

文章编号:1000-0615(2009)04-0632-07

## 大黄鱼四家系肌肉营养成分差异及品质选育分析

李明云<sup>1</sup>, 郑岳夫<sup>1,2</sup>, 管丹东<sup>1,2</sup>, 史雨红<sup>1</sup>,  
陈炯<sup>1</sup>, 林恒潺<sup>1</sup>, 陈萍<sup>1</sup>

(1. 宁波大学应用海洋生物技术教育部重点实验室, 浙江 宁波 315211;

2. 象山县海洋与渔业局, 浙江 象山 315700)

**摘要:**实验对象山港海区网箱养殖的岱衢洋家系、官井洋家系以及它们的正交和反交家系大黄鱼背肌肉进行了一般营养成分、氨基酸和脂肪酸组分分析,从营养学的角度分析和评价不同家系大黄鱼的品质。结果表明,四个家系之间大黄鱼蛋白质含量和灰分含量没有显著差异;脂肪含量反交家系与正交家系、岱衢洋家系和官井洋家系有显著差异,官井洋家系含量最高(13.51%),反交家系含量最低(10.59%);水份含量的变化与脂肪含量的变化成反比,反交家系水份含量与正交家系、岱衢洋家系和官井洋家系同样都有显著差异。岱衢洋家系、官井洋家系、正交家系和反交家系氨基酸总量分别为  $57.83\% \pm 1.19\%$ 、 $54.45\% \pm 1.01\%$ 、 $54.80\% \pm 2.97\%$  和  $58.39\% \pm 0.71\%$ ,其中反交家系、岱衢洋家系总氨基酸含量同官井洋家系都存在显著差异( $P < 0.05$ );必需氨基酸总量分别为  $30.08\% \pm 0.52\%$ 、 $28.05\% \pm 0.35\%$ 、 $28.40\% \pm 1.76\%$ 、 $29.97\% \pm 0.41\%$ ,其中岱衢洋家系、反交家系同官井洋家系都存在显著差异( $P < 0.05$ );鲜味氨基酸总量分别为  $24.56\% \pm 0.26\%$ 、 $23.45\% \pm 0.24\%$ 、 $22.88\% \pm 0.61\%$ 、 $25.39\% \pm 0.11\%$ ,其中反交家系与其他三个家系间存在显著差异( $P < 0.05$ )。而多不饱和脂肪酸(PUFA)及  $n-3$  系列高度不饱和脂肪酸 DHA 所占比例以反交家系最高,且同其他三个家系存在显著差异( $P < 0.05$ ),岱衢洋家系 EPA(C 20:5)含量同正交家系存在显著差异( $P < 0.05$ )。

**关键词:**大黄鱼;家系;肌肉;营养成分;氨基酸;脂肪酸

**中图分类号:**S 917;S 965.322

**文献标识码:**A

大黄鱼 *Pseudosciaena crocea* (Richardson) 是我国四大海洋渔业对象之一,1974年产量达到  $19 \times 10^4$  t,但由于酷渔滥捕,资源渐趋衰竭,1988年的产量不足  $2 \times 10^4$  t,20世纪90年代以来已形不成渔汛。1985年福建省成功地培育出首批大黄鱼人工苗,并先后在大黄鱼的全人工繁殖和养成技术取得突破,迄今大黄鱼已成为我国海水网箱养殖数量最大的鱼种。但由于在10多年的养殖生产中没有进行任何的选育改良,多代近交繁殖造成了相当严重的种质退化,加之养殖生产中饲料单一、环境恶化导致养殖大黄鱼生长速度和

抗逆性下降、性成熟提早,商品鱼的肉质下降,这些都已严重制约当前大黄鱼养殖产业的持续发展。因此培育出生长快、抗病力强和品质好的优良品系,已成为当务之急。尤其是随着人们生活水平不断提高,营养价值高、味道鲜美将成为今后选育的重要标准。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<sup>[1]</sup>,为此进行了大黄鱼四家系肌肉营养成分的比较研究。

有关大黄鱼营养方面的研究报道虽然也有不少<sup>[2-9]</sup>。但多偏重于养殖和野生大黄鱼的营养成

收稿日期:2008-07-28 修回日期:2008-11-18

资助项目:国家“八六三”高技术研究发展计划(2002AA603021,2006AA10A405);长江学者和创新团队发展计划(IRT0734);浙江省重大项目(2006C12005);宁波市重大招标项目(2004C100040)

通讯作者:李明云,E-mail: limingyun@nbip.net

分分析。林利民等<sup>[9]</sup>虽进行了不同家系大黄鱼肌肉营养成分的比较,但仍局限于由官井洋种群大黄鱼所建立起来的家系。笔者通过对同等养殖条件下的大黄鱼官井洋家系、岱衢洋家系以及大黄鱼正交家系、反交家系 4 个不同家系的肌肉营养成分进行测定,并应用方差分析等数理统计学方法对营养成分的差异性进行比较,以期养殖条件下大黄鱼的优良品质选育提供基础资料。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

实验用鱼于 2007 年 4 月,采自宁波大学生命科学与生物工程学院“养殖大黄鱼品质改良育种技术”课题组在浙江象山港海湾水产苗种繁育中心繁育的,在海区网箱养殖的岱衢洋家系[野生岱衢洋大黄鱼驯化繁育的第三代]、官井洋家系[多代养殖繁育的官井洋大黄鱼经选育的第三代],以及它们的正交[岱衢洋家系(♀)×官井洋家系(♂)]和反交[岱衢洋家系(♂)×官井洋家系(♀)]四个家系的 2 龄鱼。每个家系各取 10 尾,岱衢洋家系平均体重(474.58±12.81)g,平均体长(28.99±2.80)cm;官井洋家系平均体重(447.75±12.75)g,平均体长(25.76±2.34)cm;正交家系平均体重(466.78±11.98)g,平均体长(26.79±2.45)cm;反交家系平均体重(454.86±11.46)g,平均体长(26.87±2.68)cm。取鱼体背部两侧肌肉,搅碎混匀后,进行分析。

### 1.2 方 法

采用了微量凯氏定氮法测定蛋白质,采用索氏抽提法测定脂肪,采用 550℃ 高温灼烧法测定灰分,采用 105℃ 直接干燥法测定水分;按 GB/T 18246-2000 提供的方法用德国 Aminosys A200 型氨基酸自动分析仪测定除含硫氨基酸以外的其它氨基酸含量,胱氨酸和蛋氨酸含硫氨基酸采用 GB/T 15399-1994 提供的方法测定,色氨酸采用 GB/T 15400-1994 提供的方法测定。采用 NBFMS/XZ 043-2005 方法用美国 Agilent 1100 液相色谱仪测定脂肪酸含量。

营养价值的评价,即将已测得的必需氨基酸含量(% ,干重)除以 16 即换算成每克氮中含氨基酸的毫克数<sup>[9]</sup>,然后根据 WHO/FAO<sup>[10]</sup>1973 年建议的必需氨基酸评分标准鸡蛋蛋白评分标准

进行比较,必需氨基酸指数(EAAI)<sup>[11]</sup>按下式计算:

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

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)。

### 1.3 数 据 处 理

每个样品重复取样 3 次进行测定,数据统计分析用 SPSS 11.0 处理,描述性统计值用平均值±标准差(mean±SD)表示,当 $P < 0.05$ 时,差异显著, $P > 0.05$ 时,差异不显著。

## 2 结 果

### 2.1 四家系的一般营养成分

四家系养殖大黄鱼肌肉的一般营养成分分析结果表明,4 个家系的水份含量从大到小依次为反交家系、正交家系、岱衢洋家系、官井洋家系;4 个家系的灰分含量从大到小依次为岱衢洋家系、正交家系、反交家系、官井洋家系;4 个家系的脂肪含量从大到小依次为官井洋家系、岱衢洋家系、正交家系、反交家系;4 个家系的蛋白质含量从大到小依次为官井洋家系、岱衢洋家系、正交家系、反交家系(表 1)。经多重比较其中反交家系的水分和脂肪营养成分与各家系差异显著( $P < 0.05$ )。

### 2.2 四大家系氨基酸的组成

四大家系大黄鱼肌肉氨基酸组成及含量见表 2,以占肌肉干重百分比(% )计算,其中成人必需氨基酸和半必需氨基酸 10 种,非必需氨基酸 8 种。试验结果显示,岱衢洋家系、官井洋家系、正交家系和反交家系氨基酸总量分别为 57.83%±1.19%、54.45%±1.01%、54.80%±2.97% 和 58.39%±0.71%。氨基酸总量排列次序为:反交家系、岱衢洋家系、正交家系、官井洋家系,其中反交家系与岱衢洋家系总氨基酸含量与官井洋家系存在显著差异( $P < 0.05$ )。人体所必需的氨基酸(苏氨酸、缬氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸、色氨酸、赖氨酸、蛋氨酸)和半必需氨基酸(精氨酸和组氨酸)的总量分别为 30.08%±0.52%、28.05%±0.35%、28.40%±1.76%、29.97%±0.41%,其中岱衢洋家系、反交家系同官井洋家系都存在显著差异( $P < 0.05$ );8 种非必需氨基酸总

量分别为  $27.75\% \pm 0.67\%$ 、 $26.40\% \pm 0.66\%$ 、 $26.40\% \pm 1.21\%$  和  $28.42\% \pm 0.30\%$ ，其中反交家系的非必需氨基酸含量校正交家系显著增加 ( $P < 0.05$ )。

表 1 四大家系大黄鱼肌肉一般营养成分的含量

Tab.1 Nutrient contents of muscle among four genealogies of *Pseudosciaena crocea*

%

| 家系 genealogy                     | 水份 moisture        | 粗灰分 crude ash     | 粗脂肪 crude lipid    | 粗蛋白质 crude protein |
|----------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| 岱衢洋家系<br>Daiqiyang genealogy     | $69.06^b \pm 0.39$ | $1.07^a \pm 0.05$ | $12.40^b \pm 0.74$ | $17.14^a \pm 0.31$ |
| 官井洋家系<br>Guanjingyang genealogy  | $67.92^b \pm 0.70$ | $1.02^a \pm 0.03$ | $13.51^b \pm 1.01$ | $17.23^a \pm 0.28$ |
| 反交家系<br>positive cross enealogy  | $71.30^a \pm 1.24$ | $1.05^a \pm 0.01$ | $10.59^a \pm 0.60$ | $16.79^a \pm 0.54$ |
| 正交家系<br>negative cross genealogy | $69.45^b \pm 0.98$ | $1.06^a \pm 0.05$ | $12.17^b \pm 0.24$ | $16.85^a \pm 0.84$ |

注:字母相同表示无差异,字母不同表示差异明显

Notes: Same letters mean no difference, otherwise, significant difference

表 2 四大家系大黄鱼肌肉氨基酸组成及含量

Tab.2 Composition and contents of amino acid in muscle of four stocks *Pseudosciaena crocea*

dry weight, g/100 g

| 氨基酸名称<br>amino acids       | 岱衢洋家系<br>Daiqiyang genealogy | 官井洋家系<br>Guanjingyang genealogy | 正交家系<br>positive cross genealogy | 反交家系<br>negative cross genealogy |
|----------------------------|------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 苏氨酸 Thr                    | $2.87 \pm 0.02$              | $2.73 \pm 0.02$                 | $2.74 \pm 0.07$                  | $2.97 \pm 0.03$                  |
| 缬氨酸 Val                    | $3.04 \pm 0.07$              | $2.79 \pm 0.02$                 | $3.01 \pm 0.22$                  | $2.94 \pm 0.03$                  |
| 异亮氨酸 Ile                   | $2.80 \pm 0.05$              | $2.70 \pm 0.02$                 | $2.64 \pm 0.07$                  | $2.89 \pm 0.05$                  |
| 亮氨酸 leu                    | $5.07 \pm 0.09$              | $4.99 \pm 0.07$                 | $4.70 \pm 0.58$                  | $5.19 \pm 0.03$                  |
| 苯丙氨酸 Phe                   | $2.90 \pm 0.02$              | $2.40 \pm 0.02$                 | $2.30 \pm 0.53$                  | $2.45 \pm 0.03$                  |
| 色氨酸 Trp                    | $0.39 \pm 0.00$              | $0.39 \pm 0.00$                 | $0.39 \pm 0.00$                  | $0.47 \pm 0.01$                  |
| 赖氨酸 Lys                    | $5.65 \pm 0.12$              | $5.21 \pm 0.07$                 | $5.67 \pm 0.15$                  | $5.83 \pm 0.07$                  |
| 蛋氨酸 Met                    | $2.04 \pm 0.02$              | $1.76 \pm 0.09$                 | $2.28 \pm 0.02$                  | $1.58 \pm 0.10$                  |
| 精氨酸 Arg                    | $3.57 \pm 0.10$              | $3.49 \pm 0.02$                 | $2.86 \pm 0.07$                  | $3.74 \pm 0.03$                  |
| 组氨酸 His                    | $1.77 \pm 0.05$              | $1.59 \pm 0.02$                 | $1.81 \pm 0.05$                  | $1.91 \pm 0.03$                  |
| 合计 total                   | $30.08^a \pm 0.52$           | $28.05^b \pm 0.35$              | $28.40^{ab} \pm 1.76$            | $29.97^{ac} \pm 0.41$            |
| 丙氨酸 Ala                    | $3.64 \pm 0.07$              | $3.26 \pm 0.09$                 | $3.64 \pm 0.12$                  | $3.48 \pm 0.03$                  |
| 天冬氨酸 Asp                   | $5.94 \pm 0.10$              | $5.68 \pm 0.09$                 | $5.56 \pm 0.12$                  | $6.14 \pm 0.08$                  |
| 谷氨酸 Glu                    | $8.90 \pm 0.12$              | $8.68 \pm 0.18$                 | $8.24 \pm 0.12$                  | $9.42 \pm 0.05$                  |
| 甘氨酸 Gly                    | $2.51 \pm 0.07$              | $2.31 \pm 0.09$                 | $2.55 \pm 0.68$                  | $2.61 \pm 0.00$                  |
| 丝氨酸 Ser                    | $2.10 \pm 0.10$              | $2.01 \pm 0.12$                 | $1.99 \pm 0.05$                  | $2.19 \pm 0.03$                  |
| 脯氨酸 Pro                    | $1.48 \pm 0.02$              | $1.39 \pm 0.02$                 | $1.50 \pm 0.05$                  | $1.63 \pm 0.03$                  |
| 胱氨酸 Cys                    | $1.17 \pm 0.10$              | $1.06 \pm 0.02$                 | $1.39 \pm 0.02$                  | $0.96 \pm 0.03$                  |
| 酪氨酸 Tyr                    | $2.01 \pm 0.09$              | $2.01 \pm 0.05$                 | $1.53 \pm 0.05$                  | $1.99 \pm 0.05$                  |
| 合计 total                   | $27.75^{ab} \pm 0.67$        | $26.40^{ab} \pm 0.66$           | $26.40^b \pm 1.21$               | $28.42^a \pm 0.30$               |
| 氨基酸总量<br>total amino acids | $57.83^{ac} \pm 1.19$        | $54.45^b \pm 1.01$              | $54.80^{ab} \pm 2.97$            | $58.39^a \pm 0.71$               |

注:字母相同表示无差异,字母不同表示差异明显

Notes: Same letters mean no difference, otherwise, significant difference

### 2.3 鲜味氨基酸的含量

鱼肌肉所含的氨基酸中与鲜味有关的主要有天冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸和精氨酸 5 种。各家系大黄鱼背肌肉的鲜味氨基酸含量见表 3。从表 3 中可以看出,四大家系大黄鱼背肌肉中的

鲜味氨基酸总量的排列顺序由大到小为反交家系、岱衢洋家系、官井洋家系、正交家系,经多重比较后反交家系与其他三个家系间存在显著差异 ( $P < 0.05$ )。岱衢洋家系与官井洋家系、正交家系二个家系间也存在显著差异 ( $P < 0.05$ )。

表 3 四大家系大黄鱼肌肉中鲜味氨基酸的含量  
Tab.3 Taste relating amino acid contents in four stocks *Pseudosciaena crocea*

| 氨基酸<br>amino acids | dry weight, g/100 g          |                                 |                                  |                                  |
|--------------------|------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|                    | 岱衢洋家系<br>Daiquyang genealogy | 官井洋家系<br>Guanjingyang genealogy | 正交家系<br>positive cross genealogy | 反交家系<br>negative cross genealogy |
| 天冬氨酸 Asp           | 5.94 ± 0.10                  | 5.68 ± 0.09                     | 5.56 ± 0.12                      | 6.14 ± 0.08                      |
| 谷氨酸 Glu            | 8.90 ± 0.12                  | 8.68 ± 0.18                     | 8.24 ± 0.12                      | 9.42 ± 0.05                      |
| 甘氨酸 Gly            | 2.51 ± 0.07                  | 2.31 ± 0.09                     | 2.55 ± 0.68                      | 2.61 ± 0.00                      |
| 丙氨酸 Ala            | 3.64 ± 0.07                  | 3.26 ± 0.09                     | 3.64 ± 0.12                      | 3.48 ± 0.03                      |
| 精氨酸 Arg            | 3.57 ± 0.10                  | 3.49 ± 0.02                     | 2.86 ± 0.07                      | 3.74 ± 0.03                      |
| 合计 total           | 24.56 ± 0.26 <sup>b</sup>    | 23.45 ± 0.24 <sup>c</sup>       | 22.88 ± 0.61 <sup>c</sup>        | 25.39 ± 0.11 <sup>a</sup>        |

注:字母相同表示无差异,字母不同表示差异明显

Notes: Same letters mean no difference, otherwise, significant difference

## 2.4 四大家系脂肪酸的组成

四大家系大黄鱼肌肉脂肪酸的组成及含量(占总脂肪酸的百分比)如表 4 所示,四大家系大黄鱼含有相同种类的不饱和脂肪酸(UFA)共有 7 种,其中单不饱和脂肪酸(SUFA)3 种[花生烯酸(C 20:1)、棕榈油酸(C 16:1)、油酸(C 18:1)],多不饱和脂肪酸(PUFA)4 种[亚油酸(C 18:2)、花生四烯酸(C 20:4)、EPA(C 20:5)、DHA(C 22:6)]。不饱和脂肪酸在总脂肪酸中的比例大小排列次序为正交家系、反交家系、官井洋家系、岱衢洋家系,

四个家系间差异不显著( $P > 0.05$ )。反交家系的多不饱和脂肪酸(PUFA)的含量与其他三个家系存在显著差异( $P < 0.05$ ),其中 *n*-3 系列多不饱和和 DHA(C 22:6),反交家系同其他三个家系间存在显著差异( $P < 0.05$ );反交家系 EPA(C 20:5)含量同官井洋家系存在显著差异( $P < 0.05$ ),岱衢洋家系 EPA(C 20:5)含量同正交家系存在显著差异( $P < 0.05$ )。饱和脂肪酸中以棕榈酸(C16:0)比例最大;而不饱和脂肪酸中以油酸(C18:1)和 DHA(C 22:6)比例最高。

表 4 四大家系大黄鱼肌肉中脂肪酸的组成及含量  
Tab.4 Composition and contents of fatty acids in muscle of four stocks *Pseudosciaena crocea*

| 脂肪酸<br>fatty acids    | percentage of total fatty acids, % |                                 |                                  |                                  |
|-----------------------|------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|                       | 岱衢洋家系<br>Daiquyang genealogy       | 官井洋家系<br>Guanjingyang genealogy | 正交家系<br>positive cross genealogy | 反交家系<br>negative cross genealogy |
| 肉豆蔻酸(C14:0)           | 3.55 ± 0.05                        | 3.19 ± 0.08                     | 1.47 ± 0.01                      | 1.27 ± 0.02                      |
| 棕榈油酸(C16:1)           | 11.91 ± 0.05                       | 9.91 ± 0.01                     | 5.41 ± 0.11                      | 3.57 ± 0.05                      |
| 棕榈酸(C16:0)            | 28.10 ± 0.81                       | 28.36 ± 0.63                    | 27.48 ± 0.75                     | 28.05 ± 0.62                     |
| 亚油酸(C18:2)            | 1.31 ± 0.01                        | 1.39 ± 0.02                     | 1.24 ± 0.10                      | 0.80 ± 0.01                      |
| 油酸(C18:1)             | 26.98 ± 0.04                       | 26.03 ± 0.19                    | 19.54 ± 0.35                     | 15.50 ± 0.59                     |
| 硬脂酸(C18:0)            | 4.73 ± 0.01                        | 5.25 ± 0.05                     | 7.14 ± 0.38                      | 7.11 ± 0.07                      |
| 花生四烯酸(C20:4)          | 1.27 ± 0.04                        | 1.37 ± 0.02                     | 1.90 ± 0.02                      | 2.21 ± 0.17                      |
| EPA(C20:5)            | 4.81 <sup>bc</sup> ± 0.02          | 4.66 <sup>c</sup> ± 0.04        | 5.51 <sup>a</sup> ± 0.48         | 5.32 <sup>ab</sup> ± 0.35        |
| 花生烯酸(C20:1)           | 1.98 ± 0.01                        | 2.14 ± 0.01                     | 0.57 ± 0.03                      | 0.47 ± 0.02                      |
| DHA(C22:6)            | 13.94 <sup>c</sup> ± 0.35          | 15.15 <sup>c</sup> ± 0.15       | 29.19 <sup>b</sup> ± 0.60        | 35.09 <sup>a</sup> ± 1.22        |
| 其它饱和脂肪酸<br>others SFA | 1.44 ± 0.02                        | 1.84 ± 0.03                     | 0.56 ± 0.02                      | 0.57 ± 0.07                      |
| UFA *                 | 56.83 <sup>a</sup> ± 0.11          | 61.70 <sup>a</sup> ± 0.18       | 64.17 <sup>a</sup> ± 0.80        | 63.68 <sup>a</sup> ± 1.38        |
| PUFA **               | 21.33 <sup>c</sup> ± 0.17          | 22.57 <sup>c</sup> ± 0.05       | 37.17 <sup>b</sup> ± 0.57        | 43.42 <sup>a</sup> ± 3.06        |
| DHA + EPA             | 18.75 ± 0.05                       | 19.81 ± 0.06                    | 34.69 ± 0.58                     | 40.41 ± 0.91                     |

注: \* 不饱和脂肪酸(UFA); \*\* 多不饱和脂肪酸(PUFA);字母相同表示无差异,字母不同表示差异明显

Notes: Same letters mean no difference, otherwise, significant difference; \* means UFA; \*\* means PUFA

## 3 讨论

### 3.1 四大家系大黄鱼营养价值评价

为了评价食物蛋白质营养价值的高低,联合

国粮食与农业组织、世界卫生组织提出了人体所需氨基酸的组成模式,中国预防医学科学院、营养与食品卫生研究所也列出了鸡蛋蛋白模式作为参考。如果一种蛋白质或食物中混合蛋白质的必需

氨基酸含量能够达到或接近组成模式的数值,则按一定量进食后,不仅可以满足人体的生理需要,还能使所有的必需氨基酸都能被充分利用,营养价值也就越高。四大家系大黄鱼成人必需氨基酸占氨基酸总量的百分比值,均高于 WHO /FAO 标准,接近鸡蛋蛋白的标准。而必需氨基酸指数是评价食物蛋白质营养的常用指标之一,它是鸡蛋蛋白质必需氨基酸为评价标准。从表 5 可得,四大家系必需氨基酸指数变化在 61.30 ~

64.80。与草鱼<sup>[12]</sup>(62.71)、鲢<sup>[12]</sup>(60.73)、鲫<sup>[12]</sup>(68.96)、鳊<sup>[13]</sup>(62.30)等一些淡水鱼类相当。由此可见,养殖大黄鱼四大家系都具有较高的营养价值和较好的口味,富含人体生命活动所需的各种必需氨基酸、不饱和脂肪酸等营养物质,是优质的食用鱼类。四大家系中,岱衢洋家系必需氨基酸指数最高(64.80),反交家系次之(63.10),官井洋家系最低(61.30)。由此可见,从营养角度来讲,岱衢洋家系和反交家系种质较为优秀。

表 5 四大家系大黄鱼肌肉中成人必需氨基酸含量与 FAO/WHO 标准及鸡蛋蛋白的比较

Tab. 5 Comparison of essential amino acid contents among four stocks *Pseudosciaena crocea* muscle, chicken egg and WHO/FAO standard

| 必需氨基酸<br>essential amino<br>acids        | 岱衢洋家系<br>Daiqiyang<br>genealogy | 官井洋家系<br>Guanjingyang<br>genealogy | 正交家系<br>positive cross<br>genealogy | 反交家系<br>negative cross<br>genealogy | WHO/FAO 标准<br>WHO/FAO<br>criterion | 鸡蛋蛋白<br>egg protein |
|--|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------|
| 苏氨酸 [mg/g(N)] Thr                        | 179                             | 171                                | 171                                 | 186                                 | 250                                | 292                 |
| 缬氨酸 [mg/g(N)] Val                        | 190                             | 174                                | 188                                 | 184                                 | 310                                | 411                 |
| 异亮氨酸 [mg/g(N)] Ile                       | 175                             | 169                                | 165                                 | 181                                 | 250                                | 331                 |
| 亮氨酸 [mg/g(N)] Leu                        | 317                             | 312                                | 294                                 | 324                                 | 440                                | 534                 |
| 苯丙氨酸 + 酪氨酸 [mg/g(N)] Phe + Tyr           | 307                             | 276                                | 239                                 | 278                                 | 380                                | 565                 |
| 蛋氨酸 + 胱氨酸 [mg/g(N)] Met + Cys            | 201                             | 176                                | 229                                 | 159                                 | 220                                | 386                 |
| 赖氨酸 [mg/g(N)] Lys                        | 353                             | 326                                | 354                                 | 364                                 | 340                                | 441                 |
| 合计 [mg/g(N)] total                       | 1722                            | 1604                               | 1640                                | 1676                                | 2190                               | 2960                |
| 占氨基酸总量 (%)<br>ratio in total amino acids | 45.60                           | 45.17                              | 45.39                               | 44.24                               | 35.38                              | 48.08               |
| 必需氨基酸指数<br>essential amino acids index   | 64.80                           | 61.30                              | 62.60                               | 63.10                               |                                    |                     |

### 3.2 岱衢洋家系与官井洋家系肌肉营养成分的差异

本研究结果两家系一般营养成分中脂肪和水分的含量有一定的差异,但差异并不显著;而氨基酸总量、人体必需氨基酸、鲜味氨基酸以及脂肪酸等反映肉质风味的主要营养价值指标都显著高于官井洋家系。这些差异应该说可以排除环境、饲料和个体差异等方面的影响,因为本研究的四个家系是在同一海区、同一养殖鱼排、使用相同的饲料、同一时期饲养的结果。因此两家系之间主要营养指标存在的差异代表着遗传差异。岱衢洋家系是野生的经养殖驯化繁育的第三代,肉质的遗传变异尚少,而官井洋大黄鱼是连续多代不加选择的繁育和养殖后,在种质已经退化的情况下选择的第三代,有关营养价值的主要指标产生差异是必然的。本研究结果来看,通过种群家系选择进行大黄鱼的肉质改良是可能的。Gjedrem<sup>[14]</sup>研究认为鱼类肉质的遗传变异较低,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。据此,如经过较长时间和多代选择(如 7 代),是能够选育出肉质优良、口味较好的大黄鱼良种。

### 3.3 反交家系与其它家系肌肉营养成分的差异

正反交家系是岱衢洋种群养殖大黄鱼与官井洋种群养殖大黄鱼杂交结果。杂交是遗传育种的传统手段之一,通过杂交显示的杂种优势,获得在生长性能、繁殖力、适应力、抗病性、肉质等方面超越双亲或具有双亲特点的杂种。研究表明:从四个家系营养价值主要指标综合评价来看,以反交家系品质最优。其一般营养成分中脂肪含量最低、水分含量较高,与其它三个家系差异显著。脂肪含量低说明适口性好,水分含量高,反映了肌肉的多汁性,野生的大黄鱼的水分含量都是比养殖的大黄鱼高。其它的氨基酸总量、人体必需氨基酸、鲜味氨基酸以及脂肪酸等反映肉质风味的主要营养价值指标都显著高于其它三个或两个家

系,李思发等<sup>[15]</sup>研究指出,由于杂种优势遗传基础的复杂性,迄今我们对杂种优势的本质或遗传机理仍不太清楚。本研究两个杂交家系为什么反交家系要比正交家系好、双亲对杂交子代的贡献以及反交家系的继续选育等等问题,都有待于进一步深入研究。

#### 参考文献:

- [1] 吴仲庆. 水产生物遗传育种学[M]. 3版. 厦门: 厦门大学出版社, 2000: 146-200.
- [2] 全成干, 王 军, 丁少雄, 等. 养殖大黄鱼生化组份的分析[J]. 台湾海峡, 2000, 19(2): 197-200.
- [3] 段青源, 钟惠英, 斯列钢, 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(自然科学版), 2000, 19(2): 125-128.
- [4] 郑 斌, 郭运明, 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.
- [5] 郑 斌, 何中央, 丁雪燕, 等. 大黄鱼肌肉必需氨基酸组成模式的研究[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2003, 22(3): 218-221.
- [6] 郑 斌, 徐君卓, 刘士忠. 大黄鱼肌肉和血液生化组份的分析[J]. 集美大学学报(自然科学版), 2003, 8(4): 295-300.
- [7] 郑 斌, 何中央, 丁雪燕, 等. 网箱养殖大黄鱼血液游离氨基酸含量的比较分析[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2003, 22(2): 118-120.
- [8] 徐继林, 朱艺峰, 严小军, 等. 养殖与野生大黄鱼肌肉脂肪酸组成的比较[J]. 营养学报, 2005, 27(3): 256-260.
- [9] 林利民, 王秋荣, 王志勇, 等. 不同家系大黄鱼肌肉营养成分的比较[J]. 中国水产科学, 2006, 13(2): 286-291.
- [10] FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee. Energy and protein requirements [C]. Rome: FAO Nutrition Meeting Report Series, 1973: 52.
- [11] Peiiett P L, Young V R. Nutritional evaluation of protein foods [M]. Japan: The United National University, 1980: 26-29.
- [12] 尹洪滨, 姚道霞, 孙中武, 等. 黑龙江鲢形目鱼类的肌肉营养组成分析[J]. 营养学报, 2006, 28(5): 438-441.
- [13] 梁银铨, 崔希群, 刘友亮. 鳃肌肉生化成分分析和营养品质评价[J]. 水生生物学报, 1998, 22(4): 386-388.
- [14] Gjedrem T. Genetic variation in quantitative traits and selective breeding in fish and shellfish [J]. Aquaculture, 1983, 33(1-4): 51-72.
- [15] 李思发, 颜 标, 蔡完其, 等. 尼罗罗非鱼与萨罗罗非鱼正反交自繁后代  $F_2$  耐盐性、生长性能及亲本对杂种优势贡献力的评估[J]. 水产学报, 2008, 32(3): 335-342.

## The nutrition of fatty acid and amino acid analysis of four genealogies *Pseudosciaena crocea* (Richardson)

LI Ming-yun<sup>1</sup>, ZHENG Yue-fu<sup>1,2</sup>, GUAN Dan-dong<sup>1,2</sup>,  
SHI Yu-hong<sup>1</sup>, CHEN Jiong<sup>1</sup>, LIN Heng-chan<sup>1</sup>, CHEN Ping<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory of Applied Marine Biotechnology, Ministry of Education, Ningbo University, Ningbo 315211, China;

2. Xiangshan County Ocean and Fisheries Bureau, Xiangshan 315700, China)

**Abstract:** This experiment was conducted to analyze general nutritional components, the amino acid and fatty acid composition of dorsal muscles of four *Pseudosciaena crocea* genealogies such as Daiquyang, Guanjingyang, their positive cross, and negative cross genealogies. It showed that there was no significant difference ( $P > 0.05$ ) of protein and ash among the four genealogies. The fat content of negative cross genealogy had significant differences compared with Daiquyang, Guanjingyang and the positive cross genealogies. The Guanjingyang genealogy had the highest fat content (13.51%), while the negative cross genealogy had the lowest fat content (10.59%). The water content was inversely proportional to the fat content. The water content of negative cross genealogy compared with Daiquyang, Guanjingyang and positive cross genealogy also showed significant difference. The content of total amino acid of Daiquyang, Guanjingyang and their positive cross, negative cross genealogies was  $57.83\% \pm 1.19\%$ ,  $54.45\% \pm 1.01\%$ ,  $54.80\% \pm 2.97\%$  and  $58.39\% \pm 0.71\%$  respectively. There was significant difference of total amino acid content of Daiquyang and negative cross genealogies compared with that in Guanjingyang genealogy ( $P < 0.05$ ). The content of essential amino acid was  $30.08\% \pm 0.52\%$ ,  $28.05\% \pm 0.35\%$ ,  $28.40\% \pm 1.76\%$  and  $29.97\% \pm 0.41\%$  respectively. The difference of essential amino acid content of negative cross and Daiquyang genealogy compared with the Guanjingyang genealogy was significant ( $P < 0.05$ ). The content of taste-related amino acid was  $24.56\% \pm 0.26\%$ ,  $23.45\% \pm 0.24\%$ ,  $22.88\% \pm 0.61\%$  and  $25.39\% \pm 0.11\%$  respectively, and the difference between negative cross and the other three genealogies was significant ( $P < 0.05$ ). In addition, the negative cross genealogy had the highest content of PUFA and DHA in the four genealogies and the difference was significant ( $P < 0.05$ ). The difference of EPA content between Daiquyang and the positive cross genealogy was significant ( $P < 0.05$ ). These results suggested that the negative cross and Daiquyang genealogy were superior to other two genealogies based on general nutritional components, amino acid and fatty acid. It showed that the difference of nutritional components of dorsal muscle among the four genealogies may attribute to parental inheritance when they are cultured under the identical conditions. Combined with improving culture environment and nutritional compositions of diet, the quality improvement of *Pseudosciaena crocea* could be realized by genealogy selection.

**Key words:** *Pseudosciaena crocea* (Richardson); genealogies; dorsal muscle; nutritional components; amino acid; fatty acid