

野生与人工养殖瓦氏黄颡鱼肌肉营养成分及品质评价

马旭洲^{1,2,3}, 温旭^{1,2,3}, 王武^{1,2,3}

(1. 上海海洋大学农业部淡水水产种质资源重点实验室, 上海 201306; 2. 上海市水产养殖工程技术研究中心, 上海 201306; 3. 上海海洋大学水产动物遗传育种协同创新中心, 上海 201306)

摘要: 对野生及人工养殖瓦氏黄颡鱼的肌肉营养成分和营养品质进行了分析比较。结果表明, 野生瓦氏黄颡鱼肌肉中水分显著高于人工养殖瓦氏黄颡鱼 ($P < 0.05$), 而粗脂肪含量显著低于人工养殖瓦氏黄颡鱼 ($P < 0.05$), 粗蛋白和粗灰分含量两者无显著差异 ($P > 0.05$)。野生和人工养殖瓦氏黄颡鱼氨基酸组成基本一致, 均含有 17 种以上氨基酸 (色氨酸含量较低未测定)。除酪氨酸外, 其余各项氨基酸指标均无显著差异 ($P > 0.05$)。氨基酸平衡性分析结果表明, 瓦氏黄颡鱼氨基酸组成符合 FAO/WHO 标准, 具有较好的平衡性, 蛋白质品质较好。野生瓦氏黄颡鱼较养殖瓦氏黄颡鱼 $\omega 3$ 脂肪酸高。瓦氏黄颡鱼肌肉贮存脂肪高, 是一种较优的经济鱼类。

关键词: 瓦氏黄颡鱼; 营养成分; 氨基酸; 脂肪酸

中图分类号: TS201.4

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2016)01-0026-06

Comparisom of muscle nutritional components and nutritive quality of between wild and farmed *Pelteobagrus vachelli*

MA Xuzhou^{1, 2, 3}, WEN Xu^{1, 2, 3}, WANG Wu^{1, 2, 3}

(1. Key Laboratory of Freshwater Fishery Germplasm Resources, Ministry of Agriculture, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306;

2. Shanghai Engineering Research Center of Aquaculture, Shanghai 201306;

3. Shanghai Collaborative Innovation Center for Aquatic Animal Genetics and Breeding, Shanghai 201306)

Abstract: Nutritional components and nutritive quality of wild and farmed muscles (*Pelteobagrus vachelli*) were analyzed. The results showed that the muscle moisture of wild *Pelteobagrus vachelli* was significantly higher than that of the farmed one ($P < 0.05$). The fat content was significantly lower in the wild than that in farmed *Pelteobagrus vachelli* ($P < 0.05$); however, the crude protein and ash content were no significant difference ($P > 0.05$) between them. Wild and farmed muscles basically had the same amino acid composition, containing more than 17 amino acids (tryptophan had not been determined). Except for tyrosine, other amino acids were not significantly different ($P > 0.05$). The balance analysis of amino acids showed that the amino acid composition of *Pelteobagrus vachelli* was in line with FAO/WHO standards, with a good balance and protein quality. Wild *Pelteobagrus vachelli* showed high $\omega 3$ fatty acids than that of the farmed one. With a high level of fat in muscle, *Pelteobagrus vachelli* is a good economic fish.

Key words: *Pelteobagrus vachelli*; nutrition; amino acids; fatty acid

瓦氏黄颡鱼又名江黄颡鱼, 隶属于鲇形目 (Siluriformes), 鲿科 (Bagridae), 黄颡鱼属 (*Pelteobagrus bleeker*)。主要分布于长江、淮河和珠江等水系, 为我国土著经济鱼类。近年来, 因

其肉质鲜美而深受人们的喜爱, 但自然资源量满足不了人们的需求, 为了研究开发并进行规模化生产, 人们对瓦氏黄颡鱼进行了一系列研究^[1-4]。

随着人们生活水平的不断提高, 对鱼类品质的

收稿日期: 2015-06-19

基金项目: 欧盟 FP7 亚欧水产平台 (245020) 和上海海洋大学水产动物遗传育种协同创新中心 (ZF1206) 项目共同资助。

作者简介: 马旭洲, 博士, 副教授。E-mail: xuzhouma@126.com

要求愈来愈高。野生鱼类与养殖鱼类的品质为何不同? 近年来, 有关野生鱼类与养殖鱼类肌肉营养成分的研究有许多报道^[5-15], 但关于野生和养殖瓦氏黄颡鱼 (*Pelteobagrus vachelli* Richardson) 肌肉营养成分的比较研究却至今未见报道。本试验测定了野生和池塘养殖瓦氏黄颡鱼肌肉的生化成分、氨基酸和脂肪酸的组成和含量, 并对其营养价值进行了评价, 以便为瓦氏黄颡鱼的基础研究和人工养殖配合饲料的开发提供基础资料和科学依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

取野生和池塘养殖瓦氏黄颡鱼各 10 尾, 其中野生瓦氏黄颡鱼来源于淮河安徽省淮南江段, 体长(19.91±1.54) cm, 体重(102.65±14.98) g; 养殖瓦氏黄颡鱼来源于安徽省窑河渔场, 体长(20.05±1.75) cm, 体重(114.65±13.09) g。

1.2 方 法

1.2.1 样品处理 将野生和池塘养殖瓦氏黄颡鱼样品鱼分别剖离肌肉, 捣碎, 混匀。一部分用于测定肌肉常规营养成分和氨基酸组成及含量; 一部分冷冻干燥用于测定脂肪酸含量。

1.2.2 肌肉营养成分分析 水分、粗蛋白、粗脂肪和粗灰分别分按国标 GB 5009-85 提供的(105±5)℃干燥恒重法、Folin-酚试剂法、Smith 法及箱式电炉 600℃灰化灼烧法进行测定; 氨基酸按 GBPT14965-1994 提供的方法使用 Biochrom20 型氨基酸自动分析仪测定; 脂肪酸按 GBPT50091168-2003 提供的方法使用 Agilent6890 型气相色谱仪测定。

1.2.3 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) 和中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所提出的鸡蛋蛋白模式进行比较, 蛋白质的氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS) 和必需氨基酸指数(EAAI) 由如下计算式得:

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

$$CS = \frac{aa}{AA(Egg)}$$

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

式中 aa 为试验样品氨基酸含量(%), AA (FAO/WHO) 为 FAO/WHO 评分标准模式中同种 AA 含量(%), AA (Egg) 为全鸡蛋蛋白质中同种 AA 含量(%), n 为比较的必需氨基酸(EAA) 数, A, B, C, ..., H 为鱼肌肉蛋白质的 EAA 含量(%, dry), AE, BE, CE, ..., HE 为全鸡蛋蛋白质的 EAA 含量(%, dry)。

1.2.4 数据统计与处理 所有数据用 SPSS10.0 进行统计分析, 用 T 检验进行显著性差异比较, 描述性统计使用平均值±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 生化成份

野生瓦氏黄颡鱼肌肉水分含量显著高于养殖鱼(P<0.05); 而养殖瓦氏黄颡鱼肌肉粗脂肪含量则显著高于野生鱼(P<0.05)。野生瓦氏黄颡鱼肌肉粗蛋白和粗灰分含量均高于养殖鱼, 但没有显著差异(P>0.05) (表 1)。

2.2 肌肉氨基酸分析及营养品质评价

2.2.1 氨基酸组成比较分析 野生和养殖瓦氏黄颡鱼肌肉共测出 17 种常见氨基酸(色氨酸含量较低未进行检测), 其中包括 7 种必需氨基酸(EAA): Thr、Phe、Val、Met、Ile、Leu 和 Lys; 2 种半必需氨基酸(HEAA): His 和 Arg; 8 种非必需氨基酸(NEAA): Ala、Asp、Glu、Gly、Cys、Ser、Tyr 和 Pro; 4 种鲜味氨基酸(DAA): Ala、Asp、Glu 和 Gly。野生瓦氏黄颡鱼肌肉 Tyr 含量显著高于养殖鱼(P<0.05), 分别为 3.01% 和 2.73%; 其他氨基酸含量(WAA)、氨基酸总量(WTAA)、必需氨基酸总量(WEAA)、非必需氨基酸总量(WNEAA), 鲜味氨基酸总量(WDAA) 均无显著差异(P>0.05)。比较野生和养殖瓦氏黄颡鱼肌肉各种氨基酸含量, Glu 含量均最高, 分别占 9.43% 和 8.43%; 其次均为 Leu、Lys 和 Asp; Cys 均含量最低, 分别占 0.53% 和 0.55%; 野生和养殖瓦氏黄颡鱼肌肉氨基酸含量的相对比例基本上一致(表 2)。

表 1 野生和人工养殖瓦氏黄颡鱼肌肉一般营养成分含量

Table 1 Nutritional components in muscles of the wild and the farmed groups of <i>Pelteobagrus vachelli</i>					%
营养成分	水分	粗蛋白	粗脂肪	粗灰分	
Nutrition components	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	

野生 Wild	80.15±2.42 ^a	15.26±0.70	3.78±0.70 ^b	1.64±0.08
养殖 Farmed	75.24±2.02 ^b	14.63±0.38	8.87±1.76 ^a	1.52±0.09

注：平均值±标准差，n=10；同行同部位两列上标不同者差异显著（P<0.05）。

Note: The values in the table are Mean±SD, n=10, fresh weight, which in the same row followed by different letters mean significant difference at the 0.05 level.

表 2 野生和人工养殖瓦氏黄颡鱼肌肉的氨基酸组成及含量
Table 2 Amino acid compositions in muscles of wild and farmed *Pelteobagrus vachelli* %

氨基酸 Amino acid	含量 Content		氨基酸 Amino acid	含量 Content	
	野生 Wild	养殖 Farmed		野生 Wild	养殖 Farmed
丙氨酸# Ala	4.49±0.10	4.47±0.21	胱氨酸 Cys	0.53±0.03	0.55±0.03
天冬氨酸# Asp	6.18±0.30	6.19±0.23	丝氨酸 Ser	2.89±0.22	2.60±0.24
谷氨酸# Glu	9.43±0.54	8.93±0.42	酪氨酸 Tyr	3.01±0.09 ^a	2.73±0.08 ^b
甘氨酸# Gly	4.09±0.36	4.15±0.34	脯氨酸 Pro	1.42±0.21	1.35±0.30
苏氨酸* Thr	3.06±0.09	2.93±0.11	总氨基酸 TAA	68.02±2.32	65.89±1.84
苯丙氨酸* Phe	3.52±0.08	3.43±0.14	DAA	24.18±1.23	23.74±0.83
缬氨酸* Val	4.63±0.22	4.31±0.24	DAA/TAA	35.54±0.73	36.03±0.75
蛋氨酸* Met	1.72±0.29	1.72±0.27	EAA	30.06±0.50	29.18±0.85
异亮氨酸* Ile	3.30±0.24	3.35±0.07	NEAA	37.96±1.82	36.70±1.12
亮氨酸* Leu	7.23±0.15	6.82±0.32	EAA/TAA	44.21±0.77	44.29±0.54
赖氨酸* Lys	6.60±0.07	6.62±0.36	EAA/NEAA	79.27±2.45	79.53±1.72
组氨酸** His	2.04±0.27	1.96±0.20	氨基酸支/芳值	2.32±0.07	2.35±0.11
精氨酸** Arg	4.56±0.28	4.49±0.26			

注：Mean±SD, n=10, 干重计 calculated by dry weight; 带#号的为鲜味氨基酸，带*号的为 EAA，带**为 HEAA。下同。上标有不同字母的表示存在显著性差异（P<0.05）。

Note: The data superscripted with different letters mean significant difference at the 0.05 level. The same below. “#”, flavor amino acid; “*”, EAA; “**”, HEAA.

表 3 野生和人工养殖瓦氏黄颡鱼的 AAS、CS 及 EAAI 比较

Table 3 Comparative analysis of AAS, CS and EAAI between wild and farmed Darkbarbel catfish on protein basis mg g⁻¹

氨基酸 Amino Acid	FAO 模式 FAO evaluation	鸡蛋白 Egg protein	氨基酸评分 AAS		化学评分 CS		必需氨基酸指数 EAAI	
			野生 Wild	养殖 Farmed	野生 Wild	养殖 Farmed	野生 Wild	养殖 Farmed
赖氨酸 Lys	3.4	4.41	1.21±0.01	1.22±0.07	0.93±0.01	0.94±0.05	66.87±1.82	64.90±1.22
苏氨酸 Thr	2.5	2.92	0.77±0.02	0.73±0.03	0.66±0.02	0.63±0.02		
缬氨酸 Val	3.1	4.10	0.93±0.04	0.87±0.05	0.71±0.03	0.66±0.04		
异亮氨酸 Ile	2.5	3.31	0.83±0.06	0.84±0.02	0.62±0.04	0.63±0.01		
亮氨酸 Leu	4.4	5.34	1.03±0.02	0.97±0.05	0.85±0.02	0.80±0.04		
蛋+胱氨 Met+Cys	2.2	3.86	0.64±0.09	0.65±0.08	0.37±0.05	0.37±0.05		
酪+苯丙 Phe+Tyr	3.8	5.65	1.07±0.03 ^a	1.01±0.02 ^b	0.72±0.02	0.68±0.02		

2.2.2 肌肉营养品质评价 一种食品营养价值高低的最重要评判指标是蛋白质和氨基酸的含量。1973年 WHO/FAO 提出了 EAA 构成比例模式。因鸡蛋蛋白质是已知营养价值最好的蛋白质，所以在评价某一食品蛋白质营养价值时，常以其作为评分标准。将表 2 中原始数据换算成每克氮含氨基酸毫克数（乘以 62.5%）后，计算 AAS、CS 和 EAAI。

依据表 3 中的 AAS 和 CS，除野生瓦氏黄颡的苯丙氨酸和酪氨酸（Phe+Tyr）的 AAS 显著高于养

殖鱼外（P<0.05），其余氨基酸的 AAS 和 CS 均无显著性差异（P>0.05）；依据 AAS 评分，Lys 最高，其次是 Phe+Tyr，而 Met+Cys 最低；依据 CS 评分，Lys 最高，Leu 次之，Met+Cys 最低。根据 2 个评分标准，可以认为 Met+Cys 为瓦氏黄颡鱼的第一限制性氨基酸。依据 EAAI，野生和养殖瓦氏黄颡鱼的 EAAI 值无显著性差异（P>0.05），可以看出养殖瓦氏黄颡鱼在蛋白质氨基酸品质方面并无显著变化。

2.3 肌肉脂肪酸组成比较

野生与养殖瓦氏黄颡鱼肌肉脂肪酸的测定结果表明, 野生与养殖瓦氏黄颡鱼均含有 7 种饱和脂肪酸 (SFA), 7 种单不饱和脂肪酸 (MUFA) 和 7 种多不饱和脂肪酸 (PUFA) (表 4)。野生瓦氏黄颡鱼有 6.04% 的脂肪酸未进行鉴定, 未鉴定种类和含量较养殖鱼 (2.18%) 多, 除 C16:0、C18:0、C21:1 外, 野生和养殖瓦氏黄颡鱼肌肉脂肪酸含量均具有显著差异 ($P<0.05$)。两者均以 C18:1 ω 9C 最高,

分别占 23.57% 和 38.35%。脂肪酸差值最大者分别为 C18:1 ω 9C 和 C18:2 ω 6, 两者分别差 14.68% 和 12.60%。从脂肪酸组成看, 野生瓦氏黄颡鱼肌肉饱和脂肪酸总量 (Σ SFA) 显著高于养殖鱼 ($P<0.05$); 单不饱和脂肪酸总量 (Σ MUFA) 则相反 ($P<0.05$); 多不饱和脂肪酸总量 (Σ PUFA) 无显著差异 ($P>0.05$), 但野生瓦氏黄颡鱼肌肉 $\Sigma\omega$ 3PUFA (13.98%) 显著高于养殖鱼 (5.28%) ($P<0.05$), 而 $\Sigma\omega$ 6PUFA 则相反 ($P<0.05$)。

表 4 野生和人工养殖瓦氏黄颡鱼肌肉的脂肪酸组成及含量

Table 4 Fatty acid contents in muscles of wild and farmed Darkbarbel catfish

脂肪酸 Fatty acid	野生 Wild	养殖 Farmed	脂肪酸 Fatty acid	野生 Wild	养殖 Farmed
C14:0	2.52 \pm 0.43 ^a	1.05 \pm 0.06 ^b	Σ MUFA	39.46 \pm 1.50 ^b	46.58 \pm 1.40 ^a
C16:0	19.34 \pm 0.36	18.41 \pm 0.58	C18:2 ω 6	4.41 \pm 0.67 ^b	17.01 \pm 1.80 ^a
C17:0	1.19 \pm 0.01 ^a	0.19 \pm 0.03 ^b	C18:3 ω 3	3.84 \pm 1.20 ^a	1.52 \pm 0.20 ^b
C18:0	6.39 \pm 1.78	7.39 \pm 1.15	C20:2 ω 6	0.74 \pm 0.06 ^b	1.12 \pm 0.13 ^a
C21:0	0.82 \pm 0.12 ^a	0.22 \pm 0.03 ^b	C20:3 ω 3	0.79 \pm 0.10 ^b	1.00 \pm 0.14 ^a
C23:0	0.88 \pm 0.22 ^a	0.07 \pm 0.01 ^b	C20:4 ω 6	3.00 \pm 0.63 ^a	0.35 \pm 0.06 ^b
C24:0	1.24 \pm 0.12 ^a	0.14 \pm 0.02 ^b	C20:5 ω 3(EPA)	3.07 \pm 0.48 ^a	0.52 \pm 0.09 ^b
Σ SFA	32.38 \pm 1.77 ^a	27.49 \pm 1.62 ^b	C22:6 ω 3(DHA)	6.27 \pm 0.81 ^a	2.23 \pm 0.27 ^b
C14:1	0.85 \pm 0.39 ^a	0.02 \pm 0.01 ^b	Σ PUFA	22.12 \pm 2.16	23.75 \pm 2.53
C16:1	8.10 \pm 0.97 ^a	4.46 \pm 0.17 ^b	$\Sigma\omega$ 3PUFA	13.98 \pm 1.48 ^a	5.28 \pm 0.64 ^b
C17:1	1.39 \pm 0.12 ^a	0.75 \pm 0.37 ^b	$\Sigma\omega$ 6PUFA	7.40 \pm 0.77 ^b	17.36 \pm 1.84 ^a
C18:1 ω 9C	23.57 \pm 2.51 ^b	38.35 \pm 1.09 ^a	Σ EPA+DHA	9.34 \pm 0.76 ^a	2.76 \pm 0.34 ^b
C18:1 ω 9T	1.71 \pm 1.22 ^a	0.07 \pm 0.02 ^b	Σ others	6.04 \pm 0.76 ^a	2.18 \pm 0.39 ^b
C20:1 ω 9	2.10 \pm 0.59	2.64 \pm 0.19	$\Sigma\omega$ 3: $\Sigma\omega$ 6	1.89 \pm 0.16 ^a	0.30 \pm 0.12 ^b
C24:1 ω 9	1.74 \pm 0.18 ^a	0.31 \pm 0.05 ^b			

注: Mean \pm SD, $n=10$, 总脂肪酸甲酯 total fatty acid methyl esters. 下标有 C 的表反式, T 表顺式。

Note: The fatty acid with subscript C mean tran-, and with T mean cis-.

C18:3 ω 3、EPA 和 DHA 是 ω 3PUFA 的主要组成部分 (C20:3 ω 3 含量较低), 野生瓦氏黄颡鱼肌肉 C18:3 ω 3、EPA、DHA 含量分别为 3.84%、3.07% 和 6.27%, 显著高于养殖鱼 (1.52%、0.52% 和 2.23%) ($P<0.05$), 前者分别为后者的 2.63、5.86 和 2.81 倍。 Σ EPA+DHA 是脂肪酸品质好坏的一个重要指标, 实验结果表明, 野生瓦氏黄颡鱼 Σ EPA+DHA (9.34%) 显著高于养殖鱼 (2.76%)。野生 $\Sigma\omega$ 3: $\Sigma\omega$ 6 (1.89) $>$ 养殖 $\Sigma\omega$ 3: $\Sigma\omega$ 6 (0.30)

C18:2 ω 6 是 ω 6PUFA 主要构成部分 (其他 ω 6PUFA 含量均较低), 野生瓦氏黄颡鱼肌肉 C18:2 ω 6 (4.41%) 显著低于养殖鱼 (17.01%), 前者为后者的 25.89%。

3 讨论

3.1 野生和养殖瓦氏黄颡鱼肌肉常规成分比较及

营养特征

水分、粗蛋白、粗脂肪和粗灰分是鱼类肌肉的重要常规成份, 野生和养殖瓦氏黄颡鱼肌肉常规成份的差异主要来自于粗脂肪和水分含量, 而粗蛋白含量无显著差异, 这与金头鲷^[5]、花鲢^[6]、狼鲈^[7]的研究结果类似, 而野生中华鲟^[8]、金鲈^[9]、赤点石斑鱼^[10]粗蛋白含量高于养殖鱼。

脂肪是鱼体重要组成部分, 养殖瓦氏黄颡鱼肌肉含脂量 (8.87%) 显著高于野生鱼 (3.78%), 较一般鱼类高, 与王军辉等^[11]和袁立强等^[12]的结论一致。大量研究证明, 组织脂肪含量与肉类的柔软程度、多汁性、香味显著相关^[13-17], 含脂高的鱼类有种种多汁的口感, 而含脂量低的鱼肉有干和多纤维的口感^[18]。

风味物质包括挥发性和不挥发性物质, 醇、醛、

酮、呋喃、含氮化合物、含硫化合物、碳氢化合物、酯和酚等挥发性物质被认为是食品气味的重要贡献因素。据报道,脂肪在食品加工和烹调过程中受热变化氧化时,能产生酸类、酯类、醚类、烃类、醇类、羰基化合物、苯环化合物、内酯类以及呋喃类等多种化合物^[19],因而可以说脂肪是挥发性风味物质的前体。另外,脂肪酸的组成对挥发性物质影响显著,但是可通过饵料来调节,一般说来,鱼类肌肉脂肪酸的种类和含量易受饵料中脂肪酸的种类和含量的影响^[5],因而可通过饲喂不同的脂肪源饲料改善鱼体肌肉脂肪酸构成,瓦氏黄颡鱼含脂量高,可富集的不饱和脂肪酸的绝对量较高,因而风味物质较高。因此从口感、风味的角度出发,瓦氏黄颡鱼是一种美味和受欢迎的食品。

3.2 野生与养殖瓦氏黄颡鱼肌肉氨基酸的比较及营养特征

野生与养殖瓦氏黄颡鱼肌肉氨基酸仅酪氨酸存在显著差异,其他指标氨基酸均不存在显著差异,表明瓦氏黄颡鱼肌肉氨基酸是一个比较保守的指标。与金头鲷^[20]、鲤鱼^[21]、黄颡鱼^[22]的研究结果相似。饲料蛋白和脂肪水平对虹鳟(*Oncorhynchus mykiss*)影响的研究表明,高脂肪组肌肉苯丙氨酸和酪氨酸要高于低脂肪组^[23]。鱼类天然饵料脂肪含量一般较配合饲料为低,造成野生和养殖状态酪氨酸差异,可能是由于2种状态下饵料脂肪含量的不同,具体原因还有待于研究。

游离氨基酸为不可挥发性风味物质,野生与养殖瓦氏黄颡鱼富含4种呈味氨基酸Ala、Asp、Glu和Gly,呈味氨基酸总量分别为24.18%和23.14%。高于长吻鮠(21.94)^[27],与中华倒刺鲃(24.22)、草鱼(25.47)、鳙鱼(24.65)基本相同。Glu和Asp是主要呈鲜味氨基酸,而Gly和Ala是主要甜味氨基酸^[17],野生与养殖瓦氏黄颡鱼谷氨酸含量为9.43%和8.93%,高于鲈鱼^[25]、南方大口鲈^[25]。说明瓦氏黄颡鱼呈味氨基酸水平较好、味道较鲜。

野生和养殖瓦氏黄颡鱼肌肉必需氨基酸占总氨基酸的比值(EAA/TAA)为44.21%和44.29%,必需氨基酸与非必需氨基酸的比值(EAA/NEAA)为79.27%和79.53%。FAO/WHO的氨基酸理想模式:质量较好的蛋白质组成氨基酸的 W_{EAA}/W_{TAA} 为40%左右, W_{EAA}/W_{NEAA} 为60%以上。说明野生与养殖瓦氏黄颡鱼蛋白质氨基酸平衡效果均较好。

从CS、AAS和EAAI上比较,可以看出瓦氏黄颡鱼在养殖条件下,氨基酸价值并未下降。比较

南美白对虾^[26]、中华鲟^[8]、中华倒刺鲃^[24]和斑驳尖塘鳢^[27]必需氨基酸指数(EAAI),瓦氏黄颡鱼EAAI(野生66.87,养殖64.90)>南美白对虾(池养,62.42)>斑驳尖塘鳢(野生,61.66);瓦氏黄颡鱼EAAI<南美南对虾(池养,69.88)、中华倒刺鲃(养殖,71.34)和中华鲟(野生,72.02);与中华鲟(养殖,66.21)基本相同。以上几种鱼类均是品质较优鱼类,经比较说明瓦氏黄颡鱼蛋白氨基酸品质较好。

3.3 野生与养殖瓦氏黄颡鱼肌肉脂肪酸的比较及营养特征

野生与养殖瓦氏黄颡鱼肌肉脂肪酸存在较大差异,野生瓦氏黄颡鱼 $\Sigma\omega 3$ PUFA, EPA、DHA、花生四烯酸和亚麻酸均高于养殖鱼,而养殖瓦氏黄颡鱼肌肉含有较高的亚油酸和油酸,且 $\Sigma\omega 3:\Sigma\omega 6$ (野生) $>1>\Sigma\omega 3:\Sigma\omega 6$ (养殖)。此结果与地中海竹荚鱼^[28]、中华鲟^[8]、金头鲷^[5]、斑点叉尾鲟^[29]相似。实验证明,饲料脂肪酸组成影响鱼类脂肪酸的组成^[30],造成野生与养殖瓦氏黄颡鱼脂肪酸的不同的原因,可能是由于在不同状态下,瓦氏黄颡鱼的食谱不同,在野生状态下,瓦氏黄颡鱼主要摄食小杂鱼和其他动物性饵料,这些饵料脂肪酸含 $\omega 3$ 脂肪酸较高;在养殖状态下,由于鱼油,特别是海产鱼油的资源较植物性油脂缺乏,大多鱼用饲料使用较多的植物性油脂替代鱼油,节省饲料成本,而植物油油脂,如大豆油、菜油等含有较高的 $\omega 6$ 脂肪酸^[30-31],因此出现野生与养殖瓦氏黄颡鱼脂肪酸组成不同的现象。 $\omega 3$ 脂肪酸具有预防心血管疾病的功能^[30],养殖瓦氏黄颡鱼 $\omega 3$ 脂肪酸相对量低,由于其含脂量高,鱼类通过饲料来调节肌肉 $\omega 3$ 脂肪酸种类,因而 $\omega 3$ 脂肪酸绝对量可达到较高水平。因此,养殖瓦氏黄颡鱼的脂肪营养价值并不低于野生瓦氏黄颡鱼。

参考文献:

- [1] 张世亮,艾庆辉,徐玮,等.饲料中糖/脂肪比例对瓦氏黄颡鱼生长、饲料利用、血糖水平和肝脏糖酵解酶活力的影响[J].水生生物学报,2012,36(3):466-473.
- [2] 覃川杰,邵婷,杨洁萍,等.饥饿胁迫对瓦氏黄颡鱼脂肪代谢的影响[J].水生生物学报,2015,39(1):58-65.
- [3] 杨莹,陈立侨,李二超,等.饲料糖水平对瓦氏黄颡鱼幼鱼生长、体成分和血清生化指标的影响研究[J].复旦学报:自然科学版,2011,50(5):625-631.
- [4] 朱定贵,陈涛,谢瑞涛.瓦氏黄颡鱼稚鱼和生殖季节雌鱼的脂肪酸组成研究[J].水产科学,2011,30(8):481-484.
- [5] GRIGORAKIS K. Compositional and organoleptic quality of farmed and wild gilthead sea bream (*Sparus aurata*)

- and seabass (*Dicentrarchus labrax*) and factors affecting it: A review [J]. *Aquaculture*, 2007, 272: 55-75.
- [6] 陈建明, 叶金云, 沈斌乾, 等. 野生和池塘养殖花鱼骨肌肉营养组成的比较分析[J]. *上海水产大学学报*, 2007, 16(1): 87-91.
- [7] ALASALVARA C, TAYLARA K D A, ZUBCOVB E et al. Differentiation of cultured and wild seabass (*Dicentrarchus labrax*): total lipid content, fatty acid and trace mineral composition.[J]. *Food Chemistry*, 2002, 79: 145-150.
- [8] 宋超, 庄平, 章龙珍. 野生及人工养殖中华鲟幼鱼肌肉营养成分的比较[J]. *动物学报*, 2007, 53(3): 502-510.
- [9] GONZALEZ S, FLICK G J, O'KEEFE S F, et al. Composition of farmed and wild yellow perch (*Perca flavescens*)[J]. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2006, 19: 720-726.
- [10] 陈学豪, 林利民, 洪惠馨. 野生与饲养赤点石斑鱼肌肉营养成分的比较研究[J]. *厦门水产学院学报*, 1994, 16(1): 1-5.
- [11] 王军辉, 谢小军. 瓦氏黄颡鱼不同季节鱼体的化学组成及能量密度预测模型[J]. *生态学报*, 2003, 23(1): 122-129.
- [12] 袁立强, 李伟纯, 马旭洲. 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.
- [13] DUNAJKI E. Texture of fish muscle. [J] *Texture Stud*, 1979, 10: 301-318.
- [14] VENUGOPAL V, SHAHADI F. Structure and composition of fish muscle [J]. *Food Rev Int*, 1996(12): 175-197.
- [15] EINEN O, THOMASSEN M S. Starvation prior to slaughter in Atlantic salmon (*Salmo salar*) II. White muscle composition and evaluation of freshness, texture and colour characteristics in raw and cooked fillets [J] *Aquaculture*, 1998, 169: 37-53.
- [16] IZQUIERDO M S, OBACH A, ARANTZAMENDI L, et al. Dietary lipid sources for sea bream and seabass: growth performance, tissue composition and flesh quality [J]. *Aquaculture Nutrition*, 2003(9): 397-407.
- [17] GRIGORAKIS K, ALEXIS M, GIALAMAS I, et al. Sensory, microbiological and chemical spoilage of cultured common seabass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice: a seasonal differentiation [J]. *European Food Research and Technology*, 2004, 219: 584-587.
- [18] LOVE R M. Biochemical dynamics and the quality of fresh and frozen fish. In: Hall, [G] [M] (Ed), *Fish Processing Technology*. NY: Balckie Academic, 1992: 1-30.
- [19] 曹雁平. 食品调味技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002: 165-178.
- [20] GOMEZ R P, MINGARRO M, CALDUCH-GINER J A, et al. Protein growth performance, amino acid utilization and somatotropic axis responsiveness to fish meal replacement by plant-protein sources in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) [J]. *Aquaculture*, 2004, 232: 493-510.
- [21] BENOIT F H, ALAMITUALITY D, MICHEL L, et al. Growth and meat quality relations in carp[J]. *Aquaculture*, 1995, 129: 265-297.
- [22] 杨兴丽, 周晓林, 常东洲. 池养与野生黄颡鱼肌肉营养成分分析[J]. *水利渔业*, 2004, 24(5): 17-18.
- [23] TAKESHI Y, TATSUYA U, TOSHIO A. The influence of dietary protein and fat levels on tissue free amino acid levels of fingerling rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)[J]. *Aquaculture*, 2000, 182: 353-372.
- [24] 邴旭文, 蔡宝玉, 王利平. 中华倒刺鲃肌肉营养成分与品质的评价[J]. *中国水产科学*, 2005, 12(2): 211-215.
- [25] 陈定福, 何学福. 南方大口鲈和鲈鱼含肉率及鱼肉的营养成分[J]. *动物学杂志*, 1990, 25(1): 7-9.
- [26] 邴旭文, 王进波. 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] 邴旭文, 张宪中. 斑驳尖塘鳢肌肉营养成分与品质评价[J]. *中国海洋大学学报*, 2006, 36(1): 107-111.
- [28] DAMIAN F J, JOSE A L J, FRANCISCA G C, et al. Changes in body condition and fatty acid composition of wild Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*, Steindachner, 1868) associated to sea cage fish farms.[J] *Marine Environmental Research*, 2007, 63: 1-18.
- [29] NETTLETON J A, EXLER J. Nutrients in wild and farmed fish and shellfish[J]. *Journal of Food Science*, 1992, 57: 257-260.
- [30] CAHU C, SALEN P, LORGERI M D. Farmed and wild fish in the prevention of cardiovascular diseases: Assessing possible differences in lipid nutritional values[J]. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 2004, 14: 34-41.
- [31] SAUVANT D, PEREZ J, TRAN G. 饲料成分与营养价值表[M]. 谯仕彦, 王旭, 王德辉, 译. 北京: 中国农业大学出版社, 2005.