

# 大弹涂鱼(*Belephthalmus pectinirostris*) 肌肉脂肪酸组成分析

李伟峰<sup>1</sup> 陈涛<sup>2\*</sup>

1.广西北部湾海洋生物多样性养护重点实验室(北部湾大学),广西钦州 535000;2.南宁学院,南宁 530200

**摘要** 采用常规化学分析方法及气相色谱检测技术分析大弹涂鱼肌肉的脂肪酸组成,试验结果显示,大弹涂鱼肌肉组织中共检测到 17 种脂肪酸,其中 C16:0(23.51%)含量最高,其次为 C22:6n-3(18.67%);肌肉中必需脂肪酸 C18:2n-6 及 C18:3n-3 相对含量丰富,分别为 4.86%及 1.58%,低于其它经济鱼类;但对人体营养价值较高的 C20:5n-3 及 C22:6n-3 相对含量远高于其它经济鱼类。大类脂肪酸中, $\Sigma$ PUFA> $\Sigma$ SFA> $\Sigma$ MUFA,与其它经济鱼类相比,n-3/n-6 较高(2.46),高于其它经济鱼类。

**关键词** 大弹涂鱼;肌肉;脂肪酸

大弹涂鱼(*Belephthalmus pectinirostris*)隶属鲆形目、弹涂鱼科、大弹涂鱼属,俗称跳跳鱼、跳花鱼等<sup>[1]</sup>,为栖息于海洋潮间带,属洞穴鱼类,我国盛产于浙江、两广、福建和台湾沿海<sup>[2]</sup>。关于大弹涂鱼的早期发育、生理生态、生殖力、胚胎及耗氧率、消化酶活性、人工繁育及营养价值等方面已有一定数量的研究报道<sup>[3-4]</sup>,未见到有关大弹涂鱼肌肉组织脂肪酸组成的报道。本研究测定了大弹涂鱼成鱼的肌肉脂肪酸相对含量,以探讨其肌肉中脂肪酸的营养价值。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

野生大弹涂鱼成鱼于 2018 年 6 月捕于钦州湾海域,共 20 尾,平均体长为 12.1 cm,平均体重为 21.6 g。

### 1.2 脂肪酸的测定

鱼体称重后去皮,取背肌称重,剪成小块,置于研钵中,加 Folch 液研磨,置于圆底烧瓶,移至 50~55 °C 水浴锅中回流 2 h,不断提取背肌中的脂质;

回流结束后,烧瓶内残渣通过过滤去除,滤液转至 25 mL 容量瓶后定容,取 10 mL 滤液,以 99%的氮气吹干,称取脂质重量。将提取到的脂肪用 0.5 mol/L 的氢氧化钾-甲醇溶液酯化,在 50 °C 水浴中振摇约 3 min,瓶外壁冲水冷却 1 min,加入 10%的三氟化硼乙醚-甲醇溶液,在 50 °C 水浴中静置 3 min,取出冷却后加正庚烷并充分振荡,静置分层,取上清液进气相色谱仪测定分析。

### 1.3 仪器和色谱条件

氮吹仪:HGC-12 型(江苏汉邦);气相色谱仪:岛津 9A 型,火焰离子化检测器(FID)、南宁威玛龙色谱工作站。

参照卢洁等<sup>[5]</sup>的气相色谱条件方法并略有修改,采用澳大利亚 SGE 公司的石英毛细管柱(BPX70:60 m×0.25 mm)。温度参数:FID 和汽化室温度 290 °C,初始柱温 220 °C,程序升温,速率 1 °C/min,升温至 240 °C,保留 30 min。载气:高纯氮,流量:100 mL/min;燃气:高纯氢,流量:70 mL/min,空气流量:600 mL/min,尾吹气:80 mL/min;进样量:1 μL,分

收稿日期:2019-12-16

基金项目:广西北部湾海洋生物多样性养护重点实验室(北部湾大学)开放项目(2018KB02);南宁学院桂商专项(2018GSZX12)

\* 通讯作者

李伟峰,男,1984 年生,博士,讲师。

流比 100:1。采用美国 Sigma 公司的脂肪酸甲酯标准样品 (纯度 ≥98%), 结合 ECL<sup>T</sup> 值对照定性, 峰面积归一化法定量。

### 1.4 数据分析

Excel 记录试验数据, 采用 SPSS 11.5 软件对试验结果进行统计分析。

## 2 结果与讨论

### 2.1 大弹涂鱼肌肉脂肪酸种类及含量

大弹涂鱼成鱼肌肉组织中检测出 17 种脂肪酸 (表 1), 其中 C16:0、C16:1、C18:0、C18:1n-9 (油酸)、C18:2n-6 (亚油酸)、C18:3n-3 (亚麻酸)、C20:4n-6 (花生四烯酸)、C20:5n-3 (DHA) 及 C22:6n-3 (DHA) 含量较高, 这几种脂肪酸的相对含量达 88.79%; 主

要的饱和脂肪酸 (SFA) 有 C16:0、C18:0 和 C14:0, C16:1 主要的单不饱和脂肪酸 (MUFA) 是 C18:1n-9, 主要的多不饱和脂肪酸 (PUFA) 有 C18:2n-6、C18:3n-3、C20:4n-6、C20:5n-3 和 C22:6n-3。

### 2.2 大弹涂鱼肌肉脂肪酸组成与其它 12 种经济鱼类的比较

几种经济鱼类比较, 大弹涂鱼和斑鳃<sup>[6]</sup>肌肉中的 C18:0 相对含量较高, 分别达到 9.46% 和 9.56%, 远高于黄颡鱼<sup>[7]</sup>、大鳍鱠<sup>[7]</sup>、倒刺鲃<sup>[8]</sup>、大菱鲆<sup>[9]</sup>、大黄鱼<sup>[10]</sup>和虹鳟<sup>[11]</sup>。ΣSFA 以大弹涂鱼最高, 黄颡其次, C16:1 相对含量则以大菱鲆 (3.71%)、大弹涂鱼 (3.73%) 较低, 倒刺鲃未检出; C18:1n-9 相对含量则以淡水鱼较高, 均高于 25%, 海水鱼相对含量较低, 低于 19%, 其中大弹涂鱼最低 (14.47%); 大弹涂鱼

表 1 大弹涂鱼肌肉与其他淡水鱼类肌肉的脂肪酸组成分析 (占总脂肪酸的百分比) %

脂肪酸	斑鳃 <sup>[6]</sup>	黄颡鱼 <sup>[7]</sup>	大鳍鱠 <sup>[7]</sup>	倒刺鲃 <sup>[8]</sup>	大菱鲆 <sup>[9]</sup>	大黄鱼 <sup>[10]</sup>	虹鳟 <sup>[11]</sup>	大弹涂鱼
C14:0	1.97	1.22	3.67	6.25	2.42	5.44	3.96	1.02
C15:0	-	0.37	0.26	-	-	-	0.70	0.62
C16:0	22.87	24.53	18.85	19.47	21.07	21.30	19.13	23.51
C17:0	0.89	0.61	0.31	-	-	-	1.10	0.77
C18:0	9.56	7.37	2.83	5.97	5.85	4.54	3.21	9.46
C20:0	-	-	-	1.42	0.40	0.61	0.12	-
C22:0	-	0.38	0.42	0.15	-	-	0.33	-
ΣSFA		34.90	26.97	33.26	29.73	31.89	28.55	35.38
C16:1	35.29	6.39	6.78	-	3.71	5.85	6.79	3.73
C17:1	-	1.23	0.46	-	-	-	0.24	0.66
C18:1n-9	25.49	41.68	37.32	29.79	18.76	16.56	16.63	14.47
C18:1n-7	5.16	-	-	1.19	-	3.16	-	-
C20:1n-9	-	-	-	-	-	2.53	0.30	0.49
C22:1n-9c	-	-	-	0.55	-	-	0.13	-
C24:1n-9	-	0.51	0.21	-	-	-	-	0.65
ΣMUFA	36.88	51.37	48.81	43.31	22.47	28.10	24.09	20.00
C18:2n-6	4.11	2.46	9.91	15.24	8.74	10.16	9.56	4.86
C18:3n-6	-	0.29	0.20	-	-	-	2.33	-
C18:3n-3	1.57	1.39	1.70	1.12	0.90	2.04	9.25	1.58
C20:2n-6	1.87	0.36	1.15	-	-	-	-	0.69
C20:3n-3	-	-	-	0.51	-	-	-	-
C20:3n-6	4.13	0.29	0.21	-	-	-	1.83	0.67
C20:4n-6	6.24	3.77	1.65	1.41	2.37	0.83	0.60	5.24
C20:5n-3	2.04	1.47	2.16	0.58	8.68	6.40	4.04	7.96
C22:6n-3	-	3.71	7.26	3.07	17.70	8.64	2.99	18.67
ΣPUFA	19.96	13.74	24.23	22.73	38.39	28.07	30.60	38.98
Σn-3PUFA	3.61	6.57	11.12	5.53	27.28	17.08	16.28	28.21
Σn-6PUFA	16.35	7.53	13.11	16.65	11.12	10.99	14.32	11.46
n-3/n-6	0.22	0.87	0.85	0.33	2.46	1.55	1.14	2.46

肌肉中的人体必需脂肪酸 (C18:2n-6 与 C18:3n-3) 相对含量低于其它几种经济鱼类,但高于斑鳃和黄颡鱼,具有一定营养价值。鱼类可利用 C20:4n-6 在体内合成类花生酸并调节鱼体机能,抵御环境改变对鱼体产生的不良影响,帮助鱼类适应新环境,大弹涂鱼的 C20:4n-6 相对含量(5.24%)仅低于斑鳃(6.24%),高于其它经济鱼类<sup>[12]</sup>。高度不饱和脂肪酸(HUFA)特别是 n-3 系列的 EPA 和 DHA 有较强的生理活性,对人和动物的生长发育有积极的作用<sup>[13]</sup>,大弹涂鱼肌肉中的 EPA 为 7.96%,仅低于大菱鲆(8.58%),高于其它经济鱼类;DHA 为 18.67%,高于其它几种经济鱼类,营养价值较高。大弹涂鱼肌肉大类脂肪酸中, $\Sigma$ PUFA> $\Sigma$ SFA> $\Sigma$ MUFA,与虹鳟、大菱鲆相当;大弹涂鱼肌肉  $\Sigma$ PUFA 最高(38.98%),略高于大菱鲆,远高于其它经济鱼类; $\Sigma$ MUFA 大弹涂鱼最低(20%);与其它经济鱼类相比,大弹涂鱼的  $\Sigma$ n-3PUFA 较高, $\Sigma$ n-6PUFA 较低,n-3/n-6 为 2.46,与大菱鲆相等,高于其它经济鱼类。

### 3 结 论

通过分析大弹涂鱼肌肉的脂肪酸组成,发现该鱼的主要脂肪酸为 C16:0、C16:1、C18:0、C18:1n-9 (油酸)、C18:2n-6 (亚油酸)、C18:3n-3 (亚麻酸)、C20:4n-6 (花生四烯酸)、C20:5n-3 (DHA) 及 C22:6n-3 (DHA) 等,饱和脂肪酸的含量为 35.38%,单不饱和脂肪酸的含量为 20%,多不饱和脂肪酸的含量为 38.98%,n-3/n-6 高达 2.46,富含 n-3 系列高度不饱和脂肪酸,EPA、DHA 含量较高,是一种营养价值较高的海产鱼类。

### 参 考 文 献

- [1] 陈瑞龙. 大弹涂鱼高产养殖技术与推广 [J]. 农业与技术, 2014, 34(1):152, 161.
- [2] 吴仁协, 戈薇, 洪万树, 等. 大弹涂鱼成鱼消化酶活性的研究[J]. 中国水产科学, 2007, 14(1):99-105.
- [3] 张其永, 洪万树. 大弹涂鱼研究的回顾与展望[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 2006, 45(增刊 2):97-108.
- [4] 龚艳琴, 李玉艳, 夏中生, 等. 大弹涂鱼鱼体和肌肉营养成分分析及营养评价[J]. 广西农业生物科学, 2008, 27(4):392-395.
- [5] 卢洁, 黄凯, 臧宁, 等. 气相色谱全分析海水和淡水养殖南美白对虾组织中脂肪酸组成与含量[J]. 色谱, 2005, 23(27):193-195.
- [6] 陈涛, 黄凯. 野生斑鳃幼鱼与雌、雄性亲鱼肌肉脂肪酸组成分析[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2017(10):233-235, 239.
- [7] 代鸣, 姚俊杰, 侯俊利, 等. 黄颡鱼和大鳍鳃肌肉及鱼卵中脂肪酸组成的比较[J]. 食品工业科技, 2009, 30(6):282-285.
- [8] 卢洁, 黄均, 农毅清. 超声提取-毛细管气相色谱法全分析倒刺鲃组织中的脂肪酸[J]. 色谱, 2007, 25(4):611-612.
- [9] 苗惠, 君蓓琴, 苗淑彦, 等. 不同类型糖源对大菱鲆脂肪代谢酶活性和脂肪酸组成的影响[J]. 中国海洋大学学报, 2014, 44(4):22-28.
- [10] 李经奇, 李学山, 姬仁磊. 亚麻籽油和豆油替代鱼油对大黄鱼肝脏和肌肉脂肪酸组成及  $\Delta 6$ Fad 基因表达的影响[J]. 水生生物学报, 2018, 42(2):232-239.
- [11] 魏永生, 隆晶, 李维维. 虹鳟鱼肌肉脂肪酸组成的 GC/MS 分析[J]. 化工时刊, 2017, 31(1):15-18.
- [12] 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, 1993(1-2):107-122.
- [13] 蒋汉明, 张凤珍.  $\omega$ -3 不饱和脂肪酸与人类健康[J]. 预防医学, 2005, 11(1):65-69.

【责任编辑:胡 敏】