

褐牙鲈(♀)×犬齿牙鲈(♂)杂交F₁及其亲本肌肉营养成分分析与比较

关键^{1,2}, 柳学周¹, 翟毓秀¹, 冷凯良¹, 王志杰¹, 马²

(1. 中国水产科学研究院 黄海水产研究所, 山东 青岛 266071; 2. 中国海洋大学 水产学院, 山东 青岛 266003)

摘要:褐牙鲈(*Paralichthys olivaceus*)为东亚地区重要的海水养殖鱼类,在中国、日本和韩国海水养殖业中占有重要的地位。目前,褐牙鲈经过连续多代缺乏选择的人工繁育和养殖,造成养殖群体种质发生退化,生长速度和抗逆性下降,极大制约了牙鲈养殖业发展。以选育生长迅速、抗逆性强、饵料转化率高的牙鲈类养殖新品种为目的,作者对褐牙鲈(♀)×犬齿牙鲈(*Paralichthys dentatus*)(♂)的杂交育种进行了研究。本实验对褐牙鲈(♀)×犬齿牙鲈(♂)杂交F₁及其亲本肌肉营养成分进行测定。结果显示,杂交F₁含水率显著低于双亲($P<0.05$),粗蛋白含量显著高于双亲($P<0.05$),粗脂肪含量介于二者之间;杂交F₁的氨基酸总量、必需氨基酸、非必需氨基酸、半必需氨基酸与鲜味氨基酸总量都显著高于褐牙鲈与犬齿牙鲈($P<0.05$);脂肪酸含量方面,脂肪酸总量、饱和脂肪酸总量、不饱和脂肪酸总量3种鱼由高到低排列顺序为褐牙鲈、犬齿牙鲈、杂交F₁,三者饱和脂肪酸总量差异不显著($P<0.05$)。对3种鱼肌肉的营养品质进行了评价,杂交F₁的必需氨基酸指数EAAI(90.30)明显高于褐牙鲈(77.75)与犬齿牙鲈(79.34),在蛋白质品质上表现出一定杂种优势。上述结果表明,杂交F₁的肌肉具有蛋白和氨基酸含量较高、脂肪酸含量较低的特点。[中国水产科学,2007,14(7):41-47]

关键词:褐牙鲈;犬齿牙鲈;杂交;肌肉;营养成分

中图分类号:S917 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-8737-(2007)07-041-07

褐牙鲈(*Paralichthys olivaceus*)是太平洋西岸东北亚的特有种,在中国、韩国、日本沿海地区均有大规模养殖,是上述地区主要海水鱼类养殖品种之一。犬齿牙鲈(*Paralichthys dentatus*)主要分布于北美洲大西洋沿岸,是近年来中国引进的一个极具发展潜力的养殖品种^[1]。杂交育种是目前水产育种中应用广泛、卓有成效的育种途径之一,在淡水鱼类育种中发挥了巨大作用。杂交能急剧动摇遗传的保守性,使杂种的遗传性富于游动性,具有更大的可塑性,有向人类培育的各个方面发展的可能性,大量实践表明,杂交育种技术可以在品种改良和新品种培育等方面产生巨大的效用^[2]。近年来作者通过人工种间杂交的方法获得了褐牙鲈(♀)×犬齿牙鲈(♂)杂交子一代受精卵及相当数量苗种,进行了杂交F₁早期发育观察^[3]及温度、盐度对其早期发育的影响研究^[4],继而进行了商业化养殖尝试。目前,国内外对野生及养殖鱼类肌肉营养成分的研究报道较多,但就杂交种肌肉营养成分与亲本的比较研究则进行得较少^[5,6]。本文为进一步研究杂交鱼的经济性状,分析研究了杂交子一代及其亲本成鱼肌肉

营养成分,对其鱼肉品质及营养价值做出初步评价,并为确定犬齿牙鲈与杂交种的营养需求和人工配合饲料的研制提供相应理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料及其处理

样品全部取自青岛忠海水产有限公司。杂交F₁为人工杂交获得的褐牙鲈(♀)×犬齿牙鲈(♂)杂交F₁养殖成鱼,褐牙鲈来自人工养殖的成鱼(野生亲鱼后代),犬齿牙鲈为自美国苗种养殖而成的成鱼。3种鱼养殖条件完全相同,每种鱼设置3个平行(各3个养殖池);使用自然海水与深井海水搭配成的调温水,日换水量400%~500%,全年保持3种鱼的养殖水温一致(周年水温10~24℃);养殖池为正方形抹角的水泥池(5m×5m×0.6m),定期调整养殖池容纳密度,投喂“海康”海水鲈鳟鱼类配合饲料(粗蛋白含量48%,粗脂肪含量10%)。

选取全长250~300mm、体质量250~330g的1龄鱼作为样品鱼,取样时水温(19.5±1.0)℃。样品鱼去皮后取背部肌肉混匀,高速组织捣碎机捣碎,

收稿日期:2007-05-08; 修订日期:2007-06-12.

基金项目:农业部“948”项目(2001-479-4);青岛市科技局科技计划专项项目资助(00-02-10-1).

作者简介:关键(1982-),男,硕士,研究实习员,主要从事海洋鱼类遗传育种及繁殖发育生物学研究.E-mail:guanjian35@sina.com

通讯作者:柳学周.Tel:0532-85811982;E-mail:liuxz@ysfri.ac.cn

精确称取样品的重量,置于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下短暂保存。各种鱼随机取样10尾,每个样品重复取样3次进行测定,取平均值进行分析。

1.2 常规营养成分测定

水分测定采用 $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 烘干失水法(GB/T5009.3-2003);粗蛋白采用微量凯氏定氮法(GB/T5009.5-2003),使用Foss 2300微量凯氏定氮仪;粗脂肪采用酸水解法(GB/T5009.6-2003),灰分采用 $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ 马福炉灼烧法(GB/T5009.4-2003)。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法以每克蛋白质能值为23.46,每克脂肪为39.54,每克糖类17.15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量的乘积之和同鱼体质量之比)和E/P比(能值与蛋白质含量的比值)。

1.3 氨基酸含量的测定

采用酸水解法(GB/T18246-2000),使用 6 mol/L 盐酸 $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下水解22h,使用日立L-8800型氨基酸分析仪,因酸水解破坏色氨酸,未另行检测。

1.4 脂肪酸含量的测定

样品处理方法为GB/T17377-1998,使用配有

FID检测器的岛津GC-17A气相色谱分析仪测定脂肪酸(GB/T17377-1998)。

色谱条件如下:进样口温度 $250\text{ }^{\circ}\text{C}$;升温程序:起始温度 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$,终止温度 $210\text{ }^{\circ}\text{C}$,升温速度 $3\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$;检测器温度 $250\text{ }^{\circ}\text{C}$;色谱柱为石英键和毛细管SULPELWAXTM10,30m \times 0.32mmID \times 0.25 μm 。

1.5 数据处理

数据运用SPSS 11.5 for Windows软件进行分析,采用单因素方差分析(One-way ANOVA)方法,分析前对所有数据进行处理使其符合正态性和方差齐性;若差异显著($P < 0.05$),则运用Duncan方法进行多重比较。

1.6 肌肉营养价值评价方法

营养价值的评价根据FAO/WHO(粮食与农业组织/世界卫生组织)1973年建议的每克氮氨基酸评分标准模式^[7]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^[8],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(乘以62.5)进行比较,氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)按以下公式计算^[9]:

$$\text{AAS} = \frac{\text{待评蛋白质中某种必需氨基酸含量}(\%)}{\text{FAO/WHO评分标准模式中相应必需氨基酸含量}(\%)} \quad (1)$$

$$\text{CS} = \frac{\text{待评蛋白质中某种必需氨基酸含量}(\text{mg/g})}{\text{鸡蛋蛋白质中相应必需氨基酸含量}(\text{mg/g})} \quad (2)$$

$$\text{EAAI} = \sqrt[n]{\frac{\text{苏氨酸}_p}{\text{苏氨酸}_s} \times 100 \times \frac{\text{赖氨酸}_p}{\text{赖氨酸}_s} \times 100 \times \dots \times \frac{\text{亮氨酸}_p}{\text{亮氨酸}_s} \times 100} \quad (3)$$

(3)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。

2 结果与分析

2.1 杂交F₁及其双亲肌肉的常规营养成分分析

杂交F₁及其双亲常规营养成分检测结果见表1。杂交F₁及其双亲肌肉营养成分的含量多数存在差异:杂交F₁的水分含量显著低于双亲;杂交F₁(21.4%)粗蛋白的含量显著高于犬齿牙鲈(19.3%)和褐牙鲈(19.3%),但两亲本之间差异不显著;杂交F₁的粗脂肪含量(0.5%)位于其两亲本之间(0.2%, 0.7%),并且各处理间差异显著;灰分含量三者无显著差异;杂交F₁的能值(5.22 kJ/g)显著高于其双亲

(4.61 kJ/g、4.81 kJ/g);杂交F₁与亲本的E/P值差异不显著,处于23.89 kJ/g~24.92 kJ/g范围之内。

2.2 杂交F₁及其双亲肌肉中氨基酸组成

氨基酸组成及含量的检测结果见表2,杂交F₁及其双亲肌肉蛋白中氨基酸成分相同,都具有表2中所列出的15种氨基酸。氨基酸总量差异显著,由高到低依次为杂交F₁(85.28%)、褐牙鲈(78.14%)、犬齿牙鲈(73.85%);必需氨基酸总量:杂交F₁与双亲相比较差异显著,由高到低依次为杂交F₁(30.03%)、犬齿牙鲈(26.52%)、褐牙鲈(25.86%);非必需氨基酸总量由高到低依次为杂交F₁(33.92%)、褐牙鲈(30.70%)、犬齿牙鲈(29.37%);半必需氨基酸总量由高到低依次为杂交F₁(7.11%)、褐牙鲈(6.51%)、犬齿牙鲈(6.15%)。必需氨基酸占氨基酸总量的比

例上,三者处于 41.0%~42.8% 的范围内,必需氨基酸/非必需氨基酸的比例三者处于 84.2%~90.3% 范围内,分别超过了 FAO/WHO 标准规定的 40% 与 60% 的要求。杂交 F₁ 及其双亲肌肉中鲜味

氨基酸主要有天门冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸和丙氨酸 4 种,其总量由高到低依次为杂交 F₁ (23.24%)、褐牙鲆 (21.96%)、犬齿牙鲆 (20.23%), 杂交 F₁ 显著高于双亲。

表 1 杂交 F₁ 及其双亲常规营养成分比较分析Tab.1 Dorsal muscle composition of crossbreed F₁ and its parents $n=10; \bar{X} \pm SD; \% (FW)$

项目 Item	褐牙鲆 <i>P. olivaceus</i>	犬齿牙鲆 <i>P. dentatus</i>	杂交 F ₁ Crossbreed F ₁
水分 Moisture	78.5±0.89 ^a	77.9±0.46 ^a	76.5±0.27 ^b
粗蛋白 Crude protein	19.3±0.46 ^a	19.3±0.36 ^a	21.4±0.56 ^b
粗脂肪 Crude lipid	0.2±0.0 ^a	0.7±0.1 ^b	0.5±0.0 ^c
灰分 Ash	1.24±0.06	1.26±0.07	1.33±0.05
无氮浸出物 Ni.-free extract	0.76 ^a	0.84 ^b	0.27 ^c
能值 (kJ/g) Energy value	4.61±0.06 ^a	4.81±0.05 ^b	5.22±0.07 ^c
E/P (kJ/g)	23.89±0.75	24.92±1.47	24.40±0.92

注:同一行中右上标字母不同者表示差异显著 ($P<0.05$,下同)。

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

表 2 杂交 F₁ 及其双亲肌肉中氨基酸含量检测结果Tab.2 Amino acid composition in dorsal muscle of crossbreed F₁ and its parents
 $n=10; \bar{X} \pm SD; \% (FW)$

氨基酸 Amino acid	褐牙鲆 <i>P. olivaceus</i>	犬齿牙鲆 <i>P. dentatus</i>	杂交 F ₁ Crossbreed F ₁
必需氨基酸 Essential amino acid			
苏氨酸 Threonine	2.79±0.19 ^a	2.94±0.2 ^b	3.36±0.34 ^c
缬氨酸 Valine	5.01±0.33 ^a	4.57±0.23 ^b	5.23±0.26 ^c
亮氨酸 Leucine	5.91±0.42 ^a	6.33±0.45 ^b	7.19±0.51 ^c
异亮氨酸 Isoleucine	3.82±0.19 ^a	3.44±0.27 ^b	3.92±0.17 ^c
苯丙氨酸 Phenylalanine	2.09±0.23 ^a	2.26±0.18 ^b	2.64±0.17 ^c
赖氨酸 Lysine	6.19±0.37 ^a	6.97±0.36 ^b	7.66±0.42 ^c
必需氨基酸总量 Total EAA	25.86±1.72 ^a	26.52±1.72 ^a	30.03±1.87 ^b
非必需氨基酸 Non-essential amino acid			
* 天门冬氨酸 Aspartic acid	8.14±0.84 ^a	7.42±0.72 ^b	8.43±1.02 ^c
丝氨酸 Serine	3.86±0.33 ^a	4.25±0.45 ^b	4.85±0.30 ^c
* 谷氨酸 Glutamic acid	10.19±1.21 ^a	9.50±0.82 ^b	10.51±1.44 ^c
* 丙氨酸 Alanine	0.19±0.05 ^a	0.23±0.05 ^b	0.13±0.04 ^c
脯氨酸 Proline	1.72±0.23 ^a	1.49±0.18 ^b	1.92±0.17 ^c
甘氨酸 Glycine	3.44±0.33 ^a	3.08±0.41 ^b	4.17±0.43 ^c
酪氨酸 Tyrosine	3.16±0.23 ^a	3.39±0.27 ^b	3.92±0.26 ^c
非必需氨基酸总量 Total NEAA	30.70±3.21 ^a	29.37±2.90 ^b	33.92±3.66 ^c
半必需氨基酸 Semi-essential amino acid			
组氨酸 Histidine	1.77±0.23 ^a	1.81±0.18 ^a	2.09±0.30 ^b
精氨酸 Arginine	4.74±0.42 ^a	4.34±0.32 ^b	5.02±0.51 ^c
半必需氨基酸总量 Total SAA	6.51±0.65 ^a	6.15±0.50 ^b	7.11±0.81 ^c
氨基酸总量 Total AA	78.14±7.82 ^a	73.85±5.97 ^b	85.28±9.70 ^c
鲜味氨基酸总量 Total tasty AA	21.96±2.43 ^a	20.23±2.01 ^b	23.24±2.93 ^c
必需氨基酸总量/氨基酸总量 EAA/Total AA	41.0%	42.8%	42.2%
必需氨基酸/非必需氨基酸 EAA/NEAA	84.2%	90.3%	88.5%

注:标注“*”的氨基酸为鲜味氨基酸,同一行中右上标字母不同者表示差异显著 ($P<0.05$)。

Note: * represents tasty amino acid. Values with different superscript letters in the same row are significantly different ($P<0.05$).

2.3 杂交 F₁及其双亲肌肉的营养价值

将必需氨基酸以每 g 氮中氨基酸含量 (mg) 表示,与鸡蛋蛋白质的氨基酸模式、WHO/FAO 制订的蛋白质评价的氨基酸标准模式进行比较(表 3)。亲本与 F₁肌肉中必需氨基酸除杂交 F₁的赖氨酸含量(479 mg/g)以外全部低于鸡蛋蛋白质标准;与 WHO/FAO 标准相比,亲本与 F₁肌肉中苏氨酸、苯丙氨酸+酪氨酸含量明显低于该标准,缬氨酸、异亮氨酸、亮氨酸含量接近或略低于该标准,赖氨酸含量

显著高于该标准。

杂交 F₁及其双亲肌肉的氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)见表 4。根据 AAS、CS 综合分析,杂交 F₁及其双亲肌肉的第一限制性氨基酸皆为苯丙氨酸+酪氨酸。EAAI 方面,杂交 F₁及其双亲都较高,其中褐牙鲈与犬齿牙鲈相近(77.75, 79.34),杂交 F₁明显高于双亲,达到 90.30,杂交 F₁在必需氨基酸含量上表现出一定的杂种优势。

表 3 杂交 F₁及其双亲肌肉中必需氨基酸含量组成及比较

Tab.3 Composition of essential amino acid in dorsal muscle of crossbreed F₁ and its parents mg·g⁻¹ N

必需氨基酸 EAA	褐牙鲈 <i>P. olivaceus</i>	犬齿牙鲈 <i>P. dentatus</i>	杂交 F ₁ Crossbreed F ₁	鸡蛋蛋白标准 ^[8]	WHO/FAO 标准 ^[7]
				Essential amino acid content in chicken egg	Adult essential amino acid model recommended by WHO/FAO
苏氨酸 Thr	174	184	210	292	250
缬氨酸 Val	313	286	327	411	310
异亮氨酸 Ile	239	215	245	331	250
亮氨酸 Leu	369	396	449	534	440
苯丙氨酸+酪氨酸 Phe+ Tyr	130	141	165	565	380
赖氨酸 Lys	387	436	479	441	340
合计 Total	1612	1657	1875	2574	1970

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

Tab.4 AAS·CS and EAAI in dorsal muscle of crossbreed F₁ and its parents

必需氨基酸 EAA	褐牙鲈 <i>P. olivaceus</i>		犬齿牙鲈 <i>P. dentatus</i>		杂交 F ₁ Crossbreed F ₁	
	AAS	CS	AAS	CS	AAS	CS
苏氨酸 Thr	0.597	0.698	0.629	0.735	0.719	0.840
缬氨酸 Val	0.762	1.010	0.695	0.921	0.795	1.054
异亮氨酸 Ile	0.721	0.955	0.650	0.86	0.740	0.980
亮氨酸 Leu	0.447	0.840	0.403	0.899	0.459	1.021
苯丙氨酸+酪氨酸 Phe+ Tyr	0.231	0.343	0.250	0.372	0.292	0.434
赖氨酸 Lys	0.877	1.138	0.988	1.2815	0.719	1.408
必需氨基酸指数 EAAI EAA Index (n=6)	77.75		79.34		90.30	

2.4 杂交 F₁及其双亲肌肉中脂肪酸含量分析

杂交 F₁及其双亲肌肉中脂肪酸含量检测结果见表 5。脂肪酸(FA)总量褐牙鲈(76.85%)显著高于犬齿牙鲈(72.85%)和杂交 F₁(63.91%);不饱和脂肪酸(UFA)总量从高到低依次是褐牙鲈(55.22%)、犬齿牙鲈(50.96%)、杂交 F₁

(40.08%),差异显著;而饱和脂肪酸(SFA)总量三者差异不显著,处于 21.63%~23.83%范围内;n-3 系列高度不饱和脂肪酸 C_{22:6}(DHA)与 C_{20:5}(EPA)的总量为褐牙鲈(37.37%)最高,显著高于犬齿牙鲈(21.83%)和杂交 F₁(15.07%)。

表5 杂交F₁及其双亲肌肉中脂肪酸含量分析Tab.5 Fatty acid composition in dorsal muscle of crossbreed F₁ and their parents $n=10; \bar{X} \pm SD; \%$

脂肪酸 Fatty acid		褐牙鲈	犬齿牙鲈	杂交 F ₁
项目 Item	简写符号 Code	<i>P. olivaceus</i>	<i>P. dentatus</i>	Crossbreed F ₁
豆蔻酸	C _{14:0}	1.52 ± 0.14 ^a	3.76 ± 0.39 ^b	4.95 ± 0.47 ^c
棕榈酸	C _{16:0}	20.11 ± 1.51 ^a	18.13 ± 1.75 ^a	18.88 ± 1.84 ^a
棕榈油酸	C _{16:1}	2.29 ± 0.17 ^a	9.28 ± 0.66 ^b	5.84 ± 0.33 ^c
硬脂酸	C _{18:0}	5.32 ± 0.63 ^a	2.75 ± 0.28 ^b	2.61 ± 0.30 ^b
油酸	C _{18:1}	10.24 ± 1.17 ^a	17.10 ± 1.18 ^b	16.56 ± 1.45 ^b
EPA	C _{20:5}	4.85 ± 0.17 ^a	5.72 ± 0.53 ^b	5.00 ± 0.42 ^{ab}
DHA	C _{22:6}	32.52 ± 3.28 ^a	16.11 ± 1.30 ^b	10.07 ± 1.25 ^c
总脂肪酸 Total fatty acid		76.85 ± 7.07 ^a	72.85 ± 6.09 ^b	63.91 ± 6.06 ^c
不饱和脂肪酸总量 Total unsaturated fatty acid		55.22 ± 5.42 ^a	50.96 ± 3.95 ^b	40.08 ± 3.75 ^c
饱和脂肪酸总量 Total saturated fatty acid		21.63 ± 1.65 ^a	21.89 ± 2.14 ^a	23.83 ± 2.31 ^a
DHA + EPA		37.37 ± 3.45 ^a	21.83 ± 1.83 ^b	15.07 ± 1.67 ^c

注:同一行中右上标字母不同者表示差异显著 ($P < 0.05$,下同)。

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

3 讨论

3.1 杂交F₁及其亲本营养价值的评述

蛋白质是衡量食品营养价值的主要指标之一,蛋白质含量的高低在很大程度上决定肉类食品的品质。根据本研究的结果,杂交F₁肌肉的蛋白质含量显著高于其双亲,其氨基酸总量及鲜味氨基酸总量也相应较高,表明在肌肉营养及鲜味程度上杂交F₁具有一定杂种优势。

蛋白质营养价值取决于氨基酸组成与含量,而鱼体中氨基酸的组分与含量又因鱼种及其食物组成而异^[10]。膳食蛋白质中最常缺乏的一般都是必需氨基酸,如赖氨酸、蛋氨酸等,因此必需氨基酸指数(EAAI)成为评价食物蛋白质营养最常使用的标准之一,它是以鸡蛋蛋白质必需氨基酸为评价标准^[11]。本研究所检测的三类鱼的EAAI值都对较高,表明褐牙鲈与犬齿牙鲈的肌肉品质都比较高;而杂交F₁的EAAI值达到90.30,超出其亲本10以上,差异明显,表明F₁肌肉蛋白质的品质更高。

3.2 杂交F₁及其亲本脂肪酸含量的比较

脂肪酸是构成海洋鱼类身体的重要成分,它可以促进蛋白质的转化利用,充当能量来源从而起到节约蛋白质的作用;脂肪酸对成人健康具有重要意义,脂肪酸含量是评价海水鱼类营养价值的主要指标之一,直接决定肌肉营养品质的高低。一般认为,饲料中的脂肪酸组成影响养殖鱼体的脂肪酸组成,

同时年龄、洄游、繁殖、性别差异、生活温度、食物组成与品质也影响鱼类脂肪含量或脂肪酸组成^[15]。本研究测得褐牙鲈背部肌肉的EPA + DHA含量(37.37)显著高于犬齿牙鲈(21.83),这与王波^[10]的研究结果相似,表明人工养殖的褐牙鲈肌肉EPA + DHA含量显著高于犬齿牙鲈。Gallagher等^[16]认为,犬齿牙鲈的多不饱和脂肪酸含量随季节发生戏剧性改变(1月为17.32%、8月为3.33%),该变化主要由于DHA的变化而发生,犬齿牙鲈多不饱和脂肪酸适宜在低温期增加,而单价不饱和脂肪酸含量无明显变化。褐牙鲈与犬齿牙鲈间的EPA + DHA差异可能与取样时间关系密切。

本研究中,杂交F₁的总脂肪酸含量、不饱和脂肪酸总量显著低于母本褐牙鲈,尤其是DHA + EPA含量仅为褐牙鲈的40%左右,而与父本犬齿牙鲈更为相近;饱和脂肪酸总量杂交F₁略高于双亲,但差异不显著。有研究认为,鱼类肉质的遗传变异很低^[17],但本研究中F₁与双亲不饱和脂肪酸的差异均较大,且具有显著性差异,造成本结果的具体原因应该进一步探讨。此外,取样前的养殖水温(19.5 ± 1.0)℃对3个牙鲈种的成鱼的摄食、代谢及生长的影响存在差异,进而对鱼体含脂量及脂肪酸组成发生作用可能是另一个重要的原因。

4 结论

通过对褐牙鲈(♀)×犬齿牙鲈(♂)杂交F₁及其亲本肌肉营养成分分析与比较,发现杂交F₁的蛋

白质含量、氨基酸总量、必需氨基酸与鲜味氨基酸总量显著高于双亲 ($P < 0.05$), 而 EAAI 值更加明显高于双亲, 显示出杂交 F_1 肌肉具有更好的蛋白质品质; 相反, 褐牙鲆和犬齿牙鲆的脂肪酸总量及不饱和脂肪酸总量却显著高于杂交 F_1 ($P < 0.05$)。上述结果表明, 杂交 F_1 的肌肉具有蛋白和氨基酸含量较高、脂肪酸含量较低的特点。

致谢: 实验过程中得到蔡文超、徐永江、李晨的大力协助, 以及青岛忠海水产有限公司曲建忠经理的全力支持。在本文撰写过程中, 中国海洋大学水产学院的艾庆辉副教授、集美大学水产学院的林利民副教授提出了宝贵的意见, 在此一并表示衷心感谢!

参考文献:

- [1] 王波, 张朝晖, 张杰东, 等. 大西洋牙鲆繁殖生物学及繁育技术研究进展[J]. 海洋水产研究, 2004, 25(1): 90-96.
- [2] 楼允东. 鱼类育种学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999.
- [3] 关键, 柳学周, 蔡文超, 等. 褐牙鲆(♀) × 犬齿牙鲆(♂) 杂交子一代胚胎发育及仔稚鱼形态学观察[J]. 中国水产科学, 2007, 14(4): 644-650.
- [4] 关键, 柳学周, 蔡文超, 等. 温度、盐度对褐牙鲆(♀) × 犬齿牙鲆(♂) 杂交子一代胚胎发育和仔鱼存活的影响[J]. 海洋水产研究, 2007, 28(3): 52-60.
- [5] 闫学春, 梁利群, 曹顶臣, 等. 转基因鲤与普通鲤的肌肉营养成分比较[J]. 农业生物技术学报, 2005, 13(4): 528-532.
- [6] 金万昆, 杨建新, 高永平, 等. (团头鲂♀ × 翘嘴红鲌♂) 杂种 F_1 的含肉率、肌肉营养成分及氨基酸含量[J]. 淡水渔业, 2006, 36(1): 50-51.
- [7] Pellett P L, Young V R. Nutritional evaluation of protein foods [M]. Tokyo: The United National University, 1980: 26-29.
- [8] 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) [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1991.
- [9] 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[J]. 华中农业大学学报, 2005, 24(5): 495-499.
- [10] 王波, 孙丕喜, 荆世锡, 等. 大西洋牙鲆幼鱼肌肉组成与营养需求的探讨[J]. 海洋科学进展, 2006, 24(3): 336-341.
- [11] 林利民, 王秋荣, 王志勇, 等. 不同系家大黄鱼肌肉营养成分的比较[J]. 中国水产科学, 2006, 13(2): 286-291.
- [12] Jeong-Dae Kim, Santosh P. Lall. Amino acid composition of whole body tissue of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*), yellowtail flounder (*Pleuronectes ferruginea*) and Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) [J]. Aquaculture, 2000, 187, 367-373.
- [13] 李刘冬, 陈毕生, 冯娟, 等. 军曹鱼营养成分的分析及评价[J]. 热带海洋学报, 2002, 21(1): 76-82.
- [14] 王远红, 吕志华, 郑桂香, 等. 大菱鲆的营养成分分析[J]. 营养学报, 2003, 25(4): 438-440.
- [15] 曹俊明, 关国强, 刘永坚, 等. 饲料脂肪水平对草鱼肝脏脏和肌肉脂肪酸组成的影响[J]. 上海水产大学学报, 1998, 7(增刊): 179-183.
- [16] Gallagher M L, Harrell M L, Rulifson R A. Variation in lipid and fatty acid contents of Atlantic croakers, striped mullet and summer flounder [J]. Transactions of the American Fisheries Society, 1991, 120: 614-619.
- [17] Gjedrem T. Genetic variation in quantitative traits and selective breeding in fish and shellfish [J]. Aquaculture, 1983, 33(1-4): 51-72.

Biochemical composition of muscle of crossbreed F_1 from Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) (♀) × summer flounder (*Paralichthys dentatus*) (♂) and their parents

GUAN Jian^{1,2}, LIU Xue-zhou¹, ZHAI Yu-xiu¹, LENG Kai-liang¹, WANG Zhi-jie¹, MA Shen²

(1. Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fisheries Sciences, Qingdao 266071, China; 2. College of Fisheries, Ocean University of China, Qingdao 266003, China)

Abstract: Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) is one of the most important sea-water farming flatfish species in east Asia, which plays a very important role in aquaculture commerce in China, south Korea and Japan. Summer flounder (*Paralichthys dentatus*) is a flatfish species from the east coast of North America, while now it is a new commercial farming species in the US. At the present, the germ plasm retrogression, growth speed declining and the low flesh quality of farmed Japanese flounder had created significant barriers for commercial aquaculture. The absence of selective breeding and nutritional requirement research is one of the most important reasons. It is necessary to improve the product quality of farmed fish for the sustainable development of flounder aquaculture industry. Hybridization is one of the most widely and effective methods

in the aquaculture breeding and plays an important part in the freshwater fish breeding. In order to select several flatfish species which can improve sea-water fish farming in China, hybridization between Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) (♀) and summer flounder (*Paralichthys dentatus*) (♂) by artificial method was studied.

The research was conducted to analyze biochemical composition of muscle of crossbreed F₁ by Japanese flounder (♀) × summer flounder (♂) and its parents. The analysis results showed that crossbreed F₁ had lower water content, higher crude protein content than their parents, while the crude fatty content was similar to their parents. Crossbreed F₁ had higher total amino acids (TAA), essential amino acids content (EAA), unessential amino acids content (NEAA), taste relating amino acids content (TRAA) and essential amino acids index (EAAI) (TAA: 85.28, EAA: 30.30, NEAA: 33.92, TRAA: 23.24, EAAI: 90.30) than Japanese flounder (TAA: 78.14, EAA: 25.86, NEAA: 30.70, TRAA: 21.96, EAAI: 77.75) and summer flounder (TAA: 73.85, EAA: 26.52, NEAA: 29.37, TRAA: 20.23, EAAI: 79.34), showing some heterosis. Japanese flounder had higher total fatty acids (TFA), unsaturated fatty acids (UFA) (TFA: 76.85, UFA: 55.22) than summer flounder (TFA: 72.85, UFA: 50.96) and crossbreed F₁ (TFA: 63.91, UFA: 40.08). There was no significant difference in total saturated fatty acid among the three species. The muscle of crossbreed F₁ has the characteristics of higher contents in protein, amino acid and essential amino, while lower content of fatty acids. [Journal of Fishery Sciences of China, 2007, 14 (7): 41 - 47]

Key words: *Paralichthys olivaceus*; *Paralichthys dentatus*; crossbreed F₁; muscle; biochemical composition

Corresponding author: LIU Xue-zhou. E-mail: liuxz@ysfri.ac.cn