

# 虹鳟(♀) × 山女鳟(♂) 杂交 F1 及其亲本 肌肉营养成分和肌肉质地的比较

张玉勇<sup>①</sup> 贾智英<sup>①</sup> 池喜峰<sup>②</sup> 李池陶<sup>①</sup> 胡雪松<sup>①</sup> 石连玉<sup>①\*</sup>

(① 中国水产科学研究院黑龙江水产研究所 哈尔滨 150070; ② 上海海洋大学水产与生命科学学院 上海 200090)

**摘要:** 以虹鳟 (*Oncorhynchus mykiss*)、山女鳟 (*O. masou masou*) 及其杂交 F1 (虹鳟♀ × 山女鳟♂) 为研究对象, 分别进行了肌肉营养成分和肌肉质地测定。结果显示, (1) 杂交 F1 肌肉粗脂肪含量显著低于双亲 ( $P < 0.05$ ), 含水率和粗蛋白含量介于双亲之间, 其中含水率最高者为山女鳟, 粗蛋白含量最高者为虹鳟, 并且三者间差异显著 ( $P < 0.05$ ); (2) 杂交 F1 肌肉氨基酸总量、必需氨基酸总量、非必需氨基酸总量和鲜味氨基酸总量均显著高于双亲 ( $P < 0.05$ ), 其半必需氨基酸含量高于虹鳟, 但低于山女鳟; (3) 3 种鱼肌肉营养品质评价结果表明, 杂交 F1 肌肉必需氨基酸指数 (77.77) 明显高于虹鳟 (63.67), 略低于山女鳟 (79.19); (4) 杂交 F1 肌肉肉色 (亮度、红度、黄度) 和嫩度与双亲相比差异显著 ( $P < 0.05$ ), 按肉色和嫩度测定值由高到低排列依次为山女鳟 > 杂交 F1 > 虹鳟。研究结果表明, 杂交 F1 继承了山女鳟肉质优良的特性, 肌肉品质优于虹鳟, 这为虹鳟和山女鳟杂交育种提供了参考。

**关键词:** 杂交 F1; 虹鳟; 山女鳟; 肌肉营养成分; 肌肉质地

中图分类号: Q493 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263(2009)06-89-07

## Comparative Study on Flesh Composition and Flesh Texture of Crossbreed F1 (*Oncorhynchus mykiss* ♀ × *O. masou masou* ♂) and Their Parents

ZHANG Yu-Yong<sup>①</sup> JIA Zhi-Ying<sup>①</sup> CHI Xi-Feng<sup>①</sup> LI Chi-Tao<sup>①</sup> HU Xue-Song<sup>①</sup> SHI Lian-Yu<sup>①\*</sup>

(① Heilongjiang River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Science, Harbin 150070;

② College of Fisheries and Life Sciences and Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 200090, China)

**Abstract:** This study was conducted to analyze the flesh composition and flesh texture of *Oncorhynchus mykiss*, *O. masou masou* and their hybrid F1 (*O. mykiss* ♀ × *O. masou masou* ♂). The results showed that, (1) content of crude lipid of flesh was significant lower in crossbreed F1 than in its parents ( $P < 0.05$ ), moisture of flesh was lower in crossbreed F1 than in *O. masou masou*, but higher than in *O. mykiss* ( $P < 0.05$ ), while crude protein was lower than in *O. mykiss*, but higher than in *O. masou masou* ( $P < 0.05$ ); (2) the total amino acid, essential amino acid, non-essential amino acid and total delicious AA of flesh were higher in crossbreed F1 than in their parents, while semi-essential amino acid was higher in crossbreed F1 than in *O. mykiss* and lower than in *O. masou masou*; (3) the

基金项目 国家科技支撑计划项目 (No. 2006BAD01A1204), 黑龙江水产研究所基本科研业务费专项资金 (No. 2007HSYZX-YY-19, 2009HSYZX-YY-10);

\* 通讯作者, E-mail: hrbshy@hotmail.com;

第一作者介绍 张玉勇, 男, 助理研究员; 研究方向: 遗传育种; E-mail: fishamur@sina.com.

收稿日期: 2009-03-18, 修回日期: 2009-09-11

muscle nutritional quality evaluation results of crossbreed F1 and the parents show that the EAA index of crossbreed F1 was 77.77, which was approaching that of *O. masou masou* (79.19) and significant higher than that of *O. mykiss* (63.67); (4) there are significant difference between crossbreed F1 and the parents ( $P < 0.05$ ) in flesh color and tenderness, the measured value of crossbreed F1 was higher than that of *O. mykiss* and lower than that of *O. masou masou*. All of results showed that the flesh quality of *O. masou masou* is better than that of *O. mykiss*, the flesh quality of crossbreed F1, inheriting the characteristics of *O. masou masou*, was much better than that of *O. mykiss*.

**Key words:** Crossbreed F1; *Oncorhynchus mykiss*; *O. masou masou*; Nutrients; Flesh texture

虹鳟 (*Oncorhynchus mykiss*) 属于鲑形目鲑科大麻哈鱼属, 是一种世界性的养殖鱼类, 我国于 20 世纪中叶引进, 目前该鱼已成为我国冷水性养殖鱼类的代表性品种。山女鳟 (*O. masou masou*) 属于鲑形目鲑科大麻哈鱼属, 是马苏大麻哈鱼的陆封淡水鱼类, 原产于日本, 我国于 1996 年引进。种间杂交技术作为鱼类遗传改良的重要方法, 通常可以提高生长率、转移优良性状、综合目的性状、通过生产不孕或是单性鱼来控制繁殖、增加产量、获得对环境具有高耐受力的新品种等<sup>[1]</sup>。目前, 已经通过杂交的手段成功实现虹鳟和山女鳟种间杂交, 并进行了杂交 F1 (虹鳟 ♀ × 山女鳟 ♂) 的遗传机制研究<sup>[2]</sup>。针对虹鳟和山女鳟肌肉营养成分的研究已有报道<sup>[3-5]</sup>。本研究以杂交 F1 及其双亲为研究对象, 在营养成分分析的基础上, 结合了肌肉质地的比较分析, 为虹鳟、山女鳟杂交育种性状选择提供参考, 同时为杂交 F1 规模化生产中的营养需求研究和饵料配方研制提供依据。

## 1 材料与方 法

**1.1 材料及其处理** 实验用鱼均来自黑龙江水产研究所渤海冷水鱼试验站。虹鳟、山女鳟及人工杂交获得的虹鳟 (♀) × 山女鳟 (♂) 杂交 F1 均为同一批次繁殖。3 种鱼均使用地下涌泉水养殖, 所用饵料为该试验站加工的鲑鳟鱼专用饵料, 整个养殖期间饵料中未添加虾青色素或其他着色添加剂。取样时水温 ( $8.6 \pm 1.3$ ) °C。肌肉营养成分测定, 每种鱼选用 10 尾, 体长 19.4~24.3 cm、体重 127.2~201.8 g, 样品鱼去皮后取背部肌肉混匀, 70 °C 烘干制样。肌肉质地测定, 每种鱼选用 10 尾, 体长 17.8~

22.4 cm、体重 112.3~251.0 g, 样品鱼在背鳍下方、脊椎骨上方部位去鳞、去皮后采样, 其中, 嫩度测定时用取样器取样。

### 1.2 营养成分的测定

**1.2.1 常规营养成分的测定** 水分的测定依据 GB5009.3-85, 采用 105 °C 烘箱干燥恒重法; 粗灰分的测定依据 GB5009.4-85, 采用 550 °C 马福炉灼烧法; 粗蛋白的测定依据 GB5009.5-85, 采用凯式定氮法 (总氮 × 6.25); 粗脂肪的测定依据 GB5009.6-85, 采用索氏抽提法 (以乙醚为抽提液)。无氮浸出物采用减量法计算, 即将各种生化成分的总含量看作 100%, 减去水分、蛋白质、脂肪和灰分含量的差值。按 Brett 法以蛋白质能值为 23.46 kJ/g、脂肪为 39.54 kJ/g、糖类 17.15 kJ/g 来计算 3 种样本的能值 (蛋白质、脂类、糖类的含量与各自单位能值的乘积之和同体重之比) 和 E/P 值 (能值与蛋白质含量的比值)。

**1.2.2 氨基酸含量的测定** 氨基酸的测定采用日立 L-8900 型氨基酸分析仪, 依据 NY/T56-87 测定氨基酸。其中酸水解过程中色氨酸被破坏未能测定。

**1.3 肌肉营养评价方法** 营养价值评价根据 FAO/WHO (粮食与农业组织/世界卫生组织) 1973 年建议的每克氨基酸评分标准模式<sup>[6]</sup> 和中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所提出的鸡蛋蛋白质的氨基酸评分模式<sup>[7]</sup>, 将所测得的必需氨基酸含量 (占干样) 换算成每克氮中含氨基酸毫克数进行比较, 氨基酸评分 (AAS)、化学评分 (CS) 和必需氨基酸指数 (EAAI) 按下公式计算<sup>[8]</sup>:

$$AAS = \frac{\text{待评蛋白质中某种必须氨基酸含量}(\%)}{\text{FAO/WHO 评分标准模型中相应必须氨基酸含量}(\%)}$$

$$CS = \frac{\text{待评蛋白质中某种必须氨基酸含量}(\text{mg/g})}{\text{鸡蛋蛋白质中相应必须氨基酸含量}(\text{mg/g})}$$

$$EAAI = \sqrt[n]{\frac{\text{苏氨酸}_p}{\text{苏氨酸}_s} \times 100 \times \frac{\text{赖氨酸}_p}{\text{赖氨酸}_s} \times 100 \times \dots \times \frac{\text{亮氨酸}_p}{\text{亮氨酸}_s} \times 100}$$

式中,  $n$  为比较的氨基酸种类数;  $p$  为待评蛋白质的氨基酸;  $s$  为鸡蛋蛋白质的氨基酸。

**1.4 肌肉质地的测定** 参照文献<sup>[9]</sup>介绍的方法, 肉色测量仪为日产数字显示色差计, 型号为 DF-400; 嫩度的测量采用东北农业大学工程学院研制的数显式 G-LM3 型肌肉嫩度仪, 该仪器按两种数据单位牛顿力(N)和公斤力(kg·f)分别给出测定值, 换算关系为: 1 kg·f = 9.81 N, 本研究采用的是公斤力数据; pH 的测定采用瑞士产 OETA 320 型酸度计来进行, 测定时将剔除肌间刺的肌肉剪碎, 置匀浆管内, 加蒸馏水 10 ml, 匀浆 10 min, 提取上清液测定。

**1.5 统计分析方法** 实验结果采用 SPSS 13.0 进行方差分析和多重比较。所得数据用平均值

±标准差(Mean ±SD)表示,  $P < 0.05$  为差异显著。

## 2 结果

**2.1 杂交 F1 及其双亲肌肉的常规营养成分分析** 杂交 F1 及其双亲肌肉的常规营养成分检测结果见表 1。统计分析结果显示, 杂交 F1 肌肉的水分、粗蛋白、粗灰分和无氮浸出物等含量介于虹鳟和山女鳟之间, 并与双亲存在显著差异; 虹鳟与山女鳟肌肉的脂肪含量没有显著差异, 但显著高于杂交 F1; 杂交 F1 及其双亲肌肉的能值差异显著, 由高到低依次为, 虹鳟 > 杂交 F1 > 山女鳟。此外, 杂交 F1 和虹鳟肌肉的 E/P 值之间没有显著差异, 但均显著低于山女鳟。

表 1 杂交 F1(虹鳟♀ × 山女鳟♂)与山女鳟和虹鳟肌肉的营养成分比较(g/100 g 鲜重,  $n = 10$ , Mean ±SD)

Table 1 Dorsal flesh composition of *Oncorhynchus masou masou* ♂ × *O. mykiss* ♀ and its parents (g/100 g flesh weight)

项目 Item	虹鳟 <i>Oncorhynchus mykiss</i>	山女鳟 <i>O. masou masou</i>	杂交 F1 Crossbreed F1
水分 Moisture	75.24 ± 3.85 <sup>a</sup>	79.59 ± 1.81 <sup>b</sup>	77.95 ± 3.27 <sup>c</sup>
粗蛋白 Crude protein	17.87 ± 1.42 <sup>a</sup>	15.17 ± 3.48 <sup>b</sup>	16.82 ± 2.04 <sup>c</sup>
粗脂肪 Crude lipid	3.38 ± 0.03 <sup>a</sup>	3.28 ± 0.48 <sup>b</sup>	2.98 ± 0.42 <sup>b</sup>
粗灰分 Ash	1.71 ± 0.16 <sup>a</sup>	1.47 ± 0.01 <sup>b</sup>	1.16 ± 0.20 <sup>c</sup>
无氮浸出物 Nitrogen free extract	1.80 <sup>a</sup>	0.49 <sup>b</sup>	1.29 <sup>c</sup>
能值 Energy value (kJ/g)	5.82 ± 0.07 <sup>a</sup>	5.11 ± 0.11 <sup>b</sup>	5.32 ± 0.05 <sup>c</sup>
E/P (kJ/g)	32.58 ± 0.74 <sup>a</sup>	33.67 ± 1.08 <sup>b</sup>	31.65 ± 0.24 <sup>c</sup>

同一行数据中右上标字母不同代表差异显著( $P < 0.05$ )。

Values with different superscript letters in the same row are significantly different  $P < 0.05$

**2.2 杂交 F1 及其双亲肌肉的氨基酸含量分析** 杂交 F1 及其双亲肌肉的氨基酸组成及含量检测结果见表 2。本研究共测得 17 种氨基酸, 其中, 必需氨基酸 7 种, 非必需氨基酸 8 种, 半必需氨基酸 2 种。杂交 F1 与双亲肌肉的氨基酸种类相同。统计分析结果显示, 杂交 F1 在氨基酸总量、必需氨基酸总量、非必需氨基酸总量

上显著高于双亲, 三者由高到低依次为杂交 F1 > 山女鳟 > 虹鳟; 在半必需氨基酸含量上虽然杂交 F1 高于虹鳟, 但含量最高的为山女鳟(9.41%); 杂交 F1 与双亲肌肉的鲜味氨基酸含量差异显著, 由高到低排列为杂交 F1 > 山女鳟 > 虹鳟。此外, 必需氨基酸总量/氨基酸总量的值在 45.43% ~ 47.99% 之间, 必需氨基酸/非必

需氨基酸的值在 83.26% ~ 92.28% 的范围内, 介于双亲之间。均为山女鲮的值最高, 虹鲮的值最低, 杂交 F1

表 2 杂交 F1(虹鲮♀ × 山女鲮 ♂)与山女鲮和虹鲮肌肉氨基酸含量(g/100 g 干重, n=10, Mean±SD)

Table 2 Contents of amino acids in flesh of *Oncorhynchus masou masou* ♂ ×

*O. mykiss* ♀、*O. masou masou* and *O. mykiss* (g/100 g dry weight)

氨基酸 Amino acid (AA)	虹鲮 <i>Oncorhynchus mykiss</i>	山女鲮 <i>O. masou masou</i>	杂交 F1 Crossbreed F1
<b>必需氨基酸 Essential amino acid</b>			
苏氨酸 Threonine	3.16 ± 0.03 <sup>a</sup>	3.00 ± 0.09 <sup>b</sup>	3.32 ± 0.19 <sup>c</sup>
缬氨酸 Valine	3.24 ± 0.07 <sup>a</sup>	3.82 ± 0.12 <sup>b</sup>	3.49 ± 0.23 <sup>c</sup>
蛋氨酸 Methionine	2.17 ± 0.09 <sup>a</sup>	2.22 ± 0.06 <sup>a</sup>	2.09 ± 0.15 <sup>b</sup>
异亮氨酸 Isoleucine	2.61 ± 0.04 <sup>a</sup>	1.65 ± 0.10 <sup>b</sup>	2.96 ± 0.21 <sup>b</sup>
亮氨酸 Leucine	5.13 ± 0.04 <sup>a</sup>	5.06 ± 0.19 <sup>b</sup>	5.47 ± 0.34 <sup>c</sup>
苯丙氨酸 Phenylalanine	3.01 ± 0.03 <sup>a</sup>	3.69 ± 0.10 <sup>b</sup>	3.94 ± 0.19 <sup>c</sup>
赖氨酸 Lysine	3.13 ± 0.02 <sup>a</sup>	5.35 ± 0.23 <sup>b</sup>	5.71 ± 0.42 <sup>c</sup>
必需氨基酸总量 Total essential amino acid	22.46 ± 0.32 <sup>a</sup>	24.79 ± 0.89 <sup>b</sup>	26.99 ± 1.72 <sup>c</sup>
<b>非必需氨基酸 Non essential amino acid</b>			
天冬氨酸 Aspartic acid <sup>*</sup>	6.04 ± 0.01 <sup>a</sup>	6.74 ± 0.22 <sup>b</sup>	8.22 ± 1.18 <sup>c</sup>
丝氨酸 Serine	3.31 ± 0.08 <sup>a</sup>	2.95 ± 0.25 <sup>b</sup>	3.05 ± 0.15 <sup>c</sup>
谷氨酸 Glutamic acid <sup>*</sup>	10.07 ± 0.17 <sup>a</sup>	10.82 ± 0.11 <sup>a</sup>	11.22 ± 0.63 <sup>b</sup>
甘氨酸 Glycine <sup>*</sup>	4.21 ± 0.34 <sup>a</sup>	4.57 ± 0.49 <sup>b</sup>	4.01 ± 0.29 <sup>c</sup>
丙氨酸 Alanine <sup>*</sup>	4.08 ± 0.06 <sup>a</sup>	4.36 ± 0.66 <sup>b</sup>	4.29 ± 0.21 <sup>c</sup>
胱氨酸 Cysteine	2.61 ± 0.02 <sup>a</sup>	2.44 ± 0.03 <sup>b</sup>	2.63 ± 0.03 <sup>c</sup>
酪氨酸 Tyrosine	1.94 ± 0.02 <sup>a</sup>	2.52 ± 0.07 <sup>b</sup>	2.99 ± 0.15 <sup>c</sup>
脯氨酸 Proline	2.07 ± 0.21 <sup>a</sup>	2.67 ± 0.22 <sup>b</sup>	3.08 ± 0.30 <sup>c</sup>
非必需氨基酸总量 Total non essential amino acid	34.34 ± 0.91 <sup>a</sup>	37.07 ± 2.06 <sup>b</sup>	39.49 ± 2.93 <sup>c</sup>
<b>半必需氨基酸 Semi essential amino acid</b>			
组氨酸 Histidine	2.22 ± 0.38 <sup>a</sup>	5.32 ± 0.39 <sup>b</sup>	3.65 ± 0.33 <sup>c</sup>
精氨酸 Arginine	3.91 ± 0.55 <sup>a</sup>	4.10 ± 0.09 <sup>b</sup>	3.80 ± 0.20 <sup>c</sup>
半必需氨基酸总量 Total semi essential amino acid	6.13 ± 0.93 <sup>a</sup>	9.41 ± 0.48 <sup>b</sup>	7.45 ± 0.54 <sup>c</sup>
氨基酸总量 Total amino acid	62.19 ± 2.16 <sup>a</sup>	71.27 ± 3.44 <sup>b</sup>	73.93 ± 5.19 <sup>c</sup>
鲜味氨基酸 Total delicious amino acid	24.14 ± 0.58 <sup>a</sup>	26.14 ± 1.48 <sup>b</sup>	27.73 ± 2.33 <sup>c</sup>
必需氨基酸总量/氨基酸总量 (%) Total essential amino acid/Total amino acid	45.43	47.99	46.58
必需氨基酸/非必需氨基酸 (%) Essential amino acid/Non essential amino acid	83.26	92.28	87.12

\* 表示鲜味氨基酸; 同一列数据中右上标字母不同代表差异显著 (P < 0.05)。

\* Represents delicious amino acid; Values with different superscript letters in the same row are significantly different (P < 0.05)。

213 杂交 F1 及其双亲肌肉的营养价值比较  
将杂交 F1 及双亲肌肉中的必需氨基酸含量转换后与鸡蛋蛋白质的氨基酸模式、WHOFAO 制定的蛋白质评价的氨基酸模式进行比较, 结果统计于表 3。除了杂交 F1 中的赖氨酸含量 (501 mg/g) 和山女鲮中苏氨酸含量 (298 mg/g)、赖氨酸含量 (531 mg/g) 高于鸡蛋蛋白标准外, 其他各项指标均低于该标准。与 WHOFAO 标

准相比, 杂交 F1 肌肉中有 5 种氨基酸(苏氨酸、缬氨酸、异亮氨酸、亮氨酸和赖氨酸) 高于该标准; 山女鲮肌肉中有 4 种氨基酸(苏氨酸、缬氨酸、亮氨酸和赖氨酸) 高于该标准; 虹鲮肌肉中只有 2 种氨基酸(苏氨酸和缬氨酸) 高于该标准。就总含量来看, 杂交 F1、山女鲮和虹鲮肌肉的氨基酸总含量低于鸡蛋蛋白标准含量, 杂交 F1 和山女鲮高于 WHOFAO 标准。

表 3 杂交 F1 及其双亲肌肉中必需氨基酸含量组成及比较(mgPg N)

Table 3 Composition of essential amino acid in dorsal flesh of crossbreed F1 and its parents

必需氨基酸 Essential amino acid	虹鳟 <i>Oncorhynchus mykiss</i>	山女鳟 <i>O. masou masou</i>	杂交 F1 Crossbreed F1	鸡蛋蛋白 Chicken egg	WHOFAO 标准 WHOPFAO standard
苏氨酸 Threonine	267	298	291	292	250
缬氨酸 Valine	274	380	306	411	310
蛋氨酸+ 胱氨酸 Methionine+ Cysteine	184	220	183	386	220
异亮氨酸 Isoleucine	221	164	259	331	250
亮氨酸 Leucine	434	502	480	534	440
苯丙氨酸+ 酪氨酸 Phenylalanine+ Tyrosine	254	366	346	565	380
赖氨酸 Lysine	264	531	501	441	340
合计 Total	1 899	2 462	2 367	2 960	2 190

将杂交 F1、山女鳟和虹鳟肌肉的必需氨基酸的氨基酸评分( ASS)、化学评分( CS) 和必需氨基酸指数( EAAI) 进行比较, 结果列于表 4。其中杂交 F1 除了在蛋氨酸+ 胱氨酸上的分值低于或略低于双亲, 在异亮氨酸上的分值明显

高于双亲外, 其他几项氨基酸的分值均介于双亲之间。杂交 F1 的必需氨基酸指数( 771.77) 明显高于虹鳟( 631.67), 略低于山女鳟( 791.19)。与虹鳟相比, 杂交 F1 表现出明显的优势。

表 4 杂交 F1 及其双亲肌肉中氨基酸评分( ASS)、化学评分( CS) 和必需氨基酸指数( EAAI)

Table 4 Composition of essential amino acid in dorsal flesh of crossbreed F1 and its parents

必需氨基酸 Essential amino acid	虹鳟 <i>Oncorhynchus mykiss</i>		山女鳟 <i>O. masou masou</i>		杂交 F1 Crossbreed F1	
	ASS	CS	ASS	CS	ASS	CS
	苏氨酸 Threonine	01 915	11069	11022	11 194	01 998
缬氨酸 Valine	01 667	01 885	01924	11 225	01 746	01989
蛋氨酸+ 胱氨酸 Methionine+ Cysteine	01 476	01 836	01570	11 001	01 475	01834
异亮氨酸 Isoleucine	01 667	01883	01495	01 655	01 784	11037
亮氨酸 Leucine	01 812	01986	01941	11 142	01 898	11090
苯丙氨酸+ 酪氨酸 Phenylalanine+ Tyrosine	01 450	01670	01649	01 964	01 612	01910
赖氨酸 Lysine	01 599	01777	11205	11 563	11 136	11473
必需氨基酸指数 EAAI EAA Index ( n= 7)	631.67		791.19		771.77	

214 杂交 F1 及其双亲肌肉的质地比较 杂交 F1 及双亲肌肉质地比较研究表明, 杂交 F1 肌肉肉色( 亮度、红度、黄度) 和嫩度与双亲相比差

异显著(  $P < 0.05$ ), 按肉色和嫩度测定值由高到低排列依次为山女鳟 > 杂交 F1 > 虹鳟。pH 三者相差不明显。具体数据见表 5。

表 5 杂交 F1 及其双亲肌肉肉色、嫩度和 pH 比较

Table 5 The comparison of the flesh color, tenderness and pH of crossbreed F1 and its parents

种类 Species	肉色 Flesh color			嫩度 ( kg#f) Tenderness	pH
	亮度 Lightness	红度 Redness	黄度 Yellowness		
虹鳟 <i>Oncorhynchus mykiss</i>	401233? 91087 <sup>a</sup>	11 432? 11 077 <sup>a</sup>	41 683? 11598 <sup>a</sup>	11318? 01219 <sup>a</sup>	61300? 01209 <sup>a</sup>
山女鳟 <i>O. masou masou</i>	441 629? 31 163 <sup>b</sup>	31 508? 01 933 <sup>b</sup>	51015? 11080 <sup>b</sup>	21272? 01 566 <sup>b</sup>	61127? 01 162 <sup>a</sup>
杂交 F1 Crossbreed F1	401449? 31834 <sup>c</sup>	21 300? 11 075 <sup>c</sup>	41 812? 11132 <sup>c</sup>	21140? 01293 <sup>c</sup>	61171? 01 122 <sup>a</sup>

同一列数据中右上标字母不同代表差异显著(  $P < 0.05$ )。

Value with different superscript letters in the same row are significantly different (  $P < 0.05$ ).

### 3 分析与讨论

#### 311 杂交 F1 及其双亲肌肉的营养成分的比较

根据相关文献报道,虹鳟肌肉鲜样的粗蛋白含量为 161.08% ~ 211.11%,粗脂肪的含量为 21.06% ~ 31.96%<sup>[3, 4]</sup>;山女鳟肌肉鲜样的粗蛋白含量为 171.22% ~ 181.29%,粗脂肪的含量为 31.50% ~ 61.80%<sup>[5]</sup>。本研究所得结果与其基本一致,但山女鳟粗脂肪测定结果明显低于相关报道,这可能由于养殖方式不同所导致。此外,营养成分含量还受品种、个体、年龄、性别、环境因素和季节因素等多方面影响<sup>[10, 11]</sup>。同时许多其他因素,如取样的方法、样品的处理技术、操作水平等都会影响结果的一致性<sup>[11]</sup>。本研究中杂交 F1 及其双亲均在相同的养殖方式下饲养,并采用相同方法进行了三者肌肉营养成分的测定,实验结果与微卫星研究和生长对比结论<sup>[2]</sup>相一致,表明父母本均对杂交 F1 产生了影响。

蛋白质作为构成生命物质的基础,是反映肌肉营养品质的一个重要指标,而蛋白质营养价值取决于氨基酸的含量与组成。本研究中虹鳟肌肉的蛋白质含量和 EAAI 都明显低于山女鳟,这或许是导致杂交 F1 肌肉粗蛋白含量和 EAAI 均显著高于虹鳟,但却低于山女鳟的原因。对于氨基酸含量,杂交 F1 氨基酸总量、必需氨基酸总量、非必需氨基酸总量和鲜味氨基酸含量均显著高于双亲,表明杂交 F1 与双亲相比,肌肉具有氨基酸含量较丰富,营养价值较高,食味较鲜美的特点。

312 杂交 F1 及其双亲肌肉的质地的比较 对于鱼类而言,肉色和嫩度是评价鱼肉质地的两个重要指标。肉色是鱼肉肉质的外观表现。在鲑科鱼类中,肉色被认为是评价肉质的一个重要标准<sup>[12]</sup>。在自然界中鲑科鱼类由于摄食甲壳类动物而肉色鲜美,而在人工养殖条件下,商品鱼上市前往往需要在饲料中添加虾青素等着色剂来维持其鲜美体色<sup>[13]</sup>。此外,品种、区系、性别、鱼体分布位置等因素对鱼肉颜色也具有显著影响<sup>[12, 14-16]</sup>。肉色的测定方法通常有肉

眼评分法和仪器法。本研究中被测定实验鱼为同批次繁殖,相同条件饲养,测量时采用了肉色测量仪,从而最大可能地降低了外部条件和测定方法对评价结果的影响,保证了结果的可靠性。从结果来看,杂交 F1 与双亲肉色差异显著,因此可以利用肉色来作为三种鱼肌肉品质的评价指标。

嫩度是评价鱼肉质地最重要的指标,这是因为该指标可以直接反映鱼肉的新鲜程度<sup>[17]</sup>。嫩度决定的是入口后咀嚼过程中的感觉,包括入口时是否容易咬开,是否容易咬碎,咀嚼后留口中的残渣量等。影响鱼肉嫩度的内在因素主要是肌肉的结构和属性,特别是结缔组织蛋白和肌纤维的结构及属性,而鱼肉组成中肌肉脂肪含量和水分含量通常是反映肌肉嫩度的重要指标<sup>[12, 18]</sup>。嫩度的测定有两种方法,一是利用人体的感觉器官来评价肉质的软和硬;二是利用仪器来进行测定。毫无疑问,利用仪器可以快速、准确而客观地对要检测的鱼肉进行检测。本实验利用嫩度仪,通过用测定剪切力来获得嫩度值,剪切力越小肉质越嫩。杂交 F1 的肌肉与双亲相比,其嫩度与山女鳟接近,并且显著优于虹鳟。

313 遗传育种方法在鱼类肌肉品质改良中的应用 如何利用遗传改良方法来提高养殖鱼类的肌肉品质一直是水产育种学者所关心的问题,早在 1984 年有育种学者就提出利用选择育种的方法来改良鱼类的肌肉品质<sup>[19]</sup>。而育种时要将某一性状确立为育种目标,要求该性状必须定义明确并能准确测量。鱼肉品质往往涉及出肉率、蛋白含量、脂肪含量、脂肪分布、肉色、肉嫩度等多个性状指标,并且对某些指标测定较为困难,缺乏统一标准,所以,长期以来鱼类育种工作中更多是以提高生长率为目的,有关鱼肉品质遗传改良方面的报道很少,相关研究主要集中在鲑科鱼类中。在对虹鳟和大西洋鲑(*Salmo salar*)等的研究中发现与肉质相关的大部分性状,如脂肪含量、蛋白含量、体色、肉色和储脂分布等,表现出较高遗传力,并具有广泛遗传变异<sup>[12, 20]</sup>,这表明可以用遗传育种手段来

对鱼肉品质进行改良。进一步的研究还发现生长性状与某些鱼肉品质性状间存在密切相关关系<sup>[21, 22]</sup>, 这表明可以利用性状间的相关关系来对鱼肉品质进行间接选育。

本研究以肉质较好的山女鳟和生长较快的虹鳟为育种材料, 开展了杂交实验, 进而对杂交 F1 进行肌肉营养成分和部分肌肉质地指标的比较研究, 研究结果表明, 杂交 F1 继承了山女鳟肉质优良的特性, 肌肉品质优于虹鳟, 杂交 F1 某些肉质性状(如必需氨基酸含量、鲜味氨基酸含量等)显示出一定的杂种优势, 这与王金龙和关键等的相似研究结果一致<sup>[23, 24]</sup>, 为杂种优势在鱼类肉质改良中的应用提供了理论依据。

## 参 考 文 献

- [ 1 ] Bartly D M, Rana K, Immink A J. The use of interspecific hybrids in aquaculture and fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 2001, **10**: 325~ 327.
- [ 2 ] 张玉勇, 白庆利, 贾智英等. 虹鳟、山女鳟及其杂交子代(虹鳟 a @ 山女鳟 ` ) 的微卫星分析. *水产学报*, 2009, **33**(2): 269~ 276.
- [ 3 ] 孙中武, 李超, 尹洪滨等. 不同品系虹鳟的肌肉营养成分分析. *营养学报*, 2008, **30**(3): 298~ 302.
- [ 4 ] 张昌吉, 刘哲, 王世银. 虹鳟含肉率及肌肉营养成分分析. *水利渔业*, 2006, **26**(4): 83~ 85.
- [ 5 ] 尹洪滨, 孙中武, 沈希顺等. 山女鳟肌肉营养组成分析. *水生生物学报*, 2004, **28**(5): 577~ 580.
- [ 6 ] Pellett P L, Young V R. Nutritional evaluation of protein foods. Tokyo: The United National University Press, 1980, 26~ 29.
- [ 7 ] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所编著. 食物成分表(全国分省值). 北京: 人民卫生出版社, 1991.
- [ 8 ] 任洁, 刘慧集, 李杰等. 5 种国外引进鱼类的含肉率及营养价值综合评价. *华中农业大学学报*, 2005, **24**(5): 495~ 499.
- [ 9 ] 李池陶, 关海红, 胡雪松等. 大头鲤、黑龙江鲤、德国镜鲤及其杂种 F3 肌肉品质的比较. *水产学报*, 2008, **32**(1): 45~ 50.
- [ 10 ] Clawson A J, Garlth J D, Coffey M T, et al. Nutritional, physiological, genetic, sex and age effects on fat free dry matter composition of the body in avian, fish, and mammalian species: a review. *Journal of Animal Science*, 1991, **69**: 3 617~ 3 644.
- [ 11 ] Nettleton J A, Exler J. Nutrients in wild and farmed fish and shellfish. *Journal of Food Sciences*, 1992, **57**(2): 257~ 260.
- [ 12 ] Rye M, Gjerde B. Phenotypic and genetic parameters of body composition traits and flesh colour in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquaculture Research*, 1996, **27**: 121~ 133.
- [ 13 ] Gjedrem T. Flesh quality improvement in fish through breeding. *Aquaculture International*, 1997, **5**: 197~ 206.
- [ 14 ] Choubert G, Blanc J M, Vall e F. Colour measurement, using the CIELCH colour space, of muscle of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), fed astaxanthin: effects of family, ploidy, sex, and location of reading. *Aquaculture Research*, 1997, **28**: 15~ 22.
- [ 15 ] Blanc J M, Choubert G. Genetic variation of flesh colour in canthaxanthin fed rainbow trout. *Genetic Selection Evolution*, 1985, **17**: 243~ 250.
- [ 16 ] McCafflum I M, Cheng K M, March B E. Carotenoid pigmentation in two strains of chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) and their crosses. *Aquaculture*, 1987, **67**: 291~ 300.
- [ 17 ] Dunajski E. Texture of fish muscle. *Journal of Texture Studies*, 2007, **10**(4): 301~ 318.
- [ 18 ] Bugeon J, Lefevre F, Fauconneau B. Fillet texture and muscle structure in brown trout (*Salmo trutta*) subjected to long term exercise. *Aquaculture Research*, 2003, **34**: 1 287~ 1 295.
- [ 19 ] Gjerde B, Gjedrem T. Estimates of phenotypic and genetic parameters for carcass traits in Atlantic salmon and rainbow trout. *Aquaculture*, 1984, **36**: 97~ 110.
- [ 20 ] Glover K A, Otter H, Olsen R E, et al. A comparison of farmed, wild and hybrid Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) reared under farming conditions. *Aquaculture*, 2009, **286**(3-4): 203~ 210.
- [ 21 ] Quinton C D, McMillan I, Glebe B D. Development of an Atlantic salmon (*Salmo salar*) genetic improvement program: Genetic parameters of harvest body weight and carcass quality traits estimated with animal models. *Aquaculture*, 2005, **247**(1-4): 211~ 217.
- [ 22 ] Powell J, White I, Guy D, et al. Genetic parameters of production traits in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 2008, **274**(2-4): 225~ 231.
- [ 23 ] 王金龙, 杨弘, 吴婷婷. 奥利亚罗非鱼@鳊杂交 F3 与其母本含肉率及肌肉营养成分的比较分析. *农业生物技术学报*, 2006, **14**(6): 879~ 883.
- [ 24 ] 关键, 柳学周, 翟毓秀等. 褐牙鲈(a)@犬齿牙鲈(`)杂交 F1 及其亲本肌肉营养成分分析与比较. *中国水产科学*, 2007, **14**(7): 41~ 47.