

文章编号: 1674-5566(2013)06-0862-06

刀鲚和湖鲚幼鱼生长代谢及肌肉脂肪酸的差异分析

魏广莲¹, 徐钢春², 顾若波^{1,2}, 徐跑^{1,2}

(1. 南京农业大学无锡渔业学院, 江苏无锡 214081; 2. 中国水产科学研究院淡水渔业研究中心 农业部淡水渔业和种质资源利用重点实验室, 江苏无锡 214081)

摘要: 为研究鲚鱼幼鱼的机体代谢与营养情况, 以长江刀鲚 (*Coilia nasus*) 和湖鲚 (*Coilia nasus taihuensis*) 幼鱼为研究对象, 通过测定幼鱼形体指标, 消化酶的活力和含量以及肌肉基本营养成分和脂肪酸成分, 比较其生长性能和肌肉脂肪酸成分的差异, 评价其营养价值并探讨生态习性差异对其造成的影响。结果表明: (1) 刀鲚幼鱼胃蛋白酶和淀粉酶活力比湖鲚幼鱼的低, 脂肪酶活力是湖鲚幼鱼脂肪酶活力的 3 倍, 肝脏内未累积过多的脂质过氧化物有害物质。(2) 刀鲚幼鱼肌肉中粗脂肪含量比例达到 16.13%, 是湖鲚幼鱼肌肉中粗脂肪含量比例的 1.5 倍, 粗蛋白含量则显著低于湖鲚幼鱼 ($P < 0.05$)。(3) 刀鲚幼鱼肌肉中检测出 21 种脂肪酸, 湖鲚幼鱼肌肉中检测出 17 种脂肪酸, 湖鲚幼鱼体内没有检测出 C22:1、C24:1、C20:3n-6 和 C20:4n-6 脂肪酸。湖鲚幼鱼肌肉中的 $\Sigma n-3$ 、 $\Sigma n-6$ 以及 $\Sigma n-6/\Sigma n-3$ 比例都比刀鲚幼鱼的高, 但是脂肪酸中二十碳五烯酸 (EPA) 与二十二碳六烯酸 (DHA) 的总量比例显著低于刀鲚幼鱼 ($P < 0.05$)。

研究亮点: 采用形体指标测量、消化酶的活力测定以及肌肉基本营养成分和脂肪酸成分检测的方法, 首次对长江刀鲚和湖鲚幼鱼的消化能力和肌肉营养成分进行分析, 评价其营养价值并探讨生态习性差异对其造成的影响。长江刀鲚幼鱼肌肉中粗脂肪含量达 16.13%, 为湖鲚幼鱼的 1.5 倍, 脂肪酶活力是湖鲚幼鱼的 3 倍, EPA 和 DHA 含量也显著高于湖鲚。

关键词: 刀鲚; 湖鲚; 幼鱼; 消化酶; 脂肪酸; 肥满度

中图分类号: S 963.1

文献标志码: A

刀鲚 (*Coilia nasus*) 隶属于鲱形目 (Clupeiformes), 鲚科 (Engraulidae), 鲚属 (*Coilia*), 其定居型种群称为湖鲚 (*Coilia nasus taihuensis*), 是我国重要的经济鱼类^[1-2]。刀鲚是一种生殖洄游性鱼类, 繁殖季节从近海水域向淡水水域洄游, 在长江及附属的湖群中产卵^[3-5]。湖鲚是一种陆封定居型刀鲚, 终生生活在淡水湖泊中^[6-7]。长江刀鲚丰腴肥满, 肉鲜味美, 规格较大, 营养价值极高; 而湖鲚则规格较小, 营养价值一般。

目前, 关于刀鲚和湖鲚的种群分类地位的研究, 许多学者从形态学和遗传学角度进行分析, 都认为它们之间的差异尚未达到亚种水平^[8-9]。

其次, 关于刀鲚和湖鲚的生物学特性、资源、营养等方面也有学者进行了相应的研究^[10-12], 段金荣等^[13]通过对不同生长阶段的湖鲚肌肉组成的比较, 发现湖鲚肌肉内二十碳五烯酸 (EPA) 与二十二碳六烯酸 (DHA) 含量比一般经济鱼类高; TANG 等^[14]对野生和池养刀鲚肌肉营养成分进行了比较, 发现野生刀鲚有较高的脂肪且具有较强的抗氧化能力。刘凯等^[15]对产卵期的凤鲚、刀鲚和湖鲚肌肉进行研究, 发现刀鲚粗脂肪含量和能量密度显著高于凤鲚和湖鲚, 并分析这种差异可能是其洄游习性造成的。但是, 关于刀鲚和湖鲚幼鱼消化能力及肌肉营养成分的比较尚无报道。本研究分析比较刀鲚幼鱼和湖鲚幼鱼的形

收稿日期: 2013-05-06 修回日期: 2013-07-04

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2012BAD26B05、2012BAD25B07); 公益性行业(农业)科研专项(201203065); 江苏省水产三新工程重大专项(DZ2012-1); 国家星火计划项目(2012GA690001)

作者简介: 魏广莲(1987—), 女, 硕士研究生, 研究方向为水产遗传育种和养殖技术研究。E-mail: w593501773@163.com

通信作者: 徐跑, E-mail: xup@ffrc.cn

体指标,消化酶活力和含量,以及肌肉基本营养成分和脂肪酸成分的差异,进一步探索不同生长环境下鲚鱼幼鱼的营养情况。

1 材料与方 法

1.1 实验材料

试验所用的刀鲚幼鱼 30 尾,2012 年 9 月 4 日采捕于长江靖江段,体质量为 (4.46 ± 0.55) g,体长为 (10.22 ± 0.38) cm。湖鲚幼鱼 30 尾,2012 年 9 月 25 日捕捞于太湖五里湖区,体质量为 (4.30 ± 1.33) g,体长为 (11.07 ± 1.14) cm。

1.2 实验方法

1.2.1 形体指标测定方法

每尾鱼分别称体质量,量体长,体高,体厚。低温下解剖,取肌肉、内脏等,滤纸吸干,分别称内脏质量,肝脏质量,用于计算肝体比、脏体比和肥满度。称重后 -20°C 冰箱保存备用。计算公式如下:

$$H_{SI}(\%) = 100 \times W_h/W_b \quad (1)$$

$$V_{SI}(\%) = 100 \times W_v/W_b \quad (2)$$

$$C_F(\%) = 100 \times W_b/L^3 \quad (3)$$

式中: H_{SI} 为肝体比(Hepatosomatic index); V_{SI} 为脏体比(Viserosomatic index); C_F 为肥满度(Condition factor); W_b 为每尾鱼试验末体质量(g); W_h 为每尾鱼试验末肝质量(g); W_v 为每尾鱼试验末内脏质量(g); L 为每尾鱼试验末体长(cm)。

1.2.2 消化酶活力和含量的测定方法

将肝脏和肌肉样本解冻后加 10 倍的 4°C 缓冲液冰浴匀浆,制成 10% 匀浆液, 4°C ,2 000 r/min 离心 10 min,上清液保存于 -20°C 冰箱。

实验中,淀粉酶活力定义:组织中每毫克蛋白在 37°C 下与底物作用 30 min,水解 10 mg 淀粉为一个淀粉酶活力单位。胃蛋白酶活力定义:每毫克组织蛋白 37°C 下每分钟分解蛋白生成 $1 \mu\text{g}$ 氨基酸为一个酶活力单位。脂肪酶活力定义:在 37°C 条件下,每克组织蛋白在本反应体系中与底物反应 1 min,每消耗 $1 \mu\text{mol}$ 底物为一个酶活力单位。脂质过氧化物(LPO)含量测定是在 45°C 下反应 60 min,一分子脂质过氧化物与两分子显色剂反应,产生的生色团在 586 nm 下的最大吸收峰。蛋白质浓度用考马斯亮蓝染色法测定。以上试剂盒购自南京建成生物工程公司。

肉碱软脂酰基转移酶-I(CPT-I)含量,肉碱软脂酰基转移酶-II(CPT-II)含量和乙酰 CoA 羧化酶(ACC)活力测定方法:按照试剂盒操作,用酶标仪在 450 nm 波长下测定反应产物的吸光度,通过计算得出其含量值,试剂盒购自上海江莱生物技术有限公司^[16]。

1.2.3 肌肉基本营养成分测定

水份含量测定按 GB 5009.3—2003 采用 105°C 烘干法;灰份含量测定按 GB 5009.4—2003 用小火炭化后马福炉 560°C 灼烧法;粗蛋白含量测定按 GB 5009.5—2003 采用微量凯氏定氮法;粗脂肪含量测定按 GB 5009.6—2003 采用全脂肪法测定。

1.2.4 肌肉脂肪酸测定

肌肉中脂肪酸组成测定按 GB/T5009.168—2003 方法采用面积归一化法使用 Agilent6890 型气相色谱仪测定。

1.3 数据处理

实验数据录入 Excel 2007,再用 SPSS 17.0 软件分析,数据结果均用平均值 \pm 标准误表示。数据统计采用单因子方差分析(one-way ANOVA),并采用 LSD 法多重比较来分析实验结果的显著性,显著性水平为 $P < 0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 两种鲚鱼幼鱼形体指标的比较

刀鲚幼鱼的体质量是 (4.46 ± 0.55) g,体长是 (10.22 ± 0.38) cm,湖鲚幼鱼的体质量是 (4.30 ± 1.33) g,体长是 (11.07 ± 1.14) cm,两组之间没有显著差异。两组幼鱼的体长/体高,体长/体厚的均值虽没有显著差异,但刀鲚幼鱼体高和体厚数值相对较大,形体比湖鲚幼鱼肥满。此外,刀鲚幼鱼的肝体比、脏体比和肥满度数值都显著高于湖鲚幼鱼($P < 0.05$)。

2.2 两种鲚鱼幼鱼消化酶活力和含量的比较

由表 2 可以看出,湖鲚幼鱼胃蛋白酶和淀粉酶活力均值大于刀鲚幼鱼,但并未达到显著水平($P > 0.05$)。刀鲚幼鱼肝脏中脂肪酶的活力显著高于湖鲚幼鱼($P < 0.05$),是湖鲚幼鱼脂肪酶活力的 3 倍。两组鱼体内脂质过氧化物(LPO)含量相当。两种鲚鱼幼鱼的 CPT-I 和 CPT-II 含量及 ACC 酶活力没有显著差异($P > 0.05$)。

表 1 两种刀鲚幼鱼形体指标的比较

Tab. 1 Comparison of differences on growth performance of two kinds of juvenile *Coilia*

指标	刀鲚	湖鲚
体质量/g	4.46 ± 0.55	4.30 ± 1.33
体长/cm	10.22 ± 0.38	11.07 ± 1.14
体高/cm	1.88 ± 0.04	1.72 ± 0.02
体厚/cm	0.73 ± 0.02	0.67 ± 0.03
体长/体高	5.46 ± 0.33	6.33 ± 0.46
体长/体厚	14.35 ± 2.24	16.75 ± 3.21
肝体比/%	1.33 ± 0.39 ^a	0.87 ± 0.16 ^b
脏体比/%	9.93 ± 1.98 ^a	5.58 ± 0.36 ^b
肥满度/%	0.42 ± 0.03 ^a	0.31 ± 0.02 ^b

注:表中值为平均值 ± 标准误, $n = 30$ 。不同小写字母表示同一指标不同组之间 LSD 多重比较差异显著 ($P < 0.05$), 以下注释同此。

表 2 两种刀鲚幼鱼消化酶活力和含量的比较

Tab. 2 Comparison of differences on content and activity of enzyme of two kinds of juvenile *Coilia*

指标	刀鲚	湖鲚
淀粉酶/(U/mg)	0.08 ± 0.03	0.14 ± 0.04
胃蛋白酶/(U/mg)	3.44 ± 1.73	5.09 ± 1.19
脂肪酶/(U/g)	15.99 ± 1.83 ^a	5.29 ± 0.79 ^b
脂质过氧化物/($\mu\text{mol/g}$)	6.27 ± 0.52	6.93 ± 1.31
CPT-I/(pg/mL)	92.92 ± 4.82	92.90 ± 2.83
CPT-II/(pg/mL)	143.48 ± 4.51	142.17 ± 5.62
ACC/(U/mL)	18.79 ± 0.75	19.42 ± 1.03

2.3 两种鲚鱼幼鱼肌肉成分和脂肪酸含量的比较

由表 3 可以看出,两种鲚鱼幼鱼的肌肉基本营养成分有显著差异 ($P < 0.05$),刀鲚幼鱼的干

物质、灰分和粗脂肪含量都显著高于湖鲚幼鱼 ($P < 0.05$),其中,灰分含量是湖鲚幼鱼的 2 倍,粗脂肪含量是湖鲚幼鱼的 1.5 倍。然而,其水分含量和粗蛋白含量却显著低于湖鲚幼鱼 ($P < 0.05$)。

由表 4 可以看出,刀鲚幼鱼肌肉中测得饱和脂肪酸 6 种,单不饱和脂肪酸 5 种,多不饱和脂肪酸 10 种;湖鲚幼鱼肌肉中测得饱和脂肪酸 6 种,单不饱和脂肪酸 3 种,多不饱和脂肪酸 8 种。两种刀鲚幼鱼肌肉中的饱和脂肪酸总含量未达到显著差异水平 ($P > 0.05$)。其中,除了 C16:0 的含量没有达到显著差异水平,其他检测到的饱和脂肪酸含量都有显著差异 ($P < 0.05$),而且都是湖鲚幼鱼体内含量高于刀鲚幼鱼。刀鲚幼鱼肌肉中单不饱和脂肪酸总含量显著高于湖鲚幼鱼 ($P < 0.05$)。其中, C18: n-9 的含量显著高于湖鲚幼鱼肌肉中 C18: n-9 的含量。此外,湖鲚幼鱼体内未检测出 C22:1 和 C24:1 脂肪酸。两种刀鲚幼鱼肌肉中的多不饱和脂肪酸总含量没有达到显著差异水平,但是,刀鲚幼鱼机体中 C18: 3n-6, C18: 3n-3, C20: 4n-3 和 C20: 3n-3 脂肪酸含量显著低于湖鲚幼鱼 ($P < 0.05$)。湖鲚幼鱼体内未检测出 C20: 3n-6 和 C20: 4n-6 脂肪酸。两种刀鲚幼鱼体内 n-3 不饱和脂肪酸总量没有显著差异,湖鲚幼鱼体内 n-6 不饱和脂肪酸总量和 $\Sigma n-6 / \Sigma n-3$ 的比值显著高于刀鲚 ($P < 0.05$),而刀鲚幼鱼体内的 EPA + DHA 总量显著高于湖鲚 ($P < 0.05$)。

表 3 两种刀鲚幼鱼肌肉基本营养成分比较 ($n = 10$,以风干样为基础)Tab. 3 Comparison of basic nutritional components in muscles of two kinds of juvenile *Coilia*

组别	(n = 10, air-dry basis)					%
	水分	干物质	灰分	粗蛋白	粗脂肪	
刀鲚	67.76 ± 0.48 ^a	32.24 ± 0.47 ^a	13.85 ± 0.59 ^a	17.90 ± 0.31 ^a	16.13 ± 2.47 ^a	
湖鲚	75.11 ± 0.26 ^b	24.89 ± 0.26 ^b	7.36 ± 0.27 ^b	19.56 ± 1.73 ^b	9.61 ± 2.31 ^b	

3 讨论

鱼类的肥满度、脏体比和肝体比等指标可以很好显示出鱼体健康状况和品质的优良性,肥满度大表明鱼体肥度较好,说明鱼体可食用部分的比例高^[17-18]。从形体指标可以看出,刀鲚幼鱼形体丰满,肥满度较高。虽然刀鲚幼鱼体内的胃

蛋白酶和淀粉酶活力比湖鲚幼鱼的低,但脂肪酶活力是湖鲚幼鱼脂肪酶活力的 3 倍。在这样脂肪酶高活力的条件下,刀鲚幼鱼体内并没有累积过多的脂质过氧化物有害物质。可见,刀鲚幼鱼体内脂肪代谢速度较快,肌肉中可以累积较多的脂肪,这正好与本文另一结果相符合,即在其肌肉营养成分中,粗脂肪含量比例显著高于湖鲚幼

鱼,几乎是后者的 1.5 倍,而且脂肪酸含量比例也较高。刀鲚幼鱼为当年孵化后洄游到近海进行摄食育肥的个体^[4],湖鲚幼鱼为生活在内陆湖中的个体。环境的不同可能是造成机体脂肪代谢差异的主要因素。当年孵化的刀鲚幼鱼顺长江而下,在入海口咸淡水中生活。入海口生物种类繁多,营养物质丰富,但是环境稳定性比内陆湖差,所以,刀鲚需要贮备较多能量用于生存,可能主要体现于肌肉中的脂肪积累^[15],这应该是刀鲚幼鱼粗脂肪含量显著高于湖鲚幼鱼的原因。

表 4 两种刀鲚幼鱼肌肉脂肪酸组成的比较

Tab. 4 Comparison of fatty acid components in muscle of two kinds of juvenile *Coilia* %

脂肪酸/%	刀鲚	湖鲚
C12:0	0.06 ± 0.10 ^a	0.10 ± 0.10 ^b
C14:0	2.62 ± 0.40 ^a	3.19 ± 0.10 ^b
C15:0	3.90 ± 0.30 ^a	0.86 ± 0.10 ^b
C16:0	25.01 ± 0.015	23.12 ± 0.001
C18:0	3.37 ± 0.90 ^a	4.89 ± 0.10 ^b
C20:0	0.17 ± 0.10 ^a	0.27 ± 0.10 ^b
ΣSFA	31.62 ± 1.20	32.43 ± 0.20
C16:1	6.90 ± 0.90	7.83 ± 0.10
C18:n-9	34.87 ± 7.10 ^a	23.30 ± 0.10 ^b
C20:1	0.60 ± 0.20	0.36 ± 0.40
C22:1	0.06 ± 0.10	-
C24:1	0.09 ± 0.10	-
ΣMUFA	42.57 ± 6.70 ^a	31.49 ± 0.40 ^b
C18:2	5.54 ± 2.40	3.94 ± 0.10
C18:3n-6	1.50 ± 1.20 ^a	3.38 ± 0.70 ^b
C18:3n-3	1.74 ± 1.40 ^a	4.00 ± 0.10 ^b
C20:2	0.22 ± 0.10	0.18 ± 0.10
C20:3n-6	0.15 ± 0.10	-
C20:4n-3	0.41 ± 0.2 ^a	0.65 ± 0.10 ^b
C20:5n-3	3.78 ± 1.40	3.77 ± 0.1
C20:4n-6	0.47 ± 0.20	-
C22:6n-3	4.32 ± 1.70	2.67 ± 0.10
C20:3n-3	1.52 ± 0.90 ^a	2.14 ± 0.10 ^b
ΣPUFA	18.58 ± 3.20	20.73 ± 0.50
Σn-3	10.88 ± 0.031	13.23 ± 0.20
Σn-6	1.94 ± 0.90 ^a	3.38 ± 0.70 ^b
Σn-6/Σn-3	18.08 ± 0.71 ^a	25.62 ± 0.61 ^b
EPA + DHA	8.10 ± 2.80 ^a	6.43 ± 0.2 ^b

注:“-”表示未检出;ΣSFA 为饱和脂肪酸;ΣMUFA 为单不饱和脂肪酸;ΣPUFA 为多不饱和脂肪酸。

鱼体肌肉中的蛋白质、粗脂肪和粗灰分是肌肉基本的营养组成成分,也是评判刀鲚品质的标准指标。TANG 等^[14]对体质量为(120.60 ± 5.90)g,体长为(30.60 ± 0.63)cm 的 3 龄长江刀鲚进行肌肉成分分析以及刘凯等^[15]对产卵期

的刀鲚和湖鲚肌肉成分进行了分析,与本实验两种刀鲚幼鱼肌肉成分比较,结果发现,两种幼鱼与成鱼肌肉中水分和粗蛋白比例差异不大,但是幼鱼体中灰分和粗脂肪比例明显高于成鱼。刀鲚成鱼是从长江进行生殖洄游回到海里的成熟个体,主要生活在海水中;湖鲚成鱼是生活在内陆湖中的成熟个体。不同环境下生长的两种幼鱼肌肉中灰分和粗脂肪比例都比成鱼高,这可能与它们不同的食物来源有很大关系。幼鱼通常栖息在水体上中层,主要以枝角类(Cladocera)、桡足类(Copepoda)等为主;成鱼栖息的水层较深,主要摄食大型甲壳动物和其他大型动物,如多毛类、银鱼、黄鱼、鲳鱼、乌贼等的幼体或成体。当然,不同年龄和生长阶段等因素也可能会造成这种差异。

刀鲚肉质细嫩鲜美,不可排除与其丰富的脂肪酸种类和含量有关^[19-21]。刀鲚幼鱼肌肉中共测出 21 种脂肪酸,可见脂肪酸种类之丰富^[22];湖鲚幼鱼肌肉中共测出 17 种脂肪酸,其中,没有检测出 C22:1、C24:1、C20:3n-6 和 C20:4n-6 脂肪酸。多不饱和脂肪酸对人体具有提高免疫,调节血脂,改善内分泌的作用。就营养价值而言,刀鲚更符合现代人类营养需求。

n-3 高不饱和脂肪酸(HUFA)主要包括 EPA 和 DHA 两种,一般认为具有很高的营养价值,对人体新陈代谢具有重要作用^[21,23]。湖鲚幼鱼肌肉中的 Σn-3、Σn-6 以及 Σn-6/Σn-3 比例都比刀鲚幼鱼的高,但是脂肪酸中二十碳五烯酸(EPA)与二十二碳六烯酸(DHA)的总量比例显著低于刀鲚幼鱼。将本实验与产卵期的刀鲚和湖鲚肌肉脂肪酸成分进行比较分析^[15],发现刀鲚成鱼和幼鱼体中单不饱和脂肪酸比例和二十二碳六烯酸(DHA)含量比例都显著高于湖鲚成鱼和幼鱼。而两种鲚鱼从幼鱼到成鱼,体内的 EPA 含量比例升高,DHA 含量比例下降,这与段金荣等^[13]对湖鲚不同生长阶段的肌肉脂肪酸含量的研究结果相符。但是,EPA 与 DHA 总量比例变化幅度不大,刀鲚幼鱼和成鱼的(EPA + DHA)含量比例保持在 8.0% ~ 8.2%,湖鲚幼鱼和成鱼的(EPA + DHA)含量比例保持在 6.4% ~ 6.5%。这与中华鲟成鱼和幼鱼的肌肉中(EPA + DHA)总量变化趋势不一样^[24]。就营养价值而言,刀鲚肌肉中均含有较丰富的脂肪酸,比湖鲚更符合人

体营养需求,而刀鲚成鱼肌肉成分是否优于幼鱼还有待进一步研究。

参考文献:

- [1] HAACKE C, HESS M, MELZER R R, et al. Fine structure and development of the retina of the grenadier anchovy *Coilia nasus* (Engraulidae, Clupeiformes) [J]. Journal of morphology, 2001, 248(1): 41-55.
- [2] 刘凯, 段金荣, 徐东坡, 等. 长江下游近岸渔业群落多样性时空特征[J]. 上海海洋大学学报, 2010, 19(5): 655-662.
- [3] CROSSIN G T, HINCH S G, FARREL A P, et al. Energetics and morphology of sockeye salmon: effects of upriver migratory distance and elevation [J]. Journal of Fish Biology, 2004, 65(3): 788-810.
- [4] 万全, 赖年锐, 李飞, 等. 安徽无为长江段刀鲚生殖洄游群体年龄结构的变化分析[J]. 水生态学杂志, 2009, 30(4): 60-65.
- [5] 何为, 李家乐. 长江刀鲚性腺发育规律的研究[J]. 中国水产, 2006(5): 70-72.
- [6] 葛家春, 曹延, 陈娟娟, 等. 利用扩增片段长度多态性技术分析长江刀鲚的遗传多样性[J]. 南京大学学报, 2008, 44(3): 333-337.
- [7] 谢振宇, 杜继曾, 陈学群, 等. 线粒体控制区在鱼类种内遗传分化中的意义[J]. 遗传, 2006, 28(3): 362-368.
- [8] 刘文斌. 中国鲚属 4 种鱼的生化和形态比较及其系统发育的研究[J]. 海洋与湖沼, 1995, 26(5): 558-564.
- [9] CHENG Q Q, LU D R. PCR-RFLP analysis of cytochrome b gene does not support *Coilia ectenes taihuensis* being a subspecies of *Coilia ectenes*[J]. Journal of Genetics, 2005, 84(3): 307-310.
- [10] 唐文乔, 胡雪莲, 杨金权. 从线粒体控制区全序列变异看短颌鲚和湖鲚的物种有效性[J]. 生物多样性, 2007, 15(3): 224-231.
- [11] 黄仁术. 刀鱼的生物学特性及资源现状与保护对策[J]. 水利渔业, 2005, 25(2): 33-34, 37.
- [12] 魏广莲, 徐钢春, 顾若波, 等. 基于 mtDNA Cytb 序列分析养殖与野生刀鲚群体的遗传多样性[J]. 江西农业大学学报, 2012, 34(6): 1216-1221.
- [13] 段金荣, 刘凯, 徐东坡, 等. 湖鲚不同生长阶段鱼体肌肉组成的比较研究[J]. 云南农业大学学报, 2009, 24(5): 695-699, 711.
- [14] TANG X, XU G C, DAI H, et al. Comparison of flesh quality and antioxidant capacity of muscle in wild and farmed *Coilia nasus* populations [J]. Science and Technology of Food Industry, 2011(12): 193-195, 300.
- [15] 刘凯, 段金荣, 徐东坡, 等. 长江下游产卵期凤鲚、刀鲚和湖鲚肌肉生化成分及能量密度[J]. 动物学杂志, 2009, 44(4): 118-124.
- [16] 张媛媛, 刘波, 戈贤平, 等. 不同脂肪源对异育银鲫生长性能、机体成分、血清生化指标、体组织脂肪酸组成及脂质代谢的影响[J]. 水产学报, 2012, 36(7): 1111-1118.
- [17] 王辉, 强俊, 李瑞伟. 温度对奥尼罗非鱼仔稚鱼生长、饲料利用和消化酶活力的影响[J]. 广东海洋大学学报, 2008, 28(6): 14-19.
- [18] 强俊, 王辉, 李瑞伟, 等. 饲喂频率对奥尼罗非鱼仔稚鱼生长、体成分和消化酶活力的影响[J]. 广东海洋大学学报, 2009, 29(4): 79-83.
- [19] MORRISEY P A, FOX P F. Tenderization of meat: a review [J]. Irish Journal of Food Science and Technology, 1981, 9(5): 33-45.
- [20] 徐东坡, 刘凯, 张敏莹, 等. 长江刀鲚产卵群体肌肉营养成分分析[J]. 云南农业大学学报, 2009, 24(6): 851-852.
- [21] 庄平, 宋超, 章龙珍, 等. 黄斑篮子鱼肌肉营养成分与品质的评价[J]. 水产学报, 2008, 32(1): 77-83.
- [22] 朱磊, 叶元土, 蔡春芳, 等. 梭鱼肌肉营养成分的分析[J]. 饲料研究, 2011(11): 1.
- [23] 刘军, 胡兵, 李惠, 等. 铜鱼肌肉营养组成与评价[J]. 上海水产大学学报, 2006, 15(3): 370-374.
- [24] 庄平, 宋超, 章龙珍, 等. 野生中华鲟成鱼与幼鱼肌肉成分比较[J]. 营养学报, 2010, 32(4): 385-389.

Analysis on the difference of growth, metabolism and fatty acid in muscle between *Coilia nasus* and *Coilia nasus taihuensis* juveniles

WEI Guang-lian¹, XU Gang-chun², GU Ruo-bo^{1,2}, XU Pao^{1,2}

(1. Wuxi Fisheries College, Nanjing Agricultural University, Wuxi 214081, Jiangsu, China; 2. Key Laboratory of Freshwater Fisheries and Germplasm Resources Utilization, Ministry of Agriculture, Freshwater Fisheries Research Center, Chinese Academy of Fishery Sciences, Wuxi 214081, Jiangsu, China)

Abstract: This study was carried out to compare the fish body indicators, content and activity of digestive enzyme, basic nutrition and fatty acids components in the muscle of juvenile *Coilia nasus* and *Coilia nasus taihuensis* samples which were collected from the Yangtze River and Taihu lake, respectively. The nutrition value of the two species of *Coilia* and the effects of different ecological habitats were also evaluated. The results showed that: (1) The activity of digestive enzyme of *C. nasus* was lower than that of *C. nasus taihuensis*, however, the difference was on the lipase activity of *C. nasus* which was 3 times higher than *C. nasus taihuensis*. Lipid peroxides which is harmful substances was not accumulated to large amount in *C. nasus*. (2) Crude fat content in *C. nasus* was 16.13%, which was 1.5 times higher than *C. nasus taihuensis* while crude protein was lower in *C. nasus taihuensis*. (3) There were 21 kinds of fatty acid components in juvenile *C. nasus* while only 17 in *C. nasus taihuensis*. The C22:1, C24:1, C20:3n-6 and C20:4n-6 fatty acids in the *C. nasus taihuensis* were not detected. Contents of $\sum n-3$, $\sum n-6$ and $\sum n-6/\sum n-3$ in muscle of *C. nasus taihuensis* was higher than that of *C. nasus*, but content of EPA and DHA were significantly lower than those of *C. nasus*.

Key words: *Coilia nasus*; *Coilia nasus taihuensis*; juvenile; digestive enzyme; fatty acids; condition factor