeo notabilis*)等经济淡水鱼类进行了肌肉营养品质的研究^[2-6]。本研究采用生化分析手段,从分析

收稿日期: 2011-05-06; 修订日期: 2011-10-21

资助项目: 武汉市科技局重大科技项目(200720112023)

第一作者简介: 林郁葱(1986-),男,硕士研究生,专业方向为鱼类营养与饲料学。E-mail: linyucong123456@163.com

通讯作者: 龚世园。E-mail: gsy@mail.hzau.edu.cn

肌肉营养成分的角度,对野生和人工养殖胭脂鱼进行研究,旨在充实鱼类营养学,并为胭脂鱼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

于2009年7—9月在武汉蔡甸区进行采集,野生胭脂鱼采用渔民误捕后在抢救过程中死亡的新鲜鱼体作为实验材料;人工养殖胭脂鱼取自武汉市蔡甸区长江胭脂鱼繁殖基地,体质健壮,健康无病。其中野生胭脂鱼取样5尾,其体重为 $(447 \pm 20.5) \text{ g}$,体长为 $(30.5 \pm 1.6) \text{ cm}$;人工养殖胭脂鱼取样5尾,体重为 $(484.3 \pm 19.6) \text{ g}$ 、体长为 $(32.8 \pm 1.3) \text{ cm}$ 。

1.2 分析方法

1.2.1 样品处理

吸干鱼体表面水分,依次测定体长、体重。按常规方法解剖分离性腺、内脏、鳃、皮肤和鳞、鳍和骨骼等非肉质部分,分别称重。在对骨骼进行称重前,将全部骨骼在水中煮,水沸腾后,取出骨骼,清洗除去附着物,自然干燥,称重。用减重法计算出鱼肉部分重量。鱼肉部分重量占鱼体重百分比称为含肉率。每尾鱼作为一个样本,解剖取背部肌肉,剪成小块,捣碎后搅拌均匀,等分为两份。一份用于常规营养成分测定,另一份进行氨基酸和脂肪酸的测定。

1.2.2 样品测定方法

采用直接干燥法($75 \text{ }^\circ\text{C}$ 下烘至恒重)测定肌肉中的水分;高温灼烧法(马福炉中灼烧至 $550 \text{ }^\circ\text{C}$)测定肌肉中的粗灰分;凯氏定氮法(Foss 2300全自动凯氏定氮仪)测定肌肉中的粗蛋白($\text{N} \times 6.25$);索氏抽提法(以乙醚为抽取液)测定肌肉中的粗脂肪。

肌肉样品氨基酸分析:将准备好的样品送交农业部食品质量监督检验测试中心(武汉)进行分析,采用自动氨基酸分析仪(日立L-8800)测定。脂肪酸组成由峰面积归一化法进行计算,并用Agilent 6890型气相色谱仪测定肌肉样品脂肪酸。

1.3 氨基酸分析评价

根据粮食与农业组织(FAO)和世界卫生组织(WHO)1973年建议的氨基酸评分标准模式(% , dry)^[7]和全鸡蛋蛋白质的氨基酸模式(% , dry)^[8]进行比较,并按下列各式计算氨基酸分(AAS)、化学分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)^[9]。

$$\text{AAS} = \frac{\text{实验蛋白质氨基酸含量}(\text{mg/g N})}{\text{FAO/WHO评分标准模式氨基酸含量}(\text{mg/g N})}$$

$$\text{CS} = \frac{\text{实验蛋白质氨基酸含量}(\text{mg/g N})}{\text{鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量}(\text{mg/g N})}$$

$$\text{EAAI} = (100\text{A}/\text{AE} \times 100\text{B}/\text{BE} \times 100\text{C}/\text{CE} \times \dots \times 100\text{H}/\text{HE})^{1/n}$$

式中:mg/g N表示每克氮中氨基酸的毫克数,n为比较的必需氨基酸个数,A,B,C,⋯,H为鱼肌肉蛋白质的必需氨基酸含量(% , dry),AE, BE, CE, ⋯, HE为全鸡蛋蛋白质的必需氨基酸含量(% , dry)。

1.4 数据处理

用SPSS16.0统计软件进行数据处理。用独立样本t检验(Independent samples t test)进行两种处理(人工养殖和野生)之间的比较,同时用Levene's test进行方差齐性检验;方差不齐时,用2 Independent Samples中的Mann-Whitney U作两组间的进一步比较。描述性统计值使用平均值±标准差(Mean ± SD)表示, $P < 0.05$ 为具有显著性差异。

2 结果与分析

2.1 含肉率与常规营养成分

野生胭脂鱼肌肉中水分、粗蛋白和粗灰分的含量均显著高于人工养殖胭脂鱼($P < 0.05$),而含肉率和粗脂肪的含量却显著低于人工养殖胭脂鱼($P < 0.05$),见表1。

2.2 氨基酸组成比较分析及营养品质评价

2.2.1 氨基酸组成比较分析

表2显示了野生和人工养殖胭脂鱼肌肉氨基酸组成,共测出17种氨基酸(Trp未测),包括缬氨酸(Val)、赖氨酸(Lys)、苏氨酸(Thr)、苯丙氨酸(Phe)、蛋氨酸(Met)、亮氨酸(Leu)、异亮氨酸(Ile)等7种必需氨基酸(EAA),精(Arg)和组(His)2种半必需氨基酸,丝氨酸(Ser)、脯氨酸(Pro)、酪氨酸(Tyr)、胱氨酸(Cys)、丙氨酸(Ala)、甘氨酸(Gly)、谷氨酸(Glu)、天门冬氨酸(Asp)等8种非必需氨基酸(NEAA)。肌肉中除了Val和Met外,其余氨基酸的含量在野生和人工养殖胭脂鱼之间均存在显著性差异($P < 0.05$),而且氨基酸总量(W_{TAA})、必需氨基酸总量(W_{EAA})、非必需氨基酸总量(W_{NEAA})和鲜味氨基酸总量(W_{DAA})也存在显著性差异($P < 0.05$)。比较野生和人工养殖胭脂鱼肌肉的各种氨基酸的平均值,除了Met外,其它氨基酸均是野生胭脂鱼中含量较高。在所

表1 野生和人工养殖中胭脂鱼肌肉常规营养成分含量(平均值±标准差)

Tab. 1 Nutrient components in the muscles of the wild and the farmed groups of *M. asiaticus* (Mean ± SD)

营养成分	含量(% 湿重)		方差齐性检验		P 值 (双尾)
	野生	人工养殖	F 值	P 值	
含肉率	66.38 ± 0.41 ^b	67.55 ± 0.48 ^a	0.227	0.646	0.003
水分	78.13 ± 0.31 ^a	77.51 ± 0.37 ^b	0.156	0.703	0.021
粗蛋白	18.87 ± 0.12 ^a	18.21 ± 0.17 ^b	0.601	0.461	<0.001
粗脂肪	1.97 ± 0.06 ^b	2.44 ± 0.13 ^a	1.194	0.306	<0.001
粗灰分	1.51 ± 0.04 ^a	1.32 ± 0.06 ^b	0.491	0.506	0.001

注: 对数据进行方差齐性检验, 当 $P > 0.05$ 时, 采用独立样本 t -检验分析; 当 $P < 0.05$ 时, 采用 Mean-Whitney U 分析。在同一横行中, 上标字母不同者差异显著 ($P < 0.05$)。表 2 和表 4 亦如此。

表2 野生和人工养殖胭脂鱼肌肉的氨基酸组成和含量(平均值±标准差)

Tab. 2 Amino acids composition and contents in muscle of wild and farmed groups of *M. asiaticus* (Mean ± SD)

氨基酸	含量(% 干重)		方差齐性检验		P 值 (双尾)
	野生	人工养殖	F 值	P 值	
缬氨酸(Val)	3.75 ± 0.08	3.72 ± 0.04	0.963	0.355	0.429
苏氨酸(Thr)	3.17 ± 0.07 ^a	3.04 ± 0.03 ^b	3.792	0.087	0.008
蛋氨酸(Met)	2.37 ± 0.12	2.44 ± 0.04	1.999	0.195	0.224
异亮氨酸(Ile)	3.62 ± 0.12 ^a	3.40 ± 0.11 ^b	0.040	0.846	0.016
亮氨酸(Leu)	6.77 ± 0.08 ^a	6.30 ± 0.04 ^b	2.214	0.175	<0.001
苯丙氨酸(Phe)	3.67 ± 0.10 ^a	3.50 ± 0.07 ^b	0.294	0.602	0.014
赖氨酸(Lys)	7.89 ± 0.12 ^a	7.47 ± 0.08 ^b	2.153	0.180	<0.001
必需氨基酸总量(W_{EAA})	31.22 ± 0.26 ^a	29.88 ± 0.22 ^b	0.176	0.686	<0.001
丝氨酸(Ser)	4.14 ± 0.15 ^a	3.93 ± 0.02 ^b	3.526	0.097	0.015
脯氨酸(Pro)	2.48 ± 0.10 ^a	2.29 ± 0.05 ^b	1.625	0.238	0.003
精氨酸(Arg)	4.89 ± 0.13 ^a	4.75 ± 0.02 ^b	17.130	0.003	0.042
酪氨酸(Tyr)	2.88 ± 0.08 ^a	2.62 ± 0.04 ^b	2.164	0.180	<0.001
组氨酸(His)	1.94 ± 0.06 ^a	1.78 ± 0.05 ^b	0.400	0.545	0.002
胱氨酸(Cys)	0.75 ± 0.11 ^a	0.52 ± 0.05 ^b	1.297	0.288	0.003
丙氨酸(Ala)*	5.18 ± 0.12 ^a	4.92 ± 0.06 ^b	0.870	0.378	0.002
甘氨酸(Gly)*	4.87 ± 0.15 ^a	4.48 ± 0.05 ^b	2.369	0.162	0.001
谷氨酸(Glu)*	13.80 ± 0.18 ^a	13.29 ± 0.06 ^b	9.885	0.014	<0.001
天门冬氨酸(Asp)*	7.45 ± 0.14 ^a	7.20 ± 0.11 ^b	0.385	0.552	0.013
鲜味氨基酸总量(W_{DAA})	31.30 ± 0.16 ^a	29.89 ± 0.17 ^b	0.153	0.706	<0.001
非必需氨基酸总量(W_{NEAA})	48.38 ± 0.34 ^a	45.77 ± 0.18 ^b	6.210	0.037	<0.001
氨基酸总量(W_{TAA})	79.60 ± 0.58 ^a	75.65 ± 0.21 ^b	7.366	0.026	<0.001
W_{EAA}/W_{TAA} (%)	39.22	39.50			
W_{EAA}/W_{NEAA} (%)	64.53	65.28			

注: * 标识处表明为鲜味氨基酸

测的 17 种氨基酸中, 野生和人工养殖胭脂鱼都是 Glu 含量最高, 分别是 13.80% 和 13.29%, 其次为 Lys 和 Asp, 而 Cys 的含量最少, 分别为 0.75% 和 0.52%。肌肉味道的鲜美程度往往取决于肌肉中鲜味氨基酸的组成与含量。鲜味氨基酸包括 Glu、Asp、Gly、Ala 4 种, 其中 Glu、Asp 为呈鲜味的特征性氨基酸, 且以 Glu 的鲜味最强; 而 Gly、Ala 是呈甘味的特征性氨基酸。野生和人工养殖胭脂鱼肌肉鲜味氨基酸总量分别为 31.30% 和 29.89%。

另外, 野生和人工养殖胭脂鱼肌肉必需氨基酸占氨基酸的总量 (W_{EAA}/W_{TAA}) 分别为 39.22% 和 39.50%, 必需氨基酸与非必需氨基酸的比值 (W_{EAA}/W_{NEAA}) 分别为 64.53% 和 65.28%。

2.2.2 肌肉营养品质评价

将表 2 中的数据换算成每克氮中含氨基酸毫克数后, 与根据粮食与农业组织 (FAO) 和世界卫生组织 (WHO) 1973 年建议的氨基酸评分标准模式和全鸡蛋蛋白质的氨基酸模式进行比较, 分别计算出

野生和人工养殖胭脂鱼的 AAS、CS 和 EAAI, 结果见表 3。根据表 3 中的 AAS 和 CS, 野生和人工养殖胭脂鱼都是 Lys 最高, 根据 AAS, 野生和人工养殖胭脂鱼的第一限制性氨基酸均为 Val, 第二限制性氨基酸为 Thr; 而根据 CS, 第一限制性氨基酸则为

Met + Cys, 第二限制性氨基酸为 Val。野生和人工养殖胭脂鱼 EAAI 分别为 70.39 和 67.02, 从 EAAI 角度而言, 野生胭脂鱼的肌肉蛋白质品质明显的优于人工养殖胭脂鱼。

表 3 野生和人工养殖胭脂鱼的 AAS、CS 及 EAAI 的比较
Tab. 3 Comparative analysis of AAS, CS and EAAI between wild and farmed groups of *M. asiaticus* mg/g

	氨基酸	FAO 评分模式	鸡蛋蛋白	mg/g	
				野生	人工养殖
AAS	异亮氨酸(Ile)	2.50		0.91	0.85
	亮氨酸(Leu)	4.40		0.96	0.89
	赖氨酸(Lys)	3.40		1.45	1.37
	苏氨酸(Thr)	2.50		0.79	0.76
	缬氨酸(Val)	3.10		0.76	0.75
	色氨酸(Trp)	0.60		-	-
	蛋氨酸 + 胱氨酸(Met + Cys)	2.20		0.88	0.84
	苯丙氨酸 + 酪氨酸(Phe + Tyr)	3.80		1.07	1.01
CS	异亮氨酸(Ile)		3.31	0.68	0.64
	亮氨酸(Leu)		5.34	0.79	0.74
	赖氨酸(Lys)		4.41	1.12	1.06
	苏氨酸(Thr)		2.92	0.68	0.65
	缬氨酸(Val)		4.10	0.57	0.57
	色氨酸(Trp)		0.99	-	-
	蛋氨酸 + 胱氨酸(Met + Cys)		3.86	0.51	0.48
	苯丙氨酸 + 酪氨酸(Phe + Tyr)		5.65	0.72	0.68
EAAI	必需氨基酸指数			70.39	67.02

2.3 脂肪酸组成的比较

表 4 显示, 野生胭脂鱼肌肉共检测出 19 种脂肪酸, 其中饱和脂肪酸(SFA) 6 种, 占脂肪酸总量的 44.23%; 不饱和脂肪酸 13 种, 其中单不饱和脂肪酸(MUFA) 5 种, 多不饱和脂肪酸(PUFA) 8 种; 人工养殖胭脂鱼中共检测出 18 种脂肪酸, 其中 SFA 7 种, 占脂肪酸总量的 31.07%; MUFA 5 种, PUFA 6 种。除了 C_{14:0} 和 C_{15:0} 这两种脂肪酸在野生和人工养殖胭脂鱼肌肉间差异不显著外(P >

0.05), 其它的脂肪酸均有显著性差异(P < 0.05)。从脂肪酸组成上看, 野生胭脂鱼的 Σ SFA (44.23%) 显著高于人工养殖胭脂鱼(31.07%), 而 Σ MUFA(32.07%) 却显著低于人工养殖胭脂鱼(49.50%), Σ PUFA 的差异则不显著, 分别为 23.65% 和 23.11%。另外, 野生胭脂鱼中的 EPA + DHA 总量(9.40%) 显著高于人工养殖胭脂鱼(4.77%) (P < 0.05), 而且将近达到了 2 倍。

表 4 野生和人工养殖胭脂鱼肌肉脂肪酸组成及含量(平均值 ± 标准差, n = 5)
Tab. 4 Fatty acids content in muscle of wild and farmed groups of *M. asiaticus* (Mean ± SD, n = 5)

脂肪酸	种类		方差齐性检验		P 值 (双尾)
	野生	人工养殖	F 值	P 值	
C _{14:0}	2.72 ± 0.18	2.80 ± 0.09	3.281	0.108	0.388
C _{15:0}	0.66 ± 0.10	0.74 ± 0.12	0.406	0.542	0.262
C _{16:0}	29.27 ± 2.28	21.04 ± 1.36	1.736	0.224	<0.001
C _{17:0}	3.29 ± 0.27	1.43 ± 0.12	4.502	0.067	<0.001
C _{18:0}	8.03 ± 0.13	4.24 ± 0.21	1.537	0.250	<0.001
C _{20:0}	0.25 ± 0.04				
C _{23:0}		0.35 ± 0.05			
Σ SFA	44.23 ± 2.38	31.07 ± 1.59	1.007	0.345	<0.001

续表 4

脂肪酸	种类		方差齐性检验		P 值 (双尾)
	野生	人工养殖	F 值	P 值	
C _{21:0}		0.47 ± 0.05			
C _{16:1}	13.41 ± 0.30	16.44 ± 0.70	6.591	0.033	< 0.001
C _{17:1}	1.97 ± 0.11	3.78 ± 0.21	4.080	0.078	< 0.001
C _{18:1n9}	14.25 ± 1.14	18.71 ± 0.73	2.507	0.152	< 0.001
C _{20:1n9}	2.28 ± 0.11	5.84 ± 0.07	1.055	0.334	< 0.001
C _{24:1n9}	0.16 ± 0.03	1.14 ± 0.13	6.958	0.030	< 0.001
ΣMUFA	32.07 ± 1.29	45.90 ± 1.10	0.162	0.698	< 0.001
C _{18:2n6}	4.38 ± 0.15	8.80 ± 0.14	0.057	0.817	< 0.001
C _{20:2}	0.34 ± 0.06	0.68 ± 0.09	0.303	0.597	< 0.001
C _{18:3n6}	2.94 ± 0.07	1.38 ± 0.12	1.172	0.310	< 0.001
C _{18:3n3}	4.08 ± 0.25	7.49 ± 0.11	3.810	0.087	< 0.001
C _{20:3n6}	0.95 ± 0.16				
C _{20:4n6}	1.56 ± 0.13				
C _{20:5n3} (EPA)	3.91 ± 0.30	1.71 ± 0.13	1.383	0.273	< 0.001
C _{20:6n3} (DHA)	5.49 ± 0.33	3.05 ± 0.09	2.652	0.142	< 0.001
ΣPUFA	23.65 ± 0.53	23.11 ± 0.27	4.501	0.067	0.077
EPA + DHA	9.40 ± 0.60	4.77 ± 0.17	2.258	0.171	< 0.001

注: ΣSFA 为饱和脂肪酸总量; ΣMUFA 为单不饱和脂肪酸总量; ΣPUFA 为多不饱和脂肪酸总量。

3 讨论

3.1 胭脂鱼含肉率和常规营养成分与一般经济鱼类的比较

野生胭脂鱼和人工养殖胭脂鱼的含肉率分别为 66.38% 和 67.55%，高于鲫 (*Carassius auratus*)^[10]、莫桑比克罗非鱼 (*Oreochromis mossambicus*)^[11] 等，而与黄颡鱼 (*Pelteobagrus fulvidraco*)^[12] 和鳊 (*Siniperca chuatsi*)^[13] 等相近。因此，胭脂鱼可以说是一种含肉率较高的鱼类。野生胭脂鱼粗蛋白含量显著高于人工养殖胭脂鱼，而粗脂肪含量却显著低于人工养殖胭脂鱼。而胭脂鱼的粗蛋白含量高于鳊鱼^[13]，黄颡鱼^[12]，粗脂肪含量低于黄颡鱼^[14] 和斑点叉尾鲷 (*Ictalurus punctatus*)^[15]，由此说明胭脂鱼是一种蛋白较高、脂肪较低的鱼类。

3.2 胭脂鱼肌肉营养品质的评价

根据 FAO/WHO 的理想模式，质量较好的蛋白质其组成氨基酸的必需氨基酸占氨基酸总量的比值为 40% 左右，必需氨基酸与非必需氨基酸的比值在 60% 以上^[16]。胭脂鱼的肌肉氨基酸组成基本符合上述指标要求，属于一种质量较好的蛋白质。一种营养价值较高的食物必需氨基酸种类不仅要齐全而且必需氨基酸之间的比例也要适宜，最好能与人体需要相符合，这样必需氨基酸吸收最完全，营养价值最高^[3]。胭脂鱼肌肉中 Lys 的含量超过

FAO/WHO 模式和鸡蛋蛋白质，这对于以谷物食品为主的膳食者来说，既可以弥补谷物食品中 Lys 的不足，还可以提高人体对蛋白质的利用率^[5]。从 EAAI 上看，野生和人工养殖胭脂鱼分别明显高于鳊鱼^[4]、瓯江刺鲃^[5]，而低于暗纹东方鲀 (*Takifugu fasciatus*)^[15]，由此也可反映出胭脂鱼具有较高的营养价值。另外，从鲜味氨基酸含量方面来看，野生和人工养殖胭脂鱼肌肉鲜味氨基酸总量分别明显高于中华倒刺鲃^[3]、施氏鲟 (*Acipenser schrenckii*)^[13]，而低于鳊^[13]、黄鲢 (*Monopterus albus*)^[17]。由此可见，胭脂鱼肌肉的鲜味氨基酸含量较为丰富，说明胭脂鱼是一种味道鲜美的鱼类。

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，同时也在一定程度上反映肌肉的多汁性^[18]。EPA 和 DHA 主要存在于鱼类脂肪内，主要通过食物链的富集作用在体内积聚。近 20 年地医学研究证明，EPA 和 DHA 对心血管疾病及老年性痴呆具有治疗和保健作用^[19]。野生和人工胭脂鱼的 EPA 和 DHA 含量显著高于草鱼 (*Ctenopharyngodon idellus*)^[20]、黄鲢^[21] 及黄颡鱼等^[21]。说明胭脂鱼的 EPA 和 DHA 含量丰富，营养价值高。

3.3 肌肉营养成分的分析为胭脂鱼配合饲料的研制提供基础资料和理论依据

胭脂鱼的传统养殖依赖于经刹碎的野杂鱼、寡

毛类蠕虫和水蚯蚓,而投喂这些食物很容易污染水质并且很可能会导致疾病的爆发^[22],另外,也不能满足胭脂鱼产业化生产的饲料需求。近几年来,养殖户倾向于使用鳊鱼饲料进行投喂养殖,而且可以获得较好的生长效果^[23-24],但是,长期投喂极易导致胭脂鱼营养失衡及脂肪肝的生成^[25]。通过测定鱼类肌肉营养成分,可为该种鱼的营养需要量地制定和计算提供依据^[26];而饲料蛋白质的氨基酸组成与含量同动物本身的氨基酸组成与含量应尽量相似^[3]。因此,本实验对胭脂鱼肌肉营养成分的研究结果可以为胭脂鱼人工饲料的开发提供指导。

在制备鱼类配合饲料时,饲料蛋白源特别是鱼粉,占据成本的一大部分。随着水产养殖业地发展,近年来鱼粉产量下降,价格上涨,因而寻找植物蛋白源替代鱼粉成为了研究的热点^[27-29]。然而,植物性蛋白源有着很明显的不足,不仅存在着抗营养因子而且其氨基酸组成也不平衡,这将降低水产动物对其的利用率而且还可能抑制生长^[30]。本研究发现,野生和人工养殖胭脂鱼肌肉中 Lys 的含量都是最高的,Lys 最重要的生理功能是参与体蛋白的合成,所以也被称为“生长性氨基酸”^[31],而在许多植物性蛋白源中,Lys 的含量通常是不足的,为第一限制性氨基酸。对胭脂鱼肌肉中必需氨基酸成分的研究,可以推测其对必需氨基酸的需要量,也可为配合饲料的配制中的氨基酸的平衡模式提供理论依据。

参考文献:

- [1] 蒋文华,于道平. 铜陵江段胭脂鱼资源现状与恢复的研究[J]. 特产研究,2003,3: 31-33.
- [2] 安苗,姜海波,姜志强,等. 唇鲮肌肉中营养成分分析与品质评价[J]. 大连水产学院学报,2010,25(1): 88-92.
- [3] 邴旭文,蔡宝玉,王利平,等. 中华倒刺鲃的肌肉营养成分与品质的评价[J]. 中国水产科学,2005,12: 211-215.
- [4] 代应贵,范家佑,王晓辉. 瓣鳃鱼肌肉营养成分分析[J]. 营养学报,2006,28(4): 361-363.
- [5] 吕耀平,黄旭雄,杨燕波,等. 瓯江刺鲃肌肉营养成分分析与品质评价[J]. 华中农业大学学报,2008,27(1): 86-90.
- [6] 袁立强,李伟纯,马旭洲,等. 瓦氏黄颡鱼肌肉营养成分的分析和评价[J]. 大连水产学院学报,2008,23(5): 391-396.
- [7] Pellet P L, Yong V R. Nutritional evaluation of protein foods [M]. Tokyo Unit Nat Univ, 1980, 26-29.
- [8] 桥本芳郎. 养鱼饲料学. 蔡完其,译. 北京: 农业出版社, 1980, 114-115.
- [9] 谭德清,王剑伟,但胜国,等. 厚颌鲂含肉率及生化成分的分析[J]. 水生生物学报,2004,28(1): 17-22.
- [10] 陈定福,何学福,周启贵. 南方大口鲶和鲢鱼的含肉率及鱼肉营养成分[J]. 动物学杂志,1990,25: 7-9.
- [11] 胡玫,张中英,吴福煌. 尼罗罗非鱼与莫桑比克罗非鱼的含肉率及鱼肉生化分析[J]. 淡水渔业,1982(4): 34-37.
- [12] 黄峰,严安生,熊传喜. 黄颡鱼的含肉率及鱼肉营养评价[J]. 淡水渔业,1999,29(10): 3-6.
- [13] 严安生,熊传喜,钱健旺,等. 鳊鱼含肉率及鱼肉营养成分分析[J]. 华中农业大学学报,1995,14: 80-84.
- [14] 杨兴丽,周晓林,申秀英,等. 池养黄颡鱼含肉率及肌肉营养成分分析[J]. 河南水产,2003,(4): 12-14.
- [15] 杨兴丽,周晓林,穆庆华,等. 暗纹东方鲀含肉率及肌肉营养成分分析[J]. 水利渔业,2004,24: 27-28.
- [16] 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.
- [17] 舒妙安,马有智,张建成. 黄鳍肌肉营养成分的分析[J]. 水产学报,2000,24: 339-344.
- [18] 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[J]. 动物科学与动物医学,2000,17(1): 16-19.
- [19] 蒋汉明,张凤珍. 多不饱和脂肪酸与人类健康[J]. 预防医学论坛,2005,11(1): 65-69.
- [20] 白利丹,周景祥,黄权,等. 大眼鲈肌肉营养成分分析[J]. 淡水渔业,2000,30(1): 34-36.
- [21] 周秋白,李有根,陈云香,等. 黄鳍含肉率及肌肉营养成分分析[J]. 淡水渔业,2000,30(11): 41-43.
- [22] Yuan Y C, Gong S Y, Yang H J, Lin Y C, Yu D H, Luo Z. Apparent digestibility of selected feed ingredients for Chinese sucker, *Myxocyprinus asiaticus* [J]. Aquaculture, 2010b, 306: 238-243.
- [23] 万全,赖年悦,刘映彬,等. 配合饲料高密度培育一龄胭脂鱼种的研究[J]. 安徽农业科学,2006,34(18): 4605-4606.
- [24] 周剑光,杨德国,吴国犀,等. 胭脂鱼仔幼鱼发育及苗种培育技术[J]. 华中农业大学学报,1999,18(3): 263-267.
- [25] Yuan Y C, Gong S Y, Luo Z, et al. Effects of dietary protein to energy ratios on growth and body composition of juvenile Chinese sucker, *Myxocyprinus asiaticus* [J]. Aquacult Nutr, 2010a, 16: 205-212.
- [26] 邴旭文,王进波,张究中,等. 池养南美蓝对虾与南美白对虾肌肉营养品质的比较[J]. 水生生物学报,2006,30(4): 453-458.
- [27] 徐奇友,王常安,许红,等. 大豆分离蛋白替代鱼粉对哲罗鱼稚鱼生长、体成分和血液生化指标的影响[J]. 水生生物学报,2008,32(6): 941-946.
- [28] 周歧存,麦康森,刘永坚,等. 动植物蛋白源替代鱼粉研究进展[J]. 水产学报,2005,29(3): 404-410.
- [29] 朱旺明,廖昌容,王道尊. 水产动物饲料中大豆蛋白代替鱼粉的研究进展[J]. 饲料工业,1999,20(3): 42-44.
- [30] Wilson R P, Halver J E. Protein and amino acid requirements of fishes [J]. Annu Rev of Nutr, 1986, 6, 225-244.
- [31] 周俊,宋代军. 赖氨酸营养研究进展[J]. 饲料研究,2006,27(8): 48-50.