

文章编号:1000-0615(2009)02-0278-10

银鲳亲鱼不同组织的氨基酸及其随性腺发育的变化

黄旭雄¹, 施兆鸿², 李伟微¹, 周洪琪¹, 罗海忠³, 傅荣兵³

(1. 上海海洋大学水产种质资源发掘与利用教育部重点实验室, 上海 201306;

2. 中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海 200090;

3. 浙江省舟山市水产研究所, 浙江 舟山 316000)

摘要:测定了海捕银鲳亲鱼肌肉、肝脏和性腺组织的氨基酸,并分析了不同性腺发育阶段的氨基酸变化。结果表明,雄性V期亲鱼精巢中的牛磺酸含量最高(27.8 mg/g),显著高于肌肉和肝脏组织,而雄性V期亲鱼氨基酸总量在肌肉中最高(631.4 mg/g),其次是精巢(544.8 mg/g)和肝脏(468.0 mg/g)组织。雌性亲鱼肝脏中的牛磺酸含量(13.7 mg/g)显著高于卵巢和肌肉组织。在卵巢从III期发育到V期过程中,雌性亲鱼肌肉和肝脏中的氨基酸总量在V期下降显著,而卵巢氨基酸总量维持稳定。在总氨基酸的组成上,肌肉中含量高的氨基酸为Glu, Lys, Asp, Leu和Arg;肝脏中含量高的为Glu, Lys, Asp, Val和Leu;精巢中含量高的为Glu, Asp, Lys, Arg和Val;卵巢中含量高的为Glu, Lys, Leu, Val和Asp。性别和性腺发育阶段对亲鱼肌肉总氨基酸组成无影响。游离氨基酸含量在III、IV和V期卵巢中的含量分别为17.7 mg/g, 41.5 mg/g和29.6 mg/g,且其组成随性腺发育阶段的不同而有显著差异。

关键词:银鲳;亲鱼;氨基酸;肌肉;肝脏;性腺

中图分类号:S 954.62

文献标识码:A

稳定的规模化苗种生产是保证海水鱼类新品种增殖健康发展的关键因子。除了苗种培育技术之外,亲鱼的营养贮备也是影响海水鱼类苗种培育成效的重要因素。已有研究表明,亲鱼营养贮备的好坏,不但影响到其繁殖力,还影响到卵子和精子的质量,进一步影响到受精率、孵化率和幼体培育的成功率^[1-5]。有关亲鱼营养需求的研究,大量的工作关注于亲鱼脂类和脂肪酸营养对其繁殖性能的影响^[3-7],而对其他营养素的研究相对较少。蛋白质和氨基酸是鱼类最重要的营养物质之一,亲鱼饲料中的蛋白水平和氨基酸组成也会影响到鱼类的繁殖性能。Watanabe等^[8]的研究发现投饲低蛋白高能量的饲料会降低虹鳟(*Oncorhynchus mykiss*)的繁殖性能,Tandler等^[9]认为给金头鲷(*Sparus aurata*)的亲鱼投喂必需氨基酸平衡的饲料可促进其卵巢卵黄蛋白的合成,

Cerdá等^[10]报道降低饵料的蛋白水平会降低舌齿鲈(*Dicentrarchus labrax*)卵子的活力。Chong等^[11]的研究也表明:降低饲料中的蛋白水平,会降低剑尾鱼(*Xiphophorus helleri*)亲鱼的鱼苗繁殖量。在海水鱼类胚胎发育过程中,氨基酸(特别是游离氨基酸)是胚胎发育过程中重要的能量来源之一,也是幼体组织和器官发育的重要物质基础^[12]。了解亲鱼性腺发育过程中氨基酸的变化,有助于人们更好的理解亲鱼营养生理和亲鱼性腺发育过程中对氨基酸的需求,不但具有重要的理论意义,还对科学配制亲鱼饲料、大规模人工培育优质亲鱼、提高人工育苗效率等具有重要的实践指导意义。

银鲳(*Pampus argenteus*)是我国主要经济鱼种之一,与大黄鱼、带鱼以及乌贼一起,被称为“四大海产品”。它的肉质鲜美,是我国新近开发

收稿日期:2007-10-30 修回日期:2008-03-20

资助项目:上海市自然科学基金项目(06ZR14119);中国水产科学研究院东海水产研究所重点实验室开放项目(66701Z2613);上海水产大学博士启动基金(科05216);上海市重点学科建设项目(Y1101);上海市农委重点攻关项目(沪农科攻字2004第8-3号)

通讯作者:黄旭雄, Tel:021-61900416, E-mail: xxhuang@shou.edu.cn

的一种优良的海水鱼类养殖品种,利用海捕野生亲鱼,国内银鲳的人工苗种培育已获得突破^[13-14]。但是有关银鲳亲鱼的营养需求尚未见报道。本文研究了海捕银鲳亲鱼在性腺发育过程中不同组织的氨基酸含量及其变化,以期为开展银鲳亲鱼的人工强化培育提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料采集与处理

银鲳亲鱼于2005年4月及2006年4月采自浙江舟山渔场六横(122°07'E,29°37'N)和大西寨(122°29'E,30°09'N)海域。用定置网捕捞后立即测量叉长、体重,现场解剖,分别取其性腺、肝脏和部分肌肉组织,样品置于冰盒中冷藏带回实验室。

分别从性腺前、中、后部各取少量组织,参照文献[15]的方法鉴定发育期,其余样品置于冷冻干燥机-46℃冻干。干燥后的样品用组织捣碎机粉碎均匀后,低温冻存待用。

1.2 氨基酸分析

采用日立L-8800高速氨基酸自动分析仪测定各亲鱼肌肉、肝脏和性腺的总氨基酸含量及性腺组织的游离氨基酸含量。样品测定设1重复。在测定总氨基酸含量时,样品经6 mol/L的盐酸溶液110℃水解24 h。

1.3 数据统计与分析

测定结果以平均值±标准差表示。测定数据用SPSS 11.0软件做ANOVA分析,并Duncan氏多重比较。

表1 银鲳亲鱼的基本生物学特征

Tab.1 The biological characteristics of the broodstocks of *Pampus argenteus*

性别 gender	样本数量 sample number	平均体重(g) mean body weight	平均叉长(cm) mean fork length	发育阶段 developmental stage of gonad
雄 male	10	214.0 ± 69.0	18.9 ± 0.8	IV 和 V 期
雌 female	19	334.0 ± 123.0	21.5 ± 3.1	III、IV 和 V 期

2 结果

在2005年4月及2006年4月,共采集分析了29尾银鲳亲鱼的生化组成。其中,雌性亲鱼19尾,卵巢发育阶段经鉴定分别处于III、IV和V期,各期亲鱼数分别为3、5和11尾;雄性亲鱼10尾,精巢发育处于IV期和V期亲鱼数量分别为8和2尾。经统计,在繁殖季节银鲳亲鱼性腺发育阶段与体重及叉长之间均不存在显著相关。因IV期精巢质量相对小,不能满足氨基酸和脂肪酸等多项指标的测定,本研究仅测定了精巢发育到V期的雄性亲鱼的氨基酸。

2.1 银鲳亲鱼不同组织中的牛磺酸含量

海捕银鲳亲鱼不同组织中的牛磺酸含量存在显著差异(图1)。肌肉组织中的牛磺酸含量最低,极显著低于肝脏和性腺组织($P < 0.01$)。肝脏组织中牛磺酸含量普遍较高,但在雄性亲鱼的V期精巢组织中,牛磺酸含量最高,达27.8 mg/g,极显著高于雌性亲鱼卵巢组织的牛磺酸含量($P < 0.01$)。雌性亲鱼在卵巢从III期发育到V期的过程中,肌肉和卵巢中的牛磺酸含量无显著变化($P > 0.05$),但肝脏的牛磺酸含量在III期

时显著高于IV和V期($P < 0.05$)。

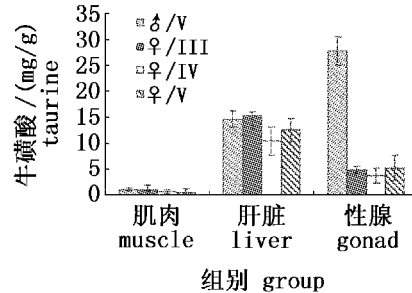


图1 银鲳亲鱼不同组织中的牛磺酸含量

Fig.1 The contents of taurine in different tissues of the *Pampus argenteus* broodstocks

2.2 银鲳亲鱼不同组织中的总氨基酸含量

银鲳V期雄性亲鱼的总氨基酸含量在不同组织中存在极显著差异($P < 0.01$)。肌肉组织含量最高,其次是精巢组织,肝脏中氨基酸总量最低(图2)。卵巢处于III和IV期发育阶段的银鲳亲鱼,其总氨基酸含量均表现为在肌肉组织中极显著高于肝脏和性腺组织($P < 0.01$)。卵巢处于V期发育阶段时,亲鱼肌肉和卵巢中的总氨基酸含量无显著差异($P > 0.05$),但两者均显著高于肝脏组织的总氨基酸含量($P < 0.05$)(图2)。

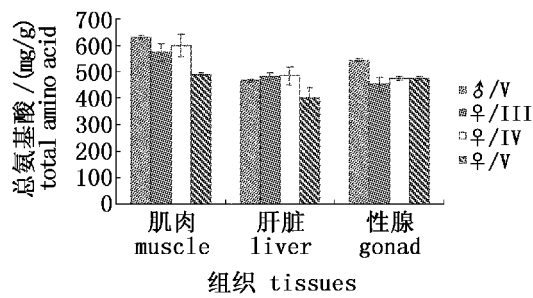


图2 银鲟亲鱼不同组织中的总氨基酸含量
(图中总氨基酸量不包含牛磺酸)

Fig.2 The contents of total amino acid in different tissues of the *Pampus argenteus* broodstocks
(the total amino acids in the figure do not contain taurine)

银鲟亲鱼不同组织中的总必需氨基酸含量的差异规律与组织间总氨基酸含量的差异规律相似(图3)。但总必需氨基酸占总氨基酸的百分含量在不同组织间有不同的变化(图4)。V期雄性亲鱼各组织间必需氨基酸的百分含量无显著差异($P > 0.05$)。卵巢处于III期发育阶段的亲鱼,肌肉和肝脏中必需氨基酸的百分含量无显著差异($P > 0.05$),但两者均显著低于卵巢组织必需氨基酸的百分含量($P < 0.05$)。卵巢处于IV期发育阶段的银鲟亲鱼,必需氨基酸的百分含量在肌肉中显著低于肝脏中,肝脏中显著低于卵巢中($P < 0.05$)。卵巢处于V期发育阶段的银鲟亲鱼,其卵巢中的必需氨基酸百分含量相对较高,但与肌肉和肝脏组织的必需氨基酸百分含量差异不显著($P > 0.05$)。

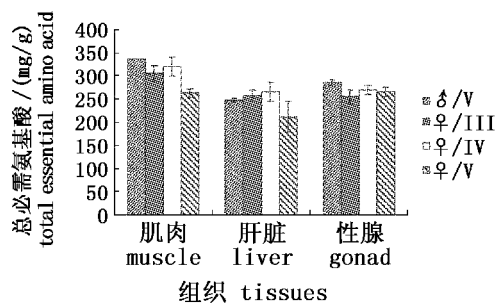


图3 银鲟亲鱼不同组织中的总必需氨基酸含量

Fig.3 The contents of total amino acid in different tissues of the *Pampus argenteus* broodstocks

2.3 不同性腺发育阶段的氨基酸变化

表2所示为不同性腺发育阶段银鲟肌肉组织中总氨基酸的含量和组成。在总氨基酸的含量上,雄性V期亲鱼肌肉总氨基酸含量最高,达

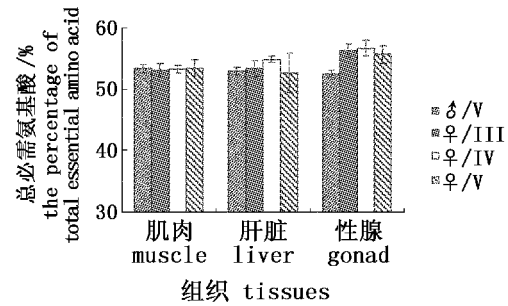


图4 银鲟亲鱼不同组织中的总必需氨基酸的百分含量
(图中总氨基酸量不包含牛磺酸)

Fig.4 The percentage (%) of total amino acid in different tissues of the *Pampus argenteus* broodstocks
(the total amino acids in the figure do not contain taurine)

631.4 mg/g,极显著高于雌性V期亲鱼肌肉总氨基酸含量(491.8 mg/g, $P < 0.01$)。卵巢发育处于III期和IV期的亲鱼肌肉总氨基酸含量极显著地高于V期亲鱼肌肉总氨基酸含量($P < 0.01$)。但在总氨基酸的组成上,不同性别和不同性腺发育阶段的银鲟亲鱼肌肉氨基酸组成无显著变化,肌肉必需氨基酸的百分含量在53.2%~53.5%之间,肌肉中含量比较高的氨基酸分别为Glu、Lys、Asp、Leu和Arg;而Pro、His、Met的含量相对较低。

表3为不同性腺发育阶段银鲟肝脏组织中总氨基酸的含量和组成。对于总氨基酸含量,卵巢发育处于III期和IV期的亲鱼肝脏中总氨基酸含量显著高于V期亲鱼肝脏总氨基酸含量($P < 0.05$)。在总氨基酸的组成上,雄性亲鱼肝脏中含量比较高的氨基酸依次分别为Glu > Asp > Lys > Val > Leu。不同卵巢发育阶段的银鲟亲鱼的肝脏氨基酸组成无显著变化,雌鱼肝脏中含量比较高的氨基酸依次分别为Glu > Lys > Asp > Leu > Val;而His、Met和Pro的含量在肝脏中相对较低。

表4为不同性腺发育阶段银鲟性腺组织中总氨基酸的含量和组成。在总氨基酸的含量上,V期精巢中总氨基酸含量最高,达544.8 mg/g。卵巢发育处于III到V期的亲鱼,其卵巢中总氨基酸含量无显著变化($P > 0.05$),但表现出总氨基酸含量随卵巢发育而递增的趋势。在总氨基酸的组成上,精巢中必需氨基酸的组成占52.5%,含量高的氨基酸为Glu、Asp、Lys、Arg和Val。卵巢

表 2 不同性腺发育阶段银鲌肌肉总氨基酸含量及组成
 Tab.2 The contents and composition of total amino acid in the muscle of *Pampus argenteus* broodstocks in different gonad development stages

性别/性腺发育阶段 gender /the development stage of gonad	♂ / V		♀ / III		♀ / IV		♀ / V	
	含量 (mg/g) content	组成 (%) composition	含量 (mg/g) content	组成 (%) composition	含量 (mg/g) content	组成 (%) composition	含量 (mg/g) content	组成 (%) composition
Asp	68.1 ± 1.8	10.8 ± 0.2	60.2 ± 5.7	10.5 ± 0.5	62.3 ± 5.7	10.4 ± 0.4	50.1 ± 1.2	10.2 ± 0.2
Thr	27.6 ± 4.1	4.4 ± 0.6	25.9 ± 1.0	4.5 ± 0.3	25.8 ± 2.1	4.3 ± 0.4	21.9 ± 0.8	4.5 ± 0.2
Ser	22.0 ± 7.2	3.5 ± 1.1	21.1 ± 2.9	3.7 ± 0.5	21.0 ± 4.4	3.5 ± 0.8	16.8 ± 3.4	3.4 ± 0.7
Glu	91.90 ± 1.5	14.6 ± 0.4	82.5 ± 3.6	14.4 ± 0.3	87.6 ± 8.1	14.6 ± 0.5	70.4 ± 1.8	14.3 ± 0.5
Gly	31.1 ± 3.6	4.9 ± 0.6	29.3 ± 3.6	5.1 ± 0.5	29.7 ± 3.2	4.9 ± 0.3	23.8 ± 3.1	4.8 ± 0.6
Ala	38.6 ± 2.6	6.1 ± 0.4	35.5 ± 2.9	6.2 ± 0.3	37.9 ± 2.8	6.3 ± 0.3	29.3 ± 0.4	6.0 ± 0.1
Val	45.0 ± 5.9	7.1 ± 0.9	39.8 ± 3.6	6.9 ± 0.8	42.7 ± 6.8	7.1 ± 1.0	37.0 ± 5.1	7.5 ± 1.1
Met	18.3 ± 5.1	2.9 ± 0.8	17.9 ± 4.6	3.1 ± 0.7	18.7 ± 3.8	3.1 ± 0.6	15.1 ± 4.9	3.1 ± 1.0
Ile	32.3 ± 3.7	5.1 ± 0.7	28.7 ± 4.8	5.0 ± 0.7	30.5 ± 4.3	5.1 ± 0.6	24.8 ± 4.4	5.0 ± 0.9
Leu	54.3 ± 4.4	8.6 ± 0.8	51.1 ± 3.2	8.9 ± 0.3	53.2 ± 3.7	8.8 ± 0.3	43.2 ± 2.2	8.8 ± 0.4
Tyr	26.3 ± 3.1	4.2 ± 0.4	21.9 ± 1.7	3.8 ± 0.2	23.5 ± 1.9	3.9 ± 0.2	18.3 ± 1.2	3.7 ± 0.3
Phe	30.0 ± 3.8	4.8 ± 0.6	25.5 ± 2.5	4.4 ± 0.4	27.3 ± 2.6	4.5 ± 0.3	21.3 ± 2.3	4.3 ± 0.5
His	15.2 ± 3.4	2.4 ± 0.5	14.1 ± 1.8	2.5 ± 0.3	15.1 ± 2.4	2.52 ± 0.40	10.8 ± 1.1	2.2 ± 0.2
Lys	68.7 ± 1.9	10.9 ± 0.4	61.0 ± 3.4	10.6 ± 0.6	64.3 ± 4.9	10.7 ± 0.4	54.8 ± 2.7	11.1 ± 0.4
Arg	45.7 ± 3.0	7.2 ± 0.6	41.9 ± 4.7	7.3 ± 0.4	43.1 ± 3.4	7.2 ± 0.4	34.4 ± 3.9	7.0 ± 0.7
Pro	16.2 ± 2.0	2.6 ± 0.3	18.9 ± 3.3	3.3 ± 0.5	19.2 ± 3.5	3.17 ± 0.42	19.9 ± 2.0	4.1 ± 0.4
ΣEAA *	337.1 ± 0.9	53.4 ± 0.7	305.6 ± 17.3	53.3 ± 0.7	320.6 ± 20.6	53.2 ± 1.1	263.3 ± 8.9	53.5 ± 1.3
total **	631.4 ± 6.8	100	575.0 ± 33.3	100	601.9 ± 42.3	100	491.8 ± 4.5	100

注: * ΣEAA 包括 9 种氨基酸, Thr, Val, Met, Leu, Ile, Phe, His, Lys, Arg; Trp 在水解过程中被破坏。 ** 总氨基酸中不含牛磺酸

Notes: * The essential amino acids contain Thr, Val, Met, Leu, Ile, Phe, His, Lys and Arg; Trp was destroyed during hydrolysis. ** taurine is not contained in the total amino acids

表 3 不同性腺发育阶段银鲌肝脏总氨基酸含量及组成
 Tab.3 The contents and composition of total amino acid in the liver of *Pampus argenteus* broodstocks in different gonad development stages

性别/性腺发育阶段 gender /the development stage of gonad	♂ / V		♀ / III		♀ / IV		♀ / V	
	含量 (mg/g) content	组成 (%) composition	含量 (mg/g) content	组成 (%) composition	含量 (mg/g) content	组成 (%) composition	含量 (mg/g) content	组成 (%) composition
Asp	44.3 ± 4.0	9.5 ± 0.3	45.6 ± 3.6	9.4 ± 0.7	45.9 ± 4.1	9.5 ± 0.3	39.2 ± 2.1	9.8 ± 0.4
Thr	22.6 ± 2.3	4.8 ± 0.3	23.0 ± 1.1	4.8 ± 0.2	22.8 ± 1.4	4.7 ± 0.3	19.5 ± 2.1	4.9 ± 1.0
Ser	20.0 ± 2.0	4.3 ± 0.7	17.7 ± 3.9	3.6 ± 0.8	18.3 ± 3.1	3.8 ± 0.6	16.6 ± 4.8	4.2 ± 1.6
Glu	61.5 ± 6.1	13.1 ± 0.7	63.8 ± 1.5	13.2 ± 0.4	62.2 ± 1.3	12.9 ± 0.7	51.6 ± 4.5	12.9 ± 0.1
Gly	24.8 ± 2.5	5.3 ± 0.4	27.7 ± 2.0	5.7 ± 0.5	26.2 ± 2.3	5.4 ± 0.4	23.7 ± 6.6	5.9 ± 1.1
Ala	30.9 ± 3.1	6.6 ± 0.3	30.8 ± 1.3	6.4 ± 0.2	30.4 ± 2.7	6.3 ± 0.2	27.4 ± 0.4	6.9 ± 0.6
Val	42.2 ± 4.2	9.0 ± 1.3	39.0 ± 3.5	8.1 ± 0.8	40.7 ± 6.9	8.4 ± 1.2	31.4 ± 1.1	7.8 ± 0.5
Met	10.0 ± 1.0	2.1 ± 0.4	11.5 ± 3.2	2.4 ± 0.6	12.5 ± 3.4	2.6 ± 0.6	10.9 ± 4.3	2.7 ± 0.8
Ile	18.9 ± 1.8	4.0 ± 0.4	22.0 ± 4.0	4.6 ± 0.8	24.2 ± 4.0	5.0 ± 0.7	17.2 ± 7.6	4.2 ± 1.5
Leu	39.7 ± 3.5	8.5 ± 0.5	43.9 ± 1.9	9.1 ± 0.3	44.4 ± 3.5	9.2 ± 0.7	34.9 ± 8.4	8.6 ± 1.3
Tyr	18.6 ± 1.8	4.0 ± 0.4	18.5 ± 1.4	3.8 ± 0.3	19.3 ± 2.9	4.0 ± 0.4	15.3 ± 1.2	3.8 ± 0.7
Phe	25.5 ± 2.5	5.5 ± 0.6	25.5 ± 1.5	5.3 ± 0.2	25.6 ± 2.7	5.3 ± 0.6	19.0 ± 2.9	4.7 ± 0.3
His	13.3 ± 1.3	2.8 ± 0.2	12.0 ± 1.6	2.5 ± 0.3	12.7 ± 1.8	2.6 ± 0.2	9.9 ± 0.8	2.5 ± 0.0
Lys	43.7 ± 3.7	9.3 ± 0.4	46.1 ± 2.4	9.5 ± 0.4	47.7 ± 5.1	9.8 ± 0.4	39.7 ± 4.2	9.9 ± 0.1
Arg	32.0 ± 3.2	6.8 ± 0.4	35.5 ± 3.2	7.3 ± 0.5	35.7 ± 3.1	7.4 ± 0.5	29.4 ± 5.8	7.3 ± 0.7
Pro	20.0 ± 1.8	4.3 ± 0.5	21.4 ± 2.8	4.4 ± 0.7	16.5 ± 1.3	3.4 ± 0.3	15.6 ± 2.1	3.9 ± 0.9
ΣEAA *	247.9 ± 24.5	53.0 ± 5.5	258.6 ± 12.1	53.4 ± 1.3	266.3 ± 19.8	54.9 ± 0.6	211.8 ± 33.0	52.6 ± 3.2
total **	468.0 ± 40.2	100.0	484.0 ± 11.8	100.0	485.2 ± 32.6	100.0	401.1 ± 38.4	100

注: * ΣEAA 包括 9 种氨基酸, Thr, Val, Met, Leu, Ile, Phe, His, Lys, Arg; Trp 在水解过程中被破坏。 ** 总氨基酸中不含牛磺酸

Notes: * The essential amino acids contain Thr, Val, Met, Leu, Ile, Phe, His, Lys and Arg. Trp was destroyed during hydrolysis. ** taurine is not contained in the total amino acids

表 4 不同性腺发育阶段银鲷性腺中总氨基酸含量及组成
Tab. 4 The contents and composition of total amino acid in the gonad of *Pampus argenteus* broodstocks in different gonad development stages

性别/性腺发育阶段 gender / the development stage of gonad	♂ / V		♀ / III		♀ / IV		♀ / V	
	含量 (mg/g) content	组成 (%) composition	含量 (mg/g) content	组成 (%) composition	含量 (mg/g) content	组成 (%) composition	含量 (mg/g) content	组成 (%) composition
Asp	53.8 ± 5.4	9.9 ± 0.3	37.0 ± 2.7	8.2 ± 0.2	37.4 ± 0.6	7.9 ± 0.2	38.3 ± 0.5	8.0 ± 0.0
Thr	26.3 ± 2.6	4.8 ± 0.4	19.9 ± 2.0	4.4 ± 0.4	21.6 ± 1.5	4.6 ± 0.4	22.9 ± 1.6	4.8 ± 0.4
Ser	22.0 ± 2.1	4.0 ± 0.8	18.4 ± 4.0	4.1 ± 0.9	20.6 ± 3.0	4.3 ± 0.7	21.5 ± 4.0	4.5 ± 0.9
Glu	73.3 ± 7.3	13.5 ± 0.3	54.2 ± 3.9	12.0 ± 0.3	56.6 ± 1.1	11.9 ± 0.3	58.5 ± 0.2	12.3 ± 0.2
Gly	29.5 ± 3.0	5.4 ± 0.2	16.3 ± 1.8	3.6 ± 0.3	16.0 ± 1.1	3.4 ± 0.2	17.5 ± 1.7	3.7 ± 0.3
Ala	34.6 ± 3.3	6.4 ± 0.2	34.9 ± 2.1	7.7 ± 0.2	37.7 ± 1.1	7.9 ± 0.3	36.8 ± 0.2	7.7 ± 0.1
Val	47.0 ± 4.7	8.6 ± 1.4	40.1 ± 5.9	8.9 ± 1.4	43.4 ± 5.3	9.1 ± 1.2	42.8 ± 6.8	9.0 ± 1.6
Met	10.7 ± 1.0	2.0 ± 0.6	11.6 ± 3.6	2.6 ± 0.7	12.1 ± 3.3	2.5 ± 0.7	11.8 ± 3.0	2.5 ± 0.6
Ile	21.0 ± 1.8	3.9 ± 0.8	27.8 ± 4.1	6.1 ± 0.9	29.4 ± 3.8	6.2 ± 0.7	28.1 ± 4.1	5.9 ± 0.8
Leu	42.6 ± 4.7	7.8 ± 1.2	42.5 ± 5.7	9.4 ± 1.1	43.7 ± 5.1	9.2 ± 1.0	42.6 ± 6.6	8.9 ± 1.3
Tyr	24.8 ± 3.0	4.5 ± 0.5	18.7 ± 3.1	4.1 ± 0.6	20.7 ± 1.3	4.4 ± 0.3	20.4 ± 1.4	4.3 ± 0.4
Phe	22.7 ± 2.1	4.2 ± 0.2	19.4 ± 1.3	4.3 ± 0.1	20.7 ± 1.4	4.3 ± 0.3	20.5 ± 0.9	4.3 ± 0.1
His	13.6 ± 0.6	2.5 ± 0.2	13.1 ± 1.0	2.9 ± 0.2	13.9 ± 1.1	2.9 ± 0.3	14.6 ± 0.4	3.1 ± 0.1
Lys	52.4 ± 5.2	9.6 ± 0.3	44.2 ± 2.9	9.8 ± 0.1	47.1 ± 2.2	9.9 ± 0.4	45.2 ± 1.2	9.5 ± 0.1
Arg	50.0 ± 3.5	9.2 ± 0.5	36.9 ± 2.8	8.1 ± 0.3	38.2 ± 2.9	8.0 ± 0.5	37.0 ± 3.5	7.8 ± 0.6
Pro	20.6 ± 2.1	3.8 ± 0.2	18.1 ± 1.9	4.0 ± 0.2	17.0 ± 1.2	3.6 ± 0.3	18.5 ± 0.1	3.9 ± 0.1
ΣEAA*	286.3 ± 15.4	52.5 ± 1.2	255.5 ± 15.2	56.4 ± 1.1	270.0 ± 9.6	56.7 ± 1.3	265.5 ± 10.4	55.7 ± 1.4
total**	544.8 ± 26.7	100.0	453.2 ± 26.5	100.0	476.0 ± 6.0	100.0	476.7 ± 6.7	100.0

注: * ΣEAA 包括 9 种氨基酸, Thr, Val, Met, Leu, Ile, Phe, His, Lys, Arg; Trp 在水解过程中被破坏。 ** 总氨基酸中不含牛磺酸
Notes: * The essential amino acids contain Thr, Val, Met, Leu, Ile, Phe, His, Lys and Arg; Trp was destroyed during hydrolysis. ** taurine is not contained in the total amino acids

中必需氨基酸的组成占 55.7% ~ 56.7%, 含量高的氨基酸为 Glu、Lys、Leu、Val 和 Asp。

在性腺游离氨基酸的含量和组成上, 不同性别和不同发育阶段的差异明显(表 5)。在游离氨基酸的含量上, V 期精巢中游离氨基酸含量仅为 37.2 mg/g, 其中必需氨基酸的组成仅占 38.1%, 含量高的氨基酸依次为 Ala > Glu > Trp > Val > Leu。III 期卵巢的游离氨基酸含量仅为 17.7 mg/g, 显著低于 IV 和 V 期卵巢的游离氨基酸水平。在卵巢的发育过程中, 游离氨基酸的组成也略有变化, III 期卵巢中游离氨基酸中含量依次为 Leu > Arg > Phe > Glu > Val; IV 期卵巢中游离氨基酸中含量依次为 Arg > Leu > Val > Lys > Thr; V 期卵巢中游离氨基酸中含量依次为 Leu > Val > Glu > Lys > Arg。随着卵巢从 III 期发育到 V 期, 游离氨基酸中必需氨基酸的比例从 66.7% 降低为 63.0% (表 5)。

3 讨论

银鲷是一种洄游性的鱼类, 其产卵场主要分布在沿海河口咸淡水混合区域。通过对银鲷卵巢

发育周年变化的组织学观察, 在繁殖期过后, 其卵巢发育长期处于重复发育的 II 期, 并在此发育期过冬, 至翌年 3 月下旬卵巢再次发育, 并向产卵场洄游, 银鲷为短期分批产卵类型的鱼类^[16], 一条雌鱼在繁殖期至少可以产 6 次卵^[17], 卵巢内卵母细胞的发育并不完全同步。东海群系的银鲷产卵期为每年的 4-6 月。因此, 在繁殖季节舟山渔场采集到的银鲷亲鱼, 其性腺发育均处于 III 期及其以后阶段。本研究中, 发育界定为 III 期的卵巢, 卵巢中以第 III 时相卵母细胞为主, 同时含有少部分第 I ~ II 时相卵母细胞和 IV 时相的成熟卵母细胞。发育界定为 IV 期的卵巢, 卵巢中卵母细胞主要以第 IV 时相为主, 同时含有少部分第 III 时相和第 I ~ II 时相卵母细胞。发育界定为 V 期的卵巢, 卵巢中含有部分成熟的卵细胞, 同时含有部分第 IV 和第 III 时相卵母细胞。

牛磺酸是一种含硫的非蛋白结构氨基酸, 以游离氨基酸的形式普遍存在于动物体内各组织, 是调节机体正常生理机能的重要生物活性物质之一。牛磺酸重要的生理作用主要表现在可以促进神经系统的发育, 调节渗透压, 参与脂肪代谢, 调

节钙离子的转运,增强细胞膜抗氧化、抗自由基损伤及抗病毒损伤的能力等^[18-20],同时牛磺酸也会影响动物的繁殖性能和免疫机能^[20-22]。本研究发现,无论是雄性还是雌性银鲳亲鱼,其肝脏中的牛磺酸含量整体都比较高。这与肝脏在营养物质的代谢过程中所处的重要地位及牛磺酸的生理作

用有关。从食物中消化吸收的各种营养物质,主要在肝脏中进行贮存和转化。肝脏是鱼类营养物质特别是脂类、蛋白和糖类的合成、分解和转运的重要场所^[23],而牛磺酸对脂肪和糖类的代谢调节发挥着重要的生理作用^[22]。

表5 不同性腺发育阶段银鲳性腺中游离氨基酸含量及组成

Tab.5 The contents and composition of free amino acid in the gonad of *Pampus argenteus* broodstocks in different gonad development stages

性别/性腺发育阶段 gender /the development stage of gonad	♂ / V		♀ / III		♀ / IV		♀ / V	
	含量 (mg/g) content	组成 (%) composition	含量 (mg/g) content	组成 (%) composition	含量 (mg/g) content	组成 (%) composition	含量 (mg/g) content	组成 (%) composition
Asp	1.4±0.1	3.9±0.1	0.9±0.1	5.1±0.2	2.5±0.2	6.0±0.1	1.6±0.2	5.4±0.2
Thr	2.2±0.2	5.8±0.5	1.1±0.3	6.2±1.0	2.9±0.2	7.0±0.1	1.8±0.2	6.2±0.7
Ser	1.4±0.1	3.8±0.3	0.6±0.1	3.4±0.2	2.6±0.5	6.2±0.9	1.6±0.2	5.2±0.5
Glu	5.4±0.5	14.4±1.1	1.6±0.1	9.1±1.8	2.8±0.3	6.8±0.2	2.7±0.3	9.1±0.7
Gly	1.6±0.2	4.4±0.4	0.5±0.1	2.9±0.9	0.8±0.0	1.9±0.0	0.7±0.1	2.3±0.2
Ala	6.0±0.6	16.2±1.5	0.8±0.1	4.8±0.2	2.2±0.3	5.3±0.5	1.7±0.2	5.9±0.4
Val	3.6±0.4	9.6±0.9	1.6±1.2	9.0±5.9	4.2±0.5	10.1±1.8	3.4±0.3	11.4±1.0
Met	0.6±0.1	1.6±0.1	0.4±0.1	2.1±0.4	1.0±0.0	2.4±0.1	0.7±0.1	2.2±0.2
Ile	0.5±0.1	1.4±0.1	0.5±0.1	2.8±0.2	2.2±0.3	5.4±0.3	1.4±0.1	4.8±0.4
Leu	2.3±0.2	6.2±0.5	2.5±0.1	14.1±2.3	4.5±0.2	10.8±0.1	3.7±0.4	12.6±1.1
Tyr	1.0±0.1	2.6±0.2	0.7±0.3	4.1±1.1	1.6±0.3	3.9±0.5	1.1±0.1	3.6±0.2
Phe	1.2±0.1	3.1±0.2	1.8±0.3	10.0±2.6	2.1±0.4	4.9±0.7	1.8±0.1	6.2±0.5
His	0.3±0.0	0.9±0.1	0.5±0.1	2.8±0.1	1.2±0.0	2.9±0.1	0.6±0.1	2.1±0.1
Lys	1.6±0.2	4.4±0.3	1.3±0.0	7.5±0.9	3.9±0.4	9.4±0.4	2.6±0.3	8.8±0.6
Trp	5.1±0.5	13.7±1.2	0.7±0.1	3.9±1.1	1.3±0.3	3.0±0.9	0.8±0.1	2.8±0.1
Arg	1.9±0.2	5.1±0.5	2.2±0.4	12.3±0.7	4.6±0.4	11.1±0.3	2.6±0.3	8.7±0.7
Pro	1.1±0.1	2.9±0.2	0.0±0.0	0.0±0.0	1.1±0.1	2.7±0.4	0.8±0.1	2.6±0.1
Cys	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.1±0.2	0.3±0.4	0.0±0.0	0.0±0.0
ΣEAA	14.2±1.4	38.1±3.5	13.1±1.7	66.7±2.6	26.5±1.5	63.9±0.5	18.7±1.9	63.0±1.1
total *	37.2±3.6	100.0	17.7±1.9	100.0	41.5±2.7	100.0	29.6±2.5	100.0

注: * 表中总氨基酸量不包含牛磺酸

Notes: * The total amino acids in the table do not contain taurine

杨建成等^[24]对雄性大鼠的研究表明:牛磺酸可明显促进雄性大鼠促卵泡生成素、促黄体生成素和睾酮的分泌,促进雄性大鼠精子的生成和成熟。促卵泡生成素对雄性动物的作用是可刺激曲细精管上皮和次级精母细胞的发育,在促黄体生成素和雄激素的协同下使精子发育成熟,刺激曲细精管内足细胞包裹的精细胞的释放。促黄体生成素对雄性动物的作用是刺激雄性动物睾丸间质细胞,促进睾酮生成,在促卵泡生成素和睾酮的协同下,促进精子充分成熟^[25]。体外培养大鼠睾丸间质细胞的实验也表明,牛磺酸对睾丸间质

细胞分泌睾酮有显著的促进作用^[26-27]。本研究也发现,V期精巢中牛磺酸含量最高,比各期卵巢的牛磺酸量都高,推测牛磺酸对雄性银鲳亲鱼的精子生成和成熟也有作用。

对银鲳亲鱼总氨基酸含量的分析表明,卵巢发育为III和IV期的亲鱼,各组织中总氨基酸的含量大小顺序为肌肉>肝脏>卵巢;而卵巢发育为V期的亲鱼,各组织中总氨基酸的含量大小顺序为肌肉>卵巢>肝脏(图2)。而且,在卵巢从III期发育到V期的过程中,肌肉的总氨基酸含量有显著地下降。这与银鲳亲鱼在繁殖季节的生活

习性有关。郑元甲等^[28]认为,银鲱在产卵期内一般不摄食,空胃率达95%以上。在海区采样的过程中,解剖发现所捕获的银鲱亲鱼的胃中也没有食物。一般来说,饥饿胁迫下鱼类将首先动用脂肪作为能源物质,而随着饥饿时间的进一步延长,鱼体会有一定比例的蛋白质被作为能量消耗^[29-30]。肝脏总氨基酸含量在卵巢发育到V期时显著下降,则与肝脏在卵巢发育过程中的生理作用有关。卵巢中卵黄蛋白的形成,主要是在雌激素的作用下,先在肝脏内合成卵黄磷脂蛋白,然后释放到血液,作为卵黄的前体被卵母细胞吸收^[31]。在银鲱亲鱼III期和IV期的卵巢中,由于还含有部分第II和第III时相的卵母细胞,肝脏的合成和转化功能比较旺盛。卵巢发育到V期(伴随饥饿时间的延长),第II和第III时相的卵母细胞数量下降,肝脏中卵黄磷脂蛋白的合成与转化功能有所下降。此外,银鲱亲鱼在繁殖季节,一方面,正常的生理活动要耗能,另一方面,促进卵巢的进一步发育也需要大量的营养物质。在不摄食的状态下,只能动用体内组织(主要是肌肉和肝脏)贮存的营养物质,导致了卵巢发育到V期银鲱肌肉和肝脏总氨基酸含量显著下降。对银鲱亲鱼不同组织脂肪和脂肪酸组成与含量的分析也证实了银鲱亲鱼在性腺发育过程中,肌肉和肝脏中的营养物质大量向卵巢中转移(另文发表)。在卵巢从III期发育到V期的过程中,卵巢的氨基酸含量略有上升,但各期的差异不显著,表明银鲱亲鱼在性腺发育到III期时,尽管卵内营养物质的积累并未完全完成,但卵内氨基酸早于其他营养物质,已基本完成了的积累。

对V期雄性亲鱼和V期雌性亲鱼总氨基酸含量的比较则发现,无论是肌肉、还是肝脏组织,雄性亲鱼都比雌性亲鱼高。造成这种差异的原因可能有两方面:一是雌雄亲鱼在发育过程中往性腺转移的营养物质的量的差异。雌性亲鱼在发育过程中需要在卵巢积累更多的营养物质,而雄性亲鱼往精巢中转移的营养物质相对较少。二是在繁殖过程中银鲱雌性亲鱼比雄性亲鱼耗能更多。而V期的精巢比V期的卵巢含有更高的氨基酸,则与精子和卵子的生化组成有关,与精子相比,卵子中还含有大量的脂类物质。

从总氨基酸百分组成看,不同性别及发育阶段的肌肉组织的氨基酸组成较为恒定,反映了物

种氨基酸组成的保守性^[32]。不同发育阶段的卵巢氨基酸的组成无显著差异。雄性亲鱼和雌性亲鱼的肝脏总氨基酸组成略有差异。但精巢和卵巢的氨基酸组成有显著差异。这也表明,在氨基酸组成上,肌肉相对肝脏和性腺而言具有更好的保守性。

刚产出的海水鱼类的卵子中总氨基酸的含量占干物质的40.0%~60.0%^[33-35],这些氨基酸包括蛋白质中的氨基酸,其他大分子中的氨基酸和游离氨基酸。本研究中测得的V期卵巢的氨基酸总量占卵巢干物质的47.7%,与前人的研究基本一致。Thorsen等^[36]报道海水鱼类浮性卵中游离氨基酸占总氨基酸的比例可以达到50.0%以上。但在海水鱼类沉性卵中游离氨基酸仅占总氨基酸量的2.0%~5.0%^[36-37]。在游离氨基酸的组成上,尽管Thorsen等^[36]及Rønnestad等^[38]认为海水鱼类浮性卵中的游离氨基酸组成具有明显的相似性,含量高的氨基酸为亮氨酸、缬氨酸、异亮氨酸、丙氨酸和丝氨酸等中性氨基酸。但某些鱼类的游离氨基酸仍然存在一些变化^[33]。银鲱在正常海水中属于产浮性卵的海水鱼类,但本研究中V期卵巢的游离氨基酸占总氨基酸的比例远低于50.0%,而与产沉性卵的海水鱼类的鱼卵相接近。银鲱V期卵巢中含量高的游离氨基酸依次为Leu>Val>Glu>Lys>Arg,与上述文献的报道也有差异。这一方面可能与银鲱V期卵巢中含有未成熟卵及其他组织有关,另一方面与鱼的种类特异性是否也有关系,仍需作进一步的研究。

由于采样的限制,未能获得性腺发育处于I期和II期的银鲱亲鱼,有关性腺早期发育过程中银鲱体内不同组织的氨基酸及其变化情况,仍有待进一步研究。

参考文献:

- [1] Izquierdo M S, Fernández-Palacios H, Tacon A G J. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish [J]. *Aquaculture*, 2001, 197(1-4): 25-42.
- [2] 王武. 鱼类增养殖学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000:167-171.
- [3] 常青, 梁萌青, 薛华, 等. 亲鱼营养的研究进展[J]. *海洋水产研究*, 2002, 23(2): 65-71.
- [4] Watanabe T, Vassallo-Agius R. Broodstock nu-

- trition research on marine finfish in Japan [J]. *Aquaculture*, 2003, 27 (1-4): 35-61.
- [5] Fernández-Palacios H, Izquierdo M S, Robaina L, *et al.* The effect of dietary protein and lipid from squid and fish meals on egg quality of broodstock for gilthead seabream (*Sparus aurata*) [J]. *Aquaculture*, 1997, 148: 233-246.
- [6] Fernández-Palacios H, Izquierdo M S, Robaina L, *et al.* Effect of n-3 HUFA level in broodstock diets on egg quality of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) [J]. *Aquaculture*, 1995, 132 (3-4): 325-337.
- [7] Rainuzzo J R, Reitan K I, Olsen Y. The significance of lipids at early stages of marine fish: a review [J]. *Aquaculture*, 1997, 155: 103-115.
- [8] Watanabe T, Takeuchi T, Saito M, *et al.* Effect of low protein-high calorie or essential fatty acid deficiency diet on reproduction of rainbow trout [J]. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 1984, 50 (7): 1207-1215.
- [9] Tandler A, Harel M, Koven W M, *et al.* Broodstock and larvae nutrition in gilthead seabream *Sparus aurata* new findings on its involvement in improving growth, survival and swim bladder inflation [J]. *Israel Journal of Aquaculture*, 1995, 47: 95-111.
- [10] Cerdá J, Carrillo M, Zanuy S, *et al.* Influence of nutritional composition of diet on sea bass, *Dicentrarchus labrax* L., reproductive performance and egg and larval quality [J]. *Aquaculture*, 1994, 128: 345-361.
- [11] Chong A S C, Ishak S D, Osman Z, *et al.* Effect of dietary protein level on the reproductive performance of female swordtails *Xiphophorus helleri* (Poeciliidae) [J]. *Aquaculture*, 2004, 234: 381-392.
- [12] Rønnestad I, Tonheim S K, Fyhn H J, *et al.* The supply of amino acids during early feeding stages of marine fish larvae: a review of recent findings [J]. *Aquaculture*, 2003, 227: 147-164.
- [13] 施兆鸿, 王建钢, 高露姣, 等. 银鲳繁殖生物学及人工繁育技术的研究进展[J]. *海洋渔业*, 2005, 27(3): 246-250.
- [14] 施兆鸿, 黄旭雄, 李伟微, 等. 养殖银鲳幼鱼体脂含量及脂肪酸组成的变化[J]. *上海水产大学学报*, 2008, 17(4): 435-439.
- [15] 施兆鸿, 罗海忠, 高露姣, 等. 灰鲳卵巢发育的组织学研究[J]. *海洋水产研究*, 2006, (4): 1-5.
- [16] 龚启祥, 倪海儿. 东海银鲳卵巢周年变化的组织学观察[J]. *水产学报*, 1989, 13(4): 316-325.
- [17] Almatar S M. Spawning frequency, fecundity, egg weight and spawning type of silver pomfret, *Pampus urgenteus* (Euphrasen) (Stromateidae), in Kuwait waters [J]. *Journal of Applied Ichthyology*, 2004, 20(3): 176-188.
- [18] 温宝书, 张敏. 牛磺酸的细胞保护作用[J]. *中国药理学杂志*, 1995, 30(8): 451-452.
- [19] 唐毅, 李萍. 牛磺酸对大鼠心肌 Ca^{2+} 调节作用的研究[J]. *中国药理学通报*, 1991, 7(4): 263-266.
- [20] 李建华, 刘东文, 方丽云, 等. 牛磺酸的生理功能及其在畜禽饲料中的应用进展[J]. *安徽农业科学*, 2007, 35(15): 4540-4541.
- [21] 何天培, 王玉江. 牛磺酸在猫营养中的作用[J]. *国外畜牧科技*, 1994, 21(2): 36-37.
- [22] 王俊萍, 冀建军, 黄仁录. 牛磺酸营养研究进展[J]. *中国畜牧杂志*, 2005, 41(12): 57-59.
- [23] 王义强, 黄世蕉, 赵维信, 等. *鱼类生理学* [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1990: 148-168.
- [24] 杨建成, 冯颖, 孙长勉, 等. 牛磺酸对雄性大鼠生殖激素分泌水平的影响[J]. *安徽农业科学*, 2007, 35(11): 283-3284.
- [25] 王建辰. *家畜生殖内分泌学* [M]. 北京: 农业出版社, 1993: 61-68.
- [26] 杨建成, 冯颖, 吴高峰, 等. 牛磺酸对体外培养大鼠睾丸间质细胞睾酮分泌的影响[J]. *安徽农业科学*, 2007, 35(15): 4529-4533.
- [27] 冯颖, 杨建成, 石娇, 等. 牛磺酸对大鼠睾丸间质细胞分泌睾酮的影响及作用机理初探[J]. *畜牧兽医学报*, 2006, 37(12): 1293-1296.
- [28] 郑元甲, 陈雪忠, 程家骅, 等. *东海大陆架生物资源与环境* [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2003: 379-388.
- [29] Jossion N, Jossion B. Body composition and energy allocation in life history stages of trout [J]. *Journal of Fish Biology*, 1998, 53: 1306-1316.
- [30] Bergo K, Bremset G. Seasonal changes in the body composition of young riverine Atlantic salmon and brown trout [J]. *Journal of Fish Biology*, 1998, 52: 1272-1288.
- [31] 麦贤杰, 黄伟健, 叶富良, 等. *海水鱼类繁殖生物学和人工繁育* [M]. 北京: 海洋出版社, 2005: 40-41.
- [32] 黄旭雄, 陈马康, 魏文志. 几种植物浆养殖卤虫的饵料效果[J]. *水产学报*, 2000, 24(3): 254-258.
- [33] Rønnestad I, Thorsen A, Finn R N. Fish larval

- nutrition; a review of recent advances in the roles of amino acids [J]. *Aquaculture*, 1999, 177: 201 – 216.
- [34] Rønnestad I, Robertson R R, Fyhn H J. Free amino acids and protein content in pelagic and demersal eggs of tropical marine fishes [M]// MacKinlay D D, Eldridge M, Eds. *The fish egg*. Bethesda: American Fisheries Society, Physiology Section, 1996: 81 – 84.
- [35] Fyhn H J. First feeding of marine fish larvae: are free amino acids the source of energy? [J]. *Aquaculture*, 1989, 80: 111 – 120.
- [36] Thorsen A, Fyhn H J, Wallace R. Free amino acids as osmotic effectors for oocyte hydration in marine fishes [M]// Walther B T, Fyhn H J, Eds. *Physiology and Biochemistry of fish larval development*. Bergen: University of Bergen, 1993: 94 – 98.
- [37] Dabrowski K, Luczynski M, Rusiecki M. Free amino acids in the late embryogenesis and pre-hatching stage in two coregonid fishes [J]. *Biochem Syst Ecol*, 1985, 13: 349 – 356.
- [38] Rønnestad I, Fyhn H J. Metabolic aspects of free amino acids in developing marine fish eggs and larvae [J]. *Rev Fish Sci*, 1993, 1: 239 – 259.

The amino acids in different tissues of silver pomfret (*Pampus argenteus*) broodstock and their change with the gonad development

HUANG Xu-xiong¹, SHI Zhao-hong², LI Wei-wei¹,
ZHOU Hong-qi¹, LUO Hai-zhong³, FU Rong-bing³

(1. Key Laboratory of Exploration and Utilization of Aquatic Genetic Resources,
Shanghai Ocean University, Ministry of Education, Shanghai 201306, China;

2. East China Sea Fisheries Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China;

3. Fisheries Institute of Zhoushan City, Zhejiang Province, Zhoushan 316000, China)

Abstract: The silver pomfret (*Pampus argenteus*) is one kind of newly exploited marine culture species in China. The nutritional characteristics of silver pomfret broodstock during the gonad development have not been reported. The amino acids of the muscle, liver and gonad tissues of the wild-caught silver pomfret (*Pampus argenteus*) broodstocks from Zhoushan fishery in the East China Sea were investigated with Hitachi L-8800 highspeed amino acid analyzer in this study. The changes of content and composition on amino acid in different tissues with the gonad development were also analyzed. The results indicated that the spermary in V stage of the male broodstock had the highest taurine content, 27.8 mg/g, which was significantly higher than that in muscle or in liver of the broodstocks respectively. The total amino acids of muscle, spermary and liver of the V stage of the male broodstocks were 631.4 mg/g, 544.8 mg/g and 468.0 mg/g respectively. While in female broodstocks, the taurine content (13.7 mg/g) in liver tissue was significantly higher than those in ovary and muscle tissues. The total amino acid contents of muscle and liver of the broodstocks in V stage declined significantly as the ovary developed from III stage to V stage. While the total amino acid content of ovary was stable during the ovary development from III stage to V stage. Glu, Lys, Asp, Leu and Arg were dominant in total amino acid composition of the muscle, while Glu, Lys, Asp, Val and Leu, Glu, Asp, Lys, Arg and Val, Glu, Lys, Leu, Val and Asp were dominant in total amino acid compositions of liver, spermary and ovary respectively. There were no effects of gender and ovary development stages on the total amino acid composition of the muscle. The free amino acid contents of ovaries in III, IV and V stages were 17.7 mg/g, 41.5 mg/g and 29.6 mg/g respectively. The compositions on free amino acid in ovaries were significantly variable during the development from III stage to V stage. Although the amino acids of silver pomfret broodstock at I and II stages need to be studied further, the results of this paper suggest that the total amino acid in muscle, liver and gonad and free amino acid in gonad are variable as the gonad development.

Key words: silver pomfret (*Pampus argenteus*); broodstocks; amino acid; muscle; liver; gonad