

银鲳 4 野生群体肌肉营养成分的比较分析与评价

赵峰 庄平* 施兆鸿 章龙珍 张涛 彭士明

(中国水产科学研究院东海水产研究所 上海 200090; 上海海洋大学水产与生命学院 上海 201306)

摘要: 4 个野生银鲳 (*Pampus argenteus*) 群体样本于 2008 年 5 月分别采集于河北黄骅、江苏连云港、浙江舟山、广东惠来 4 地沿海海域, 分别对其肌肉的主要营养成分进行了分析和评价。结果表明, 浙江舟山与河北黄骅银鲳群体肌肉的粗蛋白含量差异显著 ($P < 0.05$), 其他各群体银鲳肌肉间粗蛋白含量差异不显著。肌肉粗脂肪含量在 4 群体银鲳间无显著性差异 ($P > 0.05$)。氨基酸及必需氨基酸总量以江苏连云港群体肌肉中含量最高, 分别占干重的 65.14% 和 27.32%, 浙江舟山群体 (64.31% 和 26.42%) 其次, 河北黄骅群体 (60.32% 和 25.47%) 最低, 4 群体间差异显著 ($P < 0.05$)。江苏连云港及浙江舟山群体银鲳肌肉的必需氨基酸指数 (EAAI)、氨基酸评分 (AAS) 和化学评分 (CS) 均高于另外 2 群体。4 群体银鲳肌肉间饱和脂肪酸及不饱和脂肪酸总量呈现显著性差异 ($P < 0.05$)。江苏连云港及浙江舟山群体银鲳肌肉的多不饱和脂肪酸含量要高于另外 2 群体。综合比较, 江苏连云港及浙江舟山群体银鲳肌肉的营养价值要优于河北黄骅和广东惠来群体。从银鲳 4 野生群体的聚类分析结果可以看出: 就氨基酸含量来说, 浙江舟山与江苏连云港群体差异最小, 与广东惠来群体差异最大; 就脂肪酸差异来讲, 浙江舟山与河北黄骅群体相似性较高, 与广东惠来之间的差异最大。

关键词: 银鲳; 群体; 氨基酸; 脂肪酸; 营养评价; 聚类分析

中图分类号: Q493 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2009)05-117-07

A Comparative Analysis and Evaluation of Nutritional Components in Muscle of *Pampus argenteus* from Four Wild Populations

ZHAO Feng ZHUANG Ping* SHI Zhao-Hong ZHANG Long-Zhen
ZHANG Tao PENG Shi-Ming

(East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090;
College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: Four wild populations of *Pampus argenteus* were sampled from nature coast area of Huanghua City in Hebei Province (PH), Lianyungang City in Jiangsu Province (PJ), Zhoushan City in Zhejiang Province (PZ) and Huilai City in Guangdong Province (PG), respectively. The capture was conducted in May 2008. The muscle nutritional composition of *P. argenteus* from 4 different areas was measured by conventional biochemistry. As a result, crude protein content in the muscle of fish from PZ and PJ was significant difference ($P < 0.05$), while there was no significant difference in other each pair of populations. There was no significant difference in crude fat content among the four populations ($P > 0.05$). Fish from PJ had the highest total and essential amino acid contents (65.14% and 27.32%, dry weight). The following was fish from PZ (64.31% and 26.42%, dry weight). The lowest total and

基金项目 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(中国水产科学研究院东海水产研究所 No. 2007Z02, 2008M14);

* 通讯作者, E-mail: pzhuang@online.sh.cn;

第一作者介绍 赵峰, 助理研究员, 博士研究生; 研究方向: 鱼类生态生理及繁育生物学; E-mail: jorfingshf@hotmial.com.

收稿日期: 2009-04-08, **修回日期:** 2009-06-30

essential amino acid contents (60.32 % and 25.47 % , dry weight) were in the muscle of fish from PH. There was significant difference of total and essential amino acid content among the four populations ($P < 0.05$). Fish from PJ and PZ had higher essential amino acid index (EAAI), amino acid score (AAS) and chemical score (CS) than those of the other 2 populations. The total saturated and unsaturated fatty acid contents in the fish muscle from four populations shown significant difference ($P < 0.05$). Fish from PJ and PZ had higher polyunsaturated fatty acid content than those from other two populations. It was apparent that the nutritional quality of fish from PJ and PZ was better than those from PH and PG. Based on the clustering analysis, the difference of amino acid content in fish from PJ and PZ was smallest, while having the biggest difference with that from PG. For fatty acids, fish from PZ and PH had similar content, also had the biggest difference with that from PG.

Key words: *Pampus argenteus*; Population; Amino acid; Fatty acid; Nutritive evaluation; Cluster analysis

银鲳 (*Pampus argenteus*) 俗称车片鱼、白鲳、鲳鱼等,是我国沿海常见经济鱼种,具有很高的经济价值^[1]。由于高强度捕捞及其栖息环境的变迁,银鲳自然资源呈现一定程度的衰退趋势^[2]。近年来,银鲳资源的开发利用逐渐受到国内外学者的关注,在资源评估与利用^[2-5]、繁殖特性^[6-8]、人工繁殖及苗种培育^[9,10]等方面开展了大量研究,在幼鱼肌肉营养品质评价方面也有过初步的报道^[11]。

鱼类肌肉组织生物化学成分是描述鱼类种质资源特征的内容之一^[12],它不但受到环境因素的影响,还可能与遗传因素有关^[13]。了解鱼类肌肉营养组成不仅可以为消费者提供营养学基础资料,还可能对该鱼种的良种选育提供借鉴。本研究对河北黄骅、江苏连云港、浙江舟山、广东惠来 4 地近海海域野生群体银鲳的一般营养成分、氨基酸及脂肪酸进行了分析与评价,并根据氨基酸与脂肪酸含量对 4 个群体进行了聚类分析,初步探讨了群体间肌肉营养成分差异的原因,旨在为银鲳种质资源研究和将来的良种选育提供基础资料和参考。

1 材料与方法

1.1 材料 银鲳样本于 2008 年 5 月分别采集于河北黄骅 (N38°52', E118°36')、江苏连云港 (N35°12', E120°18')、浙江舟山 (N30°14', E118°11')、广东惠来 (N23°07', E116°56') 近海海域。样本为流刺网捕获,起网后立即选取叉长 13.8~14.3 cm,体重 79.5~81.4 g 的个体 15 尾,取背部去皮肌肉切成小块,分别装入自封袋置入

0 保温盒运回岸上。到岸后,将采集的样品分为 5 组 (3 尾为 1 组),精确称重,捣碎,混匀,装入保鲜袋置于 -20 °C 冰箱保存备用。

1.2 测定方法 按 GB 5009-85 的方法分别测定水分、粗蛋白、粗脂肪和粗灰分;按 GB/T 14965-1994 的方法使用 Biochrom 30 型氨基酸自动分析仪测定除色氨酸外的氨基酸,色氨酸使用荧光分光光度法测定。按 GB/T 5009.168-2003 提供的方法使用 Agilent 890 型气相色谱仪测定脂肪酸。

1.3 评价方法 根据联合国粮农组织/世界卫生组织 (FAO/WHO) 1973 年建议的氨基酸评分标准模式 (% ,dry)^[14] 和全鸡蛋蛋白质的氨基酸模式 (% ,dry)^[15] 分别按以下公式计算氨基酸评分 (AAS)、化学评分 (CS) 和必需氨基酸指数 (EAAI):

$$AAS = \frac{aa}{AA (FAO/WHO)} \times 100;$$

$$CS = \frac{aa}{AA (Egg)} \times 100;$$

$$EAAI = \sqrt[n]{\frac{100A}{AE} \times \frac{100B}{BE} \times \frac{100C}{CE} \times \dots \times \frac{100H}{HE}};$$

式中, aa 为样品的氨基酸含量 (%), AA (FAO/WHO) 为 FAO/WHO 评分标准模式中同种氨基酸含量 (%), AA (Egg) 为全鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量 (%), n 为比较的必需氨基酸个数, A, B, C, \dots, H 为鱼肌肉蛋白质的必需氨基酸含量 (% ,dry), AE, BE, CE, \dots, HE 为全鸡蛋蛋白质的必需氨基酸含量 (% ,dry)。

1.4 数据处理 实验数据通过 STATISTICA

(Version 6.0) 统计软件(StatSoft, Inc.) 进行显著性检验,包括方差分析、邓肯氏新复极差法多重比较。利用肌肉氨基酸与脂肪酸含量,采用最短距离连接法构建银鲳 4 野生群体聚类树形图,对群体间的相似性进行评定。

2 结 果

2.1 一般营养成分 4 野生群体银鲳肌肉中水分、粗蛋白、粗脂肪和粗灰分的测定结果见表

1。河北黄骅群体银鲳的粗蛋白含量最低,与江苏连云港及广东惠来群体间无显著性差异($P > 0.05$),但与浙江舟山群体差异显著($P < 0.05$);粗脂肪含量以浙江舟山群体银鲳为最高,但 4 群体间差异不显著($P > 0.05$);4 群体间的粗灰分含量差异不显著($P > 0.05$);水分含量以浙江舟山银鲳的最低,河北黄骅群体最高,差异显著($P < 0.05$)。

表 1 4 野生群体银鲳肌肉的一般营养成分(%湿重, $n = 5$)

Table 1 Nutritional components in muscle of four wild populations of *Pampus argenteus* (% wet weight, $n = 5$)

| 营养成分 Nutritional components | 群体 Population | | | |
|--------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | 河北黄骅 Hebei | 江苏连云港 Jiangsu | 浙江舟山 Zhejiang | 广东惠来 Guangdong |
| 水分 Moisture | 74.58 ± 0.52 ^a | 73.39 ± 1.75 ^{ab} | 72.02 ± 0.43 ^b | 74.10 ± 0.45 ^a |
| 粗蛋白 Crude protein | 19.95 ± 0.04 ^a | 21.33 ± 0.21 ^{ab} | 22.08 ± 0.24 ^b | 20.91 ± 1.42 ^{ab} |
| 粗脂肪 Crude fat | 4.86 ± 1.12 ^a | 4.63 ± 0.46 ^a | 4.92 ± 1.02 ^a | 4.33 ± 0.55 ^a |
| 粗灰分 Crude ash | 0.79 ± 0.29 ^a | 0.80 ± 0.08 ^a | 0.88 ± 0.27 ^a | 0.79 ± 0.15 ^a |

同一行数据有相同字母上标表示无显著差异($P > 0.05$)。

Figures sharing the same superscripts within the same row show no significant difference ($P > 0.05$).

2.2 氨基酸组成与营养评价 表 2 显示,除广东惠来群体银鲳肌肉中的胱氨酸(Cys)检测过程中被破坏未测定外,其余 3 群体都检测出了 18 种常见氨基酸。江苏连云港群体银鲳肌肉的氨基酸总量最高,占肌肉样品干重的 65.14%,其次是浙江舟山群体(64.31%)、广东惠来群体(61.93%),最低的是河北黄骅群体(60.32%),4 群体间氨基酸总量差异显著($P < 0.05$)。8 种必需氨基酸的含量与氨基酸总量类似,以江苏连云港群体银鲳肌肉中最高,其次是浙江舟山群体、广东惠来群体,最低的是河北黄骅群体,4 群体银鲳肌肉的必需氨基酸含量也呈现显著性差异($P < 0.05$)。4 群体银鲳肌肉的鲜味氨基酸含量也呈现一定的差异,江苏连云港和浙江舟山群体间无显著性差异($P > 0.05$),但均显著($P < 0.05$)高于广东惠来和河北黄骅群体。

表 3 为根据 FAO 评分模式^[14] 和以鸡蛋蛋白必需氨基酸含量^[15] 作标准,所获得的 4 个群体银鲳肌肉的氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI,以全鸡蛋蛋白作参

考)。从 AAS 来看,银鲳 4 野生群体肌肉的限制性氨基酸略有差别,河北黄骅群体、江苏连云港群体和浙江舟山群体银鲳肌肉中均以苏氨酸最低,其次是甲硫氨酸+胱氨酸,而广东惠来群体银鲳肌肉中却以色氨酸和甲硫氨酸+胱氨酸为最低;从 CS 来看,4 群体肌肉中限制性氨基酸一致,均以甲硫氨酸+胱氨酸最低,其次是色氨酸。4 群体中以江苏连云港群体银鲳肌肉的 EAAI 最高(72.74),其次是浙江舟山群体(71.79)、河北黄骅群体(69.63),最低的是广东惠来群体(65.78)。

2.3 脂肪酸组成与含量 4 野生群体银鲳肌肉中脂肪酸组成略有差异,其中,河北黄骅群体肌肉中含有 18 种,江苏连云港和浙江舟山群体肌肉中含有 19 种,而广东惠来群体肌肉中仅含有 17 种。脂肪酸组成包括:饱和脂肪酸(SFA)7 种(广东惠来群体肌肉中 6 种),单不饱和脂肪酸(MUFA)5 种,多不饱和脂肪酸(PUFA)7 种(其中河北黄骅、广东惠来群体肌肉中分别含有 6 种)。河北黄骅群体银鲳肌肉中的总饱和脂肪酸含量最低,其次是浙江舟山和江苏连云港

表 2 4 野生群体银鲳肌肉氨基酸组成及含量 (%干重 , n = 5)
Table 2 Amino acids contents in muscles of four wild populations
of *Pampus argenteus* (% Dry weight , n = 5)

| 氨基酸 Amino acids | 群体 Population | | | |
|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 河北黄骅 | 江苏连云港 | 浙江舟山 | 广东惠来 |
| | Hebei | Jiangsu | Zhejiang | Guangdong |
| 丝氨酸 Serine | 1.89 ±0.01 ^a | 2.26 ±0.02 ^b | 2.14 ±0.01 ^c | 2.72 ±0.04 ^d |
| 酪氨酸 Tyrosine | 2.34 ±0.01 ^a | 2.53 ±0.01 ^b | 2.41 ±0.00 ^a | 2.87 ±0.08 ^c |
| 胱氨酸 Cysteine | 0.62 ±0.02 ^a | 0.72 ±0.03 ^b | 0.69 ±0.01 ^b | — |
| 脯氨酸 Proline | 2.24 ±0.03 ^a | 2.42 ±0.05 ^b | 2.62 ±0.03 ^c | 1.63 ±0.01 ^d |
| 天冬氨酸 Aspartic acid * | 6.19 ±0.03 ^a | 6.66 ±0.05 ^b | 6.51 ±0.01 ^c | 5.99 ±0.05 ^d |
| 谷氨酸 Glutamic acid * | 9.56 ±0.04 ^a | 10.45 ±0.06 ^b | 9.87 ±0.00 ^c | 9.44 ±0.02 ^d |
| 甘氨酸 Glycine * | 2.79 ±0.01 ^a | 3.02 ±0.01 ^b | 3.61 ±0.00 ^c | 3.29 ±0.02 ^d |
| 丙氨酸 Alanine * | 3.75 ±0.02 ^a | 4.03 ±0.01 ^b | 4.19 ±0.00 ^c | 3.89 ±0.01 ^d |
| 组氨酸 Histidine | 1.48 ±0.00 ^a | 1.52 ±0.01 ^{ab} | 1.58 ±0.00 ^c | 1.55 ±0.05 ^{bc} |
| 精氨酸 Arginine | 3.98 ±0.03 ^a | 4.21 ±0.03 ^b | 4.26 ±0.02 ^b | 4.69 ±0.08 ^c |
| 甲硫氨酸 Methionine | 1.72 ±0.01 ^a | 1.77 ±0.01 ^b | 1.73 ±0.01 ^a | 1.81 ±0.01 ^c |
| 苯丙氨酸 Phenylalanine | 2.57 ±0.03 ^a | 2.72 ±0.01 ^b | 2.69 ±0.01 ^b | 2.30 ±0.07 ^c |
| 异亮氨酸 Isoleucine | 3.17 ±0.02 ^a | 3.36 ±0.02 ^b | 3.28 ±0.01 ^c | 3.54 ±0.02 ^d |
| 亮氨酸 Leucine | 5.27 ±0.03 ^a | 5.65 ±0.03 ^b | 5.45 ±0.01 ^c | 5.05 ±0.01 ^d |
| 赖氨酸 Lysine | 6.24 ±0.04 ^a | 6.84 ±0.03 ^b | 6.42 ±0.00 ^a | 5.96 ±0.05 ^c |
| 苏氨酸 Threonine | 2.38 ±0.00 ^a | 2.71 ±0.02 ^b | 2.60 ±0.01 ^c | 2.96 ±0.04 ^d |
| 缬氨酸 Valine | 3.42 ±0.02 ^a | 3.57 ±0.01 ^b | 3.56 ±0.00 ^b | 3.75 ±0.04 ^b |
| 色氨酸 Tryptophan | 0.71 ±0.00 ^a | 0.70 ±0.01 ^a | 0.70 ±0.00 ^a | 0.49 ±0.09 ^b |
| 氨基酸总量 TAA | 60.32 ±0.17 ^a | 65.14 ±0.14 ^b | 64.31 ±0.02 ^c | 61.93 ±0.20 ^d |
| 必需氨基酸总量 Essential amino acid | 25.47 ±0.06 ^a | 27.32 ±0.11 ^b | 26.42 ±0.07 ^c | 25.87 ±0.10 ^d |
| 鲜味氨基酸总量 Delicious amino acid | 22.29 ±0.04 ^a | 24.17 ±0.06 ^b | 24.18 ±0.02 ^b | 22.60 ±0.05 ^c |

* 鲜味氨基酸；必需氨基酸；—胱氨酸被破坏,未检测。有相同字母上标表示无显著差异 ($P > 0.05$)。

* Delicious amino acid; Essential amino acid; —Cysteine was destroyed, not detected. Figures sharing the same superscripts within the same row show no significant difference ($P > 0.05$).

表 3 4 野生群体银鲳肌肉必需氨基酸组成评价 (mg/g, On N basis)

Table 3 Evaluation of EAA composition in muscle of four wild populations of *Pampus argenteus*

| 必需氨基酸 EAA | 河北黄骅 | | 江苏连云港 | | 浙江舟山 | | 广东惠来 | |
|--|-------|------|---------|------|----------|------|-----------|------|
| | Hebei | | Jiangsu | | Zhejiang | | Guangdong | |
| | AAS | CS | AAS | CS | AAS | CS | AAS | CS |
| 异亮氨酸 Isoleucine | 1.01 | 0.76 | 1.05 | 0.79 | 1.04 | 0.78 | 1.09 | 0.83 |
| 亮氨酸 Leucine | 0.95 | 0.79 | 1.00 | 0.82 | 0.98 | 0.81 | 0.89 | 0.73 |
| 赖氨酸 Lysine | 1.46 | 1.13 | 1.57 | 1.21 | 1.50 | 1.15 | 1.36 | 1.05 |
| 苏氨酸 Threonine | 0.76 | 0.65 | 0.85 | 0.72 | 0.82 | 0.70 | 0.92 | 0.79 |
| 缬氨酸 Valine | 0.88 | 0.66 | 0.90 | 0.68 | 0.91 | 0.69 | 0.94 | 0.71 |
| 色氨酸 Tryptophan | 0.94 | 0.57 | 0.91 | 0.55 | 0.93 | 0.56 | 0.64 | 0.39 |
| 甲硫氨酸 + 胱氨酸 Methionine + Cysteine | 0.85 | 0.48 | 0.88 | 0.50 | 0.87 | 0.50 | 0.64 | 0.36 |
| 苯丙氨酸 + 酪氨酸 Phenylalanine + Tyrosine | 1.03 | 0.69 | 1.08 | 0.73 | 1.06 | 0.71 | 1.05 | 0.71 |
| 必需氨基酸指数 EAAI | 69.63 | | 72.74 | | 71.79 | | 65.78 | |

表 4 4 野生群体银鲳肌肉脂肪酸组成及含量(%, $n = 5$)Table 4 Fatty acids contents in muscles of four wild populations of *Pampus argenteus*

| 脂肪酸 Fatty acids | 群体 Population | | | |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 河北黄骅 Hebei | 江苏连云港 Jiangsu | 浙江舟山 Zhejiang | 广东惠来 Guangdong |
| C14:0 | 4.67 ±0.01 ^a | 4.93 ±0.02 ^b | 5.49 ±0.12 ^c | 4.50 ±0.03 ^d |
| C15:0 | 0.74 ±0.01 ^a | 0.78 ±0.00 ^b | 0.84 ±0.00 ^c | 0.48 ±0.00 ^d |
| C16:0 | 25.38 ±0.32 ^a | 25.57 ±0.28 ^a | 25.59 ±0.27 ^a | 29.91 ±0.03 ^b |
| C17:0 | 2.39 ±0.03 ^a | 2.57 ±0.08 ^b | 2.71 ±0.07 ^c | 2.09 ±0.03 ^d |
| C18:0 | 5.99 ±0.05 ^a | 6.96 ±0.01 ^b | 6.40 ±0.02 ^c | 6.29 ±0.03 ^d |
| C21:0 | 0.56 ±0.01 ^a | 0.89 ±0.01 ^b | 0.67 ±0.01 ^c | — |
| C23:0 | 0.48 ±0.01 ^a | 0.60 ±0.02 ^b | 0.49 ±0.01 ^a | 0.19 ±0.01 ^c |
| SFA | 40.21 ±0.29 ^a | 42.30 ±0.33 ^b | 42.19 ±0.17 ^b | 43.46 ±0.08 ^c |
| C16:1 | 6.48 ±0.11 ^a | 4.98 ±0.11 ^b | 5.91 ±0.10 ^c | 3.99 ±0.03 ^d |
| C17:1 | 0.87 ±0.00 ^a | 0.66 ±0.02 ^b | 0.88 ±0.01 ^a | 0.53 ±0.01 ^c |
| C18:1 | 32.44 ±0.14 ^a | 25.27 ±0.15 ^b | 28.78 ±0.18 ^c | 36.50 ±0.08 ^d |
| C20:1 | 2.58 ±0.14 ^a | 2.45 ±0.05 ^a | 2.53 ±0.05 ^a | 1.80 ±0.01 ^b |
| C24:1 | 1.48 ±0.07 ^a | 1.38 ±0.05 ^a | 1.17 ±0.07 ^b | 0.45 ±0.02 ^c |
| MUFA | 43.85 ±0.14 ^a | 34.74 ±0.04 ^b | 39.27 ±0.05 ^c | 43.27 ±0.10 ^d |
| C18:2 | 0.82 ±0.01 ^a | 1.39 ±0.02 ^b | 1.00 ±0.05 ^c | 0.56 ±0.02 ^d |
| C18:3 | 0.65 ±0.03 ^a | 1.12 ±0.04 ^b | 0.91 ±0.03 ^c | 0.79 ±0.02 ^d |
| C20:2 | 0.18 ±0.02 ^a | 0.27 ±0.02 ^b | 0.25 ±0.01 ^b | — |
| C20:3 | — | 4.31 ±0.13 ^a | 3.12 ±0.12 ^b | 0.97 ±0.01 ^c |
| C20:4 | 3.30 ±0.01 ^a | 2.65 ±0.00 ^b | 2.28 ±0.00 ^c | 1.15 ±0.01 ^d |
| C20:5(EPA) | 3.71 ±0.04 ^a | 4.06 ±0.06 ^b | 3.48 ±0.02 ^c | 2.54 ±0.01 ^d |
| C22:6(DHA) | 7.26 ±0.17 ^a | 9.28 ±0.00 ^b | 7.41 ±0.01 ^a | 7.01 ±0.19 ^c |
| EPA + DHA | 10.96 ±0.21 ^a | 13.34 ±0.05 ^b | 10.89 ±0.04 ^a | 9.55 ±0.21 ^c |
| PUFA | 15.91 ±0.43 ^a | 23.08 ±0.29 ^b | 18.45 ±0.18 ^c | 13.03 ±0.18 ^d |

—未检出;有相同字母上标表示无显著差异($P > 0.05$)。

—Not detected; Figures sharing the same superscripts within the same row show no significant difference ($P > 0.05$).

群体,以广东惠来群体银鲳肌肉中含量最高;单不饱和脂肪酸总量以河北黄骅群体银鲳肌肉中含量最高,其次是广东惠来和浙江舟山群体,以江苏连云港群体银鲳肌肉中含量最低;而多不饱和脂肪酸总量以江苏连云港群体银鲳肌肉中含量最高,浙江舟山和河北黄骅群体其次,以广东惠来群体最低。多不饱和脂肪酸中具有重要生理功能的二十二碳六烯酸(C22:6)及二十碳五烯酸(C20:5)即DHA和EPA的总含量,也在江苏连云港群体银鲳肌肉中含量最高,达13.34%,浙江舟山和河北黄骅群体银鲳肌肉中含量比较接近,以广东惠来群体中含量最低。

2.4 基于氨基酸和脂肪酸含量对4野生银鲳群体的聚类分析 图1是利用4野生银鲳群体

肌肉中氨基酸和脂肪酸含量进行聚类分析所得到的树形图。由图1(a)可见,银鲳4野生群体最终聚为3个类群,江苏连云港与浙江舟山群体首先聚为一类,然后与河北黄骅群体聚为一类,最后与广东惠来群体聚为一类,这表明4野生银鲳群体以江苏连云港和浙江舟山群体银鲳肌肉间氨基酸差异最小,相似性程度最高,广东惠来群体与其他3群体间的差异最大。图1(b)显示,河北黄骅与浙江舟山群体先聚为一类,然后与江苏连云港群体聚在一起,最后与广东惠来群体聚在一起。这表明4野生银鲳群体以河北黄骅和浙江舟山群体银鲳肌肉间脂肪酸差异最小,广东惠来群体与其他3群体间差异最大。

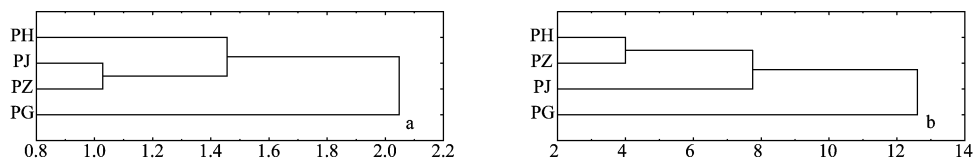


图 1 基于氨基酸(a)和脂肪酸(b)含量的银鲳 4 野生群体的聚类树形图

Fig. 1 Clustering tree of four populations of *Pampus argenteus* based on the amino acid (a) and fatty acid (b) contents

PH. 河北黄骅群体;PJ. 江苏连云港群体;PZ. 浙江舟山群体;PG. 广东惠来群体。图中标尺代表欧氏距离。

PH. Population of Hebei; PJ. Population of Jiangsu; PZ. Population of Zhejiang;

PG. Population of Guangdong. Bar represents for Euclidean distance.

3 讨论

食物营养价值的评价可以用多项指标来衡量,其中最重要的是蛋白质和氨基酸的组成与含量,尤其是必需氨基酸含量高低及构成比例更为重要。4 野生群体银鲳肌肉中必需氨基酸与非必需氨基酸的比值均在 0.7 左右,必需氨基酸占氨基酸总量的百分比都大于 41%,超过了 FAO/WHO 提出的必需氨基酸与非必需氨基酸比值 0.6 以上,必需氨基酸占氨基酸总量百分比 40% 左右的标准^{*}。说明 4 野生群体银鲳的必需氨基酸含量丰富,且比例合理。其中,江苏连云港和浙江舟山群体银鲳在 AAS、CS 及 EAAI 上更为突出,且在鲜味氨基酸含量上也优于另外 2 群体,表明江苏连云港和浙江舟山群体银鲳无论在营养价值,还是鲜美和可口程度上均优于河北黄骅和广东惠来群体。

从对银鲳 4 野生群体肌肉的营养成分分析可以看出,尽管属于同一鱼种,但在不同群体间在肌肉蛋白质及氨基酸含量上存在着一定的差别。虽然肌肉脂肪含量在 4 群体间无显著性差异,但脂肪酸的组成和含量也不尽一致。有研究表明,鱼类肉质的遗传变异很低^[16],所以遗传变异的可能性不大。鱼类肌肉蛋白及脂肪含量的差异受个体大小、生长速度和生长阶段的影响^[17,18],本实验中所选取的样本个体大小不存在显著性差异,且为同一生长阶段,性腺均未发育,故 4 野生群体间在肌肉脂肪含量上无显著性差异,而蛋白含量上的差异可能与不同

海域银鲳的生长速度有关。水产动物肌肉氨基酸与脂肪酸组成与含量的不同,除了受到遗传因素的影响外,主要与动物自身的生长发育、栖息环境、饵料种类与组成等密切相关^[19~21]。本次样本的采集涉及 3 个海区,包括渤海(河北黄骅)、黄海(江苏连云港)及东海(浙江舟山和广东惠来),跨度达 15 个纬度,每个海区的自然环境(如温度、盐度等)不同、饵料生物的组成及其含量也存在着较大的差异。有研究表明,生活在寒冷水域的鱼类往往肌肉中含有较多的多不饱和脂肪酸,以满足机体在低温条件下的生理需求^[22],这与本文的结果较为吻合。另外,对肌肉脂肪酸的组成和含量来讲,受到栖息地饵料因素的影响可能会更大些,因为鱼体肌肉的部分脂肪酸会通过摄食而在体内进行转化和积累^[20]。由此可见,栖息环境的差异可导致不同群体间在营养成分组成上的变化。作者认为尽管在同一季节,但不同海域的水温和饵料生物组成差异是导致不同银鲳群体营养成分差异的主要因素。

近年来,有学者在营养成分分析中引入了多元统计方法^[21, 23, 24],得到了较好的效果。利用氨基酸与脂肪酸数据对银鲳 4 野生群体进行的聚类分析可以看出,无论是氨基酸还是脂肪酸的聚类分析结果均可直观地反映出各群体间氨基酸与脂肪酸总体的相似程度,比单独比较各项指标节省时间,证明不同群体间肌肉营养

* FAO/WHO. Report of the joint FAO/WHO Expert Consultation on Protein Quality. Bethesda, MD, 1990.

成分比较分析中进行聚类分析的可行性。

参 考 文 献

- [1] 倪勇,张列士. 上海鱼类志. 上海:上海科学技术出版社,1990,336~337.
- [2] 郑元甲,陈雪忠,程家骅等. 东海大陆架生物资源与环境. 上海:上海科学技术出版社,2003,379~401.
- [3] Morgan G R. Stock assessment of the pomfret (*Pampus argenteus*) in Kuwait waters. *Cons Int Explor Mer*, 1985, **42**: 3~10.
- [4] 曹正光,赵利华. 长江口沿岸水域银鲳资源监测及渔业经济分析. 水产学报,1995, **19**(4): 374~378.
- [5] 柳卫海,詹秉义. 东海区鲳鱼资源利用现状分析. 湛江海洋大学学报,1999, **19**(1): 30~34.
- [6] Almatar S M, Lone K P, Abur-Rezq T S, *et al.* Spawning frequency, fecundity, egg weight and spawning type of silver pomfret, *Pampus argenteus* (Euphrasen), in Kuwait waters. *J Appl Ichthyol*, 2004, **20**(3): 176~188.
- [7] Dadzie S, Abour-Seedo F, Al-Shallal T. Reproductive biology of the silver pomfret, *Pampus argenteus* (Euphrasen), in Kuwait waters. *J Appl Ichthyol*, 2000, **16**(6): 247~253.
- [8] 施兆鸿,高露姣,谢营梁等. 舟山渔场银鲳和灰鲳繁殖特性的比较. 水产学报,2006, **30**(5): 647~654.
- [9] Al-Abdul-Elah K, Almatar S, Abur-Rezq T, *et al.* Development of hatchery technology for the silver pomfret *Pampus argenteus* (Euphrasen): effect of microalgal species on larval survival. *Aquaculture Research*, 2001, **32**: 849~860.
- [10] 施兆鸿,马凌波,高露姣等. 人工育苗条件下银鲳稚幼鱼摄食与生长特性. 海洋水产研究,2007, **28**(4): 38~47.
- [11] 赵峰,宋超,施兆鸿等. 野生银鲳幼鱼主要营养成分的测定与分析. 营养学报,2008, **30**(4): 425~426.
- [12] 王清印,余来宁,杨宁生. 中国水产生物种质资源与利用. 北京:海洋出版社,2005,5~6.
- [13] 倪娟,赵晓勤,陈立侨等. 日本沼虾 4 种群肌肉营养品质的比较. 中国水产科学,2003, **10**(3): 212~215.
- [14] Pellet P L, Yong V R. Nutritional Evaluation of Protein Foods. Tokyo: the United National University Press, 1980, 26~29.
- [15] 桥本芳郎(蔡完其译). 养鱼饲料学. 北京:农业出版社,1980,114~115.
- [16] Gjedrem T. Genetic variation in quantitative traits and selective breeding in fish and shellfish. *Aquaculture*, 1983, **33**(1-4): 51~72.
- [17] Shearer K D. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. *Aquaculture*, 1994, **119**(1): 63~88.
- [18] 尹洪滨,孙中武,沈希顺等. 山女鲢营养成分分析. 水生生物学报,2004, **28**(5): 578~580.
- [19] 张强. 人工养殖对虾与野生对虾脂肪酸的组成分析和测定. 分析化学,1997, **25**(9): 1027~1030.
- [20] Alassvar C, Taylor K D A, Zubcov E, *et al.* Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. *Food Chemistry*, 2002, **79**(2): 145~150.
- [21] 潘沙芳,李太武,苏秀榕. 用多元分析法研究泥蚶 (*Tegillarca granosa*) 氨基酸的地区差异. 海洋与湖沼,2006, **37**(6): 536~540.
- [22] Celik M, Diler A, Kütük Ümez A. A comparison of the proximate composition and fatty acid profiles of zander (*Sander lucioperca*) from two different regions and climate conditions. *Food Chemistry*, 2005, **92**: 637~641.
- [23] 李太武,季延宾,苏秀榕. 浙江沿海彩虹明樱蛤营养物质积累的多元分析. 水产学报,2007, **31**(增刊): 88~91.
- [24] 李妍妍,郑卫星,王昕等. 林蛙营养成分的多元分析. 食品科学,2007, **28**(12): 472~475.