

不同生长阶段野生和养殖大刺鲃营养成分的比较

樊海平, 邱曼丽, 钟全福, 薛凌展, 秦志清 (福建省淡水水产研究所, 福建福州 350002)

摘要 [目的]探讨野生和养殖大刺鲃不同生长阶段的营养需求。[方法]采用国标生化分析方法对野生和养殖大刺鲃幼鱼期、性未成熟期和成鱼期的一般营养成分及氨基酸和脂肪酸组成进行比较。[结果]野生和养殖大刺鲃幼鱼和成鱼肌肉中的水分、钙含量呈下降趋势,野生大刺鲃均高于养殖大刺鲃;粗蛋白、粗脂肪和磷含量均呈增加趋势,养殖大刺鲃的粗蛋白和磷含量均高于野生大刺鲃。野生和养殖大刺鲃3个生长阶段肌肉中氨基酸组成基本一致,均含有17种氨基酸,必需氨基酸指数分别为93.19、97.59、96.41和96.25、92.36、95.88,养殖大刺鲃的鲜味氨基酸总量均高于野生群体。脂肪酸含量在不同生长阶段变动较大,野生和养殖大刺鲃的幼鱼期、性未成熟期、成鱼期均含有较高比例的不饱和脂肪酸,其含量分别占脂肪酸总量的52.17%、68.75%、69.23%和75.34%、74.67%、74.25%。[结论]野生与养殖大刺鲃蛋白质含量较高,均含有丰富的氨基酸和不饱和脂肪酸,具有较高的营养与食用价值。养殖大刺鲃的肌肉营养价值优于野生大刺鲃。

关键词 大刺鲃;野生;人工养殖;营养成分;品质

中图分类号 S917.4 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)08-0092-05

Comparison of Nutritional Component of Wild and Cultured *Mastacembelus armatus* in Different Growth Stages

FAN Hai-ping, QIU Man-li, ZHONG Quan-fu et al (Freshwater Fisheries Research Institute of Fujian Province, Fuzhou, Fujian 350002)

Abstract [Objective] To discuss the nutritional demands of wild and cultured *Mastacembelus armatus* in different growth stages. [Method] Using national standard biochemical analysis methods, the general nutritional components, the composition of amino acids, fatty acids in wild and cultured *M. armatus* in juvenile stage, sexual immature stage and adult stage were compared. [Result] The contents of moisture and calcium in the muscles of wild and cultured *M. armatus* from juvenile stage to adult stage decreased, and those in wild population were higher than those in cultured population. The contents of crude protein, crude fat and phosphorus increased, and the contents of crude protein and phosphorus in cultured *M. armatus* were higher than those in wild population. The amino acid composition in wild and cultured *M. armatus* in three growth stages were consistent, which contained 17 kinds of amino acids, essential amino acid index were 93.19, 97.59, 96.41 and 96.25, 92.36 and 95.88 respectively. The total amount of delicious amino acids in cultured *M. armatus* was higher than that in wild population. Fatty acid contents varied greatly in different growth stages, wild and cultured *M. armatus* in juvenile stage, sexual immature stage and adult stage contained a higher proportion of unsaturated fatty acids, which took 52.17%, 68.75%, 69.23% and 75.34%, 74.67%, 74.25% in total fatty acids respectively. [Conclusion] Wild and cultured *M. armatus* had higher content of protein, abundant amino acids and unsaturated fatty acids, with higher nutritional and edible values. And nutritional value of muscles in cultured population was better than that in wild population.

Key words *Mastacembelus armatus*; Wild; Artificial breeding; Nutritional component; Quality

大刺鲃 (*Mastacembelus armatus*) 隶属鲈形目 (Perciformes) 刺鲃科 (Mastacembelidae) 刺鲃属 (*Mastacembelus*), 为温水性淡水鱼类, 分布于亚洲地区, 在我国主要分布在南部及西南部的各水系, 其中广东、广西、海南和福建等区域的野生资源较为丰富, 因肉质细嫩、味道鲜美而受到消费者喜爱。近年来, 受环境污染和酷渔滥捕等影响, 野生大刺鲃种质资源数量锐减, 广东、福建及贵州等省份已将大刺鲃列入地方野生水生保护物种。目前, 大刺鲃的相关研究主要集中在野生大刺鲃人工驯养^[1]、人工繁育技术^[2-3]及养殖技术研究^[4]等方面, 营养学研究仅见伍运安等^[5]对2种野生刺鲃属鱼类(大刺鲃和刺鲃)肌肉的营养组成进行了分析与评价, 朱定贵^[6]研究了生殖季节野生大刺鲃雌雄鱼的脂肪酸组成, 而有关人工养殖大刺鲃营养成分分析与品质评价及其与野生大刺鲃的差异分析等相关研究则鲜见报道。为探明野生和养殖大刺鲃营养成分的差异, 笔者对野生和养殖的同种大刺鲃的幼鱼期、性未成熟期、成鱼期的肌肉营养成分进行了比较, 旨在为大刺鲃养殖中人工配合饲料的研制提供参考。

基金项目 福建省种业创新与产业化工程项目 (FJZZZY-1501); 福建省科技计划项目-省属公益类科研院所基本科研专项 (2015R1002-1, 2016R1002-1, 2017R1002-1, 2017R1002-2)。

作者简介 樊海平 (1967-), 男, 江苏武进人, 研究员, 硕士, 从事水产养殖病害研究。

收稿日期 2017-12-07

1 材料与方法

1.1 试验鱼来源及样品处理 野生大刺鲃采自福建省长汀县及永定区的汀江段, 其中成鱼10尾, 平均体质量 (122.4 ± 26.2) g, 平均全长 (35.9 ± 3.0) cm; 性未成熟期鱼种20尾, 平均体质量 (56.4 ± 9.5) g, 全长 (28.0 ± 1.6) cm; 幼鱼40尾, 平均体质量 (25.6 ± 4.2) g, 全长 (23.0 ± 2.1) cm。养殖大刺鲃为采自该地域野生大刺鲃繁育的子代苗种, 通过人工投喂成鳊配合饲料 (健马牌) 养殖的种群, 其中成鱼10尾, 平均体质量 (118.5 ± 19.8) g, 全长 (33.4 ± 1.5) cm; 性未成熟期鱼种20尾, 平均体质量 (57.5 ± 8.7) g, 全长 (27.5 ± 1.3) cm; 幼鱼40尾, 平均体质量 (25.9 ± 4.0) g, 全长 (21.2 ± 1.3) cm。将每组鱼样品随机分成等数量2份, 一份活鱼采集鱼体肌肉, 另一份为全鱼, 均置于 -20 °C 条件下保存, 分别用于肌肉营养成分分析和全鱼营养成分分析。

1.2 主要营养成分测定 水分含量参照 GB 5009.3—2010 烘干法进行测定, 粗蛋白含量参照 GB 5009.5—2010 的凯氏定氮法进行测定, 粗脂肪含量参照 GB/T 5009.6—2003 凯氏定氮法进行测定, 灰分含量参照 GB 5009.4—2010 马福炉灼烧法进行测定, 钙含量参照 GB/T 5009.87—2003 滴定法进行测定, 磷含量参照 GB/T 5009.92—2003 分光光度法进行测定; 肌肉中氨基酸含量参照 GB/T 5009.124—2003 的方

法,使用日立 835 - 50 型氨基酸自动分析仪进行测定;肌肉中脂肪酸含量参照 GB/T 22223—2008 的方法,使用 Agilent 6890 型气相色谱仪进行测定。

1.3 营养品质评价方法 参考 FAO/WHO 氨基酸评分模式和全鸡蛋蛋白质进行比较,分别按照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)^[7-8]。

AAS = 待评蛋白质中某种必需氨基酸含量 (mg/gN) / [FAO/WHO 评分模式中同种必需氨基酸含量 (mg/gN)] (1)

CS = 待评蛋白质中某种必需氨基酸含量 (mg/gN) / 鸡蛋蛋白质中同种必需氨基酸含量 (mg/gN) (2)

$$\text{氨基酸含量 (mg/gN)} = \frac{\text{氨基酸含量 (鲜样)}}{\text{粗蛋白含量 (鲜样)}} \times 6.25 \times 1000 \quad (3)$$

EAAI =

$$\sqrt[n]{\frac{\text{赖氨酸}^t}{\text{赖氨酸}^s} \times 100 \times \frac{\text{亮氨酸}^t}{\text{亮氨酸}^s} \times 100 \cdots \times \frac{\text{缬氨酸}^t}{\text{缬氨酸}^s} \times 100} \quad (4)$$

式(4)中, n 为对比的氨基酸个数; t 为鱼肉蛋白质的对比氨基酸含量 (mg/gN); s 为鸡蛋蛋白质的对比氨基酸含量 (mg/gN)。

1.4 数据处理 使用 Excel 2007 软件对试验数据进行统计与分析。按照以下公式计算变异系数:变异系数 = 标准差 / 平均数 $\times 100\%$ 。

2 结果与分析

2.1 一般营养成分分析 由表 1 可知,从全鱼一般营养成分来看,野生大刺鲃的幼鱼(76.3%)和成鱼(73.4%)水分含量均略高于养殖大刺鲃幼鱼(74.5%)和成鱼(72.2%),而野生大刺鲃性未成熟期鱼种水分含量(72.4%)略低于养殖性未成熟期鱼种(73.8%);野生大刺鲃幼鱼的粗蛋白含量(15.7%)略低于养殖幼鱼(17.4%),野生大刺鲃性未成熟期鱼种(17.3%)和成鱼(18.3%)均略高于养殖大刺鲃性未成熟期鱼种(16.4%)和成鱼(16.4%);野生大刺鲃的粗脂肪含量均低于养殖群体;野生大刺鲃的灰分、钙和磷的含量,除了性未成熟期鱼种的磷含量相当外,均高于养殖大刺鲃。

由表 2 可知,从肌肉一般营养成分来看,野生大刺鲃的水分含量均高于养殖大刺鲃;野生大刺鲃粗蛋白和磷含量均低于养殖大刺鲃;野生大刺鲃幼鱼和性未成熟期鱼中粗脂肪含量分别为 1.3% 和 2.0%,均低于养殖大刺鲃幼鱼(2.0%)和性未成熟期鱼种(2.4%),而野生大刺鲃成鱼粗脂肪含量(2.5%)高于养殖大刺鲃成鱼(2.3%);野生和养殖大刺鲃灰分含量基本相当;野生大刺鲃幼鱼和成鱼钙含量分别为 226 和 151 mg/kg,均高于养殖大刺鲃幼鱼(167 mg/kg)和成鱼(139 mg/kg);野生大刺鲃性未成熟期鱼种钙含量(232 mg/kg)低于养殖大刺鲃性未成熟期鱼种(245 mg/kg)。

表 1 野生和养殖大刺鲃不同生长阶段全鱼一般营养成分的比较

Table 1 The comparison of general nutritional components in the whole fish of wild and cultured *M. armatus* in different growth stages

类型 Type	生长阶段 Growth stages	水分含量 Water content %	粗蛋白含量 Crude protein %	粗脂肪含量 Crude fat %	灰分含量 Ash content %	钙含量 Ca content mg/kg	磷含量 P content mg/kg
野生大刺鲃	幼鱼期	76.3	15.7	3.5	3.5	8 400	6 800
Wild <i>M. armatus</i>	性未成熟期	72.4	17.3	4.7	2.7	8 000	5 200
	成鱼期	73.4	18.3	4.6	3.1	9 000	7 100
养殖大刺鲃	幼苗期	74.5	17.4	4.9	2.6	7 600	5 700
Cultured <i>M. armatus</i>	性未成熟期	73.8	16.4	4.9	2.6	5 800	5 200
	成鱼期	72.2	16.4	6.3	2.8	7 100	5 800

表 2 野生和养殖大刺鲃不同生长阶段肌肉一般营养成分的比较

Table 2 The comparison of general nutritional components in the muscles of wild and cultured *M. armatus* in different growth stages

类型 Type	生长阶段 Growth stages	水分含量 Water content %	粗蛋白含量 Crude protein %	粗脂肪含量 Crudefat %	灰分含量 Ash content %	钙含量 Ca content mg/kg	磷含量 P content mg/kg
野生大刺鲃	幼鱼期	78.8	18.0	1.3	1.4	226	2 600
Wild <i>M. armatus</i>	性未成熟期	77.3	19.0	2.0	1.4	232	2 600
	成鱼期	76.3	19.0	2.5	1.4	151	2 700
养殖大刺鲃	幼鱼期	76.9	19.0	2.0	1.4	167	2 700
Cultured <i>M. armatus</i>	性未成熟期	75.4	19.9	2.4	1.3	245	2 900
	成鱼期	75.5	20.0	2.3	1.4	139	2 900

2.2 肌肉中氨基酸组成分析与评价

2.2.1 肌肉氨基酸的组成分析。由表 3 可知,野生和养殖大刺鲃肌肉中共检出 17 种氨基酸(色氨酸在水解过程被破坏而未检测到),其中有 7 种人体必需氨基酸、2 种半必需氨基酸和 8 种非必需氨基酸。野生大刺鲃平均氨基酸总量为 (19.41 \pm 0.72)%,其变异系数为 2.57% ~ 14.43%;养殖大刺鲃平均氨基酸总含量为 (20.51 \pm 0.41)%,其变异系数为

1.06% ~ 56.79%。

由表 3 可知,野生和养殖大刺鲃幼鱼期、性未成熟期和成鱼期的肌肉氨基酸组成一致,均以谷氨酸含量最高,其次为天冬氨酸、赖氨酸、亮氨酸和丙氨酸,胱氨酸含量最低,养殖大刺鲃性未成熟期和成鱼期组肌肉中胱氨酸含量显著低于野生大刺鲃。养殖大刺鲃肌肉中氨基酸总量、必需氨基酸总量和鲜味氨基酸总量均高于野生大刺鲃,野生和养殖大刺

鳅平均鲜味氨基酸占总氨基酸的比值(W_{DAA}/W_{TAA})分别为(37.51 ± 0.06)%和(37.71 ± 1.00)% ,野生和养殖大刺鳅平均必需氨基酸占总氨基酸的比值(W_{EAA}/W_{TAA})分别为

(40.56 ± 0.20)%和(40.45 ± 0.13)% ,平均必需氨基酸与非必需氨基酸的比值分别为(80.62 ± 0.95)%和(80.39 ± 0.40)%。

表3 不同生长阶段野生大刺鳅和养殖大刺鳅肌肉氨基酸组成及含量

Table 3 Amino acid composition and content in the muscles of wild and cultured *M. armatus* in different growth stages %

氨基酸 Amino acids	野生大刺鳅 Wild <i>M. armatus</i>					养殖大刺鳅 Cultured <i>M. armatus</i>				
	幼鱼期 Juvenile stage	性未成熟期 Sexual immaturity stage	成鱼期 Adult stage	平均含量 Average content	变异系数 Coefficient of variation	幼鱼期 Juvenile stage	性未成熟期 Sexual immaturity stage	成鱼期 Adult stage	平均含量 Average content	变异系数 Coefficient of variation
天冬氨酸 [*] Asp	1.98	2.08	1.94	2.11 ± 0.07	3.61	2.16	2.10	2.07	2.11 ± 0.05	2.17
苏氨酸 [*] Thr	0.94	0.98	0.91	0.94 ± 0.04	3.72	1.02	0.99	0.98	1.00 ± 0.02	2.09
丝氨酸 Ser	0.82	0.87	0.81	0.83 ± 0.03	3.86	0.90	0.88	0.86	0.88 ± 0.02	2.27
谷氨酸 [*] Glu	2.96	3.14	2.90	3.00 ± 0.12	4.16	3.25	3.12	3.15	3.17 ± 0.07	2.15
甘氨酸 [*] Gly	1.00	1.07	1.02	1.03 ± 0.04	3.50	1.06	1.17	1.12	1.12 ± 0.06	4.93
丙氨酸 [*] Ala	1.23	1.30	1.22	1.25 ± 0.04	3.49	1.34	1.35	1.31	1.33 ± 0.02	1.56
胱氨酸 Cys	0.11	0.11	0.14	0.12 ± 0.02	14.43	0.11	0.04	0.05	0.07 ± 0.04	56.79
缬氨酸 [*] Val	0.97	1.00	0.93	0.97 ± 0.04	3.63	1.05	1.01	1.00	1.02 ± 0.03	2.59
蛋氨酸 [*] Met	0.62	0.66	0.60	0.63 ± 0.03	4.88	0.67	0.65	0.63	0.65 ± 0.02	3.08
异亮氨酸 [*] Ile	0.92	0.96	0.90	0.93 ± 0.03	3.30	1.01	0.97	0.97	0.98 ± 0.02	2.35
亮氨酸 [*] Leu	1.60	1.69	1.58	1.62 ± 0.06	3.61	1.74	1.69	1.67	1.70 ± 0.04	2.12
酪氨酸 Tyr	0.74	0.78	0.72	0.75 ± 0.03	4.09	0.82	0.78	0.78	0.79 ± 0.02	2.91
苯丙氨酸 [*] Phe	0.87	0.91	0.86	0.88 ± 0.03	3.01	0.95	0.94	0.93	0.94 ± 0.01	1.06
赖氨酸 [*] Lys	1.89	1.99	1.84	1.91 ± 0.08	4.01	2.06	1.99	1.97	2.01 ± 0.05	2.36
组氨酸 [#] His	0.60	0.61	0.54	0.58 ± 0.04	6.49	0.65	0.64	0.62	0.64 ± 0.02	2.40
精氨酸 [#] Arg	1.18	1.22	1.16	1.19 ± 0.09	2.57	1.28	1.26	1.23	1.26 ± 0.03	2.00
脯氨酸 Pro	0.72	0.85	0.79	0.79 ± 0.07	8.27	0.88	0.86	0.80	0.85 ± 0.04	4.92
氨基酸总量 W_{TAA}	19.15	20.22	18.86	19.41 ± 0.72	3.69	20.95	20.44	20.14	20.51 ± 0.41	2.00
必需氨基酸总量 W_{EAA}	7.81	8.19	7.62	7.87 ± 0.29	3.69	8.50	8.24	8.15	8.30 ± 0.18	2.19
非必需氨基酸总量 W_{NEAA}	9.56	10.20	9.54	9.77 ± 0.38	3.84	10.52	10.30	10.14	10.32 ± 0.19	1.85
鲜味氨基酸总量 W_{DAA}	7.17	7.59	7.08	7.28 ± 0.27	3.74	7.81	7.74	7.65	7.73 ± 0.08	1.04
W_{EAA}/W_{TAA}	40.78	40.50	40.40	40.56 ± 0.20	0.49	40.57	40.31	40.47	40.45 ± 0.13	0.32
W_{DAA}/W_{TAA}	37.44	37.54	37.54	37.51 ± 0.06	0.15	37.28	37.87	37.98	37.71 ± 0.38	1.00
W_{EAA}/W_{NEAA}	81.69	80.29	79.87	80.62 ± 0.95	1.18	80.80	80.00	80.37	80.39 ± 0.40	0.50

注: * 表示必需氨基酸; # 表示半必需氨基酸; * 表示鲜味氨基酸

Note: * stands for essential amino acids; # stands for semi-essential amino acids; * stands for flavor amino acids

2.2.2 肌肉营养品质评价。野生和养殖大刺鳅的 AAS、CS 和 EAAI 见表 4, 并与 FAO/WHO 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。按照 AAS 评价标准, 野生大刺鳅幼鱼和成鱼的第一限制性氨基酸为缬氨酸, 第二限制性氨基酸为蛋氨酸 + 胱氨酸, 性未成熟期鱼种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; 养殖大刺鳅幼鱼的第一限制性氨基酸为缬氨酸, 第二限制性氨基酸为蛋氨酸 + 胱氨酸, 性未成熟期和成鱼期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; 养殖大刺鳅 AAS 均高于野生大刺鳅。按照 CS 标准评价, 野生与养殖大刺鳅的第一限制性氨基酸均为蛋氨酸 + 胱氨酸, 第二限制性氨基酸均为缬氨酸, 养殖大刺鳅 CS 与野生大刺鳅相近。野生大刺鳅的性未成熟期(97.59)和成鱼期(96.41)必需氨基酸指数高于性未成熟期(92.36)和成鱼期(95.88)的养殖大刺鳅, 而野生幼鱼必需氨基酸指数(93.19)则低于养殖幼鱼(96.25), 野生大刺鳅平均 EAAI 略高于养殖大刺鳅。

由此可见, 野生和养殖大刺鳅肌肉中必需氨基酸比例均

衡, 营养价值较高, 养殖大刺鳅的营养品质接近野生大刺鳅。依据 AAS 和 CS 评价标准, 野生与养殖大刺鳅必需氨基酸中均以赖氨酸的含量最高, 这对于以大米、面粉等谷物为主食的人群可以起到极好的营养补充作用。

2.3 肌肉中脂肪酸的组成 试验共检测了 35 种脂肪酸, 性未成熟期、成鱼期野生大刺鳅和成鱼期养殖大刺鳅肌肉中只检出 6 种脂肪酸, 幼鱼期和性未成熟期的养殖大刺鳅肌肉只检出 5 种脂肪酸, 硬脂酸未检出, 野生大刺鳅幼鱼肌肉中只检出棕榈酸和油酸 2 种脂肪酸。野生和养殖大刺鳅肌肉中脂肪酸总含量从高到低依次为成鱼期、性未成熟期、幼鱼期, 其中以油酸和棕榈酸含量较高。

在饱和脂肪酸中, 野生和养殖大刺鳅均以棕榈酸为主要成分, 含量分别为 0.11% ~ 0.26% 和 0.18% ~ 0.21%, 性未成熟期和成鱼期野生大刺鳅肌肉中的饱和脂肪酸总量明显高于性未成熟期和成鱼期的养殖大刺鳅。在不饱和脂肪酸中, 野生和养殖大刺鳅均以油酸为主要成分, 含量分别为 0.12% ~ 0.33% 和 0.24% ~ 0.36%, 养殖大刺鳅的性未成熟期和成鱼期多不饱和脂肪酸总量高于未成熟期和成鱼期野

野生和养殖大刺鲃不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸的比值分别为 1.09 ~ 2.25 和 2.88 ~ 3.06; 野生大刺鲃不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸的比值随着鱼体生长而逐渐升高, 而养殖大刺鲃则随着鱼体生长而逐渐下降(表 5)。

表 4 不同生长阶段野生大刺鲃和养殖大刺鲃肌肉必需氨基酸组成评价

Table 4 The composition and evaluation of essential amino acids in the muscles of wild and cultured *M. armatus* in different growth stages

类型 Type	生长阶段 Growth stages	氨基酸评分 AAS							必需氨基酸指数 EAAI
		苏氨酸 Thr	缬氨酸 Val	赖氨酸 Lys	异亮氨酸 Ile	亮氨酸 Leu	苯丙氨酸 + 酪氨酸 Phe + Tyr	蛋氨酸 + 胱氨酸 Met + Cys	
野生大刺鲃 Wild <i>M. armatus</i>	幼鱼期	1.24	1.03	1.83	1.21	1.20	1.39	1.09	
	性未成熟期	1.10	0.80	1.48	0.95	1.04	0.98	0.66	
	成鱼期	1.26	1.04	1.88	1.25	1.25	1.44	1.17	
养殖大刺鲃 Cultured <i>M. armatus</i>	幼鱼期	1.28	1.06	1.89	1.26	1.24	1.46	1.11	
	性未成熟期	1.24	1.02	1.84	1.22	1.21	1.42	0.99	
	成鱼期	1.29	1.06	1.91	1.28	1.25	1.48	1.02	

类型 Type	生长阶段 Growth stages	化学评分 CS							必需氨基酸指数 EAAI
		苏氨酸 Thr	缬氨酸 Val	赖氨酸 Lys	异亮氨酸 Ile	亮氨酸 Leu	苯丙氨酸 + 酪氨酸 Phe + Tyr	蛋氨酸 + 胱氨酸 Met + Cys	
野生大刺鲃 Wild <i>M. armatus</i>	幼鱼期	1.06	0.78	1.41	0.91	0.99	0.94	0.62	93.19
	性未成熟期	1.10	0.80	1.48	0.95	1.04	0.98	0.66	97.59
	成鱼期	1.08	0.79	1.45	0.94	1.03	0.97	0.67	96.41
养殖大刺鲃 Cultured <i>M. armatus</i>	幼鱼期	1.09	0.80	1.46	0.95	1.02	0.98	0.63	96.25
	性未成熟期	1.06	0.77	1.42	0.92	0.99	0.96	0.56	92.36
	成鱼期	1.10	0.80	1.47	0.96	1.03	1.00	0.58	95.88

表 5 不同生长阶段野生大刺鲃和养殖大刺鲃肌肉脂肪酸组成及含量

Table 5 The composition and content of fatty acids in the muscles of wild and cultured *M. armatus* in different growth stages

类型 Type	生长阶段 Growth stages	棕榈酸 Palmitic acid (C16:0) %	棕榈油酸 Palmitoleic acid (C16:1) %	硬脂酸 Stearic acid (C18:0) %	油酸 Oleic acid (C18:1) %	亚油酸 Linoleic acid (C18:2) %	二十二碳 六烯酸 Docosahexaenoic acid (C22:6) // %	ΣSFA %	ΣMUFA %	ΣPUFA %	DHA %	ΣUFA/ ΣSFA
野生大刺鲃 Wild <i>Mastacem- belus ar- matus</i>	幼鱼期	0.11	—	—	0.12	—	—	0.11	0.12	—	—	1.09
	性未成熟期	0.20	0.11	0.05	0.26	0.09	0.09	0.25	0.37	0.18	0.09	2.20
	成鱼期	0.26	0.15	0.06	0.33	0.12	0.12	0.32	0.48	0.24	0.12	2.25
	平均值	0.19 ± 0.08	0.09 ± 0.08	0.04 ± 0.03	0.24 ± 0.11	0.07 ± 0.06	0.07 ± 0.06	0.23 ± 0.11	0.32 ± 0.18	0.14 ± 0.12	0.07 ± 0.06	1.85 ± 0.66
	变异系数	39.74	89.62	87.67	45.18	89.21	89.21	47.17	57.06	89.21	89.21	35.51
养殖大刺鲃 Cultured <i>Mastacem- belus ar- matus</i>	幼鱼期	0.18	0.08	—	0.24	0.14	0.09	0.18	0.32	0.23	0.09	3.06
	性未成熟期	0.19	0.10	—	0.26	0.10	0.10	0.19	0.36	0.20	0.10	2.95
	成鱼期	0.21	0.11	0.05	0.36	0.12	0.16	0.26	0.47	0.28	0.16	2.88
	平均值	0.19 ± 0.02	0.10 ± 0.02	0.02 ± 0.03	0.29 ± 0.06	0.12 ± 0.02	0.12 ± 0.04	0.21 ± 0.04	0.38 ± 0.08	0.24 ± 0.04	0.12 ± 0.04	2.96 ± 0.09
	变异系数	7.90	15.80	173.21	22.43	16.67	32.45	20.76	20.26	17.08	32.45	3.06

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;ΣUFA 为不饱和脂肪酸总量

Note:ΣSFA stands for total saturated fatty acids;ΣMUFA stands for total monounsaturated fatty acids;ΣPUFA stands for total polyunsaturated fatty acids;ΣUFA stands for total unsaturated fatty acids

3 讨论与结论

3.1 野生和养殖大刺鲃的幼鱼期、性未成熟期和成鱼期一

般营养成分的比较 鱼体肌肉的营养成分是决定鱼肉品质的重要指标。该研究结果表明,野生和养殖大刺鲃成鱼的肌肉中都含有较高的蛋白质和脂肪,分别为 19.0%、20.0% 和 2.5%、2.3%,肌肉蛋白质含量高于日本鳗鲡(18.6%)和花鳗鲡(18.47%)^[9]、鳊鱼(16.75%)^[10]、黄颡鱼(15.37%)^[11]、南方大口鲈(15.1%)^[12]、淡水石斑鱼(18.9%)^[13]、草鱼(16.6%)^[14]和泥鳅(17.9%)^[15],但低于刺鲃(21.4%)^[5];该研究中野生和养殖大刺鲃成鱼肌肉脂肪含量高于鳊鱼(1.5%)^[10]、南方大口鲈(1.47%)^[12],但低于日本鳗鲡(19.8%)与花鳗鲡(8.6%)^[9]、淡水石斑鱼(3.0%)^[13]和黄颡鱼(4.3%)^[11]。因此,大刺鲃是一种高蛋白、低脂肪的优质淡水鱼类,符合人们对高品质膳食的营养需求。

该研究中养殖和野生大刺鲃粗蛋白和粗脂肪含量随鱼体增长而逐渐增加,养殖大刺鲃肌肉粗蛋白含量均高于野生大刺鲃,这可能与野生大刺鲃肌肉水分含量高、饵料组成和能量含量有关。养殖和野生大刺鲃全鱼脂肪含量明显高于肌肉,说明大刺鲃脂肪主要集中在腹部肌肉和内脏中;养殖大刺鲃成鱼期肌肉中的粗脂肪含量低于野生成鱼,而幼鱼期和性未成熟期的粗脂肪含量却高于野生群体,主要原因是野生大刺鲃觅食能力随着鱼体生长而逐步增强,与人工养殖的配合饲料相比,其饵料生物的组成也更加丰富多样,为成鱼提供了丰富均衡的脂肪源。

3.2 肌肉氨基酸组成与品质评价 氨基酸的组成与含量是决定蛋白质优劣的重要指标。该研究结果表明,3 个不同生长阶段的野生与养殖大刺鲃肌肉氨基酸含量的排列顺序基本一致,以谷氨酸、天冬氨酸和赖氨酸的含量较高,这一组成

特点与黑莓鲈^[16]、鳊^[9]、中华倒刺鲃^[17]、黄斑篮子鱼、鲢、施氏鲟^[18]氨基酸组成相似。谷氨酸、天冬氨酸、甘氨酸和丙氨酸这4种鲜味氨基酸含量决定了鱼肉的鲜美度。该试验结果表明养殖大刺鲃鲜味氨基酸总量(7.73%)高于野生大刺鲃(7.28%),说明3个不同生长阶段的野生和养殖的大刺鲃均具有风味鲜美的特性,养殖大刺鲃风味已达到甚至优于野生大刺鲃。

该研究中野生和养殖大刺鲃不同生长阶段肌肉的氨基酸组成中 W_{EAA}/W_{TAA} 、 W_{DAA}/W_{TAA} 和 W_{EAA}/W_{NEAA} 的比值不存在明显变化,这与何琳等^[19]报道的团头鲂不同生长阶段水解氨基酸组成和含量不存在显著时间变化,李行先等^[20]报道的丁鲃幼鱼、成鱼和亲鱼3个不同生长阶段肌肉中 ΣEAA 、 $\Sigma HEAA$ 、 $\Sigma NEAA$ 和 ΣAA 无显著性差异的结果基本一致。该研究表明野生和养殖大刺鲃幼鱼、性未成熟期鱼种和成鱼肌肉的 W_{EAA}/W_{TAA} 均在40%以上, W_{EAA}/W_{NEAA} 接近或超过80%,符合FAO/WHO标准模式对较好的蛋白质氨基酸组成的要求^[21]。

该研究表明,野生和养殖大刺鲃肌肉中EAAI达到92.36~97.59,显著高于其他淡水鱼类和海水鱼类,EAAI越高,表明氨基酸组成越平衡,蛋白质质量高,利用率高。野生和养殖大刺鲃肌肉中各必需氨基酸的AAS均大于0.8,CS均大于0.6,说明养殖和野生大刺鲃不同生长阶段肌肉中的必需氨基酸组成均衡,含量丰富,有利于人体吸收。根据AAS和CS,性未成熟期野生群体、性未成熟期和成鱼期养殖群体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,而野生幼鱼和成鱼、养殖幼鱼的限制性氨基酸却不相同,根据AAS可判断其第一限制性氨基酸为缬氨酸,第二限制性氨基酸为蛋氨酸+胱氨酸,这与伍远安等^[5]的研究结果存在差异,推测可能与所取大刺鲃样本的生活环境不同有关。

3.3 肌肉中脂肪酸组成和含量比较 该试验中野生和养殖大刺鲃不同生长阶段的肌肉中共检测到6种脂肪酸,脂肪酸种类相对匮乏,与伍远安^[5]、朱定贵^[6]等的研究结果存在差异,除了棕榈酸含量在养殖大刺鲃不同生长阶段变化不大外,其余脂肪酸含量在不同生长阶段变化较大,变异系数高达89.62%和173.21%,这可能是由大刺鲃样本食物链组成差异造成的。该研究中3种不同规格的野生和养殖大刺鲃肌肉中不饱和脂肪酸含量丰富,野生和养殖不同生长阶段的群体肌肉中的不饱和脂肪酸含量分别占脂肪酸总量的52.17%、68.75%、69.23%和75.34%、74.67%、74.25%,多不饱和脂肪酸以亚油酸、二十二碳六烯酸(DHA)为主,为必需脂肪酸,能增加大刺鲃肌肉香味,增强肌肉多汁性口感。性未成熟期、成鱼期野生群体和幼鱼期、性未成熟期、成鱼期养殖群体肌肉中的亚油酸含量分别占脂肪酸总量的11.25%、11.54%和19.18%、13.33%、11.88%,DHA分别占

脂肪酸总量的11.25%、11.54%和12.33%、13.33%和15.84%。不饱和脂肪酸的含量和必需脂肪酸含量是衡量脂肪营养价值的重要指标。该试验结果表明,野生和养殖大刺鲃均含有较高比例的不饱和脂肪酸,且养殖大刺鲃的不饱和脂肪酸含量明显高于野生大刺鲃,说明养殖大刺鲃优于野生大刺鲃,成鱼的脂肪营养价值较高。

综上所述,野生和养殖大刺鲃肌肉中都含有较高的蛋白质含量和较低的脂肪含量,养殖大刺鲃肌肉粗蛋白含量高于野生大刺鲃。野生和养殖大刺鲃肌肉中均检测到17种氨基酸,二者平均氨基酸总量分别为(19.41±0.72)%和(20.51±0.41)%, W_{EAA}/W_{TAA} 分别为(40.56±0.20)%和(40.45±0.13)%,其必需氨基酸组成符合FAO/WHO的评价标准;野生和养殖大刺鲃富含鲜味氨基酸,二者的鲜味氨基酸平均总含量分别为(7.28±0.27)%和(7.73±0.08)%。野生和养殖大刺鲃均含有较高比例的不饱和脂肪酸和必需脂肪酸,且养殖大刺鲃的含量明显高于野生大刺鲃。以鳊配合饲料饲养的大刺鲃养殖群体肌肉营养价值优于野生群体。

参考文献

- [1] 马文理. 大刺鲃池塘驯养技术试验初探[J]. 农民致富之友, 2012(12): 86, 135.
- [2] 林伟强, 廖显平, 陈挺, 等. 大刺鲃人工繁殖技术研究[J]. 海洋与渔业, 2016(7): 50-53.
- [3] 曾庆祥, 方园, 曾学平, 等. 大刺鲃的生物学特性与人工繁殖技术[J]. 中国水产, 2016(3): 70-73.
- [4] 陈忠. 大刺鲃的生物学及其养殖技术概要[J]. 中国水产, 2005(10): 22-24.
- [5] 伍远安, 梁志强, 李传武, 等. 两种刺鲃肌肉营养成分分析及评价[J]. 营养学报, 2010, 32(5): 499-502.
- [6] 朱定贵. 生殖季节野生大刺鲃雌雄鱼脂肪酸组成研究[J]. 中国农学通报, 2012, 28(2): 65-68.
- [7] PELLET P L, YOUNG V R. Nutritional evaluation of protein foods[M]. Tokyo: The United National University, 1980: 26-29.
- [8] 桥本芳郎. 养鱼饲料学[M]. 蔡完其, 译. 北京: 农业出版社, 1980: 114-115.
- [9] 罗鸣钟, 关瑞章, 靳恒. 五种鳊的含肉率及肌肉营养成分分析[J]. 水生生物学报, 2015, 39(4): 714-722.
- [10] 严安生, 熊传喜, 钱健旺, 等. 鳊含肉率及鱼肉营养成分的研究[J]. 华中农业大学学报, 1995, 14(1): 80-84.
- [11] 黄钧, 陈琴, 陈意明, 等. 黄颡鱼的含肉率及肌肉营养价值研究[J]. 广西农业生物科学, 2001, 20(1): 45-50.
- [12] 陈定福, 何学福, 周启贵. 南方大口鲶和鲢鱼的含肉率及鱼肉的营养成分[J]. 动物学杂志, 1990, 25(1): 7-9.
- [13] 黄海, 杨宁, 张希. 淡水石斑鱼含肉率和肌肉营养成分分析[J]. 水产科技情报, 2012, 39(2): 87-91.
- [14] 程汉良, 蒋飞, 彭永兴, 等. 野生与养殖草鱼肌肉营养成分比较分析[J]. 食品科学, 2013, 34(13): 266-270.
- [15] 赵振山, 高贵琴, 印杰, 等. 泥鳅和大鳞副泥鳅营养成分分析[J]. 水利渔业, 1999, 19(2): 16-17.
- [16] 钟全福. 黑莓鲈的含肉率及营养价值评价[J]. 福建农业学报, 2016, 31(10): 1116-1121.
- [17] 郝旭文, 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.
- [18] 尹洪滨, 孙中武, 孙大江, 等. 6种养殖鲟鳊鱼肌肉营养成分的比较分析[J]. 大连水产学院学报, 2004, 19(2): 92-96.
- [19] 何琳, 江敏, 戴习林, 等. 团头鲂不同生长阶段肌肉营养成分分析及评价[J]. 食品科学, 2014, 35(3): 221-226.
- [20] 李行先, 陆清儿, 赵芸, 等. 丁鲃不同发育阶段鱼体常规养分和氨基酸组成的比较分析[J]. 杭州农业科技, 2005(2): 28-29.
- [21] 林建斌, 陈度煌, 朱庆国, 等. 3种石斑鱼肌肉营养成分比较初探[J]. 福建农业学报, 2010, 25(5): 548-553.