

稀有 鲫的脂肪酸组成

吴志强^{1,2} 王剑伟¹ 常剑波¹ 曹文宣¹

1 (中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

2 (南昌大学生物科学工程系, 南昌 330029)

摘要: 稀有 鲫汉源种群和彭州种群全鱼中共检测到 3 种饱和脂肪酸(SFA), 它们是 C14:0、C16:0、C18:0。4 种单不饱和脂肪酸(MUFA), 它们是 C14:1、C16:1、C18:1、C20:1。4 种多不饱和脂肪酸(PUFA), 它们是 C18:2、C20:4、C22:5(EPA)、C22:6(DHA)。SFA 占总脂肪酸的 23.63—28.97%, MUFA 占 40.73—54.32%, PUFA 占 9.96—23.17%, EPA 占 0.41—1.74%, DHA 占 0.11—5.37%。EPA 含量一般低于 DHA。UFA(MUFA + PUFA)% > SFA%, 且 MUFA% > PUFA%, π 3FA/ π 6FA 为 0.33—0.99。此外还测定了鱼肌、内脏脂肪、肝脏、性腺等的脂肪酸组成和含量。

关键词: 脂肪酸组成; 稀有 鲫

中图分类号: S965.117 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2002)04-0388-05

稀有 鲫(*Gobiocypris rarus* Ye et Fu) 分布于四川省汉源县、彭州市等地。稀有 鲫与国际实验动物委员会推荐的国外常用的斑马鱼、青 鳉、黑头软口鲮等实验鱼类有许多相似之处, 因此, 它可能成为最能够代表我国的生物和环境的另一种鱼类实验动物。作为实验鱼类, 应用于生物学中诸领域, 如遗传学、发育生物学、胚胎学、分子生物学、毒理学、污染生物学等, 提供该鱼的生化组成等方面的背景资料具有十分重要的意义和价值。关于该鱼的生化组成已有文献报道^[1], 脂肪酸组成还是空白。

1 材料和方法

1.1 鱼肌肉脂肪(鱼油)的提取及含量的测定 稀有 鲫样品均为粉碎干燥后的干样, 采用 Soxtec 系统(Soxtex System HT6, Tecator, Hoganas, Sweden) 通过乙醚抽提失重法测定样品的脂肪含量。供脂肪酸分析的油样至少有两个样品, 结果取其平均值。

1.2 脂肪酸分析测定 使用 HP5890E 气相色谱仪, 数据采集及处理使用惠普工作站软件。油脂提取采用乙醚和石油醚混合液, 酯化液为硫酸甲醇液, 所用试剂均为分析纯。检测器 FID, 色谱柱为 2m × 3mm(内径) 的玻璃柱, 载体为 Chromosorb w AW, 固定液为 10% DEGS, 柱温 180℃, 检测器温度 220℃, 气化室温度 220℃, 载气 N₂30 mL/min, H₂40 mL/min,

收稿日期: 2001-02-10; 修订日期: 2001-11-30

基金项目: 中国科学院水生生物研究所所长基金资助(990103 号)

作者简介: 吴志强(1965—), 男, 江西南昌市人; 教授, 博士后; 现在南昌大学从事鱼类学教学和科研工作

E-mail: wuzhiqiang_108@hotmail.com

空气 200—400 mL/min。取干样 0.2 g 于 50 mL 三角磨口烧瓶中,加硫酸甲醇液回流酯化,加提取液使其溶解,放置 20 min,加水至刻度,使油液至瓶口,取上层液 0.4 mL 注入色谱仪。保留时间定性,归一化法定量。脂肪酸的绝对含量(每 1 mg 脂肪中含某种脂肪酸 μg)计算采用内标法,内标物为 Sigma 公司 C17: 0 甲酯。 $P_i\% = (A_i/W_{\text{标}})/(A_{\text{标}}/W)$, P_i —所求脂肪酸的百分含量; A_i —所求脂肪酸的峰面积。 $W_{\text{标}}$ —标样重(g); W —样品重(g)。

2 结果和讨论

2.1 稀有 鲫野生种群全鱼的脂肪酸组成和含量

鱼体中常见的饱和脂肪酸(Saturated fatty acids, SFA)有 C12: 0、C14: 0、C16: 0、C18: 0、C20: 0、C22: 0。其中 C16: 0 是主要成分;常见的单不饱和脂肪酸(Mono-unsaturated fatty acids, MUFA)有 C14: 1、C16: 1、C18: 1、C20: 1、C22: 1 等,其中 C18: 1、C16: 1 为主;常见的多不饱和脂肪酸(Polyunsaturated fatty acids, PUFA)有 $n-3$ 系列的 C18: 3(亚麻酸)、C20: 5(Eicosapentaenoic acid, EPA)、C22: 6(Docosahexaenoic acid, DHA)和 $n-6$ 系列的 C18: 2(亚油酸)、C20: 4(AA)、C22: 5 等。通常淡水鱼类中含有较多的亚油酸和亚麻酸^[2]。

稀有 鲫汉源种群和彭州种群全鱼中共检测到 3 种饱和脂肪酸(SFA),它们是C14: 0、C16: 0、C18: 0。4 种单不饱和脂肪酸(MUFA),它们是 C14: 1、C16: 1、C18: 1、C20: 1。4 种多不饱和脂肪酸(PUFA),它们是 C18: 2、C20: 4、C20: 5(EPA)、C22: 6(DHA)。SFA 占总脂肪酸的 23.63—28.97%, MUFA 占 40.73%—54.32%, PUFA 占 9.96%—23.17%, C16: 0 占 15.75%—19.82%, C18: 1 占 17.55%—23.99%, C20: 4 占 2.56%—9.03%, EPA 占 0.41%—1.74%, DHA 占 0.11%—5.37%。EPA 含量一般低于 DHA。UFA(MUFA+ PUFA)% > SFA%, 且 MUFA% > PUFA%, $n-3$ FAs/ $n-6$ FAs 的比例为 0.33—0.99(表 1)。

表 1 稀有 鲫野生种群全鱼的脂肪酸组成和含量
Tab.1 Fatty acid compositions and content of whole body in *G. rarus*

	汉源♀		汉源♂		彭州♀		彭州♂	
	($\mu\text{g}/\text{mg}$)	(%)	($\mu\text{g}/\text{mg}$)	(%)	($\mu\text{g}/\text{mg}$)	(%)	($\mu\text{g}/\text{mg}$)	(%)
C14: 0	4.03	4.13	7.27	5.55	4.45	4.04	4.98	4.83
C14: 1	4.60	4.71	7.07	5.40	4.63	4.20	4.79	4.64
C16: 0	16.33	16.73	25.98	19.82	17.35	15.75	17.40	16.86
C16: 1	16.64	17.04	29.22	22.30	18.87	17.12	18.45	17.88
C18: 0	4.41	4.51	4.71	3.59	4.24	3.85	4.14	4.01
C18: 1	17.13	17.55	31.45	24.00	22.99	20.87	20.79	20.14
C18: 2	6.96	7.13	9.01	6.87	9.88	8.97	7.88	7.63
C20: 1	1.39	1.42	3.44	2.63	2.82	2.56	1.80	1.74
C20: 4	8.81	9.03	3.36	2.56	8.31	7.54	7.55	7.31
C20: 5	1.61	1.65		0.41	1.92	1.74	1.29	1.25
C22: 6	5.24	5.37		0.11	3.69	3.35	3.82	3.71
ΣSFA	24.77	25.37	37.96	28.97	26.04	23.63	26.51	25.69
ΣMUFA	39.77	40.73	71.18	54.32	49.31	44.75	45.83	44.40
ΣPUFA	22.63	23.17	12.37	9.96	23.79	21.59	20.54	19.90
$n-3/n-6$	0.99	0.99	0.27	0.33	0.77	0.77	0.82	0.82

根据世界各地淡水鱼脂肪酸测定的资料^[3],淡水鱼的全鱼中, SFA 可占 9%—36%, 以

C16:0 为主; MUFA 占 15.3%—51%, 以 C18:1 为主, 其次是 C16:1; 二烯酸占 3%—6%, 以 C18:2 为主; 三烯酸占不到 10%, 以 C18:3; 四烯酸以 C20:4 为主; 五烯酸占 1.5%—16.3%, 以 EPA 为主; 六烯酸可占 0.3%—30%, 以 DHA 为主。淡水鱼 $n-3FA/n-6FA$ 为 0.5—3.8。洞庭湖鲤鱼 $n-3FA/n-6FA$ 为 1.23—2.17^[4], 而 $n-3FA/n-6FA > 2$ 一般表现为海洋快速游动的中上层鱼类的特征之一^[5,6], 稀有 鲫脂肪酸组成和含量属于淡水鱼的范畴。

2.2 稀有 鲫野生种群鱼肌的脂肪酸的组成和含量

稀有 鲫汉源种群和彭州种群鱼肌中共检测到 3 种 SFA (表 2), 它们是 C14:0、C16:0、C18:0。4 种 MUFA, 它们是 C14:1、C16:1、C18:1、C20:1。4 种 PUFA, 它们是 C18:2、C20:4、C20:5、C22:6。SFA 占总脂肪酸的 23.44%—24.63%, MUFA 占 36.86%—43.87%, PUFA 占 21.27%—26.39%, EPA 占 0.79%—1.33%, DHA 占 3.63%—6.90%。

表 2 稀有 鲫野生种群鱼肌的脂肪酸组成和含量
Tab. 2 Fatty acid compositions and content of muscle of *G. rarus*

	汉源(μg/mg)	(%)	彭州(μg/mg)	(%)
C14:0	3.89	4.58	4.72	4.08
C14:1	3.71	4.37	5.56	4.80
C16:0	13.97	16.46	17.73	15.33
C16:1	14.68	17.30	17.99	15.56
C18:0	3.04	3.59	4.67	4.03
C18:1	17.04	20.08	17.15	14.83
C18:2	6.61	7.79	8.98	7.76
C20:1	1.80	2.12	1.94	1.67
C20:4	7.24	8.53	12.66	10.94
C20:5	1.13	1.33	0.92	0.79
C22:6	3.08	3.63	7.98	6.90
ΣSFA	20.90	24.63	27.11	23.44
ΣMUFA	37.23	43.87	42.64	36.86
ΣPUFA	18.05	21.27	30.53	26.39
$n-3/n-6$	0.83	0.83	1.00	1.00

2.3 稀有 鲫野生种群肝脏和内脏脂肪的脂肪酸组成和含量

稀有 鲫汉源种群和彭州种群肝脏中共检测到 3 种 SFA, 它们是 C14:0、C16:0、C18:0。4 种 MUFA, 它们是 C14:1、C16:1、C18:1、C20:1。4 种 PUFA, 它们是 C18:2、C20:4、C20:5(EPA)、C22:6(DHA)。SFA 占总脂肪酸的 23.32%—24.04%, MUFA 占 40.80%—49.48%, PUFA 占 17.47%—24.05%, EPA 占 0.71%—1.02%, DHA 占 4.58%—7.71% (表 3)。稀有 鲫汉源种群和彭州种群内脏脂肪中共检测到 3 种 SFA, 它们是 C14:0、C16:0、C18:0。4 种 MUFA, 它们是 C14:1、C16:1、C18:1、C20:1。4 种 PUFA, 它们是 C18:2、C20:4、C20:5、C22:6。SFA 占总脂肪酸的 24.84%, MUFA 占 57.45%, PUFA 占 10.83%, EPA、DHA 含量均较低分别占 0.10%、0.49% (表 3)。

表 3 稀有 鲫肝脏和内脏脂肪的脂肪酸组成和含量

Tab. 3 Fatty acid compositions and content of liver and viscus fat in *G. rarus*

	肝脏(μg/ mg)	(%)	肝脏(μg/mg)	(%)	内脏脂肪(μg/ mg)	(%)
C14B0	91 96	31 47	5186	31 19	10104	4145
C14B1	71 65	21 67	5139	21 94	11161	5114
C16B0	461 51	16122	291 01	151 81	40100	17171
C16B1	651 06	22169	351 21	191 20	51181	22194
C18B0	121 46	41 35	7191	41 31	61 06	2168
C18B1	651 48	22184	311 87	171 37	58191	26108
C18B2	161 14	51 63	101 18	51 55	16187	7147
C20B1	31 68	11 28	2138	11 30	71 42	3128
C20B4	181 77	61 55	171 93	91 78	61 23	2176
C20B5	21 04	01 71	1187	11 02		0110
C22B6	131 14	41 58	141 14	71 71		0149
E SFA	681 93	24104	421 78	231 32	56111	24184
EMUFA	141188	49148	741 85	401 80	129174	57145
E PUFA	501 09	17147	441 12	241 05	23110	10183
∑ 3/ ∑ 6	01 97	01 97	1121	11 21	01 27	0133

214 稀有 鲫野生种群性腺(精巢和卵巢) 的脂肪酸组成和含量

稀有 鲫汉源种群和彭州种群性腺中共检测到 3 种 SFA, 它们是 C14B0、C16B0、C18B0。4 种 MUFA, 它们是 C14B1、C16B1、C18B1、C20B1。4 种 PUFA, 它们是 C18B2、C20B4、C20B5(EPA)、C22B6(DHA) (表 4)。精巢中, SFA 占总脂肪酸的 24116%) 26157%, MUFA 占 43184%) 53143%, PUFA 占 14103%) 24172%, EPA 占 1101%) 1153%, DHA 占 0114%) 1174%。卵巢中 SFA 占总脂肪酸的 22114%) 23149%, MUFA 占 36128%) 39189%, PUFA 占 24180%) 29117%, EPA 占 1110%) 1162%, DHA 占 5198%) 8135%。

表 4 稀有 鲫性腺的脂肪酸组成和含量

Tab. 4 Fatty acid compositions and content of gonad in *G. rarus*

	汉源` (Lg/ mg)	(%)	汉源a (Lg/mg)	(%)	彭州` (Lg/mg)	(%)	彭州 a (Lg/ mg)	(%)
C14B0	131 18	51 59	7115	3162	51 75	11 74	11 96	1118
C14B1	141 00	51 94	8177	4144	101 43	31 15	31 02	1182
C16B0	431 13	18131	30165	151 51	591 31	171 91	26109	15167
C16B1	501 85	21158	34111	171 25	611 37	181 54	26163	15199
C18B0	61 29	21 67	8164	4137	141 92	41 51	81 82	5129
C18B1	541 65	23120	32183	161 61	651 65	191 83	28100	16181
C18B2	194168	81 28	13193	7105	331 06	91 99	10171	6143
C20B1	61 38	21 71	3114	1159	71 67	21 32	21 77	1166
C20B4	101 81	41 59	20108	101 16	371 96	111 46	22111	13128
C20B5	21 39	11 01	3121	1162	51 07	11 53	11 84	1110
C22B6		01 14	11181	5198	51 75	11 74	13191	8135
E SFA	621 59	26157	46144	231 49	791 97	241 16	36187	22114
EMUFA	125189	53143	78185	391 89	1451 12	431 84	60143	36128
E PUFA		14103	49103	241 80	811 84	241 72	48158	29117
∑ 3/ ∑ 6		01 45	1103	1103	01 69	01 69	11 15	1115

215 稀有 鲫不同组织脂肪酸含量比较

本研究测定的全鱼、鱼肌、肝脏、内脏脂肪、精巢、卵巢等六种不同的组织或器官的脂肪酸含量,发现卵巢中含有更多的 PUFA 和 DHA,可能与卵巢积累了较多的卵黄等营养物质有关。内脏脂肪中 MUFA 含量突出。鱼肌中 PUFA%高于全鱼,但 MUFA% 却低于全鱼,而 SFA% 相差无几。具体分析结果如下: SFA%:各组织在 23% 到 29% 之间,没有很大差异; MUFA%: 内脏脂肪中含量最高(57145%);精巢(43184%) 53143%) 高于卵巢 (36128%) 39189%); PUFA%: 卵巢中含量最高, 内脏脂肪中含量最低(10183%);鱼肌 (21127%) 26139%) 高于全鱼 (9196%) 23117%); 卵巢 (24180%) 29117%) 高于精巢 (14103%) 24172%); C20B4%: 卵巢(10116%) 13128%) 高于精巢(4159%) 11146%), 最低的为内脏脂肪(2176%); EPA%: 除内脏脂肪中含量低外(0110%), 其他组织中含量相差不大,一般为 1%) 2% ; DHA%: 卵巢中含量最高(5198%) 8135%) 且明显高于精巢(0114%) 1174%), 此外, 肝脏中也有较高的含量(4158%) 7171%); 鱼肌 (3163%) 6190%) 高于全鱼(0111%) 5137%)。

参考文献:

[1] 吴志强,王剑伟,常剑波.等. 稀有 鲫及其饲料的生化组成研究[J]. 水生生物学报, 1999, 23(6): 696) 699
[2] Stansby M E. Fish oil in nutrition [M]. Van Nostrand Reinhold, 1990
[3] Henderson R.J. The lipid composition and biochemistry of freshwater fish [J], *Prog Lipid Res*, 1987,26: 281) 347
[4] 朱邦科. 三种鲤科鱼类脂肪酸组成及其变化研究 [D]. 博士学位论文. 2000
[5] 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, 1989,13(2): 157) 159
[6] 吴志强,丘书院,杨圣云,等. 闽南台湾浅滩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): 66) 71

FATTY ACID COMPOSITION OF GOBIOCYPRIS RARUS

WU Zh2qiang^{1,2}, WANG Jian2wei¹, CHANG Jian2bo¹ and CAO Wen2xuan¹

1 (Institute of Hydrobiology, The Chinese Academy of Saenae, Wuhan 430072)

2 (Department of Biology Science and engineering, Nanchang university, Nanchang 330029)

Abstract:The fatty acid composition of whole body, muscle, liver, viscus fat and gonad in *G. rarus* were being studied. Saturated, Monounsaturated, In whole body polyunsaturated fatty acids represented 23163%) 28197% , 40173%) 54132% , 9196%) 23117% of the total fatty acids in whole fish body oil respectively. EPA and DHA represented 0141%) 1174% and 0111%) 5137% , X23FA/ X26FA were 0133) 0199.

Key words: Fatty acid composition; *Gobiocypris rarus*