

3 种主养鲆鲽类的营养成分分析及品质比较研究

梁萌青 雷霖霖 吴新颖 常青 郑珂珂

(青岛市海水鱼类种子工程与生物技术重点实验室 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)

摘要 采用常规测试方法对大菱鲆、牙鲆及半滑舌鲷的营养成分和品质进行了分析比较。结果表明,大菱鲆、半滑舌鲷的粗蛋白含量显著高于牙鲆($P < 0.05$),而大菱鲆与半滑舌鲷无显著差异($P > 0.05$);3种鱼的脂肪和灰分含量没有显著性差异($P > 0.05$);大菱鲆、牙鲆、半滑舌鲷中的氨基酸总量依次为 37.73、33.32、32.91 mg/100mg;大菱鲆、牙鲆、半滑舌鲷中的必需氨基酸占总氨基酸的比值(EAA/TAA)依次为 43.50%、43.25%、43.00%;对于高不饱和脂肪酸 $C_{20:4}$ 、 $C_{22:5}$ 、 $C_{22:6}$,大菱鲆显著高于牙鲆和半滑舌鲷($P < 0.05$),而 $C_{20:5}$,牙鲆显著高于大菱鲆和半滑舌鲷($P < 0.05$);在质构分析方面,大菱鲆的硬度显著高于牙鲆和半滑舌鲷($P < 0.05$);大菱鲆和牙鲆肌肉的弹性差异不显著($P > 0.05$),但二者均显著高于半滑舌鲷($P < 0.05$);对可溶性胶原蛋白,大菱鲆显著高于牙鲆、半滑舌鲷($P < 0.05$),牙鲆与半滑舌鲷无显著性差异($P > 0.05$);对不可溶性胶原蛋白,大菱鲆显著高于牙鲆、半滑舌鲷($P < 0.05$),半滑舌鲷显著高于牙鲆($P < 0.05$)。研究证明,大菱鲆、牙鲆和半滑舌鲷都属于优质鲆鲽类,可为人类提供丰富的蛋白质、脂肪、必需脂肪酸、胶原蛋白等营养成分,尤其蛋白质、不饱和脂肪酸和胶原蛋白的含量丰富,可以满足消费者的特殊营养需求。

关键词 大菱鲆 牙鲆 半滑舌鲷 营养成分 品质

中图分类号 S963;TS254 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(2010)04-0113-07

Comparison of nutrient components and quality in muscles of *Scophthalmus maximus*, *Paralichthys olivaceus* and *Cynoglossus semilaevis*

LIANG Meng-qing LEI Ji-lin WU Xin-ying CHANG Qing ZHENG Ke-ke

(Qingdao Key Laboratory for Marine Fish Breeding and Biotechnology, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071)

ABSTRACT Nutrient compositions and meat qualities of turbot *Scophthalmus maximus*, flounder *Paralichthys olivaceus* and sole *Cynoglossus semilaevis* were analyzed and compared in this paper. The results showed that the protein content of turbot and sole were much higher than that in flounder ($P < 0.05$), while no significant difference was found between turbot and sole. There was no significant difference in the lipid and ash content in turbot, flounder and sole ($P > 0.05$). The total amino acid in turbot, flounder and sole were 37.73, 33.32, 32.91 mg/100mg respectively, and the percentage of essential amino acids to the total amino acids (EAA/TAA) were 43.50%, 43.25%, 43.00% respectively. For fatty acids, the $C_{20:4}$, $C_{22:5}$ and

公益性行业(农业)科研专项(nyhyzx07-046-鲆鲽)和现代农业产业技术体系建设专项资金(nycytx-50)共同资助

收稿日期:2010-06-21;接受日期:2010-07-29

作者简介:梁萌青(1963-),女,研究员,主要从事水产动物营养与饲料研究。E-mail:liangmq@ysfri.ac.cn,Tel:(0532)85822914

$C_{22:6}$ content in turbot was significantly higher than that in flounder and sole, and the $C_{20:5}$ content in flounder was significantly higher than that in turbot and sole. For texture, the hardness of turbot was significantly higher than that of flounder and sole ($P < 0.05$), and the springiness of turbot and flounder was significantly higher than that of sole ($P < 0.05$). The content of soluble collagen in turbot was significantly higher than that of flounder and sole ($P < 0.05$), while there was no difference between flounder and sole ($P > 0.05$). The content of insoluble collagen in turbot was significantly higher than that in flounder and sole ($P < 0.05$), and it's significantly higher in sole than that in flounder ($P < 0.05$).

KEY WORDS *Scophthalmus maximus* *Paralichthys olivaceus* *Cynoglossus semilaevis*
Nutrient composition Quality

随着海水养殖业的发展和人民生活水平的提高,海水鱼类越来越成为消费者首选的营养美食,人们不仅越来越多地重视鱼肉的品质,而且更加关注鱼体和鱼肉的色泽、肉质、口感、营养和安全性等指标(Haard 1992; Lie 2001; Rasmussen 2001)。近年来,以名贵鱼种大菱鲆(多宝鱼)、牙鲆及半滑舌鳎为主体的优质鲆鲽类养殖在我国蓬勃发展,迅速辐射到整个北方沿海和南方部分沿海省市,使环渤海和黄海沿岸形成了若干鲆鲽类养殖的产业带和经济圈。作者以大菱鲆、牙鲆和半滑舌鳎为研究对象,选取影响肉质性状的常规指标以及风味物质、营养价值指标、胶原蛋白及质构特性等重要指标进行了测定,该项研究是国家鲆鲽类产业技术的重要内容,其结果可供研究者和消费者评价鲆鲽类品质时作为参考,也为鲆鲽类的科学养殖提供技术依据。

1 材料与方法

1.1 材料

大菱鲆(多宝鱼)、牙鲆、半滑舌鳎样品取自于烟台黄海水产养殖公司,其养殖模式、投喂饲料和管理方法相同。取体型完整、体色正常、健康活泼、规格基本一致的成鱼样品各4尾,并取相同部位进行相应的检测分析。大菱鲆样本平均体重(624 ± 12) g,牙鲆样本平均体重(667 ± 23) g,半滑舌鳎样本平均体重(608 ± 18) g。

1.2 方法

1.2.1 测定方法

营养成分的测定参照国家有关标准进行。水分:GB5009,3-85;灰分:GB5009,4-85;蛋白质:GB5009,5-85;粗脂肪:GB5009,6-85。氨基酸经6 mol/L盐酸处理后,氨基酸自动分析仪测定(835-50型,日立公司,日本);不饱和脂肪酸取冷冻干燥的样品经皂化、甲酯化处理后,气相色谱仪测定(HP-5890型,惠普公司,美国)。常量及微量元素,经干法处理,ICP-OES发射光谱测定(Vista-Npx型,VARIAN公司,美国)(刘福纯等1995)。

1.2.2 胶原蛋白测定

称取4.00 g鲜鱼肉于匀浆器中,加10倍体积蒸馏水,充分匀浆2 min,移至离心管中,10 000 r/min离心20 min,弃去上清液。再加入20倍体积0.1 mol/L NaOH溶液,搅拌过夜,10 000 r/min离心20 min,弃去上清液,如此重复两次。之后加入10倍体积0.5 mol/L冰醋酸,搅拌过夜,10 000 r/min离心20 min,重复1次,此上清液即为可溶性胶原蛋白提取液。沉淀中加入5倍体积蒸馏水,放入高压灭菌锅中,120 °C条件下加热1h,然后10 000 r/min离心20 min,上清液即为不可溶胶原蛋白提取液。分离的可溶性和不可溶性胶原蛋白分别用考马斯亮兰蛋白测定试剂盒测定其蛋白质含量。

1.2.3 鱼肉组织质构分析

采用质构仪(Texture Analyzer TMS-PRO,美国)以质构剖面分析法测定肌肉组织的质构特性(Texture

profile analysis, TPA 9) (Bourne 1978)。测定时随机取样4份,即每尾鱼取样1份,于室温下以切刀型探头对鱼肉垂直下切,测定肌肉组织的硬度、咀嚼性、内聚性、弹性指标。将检测模式设为TPA,直径为3mm球形探针,速度60 mm/min,压缩速度50%。硬度指与使样品变形或穿透产品所需的力有关的机械质地特性(Peleg 1983;岑剑伟等 2008),在质构检测过程中探头第1次压缩的峰值,代表鱼肉耐受力大小的性质,单位为g;弹性指与快速恢复变形和恢复程度有关的机械质地特性,质构检测过程中第1次压缩后的样品在经受第2次压缩前恢复的高度,单位为mm;咀嚼性指咀嚼固体产品至可被吞咽所需能量特性有关的机械质地特性,单位为g/mm;内聚力指样品承受两次变形的能力,表示为第2次压缩所做的功和第1次压缩所做的功之比,无单位(Szczesniak *et al.* 1963)。

1.3 统计分析

用SPSS 13.0统计软件对测定指标进行方差分析、多重比较和相关性分析。数据用 $\bar{x} \pm s$ 表示,显著性水平设置为 $P < 0.05$ 。

2 结果与讨论

2.1 一般营养成分

大菱鲆、牙鲆及半滑舌鲷的一般营养成分见表1。大菱鲆的粗蛋白含量显著高于牙鲆、半滑舌鲷($P < 0.05$),牙鲆、半滑舌鲷无显著差异($P > 0.05$);脂肪含量在15.75%~16.20%之间,3种鱼没有显著性差异($P > 0.05$);灰分含量在4.28%~5.23%之间,3种鱼没有显著性差异($P > 0.05$)。

表1 大菱鲆、牙鲆及半滑舌鲷的一般营养成分分析

Table 1 Comparison of chemical composition of *Scophthalmus maximus*, *Paralichthys olivaceus* and *Cynoglossus semilaevis* (g/100g dry wt)

	大菱鲆 <i>Scophthalmus maximus</i>	牙鲆 <i>Paralichthys olivaceus</i>	半滑舌鲷 <i>Cynoglossus semilaevis</i>
水分 Moisture	78.87±2.92	76.02±1.75	77.76±1.24
粗蛋白 Crude protein	77.72±2.17 ^a	74.65±2.05 ^b	76.36±1.75 ^b
粗脂肪 Crude lipid	15.75±1.05	16.20±1.32	16.01±1.73
灰分 Ash	4.28±0.87	5.23±1.02	4.74±0.75

注:表中同行不同字母表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Numbers with different superscripts within a same row are significantly different ($P < 0.05$)

2.2 3种鱼的氨基酸分析

3种鱼的氨基酸组成见表2。检测了鱼中17种常见氨基酸,3种鱼的氨基酸含量丰富,总量均达到76 mg/100mg以上,大菱鲆氨基酸总量高于牙鲆、半滑舌鲷。人体所必需的氨基酸含量丰富,大菱鲆中必需氨基酸总量达37.73 mg/100mg,牙鲆中必需氨基酸含量为33.32 mg/100mg,半滑舌鲷中必需氨基酸含量为32.91 mg/100mg,大菱鲆中必需氨基酸总量显著高于牙鲆、半滑舌鲷($P < 0.05$)。牙鲆、半滑舌鲷的必需氨基酸含量无显著性差异($P > 0.05$)。大菱鲆中必需氨基酸占总氨基酸的比值(EAA/TAA)为43.50%,牙鲆、半滑舌鲷分别为43.25%、43.00%;大菱鲆必需氨基酸与非必需氨基酸的比值(EAA/NEAA)达到76.97%,牙鲆、半滑舌鲷分别为98.61%、98.12%。

2.3 3种鱼的脂肪酸分析

3种鱼的脂肪酸组成见表3,可见3种鱼脂肪由12种脂肪酸组成,其中饱和脂肪酸4种,不饱和脂肪酸8种。饱和脂肪酸3种鱼没有显著性差异;对于高不饱和脂肪酸 $C_{20:4}$ 、 $C_{22:5}$ 、 $C_{22:6}$,大菱鲆显著高于牙鲆及半滑舌鲷($P < 0.05$);对于 $C_{20:5}$,牙鲆显著高于大菱鲆及半滑舌鲷($P < 0.05$)。

表 2 牙鲆、大菱鲆、半滑舌鲷肌肉氨基酸分析结果(mg/100mg)

Table 2 Amino acids composition in muscles of *Scophthalmus maximus*, *Paralichthys olivaceus* and *Cynoglossus semilaevis*

氨基酸 Amino acid	大菱鲆 <i>Scophthalmus maximus</i>	牙鲆 <i>Paralichthys olivaceus</i>	半滑舌鲷 <i>Cynoglossus semilaevis</i>
天冬氨酸 Asp	8.91±0.45 ^a	5.95±0.23 ^c	6.96±0.34 ^b
苏氨酸 Thr	4.00±0.08	4.02±0.15	4.03±0.12
丝氨酸 Trp	5.71±0.86 ^a	3.18±0.05 ^b	3.28±0.08 ^b
谷氨酸 Glu	11.72±0.98 ^b	14.53±1.22 ^a	13.88±0.09 ^a
甘氨酸 Gly	4.12±0.06	3.90±0.02	3.55±0.05
丙氨酸 Ala	5.60±0.03 ^a	4.50±0.09 ^b	4.26±0.08 ^b
缬氨酸 Val	6.40±0.14 ^a	4.31±0.07 ^b	4.61±0.13 ^b
蛋氨酸 Met	2.12±0.14	2.38±0.20	2.49±0.12
异亮氨酸 Ile	4.40±0.41	4.47±0.32	4.40±0.24
亮氨酸 Leu	7.70±0.58 ^a	7.16±0.72 ^b	7.03±0.65 ^c
酪氨酸 Tyr	3.21±0.18 ^a	2.46±0.32 ^b	2.81±0.20 ^b
苯丙氨酸 Phe	3.99±0.51	3.97±0.24	3.54±0.42
赖氨酸 Lys	9.12±0.28 ^a	7.01±0.25 ^b	6.81±0.32 ^b
组氨酸 His	2.21±0.03 ^c	19.57±0.38 ^b	29.93±0.52 ^a
精氨酸 Arg	5.73±0.21	5.99±0.18	5.55±0.24
脯氨酸 Pro	1.81±0.04 ^a	1.62±0.06 ^b	1.52±0.02 ^c
必需氨基酸 EAA	37.73±1.03 ^a	33.32±1.12 ^b	32.91±1.08 ^b
必需氨基酸/总氨基酸 EAA/TAA	43.50%±0.52%	43.25%±0.78%	43.00%±0.32%
非必需氨基酸 NEAA	49.02±1.15 ^a	33.79±0.96 ^b	33.54±1.05 ^b
EAA/NEAA	76.97%±0.92% ^b	98.61%±1.25 ^a	98.12%±0.95 ^a
总氨基酸 TAA	86.75±1.86 ^a	77.04±1.95 ^b	76.54±2.12 ^b

注:表中同行不同字母表示差异显著($P<0.05$)Note: Numbers with different superscripts within a same row are significantly different ($P<0.05$)

表 3 牙鲆、大菱鲆、半滑舌鲷肌肉脂肪酸分析结果(%)

Table 3 Fatty acids composition in muscle of *Scophthalmus maximus*, *Paralichthys olivaceus* and *Cynoglossus semilaevis*

脂肪酸 Fatty acid	大菱鲆 <i>Scophthalmus maximus</i>	牙鲆 <i>Paralichthys olivaceus</i>	半滑舌鲷 <i>Cynoglossus semilaevis</i>
C _{14:0}	5.58±0.12 ^a	3.33±0.20 ^b	2.65±0.15 ^c
C _{15:0}	0.88±0.02 ^a	0.73±0.05 ^b	0.70±0.03 ^b
C _{16:0}	24.08±1.12 ^b	26.33±2.01 ^a	24.5±1.89 ^b
C _{16:1}	4.62±0.25 ^b	4.90±0.19 ^b	5.10±0.23 ^a
C _{18:0}	6.55±0.30 ^a	6.61±0.21 ^a	4.67±0.17 ^b
C _{18:1}	18.94±0.92 ^a	17.65±0.54 ^b	17.21±0.49 ^b
C _{18:2}	5.29±0.24 ^a	2.13±0.12 ^b	2.65±0.32 ^b
C _{20:1}	1.76±0.15 ^b	3.12±0.10 ^a	2.95±0.13 ^a
C _{20:4}	2.74±0.05 ^a	1.23±0.06 ^c	1.34±0.12 ^b
C _{20:5}	3.94±0.22 ^b	4.44±0.28 ^a	3.16±0.15 ^c
C _{22:5}	1.81±0.08 ^a	1.22±0.02 ^b	1.18±0.03 ^b
C _{22:6}	16.15±1.01 ^a	10.55±0.85 ^b	10.39±0.52 ^b
EPA+DHA	20.09±1.04 ^a	14.99±0.95 ^b	13.55±0.62 ^b
SAFA	37.09±2.12	37.00±1.98	37.52±2.11
MUFA	25.32±1.32 ^a	21.67±1.10 ^b	25.26±1.43 ^a
PUFA	29.93±3.16 ^a	19.57±2.87 ^b	18.72±2.25 ^b

注:表中同行不同字母表示差异显著($P<0.05$)Note: Numbers with different superscripts within a same row are significantly different ($P<0.05$)

2.4 3 种鱼的质构特性分析

质构分析以力学测试方法模拟食品质地的感官评价及牙齿的咀嚼行为(岑剑伟等 2008)。由表 4 可知,大菱鲆的硬度显著高于牙鲆和半滑舌鲷 ($P < 0.05$),体现了其肌肉纤维组织致密性,牙鲆又显著高于半滑舌鲷 ($P < 0.05$)。大菱鲆和牙鲆肌肉的弹性差异不显著 ($P > 0.05$),二者显著高于半滑舌鲷。大菱鲆咀嚼性和胶粘性显著高于牙鲆和半滑舌鲷 ($P < 0.05$),牙鲆又显著高于半滑舌鲷 ($P < 0.05$)。半滑舌鲷的内聚性则显著高于大菱鲆和牙鲆 ($P < 0.05$)。大菱鲆回复性显著低于牙鲆和半滑舌鲷 ($P < 0.05$),牙鲆和半滑舌鲷回复性没有显著性差异 ($P > 0.05$)。

表 4 牙鲆、大菱鲆、半滑舌鲷肌肉质构分析结果

Table 4 Muscle texture analysis of *Scophthalmus maximus*, *Paralichthys olivaceus* and *Cynoglossus semilaevis*

质构参数 Textural parameters	大菱鲆 <i>Scophthalmus maximus</i>	牙鲆 <i>Paralichthys olivaceus</i>	半滑舌鲷 <i>Cynoglossus semilaevis</i>
硬度 Hardness	361.50 ± 10.22 ^a	109.30 ± 3.25 ^b	63.50 ± 1.08 ^c
内聚性 Cohesiveness	0.27 ± 0.04 ^b	0.32 ± 0.03 ^b	0.42 ± 0.05 ^a
弹性 Springiness	0.87 ± 0.05 ^a	0.81 ± 0.03 ^a	0.64 ± 0.02 ^b
胶粘性 Gumminess	97.61 ± 2.23 ^a	34.98 ± 1.07 ^b	26.67 ± 0.85 ^c
咀嚼性 Chewiness	84.92 ± 2.01 ^a	28.33 ± 0.98 ^b	17.07 ± 0.76 ^c
回复性 Resilience	0.07 ± 0.01 ^b	0.12 ± 0.04 ^a	0.12 ± 0.04 ^a

注:表中同行不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)

Note: Numbers with different superscripts within a same row are significantly different ($P < 0.05$)

2.5 3 种鱼的胶原蛋白含量

3 种鱼的胶原蛋白含量见表 5。对可溶性胶原蛋白,大菱鲆显著高于牙鲆、半滑舌鲷 ($P < 0.05$),牙鲆与半滑舌鲷无显著性差异 ($P > 0.05$);对不可溶性胶原蛋白,大菱鲆显著高于牙鲆、半滑舌鲷 ($P < 0.05$),半滑舌鲷显著高于牙鲆 ($P < 0.05$)。

表 5 牙鲆、大菱鲆、半滑舌鲷肌肉胶原蛋白含量(mg/ml)

Table 5 Collagen contents in muscles of *Scophthalmus maximus*, *Paralichthys olivaceus* and *Cynoglossus semilaevis*

	大菱鲆 <i>Scophthalmus maximus</i>	牙鲆 <i>Paralichthys olivaceus</i>	半滑舌鲷 <i>Cynoglossus semilaevis</i>
可溶性胶原蛋白 Soluble collagen	0.99 ± 0.04 ^a	0.54 ± 0.02 ^b	0.57 ± 0.02 ^b
不溶性胶原蛋白 Insoluble collagen	2.09 ± 0.25 ^a	1.23 ± 0.12 ^c	1.52 ± 0.16 ^b

注:表中同行不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)

Note: Numbers with different superscripts within a same row are significantly different ($P < 0.05$)

2.6 3 种鱼的矿物元素含量

3 种鱼的矿物元素含量见表 6,3 种鱼含有丰富的常量和微量元素,如钙、镁及铁、锌、铜、锰、铬、硒等,这些元素为人体正常生长发育或在人体内起重要的保健作用。其中,大菱鲆 Na、Zn、Fe、Mn、Se 含量显著高于牙鲆和半滑舌鲷 ($P < 0.05$),Na、Zn、Fe、Mn 含量牙鲆和半滑舌鲷没有显著性差异 ($P > 0.05$);牙鲆和半滑舌鲷的

K、Cu 的含量显著高于大菱鲆($P < 0.05$), 牙鲆和半滑舌鲷无显著性差异($P > 0.05$)。矿物元素是维持生命及正常新陈代谢所必需的物质, 不能在人体内合成, 故日常膳食中的含量尤显重要。矿物元素在体内的作用是多种多样的, 如骨骼的形成、造血、酶的活性化等均需要矿物元素参与(张昌颖等 1988)。

表6 牙鲆、大菱鲆、半滑舌鲷肌肉矿物质含量(mg/kg)

Table 6 Content of some mineral in muscles of *Scophthalmus maximus*, *Paralichthys olivaceus* and *Cynoglossus semilaevis*

矿物质 Mineral	大菱鲆 <i>Scophthalmus maximus</i>	牙鲆 <i>Paralichthys olivaceus</i>	半滑舌鲷 <i>Cynoglossus semilaevis</i>
K	17 201.07±212.45 ^b	20 683.21±208.76 ^a	20 687.82±230.04 ^a
Na	9 748.12±163.21 ^a	6 305.08±108.92 ^b	6 355.17±165.83 ^b
Ca	3 827.72±68.95 ^a	3 536.02±122.40 ^b	3 589.73±103.81 ^b
Mg	278.15±16.98 ^b	319.99±21.43 ^a	320.77±19.02 ^a
P	1 918.02±89.56	1 817.98±97.45	1 818.15±86.92
Cu	1.58±0.04 ^b	1.70±0.07 ^a	1.79±0.05 ^a
Zn	6.31±0.35 ^a	4.74±0.21 ^b	4.95±0.23 ^b
Fe	7.55±0.54 ^a	3.43±0.38 ^b	3.75±0.41 ^b
Mn	332.40±17.80 ^a	153.70±10.84 ^b	162.82±11.05 ^b
Se	7.98±0.65 ^a	1.10±0.04 ^c	1.28±0.07 ^b

注:表中同行不同字母表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Numbers with different superscripts within a same row are significantly different ($P < 0.05$)

3 讨论

蛋白质是生命的物质基础, 是判别评定水产食品最为重要的指标之一。水产食品的蛋白质营养实际上就是氨基酸营养组成。所以衡量比较鲆鲽产品品质, 蛋白质含量高低、氨基酸组成是重要的指标(李正忠 1988), 根据 FAO/WHO 的理想模式, 质量较好的蛋白质其组成氨基酸的必需氨基酸占总氨基酸的比值为 40% 左右, 必需氨基酸与非必需氨基酸的比值在 60% 以上(冀德伟等 2009), 由表 2 可见, 大菱鲆、牙鲆、半滑舌鲷的氨基酸组成几项指标均符合上述要求, 为质量较好的蛋白质。

脂肪质量主要取决于脂肪酸的不饱和度, 而 DHA($C_{22,6}$) 和 EPA($C_{20,5}$) 属 n-3 长链高不饱和脂肪酸, 是鱼类肌肉营养价值评价的重要指标(杭晓敏等 2001), 大菱鲆 EPA+DHA 含量最高达到 20.09%, 牙鲆次之, 达到 14.99%, 半滑舌鲷为 13.55%。近年的研究发现, 不饱和脂肪酸还有降血脂、抑制血小板凝集、降血压、提高血液流动性、抗肿瘤、抗炎和免疫调节等作用, 可以预防人的心血管疾病, 有助于人脑的发育, 这 3 种鱼的 EPA+DHA 含量较高, 具有很好的保健作用(杭晓敏等 2001)。

质构分析以力学测试方法模拟食品质地的感官评价及牙齿的咀嚼行为, 对食品质地硬度、弹性和胶粘性等信息给予量化的评价, 揭示牙齿在咀嚼过程中时间和力的变化规律, 可以快速、简便、客观的判定鱼肉的质构特性, 而且具有良好的重复性, 减少了个体间主观判断差异造成的误差(Malcolm 1978)。水产品质构特性决定了其在食用时口感的惬意程度, 日益受到消费者的重视, 在国外已有人采用质构仪测定鳕鱼及三文鱼质地特性(Veland *et al.* 1999; Angsupanich *et al.* 1998)。大菱鲆具有较高的硬度, 体现了其肌肉纤维组织致密性。咀嚼性和弹性模拟鱼肉在口腔行为, 咀嚼性越大, 其在口腔中停留的时间越长; 弹性值越大, 肉质越爽脆。

胶原是一种广泛存在于有机体中的结构蛋白质, 是皮肤、软骨、动脉血管壁及结缔组织的主要成分。胶原分子是由 3 条螺旋型的肽链相互盘绕而成。具有美容、保健功能(米 钰等 2004)。这 3 种鱼中, 大菱鲆具有较高的胶原蛋白含量, 是理想的营养、美容食品。

本实验结果表明,大菱鲆(多宝鱼)、牙鲆和半滑舌鳎3种鱼类都属于优质鲆鲽类,可为人类提供丰富的蛋白质、脂肪、必需脂肪酸、胶原蛋白等多种优质营养成分,尤其是蛋白质、不饱和脂肪酸和胶原蛋白3种重要营养要素,以大菱鲆的含量尤为丰富,所以有利于现代消费人群为了强身、健脑、美容需求,对鱼类食品的营养、保健功能进行切合自身实际的选择。

致谢:实验材料均由烟台黄海水产养殖公司提供,特致谢忱。

参 考 文 献

- 米 钰, 惠俊峰, 范代娣, 刘欢乐. 2004. 类人胶原蛋白生物相容性实验研究. 西北大学学报(自然科学版), 34(1): 66~70
- 刘福纯, 张英杰. 1995. 海洋生物材料中的元素含量 ICP 光谱测定. 辽宁师范大学学报(自然科学版), 18(2): 146~148
- 李正忠. 1988. 花粉、灵芝与珍珠中必需氨基酸的定量测定与分析比较. 氨基酸分析, 10: 41~43
- 张昌颖, 李 亮, 李昌甫. 1988. 生物化学(第2版). 北京: 人民卫生出版社, 305, 561
- 杭晓敏, 唐涌濂, 柳向龙. 2001. 多不饱和脂肪酸的研究进展. 生物工程进展, 21(2): 18~21
- 冀德伟, 李凌云, 史雨红, 周健博, 任 凭, 张玉明. 2009. 光唇鱼的肌肉营养组成与评价. 营养学报, 31(3): 298~300
- Angsupanich, K., and Ledward, D. A. 1998. High pressure treatment effects on cod (*Gadus morhua*) muscle. Food Chemistry, 63(1): 39~50
- Bourne, M. 1978. Texture profile analysis. Food Technology, 32(7): 62~66, 72
- Haard, N. F. 1992. Control of chemical composition and food quality attributes of cultured fish. Food Research International, 25: 289~307
- Lie, O. 2001. Flesh quality-the role of nutrition. Aquaculture Research, 32: 341~348
- Malcolm, C. B. 1978. Texture profile analysis. J. Food Technology, 32(7): 62
- Peleg, M. 1983. The semantics of rheology and texture. Food Technology, 37(11): 54~61
- Rasmussen, R. S. 2001. Quality of farmed salmonids with emphasis on proximate composition, yield and sensory characteristics. Aquaculture Research, 32: 767~786
- Szczesniak, A., Brandt, M., and Freidman, H. 1963. Development of standard rating scales for mechanical parameters and correlation between objective and sensory texture measurements. Food Technology, 22: 50~54
- Veland, J. O., and Torrissen, O. J. 1999. The texture of Atlantic salmon (*Salmo salar*) muscle as measured instrumentally using TPA and Warner Brazler shear test. J. Science of Food and Agriculture, 79: 1 737~1 746