

山泉水人工养殖金鲢鱼卵及鱼皮营养成分的测定与分析

蒋左玉¹, 李 建¹, 姚俊杰^{1,*}, 熊铎龙¹, 柏后伟², 何 丁¹

(1. 贵州大学动物科学学院水产科学系, 贵州 贵阳 550025; 2. 贵州省景顺农业有限公司, 贵州 贵阳 550000)

摘 要: 为了开发利用金鲢 (*Oncorhynchus mykiss*) 鱼卵和鱼皮, 对养殖的金鲢鱼卵和鱼皮营养成分进行测定。结果表明: 鱼卵和鱼皮均含有18种氨基酸, 鱼卵中必需氨基酸 (essential amino acids, EAA) 含量/氨基酸总量 (amount of amino acid, TAA) 为43.0%, EAA/非必需氨基酸 (non-essential amino acids, NEAA) 含量为75.5%, 鱼皮中EAA/TAA为20.7%, EAA/NEAA为26.0%, 但鲜味氨基酸 (delicious amino acid, DAA) 含量/TAA较高 (50.1%), 且DAA以甘氨酸 (Gly) 含量 (180.0 mg/g) 最高; 鱼卵和鱼皮中分别含有22种和18种脂肪酸, 鱼卵和鱼皮的不饱和脂肪酸总量分别为83.11%和66.96%, 且多不饱和脂肪酸总量分别为58.51%和29.55%, 鱼卵中二十碳五烯酸和二十二碳六烯酸总量为16.53%, 高于鱼皮 (2.90%); 鱼卵中P含量最高, Mn含量最低, 分别为10 520.00、1.79 mg/kg; 鱼皮中Ca含量最高, Mn含量最低, 分别为9 199.03、0.50 mg/kg; 鱼卵中Mg、P、Cu、Zn、Mn和Se含量显著高于鱼皮, 而K、Ca和Fe含量明显低于鱼皮。本研究说明鱼卵属优质蛋白源, 鱼皮含有丰富的胶原蛋白, 且鱼卵和鱼皮中均含有丰富的矿物质和不饱和脂肪酸, 具有较大的潜在开发利用价值。

关键词: 山泉水; 金鲢; 鱼卵; 鱼皮; 营养成分

Nutritional Components of Eggs and Skin of *Oncorhynchus mykiss* Walbaum Cultured in Spring Water

JIANG Zuoyu¹, LI Jian¹, YAO Junjie^{1,*}, XIONG Hualong¹, BAI Houwei², HE Ding¹

(1. Department of Fisheries Science, College of Animal Sciences, Guizhou University, Guiyang 550025, China;

2. Invesco Agriculture Co. Ltd. of Guizhou Province, Guiyang 550000, China)

Abstract: The nutritional components of eggs and skin of *Oncorhynchus mykiss* Walbaum cultured in spring water in Guizhou province were determined. The results showed that 18 kinds of amino acids were found in eggs and the skin; the ratios of essential amino acid to total amino acid and to non-essential amino acid in eggs were 43.0% and 75.5%, respectively, while those in skin were 20.7% and 26.0%, respectively, but the ratio of delicious amino acid (DAA) to total amino acid was higher (50.1%) with glycine (180.0 mg/g) being the most abundant DAA. The eggs and skin contained with 22 and 18 kinds of fatty acids, respectively, in which the saturated fatty acids accounted for 83.11% and 66.96%, respectively, and the polyunsaturated fatty acids accounted for 58.51% and 29.55%, respectively. The proportion of EPA + DHA was 16.53% in eggs, which was higher than that in skin (2.90%). In eggs, P was the most abundant and Mn the least abundant mineral element, and their contents were 10 520.00 and 1.79 mg/kg, respectively. In skin, the content of Ca was the highest, and Mn was the lowest, which were 9 199.03 and 0.50 mg/kg, respectively. The contents of predominant mineral elements (Ca, P, Cu, Zn, Mn and Se) in eggs were higher than in skin, while K, Ca and Fe contents were lower than in skin. This research showed that the eggs of farmed *Oncorhynchus mykiss* Walbaum were a high-quality protein source, while the skin contained an abundant amount of collagen. Both eggs and skin were rich in minerals and unsaturated fatty acids, with huge potential for development and utilization.

Key words: spring water; *Oncorhynchus mykiss* Walbaum; fish eggs; fish skin; nutritional component

中图分类号: Q956

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630 (2015) 01-0234-06

doi:10.7506/spkx1002-6630-201501045

收稿日期: 2014-02-27

基金项目: 贵州省教育厅 (水产养殖特色专业) 项目 (801136110201);

贵州大学SRT计划 (鲢鳙鱼类鱼子酱加工) 项目 (贵大SRT字 (2813) 085号)

作者简介: 蒋左玉 (1989—), 女, 硕士研究生, 研究方向为水生动物繁殖与发育生物学。E-mail: gzuzuyjiang@163.com

*通信作者: 姚俊杰 (1968—), 男, 教授, 博士, 研究方向为水生动物繁殖与发育生物学。E-mail: junjieyao@163.com

水产品的副产物,如鱼卵和鱼皮等具有很大的潜在利用价值和开发空间。合理地利用这些资源,使其营养价值得到充分发挥,是研究者值得考虑的问题。鱼类的卵巢具有极高的营养价值,可作为食物,如由鲟鱼(*Acipenser schrenckii*)鱼卵加工而成的鲟鱼鱼子酱,是国际市场畅销的高档食品。目前,国内外许多学者已对鳙鱼(*Oncorhynchus mykiss*)^[1]和鲟鱼类^[2]等鱼的鱼卵进行了营养成分分析,尤其是对鳙鱼卵的研究表明,鳙鱼类的鱼卵和鲟鱼卵一样,粒径较大,营养也比较丰富,可作为加工鱼子酱的原料。同时在虹鳟^[3]和斑点叉尾鮰(*Ictalurus punctatus*)^[4]等鱼的鱼皮方面开展的大量研究工作均表明鱼皮中含有各种营养成分,同时含有大量的胶原蛋白,是一种值得开发的产品。近年来,利用罗非鱼(*Tilapia*)皮、鲮鱼(*Mugil cephalus*)皮及鲟鱼皮等加工而成的食品,在食用方面也占有一席之地。

金鳙(*Oncorhynchus mykiss* Walbaum),属鲑科、鲑亚科、大麻哈鱼属,作为虹鳟的变种,其具有很高的营养价值。近年来,在金鳙肌肉营养成分分析方面已有一些研究^[5-6],而对金鳙鱼卵和鱼皮营养成分的研究较少见^[1]。然而,鳙鱼类的鱼卵可作为加工鱼子酱的原料,而鱼皮可作为食品加工及提取胶原蛋白等深加工的原料。本实验对贵州省山泉水人工养殖的金鳙鱼卵和鱼皮的营养成分进行分析,以期了解金鳙鱼卵和鱼皮的营养价值,更好地综合开发和利用金鳙,同时为消费者提供营养学基础资料。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

实验用鱼于2013年11月28日采自贵州省乌当区景顺农业有限公司,随机选取无病无伤,体质健壮,性腺发育至第IV期的金鳙雌鱼6尾,体长为(34.65±1.87)cm,体质量为(1178.92±46.37)g。取同一批成熟鱼卵和鱼皮备用。

乙醚、盐酸等均为国产分析纯。

1.2 仪器与设备

BQ13-QSY-II型凯氏定氮仪 北京中西远大科技有限公司;EA10型索氏脂肪提取器 杭州凯弗克斯实验室设备有限公司;DRZ-4型马福炉 山西利多器材厂;CS101-A型电热恒温干燥箱 上海雷韵试验仪器制造有限公司;LGJ-70型冷冻干燥器 上海五久自动化设备有限公司;Biochrom 30氨基酸分析仪 英国Biochrom公司;Agilent 6890气相色谱仪 美国Agilent公司;AA-300型原子吸收光谱仪 美国PE公司;721型分光光度计 上海科晓科学仪器有限公司;AFS9130原子荧光仪 成都广普科学仪器有限公司;WFY-28型荧光分光光度计 西安明克斯检测设备有限公司。

1.3 方法

1.3.1 样品处理

实验所用样品为冷鲜样,分别取成熟鱼卵和鱼皮各400g,分别捣碎、混匀后均分成两份,取一份在75℃烘干3h,之后在105℃烘干至恒质量,测定水分含量,粉碎后密封保存于干燥器中,用于一般营养成分的测定;另一份真空冷冻干燥(真空度:10~30Pa,升温速率:1.5℃/min,干燥温度:-40~0℃),粉碎后密封保存于干燥器中,用作氨基酸、脂肪酸和矿质元素的测定。

1.3.2 测定方法

1.3.2.1 常规营养成分的测定

含水量:采用GB 5009.3—2010《食品中水分的测定》中105℃烘干至恒质量的方法测定;粗蛋白:采用GB 5009.5—2010《食品中蛋白质的测定》中微量凯氏定氮的方法测定;粗脂肪:采用GB/T 5009.6—2003《食品中脂肪的测定》中乙醚索氏抽提的方法测定;粗灰分:采用GB/T 6438—2007《饲料中粗灰分的测定》中马福炉550℃灼烧至恒质量的方法测定。

1.3.2.2 氨基酸的测定

采用GB/T 5009.124—2003《食品中氨基酸的测定》中的盐酸水解法测定除色氨酸外的17种氨基酸。将处理好的样品精确称量0.1g后放入玻璃水解管,管内加入6mol/L盐酸15mL,水解管放入冷冻剂中冷冻5min,真空泵抽气后充入高纯氮气,再抽真空充氮气,重复3次,并在充氮气状态下将水解管封口,(110±1)℃水解22h,冷却后定容至50mL,双层滤纸过滤。取1mL滤液于5mL容量瓶中,用真空干燥器于40~50℃水浴真空干燥,残留物用2mL水溶解再干燥,反复进行2次,最后蒸干,用1mL pH 2.2的缓冲液溶解;色氨酸采用荧光分光光度法测定。

1.3.2.3 脂肪酸的测定

按GB/T 5009.168—2003《食品中二十碳五烯酸和二十二碳六烯酸的测定》的方法测定脂肪酸。脂肪酸分析采用毛细管气相色谱法,使用毛细管色谱柱(100m×0.25mm,0.20μm)进行分析。采用自动进样系统,进样口温度为270℃,载气为高纯氮气,流速为19cm/s,分流式进样,分流比为50:1,进样体积为1μL。注温采用程序升温法:130℃保持1min,然后6.5℃/min的速率升温到170℃,之后由6.5℃/min降低到2.75℃/min,升温到215℃保持12min,升温到230℃保持10min;检测温度为280℃。对各脂肪酸的测定是在相同色谱条件下,依据标准脂肪酸的保留时间来确定。

1.3.2.4 矿质元素测定方法

按GB/T 5009—2003《食品卫生检验方法 理化检验》的方法测定Ca、P、K、Na、Mg、Zn、Fe、Cu、Mn和Se元素。

1.3.3 营养品质评价方法

根据联合国粮食及农业组织（Food and Agriculture Organization, FAO）/世界卫生组织（World Health Organization, WHO）1973年建议的氨基酸评分标准模式^[7]和全鸡蛋蛋白质的氨基酸模式^[8]分别按公式（1）、（2）、（3）计算氨基酸评分（amino acid score, AAS），化学评分（chemical score, CS）和必需氨基酸指数（essential amino acid index, EAAI）^[9]。

AAS= aa / AA (FAO/WHO) (1)

CS= aa / AA (egg) (2)

EAAI= √[(100a/ae) × (100b/be) × (100c/ce) × (100d/de) × ... × (100j/je)] (3)

式中：aa为实验样品氨基酸含量/%；AA（FAO/WHO）为FAO/WHO评分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为比较的氨基酸个数；a、b、c、……j为实验蛋白的必需氨基酸含量/%（以干质量计，下同），ae、be、ce、……je为全鸡蛋蛋白质的必需氨基酸含量/%。

1.4 数据处理

实验中每个指标均做6个平行，数据以x̄±s表示，采用SPSS 13.0统计软件进行单因素方差分析，检验数据的差异显著性，当P<0.05时为差异显著。

2 结果与分析

2.1 金鳊鱼皮和鱼卵的一般营养成分

表1 金鳊卵和鱼皮一般营养成分含量 (x̄±s, n=6)
Table 1 Nutritional components in eggs and skin of *Oncorhynchus mykiss* Walbaum (x̄±s, n=6)

营养成分	鱼卵	鱼皮
水分	64.57±0.21 ^a	64.19±0.03 ^a
粗蛋白	25.94±0.07 ^a	30.41±0.12 ^b
粗脂肪	7.37±0.15 ^b	4.29±0.14 ^a
粗灰分	1.09±0.11 ^b	0.74±0.05 ^a

注：表中数据均以湿质量计。同行小写字母不同表示差异显著（P<0.05）。下同。

由表1可知，金鳊鱼皮中粗蛋白含量明显高于鱼卵（P<0.05）。鱼卵中粗脂肪、灰分含量明显高于鱼皮（P<0.05）。鱼卵和鱼皮的水分含量接近，无显著差异（P>0.05）。

2.2 氨基酸组成及营养品质的评价

2.2.1 氨基酸组成

表2 金鳊卵和鱼皮的氨基酸组成 (x̄±s, n=6)

Table 2 Amino acid compositions in eggs and skin of *Oncorhynchus mykiss* Walbaum (x̄±s, n=6)

氨基酸	含量/ (mg/g)	
	鱼卵	鱼皮
天冬氨酸 (Asp)	59.7±2.8 ^a	64.1±1.7 ^b
谷氨酸 (Glu)	76.8±2.4 ^a	95.9±2.1 ^b
甘氨酸 (Gly)	16.8±0.8 ^a	180.0±9.9 ^b
丙氨酸 (Ala)	54.9±0.8 ^a	73.3±4.4 ^b
丝氨酸 (Ser)	37.7±1.3 ^a	42.9±1.1 ^b
酪氨酸 (Tyr)	27.6±1.0 ^b	9.4±0.8 ^a
组氨酸 (His)	18.3±0.6 ^a	22.4±1.4 ^b
精氨酸 (Arg)	42.2±1.5 ^a	73.3±1.4 ^b
脯氨酸 (Pro)	37.4±2.0 ^a	90.2±1.1 ^b
胱氨酸 (Cys)	6.2±0.6 ^b	3.1±0.1 ^a
缬氨酸 (Val)	44.6±1.2 ^b	21.7±1.4 ^a
蛋氨酸 (Met)	15.5±0.7 ^a	16.4±1.6 ^b
异亮氨酸 (Ile)	35.6±1.1 ^b	15.9±1.7 ^a
亮氨酸 (Leu)	63.6±1.6 ^b	30.1±1.5 ^a
苏氨酸 (Thr)	31.3±1.2 ^b	25.5±1.6 ^a
苯丙氨酸 (Phe)	34.8±1.0 ^b	21.5±1.4 ^a
赖氨酸 (Lys)	54.6±1.0 ^b	36.8±1.9 ^a
色氨酸 (Trp)	5.2±0.3 ^b	2.5±0.2 ^a
TAA	662.8±15.0 ^a	825.0±26.8 ^b
NEAA总量	377.6±10.6 ^a	654.6±22.3 ^b
EAA总量	285.2±4.8 ^b	170.4±4.5 ^a
DAA总量	208.2±5.9 ^a	413.3±18.1 ^b
EAA/TAA/%	43.0	20.7
EAA/NEAA/%	75.5	26.0

注：表中数据均以干质量计。

由表2可知，金鳊卵和鱼皮中共测出18种氨基酸，其中包括8种人体必需氨基酸（essential amino acids, EAA），10种非必需氨基酸（non-essential amino acids, NEAA）。鱼卵和鱼皮中6种NEAA（Ser、Gly、Ala、Tyr、Cys、Pro），7种EAA（Val、Met、Phe、Ile、Leu、Lys和Trp）的含量存在显著差异（P<0.05）；鱼皮中2种NEAA（Arg和His）含量高于鱼卵，而Thr的含量低于鱼卵，且存在显著性差异（P<0.05）。氨基酸总量（total amino acid, TAA）、NEAA总量、EAA总量和鲜味氨基酸（delicious amino acid, DAA）总量在鱼卵和鱼皮间均存在显著性差异（P<0.05）。鱼皮中Asp、Glu、Ser、Gly、Ala、Met、Pro、His和Arg这9种氨基酸含量高于鱼卵。鱼卵中Tyr、Val、Phe、Ile、Leu和Thr这6种氨基酸含量高于鱼皮。在所测得的18种氨基酸中，鱼卵中Glu含量最高，为76.8 mg/g，Trp含量最低，为5.2 mg/g。鱼皮中Gly含量最高，Trp含量最低，分别为180.0、2.5 mg/g。

2.2.2 氨基酸营养品质评价

将表2中数据的6.25倍与FAO/WHO建议的氨基酸评分标准模式和全鸡蛋蛋白质的氨基酸模式进行比较，分别计算出金鳊卵和鱼皮ASS、CS和EAAI，结果见表3。关于AAS，鱼卵中Tyr+Phe最高，Trp和Met+Cys最低，分别为第一、第二限制性氨基酸；而鱼皮中Lys最高，

Trp和Ile最低, 分别为第一、第二限制性氨基酸。鱼卵和鱼皮中EAAI分别为58.88%和33.72%。

表3 金鲢卵和鱼皮的ASS、CS和EAAI的比较分析
Table 3 Comparative analysis of ASS, CS and EAAI in eggs and skin of *Oncorhynchus mykiss* Walbaum

指标	氨基酸	FAO/WHO评分模式	鸡蛋蛋白	鱼卵	鱼皮
AAS	异亮氨酸 (Ile)	250		0.89	0.39
	亮氨酸 (Leu)	440		0.91	0.43
	赖氨酸 (Lys)	340		1.01	0.68
	苏氨酸 (Thr)	250		0.78	0.64
	缬氨酸 (Val)	310		0.90	0.44
	色氨酸 (Trp)	60		0.54	0.26
	蛋氨酸+胱氨酸 (Met+Cys)	220		0.63	0.55
	苯丙氨酸+酪氨酸 (Tyr+Phe)	380		1.03	0.51
CS	异亮氨酸 (Ile)		331	0.67	0.30
	亮氨酸 (Leu)		534	0.74	0.35
	赖氨酸 (Lys)		441	0.78	0.53
	苏氨酸 (Thr)		292	0.67	0.54
	缬氨酸 (Val)		410	0.68	0.33
	色氨酸 (Trp)		99	0.33	0.16
	蛋氨酸+胱氨酸 (Met+Cys)		386	0.36	0.50
	苯丙氨酸+酪氨酸 (Tyr+Phe)		565	0.69	0.34
EAAI/%				58.88	33.72

2.3 脂肪酸组成

表4 金鲢卵和鱼皮中脂肪酸组成及含量 ($\bar{x} \pm s$, $n=6$)
Table 4 Fatty acid compositions in eggs and skin of *Oncorhynchus mykiss* Walbaum ($\bar{x} \pm s$, $n=6$)

脂肪酸种类	鱼卵	鱼皮	%
豆蔻酸	0.72±0.09 ^a	8.02±0.11 ^b	
十五碳烷酸	0.14±0.01 ^a	0.32±0.03 ^b	
棕榈酸	12.32±0.09 ^a	21.16±1.07 ^b	
十七碳烷酸	0.18±0.02 ^a	0.44±0.07 ^b	
硬脂酸	3.47±0.09 ^b	1.87±0.02 ^a	
二十二碳烷酸	0.06±0.01 ^a	1.23±0.12 ^b	
二十四碳烷酸	—	—	
饱和脂肪酸总量	16.89±0.24 ^a	33.04±0.70 ^b	
十六碳烯酸	2.08±0.12 ^b	4.52±0.12 ^b	
十七碳烯酸	0.14±0.01 ^a	0.12±0.03 ^a	
反-9-十八碳烯酸	—	0.33±0.08	
顺-9-十八碳烯酸	21.52±1.37 ^a	32.44±0.48 ^b	
二十碳烯酸	0.80±0.06	—	
二十二碳烯酸	0.06±0.02	—	
二十四碳烯酸	—	—	
单不饱和脂肪酸总量	24.60±1.52 ^a	37.41±0.25 ^b	
二十碳二烯酸	3.10±0.09 ^b	1.78±0.08 ^a	
二十二碳二烯酸	0.53±0.02 ^b	0.39±0.08 ^a	
反式亚油酸	—	—	
顺式亚油酸	28.60±1.51 ^b	7.95±0.01 ^a	
十八碳三烯酸 ($n-6$)	1.00±0.05 ^b	1.09±0.05 ^b	
十八碳三烯酸 ($n-3$)	3.10±0.11 ^b	1.48±0.10 ^a	
二十碳三烯酸 ($n-6$)	2.18±0.07 ^b	0.67±0.07 ^a	
二十碳三烯酸 ($n-3$)	0.20±0.02	—	
二十碳四烯酸 ($n-6$)	2.47±0.11 ^a	12.29±0.67 ^b	
二十碳五烯酸 ($n-3$, EPA)	1.85±0.11 ^a	2.90±0.07 ^b	
二十二碳五烯酸 ($n-3$, DPA)	0.80±0.04	—	
二十二碳六烯酸 ($n-3$, DHA)	14.68±0.93	—	
多不饱和脂肪酸总量	58.51±1.83 ^b	29.55±0.96 ^a	
EPA+DHA总量	16.53±0.83 ^b	2.90±0.07 ^a	
$n-3$ 多不饱和脂肪酸总量	20.63±0.66 ^b	4.38±0.17 ^a	
$n-6$ 多不饱和脂肪酸总量	34.25±1.29 ^b	22.00±0.64 ^a	

注: 表中数据均以干质量计。— 未检出。

如表4所示, 鱼卵中共检测到6种饱和脂肪酸 (saturated fatty acid, SFA), 5种单不饱和脂肪酸 (monounsaturated fatty acid, MUFA), 11种多不饱和脂肪酸 (polyunsaturated fatty acids, PUFA)。鱼皮中共检测到6种SFA, 4种MUFA, 8种PUFA。鱼皮中十五碳烷酸和十七碳烷酸含量高于鱼卵, 除十七碳烯酸在鱼皮和鱼卵间差异不显著外, 其余脂肪酸含量在鱼皮和鱼卵间均存在显著性差异 ($P<0.05$)。从脂肪酸组成来看, 鱼皮中SFA总量 (33.04%) 和MUFA总量 (37.41%) 显著高于鱼卵, 鱼卵中分别为16.89%和24.60%。金鲢鱼卵的EPA+DHA总量和 $n-3$ PUFA总量和 $n-6$ PUFA总量分别占16.53%、20.63%和34.25%, 显著高于鱼皮; 鱼卵和鱼皮中 $n-3$ PUFA总量均显著低于 $n-6$ PUFA总量 ($P<0.05$)。

2.4 矿物质和微量元素含量

表5 金鲢卵和鱼皮中矿质元素含量 ($\bar{x} \pm s$, $n=6$)
Table 5 Mineral contents in eggs and skin of *Oncorhynchus mykiss* Walbaum ($\bar{x} \pm s$, $n=6$)

矿质元素	鱼卵	鱼皮	mg/kg
Na	—	606.40±4.80	
K	3 469.01±91.05 ^a	3 604.00±100.17 ^b	
Mg	1 409.00±15.00 ^b	350.50±9.01 ^a	
Ca	1 916.00±27.00 ^a	9 199.03±52.01 ^b	
P	10 520.00±370.07 ^b	7 806.00±7.02 ^a	
Cu*	4.45±0.06 ^b	2.18±0.03 ^a	
Zn*	125.05±0.04 ^b	34.04±0.02 ^a	
Fe*	28.11±0.09 ^a	31.64±0.05 ^b	
Mn*	1.79±0.13 ^b	0.50±0.02 ^a	
Se*	2.60±0.01 ^b	0.70±0.02 ^a	

注: 表中数据以干质量计; — 未检出 (检出限为 50 mg/kg); *. 微量元素。

如表5所示, 鱼卵中P含量最高, Mn含量最低, 鱼皮中Ca含量最高, Mn含量最低, 鱼卵中未检测到Na元素。鱼卵中Mg、P、Cu、Zn、Mn和Se含量均显著高于鱼皮, 而K、Ca和Fe含量明显低于鱼皮 ($P<0.05$)。

3 讨论

3.1 金鲢鱼卵营养组成特点

通过对金鲢鱼卵的营养成分分析表明, 其营养价值很高, 是一种典型的高蛋白、低脂肪食品, 必需氨基酸所占比例高, 且富含各种不饱和脂肪酸, 对防治心血管疾病等重要生理功能^[10]。17种氨基酸中, 鱼卵的Glu含量最高, 其不仅是鲜味氨基酸, 还是脑组织生化代谢中的重要氨基酸, 参与多种生理活性物质的合成^[11]。FAO/WHO推荐的理想蛋白质模式认为, 质量较好的蛋白质其EAA/TAA之比在40%左右, EAA/NEAA大于60%^[12]。鱼卵中EAA/TAA为43.0%, EAA/NEAA为75.5%, 其氨基酸组成符合FAO/WHO指标要求, 即氨基

酸平衡效果较好,属于优质的蛋白质。PUFA能有效降低心血管疾病的发病率,是人和动物生长发育的必需脂肪酸^[11],金鲳鱼卵中PUFA总量所占比例为58.51%,尤其EPA+DHA总量高达16.53%。鱼卵中Zn含量最高,Cu和Se含量也相对高,Zn和Cu能够诱导合成更多金属硫蛋白与进入机体的Cd、Hg、Pb等有毒的重金属结合而失去毒性,Zn和Se有抗衰老作用^[13]。所以食用金鲳鱼卵加工的产品在使人们远离Pb、Hg、Cd等毒害的同时也能延年益寿。

对鲢鱼卵的营养成分进行分析,一方面可以了解亲鱼营养生理需求和仔幼鱼营养需求,另一方面可以了解鲢鱼卵营养特点与用来加工鱼子酱的鲢鱼卵营养组成的差异。研究表明,水产动物机体营养成分的组成及含量除受到遗传因素的影响外,还因年龄、栖息环境、投饵及不同鱼类对营养代谢的差异等条件变化而变化^[14-16]。本实验结果表明,金鲳鱼卵水分含量(64.57%)与鲢鱼卵(62.83%~64.88%)相近,粗蛋白平均含量为25.94%,与鲢鱼类卵(20.38%~26.00%)相近,粗脂肪含量(7.37%)低于鲢鱼类卵^[2](14%~20%)。从氨基酸组成特点来看,金鲳鱼卵的EAA总量(28.52%)、DAA总量(20.82%)和EAA/TAA(43.03%)分别高于鲢鱼卵EAA总量(21.67%~24.64%)、DAA总量(18.38%~20.69%)和EAA/TAA(40.00%~40.30%)^[9,17]。金鲳鱼卵中SFA总量(16.89%)和MUFA总量(24.60%)均分别低于鲢鱼卵中的SFA总量(24.10%~26.39%)和MUFA总量(34.89%~46.50%),PUFA总量(58.51%)高于鲢鱼卵PUFA总量(16.30%~39.30%),但EPA+DHA总量(16.53%)稍低于鲢鱼类卵(16.83%~19.47%)^[9,17]。矿物质对维持人体正常生理机能与物质代谢起着重要作用,金鲳鱼卵中含丰富的矿物质,尤其Ca和Zn的含量分别为1916、125.05 mg/kg,高于史氏鲟Ca(2.30 mg/kg)和Zn(18.00 mg/kg)^[18]。综和以上结果比较分析可知,与鲢鱼卵各营养成分相比,金鲳鱼卵无疑是价格高昂的鲢鱼鱼子酱的良好代替品。

3.2 金鲳鱼皮营养组成特点

本实验对金鲳鱼皮的基本成分、氨基酸组成、脂肪酸组成及矿质元素含量进行了分析。结果表明,鱼皮粗蛋白含量高,是较为经济的潜在蛋白质资源。金鲳鱼皮中Gly含量最高,Pro和Ala含量也较高,这与鱼皮中高含量的胶原蛋白有关。而其EAA/TAA为20.7%,EAA/NEAA为26.0%,均未达到FAO/WHO的理想模式^[12],这与对虹鳟^[3]和斑点叉尾鲷^[4]等鱼的鱼皮的研究结果一致。显然,金鲳鱼皮不是营养意义上的优质蛋白质,存在着氨基酸的不平衡性,在食用时应注意根据氨基酸的互补性进行搭配。但金鲳鱼皮的F值较高,为2.19,而高F值寡肽是一类含有高支链氨基酸和低芳香族氨基酸的特殊生物活

性肽,能改善肝功能、病人蛋白质营养失常状态及抗疲劳等^[19]。金鲳鱼皮中粗脂肪含量较高,为4.29%,可能是由于金鲳是冷水鱼类,皮下聚集较多的脂肪有利于抗寒和耐低氧,这与刘丛力等^[3]报道的虹鳟鱼皮的高脂性一致,同时说明金鲳鱼皮的不饱和脂肪酸所占比例高,且其粗脂肪含量在3.5%~4.5%范围之内,具有良好的适口性,既增加鱼皮风味又对防治心脑血管方面的疾病具有重要作用。金鲳鱼皮富含丰富的矿质元素,以Ca含量最高,可作为高Ca食品开发。同时Zn、Cu和Se含量也相对高,对解毒及抗衰老均有重要的作用^[7]。

鱼皮中富含胶原蛋白,对维持皮肤和组织器官的形态结构和修复各损伤组织具有重要作用^[20],胶原蛋白富含Gly、Ala和Pro,其中Gly占30%,Pro和羟脯氨酸(Hyp)共占25%^[3]。本实验结果表明,金鲳鱼皮中Gly、Ala和Pro含量(以干质量计,下同)分别高达18.00%、7.33%和9.02%,虹鳟^[3]鱼皮中Gly(20.16%)含量高于金鲳鱼皮,但Ala(0.74%)和Pro(3.90%)含量低于金鲳鱼皮,低于罗非鱼(*Oreochromis niloticus*)^[18]鱼皮中Gly(20.35%)、Ala(9.00%)和Pro(10.69%)含量,而高于斑点叉尾鲷^[7]鱼皮中Gly(12.86%)、Ala(5.61%)和Pro(6.56%)含量。虹鳟^[6]、罗非鱼^[18]和斑点叉尾鲷^[7]鱼皮中胶原蛋白含量分别为69.23%、79.45%和49.96%。由此可知,金鲳鱼皮中胶原蛋白含量应介于69.23%~79.45%之间,但具体含量还有待进一步研究。

4 结 论

金鲳鱼卵的蛋白质中氨基酸配比合理,其EAA/TAA为43.0%,EAA/NEAA为75.5%,符合FAO/WHO指标要求,属优质蛋白质。而鱼皮中EAA/TAA为20.7%,EAA/NEAA为26.0%,均未达到FAO/WHO的理想模式,显然,鱼皮不是营养意义上的优质蛋白质,但其氨基酸中鲜味氨基酸Glu、Asp、Gly、Ala占氨基酸总量的50.1%,尤其以Gly含量(180.0 mg/g)最高。

金鲳鱼卵脂肪酸中不饱和脂肪酸含量很高,占总脂肪酸含量的83.11%,其中EPA+DHA的总量为16.53%,对人类健康有着重要的作用,Gly是胶原蛋白的特征氨基酸,金鲳鱼皮中Gly含量很高。因此,金鲳鱼卵和鱼皮均具有较大的开发利用价值。

金鲳卵和鱼皮富含丰富的矿质元素,鱼皮中Ca含量最高,可作为高Ca食品开发。微量元素中鱼卵和鱼皮均以Zn含量最高,Cu和Se含量也相对高。食用金鲳鱼卵和鱼皮加工的产品既能防止重金属中毒,也能延年益寿。

综合比较可知,金鲳鱼卵营养丰富,营养价值高,是一种很有希望的鲢鱼鱼子酱代替品。总之,鱼卵和鱼皮作为水产品加工后的副产物在一定程度上也具有较高的营养价值。

参考文献:

- [1] 邵东宏. 鲟鱼籽营养成分分析[J]. 农业科技与信息, 2010(9): 57.
- [2] GISBERT E, WILLIOT P, CASTELLÓ-ORVAY F. Fully vitellogenic oocyte amino acid profile of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*, Brandt)[J]. Journal of Applied Ichthyology, 2002, 18(4/6): 347-350.
- [3] 刘丛力, 李娟, 张双灵, 等. 虹鳟鱼皮营养成分及其胶提工艺探讨[J]. 食品研究与开发, 2013, 34(8): 97-99.
- [4] 毛艳贞. 斑点叉尾鮰鱼皮加工及其营养成分分析[D]. 雅安: 四川农业大学, 2012.
- [5] 刘哲, 张昌吉, 王欣, 等. (革丽) 鲟金鳙含肉率及肌肉营养成分分析[J]. 淡水渔业, 2005, 34(6): 23-25.
- [6] 刘哲, 邵东宏, 张玉斌, 等. 甘肃金鳙肌肉脂肪酸组成及营养价值分析[J]. 营养学报, 2009, 31(6): 604-605.
- [7] PELLETT P L, YONG V R. Nutritional evaluation of protein foods[M]. Tokyo: The United National University Press, 1980: 26-29.
- [8] 桥本芳郎. 养鱼饲料学[M]. 蔡完其, 译. 北京: 中国农业出版社, 1980: 114-115.
- [9] 高露姣, 夏永涛, 黄艳青, 等. 俄罗斯鲟鱼卵与西伯利亚鲟鱼卵的营养成分比较[J]. 海洋渔业, 2012, 34(1): 57-63.
- [10] SHIRAI N, HIGUCHI T, SUZUKI H. Analysis of lipid classes and the fatty acid composition of the salted fish roe food products, Ikura, Tarako, Tobiko and Kazunoko[J]. Food Chemistry, 2006, 94(1): 61-67.
- [11] 张昌颖, 李亮, 李昌甫, 等. 生物化学[M]. 2版. 北京: 人民卫生出版社, 1988: 305; 561.
- [12] World Health Organization. Energy and protein requirements[R]. Geneva: WHO, 1973.
- [13] 于朝云, 杨慧. 微量元素与人体生理功能的关系[J]. 山东医药, 2009, 49(9): 113-114.
- [14] KYORSVIK E. Egg quality in fishes[J]. Advances in Marine Biology, 1990, 26: 71-112.
- [15] BOWEN S H. Dietary protein requirements of fishes-a reassessment[J]. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 1987, 44(11): 1995-2001.
- [16] ALASALVAR 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[J]. Food Chemistry, 2002, 79(2): 145-150.
- [17] 饶秋华, 罗士炎, 苏德森, 等. 史氏鲟鱼鱼籽营养成分分析及评价[J]. 农学学报, 2011, 1(5): 28-31.
- [18] 叶小燕, 曾少葵, 余文国, 等. 罗非鱼皮营养成分分析及鱼皮明胶提取工艺的探讨[J]. 南方水产科学, 2008, 4(5): 55-60.
- [19] 董清平, 方俊, 田云, 等. 高F值寡肽研究进展[J]. 现代生物医学进展, 2009, 9(2): 368-370.
- [20] SADOWSKA M, KOŁODZIEJSKA I, NIECIKOWSKA C. Isolation of collagen from the skins of Baltic cod (*Gadus morhua*)[J]. Food Chemistry, 2003, 81(2): 257-262.