

# 东海银鲳(*Pampus argenteus*)、灰鲳(*P. cinereus*)和中国鲳(*P. sinensis*)肌肉主要营养成分分析与评价\*

徐善良 王丹丽 徐继林 严小军

(宁波大学海洋学院 宁波大学应用海洋生物技术教育部重点实验室 宁波 315211)

**提要** 采用国家标准生化测定法研究了 3 种野生鲳属鱼银鲳、灰鲳和中国鲳肌肉组织中的营养成分组成,并对野生和养殖银鲳进行了营养评价。结果表明:粗蛋白质银鲳显著高于灰鲳和中国鲳( $P < 0.05$ ),粗脂肪则以灰鲳最高,中国鲳最低;野生和养殖银鲳粗蛋白含量无显著差异( $P > 0.05$ )。在 3 种鲳鱼肌肉中检测出 13 种脂肪酸。其中 MUFA 含量银鲳>灰鲳>中国鲳( $P < 0.05$ ); PUFA 含量和 EPA+DHA 含量 3 种鲳鱼无显著差异( $P > 0.05$ ); 3 种鲳属鱼主要以不饱和脂肪酸为主, EPA+DHA 含量平均占 PUFA 的 82.54%; 野生银鲳的 PUFA 含量是养殖银鲳的 1.53 倍。氨基酸组成中以谷氨酸含量居首位,氨基酸评分(AAS)和化学评分(CS)评判氨基酸显示,赖氨酸的相对含量最为丰富; 3 种鲳属鱼的 E/T、E/N 皆高于 FAO/WHO 的评价标准; 野生银鲳肌肉的 D/T 和 E/N 显著高于养殖银鲳( $P < 0.05$ ),但必需氨基酸指数 EAAI 无明显差异。该结果说明 3 种鲳鱼营养组成合理且银鲳更胜一筹,同时野生银鲳品质优于养殖银鲳,但不失为一种优良的养殖品种。

**关键词** 银鲳、灰鲳、中国鲳,肌肉,脂肪酸,氨基酸,营养评价

**中图分类号** S917.4

鲳属(*Pampus*)鱼类属于硬骨鱼纲(Osteichthyes)、鲈形目(Perciformes)、鲳科(Stromateidae),其中银鲳(*Pampus argenteus*)、灰鲳(*Pampus cinereus*)和中国鲳(*Pampus sinensis*)是我国沿海重要的经济鱼类之一,广泛分布于黄海、渤海、东海和南海各海区,由于其肉质鲜美,具有很高的营养价值和经济价值,深受人们的喜爱,在中国海洋渔业中占重要地位。20 世纪 80 年代以后,随着东海的大黄鱼、小黄鱼及乌贼等主要渔业资源的相继衰竭,鲳属鱼类的资源开发利用日益受到国内外学者的重视。但是,近年来,由于过度捕捞和鲳鱼生存、繁殖环境条件的恶化,其资源量也已逐年下降(Yang *et al.*, 2006)。迄今,国内外学者在鲳鱼的繁殖特性(Dadzie *et al.*, 2000; Lmatar *et al.*, 2004; 施兆鸿等, 2005)、人工繁殖及苗种培育(Al-Abdul-Elah *et al.*, 2001; 施兆鸿等, 2007)、摄食习性 & 年龄与生长(施兆鸿等, 2007)、资源评估与利用

(曹正光等, 1995)及幼鱼肌肉营养成分分析(赵峰等, 2008, 2010)等方面进行了诸多研究,也涉及渤海和南海等海域鲳鱼的营养成分评定(施兆鸿等, 2008; 赵峰等, 2010)。但有关东海银鲳、灰鲳和中国鲳亲鱼肌肉蛋白质和脂肪酸成分的分析及与养殖银鲳的比较研究,国内外鲜见报道。鱼类的主要营养部位是肌肉,肌肉中主要营养成分是蛋白质、氨基酸、脂肪及脂肪酸(Sargent *et al.*, 1995)。蛋白质、脂肪含量及其氨基酸和脂肪酸的组成变化,直接影响到动物的肉质营养和品质风味(刘世禄等, 2002)。亲鱼的营养状态,特别是脂肪和必需脂肪酸水平,是影响亲鱼繁殖性能和幼体质量的重要因素(Fernández-Palacios *et al.*, 1997)。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。因此,为进一步了解鲳鱼的食用和营养价值,本试验对东海常见的银鲳、灰鲳和中国鲳亲鱼肌肉中

\* “十二五”农村领域国家科技计划课题, 2011BAD13B01 号; 浙江省科技厅创新团队项目, 2010R50029 号; 温州市洞头县科技计划项目, N2011K11B 号。徐善良, 副研究员, E-mail: xushanliang@nbu.edu.cn

收稿日期: 2011-12-09, 收修改稿日期: 2012-02-27

常规成分、氨基酸和脂肪酸组成进行了分析,并比较了野生和养殖银鲟肌肉中的营养成分,以期为鲟属亲鱼资源的合理开发利用及人工培育提供理论基础和科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 样品的采集与制备

野生银鲟(*Pampus argenteus*)、灰鲟(*P. cinereus*)、中国鲟(*P. sinensis*)样本于2010年3—4月采捕于浙江东海191渔区(29.5—30°N, 122.5—123°E),3种鲟鱼规格基本一致,叉长(17.35±1.27)cm,体重(145.23±44.17)g;养殖银鲟2010年12月取自浙江洞头银鲟养殖基地,叉长(15.81±1.32)cm,体重(128.56±34.21)g。随机取样9尾进行测定分析,采取活体解剖分离肌肉,置-20℃冰柜保存备用。

### 1.2 常规营养成分测定

水分测定采用105℃烘干法(国家标准GB5009.3-1985);粗灰分的测定采用高温灰化法(国家标准GB5009.4-1985);粗脂肪的测定采用索氏抽提法(国家标准GB5009.6-1985);凯氏定氮法测定粗蛋白质(国家标准GB5009.5-1985)(国家技术监督局,1985);无氮浸出物采用减量法。

### 1.3 氨基酸测定

0.1—0.2g干样依据GB/T 5009.124-2003处理,高速氨基酸分析仪(日立L-8800型)测定18种氨基酸。

### 1.4 脂肪酸测定

称取0.1—0.2g干样,用Bligh-Dyer法(Bligh *et al.*, 1959)提取总脂, KOH-甲醇水皂化, Metcalfe(1966)的BF3催化法提取脂肪酸, QP2010气相色谱-质谱分析仪测定,用面积归一法求得各脂肪酸相对百分含量。

### 1.5 评价方法

根据FAO/WHO于1973年建议的每克氮氨基酸评分标准模式(FAO, 1973)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模式(中国预防科学院营养与卫生研究所, 1991)进行比较,氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)(Pei *et al.*, 1980)按以下公式求得:

$$AAS = (\text{试验蛋白质氨基酸含量} / \text{FAO评分模式中同种氨基酸含量}) \times 100$$

$$CS = (\text{试验蛋白质氨基酸含量} / \text{鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量}) \times 100$$

$$EAAI = \{ (\text{赖氨酸}^1 / \text{赖氨酸}^s) \times 100 \times (\text{缬氨酸}^1 / \text{缬氨酸}^s) \times 100 \dots \}^{1/n}$$

式中, $n$ 表示比较的氨基酸数, $t$ 表示样品蛋白质含量, $s$ 表示鸡蛋蛋白质含量。

## 1.6 数据分析与处理

试验所得数据以平均值(Mean,  $M$ )±标准差(Stdeva, SD)表示,所测数据以SPSS 17.0软件进行数据统计分析,采用One-Way ANOVA法进行显著性检验,并用Duncan检验法进行多重比较。

## 2 结果

### 2.1 基本营养组成

对3种鲟鱼的水分、粗蛋白、粗脂肪及灰分等基本营养成分进行测定,结果见表1。从表1中可以看出,3种鲟鱼的水分中国鲟显著高于银鲟和灰鲟( $P < 0.05$ ),粗蛋白的含量银鲟显著高于灰鲟和中国鲟( $P < 0.05$ ),粗脂肪则以灰鲟最高,中国鲟最低;野生和养殖银鲟营养成分相比,养殖银鲟在粗脂肪、灰分和无氮浸出物上显著高于野生群体( $P < 0.05$ ),而在水分含量上则显著低于野生银鲟( $P < 0.05$ )。在粗蛋白含量上,两者无显著差异( $P > 0.05$ )。

表1 几种鲟鱼肌肉的基本营养成分(%湿重,  $n=9$ )  
Tab.1 General nutritive components in muscle of several pomfrets (% Wet weight,  $n=9$ )

种类	银鲟	灰鲟	中国鲟	养殖银鲟
水分	73.11±1.21 <sup>a</sup>	74.08±0.95 <sup>a</sup>	77.24±0.92 <sup>b</sup>	69.31±1.03 <sup>c</sup>
粗蛋白质	20.16±0.66 <sup>a</sup>	18.45±0.64 <sup>b</sup>	18.71±0.22 <sup>b</sup>	19.08±0.26 <sup>ba</sup>
粗脂肪	4.90±0.13 <sup>a</sup>	6.12±0.52 <sup>b</sup>	2.31±0.11 <sup>c</sup>	6.72±0.42 <sup>b</sup>
灰分	1.21±0.16 <sup>a</sup>	0.85±0.29 <sup>b</sup>	1.15±0.04 <sup>b</sup>	1.88±0.27 <sup>c</sup>
无氮浸出物	0.66±0.42 <sup>a</sup>	0.42±0.31 <sup>b</sup>	0.47±0.06 <sup>b</sup>	2.08±0.12 <sup>c</sup>

注:同行数据上标不同字母表示有显著差异( $P < 0.05$ ),下同

### 2.2 氨基酸组成及营养评价

由表2可知,野生银鲟、灰鲟与中国鲟肌肉组织中均检测出18种相同的氨基酸,包括8种必需的氨基酸(EAA)及10种非必需氨基酸(NEAA),其中以谷氨酸含量最高,色氨酸含量最低。氨基酸总含量占干重的62.70%—69.40%,其中必需氨基酸EAA(Iso、Leu、Lys、Met、Phe、Thr、Val、Trp)占氨基酸总量的41.97%—42.31%;与鲜味相关的氨基酸主要有丙氨酸、天冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸4种,其总含量占氨基酸总量的36.20%以上;3种野生鲟属鱼中总氨基酸(TAA)和必需氨基酸(EAA)含量皆呈现银鲟和中国鲟>灰鲟( $P < 0.05$ ),银鲟和中国鲟无显著差异( $P > 0.05$ ),但呈味氨基酸(DAA)含量银鲟>中国鲟( $P < 0.05$ );野生与养殖银鲟相比,精氨酸、天冬氨酸、谷氨酸、异

亮氨酸、亮氨酸、赖氨酸和苯丙氨酸的含量显著高于养殖银鲳( $P<0.05$ ), 氨基酸总含量和呈味氨基酸含量分别高出养殖群体 5.65 和 5.54 个百分点。野生鲳鱼肌肉中 EAA 与 NEAA 的比值(E/N)及 DAA 与 TAA 的比值(D/T)高于养殖鲳鱼( $P<0.05$ ), EAA 与 TAA 的比值(E/T)则表现为野生鲳鱼与养殖鲳鱼无显著差异( $P>0.05$ )。

将表 2 中的数据换算成每克氮中含氨基酸毫克数后, 并与全鸡蛋蛋白和 FAO/WHO 所规定的人体必需氨基酸均衡模式进行比较, 并给出氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI), 结果见表 3。从氨基酸评分(AAS)来看, 3 种鲳鱼必需氨基酸的 AAS(除色氨酸和甲硫氨酸+胱氨酸外)都大于或接近于 100, 仅色氨酸和甲硫氨酸+胱氨酸含量较低, 为 6—69 和 76—102, 因此为 3 种鲳鱼的第一和第二限制性氨基酸; 从化学评分(CS)来看, 必需氨基

酸的 CS(除色氨酸外)都大于或接近于 50, 这表明鲳鱼必需氨基酸组成丰富且相对均衡, 比较接近于 FAO/WHO 提出的人体必需氨基酸均衡模式。色氨酸和甲硫氨酸+胱氨酸化学评分较低, 其结果与氨基酸评分(AAS)结果相似, 分别为第一限制性氨基酸和第二限制性氨基酸; 必需氨基酸指数(EAAI)是评价蛋白质营养价值的常用指标之一, 从 EAAI 来看, 鲳鱼必需氨基酸指数较高, 变化在 51.05—63.93, 表明鲳鱼的营养价值较高; 野生与养殖鲳鱼相比, 必需氨基酸指数(EAAI)野生种群为 63.93 与养殖种群 62.17 相近, 表明野生种群营养价值与养殖种群相差不多。综合表 3 的氨基酸评分标准 AAS 和 CS 的评判结果可知, 3 种鲳鱼肌肉组织中赖氨酸的相对量最为丰富, 第一限制性氨基酸是色氨酸, 第二限制性氨基酸为甲硫氨酸+胱氨酸。

表 2 几种鲳鱼肌肉中氨基酸组成(%干重,  $n=9$ )  
Tab.2 Composition of amino acids in muscle of several pomfrets (% Dry weight,  $n=9$ )

种类	银鲳	灰鲳	中国鲳	养殖银鲳
丙氨酸 Ala*	4.21±0.21 <sup>a</sup>	3.73±0.26 <sup>b</sup>	4.01±0.25 <sup>c</sup>	4.19±0.30 <sup>a</sup>
精氨酸 Arg	4.35±0.43 <sup>a</sup>	3.78±0.33 <sup>b</sup>	4.21±0.34 <sup>a</sup>	3.86±0.41 <sup>b</sup>
天冬氨酸 Asp*	7.81±0.94 <sup>a</sup>	6.49±0.14 <sup>b</sup>	6.41±0.57 <sup>b</sup>	6.51±0.53 <sup>b</sup>
胱氨酸 Cys	0.59±0.22 <sup>a</sup>	0.62±0.12 <sup>a</sup>	0.45±0.31 <sup>b</sup>	0.69±0.11 <sup>a</sup>
谷氨酸 Glu*	11.26±1.66 <sup>a</sup>	9.36±1.07 <sup>b</sup>	9.26±1.02 <sup>b</sup>	9.17±0.96 <sup>b</sup>
甘氨酸 Gly*	3.44±0.26 <sup>a</sup>	3.79±0.06 <sup>a</sup>	4.41±0.11 <sup>b</sup>	4.61±0.09 <sup>b</sup>
组氨酸 His	1.52±0.26 <sup>a</sup>	1.48±0.13 <sup>a</sup>	2.17±0.31 <sup>b</sup>	1.98±0.25 <sup>b</sup>
异亮氨酸 Iso	3.98±0.39 <sup>a</sup>	3.17±0.13 <sup>b</sup>	4.44±0.20 <sup>c</sup>	3.12±0.04 <sup>b</sup>
亮氨酸 Leu	5.78±0.84 <sup>a</sup>	5.27±0.23 <sup>b</sup>	5.49±0.22 <sup>a</sup>	4.45±0.06 <sup>c</sup>
赖氨酸 Lys	6.32±1.23 <sup>a</sup>	6.22±0.14 <sup>a</sup>	5.61±0.63 <sup>b</sup>	5.74±0.21 <sup>b</sup>
甲硫氨酸 Met	1.48±0.22 <sup>a</sup>	1.76±0.12 <sup>b</sup>	1.75±0.07 <sup>b</sup>	1.56±0.12 <sup>a</sup>
苯丙氨酸 Phe	3.69±0.24 <sup>a</sup>	2.67±0.05 <sup>b</sup>	3.04±0.13 <sup>c</sup>	3.11±0.06 <sup>c</sup>
苏氨酸 Thr	3.17±0.67 <sup>a</sup>	3.30±0.05 <sup>a</sup>	3.86±0.35 <sup>b</sup>	2.94±0.14 <sup>a</sup>
缬氨酸 Val	3.89±0.31 <sup>a</sup>	3.42±0.12 <sup>b</sup>	4.33±0.23 <sup>c</sup>	3.96±0.06 <sup>a</sup>
色氨酸 Trp	0.82±0.21 <sup>a</sup>	0.72±0.07 <sup>a</sup>	0.08±0.02 <sup>b</sup>	0.69±0.03 <sup>a</sup>
脯氨酸 Pro	2.67±0.98 <sup>a</sup>	2.24±0.17 <sup>b</sup>	2.42±0.08 <sup>b</sup>	2.62±0.03 <sup>a</sup>
丝氨酸 Ser	2.14±0.26 <sup>a</sup>	1.93±0.17 <sup>a</sup>	1.71±0.22 <sup>b</sup>	2.14±0.07 <sup>a</sup>
酪氨酸 Tyr	2.28±0.72 <sup>a</sup>	2.75±0.17 <sup>b</sup>	3.95±0.15 <sup>c</sup>	2.41±0.07 <sup>a</sup>
氨基酸总量 TAA	69.40±3.50 <sup>a</sup>	62.70±2.12 <sup>b</sup>	67.60±3.72 <sup>a</sup>	63.75±2.33 <sup>b</sup>
必需氨基酸 EAA	29.13±1.42 <sup>a</sup>	26.53±1.72 <sup>b</sup>	28.90±1.82 <sup>a</sup>	25.57±2.12 <sup>b</sup>
呈味氨基酸 DAA	26.72±2.01 <sup>a</sup>	22.07±2.30 <sup>b</sup>	24.09±1.96 <sup>c</sup>	21.18±2.54 <sup>b</sup>
E/T (%)	41.97±3.31 <sup>a</sup>	42.31±2.87 <sup>a</sup>	42.12±3.01 <sup>a</sup>	40.11±3.43 <sup>a</sup>
E/N (%)	72.34±3.01 <sup>a</sup>	73.35±2.80 <sup>ab</sup>	74.68±3.57 <sup>b</sup>	66.97±2.71 <sup>c</sup>
D/T (%)	38.50±2.75 <sup>a</sup>	36.20±1.80 <sup>b</sup>	35.64±2.06 <sup>b</sup>	33.22±1.730 <sup>c</sup>

注: \*表示该氨基酸为鲜味氨基酸的一种; TAA: 总氨基酸; EAA: 必需氨基酸; DAA: 鲜味氨基酸; E/N: 必需氨基酸与非必需氨基酸比值; E/T: 必需氨基酸占总氨基酸的比值; D/T: 鲜味氨基酸占总氨基酸的比值

表 3 几种鲳鱼肌肉必需氨基酸组成评价(mg/g, 氮基础)  
Tab.3 Evaluation of EAA composition in muscle of several pomfrets (mg/g, On N basis)

必需氨基酸 EAA	银鲳		灰鲳		中国鲳		养殖银鲳	
	AAS	CS	AAS	CS	AAS	CS	AAS	CS
异亮氨酸 Ile	133	66	106	53	135	67	125	62
亮氨酸 Leu	109	57	99	52	95	50**	103	54
赖氨酸 Lys	155	81	152	79	125	65	169	88
苏氨酸 Thr	106	66	110	69	117	73	118	74
缬氨酸 Val	105	54**	92	48	106	55	128	66
色氨酸 Trp	68*	40*	60*	35*	6*	4*	69*	41*
甲硫氨酸+胱氨酸 Met+Cys	78**	57	90**	45**	76**	58	102**	53**
苯丙氨酸+酪氨酸 Phe+Tyr	131	86	119	78	139	91	146	96
必需氨基酸指数 EAAI	63.93		59.57		51.05		62.17	

注: \*为第一限制性氨基酸, \*\*为第二限制性氨基酸

### 2.3 脂肪酸组成

由表 4、图 1 可知: 在银鲳、灰鲳和中国鲳肌肉中检测出 13 种脂肪酸。其中饱和脂肪酸(SFA)6 种, 单不饱和脂肪酸(MUFA)3 种, 多不饱和脂肪酸(PUFA)4 种。SFA 中主要以 C16:0(棕榈酸)和 C18:0(硬脂酸)为主, 两者含量在 6.29%—36.55% 之间; MUFA 中主要为 C18:1(n-9)(油酸); 花生四烯酸(ARA)的含量以中国鲳略高。3 种鲳鱼均含 C20:5(n-3)(EPA), EPA 的含量中国鲳显著高于银鲳和灰鲳( $P < 0.05$ )。银

鲳和灰鲳 DHA 的含量无显著差异( $P > 0.05$ ), 中国鲳中未检测到 DHA。3 种鲳鱼的饱和脂肪酸(SFA)含量中国鲳显著高于其它 2 种鲳鱼( $P < 0.05$ ); 单不饱和脂肪酸(MUFA)含量以银鲳最高, 灰鲳次之, 中国鲳最低( $P < 0.05$ ); 多不饱和脂肪酸(PUFA)3 种鲳鱼无显著差异( $P > 0.05$ )。

在野生和养殖银鲳肌肉中共检测出 13 种脂肪酸。其中饱和脂肪酸(SFA)5 种, 单不饱和脂肪酸(MUFA)4 种, 多不饱和脂肪酸(PUFA)4 种。SFA 中

表 4 几种鲳鱼肌肉中脂肪酸的组成(%)  
Tab.4 Fatty acid composition in muscle of several pomfrets (%)

脂肪酸	银鲳	灰鲳	中国鲳	养殖银鲳
C14 : 0	3.12±0.15 <sup>a</sup>	7.32±0.51 <sup>b</sup>	1.77±0.05 <sup>c</sup>	—
C15 : 0	0.77±0.03 <sup>a</sup>	1.60±0.06 <sup>b</sup>	0.72±0.05 <sup>a</sup>	2.32±0.08 <sup>c</sup>
C16 : 0	30.56±1.54 <sup>a</sup>	25.56±1.46 <sup>b</sup>	36.55±1.33 <sup>c</sup>	42.11±2.03 <sup>d</sup>
C16 : 1(n-7)	6.16±0.11 <sup>a</sup>	8.16±0.21 <sup>b</sup>	—	—
C17 : 0	—	1.10±0.03 <sup>a</sup>	1.59±0.04 <sup>b</sup>	—
C18 : 0	5.29±0.14 <sup>a</sup>	10.29±0.21 <sup>b</sup>	12.49±0.32 <sup>c</sup>	16.09±0.65 <sup>d</sup>
C18 : 1(n-5)	3.32±0.08	—	—	—
C18 : 1(n-8)	—	—	—	11.46±2.09
C18 : 1(n-9)	25.61±1.25 <sup>a</sup>	23.61±1.43 <sup>b</sup>	22.94±1.19 <sup>b</sup>	10.99±0.87 <sup>c</sup>
C20 : 4(n-6)	2.55±0.03 <sup>a</sup>	4.01±0.07 <sup>b</sup>	4.31±0.08 <sup>c</sup>	2.38±0.04 <sup>a</sup>
C20 : 5(n-3)	4.75±1.25 <sup>a</sup>	3.80±0.32 <sup>b</sup>	19.63±2.35 <sup>c</sup>	3.51±0.41 <sup>b</sup>
C21 : 4(n-7)	1.63±0.17	—	—	—
C22 : 6(n-3)	15.95±0.65 <sup>a</sup>	14.93±1.04 <sup>a</sup>	—	8.58±1.01 <sup>b</sup>
C24 : 0	0.32±0.05	—	—	—
SFA	40.06±2.24 <sup>a</sup>	45.87±2.41 <sup>b</sup>	53.12±3.11 <sup>c</sup>	52.21±1.56 <sup>c</sup>
MUFA	35.09±2.11 <sup>a</sup>	31.77±1.81 <sup>b</sup>	22.94±1.23 <sup>c</sup>	31.75±1.98 <sup>b</sup>
PUFA	24.88±1.25 <sup>a</sup>	22.73±1.27 <sup>b</sup>	23.93±1.31 <sup>ba</sup>	16.27±1.04 <sup>c</sup>
EPA+DHA	20.70±1.90 <sup>a</sup>	18.73±1.36 <sup>a</sup>	19.63±2.35 <sup>a</sup>	12.09±1.18 <sup>b</sup>

注:  $n = 9$ ; SFA: 饱和脂肪酸; MUFA: 单不饱和脂肪酸; PUFA: 多不饱和脂肪酸; —: 未检出

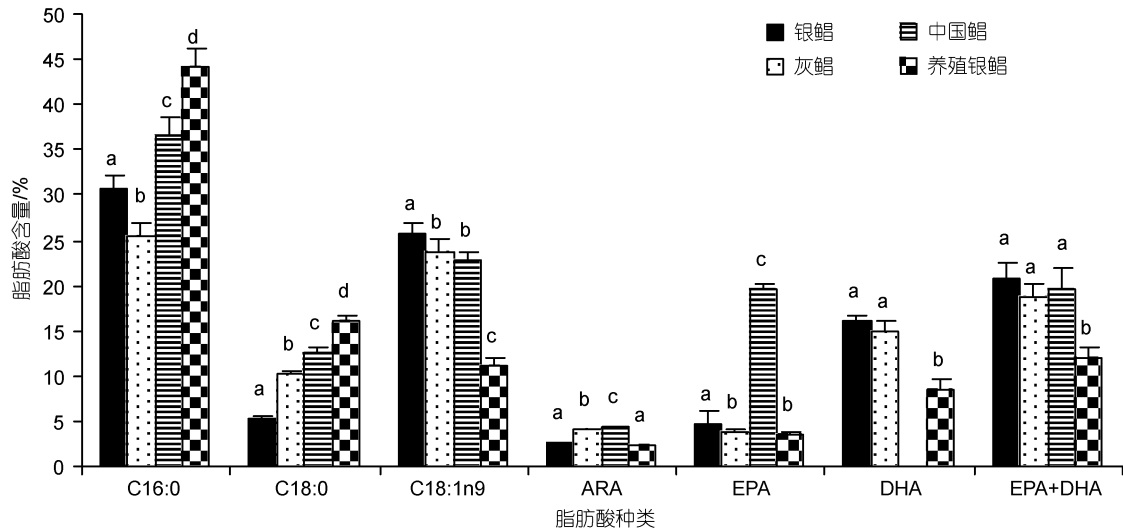


图 1 3 种鲳鱼肌肉中主要脂肪酸的比较

Fig.1 Comparison of major fatty acid in muscle of three kinds of pomfrets

C16:0(棕榈酸)和 C18:0(硬脂酸)的含量均为养殖银鲳显著高于野生银鲳( $P<0.05$ ); MUFA 中 C18:1(n-9)(油酸)含量则反之。PUFA 中花生四烯酸(ARA)的含量野生银鲳与养殖银鲳无显著差异( $P>0.05$ ), 但 EPA 和 DHA 的含量野生银鲳显著高于养殖银鲳( $P<0.05$ )。单不饱和脂肪酸(MUFA)和多不饱和脂肪酸(PUFA)含量野生银鲳均显著高于养殖银鲳( $P<0.05$ )。

### 3 讨论

#### 3.1 3 种野生鲳属鱼基本营养成分的组成差异

从一般营养成分来看, 3 种野生鲳鱼蛋白含量高达 18.45%—20.16%, 高于大黄鱼 *Pseudosciaena crocea*、鲈鱼 *Lateolabrax japonicus*、大菱鲆 *Scophthalmus maximus*、半滑舌鲷 *Cynoglossus semilaevis*、真鲷 *Pagtosomus major* 和黑鲷 *Sparus macrocephalus* (刘世禄等, 2002)等一般鱼类的蛋白质含量, 其中东海银鲳的蛋白质含量高于渤海银鲳(袁春营等, 2010), 而东海中国鲳的蛋白质含量与福建海域中国鲳的蛋白质含量接近(赵峰等, 2010); 其脂肪含量达到湿重的 2.31%—6.12% 大于多数鱼类(刘世禄等, 2002; 徐大为等, 2008)。据报道, 在一定的范围内, 肌肉脂肪的含量与肉品的风味呈正相关, 即风味随肌肉脂肪含量的增加而持续改变, 当肌肉脂肪含量达到鲜样的 3.5%—4.5% 才会有良好的适口性(孙中武等, 2008), 鲳鱼具有明显的高蛋白及适口性的特点, 非常适合人类营养需求。在 3 种野生鲳鱼中又以银鲳蛋白含量最高, 脂肪含量最适宜(4.9%)。

#### 3.2 3 种野生鲳属鱼脂肪酸的组成差异

动物体内能够合成饱和脂肪酸和单不饱和脂肪酸, 但不能合成油酸(C18:1)和亚麻酸(C18:3)等, 因此将动物维持正常生长发育需要而体内又不能合成的脂肪酸称为必需脂肪酸, 如油酸、亚麻酸、ARA、EPA、DHA 等。脂肪酸的营养价值也主要体现在这些重要的不饱和脂肪酸上。油酸可降低血液总胆固醇和有害胆固醇, 摄入单不饱和脂肪酸含量高的食品能降低低密度脂蛋白(LDL-C)水平和冠状心脏病发生几率, 多不饱和脂肪酸尤其是 EPA(二十碳五烯酸)和 DHA(二十二碳六烯酸)具有许多重要的生理功能最受人瞩目, 如 DHA 和 EPA 具有防治高血脂、高血压、血栓性病和心脏病等, 还有助于人脑的发育和提高免疫功能(张伟敏等, 2005)。

3 种鲳鱼肌肉组织中的油酸(C18:1)含量为 22.94%—25.61%, 和其它海产经济鱼类肌肉中的油酸相比, 与卵形鲳鲹 *Trachinotus ovatus* (28.36%)(张少宁等, 2010)、养殖大黄鱼 *Pseudosciaena crocea* (23.79%)(徐继林等, 2005)、美洲黑石斑鱼 *Centropristis striata* (24.43%)(党冉等, 2010)以及福建海域中国鲳 *P. sinensis* (24.86%)(赵峰等, 2010)相近; 高于野生大黄鱼 *P. crocea* (13.54%)(徐继林等, 2005)、日本花鲈 *Lateolabrax japonicus* (12.28%)、中国花鲈 *Lateolabrax maculate* (17.10%)(王远红等, 2003a)、圆斑星鲷 *Verasper variegates* (14.67%)(王远红等, 2006)和鲑鱼 *Oncorhynchus* sp. (14.71%)(刁全平等, 2008)等; 低于点带石斑鱼 *Epinephelus malabaricu* (31.88%)(徐大为

等, 2008)。3种鲳属鱼又以银鲳的油酸含量为高 ( $P < 0.05$ )。

3种鲳鱼 EPA+DHA 含量无显著差异 ( $P > 0.05$ ), 除中国鲳肌肉中未检测到 DHA 外,  $\Sigma$ EPA+DHA 的含量在3种鲳属鱼肌肉中为 18.73%—20.70%, 高于卵形鲳鲅(15.40%)、中国花鲈(8.38%)以及福建海域中国鲳(24.86%)等; 低于野生大黄鱼(32.31%); 与日本花鲈(18.10%)、美洲黑石斑鱼(20.75%)、圆斑星鲷(21.87%)、点带石斑鱼(21.88%)、鲑鱼(21.23%)和养殖大黄鱼(18.26%)等相近。银鲳肌肉组织中 EPA 和 DHA 均有分布, DHA 含量丰富达到 15.95%, 与赵峰等(2009)对江苏连云港海捕野生银鲳营养成分的研究结果相近, 而中国鲳未检测到 DHA 与赵峰等(2010)福建海域中国鲳营养成分的研究结果不同, 这可能是由于生活的环境不同海区中的食物结构有差异所致。

3种鲳鱼多不饱和脂肪酸的含量为 22.73%—24.88%, 总体相差不大。其在肌肉中的含量高于中国花鲈(12.71%)和福建海域中国鲳(16.24%); 与美洲黑石斑鱼(24.46%)、日本花鲈(27.86%)、养殖大黄鱼(22.71%)接近; 低于卵形鲳鲅(33.21%)、野生大黄鱼(42.19%)、点带石斑鱼(31.88%)和鲑鱼(42.60%)等。3种鲳鱼的饱和脂肪酸(SFA)含量中国鲳显著高于其它2种鲳鱼 ( $P < 0.05$ ); 单不饱和脂肪酸(MUFA)含量以银鲳最高, 灰鲳次之, 中国鲳最低 ( $P < 0.05$ )。3种鲳属鱼中含 C14—24 的各种饱和与不饱和脂肪酸, 主要是以不饱和脂肪酸(UFA)为主, 在肌肉组织中平均占 53.78%, 银鲳肌肉中达 59.97%。不饱和脂肪酸中, 单不饱和脂肪酸(MUFA)平均在 29.93%, 多不饱和脂肪酸(PUFA)含量达 23.85%, 是经济价值较高的一种鱼类。

### 3.3 氨基酸含量对3种野生鲳属鱼营养品质的影响

人们对膳食氨基酸最为关注的一般是人体必需氨基酸的组成及含量, 必需氨基酸是人体中不能自身合成而必须从食物中摄取的氨基酸, 因此食物中其含量高, 营养价值也高。从氨基酸组成和含量来看, 3种鲳鱼必需氨基酸占氨基酸总量(E/T)为 41.97%—42.31%, 与花点石斑鱼 *Epinephelus maculatus* (40.87%)、青石斑鱼 *Epinephelus awoara* (41.99%)、大黄鱼(44.48%)(刘世禄等, 2002)、大菱鲆 *Scophthalmus maximus* (41.62%)(王远红等, 2003b)、美洲黑石斑鱼(40.81%)(党冉等, 2010)等名贵海水鱼类的含量相当, 也高于或与中华鳖 *Trionyx sinensis* (39.45%)、黄鳍 *Monopterus albus* (40.98%)(常抗美等, 2008)、对虾 *Penaeus vannamei* (36.25%)(潘英等, 2001)、鲍

*Haliotis discus hannai* (38.07%)(吕慈仙等, 2007)、金乌贼 *Sepia esculenta* (43.80%)(樊甄姣等, 2009)等常见名优水产动物相当。同时依据 FAO/WHO 的理想氨基酸模式, 质量较好的蛋白质其 E/T 为 40%左右, E/N 在 60%以上(刘世禄等, 2002), 3种野生鲳鱼和养殖银鲳的 E/T 为 40.11%—42.31%, E/N 为 66.97%—74.68%, 由此可见, 3种野生鲳鱼肌肉氨基酸组成符合或优于 FAO/WHO 的评分标准, 是优质蛋白质。在肌肉中均以谷氨酸含量最高。谷氨酸不光是鲜味氨基酸之一, 而且谷氨酸能在人体中与血氨结合形成对人体无害的谷氨酰胺, 解除组织代谢过程中产生的氨毒害作用, 并参与脑组织代谢, 是脑组织生化代谢中的重要氨基酸(孙中武等, 2008)。赖氨酸是人体第一限制性氨基酸, 也是一般谷类蛋白质和人乳的第一限制性氨基酸。3种鲳鱼的赖氨酸含量十分丰富, 可弥补以谷类食物为主的膳食者食物中的赖氨酸不足, 因此具有调节营养平衡作用。3种鲳鱼的第一限制性氨基酸分别是色氨酸, 即肌肉中缺乏色氨酸, 这与所报道的江苏和广东海区野生银鲳(赵峰等, 2009)、曼氏无针乌贼 *Sepiella maindroni* (常抗美等, 2008)、中华鳖和黄鳍等水产品基本一致。EAAI 是评价蛋白质营养价值的常用指标之一, 以鸡蛋蛋白质必需氨基酸为参评标准, 3种鲳鱼肌肉的 EAAI 为 51.05—63.93, 其中银鲳>灰鲳>中国鲳, 说明银鲳的氨基酸营养价值更胜一筹。

从本文研究结果还可以看出, 3种鲳鱼还是一种味道鲜美、风味纯厚的海上珍品, 这是由其氨基酸组成及含量决定的。从氨基酸组成来看, 3种鲳鱼含4种呈味氨基酸, 分别是谷氨酸、天冬氨酸、甘氨酸、丙氨酸, 其中谷氨酸和天冬氨酸为呈鲜味的特征性氨基酸, 以谷氨酸的鲜味为最强; 甘氨酸和丙氨酸是呈甘味的特征性氨基酸, 它们的高含量决定了其肌肉的鲜美度。从氨基酸含量来看, 这4种呈味氨基酸的含量占有氨基酸总量的 35.64%以上, 与野生大黄鱼(38.66%)(林利民等, 2006)、鲍(33.05%)和泥蚶 *Tegillarca granosa* (34.13%)(吕慈仙等, 2007)等多数名贵海产经济动物含量相当。其中谷氨酸、天冬氨酸是3种鲳鱼含量最高的两种氨基酸, 两者分别占氨基酸总含量的 13.70%—16.22%和 9.48%—11.25%; 而甘氨酸、丙氨酸含量也分列3种鲳鱼18种氨基酸的第7位和第6位, 占总氨基酸总量的 11.02%—12.46%, 正是由于这些呈味氨基酸的存在才为3种鲳鱼赢得了独特的风味, 成为我国家喻户晓的海产之一。

### 3.4 野生与养殖银鲳主要营养成分评价

通常海洋经济动物经过养殖后, 由于生长环境和饲料的改变, 其营养成分会与野生群体有较大差异。本研究的结果表明, 野生与养殖银鲳在营养组成上也具有一定的差异。从基本营养组成来看, 养殖银鲳在粗脂肪、灰分和无氮浸出物上显著高于野生群体( $P<0.05$ ), 而在水分含量上则显著低于野生银鲳( $P<0.05$ ); 从氨基酸组成和含量来看, 野生银鲳的精氨酸、天冬氨酸、谷氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、赖氨酸和苯丙氨酸等必需氨基酸和呈味氨基酸的含量显著高于养殖银鲳( $P<0.05$ ), 氨基酸总含量和呈味氨基酸含量分别高出养殖群体 5.65 和 5.54 个百分点。野生鲳鱼肌肉中 EAA 与 NEAA 的比值(E/N)及 DAA 与 TAA 的比值(D/T)高于养殖鲳鱼( $P<0.05$ ), 这表明野生银鲳肌肉的氨基酸组成比养殖银鲳更加合理。从脂肪酸含量来看, 野生银鲳的 C18:1(n-9)(油酸), EPA 和 DHA 含量显著高于养殖银鲳, 多不饱和脂肪酸(PUFA)含量野生银鲳是养殖银鲳的 1.53 倍, 从脂肪酸组成肯定了野生鲳鱼的品质优于养殖鲳鱼。分析其原因, 食物源的不同是引起野生和养殖水产动物的营养品质差异的一个重要因素。由于这些多不饱和脂肪酸不能通过鲳鱼自身的脂类代谢途径所合成, 即所有的多不饱和脂肪酸都必须通过食物途径摄取。野生鲳鱼生活在自然海域, 能捕食到富含多不饱和脂肪酸的海洋活饵料, 从天然食物中摄取到的多不饱和脂肪酸更加充足。而养殖的鲳鱼投喂冰鲜或人工饲料, 脂肪酸营养不及活饵料, 故野生鲳鱼体内的这些重要多不饱和脂肪酸含量高于养殖鲳鱼, 这与徐继林等(2005)对大黄鱼和徐善良等(2009)对三疣梭子蟹(*Portunus trituberculatus*)等水产经济动物的研究相符。

本研究结果对于今后鲳鱼的养殖开发具有一定的意义, 虽然养殖条件会在一定程度上造成野生和养殖银鲳肌体营养组分的差异(如呈味、脂肪含量等), 但从总体而言, 养殖并没有造成如其它养殖海洋经济动物那样的脂肪积累和脂肪酸组成上急剧变化等不良影响(徐继林等, 2005; 徐善良等, 2009), 如在粗蛋白含量上, 养殖鲳鱼与野生鲳鱼两者无显著差异( $P>0.05$ ), 花生四烯酸(ARA)和必需氨基酸 EAA 与氨基酸总量 TAA 的比值(E/T)也无显著差异( $P>0.05$ ), 必需氨基酸指数 EAAI 养殖鲳鱼(62.17)与野生鲳鱼(63.93)相近。这是由于目前银鲳只是在小规模试养, 采用日本进口“鱼宝”饲料和新鲜马鲛鱼饲喂, 成本较高, 但品质较好。今后大规模养殖中, 在兼顾饲料成本的前提下, 只要能合理配置饲料的营养成分, 努

力做好银鲳的养殖饲料和养殖技术开发工作, 以保证养殖银鲳的品质, 在当前鲳鱼自然资源日益下降的情况下, 养殖鲳鱼完全可以替代野生个体, 成为一种优良的养殖品种。

### 参 考 文 献

- 刁全平, 冬岩, 回瑞华等, 2008. 三文鱼脂肪酸的气相色谱-质谱分析. 食品科学, 29(12): 547—548
- 王远红, 吕志华, 高天翔等, 2003a. 中国花鲈与日本花鲈营养成分的研究. 海洋水产研究, 24(2): 35—39
- 王远红, 吕志华, 郑桂香等, 2003b. 大菱鲆的营养成分分析. 营养学报, 25: 438—440
- 王远红, 陈四清, 吕志华等, 2006. 圆斑星鲈的营养成分分析. 营养学报, 28(3): 271—272
- 中国预防科学院营养与卫生研究所编著, 1991. 食品成分表. 北京: 人民卫生出版社, 38—78
- 吕慈仙, 李太武, 苏秀榕, 2007. 5 种可食性海洋动物氨基酸成分的比较分析. 宁波大学学报(理工版), 20(3): 315—319
- 刘世禄, 王波, 张锡烈, 2002. 美国红鱼的营养成分分析与评价. 海洋水产研究, 23: 25—32
- 孙中武, 李超, 尹洪滨等, 2008. 不同品系虹鳟的肌肉营养成分分析. 营养学报, 30: 298—302
- 张少宁, 徐继林, 侯云丹等, 2010. 卵形鲳鲹不同组织器官脂肪酸组成含量的比较. 食品科学, 31(10): 192—195
- 张伟敏, 钟耕, 王炜, 2005. 单不饱和脂肪酸营养及其生理功能研究概况. 粮食与油脂, 3: 13—15
- 林利民, 王秋荣, 王志勇等, 2006. 不同家系大黄鱼肌肉营养成分的比较. 中国水产科学, 13(2): 286—291
- 国家技术监督局, 1985. GB/T 5009-1985. 食品中水分、灰分、蛋白质、脂肪测定方法. 北京: 中国标准出版社, 1—24
- 赵峰, 庄平, 施兆鸿等, 2009. 银鲳 4 野生群体肌肉营养成分的比较分析与评价. 动物学杂志, 44(5): 117—123
- 赵峰, 庄平, 施兆鸿等, 2010. 中国鲳成鱼和幼鱼肌肉生化成分的比较分析. 海洋渔业, 32(1): 102—108
- 赵峰, 宋超, 施兆鸿等, 2008. 野生银鲳幼鱼主要营养成分的测定与分析. 营养学报, 30(4): 425—426
- 施兆鸿, 马凌波, 高露姣等, 2007. 人工育苗条件下银鲳仔稚幼鱼摄食与生长特性. 海洋水产研究, 28(4): 38—47
- 施兆鸿, 王建钢, 高露姣等, 2005. 银鲳繁殖生物学及人工繁育技术的研究进展. 海洋渔业, 273: 246—250
- 施兆鸿, 黄旭雄, 李伟微等, 2008. 海捕灰鲳亲鱼不同组织中脂肪及脂肪酸分析. 水产学报, 32(2): 309—313
- 袁春营, 崔青曼, 李小双, 2010. 渤海银鲳肌肉生化成分分析与营养价值评价. 海洋湖沼通报, (2): 67—71
- 党冉, 竺健全, 邱新志, 2010. 美洲黑石斑鱼含肉率及肌肉营养成分分析. 海洋学研究, 28(2): 60—66
- 徐大为, 邢克智, 张树森等, 2008. 点带石斑鱼的肌肉营养成分分析. 水利渔业, 28(3): 54—56
- 徐继林, 朱芝峰, 严小军等, 2005. 养殖与野生大黄鱼肌肉脂肪酸组成的比较. 营养学报, 27(3): 256—260
- 徐善良, 张薇, 严小军等, 2009. 野生与养殖三疣梭子蟹营养品质分析及比较. 动物营养学报, 21(5): 695—702

- 曹正光, 赵利华, 1995. 长江口沿岸水域银鲳资源监测及渔业经济分析. 水产学报, 19(4): 374—378
- 常抗美, 吴常文, 吕振明等, 2008. 曼氏无针乌贼(*Sepiella maindroni*)野生及养殖群体的生化特征及其形成机制的研究. 海洋与湖沼, 39(2): 145—151
- 樊甄姣, 吕振明, 吴常文等, 2009. 野生金乌贼蛋白质和脂肪酸成分分析与评价. 营养学报, 31(5): 513—515
- 潘英, 王如才, 罗永巨等, 2001. 海水和淡水养殖南美白对虾肌肉营养成分的分析比较. 青岛海洋大学学报, 31(6): 828—834
- Al-Abdul-Elah K, Almatar S, Abo-Rezq T *et al*, 2001. Development of hatchery technology for the silver pomfret *Pampus argenteus* (Euphrasen): effect of microalgal species on larval survival. Aquaculture Research, 32: 849—860
- Bligh E G, Dyer W J, 1959. A rapid method lipid extraction and purification. Can J Biochem Physiol, 37: 911—923
- Dadzie S, Abou-Seedo F, Al-Shallal T, 2000. Reproductive biology of the silver pomfret, *Pampus argenteus* (Euphrasen), in Kuwait waters. Journal of Applied Ichthyology, 16(6): 247—253
- FAO, 1973. Energy and Protein Requirements. Rome: FAO Meeting Report Series, 52: 40—73
- Fernández-Palacios H, Izquierdo Maño S, Robaina L *et al*, 1997. The effect of dietary protein and lipid from squid and fish meals on egg quality of broodstock for gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). Aquaculture, 148: 233—246
- Lmatar S M, Lone K P, Abulrezq T S *et al*, 2004. Spawning frequency, fecundity, egg weight and spawning type of silver pomfret, *Pampus argenteus* (Euphrasen), in Kuwait waters. Journal of Applied Ichthyology, 20(3): 176—188
- Metcalf L D, 1966. Rapid preparation of fatty acids esters from lipids for gas chromatographic analysis. Analytical Chemistry, 38: 514—515
- Peiiett P L, Young V R, 1980. Nutritional Evaluation of Protein Foods. The United National University Publishing Company, Japan, 26—29
- Sargent J R, Bell J G, Bell M V *et al*, 1995. Requirement criteria for essential fatty acids. Journal of Applied Ichthyology, 11: 183—198
- Yang W T, Li J, Yue G H, 2006. Multiplex genotyping of novel microsatellites from silver pomfret (*Pampus argenteus*) and cross-amplification in other pomfret species. Molecular Ecology Notes, 6: 1073—1075

## ANALYSIS AND EVALUATION OF NUTRITIONAL COMPONENTS IN MUSCLE OF *PAMPUS ARGENTEUS*, *P. CINEREUS* AND *P. SINENSIS* FROM THE EAST CHINA SEA

XU Shan-Liang, WANG Dan-Li, XU Ji-Lin, YAN Xiao-Jun

(Marine College of Ningbo University, Key Laboratory of Applied Marine Biotechnology, Ministry of Education, Ningbo University, Ningbo, 315211)

**Abstract** Biochemistry of tissues of *Pampus argenteus*, *P. cinereus* and *P. sinensis* was analyzed by adopting national standard method, and wild and cultured *P. argenteus* was compared. Three wild populations were sampled from the east china sea in Zhejiang Province (29.5—30°N, 122.5—123°E) in March—April 2010 and cultured *P. argenteus* from aquaculture farm in Dongtou (Zhejiang) in December 2010. As a result, The content of crude protein was *P. argenteus* > *P. cinereus* and *P. sinensis* ( $P < 0.05$ ), and the content of crude lipid was *P. cinereus* > *P. argenteus* > *P. sinensis* ( $P < 0.05$ ); both wild and cultured in crude protein were similar ( $P > 0.05$ ). Thirteen fatty acids were detected in muscle of three wild pomfret. MUFA contents in muscle were *P. argenteus* > *P. cinereus* > *P. sinensis* ( $P < 0.05$ ), however, PUFA contents and EPA + DHA contents were no significant difference in three wild pomfret ( $P > 0.05$ ). The unsaturated fatty acids were mainly in three kinds of pomfret and EPA + DHA content accounted for an average 82.54% in PUFA; PUFA content of the wild *P. argenteus* was 1.53 times than that of cultured one. The glutamic acid content was the highest in amino acids. Evaluation of amino acids by AAS and CS showed that the lysine relative content in muscle of three wild pomfret was the richest. The rate of essential amino acids/total amino acids (E/T) and essential amino acids/nonessential amino acids (E/N) were all higher than evaluation criteria of FAO/WHO. The delicious amino acids/total amino acids (D/T) and E/N in muscle in the wild *P. argenteus* were significantly higher than those in the culture ( $P < 0.05$ ), but both wild and cultured in essential amino acids index (EAAI) were similar. In conclusion, the nutritional composition of three wild pomfret was reasonable and the sustenance of wild *P. argenteus* was superior, moreover, the quality of wild *P. argenteus* was better than that of cultured, however, silver pomfret was regarded as an excellent breeding varieties.

**Key words** *Pampus argenteus*, *Pampus cinereus*, *Pampus sinensis*, Muscle, Fatty acid, Amino acid, Nutritional evaluation