



半咸水和淡水养殖模式下刀鲚肌肉的营养成分

施永海*, 徐嘉波, 袁新程, 杨明, 张忠华, 谢永德, 税春
(上海市水产研究所, 上海市水产技术推广站, 上海 200433)

摘要: 为了探究半咸水和淡水养殖模式对刀鲚营养积累的影响, 采用生化实验的方法分析并比较了半咸水(盐度 10~15)和淡水(盐度 0.4~1.0)池塘生态养殖模式下刀鲚肌肉的营养成分。结果显示, 半咸水组刀鲚肌肉的粗脂肪含量(7.27%)显著高于淡水组(4.30%); 半咸水组的刀鲚肌肉的水分含量和灰分含量(72.54%和 1.32%)均显著低于淡水组(76.85%和 2.06%), 二者的粗蛋白含量无显著差异。除了色氨酸和胱氨酸在两种模式间没有显著差异外, 其余 16 种氨基酸在半咸水组中的含量均显著低于淡水组。半咸水组的刀鲚肌肉的 TAA、EAA、HEAA、NEAA 和 DAA 均低于淡水组, 而 EAA/TAA 和 EAA/NEAA 在两种模式之间无显著变化, 半咸水组的鲜味氨基酸和氨基酸总量比率(DAA/TAA)(40.32)显著低于淡水组(40.68)。半咸水组的刀鲚必需氨基酸指数(EAAI)(58.59)低于淡水组(72.04), 而 *F* 值(2.44)高于淡水组(2.35)。在检出的 28 种脂肪酸中, 有 11 种脂肪酸的含量在两种模式之间有显著差异。在主要的脂肪酸中, 半咸水组刀鲚的 C16:0、C18:0、C18:1n9c、C22:5n3(DPA)和 C22:6n3(DHA)的含量显著高于淡水组, 而 C18:2n6c 和 C18:3n3 的含量显著低于淡水组。半咸水组的 SFA、MUFA 和 EPA+DHA 含量均显著高于淡水组, $\sum n3PUFA/\sum n6PUFA$ (3.93)显著高于淡水组(2.10)。研究表明, 淡水养殖模式刀鲚肌肉蛋白质更有营养价值、味道更为鲜美, 但半咸水养殖模式有利于刀鲚体内脂肪的积累以及 MUFA (特别是 C18:1n9c)的蓄积, 半咸水环境的渗透压可能处于刀鲚体内的等渗点附近, 这更有利于体内营养物质的积累和鱼体的生长。建议刀鲚养成阶段采用半咸水, 销售前强化养殖阶段采用淡水。本实验为探究不同盐度养殖模式下刀鲚体内营养储存特征提供了科学依据。

关键词: 刀鲚; 肌肉; 营养成分; 氨基酸; 脂肪酸; 盐度

中图分类号: S 965.2

文献标志码: A

刀鲚 (*Coilia nasus*) 又名长颌鲚, 俗名刀鱼, 隶属鲱形目 (Clupeiformes) 鲱科 (Engraulidae) 鲱属 (*Coilia*), 是江海洄游鱼类, 中国通海的江河水系及近海均有分布^[1-3], 以长江刀鲚远近闻名, 市场上常把刀鲚分为长江洄游的“江刀”、淡水水域定居型的“湖刀”和近海洄游前的“海刀”3 种^[4]。中国政府实施的长江十年禁捕, “江刀”和“湖刀”也禁止捕捞和销售, 在市场能销售的只有养殖的刀鱼和“海刀”。随着长江“禁捕线”的东扩, 海捕刀鲚

的区域也随之减少, 2021 年“海刀”一度炒至 14 000~16 000 元/kg。

盐度是养殖水环境的重要因子, 盐度的改变可直接影响水产动物体内的渗透压调节等生理活动, 进而影响水产动物的摄食^[5]、生长发育^[6-8]、存活^[6-7]、生理生化^[8-10]、能量代谢^[8-10]、消化^[11]、免疫^[10-12]和肌肉品质^[12-15]等。当鱼类生活的环境盐度变化时, 鱼类需要消耗额外的能量, 通过酶和转运蛋白生物合成和功能发挥来调节其机体的

收稿日期: 2021-10-12 修回日期: 2022-11-23

资助项目: 上海市科技兴农项目 [沪农科推字 (2019 第 2-5 号)]; 上海长江口主要经济水生动物人工繁育工程技术研究中心 (13DZ2251800)

通信作者: 施永海 (照片), 从事水产养殖、水环境监测及繁殖生物学研究, E-mail: yonghais@163.com



渗透压^[6,8,16]。目前, 相关研究主要集中于盐度对刀鲚仔稚鱼生长^[7,9]、存活^[7]、抗氧化应激^[9]、渗透压调节^[9]、非特异性免疫水平^[11]、消化酶活性^[11]、生理生化^[10]和水通道蛋白1的表达量^[17]等的影响, 而盐度对刀鲚营养成分影响的研究较少, 仅有野生刀鲚两种生态类群(“江刀”和“海刀”)鱼肉营养成分组成的比较^[4]。野生和人工养殖的鱼类对盐度的适应性不一样, 对营养积累也不一样。本研究对淡水和半咸水生态养殖模式下刀鲚的肌肉进行营养成分分析、品质评价与比较, 旨在全面分析不同盐度养殖模式下刀鲚体内营养储存特征, 为人工养殖刀鲚提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

实验用刀鲚为上海市水产研究所奉贤五四实验基地自行繁育, 经过池塘养殖至次年3—4月的1龄幼鱼(表1)。实验池塘为露天池塘, 水深约1.5 m。实验用淡水为当地河水(盐度0.4~1.0), 半咸水为当地河口水(盐度10~15)。

1.2 实验设计与管理

养殖实验设2组, 即半咸水生态养殖塘(W1-6[#], 6 000 m², 半咸水组)和淡水生态养殖塘(淡水组)(W4[#], 1 667 m²)。半咸水组: 刀鲚混养于菊黄东方鲀(*Takifugu flavidus*)养殖池塘(规格54.9 g、放养密度12 720尾/hm²), 同时套养脊尾白虾(*Exopalaemon carinicauda*, 放养密度22.5 kg/hm²)。淡水组: 刀鲚混养于暗纹东方鲀(*T. obscurus*)养殖池塘(规格167.55 g、放养密度12 000尾/hm²), 同时套养日本沼虾(*Macrobrachium nipponense*) (放养密度27 kg/hm²)。

实验期间, 暗纹东方鲀投喂粗蛋白含量为45%的鳗鱼粉状饲料, 和水做成面团状, 每天投喂2次(8:30和14:30), 以投喂2 h后无残饵为准。刀鲚的饵料以本池塘中生物活饵为主, 生物饵料主要包括大型桡足类、枝角类和仔虾、幼虾等, 不投喂人工饲料。每2周检测池塘中的饵料

生物, 生物量低于1个/L, 需及时补充^[14]。每2周换水1/3, 用水经60目网过筛后使用。养殖实验从2020年的3—4月开始, 至10月下旬结束。养殖水质指标: 自然水温为15.6~32.4 °C, pH为8.22~8.63, DO≥6.95 mg/L, TAN≤0.25 mg/L, NO₂-N≤0.13 mg/L。

1.3 取样与测定方法

刀鲚养殖实验结束时, 每组随机捞取12尾, 平均分为3个重复(表1)。然后在冰盘上解剖去皮、去内脏, 取肌肉并保存于-80 °C冰箱^[18]。本实验所有操作严格遵守实验动物福利伦理和动物实验安全审查规范, 并按照水产动物实验伦理审查委员会制定的规章制度执行。

肌肉的水分、粗蛋白、粗脂肪和粗灰分含量分别按照GB/T 5009.3—2003 105 °C烘干法、GB/T 6432—1994 凯氏定氮法、氯仿甲醇法和GB/T 5009.4—2003 550 °C灼烧法等测定^[18]。肌肉冻干样中的胱氨酸和色氨酸含量分别按GB/T 15399—1994 氧化酸解法和GB/T 18246—2000 碱水解法测定^[18], 其余氨基酸含量按GB/T 5009.124—2003 盐酸水解法测定^[18]。脂肪酸相对含量按照GB/T 22223—2008的峰面积归一化法测定^[18]。

1.4 营养品质评价方法

肌肉蛋白质品质评价方法采用氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)、必需氨基酸指数(EAAI)及支链氨基酸与芳香族氨基酸的比值(F值)等, 方法参照相关文献^[18-20]。

1.5 数据分析

用SPSS 17.0软件处理数据, 采用mean±SD表示, 用独立样本t检验比较淡水组和半咸水组之间的差异^[21], P<0.05表示差异显著。

2 结果

2.1 常规营养成分

半咸水组刀鲚肌肉的粗脂肪含量(7.27%)显

表1 刀鲚池塘养殖的基本情况

Tab. 1 Basic conditions of *C. nasus* cultured in pond

组别 groups	塘号 pond	放养日期 (mm-dd) date	放养密度/(尾/hm ²) culture density	初始体长/cm initial body length	初始体重/g initial body weight	收获日期 (mm-dd) date	终末体长/cm final body length	终末体重/g final body weight
半咸水组 brackish water group	W1-6 [#]	03-17	3 000	10.32±2.75	5.02±4.44	10-20	22.12±1.55	38.91±7.77
淡水组 freshwater group	W4 [#]	04-22	3 000	11.94±0.54	5.17±0.68	10-19	18.95±2.25	22.23±6.98

著高于淡水组 (4.30%) ($P<0.05$)。半咸水组刀鲚肌肉的水分含量和灰分含量 (72.54% 和 1.32%) 均显著低于淡水组 (76.85%和 2.06%) ($P<0.05$), 两组的

粗蛋白含量 (20.68% 和 22.06%)差异不显著 ($P>0.05$) (表 2)。

表 2 半咸水和淡水组刀鲚肌肉的常规营养成分

Tab. 2 Common nutrient composition in muscle of *C. nasus* cultured in brackish and fresh water groups %

组别 groups	水分 moisture	粗蛋白 crude protein	粗脂肪 crude lipid	粗灰分 crude ash
半咸水组 brackish water group	72.54±1.23 ^a	20.68±2.21 ^a	7.27±0.83 ^a	1.32±0.11 ^a
淡水组 freshwater group	76.85±0.51 ^b	22.06±1.34 ^a	4.30±0.74 ^b	2.06±0.04 ^b

注: 同列中不同字母表示组间差异显著($P<0.05$)。

Notes: Values within a column with different letters are significantly different ($P<0.05$).

2.2 氨基酸组成及含量

半咸水和淡水组的刀鲚肌肉冻干样中含量较多的 4 种氨基酸均为谷氨酸、天冬氨酸、赖氨酸和亮氨酸 (表 3)。除了色氨酸和胱氨酸在两组间没有显著差异, 其余 16 种氨基酸在半咸水组中的含量均显著低于淡水组 ($P<0.05$), 导致半咸水组刀鲚肌肉中 TAA、EAA、HEAA、NEAA 和 DAA 占肌肉干重百分含量均低于淡水组 ($P<0.05$), 而 EAA/TAA、EAA/NEAA 在两组间无显著差异, 半咸水组 DAA/TAA (40.32) 显著低于淡水组 (40.68) ($P<0.05$)。

2.3 营养品质评价

半咸水组的刀鲚必需氨基酸指数 (EAAI) (58.59) 显著低于淡水组 (72.04), 而 F 值 (2.44) 高于淡水组 (2.35) (表 4)。

2.4 脂肪酸组成及含量

检测了 C6~C24 的 37 种脂肪酸, 结果显示, 半咸水和淡水组刀鲚肌肉干样中有 28 种脂肪酸 (表 5), 两组中脂肪酸含量排名前 3 的脂肪酸均为 C18:1n9c、C16:0 和 C16:1。

比较半咸水和淡水组刀鲚肌肉干样中各脂肪酸的实际含量, 其中 17 种脂肪酸的含量 [C12:0、C14:0、C15:0、C17:0、C20:0、C22:0、C24:0、C14:1、C16:1、C18:1n9t、C20:1n9、C22:1n9、C24:1n9、C18:2n6t、C22:2、C20:4n6、C20:5n3(EPA)] 在两种模式之间无显著差异, 其余 11 种脂肪酸的含量在两组间有显著差异 ($P<0.05$) (表 5)。半咸水组的 C16:0、C18:0、C18:1n9c、C22:5n3 (DPA) 和 C22:6n3 (DHA) 的含量 (67.30、9.75、117.26、3.97 和 15.50 mg/g) 显著高于淡水组 (41.19、6.47、66.77、2.64 和 6.60 mg/g) ($P<0.05$), 而半咸水组

表 3 半咸水和淡水组刀鲚肌肉的氨基酸组成及含量 (干重基础)

Tab. 3 Amino acid composition and content in muscle of *C. nasus* cultured in brackish and fresh water groups (dry weight basis) %

氨基酸 amino acid	半咸水组 brackish water group	淡水组 freshwater group
天冬氨酸 Asp ¹⁾	5.70±0.32 ^a	7.02±0.31 ^b
苏氨酸 Thr [*]	2.50±0.12 ^a	3.04±0.12 ^b
丝氨酸 Ser	2.30±0.12 ^a	2.83±0.11 ^b
谷氨酸 Glu ¹⁾	9.91±0.57 ^a	12.19±0.53 ^b
甘氨酸 Gly ¹⁾	3.61±0.09 ^a	4.54±0.24 ^b
丙氨酸 Ala ¹⁾	3.69±0.15 ^a	4.46±0.17 ^b
缬氨酸 Val [*]	2.77±0.13 ^a	3.37±0.11 ^b
蛋氨酸 Met [*]	1.64±0.12 ^a	2.08±0.09 ^b
异亮氨酸 Ile [*]	2.49±0.13 ^a	3.04±0.17 ^b
亮氨酸 Leu [*]	4.86±0.24 ^a	5.80±0.26 ^b
酪氨酸 Tyr	1.64±0.09 ^a	2.12±0.10 ^b
苯丙氨酸 Phe [*]	2.51±0.14 ^a	3.08±0.12 ^b
赖氨酸 Lys [*]	5.27±0.26 ^a	6.43±0.28 ^b
组氨酸 His ^{**}	1.33±0.04 ^a	1.69±0.04 ^b
精氨酸 Arg ^{**}	3.67±0.14 ^a	4.37±0.22 ^b
脯氨酸 Pro	2.01±0.12 ^a	2.25±0.08 ^b
色氨酸 Trp [*]	0.47±0.01 ^a	0.52±0.04 ^a
胱氨酸 Cys	0.47±0.09 ^a	0.50±0.03 ^a
氨基酸总量 TAA	56.84±2.67 ^a	69.34±2.91 ^b
必需氨基酸 EAA	22.50±1.14 ^a	27.37±1.17 ^b
半必需氨基酸 HEAA	5.00±0.18 ^a	6.06±0.25 ^b
非必需氨基酸 NEAA	29.22±1.36 ^a	35.92±1.49 ^b
鲜味氨基酸 DAA	22.92±1.13 ^a	28.21±1.22 ^b
EAA/TAA	39.58±0.15 ^a	39.46±0.07 ^a
EAA/NEAA	76.69±0.34 ^a	76.19±0.22 ^a
DAA/TAA	40.32±0.17 ^a	40.68±0.06 ^b

注: TAA.总氨基酸, EAA.必需氨基酸, HEAA.半必需氨基酸, NEAA.非必需氨基酸, DAA.鲜味氨基酸; 1) 鲜味氨基酸, *表示必需氨基酸, **表示半必需氨基酸。同行中不同字母表示差异显著 ($P<0.05$), 下同。

Notes: TAA. total amino acids, EAA. essential amino acids, HEAA. semi-essential amino acids, NEAA. non-essential amino acids, DAA is delicious amino acids; 1) delicious amino acid, * is essential amino acid, ** is semi-essential amino acid; mean values within a line with different letters were significantly different ($P<0.05$), the same below.

表 4 半咸水和淡水组刀鲚肌肉营养品质评价

必需氨基酸 EAA	Tab. 4 Nutritional quality in muscle of <i>C. nasus</i> cultured in brackish and fresh water groups		mg/g					
	半咸水组 brackish water group	淡水组 freshwater group	FAO评分模式 ^[19] FAO evaluation mode	鸡蛋蛋白 ^[20] egg white	半咸水组 brackish water group		淡水组 freshwater group	
					AAS	CS	AAS	CS
异亮氨酸 Ile	197.66	245.50	250	331	0.79	0.60	0.98	0.74
亮氨酸 Leu	385.07	468.84	440	534	0.88	0.72	1.07	0.88
赖氨酸 Lys	417.55	519.51	340	441	1.23	0.95	1.53	1.18
苏氨酸 Thr	198.19	245.64	250	292	0.79	0.68	0.98	0.84
缬氨酸 Val	219.52	272.38	310	411	0.71 ²⁾	0.53	0.88 ²⁾	0.66
色氨酸 Trp	37.05	41.70	60	99	0.62 ¹⁾	0.37 ¹⁾	0.70 ¹⁾	0.42 ¹⁾
蛋氨酸+胱氨酸 Met+Cys	166.13	208.86	220	386	0.76	0.43 ²⁾	0.95	0.54 ²⁾
苯丙氨酸+酪氨酸 Phe+Tyr	329.45	420.41	380	565	0.87	0.58	1.11	0.74
必需氨基酸指数 EAAI	58.59	72.04						
F值	2.44	2.35						

注: 1)第一限制性氨基酸; 2)第二限制性氨基酸^[19-20]。

Notes: 1) the first limited amino acid; 2) the second limited amino acid.

的 C18:2n6c 和 C18:3n3 的含量 (3.77 和 2.04 mg/g) 显著低于淡水组的 (7.24 和 7.72 mg/g) ($P < 0.05$)。C14:0、C16:1、C20:4n6 和 C20:5n3 (EPA) 的含量两组间无显著差异 ($P > 0.05$), 含量分别为 5.45 和 5.52 mg/g、16.86 和 14.81 mg/g、3.23 和 3.76 mg/g、8.92 和 9.52 mg/g (表 5)。

半咸水组总饱和脂肪酸 (Σ SFA, 85.73 mg/g) 和总单不饱和脂肪酸的含量 (Σ MUFA, 137.57 mg/g) 显著高于淡水组 (57.87 和 83.11 mg/g) ($P < 0.05$)。总多不饱和脂肪酸的含量 (40.99 和 44.56 mg/g) 和 Σ SFA/ Σ UFA (0.48 和 0.45) 在两组间均无显著差异 ($P > 0.05$) (表 5)。半咸水组的 EPA+DHA 总量 (24.42 mg/g) 显著高于淡水组 (16.12 mg/g) ($P < 0.05$)。两种模式间的 n3PUFA 总量 (30.76 和 27.29 mg/g) 无显著差异 ($P > 0.05$)。半咸水组的 n6PUFA 总量 (7.84 mg/g) 显著低于淡水组 (12.88 mg/g) ($P < 0.05$), 导致半咸水组的 Σ n3PUFA/ Σ n6PUFA (3.93) 显著高于淡水组 (2.10) ($P < 0.05$)。

3 讨论

3.1 半咸水和淡水养殖模式对刀鲚肌肉常规营养成分的影响

水产动物生活环境的盐度对其肌肉常规营养成分会产生影响。大多数研究证实, 因为高盐环境的渗透压相对较高, 鱼类因为渗透调节而造成体内水分的损失^[15], 在一定盐度范围内, 鱼类肌肉的水分含量随环境中盐度上升而下降, 如日本鳗鲡 (*Anguilla japonica*)^[15]、大黄鱼 (*Larimichthys*

crocea)^[13]、点篮子鱼 (*Siganus guttatus*)^[22]。养殖的刀鲚也符合此特征: 半咸水组的刀鲚肌肉的水分含量 (72.54%) 低于淡水组 (76.85%) (表 6)。但也有研究显示, 盐度对某些鱼类的肌肉水分含量无显著影响, 如黑棘鲷 (*Acanthopagrus schlegelii*)^[13] 和大菱鲆 (*Scophthalmus maximus*)^[23]。

水产动物体内的脂肪合成和代谢等会受其生活环境盐度的影响^[24-25], 通常鱼类生活高渗环境中, 即环境盐度偏离鱼类等渗点时, 鱼体脂解基因表达水平上升^[25], 脂肪代谢水平上升、脂肪合成降低^[26-27], 鱼体脂肪富集减少; 而当鱼类生活在等渗或者接近于等渗环境时, 鱼体内用于调节渗透压的能量就会减少, 脂肪代谢水平也会适当降低^[26-27]。半咸水组刀鲚的脂肪含量 (11.23%^[18] 和 7.27%) 显著高于淡水组 (5.51%^[28] 和 4.30%) (表 6), 说明刀鲚在半咸水养殖条件下用于调节渗透压的能量消耗较低, 这与以往的研究结果相一致, 刀鲚幼鱼适宜盐度范围为 6~15^[7, 11], 环境盐度 10 使刀鲚幼鱼能量消耗大幅降低^[10]。

3.2 半咸水和淡水养殖模式对刀鲚肌肉氨基酸组成及营养品质的影响

水产动物体内的氨基酸参与调节体内渗透压以适应其生活环境盐度变化, 鱼体内各氨基酸对外界渗透压改变的响应度不同, 导致鱼体内氨基酸组成差异^[14]。如低盐养殖点篮子鱼肌肉的氨基酸含量均比野生海水环境的高^[22]; 低盐养殖黑棘鲷肌肉中必需氨基酸的占比较海水养殖的高^[14]。本研究中, 除了色氨酸和胱氨酸含量差异不显著

表 5 半咸水和淡水组刀鲚肌肉脂肪酸组成及实际含量 (干重基础)

Tab. 5 Fatty acid composition and actual content in muscle of *C. nasus* cultured in brackish and fresh water groups (dry weight basis) mg/g

脂肪酸 fatty acids	半咸水组 brackish water group	淡水组 freshwater group
C12:0	0.45±0.08 ^a	0.32±0.04 ^a
C13:0	0.09±0.02 ^a	0.20±0.05 ^b
C14:0	5.45±0.23 ^a	5.52±1.19 ^a
C15:0	1.09±0.09 ^a	1.53±0.39 ^a
C16:0	67.30±3.50 ^a	41.19±5.64 ^b
C17:0	0.94±0.31 ^a	1.73±0.39 ^a
C18:0	9.75±0.73 ^a	6.47±0.74 ^b
C20:0	0.51±0.05 ^a	0.52±0.09 ^a
C22:0	0.10±0.01 ^a	0.27±0.11 ^a
C24:0	0.05±0.01 ^a	0.13±0.04 ^a
C14:1	0.14±0.03 ^a	0.13±0.02 ^a
C16:1	16.86±1.39 ^a	14.81±2.91 ^a
C17:1	1.41±0.11 ^a	0.10±0.03 ^b
C18:1n9t	0.41±0.21 ^a	0.53±0.10 ^a
C18:1n9c	117.26±11.73 ^a	66.77±6.66 ^b
C20:1n9	1.10±0.54 ^a	0.41±0.10 ^a
C22:1n9	0.07±0.03 ^a	0.09±0.02 ^a
C24:1n9	0.31±0.08 ^a	0.26±0.06 ^a
C18:2n6t	0.09±0.02 ^a	0.10±0.11 ^a
C18:2n6c	3.77±0.30 ^a	7.24±1.14 ^b
C20:2	1.48±0.09 ^a	3.08±0.84 ^b
C22:2	0.91±0.05 ^a	1.30±0.36 ^a
C18:3n3	2.04±0.15 ^a	7.72±2.62 ^b
C18:3n6	0.37±0.05 ^a	1.04±0.30 ^b
C20:3n3	0.32±0.01 ^a	0.82±0.21 ^b
C20:3n6	0.38±0.07 ^a	0.74±0.15 ^b
C20:4n6	3.23±0.25 ^a	3.76±0.66 ^a
C20:5n3 (EPA)	8.92±1.38 ^a	9.52±2.14 ^a
C22:5n3 (DPA)	3.97±0.12 ^a	2.64±0.41 ^b
C22:6n3 (DHA)	15.50±1.16 ^a	6.60±1.25 ^b
ΣSFA	85.73±4.55 ^a	57.87±8.67 ^b
ΣMUFA	137.57±13.52 ^a	83.11±9.89 ^b
ΣPUFA	40.99±2.30 ^a	44.56±9.72 ^a
EPA+DHA	24.42±1.32 ^a	16.12±3.34 ^b
Σn3PUFA	30.76±1.59 ^a	27.29±6.42 ^a
Σn6PUFA	7.84±0.68 ^a	12.88±2.13 ^b
EPA/DHA	0.58±0.11 ^a	1.44±0.13 ^b
ΣSFA/ΣUFA	0.48±0.02 ^a	0.45±0.00 ^a
Σn3PUFA/Σn6PUFA	3.93±0.20 ^a	2.10±0.16 ^b

注: EPA. 二十碳五烯酸(C20:5n3), DHA. 二十二碳六烯酸(C22:6n3), ΣSFA. 总饱和脂肪酸, ΣMUFA. 总单不饱和脂肪酸, ΣPUFA. 总多不饱和脂肪酸, ΣUFA. 总不饱和脂肪酸, Σn3PUFA是n3系多不饱和脂肪酸总量, Σn6PUFA是n6系多不饱和脂肪酸总量。
Notes: EPA. eicosapentaenoic acid (C20:5n3), DHA. docosahexaenoic acid (C22:6n3), ΣSFA. total saturated fatty acids, ΣMUFA. total mono-unsaturated fatty acids, ΣPUFA. total poly-unsaturated fatty acids, ΣUFA. total unsaturated fatty acids, Σn3PUFA is total n3 poly-unsaturated fatty acids, Σn6PUFA is total n6 poly-unsaturated fatty acids.

外, 淡水组刀鲚肌肉中其余 16 种氨基酸的含量均比半咸水组的高。这与日本鳗鲡的研究结果相似, 淡水养殖日本鳗鲡肌肉中, 除精氨酸、甘氨酸、丙氨酸和脯氨酸含量差异不显著外, 其余 13 种氨基酸的含量均显著比海水养殖的高^[15]。

蛋白质营养品质取决于其氨基酸的组成及含量^[15], 鱼类体内的氨基酸对外界环境盐度的变化产生响应, 进而造成了鱼类的肌肉品质变化。有研究发现, 淡水养殖日本鳗鲡肌肉氨基酸组成及蛋白质品质优于海水养殖^[15]。低盐黑棘鲷较海水黑棘鲷蛋白质营养价值更高^[14]。低盐养殖的大黄鱼肌肉氨基酸总量 (TAA)、必需氨基酸 (EAA) 和鲜味氨基酸 (DAA) 含量均比正常海水养殖的高^[13]。本研究也有类似的发现, 淡水组的刀鲚肌肉 TAA、EAA、半必需氨基酸 (HEAA)、非必需氨基酸 (NEAA)、DAA 和 DAA/TAA 均高于半咸水组, 说明淡水养殖刀鲚肌肉蛋白质营养价值更高、味道更为鲜美。

半咸水和淡水组刀鲚肌肉的 EAA/TAA 分别为 39.46%~39.58%, 接近 40%, 两模式的 EAA/NEAA 为 76.19%~76.69%, 远超过 60%, 说明刀鲚肌肉符合 FAO/WHO 推荐的“EAA/TAA 约为 40%、EAA/NEAA 为 60% 以上”的理想模式^[19], 刀鲚肌肉为高品质蛋白质来源。半咸水和淡水组刀鲚肌肉的 DAA/TAA 较高, 数值分别为 40.32% 和 40.68%, 这也印证了刀鲚肌肉的鲜美^[1]。

另外, 比较本研究池塘生态养殖刀鲚与野生刀鲚的肌肉蛋白质营养品质 (表 7)。本研究池养刀鲚肌肉 EAA/TAA (39.46%~39.58%) 略低于野生刀鲚 (39.60%~42.16%)^[4, 28-29]。池养刀鲚的 EAA/NEAA (76.19%~76.69%) 数值位于野生刀鲚数值范围的中间 (65.50%~85.59%)^[4, 28-29]。池养刀鲚 EAAI (58.59~72.04) 和 *F* 值 (2.35~2.44) 也均处于野生刀鲚的数值范围内 (22.32~78.59 和 1.25~2.49)。池养刀鲚的 DAA/TAA (40.32%~40.68%) 显著高于野生刀鲚 (16.97%~28.91%)^[4, 28-29]。说明本研究池塘生态养殖刀鲚的肌肉氨基酸营养品质与野生刀鲚相似, 但从 DAA/TAA 的数值看, 池养刀鲚肌肉的鲜度更高。

3.3 半咸水和淡水养殖模式对刀鲚肌肉脂肪酸组成及含量的影响

外部环境盐度的改变会导致养殖鱼类肌肉脂肪酸含量的变化, 即使投喂同一饵料, 不同盐度养殖条件对鱼类肌肉脂肪酸含量也有影响^[8], 如

表 6 不同来源养殖刀鲚肌肉的常规营养成分比较

Tab. 6 Comparison of common nutrient composition in muscle of *C. nasus* from different sources

来源 source	体长/cm body length	体重/g body weight	水分/% moisture	粗蛋白/% crude protein	粗脂肪/% crude lipid	粗灰分/% crude ash
池塘半咸水养殖(本研究) brackish water culture in pond (this study)	22.12	38.91	72.54	20.68	7.27	1.32
池塘淡水养殖(本研究) freshwater culture in pond (this study)	18.95	22.23	76.85	22.06	4.30	2.06
室内半咸水养殖 brackish water indoor culture ^[18]	15.07	12.39	68.22	15.62	11.23	1.33
池塘淡水养殖 freshwater culture in pond ^[28]	29.93	98.48	73.74	19.07	5.51	1.68

表 7 养殖与野生刀鲚肌肉的营养品质比较

Tab. 7 Comparison of nutritional quality of *C. nasus* from culture and wild

来源 source	(EAA/TAA)/%	(EAA/NEAA)/%	(DAA/TAA)/%	EAAI	F值 F value
池塘半咸水养殖(本研究) brackish water culture in pond (this study)	39.58	76.69	40.32	58.59	2.44
池塘淡水养殖(本研究) freshwater culture in pond (this study)	39.46	76.19	40.68	72.04	2.35
野生“江刀” wild river-anchovy ^[28]	41.55	84.03	--	76.81	2.40
野生“江刀” wild river-anchovy ^[4]	42.16	85.59	21.54	22.32	2.43
野生“海刀” wild sea-anchovy ^[4]	41.64	83.44	28.91	41.82	2.49
野生“江刀” wild river-anchovy ^[29]	39.60	65.50	16.97	78.59	1.25

注: --表示无数据。

Notes: "--" represents no data.

日本鳗鲡^[15]、大黄鱼^[13]、黑棘鲷^[14]、白甲乌鳢 (*Opniocephalus argus* var. *Kimnra*)^[30]。本研究在刀鲚肌肉检测出的 28 种脂肪酸中, 有 11 种脂肪酸的含量在半咸水组和淡水组之间有显著差异, 特别是半咸水组的 C18:1n9c 和 MUFA 的含量 (117.26 和 137.57 mg/g) 显著高于淡水组 (66.77 和 83.11 mg/g)。在鱼类中, MUFA (特别是 C18:1n9) 用于能量供给^[31], 淡水组刀鲚肌肉中 MUFA (特别是 C18:1n9c) 含量较低, 可能是刀鲚在淡水环境下, 需要消耗更多的能量用于渗透压调节, 而半咸水组刀鲚肌肉中 MUFA (特别是 C18:1n9c) 有较高的蓄积, 说明刀鲚半咸水生活环境的渗透压处于其等渗点附近, 这也再次印证了低盐养殖刀鲚更有利于体内营养物质的积累。

鱼类需要较高的 n3PUFA 来维持其细胞膜的通透性, 通常鱼类脂肪中 n3PUFA 含量高于 n6PUFA, 海水鱼更是如此^[2]。Σn3PUFA/Σn6PUFA 在海水鱼类肌肉中较高、淡水鱼类肌肉中较低^[12], 而且 Σn3PUFA/Σn6PUFA 在海、淡水鱼类之间的差别也会体现在某些洄游性鱼类中, 即生活在海水环境中的某种鱼类的 Σn3PUFA/Σn6PUFA 显著高于

生活在淡水环境中的^[32-33]。刀鲚是典型的洄游性鱼类, 繁育阶段和仔稚鱼阶段生活在淡水环境中, 幼鱼随水流入海, 进入海水中生活。本研究中海水组的刀鲚肌肉 Σn3PUFA/Σn6PUFA (3.93) 显著高于淡水组 (2.10), 这符合洄游性鱼类肌肉的 Σn3PUFA/Σn6PUFA 在海水环境中较高、在淡水环境中较低的现象, 这与海水和淡水养殖日本鳗鲡的研究结果一致^[15]。

n3PUFA 为海水仔、稚、幼鱼的必需脂肪酸^[2], 其中 EPA 和 DHA 的含量也是评判食品营养品质的主要指标之一。本研究中, 半咸水组刀鲚肌肉的 C22:6n3 (DHA) 和 EPA+DHA 的含量 (15.50 和 24.42 mg/g) 显著高于淡水组 (6.60 和 16.12 mg/g), 说明半咸水养殖刀鲚肌肉更具有保健作用。

水产动物体内的营养成分与生活环境中温度、盐度、微生物群落、活饵料等因素密切相关^[34]。本研究主要关注刀鲚不同养殖模式 (特别是环境盐度) 对其肌肉营养成分的影响, 虽然本研究的半咸水和淡水生态养殖模式中使用的饲料相同, 即鳗鱼饲料, 但两种养殖模式套养的虾类不同, 刀鲚

摄食活饵料主要是虾类的幼体、仔虾及幼虾和水体中的大型浮游动物, 这些会对刀鲚的营养摄入产生一定的影响。两种养殖模式下刀鲚摄入活饵料的的不同对其肌肉营养成分的影响还需要进一步探索。

4 结论

池塘半咸水和淡水生态养殖模式刀鲚的肌肉营养品质与野生刀鲚相似, 但鲜度更高(其DAA/TAA为40.32%~40.68%)。半咸水和淡水养殖模式对刀鲚肌肉的粗蛋白含量影响不大, 淡水养殖刀鲚肌肉蛋白质营养品质更高、味道更为鲜美。但半咸水养殖模式有利于刀鲚体内脂肪的积累以及MUFA(特别是C18:1n9c)的蓄积, 半咸水环境的渗透压可能处于刀鲚体内的等渗点附近, 这更有利于体内营养物质的积累和鱼体的生长。建议刀鲚养成阶段采用半咸水, 销售前强化养殖阶段采用淡水。

(作者声明本文无实际或潜在的利益冲突)

参考文献 (References):

- [1] 张金鹏, 高淑芳, 施永海, 等. 刀鲚基因家族鉴定及扩张与收缩[J]. 水产学报, 2022, 46(6): 897-905.
Zhang J P, Gao S F, Shi Y H, et al. Identification and analysis of gene families expansion and contraction in *Coilia nasus*[J]. *Journal of Fisheries of China*, 2022, 46(6): 897-905 (in Chinese).
- [2] 施永海, 刘永士, 严银龙, 等. 刀鲚胚胎及胚后发育早期脂肪酸组成变化[J]. 动物学杂志, 2019, 54(3): 414-424.
Shi Y H, Liu Y S, Yan Y L, et al. The changes in fatty acid compositions during embryonic and early post-embryonic development of *Coilia nasus*[J]. *Chinese Journal of Zoology*, 2019, 54(3): 414-424 (in Chinese).
- [3] 袁新程, 谢永德, 刘永士, 等. 两种养殖密度对刀鲚当年鱼种生长性能、消化及非特异性免疫能力的影响[J]. 上海海洋大学学报, 2021, 30(2): 222-230.
Yuan X C, Xie Y D, Liu Y S, et al. Effects of two stocking densities on growth performance, digestion and non-specific immunity of the current year *Coilia nasus*[J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2021, 30(2): 222-230 (in Chinese).
- [4] 徐钢春, 顾若波, 张呈祥, 等. 刀鲚两种生态类群—“江刀”和“海刀”鱼肉营养组成的比较及品质的评价[J]. 海洋渔业, 2009, 31(4): 401-409.
Xu G C, Gu R B, Zhang C X, et al. Comparison and evaluation of nutrient composition of two ecological groups of Japanese grenadier anchovy—river-anchovy and sea-anchovy[J]. *Marine Fisheries*, 2009, 31(4): 401-409 (in Chinese).
- [5] Yan M, Li Z, Xiong B, et al. Effects of salinity on food intake, growth, and survival of pufferfish (*Fugu obscurus*)[J]. *Journal of Applied Ichthyology*, 2004, 20(2): 146-149.
- [6] Shi Y H, Zhang G Y, Zhu Y Z, et al. Effects of photoperiod, temperature, and salinity on growth and survival of obscure puffer *Takifugu obscurus* larvae[J]. *Aquaculture*, 2010, 309(1-4): 103-108.
- [7] Xu J B, Deng P P, Shi Y H, et al. Effect of salinity on the survival and growth of the larvae and juveniles of Japanese grenadier anchovy *Coilia nasus*[J]. *North American Journal of Aquaculture*, 2016, 78(1): 1-7.
- [8] Shi Y H, Zhang G Y, Liu J Z, et al. Effects of temperature and salinity on oxygen consumption of tawny puffer *Takifugu flavidus* juvenile[J]. *Aquaculture Research*, 2011, 42(2): 301-307.
- [9] 鲜博, 高建操, 徐钢春, 等. 盐度对刀鲚生长、抗氧化应激和渗透压调节能力的影响[J]. 海洋湖沼通报, 2020(2): 152-159.
Xian B, Gao J C, Xu G C, et al. Influence of salinity on the growth, digestive ability, antioxidant ability and osmoregulation of *Coilia nasus*[J]. *Transactions of Oceanology and Limnology*, 2020(2): 152-159 (in Chinese).
- [10] 徐钢春, 杜富宽, 聂志娟, 等. 10‰盐度对长江刀鲚幼鱼装载和运输胁迫中应激指标的影响[J]. 水生生物学报, 2015, 39(1): 66-72.
Xu G C, Du F K, Nie Z J, et al. Effects of 10‰ salinity to the plasma osmotic pressure, cortisol, glucose and liver glycogen in *Coilia nasus* stressed during loading and transportation[J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2015, 39(1): 66-72 (in Chinese).
- [11] 邓平平, 施永海, 汪洋, 等. 盐度对长江刀鲚幼鱼非特异性免疫酶和消化酶活力的影响[J]. 大连海洋大学学报, 2016, 31(5): 533-537.
Deng P P, Shi Y H, Wang Y, et al. Effects of salinity on

- activities of non-specific immune and digestive enzymes in juvenile estuarine tapertail anchovy *Coilia nasus*[J]. Journal of Dalian Ocean University, 2016, 31(5): 533-537 (in Chinese).
- [12] 吴益星, 叶坤, 王志勇, 等. 低盐养殖对大黄鱼生长、肌肉营养成分及抗氧化能力的影响[J]. 集美大学学报(自然科学版), 2020, 25(3): 171-179.
Wu Y X, Ye K, Wang Z Y, et al. Effects of low salinity culture on growth, muscle nutritional composition and antioxidant capacity of *Larimichthys crocea*[J]. Journal of Jimei University (Natural Science Edition), 2020, 25(3): 171-179 (in Chinese).
- [13] 黄伟卿, 张艺, 王晓晓, 等. 低盐养殖大黄鱼肌肉营养成分分析[J]. 水产科技情报, 2019, 46(6): 301-307.
Huang W Q, Zhang Y, Wang X X, et al. Nutrition composition analysis of aquacultured *Larimichthys crocea* in different salinity[J]. Fisheries Science & Technology Information, 2019, 46(6): 301-307 (in Chinese).
- [14] 贾超峰, 祝斐, 孟乾, 等. 低盐养殖对黑鲷营养成分的影响[J]. 食品工业科技, 2020, 41(1): 284-288,294.
Jia C F, Zhu F, Meng Q, et al. Effects of low-salinity water cultivation on nutrient components of black porgy (*Acanthopagrus schlegelii*)[J]. Science and Technology of Food Industry, 2020, 41(1): 284-288,294 (in Chinese).
- [15] 胡园, 周朝生, 胡利华, 等. 海、淡水养殖日本鳗鲡肌肉和鱼皮营养分析比较[J]. 水生生物学报, 2015, 39(4): 730-739.
Hu Y, Zhou C S, Hu L H, et al. Comparative analysis of the nutritional composition in the muscles and skins of *Anguilla japonica* cultured in the seawater and freshwater[J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 2015, 39(4): 730-739 (in Chinese).
- [16] Boeuf G, Payan P. How should salinity influence fish growth?[J]. Comparative Biochemistry and Physiol C: Toxicology & Pharmacology, 2001, 130(4): 411-423.
- [17] 王美垚, 杨健, 徐跑, 等. 刀鲚水通道蛋白1的分子克隆及高盐作用下的表达分析[J]. 中国水产科学, 2017, 24(3): 449-458.
Wang M Y, Yang J, Xu P, et al. Molecular cloning and expression analysis of aquaporin-1 from the *Coilia nasus* under high-salinity conditions[J]. Journal of Fisheries Sciences of China, 2017, 24(3): 449-458 (in Chinese).
- [18] 施永海, 张根玉, 张海明, 等. 配合饲料和活饵料喂养刀鲚肌肉营养品质分析与比较[J]. 动物营养学报, 2014, 26(2): 427-436.
Shi Y H, Zhang G Y, Zhang H M, et al. Analysis and comparison of nutritional quality of muscle from *Coilia nasus* fed formulated feed and live feed[J]. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2014, 26(2): 427-436 (in Chinese).
- [19] FAO, WHO. Energy and protein requirements[R]. Rome: FAO Nutrition Meeting Report Series, 1973.
- [20] 刘永士, 蒋飞, 施永海. 2种养殖模式下美洲鲟当年鱼种营养成分比较及品质评价[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2020, 46(2): 243-253.
Liu Y S, Jiang F, Shi Y H. Evaluation on nutritional components and nutritive quality in body of young fish *Alosa sapidissima* cultured in two different patterns[J]. Journal of Zhejiang University (Agriculture Life Sciences), 2020, 46(2): 243-253 (in Chinese).
- [21] 施永海, 谢永德, 徐嘉波, 等. 暗纹东方鲀立体种养模式和单养模式的水质变化及养殖能效比较[J]. 上海海洋大学学报, 2021, 30(5): 789-799.
Shi Y H, Xie Y D, Xu J B, et al. Comparative analysis of water quality changes and cultural efficiencies between multistory culture model and traditional monoculture model of obscure puffer (*Takifugu obscurus*)[J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2021, 30(5): 789-799 (in Chinese).
- [22] 宋超, 章龙珍, 刘鉴毅, 等. 池塘低盐养殖点篮子鱼肌肉营养成分的分析与评价[J]. 海洋渔业, 2012, 34(4): 444-450.
Song C, Zhang L Z, Liu J Y, et al. Analysis and evaluation of nutritional components in muscle of *Siganus guttatus* reared in low salinity pond[J]. Marine Fisheries, 2012, 34(4): 444-450 (in Chinese).
- [23] 曾霖, 雷霖霖, 刘滨, 等. 盐度对大菱鲆幼鱼生长和肌肉营养成分的影响[J]. 水产学报, 2013, 37(10): 1535-1541.
Zeng L, Lei J L, Liu B, et al. Effects of salinities on growth and flesh quality of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*)[J]. Journal of Fisheries of China, 2013, 37(10): 1535-1541 (in Chinese).
- [24] Ern R, Huong D T T, Cong N V, et al. Effect of salinity on oxygen consumption in fishes: a review[J]. Journal of Fish Biology, 2014, 84(4): 1210-1220.
- [25] Yuan X C, He S, Liang X F, et al. Food conditions and water salinity affect survival and growth of golden man-

- darin fish, *Siniperca sherzeri*, larvae through transcriptional regulation of growth and lipometabolic genes[J]. *Journal of the World Aquaculture Society*, 2018, 49(3): 590-600.
- [26] Vargas-Chacoff L, Saavedra E, Oyarzún R, *et al.* Effects on the metabolism, growth, digestive capacity and osmoregulation of juvenile of sub-Antarctic notothenioid fish *Eleginops maclovinus* acclimated at different salinities[J]. *Fish Physiology and Biochemistry*, 2015, 41(6): 1369-1381.
- [27] Vargas-Chacoff L, Moneva F, Oyarzún R, *et al.* Metabolic responses to salinity changes in the subantarctic notothenioid teleost *Eleginops maclovinus*[J]. *Polar Biology*, 2016, 39(7): 1297-1308.
- [28] 唐雪, 徐钢春, 徐跑, 等. 野生与养殖刀鲚肌肉营养成分的比较分析[J]. *动物营养学报*, 2011, 23(3): 514-520. Tang X, Xu G C, Xu P, *et al.* A comparison of muscle nutrient composition between wild and cultured *Coilia nasus*[J]. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2011, 23(3): 514-520 (in Chinese).
- [29] 闻海波, 张呈祥, 徐钢春, 等. 长江刀鲚营养成分分析与品质评价[J]. *广东海洋大学学报*, 2008, 28(6): 20-24. Wen H B, Zhang C X, Xu G C, *et al.* Evaluation of nutritive quality and nourishing ingredients in muscle of *Coilia ectenes* from Yangtse river[J]. *Journal of Guangdong Ocean University*, 2008, 28(6): 20-24 (in Chinese).
- [30] 胡燕冰, 陈思敏, 施蕾, 等. 低盐养殖对白甲乌鳢生长、成活及肌肉营养的影响[J]. *河北渔业*, 2021(4): 1-6,10. Hu Y B, Chen S M, Shi L, *et al.* Effect of low-salt culture on growth, survival and muscle nutrition of *Opniocephalus argus* var. Kimnra[J]. *Hebei Fisheries*, 2021(4): 1-6,10 (in Chinese).
- [31] Weber J M, Brichon G, Zwingelstein G. Fatty acid metabolism in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) tissues: differential incorporation of palmitate and oleate[J]. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2003, 60(10): 1281-1288.
- [32] Haliloğlu H İ, Bayır A, Sirkecioğlu A N, *et al.* Comparison of fatty acid composition in some tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) living in seawater and freshwater[J]. *Food Chemistry*, 2004, 86(1): 55-59.
- [33] Özogul Y, Özogul F, Alagoz S. Fatty acid profiles and fat contents of commercially important seawater and freshwater fish species of Turkey: a comparative study[J]. *Food Chemistry*, 2007, 103(1): 217-223.
- [34] 方伟, 刘磊, 常雯, 等. 盐碱水和海水养殖条件下的拟穴青蟹生长和营养成分比较分析[J]. *水产学报*, 2022, 46(11): 2143-2157. Fang W, Liu L, Chang W, *et al.* Comparative analysis of growth and nutritional components of *Scylla paramamosain* cultured in saline-alkali water and marine water[J]. *Journal of Fisheries of China*, 2022, 46(11): 2143-2157 (in Chinese).

Muscle nutrient composition of *Coilia nasus* in brackish water and fresh water cultured modes

SHI Yonghai*, XU Jiabo, YUAN Xincheng, YANG Ming,
ZHANG Zhonghua, XIE Yongde, SHUI Chun

(Shanghai Fisheries Technical Extension Station, Shanghai Fisheries Research Institute, Shanghai 200433, China)

Abstract: In order to understand the effect of brackish water and fresh water culture modes on the nutrient accumulation of *Coilia nasus* cultured in pond, the muscle nutritional composition and quality of *Coilia nasus* ecologically cultured in brackish water (salinity 10-15) and freshwater (0.4-1.0) model were investigated and analyzed by biochemical analysis methods. The results show that the muscle crude fat content (7.27 %) of *C. nasus* cultured in brackish water mode was significantly higher than that of freshwater mode (4.30 %), while the muscle moisture (72.54 %) and crude ash content (1.32 %) of brackish water mode were significantly lower than that of freshwater mode (76.85 % and 2.06 %, respectively), No significant difference in the crude protein content of muscle was found between two cultural modes. Except that no significant difference in tryptophan and cystine was found between the two cultural modes, the contents of other 16 amino acids of brackish water mode were significantly lower than those of fresh water mode; the total amino acid (TAA), total essential amino acid (EAA), total half-essential amino acid (HEAA), total non-essential amino acid (NEAA), and total delicious amino acid (DAA) contents of brackish water mode were significantly lower than those of fresh water mode, and there was no significant difference in the EAA/TAA and EAA/NEAA specific values of *C. nasus* muscle between two cultural modes, while the DAA/TAA specific value(40.32) of brackish water mode were significantly lower than that of fresh water mode (40.68). The essential amino acid index (EAAI) (58.59) of brackish water mode was lower than that of fresh water model (72.04), while the specific value of branched amino acids to aromatic amino acids (*F* value) (2.44) of brackish water mode was higher than that of fresh water mode (2.35). In the 28 kinds of fatty acids detected, there was no significant difference in the contents of 11 kinds of fatty acid between two cultural modes. In major fatty acids, C16:0, C18:0, C18:1n9c, C22:5n3 (DPA) and C22:6n3 (DHA) contents of brackish water group were significantly higher than that of fresh water group, while the C18:2n6c and C18:3n3 contents of brackish water mode were significantly lower than those of fresh water mode. SFA, MUFA and EPA+DHA contents of brackish water mode were significantly higher than those of fresh water mode; $\sum n3PUFA/\sum n6PUFA$ (3.93) of brackish water mode was significantly higher than that of fresh water model (2.10), this is consistent with the fact that n3PUFA/n6PUFAs of migratory fish muscle is higher in seawater and lower in freshwater. Therefore, the muscle protein of *C. nasus* cultured in fresh water is more nutritious and delicious, while brackish water culture is beneficial to the accumulation of fat and the retention of the MUFA (especially C18:1n9c) in *C. nasus*. The osmotic pressure of brackish water may be near the isotonic point of *C. nasus*, and this is more conducive to the accumulation of nutrients and the growth of *C. nasus*. It is suggested that brackish water should be used in the commercial fish culture stage of *C. nasus* and fresh water should be used in the intensive culture stage of *C. nasus* before the sales.

Key words: *Coilia nasus*; muscle; nutrient composition; amino acid; fatty acid; salinity

Corresponding author: SHI Yonghai. E-mail: yonghais@163.com

Funding projects: Shanghai Agriculture Commission (2019-2-5); Shanghai Commercial Yangtze Estuary Aquatic Breeding Engineering and Technology Research Center Project (13DZ2251800)