

不同家系大黄鱼肌肉营养成分的比较

林利民¹, 王秋荣¹, 王志勇¹, 张雅芝¹, 刘家富², 谢芳靖²

(1. 集美大学水产学院, 福建 厦门 361021; 2. 福建省宁德市水产技术推广站, 福建 宁德 352100)

摘要:对同等养殖条件下所养成的大黄鱼 [*Pseudosciaena crocea* (Richardson)] 3个不同家系: WW家系[野生 $F_1(\text{♀}) \times$ 野生 $F_1(\text{♂})$]、WC家系[野生 $F_1(\text{♀}) \times$ 养殖 $F_8(\text{♂})$]和CC家系[养殖 $F_8(\text{♀}) \times$ 养殖 $F_8(\text{♂})$]成鱼肌肉营养成分进行测定,并以野生大黄鱼作为对照,从营养成分的角度分析和评价不同家系大黄鱼的品质。结果显示,野生大黄鱼粗蛋白含量、必需氨基酸以及鲜味氨基酸总量都明显高于家系大黄鱼,而必需脂肪酸含量则低于家系大黄鱼。3个家系之间,粗蛋白质含量、必需氨基酸总量、鲜味氨基酸总量及必需氨基酸指数排列次序由大到小依次为: WW、WC、CC;饱和脂肪酸总量由大到小的排序为: CC、WW、WC;不饱和脂肪酸总量由大到小依次为: WC、WW、CC。研究认为,家系之间主要营养成分指标存在一定差异,这是由遗传因素决定的,因此通过家系选择进行大黄鱼肉质改良是可能的,但是同时必须结合饲料营养成分的补充和调控以及养殖环境条件的改善,才能较快速度地使养殖大黄鱼的品质达到或接近野生大黄鱼的水平。[中国水产科学, 2006, 13(2): 286-291]

关键词: 大黄鱼; 氨基酸; 脂肪酸

中图分类号: S912 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-8737-(2006)02-0286-06

大黄鱼 [*Pseudosciaena crocea* (Richardson)] 属石首鱼科 (Sciaenidae) 黄鱼属, 为暖温性近海中下层集群性洄游鱼类, 分布于中国和朝鲜。在中国主要分布于南海、东海和黄海南部, 为福建和浙江等沿海地区的主要经济鱼类之一^[1]。其肉质细腻、味道鲜美, 富含蛋白质, 是人类较为理想的动物性蛋白源^[2]。20世纪80年代后期大黄鱼商品鱼养殖取得人工育苗成功, 1992年开始养殖规模不断扩大, 产量逐年增加, 现已形成巨大的养殖规模, 成为中国最大宗单一海水养殖鱼类。但是经过连续多代缺乏选择的人工繁育和养殖, 养殖大黄鱼品质明显下降, 肉质松软、口感差, 脂肪含量过高, 致使其市价暴跌, 销量大大下降, 严重影响了大黄鱼养殖业的经济效益和持续发展。因此, 养殖大黄鱼的品质改良成为大黄鱼养殖业持续发展的关键问题之一。通过建立家系, 对不同家系的性状表现进行比较分析和选择, 是进行水产动物种质改良的重要途径^[3]。本研究对同等养殖条件下所养成的大黄鱼3个不同家系成鱼进行肌肉营养成分的测定, 并以野生大黄鱼作为对照组, 对它们的营养成分进行比较分析, 旨在探讨养

殖大黄鱼品质下降的原因, 以及通过家系选择进行大黄鱼品质改良的可能性, 为大黄鱼的品质改良育种提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

各家系大黄鱼样品分别为: WW家系—野生 $F_1(\text{♀}) \times$ 野生 $F_1(\text{♂})$ 、WC家系—野生 $F_1(\text{♀}) \times$ 养殖 $F_8(\text{♂})$ 、CC家系—养殖 $F_8(\text{♀}) \times$ 养殖 $F_8(\text{♂})$ 。由集美大学水产学院“养殖大黄鱼品质改良育种技术”课题小组在福建省宁德市水产技术推广站试验场繁育, 并在网箱养殖2龄鱼。网箱规格: 3.3 m $\times$ 3.3 m $\times$ 4.0 m, 养成密度: 90-110尾/m², 投喂冰鲜杂鱼。各家系随机取样50尾测定体长和体重, WW家系平均体长26.06 cm, 平均体重383.14 g; WC家系平均体长26.99 cm, 平均体重432.00 g; CC家系平均体长24.97 cm, 平均体重337.10 g。野生大黄鱼来自宁德市官井洋海域, 共8尾, 平均体长23.04 cm, 平均体重188.66 g。制样分析时, 取鱼体背部肌肉, 搅碎混匀后取样品50 g, 在-20℃条件下作短暂保

收稿日期: 2005-07-07; 修订日期: 2005-09-26.

基金项目: 国家“863”计划资助项目: (2002AA603021).

作者简介: 林利民(1955-), 男, 副教授, 从事水产动物营养与饲料研究.

通讯作者: 王志勇. E-mail: zywang@jmsu.edu.cn

存后送检。每个家系随机取10尾,野生鱼8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 方法

用凯氏定氮法测定粗蛋白质的含量,索氏抽提法测定粗脂肪含量,水分和粗灰分分别采用烘干法(100 ± 5)℃和马福炉灼烧法(550 ± 15)℃测定。氨基酸用盐酸水解法前处理后,用日立835-50型氨基酸自动分析仪测定,脂肪酸分析采用苯-石油醚萃取样品中的脂质,经甲酯化后用岛津GC2010气相色谱仪测定。

1.3 肌肉营养价值评价

将已测得的必需氨基酸含量(% DW)除以16即换算成每克氮中含氨基酸的毫克数mg/g(N)^[4],与1973年WHO/FAO提出的必需氨基酸评分标准和鸡蛋蛋白质评分标准进行比较,必需氨基酸指数

按下式计算^[5]:

$$EAAI = [(P_{Thr}/S_{Thr}) \times (P_{Val}/S_{Val}) \times \dots \times (P_{Lys}/S_{Lys})]^{1/n} \times 100$$

式中, n 为比较氨基酸个数; P 为受检蛋白质的氨基酸含量,mg/g(N); S 为鸡蛋蛋白质的氨基酸含量,mg/g(N)。

2 结果

2.1 各家系及野生大黄鱼肌肉的基本营养成分

各家系及野生大黄鱼肌肉的基本营养成分分析结果见表1。从表1中可以看出,3个家系之间,粗蛋白质含量差别不大,由大到小依次为WW、WC、CC,粗脂肪含量WW和CC较为接近并高于WC。与野生大黄鱼相比,3个家系粗蛋白含量均低于野生鱼,而粗脂肪含量均高于野生鱼。

表1 3个家系及野生大黄鱼肌肉的基本营养成分比较

Tab.1 Proximate compositions of muscle of three stocks and wild-caught *Pseudosciaena crocea*

$n=3; \bar{X} \pm SD; \% (DW)$

组别 Group	水分/% Moisture	粗蛋白/% Crude protein	粗脂肪/% Crude lipid	粗灰分/% Crude ash
野生 Wild-captured	79.10 $\pm$ 0.97	79.18 $\pm$ 0.35	11.35 $\pm$ 0.64	5.40 $\pm$ 0.24
WW	73.95 $\pm$ 0.67	67.32 $\pm$ 0.24	20.40 $\pm$ 0.52	4.12 $\pm$ 0.16
WC	74.75 $\pm$ 0.58	66.16 $\pm$ 0.38	15.85 $\pm$ 0.86	3.98 $\pm$ 0.29
CC	75.38 $\pm$ 0.71	65.44 $\pm$ 0.67	19.70 $\pm$ 0.72	4.13 $\pm$ 0.16

注:WW—野生 $F_1(\frac{1}{2}) \times$ 野生 $F_1(\frac{1}{2})$; WC—野生 $F_1(\frac{1}{2}) \times$ 养殖 $F_8(\frac{1}{2})$; CC—养殖 $F_8(\frac{1}{2}) \times$ 养殖 $F_8(\frac{1}{2})$ 。

Note: WW—Wild $F_1(\frac{1}{2}) \times$ Wild $F_1(\frac{1}{2})$; WC—Wild $F_1(\frac{1}{2}) \times$ Cultured $F_8(\frac{1}{2})$; CC—Cultured $F_8(\frac{1}{2}) \times$ Cultured $F_8(\frac{1}{2})$ 。

2.2 各家系及野生大黄鱼肌肉的氨基酸组成

各家系及野生大黄鱼肌肉的氨基酸组成如表2所示。以占肌肉干重百分比(%)计算,WW的必需氨基酸总量(28.97%)高于CC(28.33%)和WC(27.35%);非必需氨基酸总量养殖各家系之间不存在明显差异。而野生大黄鱼肌肉的必需氨基酸和非必需氨基酸总量均高于家系大黄鱼,分别为36.13%和35.18%。各组鱼肌肉的氨基酸组成中均以谷氨酸含量为最高,占8.46%~11.26%,胱氨酸含量最低,仅占0.42%~0.70%。各家系之间各种氨基酸含量的比较结果为:WW肌肉中的苏氨酸、蛋氨酸、赖氨酸、天门冬氨酸、谷氨酸和甘氨酸含量高于其他两个家系。WC肌肉中的缬氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、赖氨酸、天门冬氨酸、甘氨酸和酪氨酸高于CC。其余的氨基酸含量各家系之间差异不大。

2.3 各家系及野生大黄鱼肌肉的营养价值

将表2中成人必需氨基酸含量的数据换算成每

克氮中含氨基酸毫克数后,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)。各组大黄鱼肌肉中成人必需氨基酸总量都低于鸡蛋蛋白标准和WHO/FAO标准。而成人必需氨基酸占氨基酸总量的百分比值相差不大,都接近鸡蛋蛋白标准且高于WHO/FAO标准。必需氨基酸指数的排列顺序由大到小依次为:野生(77.9)、WW(64.7)、WC(63.9)、CC(62.1)。可见WW家系大黄鱼的营养价值略优于CC与WC,但仍低于野生大黄鱼的营养价值。

2.4 各家系及野生大黄鱼肌肉中鲜味氨基酸含量

大黄鱼肌肉所含的氨基酸中与鲜味有关的主要有谷氨酸、天门冬氨酸、甘氨酸、和丙氨酸等4种^[6]。从表4可以看出,4组大黄鱼肌肉中的各种鲜味氨基酸总量的排列顺序由大到小都为:野生、WW、WC、CC。

表2 养殖各家系及野生大黄鱼肌肉氨基酸的组成

Tab.2 Amino acid compositions of muscle of three stocks and wild-caught *Pseudosciaena crocea* $n = 3; \bar{X} \pm SD; \% (DW)$

氨基酸 Amino acid	野生 Wild	WW	WC	CC
苏氨酸 Threonine	3.30±0.02	2.95±0.03	2.80±0.06	2.73±0.03
缬氨酸 Valine	3.73±0.04	3.01±0.06	3.00±0.02	2.88±0.02
蛋氨酸 Methionine	2.27±0.12	1.83±0.01	1.72±0.01	1.56±0.09
异亮氨酸 Isoleucine	4.41±0.07	2.86±0.04	2.79±0.07	2.71±0.03
亮氨酸 Leucine	6.64±0.03	4.74±0.09	4.63±0.58	4.50±0.06
苯丙氨酸 Phenylalanine	2.44±0.01	2.67±0.03	2.58±0.06	2.55±0.02
赖氨酸 Lysine	6.95±0.03	5.80±0.12	5.73±0.14	5.49±0.07
组氨酸 Histidine	1.53±0.05	1.32±0.03	1.31±0.03	1.26±0.01
精氨酸 Arginine	4.76±0.07	3.78±0.11	3.76±0.10	3.65±0.03
色氨酸	—	—	—	—
合计 Total	36.03±0.34	28.97±0.52	28.33±0.61	27.35±0.33
天门冬氨酸 Aspartic acid	7.90±0.01	6.39±0.11	6.18±0.13	6.03±0.09
丝氨酸 Serine	2.60±0.00	1.70±0.08	1.64±0.04	1.61±0.03
谷氨酸 Glutamic acid	11.26±0.05	9.06±0.11	8.68±0.13	8.46±0.19
甘氨酸 Glycine	3.54±0.01	2.83±0.07	2.70±0.72	2.71±0.12
丙氨酸 Alanine	4.87±0.04	3.69±0.08	3.59±0.11	3.53±0.10
胱氨酸 Cystine	0.70±0.02	0.42±0.03	0.51±0.01	0.50±0.01
酪氨酸 Tyrosine	2.79±0.01	1.88±0.08	1.87±0.05	1.71±0.04
脯氨酸 Proline	1.51±0.02	1.03±0.02	1.02±0.04	1.02±0.01
合计 Total	35.18±0.05	25.46±2.60	26.20±0.58	25.45±0.26
氨基酸总量 Total amino acid	71.31±0.29	55.93±0.10	54.53±1.191	52.80±.59

注: “—” 未检出, WW—野生 $F_1(\frac{\sigma}{\sigma}) \times$ 野生 $F_1(\frac{\sigma}{\sigma})$; WC—野生 $F_1(\frac{\sigma}{\sigma}) \times$ 养殖 $F_8(\frac{\sigma}{\sigma})$; CC—养殖 $F_8(\frac{\sigma}{\sigma}) \times$ 养殖 $F_8(\frac{\sigma}{\sigma})$ 。Note: “—” undetectable. WW—Wild $F_1(\frac{\sigma}{\sigma}) \times$ Wild $F_1(\frac{\sigma}{\sigma})$; WC—Wild $F_1(\frac{\sigma}{\sigma}) \times$ Cultured $F_8(\frac{\sigma}{\sigma})$; CC—Cultured $F_8(\frac{\sigma}{\sigma}) \times$ Cultured $F_8(\frac{\sigma}{\sigma})$ 。

表3 各家系及野生大黄鱼肌肉中成人必需氨基酸含量与鸡蛋蛋白质及 WHO/FAO 标准的比较

Tab.3 Comparison of essential amino acid contents among three stocks and wild-caught

Pseudosciaena crocea muscle, chicken egg and WHO/FAO standard

mg/g(N)

必须氨基酸 Amino acid	野生 Wild	WW	WC	CC	鸡蛋蛋白标准 Essential amino acid content in chicken egg	WHO/FAO 标准 Adult essential amino acid model recommended by WHO/FAO
苏氨酸 Threonine	206	184	175	171	292	250
缬氨酸 Valine	233	188	188	180	411	310
蛋氨酸+胱氨酸 Methionine + Cystine	277	214	219	211	386	220
异亮氨酸 Isoleucine	276	179	174	169	331	250
亮氨酸 Leucine	415	296	289	281	534	440
苯丙氨酸+酪氨酸 Phenylalanine + Tyrosine	327	284	278	266	565	380
赖氨酸 Lysine	434	363	358	343	441	340
合计 Total	2168	1708	1681	1621	2960	2190
占氨基酸总量/% Ratio in total amino acid	46.6	46.8	47.0	46.7	48.08	35.38
必需氨基酸指数 Essential amino acid index	77.9	64.7	63.9	62.1		

注: WW—野生 $F_1(\frac{\sigma}{\sigma}) \times$ 野生 $F_1(\frac{\sigma}{\sigma})$; WC—野生 $F_1(\frac{\sigma}{\sigma}) \times$ 养殖 $F_8(\frac{\sigma}{\sigma})$; CC—养殖 $F_8(\frac{\sigma}{\sigma}) \times$ 养殖 $F_8(\frac{\sigma}{\sigma})$ 。Note: WW—Wild $F_1(\frac{\sigma}{\sigma}) \times$ Wild $F_1(\frac{\sigma}{\sigma})$; WC—Wild $F_1(\frac{\sigma}{\sigma}) \times$ Cultured $F_8(\frac{\sigma}{\sigma})$; CC—Cultured $F_8(\frac{\sigma}{\sigma}) \times$ Cultured $F_8(\frac{\sigma}{\sigma})$ 。

表4 各组大黄鱼肌肉中鲜味氨基酸含量的比较

Tab.4 Taste relating amino acid contents in three stocks and wild-caught *Pseudosciaena crocea* $n=3; \bar{X} \pm SD; \% (DW)$

组别 Group	谷氨酸 Glutamic acid	天门冬氨酸 Aspartic acid	甘氨酸 Glycine	丙氨酸 Alanine	总量 Total
野生 wild	11.26 $\pm$ 0.05	7.90 $\pm$ 0.01	3.54 $\pm$ 0.01	4.87 $\pm$ 0.04	27.57 $\pm$ 0.01
WW	9.06 $\pm$ 0.11	6.39 $\pm$ 0.11	2.83 $\pm$ 0.07	3.69 $\pm$ 0.08	21.97 $\pm$ 0.35
WC	8.68 $\pm$ 0.13	6.18 $\pm$ 0.13	2.70 $\pm$ 0.72	3.59 $\pm$ 0.11	21.15 $\pm$ 0.44
CC	8.46 $\pm$ 0.19	6.03 $\pm$ 0.09	2.71 $\pm$ 0.12	3.53 $\pm$ 0.10	20.73 $\pm$ 0.37

注: WW—野生 $F_1(\bar{\sigma}) \times$ 野生 $F_1(\sigma)$; WC—野生 $F_1(\bar{\sigma}) \times$ 养殖 $F_8(\sigma)$; CC—养殖 $F_8(\bar{\sigma}) \times$ 养殖 $F_8(\sigma)$ 。Note: WW—Wild $F_1(\bar{\sigma}) \times$ Wild $F_1(\sigma)$; WC—Wild $F_1(\bar{\sigma}) \times$ Cultured $F_8(\sigma)$; CC—Cultured $F_8(\bar{\sigma}) \times$ Cultured $F_8(\sigma)$ 。

2.5 各家系及野生大黄鱼肌肉的脂肪酸组成

各家系及野生大黄鱼肌肉的脂肪酸组成如表5所示。饱和脂肪酸(SFA)总量野生大黄鱼(36.9%)高于CC(36.0%)、WW(35.5%)和WC(32.9%)。不饱和脂肪酸(UFA)总量则呈现相反的趋势,即WC(60.7%)显著高于WW(57.8%)、CC(57.5%)和野生

大黄鱼(54.8%)。同样n-3系列高度不饱和脂肪酸C_{22:6}(DHA)与C_{20:5}(EPA)的总量以WC(25.8%)为最高,显著高于WW(21.0%)、CC(20.0%)和野生大黄鱼(16.0%)。饱和脂肪酸当中以C_{16:0}的含量(25.8%~27.9%)为最高;不饱和脂肪酸中以C_{18:1}的含量(20.2%~22.6%)为最高。

表5 不同家系及野生大黄鱼脂肪酸的组成

Tab.5 Fatty acid compositions of three stocks and wild-caught *Pseudosciaena crocea* $n=3; \bar{X} \pm SD; \% (DW)$

脂肪酸 Fatty acid	野生 wild	WW	WC	CC
C _{14:0}	3.1 $\pm$ 0.2	3.8 $\pm$ 0.1	3.0 $\pm$ 0.0	3.8 $\pm$ 0.1
C _{16:0}	27.5 $\pm$ 0.1	27.5 $\pm$ 0.1	25.8 $\pm$ 0.7	27.9 $\pm$ 0.1
C _{16:1}	10.6 $\pm$ 0.0	8.4 $\pm$ 0.0	9.3 $\pm$ 0.2	8.7 $\pm$ 0.0
C _{18:0}	5.9 $\pm$ 0.1	4.3 $\pm$ 0.0	4.1 $\pm$ 0.2	4.2 $\pm$ 0.0
C _{18:1}	22.6 $\pm$ 0.8	20.5 $\pm$ 0.0	20.2 $\pm$ 0.2	21.8 $\pm$ 0.1
C _{18:2}	1.1 $\pm$ 0.0	1.4 $\pm$ 0.0	1.2 $\pm$ 0.1	1.4 $\pm$ 0.0
C _{18:3}	0.5 $\pm$ 0.0	①	①	①
C _{18:4}	0.7 $\pm$ 0.0	1.2 $\pm$ 0.0	0.9 $\pm$ 0.0	1.0 $\pm$ 0.0
C _{20:0}	0.4 $\pm$ 0.0	①	①	①
C _{20:1}	1.8 $\pm$ 0.2	2.5 $\pm$ 0.0	1.8 $\pm$ 0.2	2.2 $\pm$ 0.0
C _{20:5} (EPA)	4.5 $\pm$ 0.3	6.1 $\pm$ 0.0	6.5 $\pm$ 0.5	5.6 $\pm$ 0.0
C _{22:1}	1.5 $\pm$ 0.1	2.8 $\pm$ 0.1	1.5 $\pm$ 0.0	2.4 $\pm$ 0.0
C _{22:6} (DHA)	11.5 $\pm$ 0.4	15.0 $\pm$ 0.1	19.3 $\pm$ 0.4	14.4 $\pm$ 0.1
其他 Others	8.3 $\pm$ 0.1	6.5 $\pm$ 0.1	6.4 $\pm$ 0.3	6.6 $\pm$ 0.1
$\sum$ SFA ^②	36.9 $\pm$ 0.0	35.5 $\pm$ 0.1	32.9 $\pm$ 0.5	36.0 $\pm$ 0.1
$\sum$ UFA ^③	54.8 $\pm$ 0.2	57.8 $\pm$ 0.2	60.7 $\pm$ 0.9	57.5 $\pm$ 0.2
DHA+EPA	16.0 $\pm$ 0.7	21.0 $\pm$ 0.2	25.8 $\pm$ 0.9	20.0 $\pm$ 0.1

注: ①—未检出; ②饱和脂肪酸总量; ③不饱和脂肪酸总量。WW—野生 $F_1(\bar{\sigma}) \times$ 野生 $F_1(\sigma)$; WC—野生 $F_1(\bar{\sigma}) \times$ 养殖 $F_8(\sigma)$; CC—养殖 $F_8(\bar{\sigma}) \times$ 养殖 $F_8(\sigma)$ 。Note: ① Undetectable; ② total saturated fatty acid; ③ total unsaturated fatty acid. WW—Wild $F_1(\bar{\sigma}) \times$ Wild $F_1(\sigma)$; WC—Wild $F_1(\bar{\sigma}) \times$ Cultured $F_8(\sigma)$; CC—Cultured $F_8(\bar{\sigma}) \times$ Cultured $F_8(\sigma)$ 。

3 讨论

3.1 大黄鱼营养价值的评述

将3个家系及野生大黄鱼肌肉中成人必需氨基

酸含量与WHO/FAO提出的成人必需氨基酸构成和比例模式以及鸡蛋蛋白质标准进行比较,从比较的结果可见,3个家系大黄鱼中成人必需氨基酸占氨基酸总量的百分比(46.7%~47.0%)与野生大

鱼一致,均高于WHO/FAO标准(35.38%),接近鸡蛋蛋白的标准。必需氨基酸指数是评价食物蛋白质营养的常用指标之一,它是以鸡蛋蛋白质必需氨基酸为评价标准。经计算,野生大黄鱼蛋白质必需氨基酸指数相当高,达77.9,3个家系(可以代表养殖大黄鱼)必需氨基酸指数变化在62.1~64.7,比野生大黄鱼低,而与草鱼(62.71)、鲢(60.73)、团头鲂(67.13)、青鱼(67.62)^[7]等一些淡水鱼类相当。从总体上看,大黄鱼营养结构为高蛋白、低脂肪,人体必需氨基酸及不饱和脂肪酸含量丰富,符合WHO/FAO标准。

3.2 3个家系间肌肉营养成分差异的分析

肌肉品质是养殖动物的重要经济性状,与养殖产品的价值和养殖业的效益密切相关。肌肉营养成分是衡量养殖产品肌肉品质的重要指标。迄今国内外对水产动物通过遗传育种手段进行肉质改良的研究报道尚少,目前可见到的报道基本限于对杂交(尤其是远缘杂交)后代与亲本种类所作的比较分析^[3,8]。然而,对养殖于开放水域的种类如大黄鱼进行杂交育种可能导致对野生亲本种群带来严重基因污染的生态风险,通过选择育种进行遗传改良则是一条相对安全的途径^[9]。已有一些研究显示,鱼类肉质的遗传变异很低^[10],对于遗传力低的性状,需要进行家系选择,才能获得较好的遗传进展^[3]。本研究的结果显示,所建立大黄鱼3个家系之间主要营养成分指标存在一定的差异。蛋白质、氨基酸的含量及必需氨基酸指数由大到小依次为:WW、WC、CC的趋势;脂肪酸、不饱和脂肪酸的含量由大到小依次为:WC、WW、CC的趋势。3个家系是在相同饲养环境、使用相同的饲料、同期饲养的结果,而且分析采用了综合样品(每个家系取10尾鱼的样品混合进行测定),排除了个体间差异。因此,家系间的差异代表着遗传差异。家系间的差异不大,显示肉质营养成分受遗传因素的影响不是很大,这与前人的研究结果一致。由此预期,通过选择育种进行大黄鱼肉质改良将需要较多世代、较长的时间。有趣的是3个家系中各项营养指标,CC家系都劣于WW家系和WC家系,这暗示着经过连续多代不加选择的人工繁育和养殖,大黄鱼与肉质营养成分相关的遗传基础已经发生了不利的遗传变异,即种质退化。因此,通过遗传育种手段进行大黄鱼肉质改良以及防止其进一步退化,是必要的。从本研究结果看,通过家系选择进行大黄鱼肉质改良是可能的,

3个家系选留亲本繁育下一代时,应该从WW或WC家系中选择。

3.3 家系大黄鱼肌肉营养成分与野生大黄鱼的比较

本研究测得3个家系大黄鱼肌肉的蛋白质、必需氨基酸、鲜味氨基酸的含量均显著低于野生大黄鱼;饱和脂肪酸总量略低于野生大黄鱼,而不饱和脂肪酸总量高于野生大黄鱼;这与段青源^[11]和郑斌^[12]对浙江省舟山沿海养殖大黄鱼与野生大黄鱼肌肉营养成分分析的结果基本一致。WW家系是野生亲鱼的子二代,其遗传基础与野生大黄鱼的差异应该不会太大。显然,造成家系大黄鱼与野生大黄鱼肉质营养成分产生显著差异的主要原因是养殖的环境条件与饲料。段青源^[11]认为,与天然大黄鱼相比,网箱养殖大黄鱼的体蛋白含量低、体脂肪含量较高,这对养殖大黄鱼的口感和营养价值都有较大影响,推断与目前长期投喂鲜冻鲢鳙鱼类饲料以及养殖环境有很大的关系。本研究通过测定发现,在不同网箱条件下养殖的大黄鱼肉质成分存在着极显著的差异(另文报道)。由此说明,开展遗传育种改良大黄鱼品质的同时还需要结合饲料营养的补充和调控以及养殖环境的改善,才能取得良好的预期效果。结合饲料营养结构调整实验所取得的结果(另文报道),可以认为,通过对所建立的家系继续进行选育,结合饲料营养的改良和养殖环境条件的改善,使养殖大黄鱼肉质达到或接近野生大黄鱼的水平是完全可能的。

参考文献:

- [1] 《福建鱼类志》编写组编著. 福建鱼类志(下卷)[M]. 福州:福建科学技术出版社,1985. 130~132.
- [2] 全成干,王军,丁少雄,等. 养殖大黄鱼生化组分的分析[J]. 台湾海峡,2000,19(2):197~200.
- [3] 吴仲庆. 水产生物遗传育种学(第3版)[M]. 厦门:厦门大学出版社,2000. 146~186.
- [4] 黄峰,严安生,熊传喜,等. 黄鲷的含肉率及鱼肉营养评价[J]. 淡水渔业,1999,29(10):3~6.
- [5] Peilett P L, Young V R. Nutritional Evaluation of Protein Foods[M]. The United National University, Japan, 1980. 26~29.
- [6] 舒妙安,马有智,张建成. 黄鳍肌肉营养成分的分析[J]. 水产学报,2000,2(4):339~344.
- [7] 刘健康. 东圃生态学(一)[M]. 北京:科学出版社,1990. 307~311.
- [8] 潘伟志,孙中武,伊洪滨. 杂交鲢(怀头鲢♀×鳙鱼♂)及其亲本肌肉营养成分分析[J]. 水产学杂志,1998,11(2):13~14.

- [9] 柯才焕,蔡明夷,王志勇. 海水养殖遗传改良生物的生态风险及其管理[J]. 高技术通讯,2004,14(12增刊):376-383.
- [10] Gjedrem T. Genetic variation in quantitative traits and selective breeding in fish and shellfish[J]. Aquaculture, 1983, 33(1-4):51-72.
- [11] 段青源,钟惠英,斯烈钢,等. 网箱养殖大黄鱼与天然大黄鱼营养成分的比较分析[J]. 浙江海洋学院学报,2000,19(2):125-128.
- [12] 郑斌,郭远明,陈雪昌,等. 大黄鱼 *Pseudosciaena crocea* (Richardson)肌肉中脂肪含量的比较分析[J]. 现代渔业信息,2003,18(6):25-26.

Comparison of biochemical compositions of muscle among three stocks and wild-caught large yellow croaker *Pseudosciaena crocea*

LIN Li-min¹, WANG Qiu-rong¹, WANG Zhi-yong¹, ZHANG Ya-zhi¹, LIU Jia-fu², XIE Fang-jing²

(1. Fisheries College, Jinmei University, Xiamen 361021, China; 2. Aquaculture Technology Extension Station of Ningde, Ningde 352100, China)

Abstract: Large yellow croaker *Pseudosciaena crocea* Richardson is one of the commercially important marine finfish in China. It is popular in China as its high protein contents in muscle and better flesh quality such as better flavor and firmer flesh. Despite declines in natural stocks, large yellow croaker aquaculture industry has been well developed in south China with the success of artificial propagation and larval production since 1980s. However, the low flesh quality of farmed fish has created significant barriers for commercial aquaculture. An important reason is due to absence of selective breeding and nutritional requirement research. It is necessary to improve product quality of farmed fish for facilitating the development of large yellow croaker aquaculture industry.

This study was conducted to analyze biochemical compositions of muscle of three crossbred stocks between F_1 and F_8 of *Pseudosciaena crocea*—WW: $F_1(\text{♀}) \times F_1(\text{♂})$, WC: $F_1(\text{♀}) \times F_8(\text{♂})$, CC: $F_8(\text{♀}) \times F_8(\text{♂})$. The comparison was made between the selected stocks and wild-caught *P. crocea* in nutrient contents. Ten two-year-old fish of each stock cultured in floating net cages, located in Aquaculture Technology Extension Station of Ningde, Fujian, and eight wild fish caught from Guanjingyang sea area of Ningde were sampled for analysis, respectively. Mean body weight of WW, WC and CC stocks were 383.14 g, 432.00 g and 337.10 g, respectively. Moisture was determined using a moisture balance, crude protein by Kjeldahl method, crude lipid by Soxhlet extraction method. Ash was determined in a muffle furnace at $(550 \pm 15)^\circ\text{C}$. The amino acid composition of muscle was determined after acid hydrolysis and ninhydrin reactive substances of hydrolyzed materials were analyzed by an automatic amino acid analyzer (Hitachi 835-50, Hitachi Instruments, Japan). Fatty acid profile was determined after preparing methyl esters from crude lipid and fatty acid methyl esters were analyzed by gas liquid chromatography (Shimadzu GC2010, Tokyo, Japan). The analysis results showed that WW stock had higher crude protein content (CP), total essential amino acids content (TEA) and essential amino acids index (EAAI) (CP: 67.32%, TEA: 28.97%, EAAI: 64.7) than those of WC (CP: 66.16%, TEA: 28.33%, EAAI: 63.9) and CC (CP: 65.44%, TEA: 27.35%, EAAI: 62.1) stocks. Total unsaturated fatty acids contents were the highest in WC stock (60.7%), followed by WW (57.8%) and CC (57.5%) stocks, while total saturated fatty acids contents showed an adverse order. These results suggest that the difference of nutritional components of muscle among the three stocks may attribute to parental inheritance, and the muscle quality could be modified by genetically improving together with meliorating rearing conditions and adjusting nutritional compositions of diet. [Journal of Fishery Sciences of China, 2006, 13(2):286-291]

Key words: *Pseudosciaena crocea*; amino acid; fatty acid

Corresponding author: WANG Zhi-yong. E-mail: zywang@jmu.edu.cn