

长江口雌性成体纹缟虾虎鱼不同组织的脂肪酸组成分析

宋超, 庄平, 章龙珍*, 赵峰, 王好

(中国水产科学研究院东海水产研究所, 农业部东海与远洋渔业资源开发利用重点实验室, 上海 200090)

摘要: 实验测定和比较了性腺发育至V期的雌性成体纹缟虾虎鱼的肌肉、肝脏和卵巢组织中水分、总脂含量及其脂肪酸组成。结果表明:(1) 肌肉、肝脏和卵巢中的水分含量依次降低, 且差异显著($P<0.05$)。肌肉、肝脏和卵巢中的总脂含量分别为 $1.32\% \pm 0.08\%$ 、 $7.75\% \pm 0.38\%$ 和 $26.73\% \pm 0.59\%$ 。3种组织间的总脂含量具有显著性差异($P<0.05$), 其中卵巢中总脂含量最高, 其次为肝脏中的含量, 肌肉中含量最低。(2) 肌肉中饱和脂肪酸(SFA)总量明显高于肝脏和卵巢, 3种组织中 SFA 含量呈显著性差异($P<0.05$); 肝脏中单不饱和脂肪酸(MUFA)C 16:1 含量最高, 肌肉、肝脏和卵巢中的含量分别为 $11.90\% \pm 0.71\%$ 、 $15.28\% \pm 2.42\%$ 和 $9.49\% \pm 0.37\%$, 3种组织间含量呈显著性差异($P<0.05$); 多不饱和脂肪酸(PUFA)、 $\omega 3$ PUFA 和 $\omega 6$ PUFA 在卵巢中的含量显著高于肌肉和肝脏中含量 ($P<0.05$), 而肌肉和肝脏间的差异不显著 ($P>0.05$)。肌肉、肝脏和卵巢中二十碳五烯酸(EPA)、二十二碳六烯酸(DHA)的总量依次升高, 在3种组织间的含量分别为 $30.17\% \pm 1.02\%$ 、 $30.53\% \pm 0.50\%$ 和 $34.33\% \pm 0.71\%$, 卵巢中的含量显著高于肌肉和肝脏中的含量($P<0.05$), 而后两者间的差异不显著 ($P>0.05$)。3种组织中 DHA/EPA 的比值分别为 1.50、1.75 和 1.59, $\omega 3$ PUFA/ $\Sigma \omega 6$ PUFA 的比值分别为 6.44、8.05 和 7.00。DHA/EPA 和 $\omega 3$ PUFA/ $\Sigma \omega 6$ PUFA 均在肝脏中最高, 其次为卵巢, 肌肉中最低。

关键词: 纹缟虾虎鱼; 肌肉; 肝脏; 卵巢; 脂肪酸

中图分类号: Q 591.5; S 917.4

文献标志码: A

纹缟虾虎鱼(*Tridentiger trignocephalus*)属鲈形目(Perciformes)、虾虎鱼科(Gobiidae)、缟虾虎鱼属(*Tridentiger*), 为沿岸底栖性鱼类, 具广盐性, 在海、淡水中均能生活, 以小鱼或小虾等为食, 每年5—7月繁殖, 怀卵量为5 000~17 000粒^[1]。广泛分布于亚洲东北部的太平洋沿岸, 俄罗斯东、西伯利亚、黑龙江河口及朝鲜半岛和日本沿岸, 在我国主要见于黄渤海、东、南海和台湾海峡等水域, 是长江口浅滩咸淡水域常见的一种小型鱼类^[2]。虾虎鱼是长江口广泛分布的优势种, 资源量较大, 是许多水生动物饵料基础的重要组成部分, 同时它摄食体型较小的仔鱼、钩虾、桡足类、枝角类及其它水生昆虫等, 在食物链中处于非常重要地位^[3]。另

外, 长江口虾虎鱼是国家一级保护动物中华鲟(*Acipenser sinensis*)幼鱼5—9月的主要饵料生物, 此阶段虾虎鱼资源量直接影响当年降海洄游中华鲟幼鱼成活率的高低, 对保护中华鲟具有重大意义^[4]。

近年来, 随着对纹缟虾虎鱼在生态系统中作用的重视, 其相关研究已逐渐展开, 其中包括对其繁殖生物学^[5-6]、精子和受精生物学^[7-8]、早期发育^[9], 以及环境污染和生态因子对其早期发育影响^[10-13]等, 但对于长江口雌性成体虾虎鱼繁殖时不同组织中营养成分未见研究报道。为进一步了解繁殖期纹缟虾虎鱼各组织的营养状况, 明确亲鱼的营养水平, 尤其是其中脂肪和必需脂肪酸水平, 以此

收稿日期:2012-01-08 修回日期:2012-03-09

资助项目:国家科技支撑计划项目(2011BAD13B08);公益性行业(农业)科研专项(201203065);长江水环境教育部重点实验室开放课题(YRWEF201106);长江口中华鲟自然保护区专项(2012);青草沙水库邻近水域生态修复专项

通讯作者:章龙珍, E-mail: longzhen2885@hotmail.com

来推断亲鱼的繁殖性能^[14-15],研究了雌性成体纹缟虾虎鱼肌肉、肝脏和卵巢中的总脂含量及脂肪酸组成,以为纹缟虾虎鱼的亲鱼培育提供参考。同时,由于其在长江口水域生态系统的物质传递与能量流动中的重要作用,该研究可为长江口虾虎鱼的资源增殖以及长江口中华鲟等水生动物栖息地饵料资源的环境生态修复等提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 实验材料

雌性成体纹缟虾虎鱼为采自长江口水域的野生样品,挑选 300 尾鱼体健壮、无病害雌性个体用于测试分析。实验鱼平均体长为 (7.25 ± 0.42) cm,体质量为 (6.95 ± 2.23) g,卵巢发育均为 V 期。

1.2 样品处理分析

野外取样自封袋保存,冷藏运回实验室后在低温条件下解剖,分别取肌肉、肝脏和卵巢组织,将各组织切成小块,粉碎均匀并把 3 种组织样品各分为 2 份,一份做常规生化成分测定,另一份做脂肪酸测定。按 GB 5009-85 提供的方法分别测定水分及总脂含量;按 GB/T 5009.168-2003 提供的方法,使用 Agilent 6890 型气相色谱仪测定脂肪酸。

1.3 数据统计

实验数据用 SPSS 15.0 统计软件分析处理,利用单因素方差分析(One-Way ANOVA)检验不同组织间的差异显著性,并进行 LSD 多重比较,描述性统计值使用平均值 \pm 标准差(mean \pm SD)表示, $P<0.05$ 为具有显著性差异。

2 结果

2.1 不同组织中的水分及总脂含量

纹缟虾虎鱼不同组织中的水分及总脂含量如图 1 所示。肌肉、肝脏和卵巢中的水分含量比较,肌肉中含水量最高,其次为肝脏中,卵巢中最低,3 种组织间水分含量差异显著($P<0.05$)。肌肉、肝脏和卵巢中的总脂含量分别为 $1.32\%\pm 0.08\%$ 、 $7.75\%\pm 0.38\%$ 和 $26.73\%\pm 0.59\%$ 。三者间总脂含量呈显著性差异($P<0.05$)。其中,卵巢中总脂含量最高,其含量已超过肌肉中含量的 20 倍,超过肝脏中含量的 3 倍。

2.2 不同组织中脂肪酸组成

雌性成体纹缟虾虎鱼不同组织中分别检测出

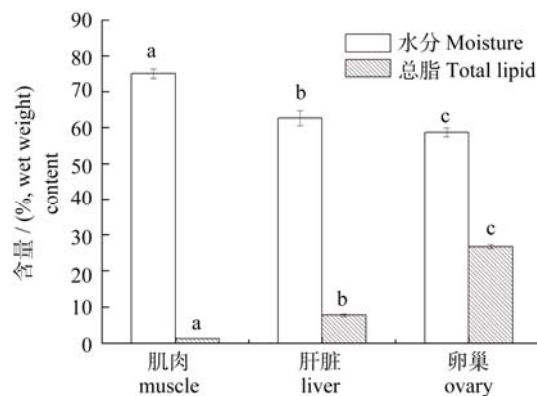


图 1 长江口雌性成体纹缟虾虎鱼不同组织中的水分与总脂含量($n=5$)

图中不同组织之间带有不同字母表示相互之间差异显著($P<0.05$)。

Fig. 1 Moisture and total lipid content in different tissues of adult female *T. trigonocephalus* collected from the Yangtze Estuary ($n=5$)

The data with different letters in different tissues mean significantly different with each other ($P<0.05$).

15~21 种脂肪酸,其中饱和脂肪酸 5~8 种,单不饱和脂肪酸 4~5 种,多不饱和脂肪酸 6~8 种,结果见表 1。由表 1 可知,就饱和脂肪酸(SFA)而言,肌肉、肝脏和卵巢中均以 C16:0 的含量最为丰富,分别为 25.58%、22.61%和 21.71%。肌肉中 SFA 的总量显著高于肝脏和卵巢($P<0.05$),肝脏和卵巢中的含量差异不显著($P>0.05$)。在检测的单不饱和脂肪酸(MUFA)中,C16:1 在 3 种组织中含量最高,肌肉、肝脏和卵巢中的含量分别为 11.90%、15.28%和 9.49%,C16:1 在 3 种组织间的含量具有显著性差异($P<0.05$),且以肝脏中含量最高。多不饱和脂肪酸(PUFA)中 C22:6 ω 3(DHA)的含量最高,在肌肉、肝脏和卵巢中分别为 18.12%、19.41%和 21.05%。其次为 C20:5 ω 3(EPA)的含量,在 3 种组织间分别为 12.05%、11.12%和 13.28%。三者间 DHA+EPA 的总量,卵巢中的总量显著的高于肌肉和肝脏中的总量($P<0.05$),而后两者间的差异不显著($P>0.05$)。比较各类脂肪酸的总量可知,肌肉中 SFA 的总量最高,其次为肝脏中含量,卵巢中含量最低,三者间差异显著($P<0.05$)。MUFA 的含量在肝脏中最高,且显著的高于肌肉和卵巢中含量,而后两者间差异不显著($P>0.05$)。PUFA 的含量在卵巢中最高,显著地高于肌肉和肝脏中的含量($P<0.05$),而后两者间的差异不显著($P>0.05$)。3 种组织间 ω 3PUFA 和 ω 6PUFA 的含量比较,卵巢中 ω 3PUFA 含量最高,显著地高于肌肉和肝脏中含量($P<0.05$),而后两者

表 1 长江口雌性成体纹缟虾虎鱼不同组织中脂肪酸组成
Tab. 1 Fatty acid composition in different tissues of adult female *T. trigonocephalus* collected from the Yangtze Estuary

脂肪酸 fatty acids	肌肉 muscle	肝脏 liver	卵巢 ovary	%
C12:0	ND	0.25±0.07	ND	
C14:0	5.53±0.17 ^a	6.76±0.30 ^b	3.29±0.23 ^c	
C15:0	ND	0.40±0.09 ^a	2.12±0.18 ^b	
C16:0	25.58±1.44 ^a	22.61±2.00 ^b	21.71±1.51 ^b	
C17:0	0.79±0.10 ^a	0.56±0.09 ^a	1.90±0.50 ^b	
C18:0	7.94±0.44 ^b	5.27±0.18 ^b	6.23±0.54 ^c	
C21:0	2.45±0.31 ^b	3.47±0.31 ^b	1.11±0.29 ^c	
C23:0	ND	0.56±0.24 ^a	0.61±0.03 ^a	
ΣSFA	42.28±1.48 ^a	39.89±1.97 ^b	36.98±2.25 ^c	
C14:1	ND	0.15±0.07	ND	
C16:1	11.90±0.71 ^a	15.28±2.42 ^b	9.49±0.37 ^c	
C17:1	0.70±0.05 ^a	0.80±0.12 ^a	2.28±0.42 ^b	
C18:1ω9c▼	8.83±0.49 ^a	7.68±0.30 ^b	9.04±0.49 ^a	
C20:1ω3	0.41±0.03 ^a	0.52±0.13 ^a	ND	
C24:1ω9	ND	ND	0.95±0.36	
ΣMUFA	21.84±0.91 ^a	24.45±2.63 ^b	21.76±2.76 ^a	
C18:2ω6t	ND	0.14±0.06	ND	
C18:2ω6c▼▲	2.65±0.21 ^a	2.32±0.30 ^{ab}	2.00±0.40 ^b	
C20:2	ND	0.36±0.12 ^a	0.37±0.20 ^a	
C18:3ω6▲	0.45±0.05 ^a	0.57±0.04 ^b	0.41±0.06 ^a	
C18:3ω3★	0.83±0.04 ^a	0.85±0.13 ^a	1.45±0.31 ^b	
C20:3ω6▲	1.78±0.13 ^a	0.93±0.03 ^b	ND	
C20:4ω6▲	ND	ND	2.70±0.24	
C20:5ω3(EPA)*	12.05±0.36 ^a	11.12±0.63 ^b	13.28±0.29 ^c	
C22:6ω3(DHA)*	18.12±0.74 ^a	19.41±0.58 ^b	21.05±0.43 ^c	
ΣPUFA	35.88±0.73 ^a	35.72±0.88 ^a	41.26±0.83 ^b	
ΣHUFA	30.17±1.02 ^a	30.53±0.50 ^a	37.03±0.54 ^b	
Σω3PUFA	31.42±1.00 ^a	31.91±0.50 ^a	35.78±1.00 ^b	
Σω6PUFA	4.88±0.32 ^a	3.96±0.34 ^b	5.11±0.38 ^a	
EPA+DHA	30.17±1.02 ^a	30.53±0.50 ^a	34.33±0.71 ^b	
DHA/EPA	1.50	1.75	1.59	
Σω3PUFA /Σω6PUFA	6.44	8.05	7.00	

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; ▲为 ω6 系列多不饱和脂肪酸; ★为 ω3 系列多不饱和脂肪酸; t◆表示“在异侧”(反式); c▼表示“在同侧”(顺式); ND 表示未检测出; 同一行参数上标字母相异表示有显著性差异($P<0.05$)。

Notes: ΣSFA is total content of saturated fatty acids; ΣMUFA is total content of mono-unsaturated fatty acids; ΣPUFA is total content of poly unsaturated fatty acids; ▲ is ω6 poly unsaturated fatty acids; ★ is ω3 poly unsaturated fatty acids; t◆ means “in different sides”; c▼ means “in the same side”; ND means not detected; Values in the same row that do not share common superscript letters mean significant difference ($P<0.05$).

间差异不显著($P>0.05$)。ω6PUFA 的含量在卵巢中最低, 显著的低于肌肉和肝脏中的含量($P<0.05$), 后两者间差异不显著($P>0.05$)。DHA/EPA 的水平在不同组织间具有明显的差异, 其中肝脏中最高

为 1.75, 其次为卵巢中含量为 1.59, 肌肉中最低为 1.50。不同组织中Σω3PUFA /Σω6PUFA 的比值具有明显差异, 肝脏中最高, 其次为卵巢中, 肌肉中最低。

3 讨论

3.1 繁殖期纹缟虾虎鱼肌肉中水分和脂肪含量

纹缟虾虎鱼肌肉的水分含量明显低于斑尾刺虾虎鱼(*Acanthogobius ommaturus*)^[16]和舌虾虎鱼(*Glossogobius giuris*)^[17]等,也低于斑驳尖塘鳢(*Oxyeleotris marmoratus*)^[18]、中华乌塘鳢(*Bostrichthys sinensis*)^[18]、鳙(*Aristichthys nobilis*)^[19]等。纹缟虾虎鱼的总脂肪含量明显地高于上述几种鱼类。鱼类的体脂含量因种类而异,纹缟虾虎鱼肌肉的总脂含量高于同属的斑尾刺虾虎鱼和舌虾虎鱼,但低于鳊(*Siniperca chuatsi*)^[19]和草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)^[19]等淡水杂食性鱼类。Ogata 等^[20]对菲律宾中部地区的 5 种养殖鱼类脂肪的研究表明,不同种的鱼体、同一种鱼不同的发育阶段以及同种鱼的不同组织,脂肪含量存在差异。这种差异除了遗传因素外,更多地与环境、摄食营养水平和生长期等有关。

3.2 繁殖期纹缟虾虎鱼不同组织间脂肪的分布

纹缟虾虎鱼 3 种组织间比较,肌肉中总脂含量最低为 1.32%,低于肝脏中的总脂含量(7.75%),远低于卵巢中的总脂含量(26.73%)。可见,此阶段雌性成体脂肪的储存和积累主要集中在卵巢^[11],表明脂肪在卵子及随后的胚胎发育中具有重要作用,处于繁殖季节的纹缟虾虎鱼雌性亲鱼,其营养和能量的供给优先保障卵巢发育的需要。脂肪等营养物质在卵母细胞内大量蓄积,使卵粒内充满卵黄颗粒,可为受精卵和胚胎的后继发育贮存能量和物质保障。肝脏中也有大量的脂肪积累,在亲鱼的性腺发育过程中,除卵巢和肌肉组织外,肝脏是脂肪合成与转化的主要场所,肝脏中丰富的脂肪积累,可为卵巢等组织的发育提供充足的脂类供应。

3.3 繁殖期纹缟虾虎鱼不同组织间脂肪酸的组成

脂肪酸是鱼体的重要组成成分,纹缟虾虎鱼不同组织中的脂肪酸组成存在显著差异,这是由于各组织具有的不同生理功能所造成的。纹缟虾虎鱼肌肉中 Σ SFA 含量最高,而肝脏中 Σ MUFA 的含量最高,卵巢中 Σ PUFA 的含量最高。卵巢中积累丰富的 PUFA 可为卵子和胚胎的发育提供相应的营养,PUFA 在卵巢中选择性的积累规律,在多种鱼类^[21-22]及贝类中均得到相应证实^[23]。纹缟虾虎鱼卵巢中 Σ PUFA 显著高于肌肉和肝脏,这是由于卵巢中富集丰富的 PUFA 营养可为后期卵子形成、产

卵和胚胎发育等重要生理活动提供保障,如形成细胞膜结构、调节细胞膜的离子通道和促进发育等^[24]。

3.4 繁殖期纹缟虾虎鱼不同组织间高不饱和脂肪酸的分布

C22:6 ω 3(DHA)和 C20:5 ω 3(EPA)是海水鱼类不能完全依靠自身合成来满足其生长发育所需的高不饱和脂肪酸,必须从食物中获取^[25]。EPA 和 DHA 在冷水性鱼类繁殖及幼体发育过程中具有十分重要的作用^[26-27],用经过 EPA 和 DHA 营养强化后的饲料投喂亲鱼,其卵子和幼体质量可有效得到改善。DHA 和 EPA 的缺乏会损害鱼体的色素沉积和视觉系统的发育,导致鱼苗捕食能力降低,神经内分泌系统发育不良,死亡率增加^[28-29]。C20:4 ω 6(ARA)在某些海水鱼类的正常发育中也有重要作用^[25],ARA 能够增强鱼苗抗胁迫的能力^[21]。从本研究的检测结果来看,纹缟虾虎鱼 3 种组织中 DHA、EPA 和 ARA 均以卵巢中最高,肌肉和肝脏中含量差别不大,该结果表明肌肉中的脂肪酸含量和组成与肝脏中的脂肪酸含量和组成具有一定的正相关,卵巢中始终保持相对较高的 DHA、EPA 和 ARA 等 PUFA 营养,可为卵子和胚胎的后继发育提供营养来源。与其它海水肉食性鱼类相比^[30],纹缟虾虎鱼 3 种组织中 DHA 和 EPA 均较低,EPA 和 DHA 往往在高等的肉食性鱼类中积蓄较多^[31],这与它们的摄食有很大的关系。亲鱼的脂肪酸营养水平,会影响亲鱼的繁殖性能和所产卵子及其仔鱼的质量。了解亲鱼卵巢组织的脂肪酸组成,对于确定亲鱼强化饵料或仔鱼开口饵料中脂肪酸营养水平具有一定的指导作用。Bell 等^[32]认为饵料中的 DHA/EPA 的比值是亲鱼或仔稚鱼饵料中非常重要的营养指标。不同种类鱼,其卵巢组织中 DHA/EPA 比值存在差异^[33],纹缟虾虎鱼卵巢中 DHA/EPA 的比值为 1.59,纹缟虾虎鱼卵巢中 DHA 含量较高,而 EPA 含量相对较低。

参考文献:

- [1] 庄平,王幼魁,李圣法,等.长江口鱼类[M].上海:上海科学技术出版社,2006:216-217.
- [2] 刘蝉馨.纹缟虾虎鱼的生物学和生态学[J].水产科学,1985,4(4):13-17.
- [3] 冯广朋,庄平,章龙珍,等.纹缟虾虎鱼人工繁殖技术与早期仔鱼生存活力[J].海洋渔业,2009,31(3):263-269.

- [4] 冯广朋, 庄平, 章龙珍, 等. 长江口纹缟虾虎鱼的繁殖生物学特征[J]. 长江流域资源与环境, 2009, 18(8): 711-718.
- [5] 陈丽慧, 章龙珍, 冯广朋, 等. 长江口纹缟虾虎鱼个体生殖力的研究[J]. 大连水产学院学报, 2008, 23(2): 81-86.
- [6] 章龙珍, 陈丽慧, 庄平, 等. 长江口纹缟虾虎鱼繁殖季节的性腺组织学[J]. 水产学报, 2009, 33(2): 245-252.
- [7] 黄晓荣, 庄平, 章龙珍, 等. 纹缟虾虎鱼精子的主要生物学特性[J]. 上海海洋大学学报, 2009, 18(3): 275-281.
- [8] 章龙珍, 陈丽慧, 庄平, 等. 长江口纹缟虾虎鱼精子、卵子及受精过程扫描电镜观察[J]. 海洋渔业, 2008, 30(4): 308-313.
- [9] 赵优, 庄平, 章龙珍, 等. 纹缟虾虎鱼胚胎与早期仔鱼的发育特征[J]. 中国水产科学, 2008, 15(4): 533-541.
- [10] 庄平, 赵峰, 章龙珍, 等. 三种重金属对长江口纹缟虾虎鱼早期发育的毒性作用[J]. 长江流域资源与环境, 2009, 18(8): 719-726.
- [11] 庄平, 赵优, 章龙珍, 等. 纹缟虾虎鱼胚胎耗氧率及 Cu^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Zn^{2+} 对其影响的研究[J]. 海洋渔业, 2008, 30(1): 43-48.
- [12] 冯广朋, 庄平, 章龙珍, 等. 长江口纹缟虾虎鱼胚胎发育及早期仔鱼生长与盐度的关系[J]. 水生生物学报, 2009, 33(2): 170-176.
- [13] 冯广朋, 庄平, 章龙珍, 等. 长江口纹缟虾虎鱼早期发育对生态因子的适应性[J]. 生态学报, 2009, 29(10): 5185-5194.
- [14] Fernandezpalacios H, Izquierdo M S, Robaina L, et al. Effect of N-3 HUFA level in broodstock diets on egg quality of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L)[J]. Aquaculture, 1995, 132(3-4): 325-337.
- [15] Fernandezpalacios H, Izquierdo M S, Robaina L, et al. The effect of dietary protein and lipid from squid and fish meals on egg quality of broodstock for gilthead sea bream (*Sparus aurata*)[J]. Aquaculture, 1997, 148(2-3): 233-246.
- [16] 章龙珍, 宋超, 庄平, 等. 长江口斑尾刺虾虎鱼与纹缟虾虎鱼肌肉营养成分比较[J]. 海洋渔业, 2011, 33(3): 304-309.
- [17] 庄平, 宋超, 章龙珍. 舌虾虎鱼肌肉营养成分与品质的评价[J]. 水产学报, 2010, 34(4): 559-564.
- [18] 邴旭文, 张宪中. 斑驳尖塘鳢肌肉营养成分与品质的评价[J]. 中国海洋大学学报: 自然科学版, 2006, 36(1): 107-111.
- [19] 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.
- [20] Ogata H Y, Emata A C, Garibay E S, et al. Fatty acid composition of five candidate aquaculture species in Central Philippines[J]. Aquaculture, 2004, 236(1-4): 361-375.
- [21] 施兆鸿, 黄旭雄, 李伟微, 等. 海捕灰鲳亲鱼不同组织中脂肪及脂肪酸分析[J]. 水产学报, 2008, 32 (2): 309-314.
- [22] 赵峰, 庄平, 章龙珍, 等. 雌性成体点篮子鱼不同组织的脂肪酸组成分析[J]. 海洋渔业, 2009, 31 (3): 288-292.
- [23] Grubert M A, Dunstan G A, Ritar A J. Lipid and fatty acid composition of pre-and post-spawning blacklip (*Haliotis rubra*) and greenlip (*Haliotis laevis*) abalone conditioned at two temperatures on a formulated feed[J]. Aquaculture, 2004, 242(1-4): 297-311.
- [24] 施璟芳. 鱼类生理学[M]. 北京: 农业出版社, 1991: 142-148.
- [25] Watanabe T, Kitajima C, Fujita S. Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: A review[J]. Aquaculture, 1983, 34(1-2): 115-143.
- [26] Volkman J K, Jeffrey S W, Nichols P D, et al. Fatty acid and lipid composition of 10 species of microalgae used in mariculture[J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 1989, 128(3): 219-240.
- [27] Sargent J, Bell G, Mcevoy L, et al. Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish[J]. Aquaculture, 1999, 177(1-4): 191-199.
- [28] Bell M V, Batty R S, Dick J R, et al. Dietary deficiency of docosahexaenoic acid impairs vision at low-light intensities in juvenile herring (*Clupea-Harengus* L)[J]. Lipids, 1995, 30(5): 443-449.
- [29] Estevez A, Mcevoy L A, Bell J G, et al. Growth, survival, lipid composition and pigmentation of turbot (*Scophthalmus maximus*) larvae fed live-prey enriched in Arachidonic and Eicosapentaenoic acids[J]. Aquaculture, 1999, 180(3-4): 321-343.
- [30] Koven W, Barr Y, Lutzky S, et al. The effect of dietary arachidonic acid (20:4n-6) on growth, survival and resistance to handling stress in gilthead seabream (*Sparus aurata*) larvae[J]. Aquaculture, 2001, 193(1): 107-122.
- [31] Sargent J R, Whittle K J. Lipids and hydrocarbons in the marine food web[M]//Longhurst A R, Ed. Analysis of marine ecosystems. London: Academic Press, 1981: 491-533.
- [32] Bell J G, Mcevoy L A, Esgevez A, et al. Optimizing lipid nutrition in first-feeding flat fish larvae [J]. Aquaculture, 2003, 227(1-4): 211-220.
- [33] Cejas J R, Almansa E, Villamandos J E, et al. Lipid and fatty acid composition of ovaries from wild fish and ovaries and eggs from captive fish of white sea bream (*Diplodus sargus*)[J]. Aquaculture, 2003, 216(1-4): 299-313.

Analysis of fatty acid composition in different tissues of adult female *Tridentiger trignocephalus* collected from the Yangtze Estuary

SONG Chao, ZHUANG Ping, ZHANG Long-zhen*, ZHAO Feng, WANG Yu

(Key Laboratory of East China Sea and Oceanic Fishery Resources Exploitation and Utilization, Ministry of Agriculture, East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China)

Abstract: Research was made in this paper on the moisture, lipid content and fatty acid composition of muscle, liver and ovary of adult female *Tridentiger trignocephalus* collected from the Yangtze Estuary at V stage of ovary development. The results indicated that: (1) The moisture content in muscle, liver and ovary was reduced successively, and the value was significantly different among these three tissues ($P < 0.05$). The total lipid content in these three tissues was $(1.32\% \pm 0.08\%)$, $(7.75\% \pm 0.38\%)$, and $(26.73\% \pm 0.59\%)$, respectively. There was significant difference in total lipid content among these three tissues, and the highest was in ovary, followed by liver, and the lowest was in muscle. (2) The content of SFA in muscle was significant higher than that in liver and ovary. There was significant difference in SFA content among three tissues ($P < 0.05$). About the MUFA, C16:1 content of liver is the highest. The C16:1 content in muscle, liver and ovary were $(11.90\% \pm 0.71\%)$, $(15.28\% \pm 2.42\%)$ and $(9.49\% \pm 0.37\%)$ respectively, and there was significant difference among these three tissues ($P < 0.05$). The content of PUFA, $\omega 3$ PUFA, $\omega 6$ PUFA in ovary was significantly higher than that in muscle and liver ($P < 0.05$), but showed no significant difference between muscle and liver ($P > 0.05$). The total content of EPA and DHA in muscle, liver and ovary were increased successively. The total content of EPA and DHA in these three tissues was $(30.17\% \pm 1.02\%)$, $(30.53\% \pm 0.50\%)$ and $(34.33\% \pm 0.71\%)$, respectively. The content of EPA and DHA in ovary was significantly higher than that in muscle and liver ($P < 0.05$), but showed no significant difference between muscle and liver ($P > 0.05$). The ratio of EPA to DHA (EPA/DHA) in these three tissues was 1.50, 1.75 and 1.59 respectively, and the ratio of total $\omega 3$ polyunsaturated fatty acids to total $\omega 6$ polyunsaturated fatty acids ($\sum \omega 3$ PUFA/ $\sum \omega 6$ PUFA) in these three tissues was 6.44, 8.05 and 7.00, respectively. The ratios of EPA/DHA and $\sum \omega 3$ PUFA/ $\sum \omega 6$ PUFA were highest in liver, followed by ovary, and the lowest was in muscle.

Key words: *Tridentiger trignocephalus*; muscle; liver; ovary; fatty acid

Corresponding author: ZHANG Long-zhen. E-mail: longzhen2885@hotmail.com