

文章编号: 1004-7271(2001)04-0338-05

三种中国淡水鱼肌肉脂质的研究

吕斌¹, 陈舜胜¹, 横山雅仁², 赵丽珺¹, 金庭正树²

(1. 上海水产大学食品学院, 上海 200090;

2. 日本中央水产研究所, 日本 236-8648 神奈川县横浜市金泽区福浦 2-12-4)

摘要: 测定了鲢、大口黑鲈和团头鲂三种养殖淡水鱼肌肉脂质的含量、分布、成分及脂肪酸组成, 调查了鲢肌肉脂质含量与体重的关系。结果表明: (1) 肌肉脂质的主要成分是甘油三酯和极性脂, 中性脂含量影响决定了肌肉的总脂含量。 (2) 腹部肌肉的脂质含量是背部的 2~5 倍。 (3) 鲢肌肉的脂质含量随体重的增加而增加。 (4) 主要的脂肪酸有 16:0、16:1n-7、18:1n-9、18:2n-6、18:3n-3、20:5n-3 和 22:6n-3, 多烯酸的含量是 15.8~32.9%, $\Sigma n-3$ 与 $\Sigma n-6$ 的比率是 2.5(鲢)、2.7(大口黑鲈)和 0.3(团头鲂)。

关键词: 鲢; 大口黑鲈; 团头鲂; 肌肉脂质; 脂肪酸

中图分类号: TS201.2⁺2 **文献标识码:** A

Study on lipids in muscle of three species of Chinese freshwater fish

LÜ Bin¹, CHEN Shun-sheng¹, Masahito Yokoyama², ZHAO Li-jun¹, Masaki Kaneniwa²

(1. College of Food Science, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China; 2. Marine Biochemistry Division, National Research Institute of Fisheries Science, Yokohama, Kanagawa, 236-8648, Japan)

Abstract: The lipid and fatty acid composition of muscle of three species of cultured freshwater fish, silver carp, blunt snout bream, large-mouth black bass, was examined in this paper. The relation between total lipid (TL) content in muscle and body weight of silver carp was also studied. The major components of total lipid (TL) in muscle were triacylglycerol (TG) and polar lipids (PL). Differences of TL content were dependent on neutral lipid (NL) contents. TL in belly flap was 2-5 times TL in dorsal muscle. The bigger silver carps were, the higher TL contents in muscle were. The main fatty acids were 16:0, 16:1n-7, 18:1n-9, 18:2n-6, 18:3n-3, 20:5n-3 and 22:6n-3. The polyunsaturated fatty acids (PUFA) content was 15.8-32.9%. The $\Sigma n-3/\Sigma n-6$ ratio was 2.7 (silver carp), 2.7 (large-mouth black bass) and 0.3 (blunt snout bream).

Key words: silver carp; large-mouth black bass; blunt snout bream; muscle lipid; fatty acid

脂质是淡水鱼的重要组成部分, 肌肉脂质的不饱和脂肪酸含量高, 容易发生自动氧化, 导致酸败和油烧, 淡水鱼脂质的含量和分布对鱼制品的加工和保鲜具有重要意义。此外, 具有重要生理活性作用的 EPA 和 DHA 在淡水鱼中有一定的含量, 有的淡水鱼含量甚至接近海水鱼, 淡水鱼虾已是内陆人群摄取 EPA、DHA 的主要食物来源^[1], 淡水鱼的营养价值与其脂肪酸组成密切相关。脂质的含量对鱼制品的风味也有直接影响。但目前对淡水鱼肌肉脂质的研究主要集中在脂肪酸组成方面^[2-5], 缺乏对脂质的含量、成分及分布全面系统地分析研究。鲢, 以滤食浮游植物为主, 价格低廉, 是淡水鱼加工主要鱼种之

收稿日期: 2001-07-10

基金项目: 上海水产大学与日本国际农林水产业研究中心合作项目“中国淡水渔业资源利用技术的开发”的组成部分

第一作者: 吕斌(1971-), 女, 四川乐山人, 讲师, 硕士研究生, 主要从事水产品加工与贮藏方面的研究。

一。团头鲂,草食性鱼类,肌肉脂质含量高。大口黑鲈,肉食性鱼类,经济价值较高。本文选择这三种鱼作为研究对象,对肌肉脂质的含量、分布及组成成分进行分析,为淡水鱼营养价值的评价、鱼品保鲜和加工提供依据和参考。

1 材料与方 法

1.1 实验用 鱼

鲢、团头鲂和大口黑鲈均于2001年1月采集于上海青浦淀山湖联营养殖场,大口黑鲈和团头鲂各5条,鲢17条。体重范围为鲢730~1300g,团头鲂450~470g,大口黑鲈400~440g。

1.2 脂质的提取

鱼去头、内脏、鳞后,沿脊椎剖成两片,再去骨和皮,取其中一片绞碎,充分混匀,取20g作为全鱼的分析样品,Bligh-Dyer法提取脂质,测定背、腹部肌肉的平均脂质含量。另一侧肌肉沿侧线分成背部与腹部,再居中剖开,分成前背、后背、前腹和后腹四部分,Bligh-Dyer法分别提取各部分脂质,测定肌肉脂质的分布情况^[6]。提取出的脂质用氯仿溶解后,充氮密闭,-40℃保藏。

1.3 脂肪酸甲酯的制备及提纯

制备与提纯方法参见文献^[7]。取20~30mg脂质于具塞(四氟乙烯)试管,加入1mL 5% HCl-甲醇溶液,80~100℃甲酯化2~3h,期间不时振荡。反应结束后,正己烷提取脂肪酸甲酯。蒸发去除正己烷后,前后三次共用1mL二氯甲烷溶解脂肪酸甲酯,并滴入Sep-Pak Plus silica cartridge,再用7mL二氯甲烷洗脱脂肪酸甲酯。分离得到的脂肪酸甲酯在40℃水浴蒸发除去二氯甲烷,用正己烷溶解成0.05g/mL的脂肪酸甲酯溶液,进行气相色谱分析。提纯的主要目的是除去固醇,延长毛细管柱的使用寿命。

1.4 脂肪酸组成的分析

分析仪器:GC-14B 色谱仪,C-F8A 记录仪。

分析条件:OMEGAWAX320 毛细管柱(30m×0.32mm),载气为氦气,柱温210℃,进样口温度230℃,检测器(氢火焰离子检测器)温度230℃,分流比为80:1,进样量1μL。

1.5 总脂质的分离

取肌肉脂质100mg,用10g 硅胶60通过柱层析分离成中性脂和极性脂,洗脱液分别是250mL 氯仿和250mL 甲醇,旋转蒸发仪40℃水浴蒸发去除洗脱液,称重。

分离得到的中性脂用薄层层析(TLC)分离,展层剂是正己烷:乙醚:乙酸=70:30:1(v/v/v)。展层后,在I₂蒸气中,脂质斑点发生加成反应并显色。

2 结果与讨论

2.1 肌肉脂质的含量及组成

鲢、大口黑鲈和团头鲂肌肉脂质的含量相差较大,团头鲂的脂质含量是鲢的两倍,团头鲂相当于海水鱼的多脂鱼类,鲢和大口黑鲈相当于中脂鱼类(表1)。不过,脂质含量与季节有很大关系。本研究的样品是一月份采集的,鱼正处于越冬期间,脂质含量在全年中应该是较高的。另外,三种淡水鱼脂质含量的个体差异均较大,尤其团头鲂脂质含量高,个体差异更为显著。

三种鱼中性脂的含量均大于极性脂,分别占总脂质的66.67%(鲢)、71.36%(大口黑鲈)和78.55%(团头鲂)。而三种淡水鱼极性脂的含量很接近,大约在1g/100g肌肉左右。说明不同淡水鱼肌肉总脂含量的不同主要体现在中性脂含量的差异上,即主要是中性脂的含量影响决定了肌肉的总脂含量。这与Sasaki等^[8]对于大麻哈鱼肌肉脂质的分析结果是一致的。

经TLC法分析,肌肉中性脂的主要成分是甘油三酯,固醇含量很少(图1)。再结合上面的分析结果

可认为,肌肉脂质主要由甘油三酯和极性脂组成。

2.2 肌肉脂质的分布

三种淡水鱼肌肉脂质的分布是不均衡的(表2)。这种不均衡性首先表现在背、腹部肌肉脂质含量的差别上,鲢和团头鲂腹部肌肉的脂质含量是背部的2~3倍,大口黑鲈则达到了5倍,差异十分显著。即便是同种鱼前腹和后腹、前背和后背间的脂质含量也有差异,但相差不是很大。脂质分布的差异还体现在不同鱼分布规律的不同上,鲢和大口黑鲈肌肉中脂质的分布规律是:前腹>后腹>后背>前背,团头鲂肌肉中脂质的分布规律则是前腹>后腹>前背>后背。

2.3 鲢肌肉脂质的含量与体重的关系

体重是影响肌肉脂质含量的主要因素之一,因此,我们选取三种鱼中体重最大的鲢作为研究对象,考察了两者的关系。本研究所测鲢体重的范围是700~1300g,大致是市场上商品鲢鱼体重的范围。结果表明,随着体重的增加,肌肉的脂质含量也逐渐增加(图2)。700~800g、800~1000g和1000~1300g的鲢,其肌肉脂质的平均含量分别是1.86%、2.51%和2.87%。表明在鲢的生长过程中,脂质在肌肉中是不断地积累的。

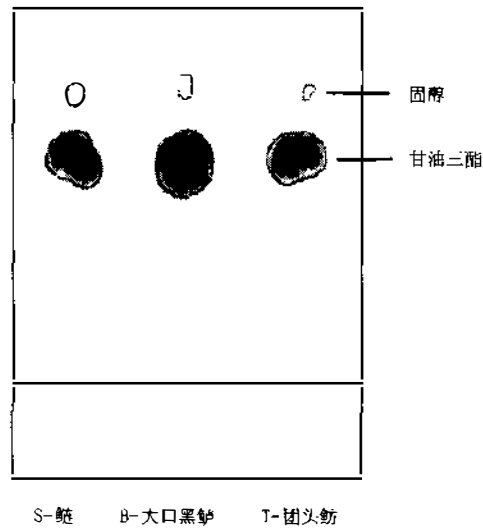


图1 肌肉中性脂的TLC分离结果

Fig.1 TLC chromatogram of neutral lipids in muscle

表1 肌肉脂质的含量

Tab.1 Lipid Contents of Muscle

鱼种	体重(g)	体长(cm)	脂质含量(g/100g肌肉)		
			总脂质	中性脂	极性脂
鲢	1070.0	38.2	2.94±0.71	1.96±0.54	0.94±0.12
大口黑鲈	420.0	25.7	4.33±0.62	3.09±0.14	1.13±0.22
团头鲂	457.5	26.9	5.78±1.60	4.54±1.17	1.05±0.16

表2 肌肉脂质的分布

Tab.2 Distribution of Lipids in Muscle (g/100g肌肉)

鱼种	全部肌肉	背部	腹部	前背	前腹	后背	后腹
鲢	2.94±0.71	1.62±0.37	3.65±0.95	1.31±0.22	3.98±1.09	1.93±0.47	3.31±0.85
大口黑鲈	4.33±0.62	1.67±0.68	7.97±2.03	1.63±0.53	9.00±2.26	1.70±0.74	6.94±1.94
团头鲂	5.78±1.60	3.01±0.92	8.18±2.35	3.56±0.95	8.54±2.63	2.46±0.83	7.81±2.01

所测的鲢都生长在淀山湖中同一个网箱里,生长环境、年龄、季节和饵料等都相同,肌肉脂质含量与体重的相关程度达到了显著相关(P<0.05)。

2.4 肌肉脂质的脂肪酸组成

脂肪酸组成的分析结果见表3。三种淡水鱼饱和脂肪酸的含量为20.1~24.6%,16:0饱和脂肪酸的含量最高。单烯酸的总含量相差较大(32.2~58.6%),含量最高的单烯酸是18:1n-9(16.2~42.7%),其次是16:1n-7和18:1n-7。多烯酸的含量

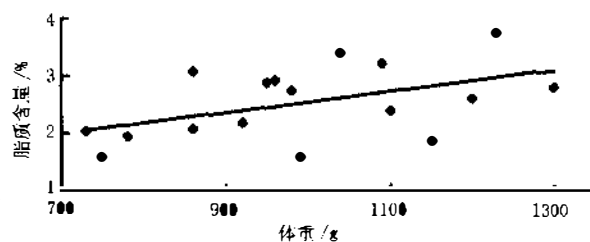


图2 鲢肌肉的脂质含量与体重的关系

Fig.2 Relation between TL content in muscle and body weight of silver carp

在 15.8~32.9% 之间,主要的多烯酸有 22:6n-3(DHA),20:5n-3(EPA),18:2n-6(亚油酸),18:3n-3(亚麻酸)和 20:4n-6(花生四烯酸)。16:0,16:1n-7,18:1n-9,18:2n-6,18:3n-3,20:5n-3 和 22:6n-3 这几种主要脂肪酸的总含量占到总脂肪酸的 64.6%(鲢)、66.1%(大口黑鲈)和 77.3%(团头鲂)。

表 3 肌肉脂质的脂肪酸组成
Tab.3 Fatty Acid Composition of Total Lipids from Muscle (%)

	鲢	大口黑鲈	团头鲂
14:0	3.2±0.4	2.0±0.0	0.9±0.2
15:0	0.7±0.1	0.5±0.0	0.2±0.0
16:0	16.5±1.2	15.3±1.2	15.5±0.4
17:0	1.4±0.2	1.2±0.1	0.4±0.0
18:0	2.8±0.2	2.8±0.3	3.1±0.7
总	24.6±2.1	21.9±1.5	20.1±0.9
16:1n-7	9.6±1.0	9.2±0.5	7.3±1.1
18:1n-9	16.2±2.1	21.4±1.0	42.7±0.4
18:1n-7	4.0±0.5	3.4±0.3	4.7±0.4
20:1n-9	1.6±0.6	0.8±0.1	2.4±0.3
22:1n-11	1.1±1.1	0.3±0.4	1.6±0.4
总	32.3±3.2	35.1±1.3	58.6±0.7
18:2n-6	4.8±1.9	3.3±0.4	8.6±0.8
18:3n-3	5.5±0.1	3.7±0.3	1.5±0.2
18:4n-3	1.7±0.3	0.8±0.1	0.2±0.1
20:3n-6	0.8±0.1	0.5±0.1	0.8±0.1
20:4n-6	1.8±0.2	3.0±0.1	1.5±0.3
20:3n-3	0.5±0.0	0.6±0.3	0.1±0.0
20:4n-3	2.1±0.1	1.3±0.1	0.2±0.0
20:5n-3	5.8±1.2	3.4±0.2	0.3±0.1
22:4n-6	0.7±0.7	0.7±0.1	0.3±0.2
22:5n-6	1.3±0.2	1.4±0.2	0.8±0.2
22:5n-3	1.6±0.2	4.0±0.4	0.2±0.1
22:6n-3	6.2±1.1	9.9±0.0	1.4±0.4
总	32.9±1.1	32.5±0.0	15.8±0.6
其它	10.2±1.0	10.5±2.7	5.5±0.0
$\Sigma n-3/\Sigma n-6$	2.5±0.8	2.7±0.3	0.3±0.0
$\Sigma n-3$	23.5±2.9	23.6±0.7	3.8±0.4

Ackman^[9]和 Lovem^[10]指出,与海水鱼相比,淡水鱼饱和脂肪酸的比例更高,C₁₈多烯酸含量较高,C₂₀、C₂₂多烯酸含量较低。本文研究结果与闽南-台湾浅滩渔场中上层海水鱼^[11]和李淡秋测定的 20 种海水鱼虾^[12]比较发现,淡水鱼的 EPA 含量与海水鱼相当,DHA 含量比海水鱼低些。但海水鱼的饱和脂肪酸的相对含量更高,主要是 18:0 的含量高于淡水鱼,其原因值得进一步研究。

需要指出的是,团头鲂的脂肪酸组成与其他两种鱼差别很大,其 18:1n-9 的含量高达 42.7%,是其他两种鱼的两倍,导致其单烯酸总含量达到 58.6%,多烯酸仅有 15.8%,其中 n-6 族多烯酸的含量就达到 12%, $\Sigma n-3$ 与 $\Sigma n-6$ 的比值仅有 0.3,EPA 和 DHA 的含量只有 0.3%、1.4%。密西西比斑点叉尾鲟 18:1n-9 也高达 45%,多烯酸中,同样是 18:2n-6 含量高(11.9%),EPA(0.5%)和 DHA(1.9%)的含量很低,与团头鲂的脂肪酸组成十分相似^[13]。

鲢和大口黑鲈的脂肪酸组成比较接近。与其它淡水鱼^[7]相比,EPA 和 DHA 的含量都较高,n-3 族多烯酸含量达到 23.5%左右。两者的 $\Sigma n-3$ 与 $\Sigma n-6$ 的比值分别为 2.5 和 2.7,与海水鱼水平接近^[12]。所以,鲢虽然价格低廉,口感不好,不为人们喜欢,但从脂肪酸组成的角度来说,它和大口黑鲈一样,营养

价值还是较高的。

参考文献:

- [1] 金庆华,李桂玲,何世文.淡水生物中 n-3 不饱和脂肪酸含量的研究[J].中国海洋药物,1997,62(2):36-39.
- [2] 李淡秋,二十种淡水鱼虾脂肪酸组成的分析研究[J].水产科技情报,1991,18(3):73-76.
- [3] 刘玉芳,中国五种淡水鱼类脂肪酸组成分析[J].水产学报,1991,15(2):169-171.
- [4] 林敬本,谭炳炎,郑文晖,等.广东地区常见鱼类油脂的脂肪酸含量分析[J].营养学报,1990,12(4):426-429.
- [5] 童圣英.四种鲤科鱼类越冬时脂肪酸组成的变化[J].水产学报,1997,21(4):373-378.
- [6] Bligh E G, W J Dyer. A Rapid Method of Total Lipids Extraction and Purification[J]. Can J Biochem Physiol, 1959,37:911-917.
- [7] Masaki Kaneniwa, Song Miao, Chunhong Yuan, et al. Lipid Components and Enzymatic Hydrolysis of Lipids in Muscle of Chinese Freshwater Fish [J]. J Am Oil Chem Soc, 2000,77(8): 825-830.
- [8] Sasaki S, T Ota, T Takagi. Compositions of Fatty Acids in the Lipids of Masu Salmon and Pink Salmon, and Latter Canned Flesh[J]. Bull Jap Soc Sci Fish, 1989,55:1655-1660.
- [9] Ackman R G. Characteristics of the fatty acid composition and biochemistry of some fresh-water fish oils and lipids in comparison with marine oils and lipids[J]. Comp Bioch, Physiol. 1967,22:907-922.
- [10] Lovern J A. Fat metabolism in fishes. I. General survey of the fatty acid composition of the fats of a number of fishes, both marine and fresh-water [J]. Bioch J, 1932,26:1974-1988.
- [11] 吴志强,丘书院,杨圣云,等.闽南-台湾滩涂渔场六种主要中上层鱼类的脂肪酸研究[J].水产学报,2000,24(1):61-66.
- [12] 李淡秋.中国 20 种海水鱼虾脂肪酸组成的分析研究[J].水产学报,1988,13(2):157-159.
- [13] Joyce A Nettleton, William H Allen JR, Loriv Klatt, et al. Nutrients and Chemical Residues in One-to Two-Pound Mississippi Farm-raised Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*) [J]. J Food Sci, 1990, 55(4):954-958.