Three Fishes Muscle Fatty Acid Composition Analysis of Lhasa River*

Sang Luo[#], Hai Jiang, Dawa Tenzin, Xi Za, Ning Wang

College of Science, Tibet University, Lhasa
Email: [#]lsa045@yahoo.com

Received: Dec. 10th, 2012; revised: Dec. 17th, 2012; accepted: Jan. 5th, 2013

Abstract: The fatty acid composition in muscle of three freshwater fishes *Schizothorax waltoni*, *Ptychobarbus dipogon*, *Shizopygopsis younghusbandi* was analyzed. The most abundant 10 fatty acids are the saturated fatty acids 16:0 and 18:0, the monounsaturated fatty acids 16:1n-9, 18:1n-9 and 18:1n-7, the polyunsaturated fatty acids 18:2n-6, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:5n-3, 22:6n-3. The result showed that the pattern of fatty acids in the Tibetan fish resembled that of marine fish, and the content of n-3 polyunsaturated fatty acids were relatively higher.

Keywords: Fish of Lhasa River; Fatty Acids; Nutrition Evaluation

3 种拉萨河鱼类肌肉脂肪酸的组成分析*

洛桑[#], 蒋海, 旦增达瓦, 扎西, 王宁

西藏大学理学院, 拉萨
Email: [#]lsa045@yahoo.com

收稿日期: 2012 年 12 月 10 日; 修回日期: 2012 年 12 月 17 日; 录用日期: 2013 年 1 月 5 日

摘要: 以拉萨裂腹鱼(*Schizothorax waltoni*)、双须叶须鱼(*Ptychobarbus dipogon*)、拉萨裸裂尻鱼(*Shizopygopsis younghusbandi*)为材料, 研究了肌肉中脂肪酸的组成及含量。结果显示: 10 种含量最丰富的脂肪酸分别是饱和脂肪酸 16:0 和 18:0; 单不饱和脂肪酸 16:1n-9、18:1n-9 和 18:1n-7; 多不饱和脂肪酸 18:2n-6、20:4n-6、20:5n-3、22:5n-3 和 22:6n-3。结果证明了拉萨河鱼类的脂肪酸模型跟深海鱼类具有一定的相似性, 而且 n-3 型多不饱和脂肪酸的含量相对较高。

关键词: 拉萨河鱼; 脂肪酸; 营养评价

1. 引言

拉萨河发源于念青唐古拉山南麓, 西南流经拉萨市, 至曲水县汇入雅鲁藏布江。拉萨河主要有 7 种经济鱼类: 拉萨裂腹鱼、双须叶须鱼、拉萨裸裂尻鱼、异齿裂腹鱼、巨须裂腹鱼、尖裸鲤和黑斑原桃等^[1]。拉萨河自然环境独特, 海拔高、水温低、气压低, 与外界环境相对隔绝程度大, 拉萨河鱼类在进化过程中

形成了独特的生理生化特性。由于其分布区域仅限于西藏水系, 因此国内外有关拉萨河鱼类营养成分的研究报道较少。本研究对拉萨河常见 3 种鱼类(拉萨裂腹鱼(*Schizothorax waltoni*); 双须叶须鱼(*Ptychobarbus dipogon*); 拉萨裸裂尻鱼(*Shizopygopsis younghusbandi*))脂肪酸组成特点的基础上分析其营养价值, 旨在为高原鱼类养殖及饵料配备积累基础性资料。

2. 材料与方法

2.1. 材料

*基金项目: 2011 年西藏自治区科技厅自然科学基金项目和 2011 年西藏大学大学生创新性实验训练计划项目资助。

[#]通讯作者。

2.1.1. 实验材料

采自拉萨河野生成鱼各 10 尾, 共 $3 \times 10 = 30$ 尾。

2.1.2. 仪器与材料

主要仪器:

岛津 GC-2010 气相色谱仪, 检测器: FID

亿通 FSH-2 型高速组织匀浆机

UAMATO 旋转蒸发仪

真空冷冻干燥器

主要试剂:

甲醇、氯仿、硫酸、正己烷、无水硫酸钠、氢氧化镁(以上皆为分析纯)、脂肪酸标准品(sigma)

2.2. 实验方法

2.2.1. 色谱条件

1) 色谱柱: OMEGAWAX320 FUSED SILICA 毛细管柱(30 m × 0.32 mm)

2) 载气: 高纯氮气

3) 柱温: 210°C

进样口温度: 230°C

检测器温度: 230°C

4) 氮气压力为 0.5 Mpa, 空气压力为 50 Mpa, 氢气压力为 55~60 Kpa, 氢气压力为 55~60 Kpa

2.2.2. 脂质的提取

称取鱼肉 5.0 g, 放入 200 ml 小烧杯中, 倒入 80 ml 氯仿: 甲醇 = 2:1(体积比)混合液, 粗提物中加入 40 ml 3% MgCl₂ 溶液, 充分混合后静置分层, 取下层氯仿相, 挥去溶剂, 可获得较纯净的脂质, 并称量。

2.2.3. 脂质的甲酯化

称取 10~30 ml 脂质, 加入 1% 硫酸甲醇 2 ml 于 70°C 水浴加热 30 min, 加入 2 ml 正己烷, 再加蒸馏水至瓶颈, 取出上清液, 再加 1 ml 正己烷洗一次, 合并上清液。在上述甲酯化液中加入适量无水硫化钠, 脱水后, 将甲酯化液过滤至长试管中, 50°C 真空旋转蒸发。最后得到纯的脂肪酸甲酯, 用正己烷溶解, 取 3 μL 进行色谱分析。

3. 结果

3.1. 脂肪酸的组成

本论文测定 10 组拉萨裂腹鱼、双须叶须鱼、拉

萨裸裂尻鱼肌肉中的脂肪酸, 根据样品进行气相色谱分析得到的峰面积与标准样品的峰面积相比, 获得表 1 的检测结果。结果表明, 3 种鱼类肌肉样品均由 6 种饱和脂肪酸(TSFA)以及 13 种不饱和脂肪酸(USFA)组成, 包括 5 种单不饱和酸(MUFA)和 8 种多不饱和酸(PUFA)。饱和脂肪酸包括 C14:0、C15:0、C16:0、C17:0、C18:0、C20:0, 单不饱和脂肪酸包括 C16:1n-9、C18:1n-9、C18:1n-7、C20:1n-9、C22:1n-9, 多不饱和脂肪酸包括 C18:2n-6、C18:3n-6、C18:3n-3、C20:3n-3、C20:4n-6、C20:5n-3、C22:5n-3、C22:6n-3。

3.2. 饱和脂肪酸的含量比较

从表 1 可知, 3 种鱼类肌肉中饱和脂肪酸的总量为 21.45%~25.43%, 大小以此为: 拉萨裂腹鱼 > 拉

Table 1. Fatty acid compositions in 3 fish samples
表 1. 3 种鱼类肌肉脂肪酸组成

项目	肌肉脂肪酸含量(mg/g)		
	拉萨裂腹鱼	双须叶须鱼	拉萨裸裂尻鱼
C14:0	2.05 ± 0.85	1.00 ± 0.85	1.61 ± 0.48
C15:0	0.25 ± 0.04	0.16 ± 0.07	0.19 ± 0.04
C16:0	17.04 ± 0.99	19.40 ± 1.64	17.59 ± 1.15
C17:0	0.36 ± 0.25	0.43 ± 0.55	0.36 ± 0.15
C18:0	5.51 ± 0.90	6.25 ± 0.85	5.42 ± 0.69
C20:0	0.22 ± 0.12	0.21 ± 0.06	0.14 ± 0.03
TSFA	25.43	21.45	25.31
C16:1n-9	6.87 ± 2.70	4.84 ± 1.77	6.34 ± 1.32
C18:1n-9	7.31 ± 1.07	4.20 ± 0.80	6.43 ± 1.70
C18:1n-7	5.22 ± 1.21	4.77 ± 0.72	4.57 ± 0.56
C20:1n-9	0.71 ± 0.08	0.52 ± 0.14	0.85 ± 0.26
C22:1n-9	0.19 ± 0.05	0.08 ± 0.02	0.21 ± 0.10
TMUFA	20.30	14.40	18.40
C18:2n-6	2.10 ± 0.85	1.21 ± 0.44	1.44 ± 0.39
C18:3n-6	0.19 ± 0.07	0.17 ± 0.06	0.20 ± 0.06
C18:3n-3	1.43 ± 0.70	0.67 ± 0.29	1.60 ± 1.84
C20:3n-3	0.30 ± 0.10	0.33 ± 0.07	0.54 ± 0.19
C20:4n-6	3.28 ± 1.17	1.89 ± 0.33	2.61 ± 0.53
C20:5n-3	13.96 ± 2.64	23.15 ± 4.12	18.54 ± 2.70
C22:5n-3	6.06 ± 0.51	5.11 ± 1.90	5.36 ± 0.50
C22:6n-3	17.95 ± 6.18	18.99 ± 4.09	17.89 ± 3.84
TPUFA	45.27	51.52	48.18

萨裸裂尻鱼 > 双须叶须鱼。从单种脂肪酸来看, 3 类鱼样肌肉饱和脂肪酸中 C16:0 含量最高, 为 17.04%~19.40%; 其次是 C14:0 和 C18:0, 其他几种饱和脂肪酸的含量相对较低。所测定的 6 种饱和脂肪酸中 C16:0 含量最高, 由此可见, 饱和脂肪酸大多存在于 C14、C16 和 C18 系列中, 其中最突出的是 C16:0。

3.3. 不饱和脂肪酸含量的比较

从表 1 可知, 3 种鱼类肌肉样品的不饱和脂肪酸总量均高于饱和脂肪酸总量。3 种鱼类肌肉中单不饱和脂肪酸总量为 14.40%~20.30%, 大小依次为: 拉萨裂腹鱼 > 拉萨裸裂尻鱼 > 双须叶须鱼; 多不饱和脂肪酸总量为 45.27%~51.52%, 大小依次为: 双须叶须鱼 > 拉萨裸裂尻鱼 > 拉萨裂腹鱼。3 类鱼肌肉样品所测定的 5 种单不饱和脂肪酸中含量相对较高的是 C18:1n-9, 其次是 C16:1n-9, 其它几种则相对含量较低; 8 种多不饱和脂肪酸中, EPA(C20:5n-3)和 DHA (C22:6n-3)的含量相对于其它多不饱和脂肪酸含量更高。3 种鱼类肌肉中 EPA 的大小依次为: 双须叶须鱼 > 拉萨裸裂尻鱼 > 拉萨裂腹鱼; DHA 的大小依次为: 双须叶须鱼 > 拉萨裂腹鱼 > 拉萨裸裂尻鱼。

4. 讨论

滋味和香味活性是构成肉类复杂风味体系的前提, 并在受热或其它处理的条件下产生肉类风味。肌肉脂肪酸, 尤其是多不饱和脂肪酸在肉类风味形成的过程中起到了重要的作用, 而且肌肉脂肪酸中的多不饱和脂肪酸本身就是人体不可或缺的营养物质。因此, 无论从营养, 还是从风味角度来讲, 研究肉类脂肪酸组成, 不仅具有一定的理论意义, 在改善肉食风味, 提高食用价值方面也具有现实意义。

4.1. 饱和脂肪酸的营养价值分析

从表 1 可知, 饱和脂肪酸中的 C16:0 系脂肪酸远远大于其它系的饱和脂肪酸, 含量为 17.04%~19.40%。通过研究发现, C16:0 在各种生物的脂肪中都占有很大的比例, 如鲢、鳙、鲤等几类鲤科鱼类, 其 C16:0 可达 14.2%~21.0%^[2]; 在不同年龄儿童的皮下脂肪中也占 21.9%~27.55%^[3]。由此可以看出 C16:0 普遍存在, 说明它是一种基础脂肪酸, 其作用是提供能量或转化为其它的脂肪酸, 由于其含量比较大, 且易于吸收,

因此对人体具有很重要的作用。

4.2. 不饱和脂肪酸的营养价值分析

近年研究^[4]认为单不饱和脂肪酸对降低血脂和提高血小板聚集有积极作用, 从表 1 可以看出, 拉萨河鱼肌肉中含有大量的单不饱和脂肪酸, 具有很好的药用价值。多不饱和脂肪酸中的 EPA 和 DHA 是人类及鱼类(尤其是深海鱼类)体内十分重要的必需脂肪酸^[5], 表 2 数据显示拉萨河鱼类和其它几种鱼类 EPA 和 DHA 含量对比; 拉萨河鱼肌肉中的 EPA 和 DHA 含量明显高于其他淡水鱼类, 由于 EPA 和 DHA 具有高饱和度, 是鱼类低温条件下保持膜的流动性和渗透性必不可少的物质^[6], 而拉萨河鱼类生长于海拔高, 气温低, 气压低的环境条件下, 这可能是造成拉萨河鱼肌肉中多不饱和脂肪酸含量高的原因。而且, 所测定的 3 种拉萨鱼 EPA 和 DHA 的含量占不饱和脂肪酸含量比例均在 30%以上, 从这点可以看出, 拉萨河鱼富含 EPA 和 DHA, 能为人体提供必需的饱和脂肪酸, 能有效对抗心血管疾病, 调节血脂, 由此可以得出拉萨河鱼类具有较高的食用与药用价值。

5. 结论

综上所述, 拉萨河鱼类肌肉中富含脂肪酸, 特别是多不饱和脂肪酸中的 EPA 和 DHA; 而必需脂肪酸是人类身体的重要元素, 且自身无法合成, 必须从食物中获取, 所以长期食用拉萨河鱼有益身体健康, 可以有效的对抗心脑血管疾病, 降低血脂。目前对于拉萨河鱼类脂肪酸的研究已逐渐完善, 但还需更进一步的研究, 使其体现出的营养价值最大化。

Table 2. Comparisons of EPA and DHA in 8 fish samples
表 2. 8 种鱼类肌肉 EPA 与 DHA 含量比较(mg/g)

鱼类名称	EPA 含量	DHA 含量	EPA + DHA 含量
拉萨裂腹鱼	13.96	17.95	31.91
双须叶须鱼	23.15	18.99	42.14
拉萨裸裂尻鱼	18.54	17.89	36.43
尼罗罗非鱼	0.4	1.7	2.1
鲢鱼 ^[7]	12.5	14.4	26.9
鲤鱼 ^[7]	1.5	0.8	2.3
草鱼 ^[7]	2.7	1.5	4.2
青鱼 ^[7]	1.1	0.3	1.4

3 种拉萨河鱼类肌肉脂肪酸的组成分析

参考文献 (References)

- [1] 张春光. 西藏鱼类及其资源[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.
- [2] 刘玉芳. 中国 5 种淡水鱼脂肪酸组成分析[J]. 水产学报, 1991, 15(2): 169-171.
- [3] 满洪升, 周光前, 阮初雷. 儿童皮下脂肪的脂肪酸组成及其年龄和膳食的关系[J]. 营养学报, 2000, 22(1): 72-75.
- [4] 些宁. 单不饱和脂肪酸的作用[J]. 国外医学卫生学分册, 1990, 3: 160-162.
- [5] 舒妙安, 马有智, 张建成. 黄鳝肌肉营养成分的分析[J]. 水产学报, 2000, 24(4): 339-334.
- [6] 薛长湖, 陈修白, 李兆杰等. 从提鱼油中提取高度不饱和脂肪酸(EPA 和 DHA)的研究[J]. 中国水产科学, 1994, 1: 55.
- [7] 罗永康. 7 种淡水鱼肌肉和内脏脂肪酸组成的分析[J]. 中国农业大学学报, 2010, 6(4): 108-111.