

文章编号: 1674-5566(2011)05-0734-07

3 个地理群体大银鱼营养成分的分析与评价

周彦锋¹, 徐东坡¹, 单俊峰², 尤洋¹

(1. 中国水产科学研究院淡水渔业研究中心内陆渔业生态环境与资源重点开放实验室, 江苏无锡 214081; 2. 江苏贝斯特水产高新技术有限公司, 江苏江阴 214400)

摘要: 3个野生大银鱼(*Protosalanx hyalocranius*) 群体样本于2010年12月采集于江苏太湖、黑龙江连环湖和吉林石头口门水库, 分别对其主要营养成分进行了分析, 从营养学的角度分析和评价不同地理群体大银鱼的品质。结果表明: 3个地理群体之间大银鱼蛋白质含量和水分含量没有显著差异($P > 0.05$); 粗脂肪含量在3个群体间差异显著($P < 0.05$)。氨基酸及非必需氨基酸总量以江苏太湖群体中含量最高, 分别占干重的76.14%和45.57%, 黑龙江连环湖最低为71.54%和42.64%, 黑龙江连环湖群体氨基酸总量与其它地理群体差异显著($P < 0.05$)。在脂肪酸总量上, 3个地理群体差异不显著($P > 0.05$)。不饱和脂肪酸在总脂肪酸中的比例大小排列次序为黑龙江地理群体、太湖地理群体、吉林地理群体。吉林地理群体大银鱼的必需氨基酸指数、氨基酸评分和化学评分均高于另外2群体。黑龙江地理群体大银鱼饱和脂肪酸及不饱和脂肪酸总量与其它群体呈现显著性差异($P < 0.05$)。综合比较, 江苏太湖及吉林群体大银鱼的营养价值要优于黑龙江群体。

研究亮点: 以大银鱼为研究对象, 系统地分析了不同地理群体大银鱼营养成分的差异, 评价了其营养价值, 同时探讨了其存在差异的原因。结果表明不同地理群体大银鱼营养成分存在一定的差异, 江苏太湖及吉林群体大银鱼的营养价值要优于黑龙江群体。

关键词: 大银鱼; 群体; 营养评价; 氨基酸; 脂肪酸

中图分类号: Q 493

文献标志码: A

大银鱼(*Protosalanx hyalocranius* Abbott)是银鱼科中个体较大的鱼类, 近年来, 大银鱼的移植工作蓬勃兴起并逐渐被移植到北方的水库、湖泊。国内对大银鱼的研究主要集中在移植和增殖养殖技术等方面, 同时对大银鱼的生长特征、繁殖生物学、遗传结构、遗传多样性和种质资源^[1-6]等方面也进行了少量的研究报道, 而对于大银鱼移植后不同地理群体营养成分、营养价值、氨基酸和脂肪酸含量以及移植后大银鱼营养品质的变化的研究尚属空白, 本文以江苏太湖、黑龙江连环湖和吉林石头口门水库3个地理群体的大银鱼为研究对象, 对其营养成分进行测定, 着重分析了这3个不同地理群体大银鱼的营养指标, 以及其与原种太湖大银鱼在营养指标和

营养品质上的差异, 用以评价大银鱼移植后的效果和品质变化, 为大银鱼的人工移植、种质资源库或其他基础研究提供一定的参照依据。

1 材料与方法

1.1 材料

2010年12月从黑龙江连环湖、吉林石头口门水库和江苏太湖采集大银鱼作为实验材料, 随机各取样100尾, 并测量体重和体长, 黑龙江群体大银鱼平均体重为 (4.26 ± 0.53) g, 平均体长为 (9.08 ± 0.12) cm。吉林群体大银鱼平均体重为 (3.63 ± 0.67) g, 平均体长为 (8.96 ± 0.22) cm。江苏群体大银鱼平均体重为 (6.07 ± 0.71) g, 平均体长为 (11.02 ± 0.19) cm。

收稿日期: 2011-03-02 修回日期: 2011-03-21

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(200903048-03); 江苏省水产三项工程(J2009-4); 中央基本科研业务费(2009JBF09)

作者简介: 周彦锋(1979—), 男, 助理研究员, 研究方向为水生生物学。E-mail: zhouyf@ffrc.cn

通讯作者: 尤洋, E-mail: youy@ffrc.cn

1.2 分析方法

1.2.1 样品制备

将采集的样品分为5组(20尾为1组),粉碎后分别制备样本。样本一部分低温烘干,粉碎,105℃继续烘干,密封保存,用于常规营养成分、微量元素的测定;另一部分冷冻干燥,用于脂肪酸和氨基酸的测定。

1.2.2 常规营养成分分析

按GB5009—85提供的方法分别测定水分、灰分、蛋白质、粗脂肪和碳水化合物。样品使用安捷伦1100型液相色谱仪,按JY/T019—1996提供的方法测定氨基酸组成。使用美国Finnigan公司的Trace MS气相色谱仪,按JY/T003—1996提供的方法测定,按峰面积归一化法计算脂肪酸组成的方法测定常量及微量元素。

1.3 营养品质评价方法

根据FAO/WHO 1973年建议的氨基酸评分标准模式(% ,干重)^[7]和全鸡蛋蛋白质的氨基酸模式(% ,干重)^[8]分别按以下公式计算氨基酸评分(S_{AA})、化学评分(S_C)和必需氨基酸指数(I_{EAA})^[9]:

$$S_{AA} = \frac{Q}{W} \quad (1)$$

$$S_C = \frac{Q}{S} \quad (2)$$

$$I_{EAA} = n \sqrt{\frac{100a}{A} \times \frac{100b}{B} \times \frac{100c}{C} \times \frac{100d}{D} \times \dots \times \frac{100i}{I}} \quad (3)$$

式中: n 为比较的必需氨基酸个数; a, b, c, \dots, i 为样品蛋白质的必需氨基酸含量(% ,干重); $A, B,$

C, \dots, I 为全鸡蛋蛋白质的必需氨基酸含量(% ,干重); Q 为样品氨基酸含量(%); W 为FAO/WHO评分标准模式中同种氨基酸含量(%); S 为全鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量(%)。

1.4 数据处理

实验数据用SPSS 13.0软件进行生物学统计,描述性统计值使用平均值±标准差(mean±SD)表示。 $P < 0.05$ 时,差异显著, $P > 0.05$ 时,差异不显著。

2 结果与分析

2.1 常规营养成分

对3个地理群体大银鱼样品作常规营养成分测定和比较分析(湿重),结果见表1。从表1可见,不同地理群体之间水分和粗蛋白含量差异不显著($P > 0.05$),而黑龙江连环湖群体大银鱼粗脂肪含量明显高于其它群体($P < 0.05$),含量为5.13%,是太湖大银鱼的2.66倍、吉林石头口门大银鱼的1.85倍;3个地理群体大银鱼常规营养成分磷含量比较为黑龙江群体>江苏群体>吉林群体,黑龙江地理群体大银鱼磷含量为吉林的1.74倍,这可能是因为连环湖属于富营养类型,其中总磷(TP)含量较高为0.33 mg/L^[10]造成,太湖和吉林石头口门水库TP含量分别为0.18 mg/L和0.06 mg/L^[11-12]。常规营养分析说明大银鱼属于高蛋白、低脂肪的鱼类,以粗蛋白和粗脂肪含量衡量而言,太湖地理群体大银鱼营养优于其它两个地理群体。

表1 不同地理群体大银鱼常规营养成分比较

Tab.1 Nutritional components of *Protosalanx hyalocranius* in different regions

地理群体	水分/%	粗蛋白/%	粗脂肪/%	灰分/%	磷含量/%
黑龙江	85.26 ± 0.53 ^a	5.65 ± 0.84 ^a	5.13 ± 0.55 ^a	5.59 ± 0.61 ^a	0.46 ± 0.13 ^a
江苏	86.92 ± 0.48 ^a	6.83 ± 0.71 ^a	1.93 ± 0.41 ^b	5.13 ± 0.73 ^a	0.36 ± 0.08 ^a
吉林	86.16 ± 0.37 ^a	6.15 ± 0.42 ^a	2.78 ± 0.83 ^b	6.29 ± 0.66 ^a	0.26 ± 0.13 ^a

注:字母相同表示无差异;字母不同表示差异明显。

2.2 氨基酸组成分析

对3个地理群体大银鱼样品(干样)作氨基酸含量测定和比较分析,结果见表2。从表2可知,不同地理群体大银鱼氨基酸种类齐全,氨基酸的总量(TAA)无显著性差异($P > 0.05$),江苏

群体最高为76.14%,黑龙江群体最低为71.54%,不同地理群体大银鱼氨基酸含量最高的均为谷氨酸(12.16%~13.24%),最低是色氨酸(0.39%~0.50%)。必需氨基酸(EAA)含量丰富,占干重的28.90%~30.78%,最高的为吉

林群体,最低的为黑龙江群体。4种呈味氨基酸(DAA)中,江苏群体DAA总含量最高,占干重的29.53%,黑龙江群体次之为26.68%,吉林群体最低为21.82%,吉林群体与其他群体相比鲜味氨基酸含量差异显著($P < 0.05$),以鲜味氨基酸作为评价标准而言,江苏群体大银鱼口感最佳。必需氨基酸与非必需氨基酸的比值(EAA/NEAA)大小排列次序为吉林地理群体、黑龙江地

理群体、江苏地理群体,吉林群体较高为69.74%,而江苏和黑龙江群体EAA/NEAA接近,两个地理群体差异不显著($P > 0.05$)。据FAO/WHO的理想模式,质量较好的蛋白质其E/T为40%左右,E/N在60%以上,这3个地理群体大银鱼的氨基酸组成均高于FAO/WHO的评价标准,属于比较优质的蛋白源。

表2 不同地理群体大银鱼氨基酸含量测定比较

Tab.2 Amino acids composition of *Protosalanx hyalocranius* in different regions

氨基酸名称	英文缩写	黑龙江	江苏	吉林
精氨酸	Arg	4.00 ± 0.37	5.43 ± 0.75	4.57 ± 0.83
谷氨酸	Glu	12.15 ± 0.58	13.15 ± 0.92	13.24 ± 0.57
天门冬氨酸	Asp	7.08 ± 0.62	7.32 ± 0.79	7.02 ± 0.41
赖氨酸	Lys	6.17 ± 0.53	7.15 ± 0.41	7.57 ± 0.43
丙氨酸	Ala	4.77 ± 0.28	4.78 ± 0.32	4.92 ± 0.51
组氨酸	His	1.33 ± 0.66	1.64 ± 0.88	1.56 ± 0.43
亮氨酸	Leu	5.82 ± 0.89	6.35 ± 0.23	5.89 ± 0.36
丝氨酸	Ser	3.02 ± 0.93	3.27 ± 0.54	2.98 ± 0.35
缬氨酸	Val	3.62 ± 0.64	3.86 ± 0.68	3.80 ± 0.33
蛋氨酸	Met	2.67 ± 0.42	2.66 ± 0.49	2.92 ± 0.63
异亮氨酸	Ile	3.27 ± 0.73	3.31 ± 0.64	3.19 ± 0.70
酪氨酸	Tyr	2.27 ± 0.74	2.62 ± 0.23	2.51 ± 0.90
苏氨酸	Thr	3.48 ± 0.94	3.48 ± 0.76	3.38 ± 0.53
甘氨酸	Gly	4.65 ± 0.79	4.27 ± 0.48	4.63 ± 0.54
苯丙氨酸	Phe	3.38 ± 0.71	3.34 ± 0.47	3.51 ± 0.92
脯氨酸	Pro	2.82 ± 0.51	2.65 ± 0.40	2.22 ± 0.75
胱氨酸	Cys	0.50 ± 0.39	0.41 ± 0.66	0.45 ± 0.335
色氨酸	Trp	0.46 ± 0.454	0.38 ± 0.59	0.49 ± 0.19
必需氨基酸	EAA	28.89 ^a	30.57 ^a	30.78 ^a
非必需氨基酸	NEAA	42.64 ^a	45.57 ^a	44.14 ^a
鲜味氨基酸	DAA	26.68 ^a	29.53 ^a	21.82 ^b
氨基酸总量	TAA	71.54 ^a	76.14 ^a	74.92 ^a
必需氨基酸/氨基酸总量	EAA/TAA	40.39 ^a	40.15 ^a	41.09 ^a
必需氨基酸/非必需氨基酸	EAA/NEAA	67.77 ^a	67.08 ^a	69.74 ^a

注:字母相同表示无差异;字母不同表示差异明显。

根据1973年WHO/FAO提出的必需氨基酸评分标准和鸡蛋蛋白质氨基酸评分标准,计算出氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI),见表3。由表3可知,当以ASS为标准时,3个地理群体大银鱼的第一限制性氨基酸均为色氨酸,第二限制性氨基酸为缬氨酸;以CS为标准时,结果略有不同,3个地理群体大银鱼的第一限制性氨基酸皆为色氨酸,第二限制性

氨基酸皆为蛋氨酸和胱氨酸。3个地理群体大银鱼中赖氨酸的ASS和CS均为最高,提示对于以谷物食品为主的膳食者来说,食用大银鱼可以弥补谷物食品中赖氨酸的不足,提高人体对蛋白质的利用率^[13]。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个地理群体大银鱼的EAAI为0.48%~0.51%,群体之间EAAI差异不显著($P > 0.05$)。

表3 不同地理群体大银鱼必需氨基酸组成评价氨基酸评分、化学评分和必需氨基酸指数的比较

Tab.3 Evaluation of EAA composition of three wild populations of *Protosalanx hyalocranius*

必需氨基酸 EAA	黑龙江		江苏		吉林	
	氨基酸评分	化学评分	氨基酸评分	化学评分	氨基酸评分	化学评分
异亮氨酸	0.67	0.50	0.71	0.53	0.68	0.51
亮氨酸	0.67	0.55	0.77	0.64	0.71	0.58
苏氨酸	0.71	0.61	0.75	0.63	0.72	0.61
缬氨酸	0.60	0.45	0.67	0.50	0.65	0.49
赖氨酸	0.92	0.71	1.12	0.87	1.18	0.91
色氨酸	0.39	0.24	0.35	0.21	0.44	0.27
蛋氨酸+胱氨酸	0.73	0.42	0.75	0.43	0.81	0.46
苯丙氨酸+酪氨酸	0.76	0.51	0.84	0.57	0.84	0.57
必需氨基酸指数	0.48 ^a		0.51 ^a		0.52 ^a	

注:字母相同表示无差异;字母不同表示差异明显。

2.3 脂肪酸含量的比较

通过对各地理群体大银鱼(干重)脂肪酸的测定分析发现(表4),3个群体中主要测出17种脂肪酸(FA),包括8种饱和脂肪酸(SFA),4种单不饱和脂肪酸(MUFA),5种多不饱和脂肪酸(PUFA)。

在脂肪酸总量上,3个地理群体差异不显著($P > 0.05$)。饱和脂肪酸在总脂肪酸中的比例大小排列次序为黑龙江地理群体、江苏地理群体、吉林地理群体。饱和脂肪酸在总脂肪酸中的比例大小排列次序为吉林地理群体、江苏地理群体、黑龙江地理群体。结果表明移植在北方水库

中的大银鱼脂肪酸含量在组成和含量上有不同程度差异,其中黑龙江群体 C_{18} 系列和 DHA ($C_{22,6}$) 同其它地理群体存在显著差异($P < 0.05$),江苏大银鱼群体肉豆蔻酸、棕榈油酸和 C_{22} 系列同其它2个地理群体存在显著差异($P < 0.05$),吉林群体棕榈油酸和油酸同其它群体存在显著差异($P < 0.05$)。而多不饱和脂肪酸中具有重要生理功能的二十二碳六烯酸($C_{22,6}$)及二十碳五烯酸($C_{20,5}$)即 DHA 和 EPA 的总含量,也在吉林群体大银鱼中含量最高,达 12.46%,而黑龙江群体最低为 7.98%,3个地理群体间 DHA 和 EPA 的总含量差异显著($P < 0.05$)。

表4 不同地理群体大银鱼脂肪酸含量测定比较
Tab.4 Comparative analysis of fatty acids contents in different regions

脂肪酸名称	碳系	地理群体			%
		黑龙江	江苏	吉林	
肉豆蔻酸	$C_{14,0}$	4.99 ± 0.39	2.30 ± 0.56	4.01 ± 0.48	
十五碳酸	$C_{15,0}$	2.23 ± 0.51	1.52 ± 0.47	1.66 ± 0.62	
棕榈酸	$C_{16,0}$	22.17 ± 0.46	26.86 ± 0.81	27.74 ± 0.72	
棕榈油酸	$C_{16,1}$	8.57 ± 0.59	4.85 ± 0.85	11.63 ± 0.65	
十七碳酸	$C_{17,0}$	2.93 ± 0.44	3.99 ± 0.53	3.51 ± 0.36	
十七碳烯酸	$C_{17,1}$	3.09 ± 0.64	3.18 ± 0.24	1.08 ± 0.78	
硬脂酸	$C_{18,0}$	8.68 ± 0.91 ^b	12.27 ± 0.47 ^a	10.02 ± 0.77 ^a	
油酸	$C_{18,1}$	21.59 ± 0.96 ^a	19.30 ± 0.58 ^a	12.85 ± 0.61 ^b	
亚油酸	$C_{18,2}$	4.40 ± 0.89 ^b	2.64 ± 0.73 ^a	2.60 ± 0.64 ^a	
亚麻酸	$C_{18,3}$	6.70 ± 0.43 ^a	1.95 ± 0.28 ^b	3.60 ± 0.51 ^c	
十九烷酸	$C_{19,0}$	0.53 ± 0.39	1.56 ± 0.46	1.53 ± 0.54	
花生酸	$C_{20,0}$	0.44 ± 0.31	0.66 ± 0.75	5.48 ± 0.32	
花生一烯酸	$C_{20,1}$	0.94 ± 0.33	0.85 ± 0.27	—	
花生四烯酸	$C_{20,4}$	4.00 ± 0.55	4.20 ± 0.71	1.25 ± 0.86	
二十碳五烯酸	$C_{20,5}$	6.33 ± 0.58	5.69 ± 0.69	9.78 ± 0.77	
山芋酸	$C_{22,0}$	0.76 ± 0.41	3.08 ± 0.73	0.58 ± 0.47	
二十二碳六烯酸	$C_{22,6}$	1.65 ± 0.37 ^a	5.09 ± 0.81 ^b	2.68 ± 0.64 ^c	
二十二碳六烯酸+二十碳五烯酸	EPA + DHA	7.98 ^a	10.78 ^b	12.46 ^c	
单不饱和脂肪酸总量	ΣMUFA	34.19 ^b	28.18 ^a	25.56 ^a	
多不饱和脂肪酸总量	ΣPUFA	23.08 ^b	19.57 ^a	19.91 ^a	
饱和脂肪酸总量	ΣSFA	42.73 ^b	52.24 ^a	54.53 ^a	

注:字母相同表示无差异;字母不同表示差异明显。

2.4 3个地理群体银鱼矿物元素含量的比较

不同地理群体大银鱼(干重)每100 g中矿物元素含量的分析结果见表5。矿物元素总量大小排列次序为江苏、吉林、黑龙江。而微量元素含量大小排列次序为黑龙江、江苏、吉林。从结果中得知,不同地理群体在常量矿物元素中钙的含量均最高,镁含量最低;微量元素中黑龙江群体铁含量最高,而江苏群体和吉林群体锌含量最

高,而3个群体微量元素均以铜为最低。研究结果表明大银鱼移植后,3个地理群体微量元素 Zn、Fe、Mn、Na、K 和 Ca 的含量差异显著($P < 0.05$),而 Cu 和 Mg 含量差异不显著($P > 0.05$),这表明地域的差异对大银鱼元素积累有明显的作用,可以推测环境水或银鱼食物中元素的差异,或者是二者共同作用导致鱼体元素积累差异的原因^[6],这些都有待进一步研究加以调查和证明。

表5 不同地理群体大银鱼微量元素含量的比较
Tab.5 Components of inorganic elements of three groups

地理群体	矿物元素/mg							
	Zn	Fe	Mn	Cu	Na	K	Mg	Ca
黑龙江	5.90 ± 0.79 ^a	6.43 ± 0.42 ^b	1.63 ± 0.16 ^a	0.052 ± 0.03	313.16 ± 6.23 ^a	625.00 ± 8.35 ^a	131.58 ± 2.13	1500 ± 8.21 ^a
太湖	8.20 ± 0.61 ^b	2.17 ± 0.78 ^a	0.99 ± 0.91 ^a	0.067 ± 0.06	389.54 ± 5.41 ^a	387.29 ± 6.37 ^b	136.96 ± 3.33	2093 ± 6.76 ^b
吉林	5.56 ± 0.59 ^a	2.47 ± 0.66 ^a	1.41 ± 0.47 ^a	0.067 ± 0.04	179.5 ± 4.86 ^b	660.70 ± 5.44 ^a	122.22 ± 2.81	1765 ± 8.57 ^a

注:字母相同表示无差异;字母不同表示差异明显。

3 讨论

实验结果表明,江苏地理群体大银鱼一般营养成分中脂肪含量最低、粗蛋白和水分含量较高,与其它地理群体存在一定的差异。脂肪含量低,说明适口性好;水分含量高,反映了肌肉的多汁性。大银鱼从太湖移植到北方水库后,粗蛋白的含量有不同程度的降低,粗蛋白含量大小次序排列为江苏 > 吉林 > 黑龙江,而粗脂肪的含量有一定程度的增加,粗脂肪含量大小排列次序为黑龙江 > 吉林 > 江苏。有研究表明鱼类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^[14-15],大银鱼是鲑形目银鱼属一年生小型鱼类,江苏太湖地理群体大银鱼2010年取样样本的平均体重和平均体长在3个地理群体中均为最大。这说明太湖地理群体个体大小和生长速度均高于其它地理群体的大银鱼,这可能是造成太湖大银鱼鱼类蛋白及脂肪含量高于其它地理群体的原因。

为了评价食物蛋白质营养价值的高低,联合国粮食与农业组织、世界卫生组织提出了人体所需氨基酸的组成模式,中国预防医学科学院、营养与食品卫生研究所也列出了鸡蛋蛋白模式作为参考,多种评价指标来衡量,必需氨基酸含量高低及构成比例更为重要。实验结果表明3个地理群体大银鱼中必需氨基酸与非必需氨基酸的比值均在0.67左右,必需氨基酸占氨基酸总量

的百分比都大于40%,超过了FAO/WHO提出的必需氨基酸与非必需氨基酸比值0.16以上,必需氨基酸占氨基酸总量百分比40%左右的标准。说明3个地理群体大银鱼的必需氨基酸含量丰富,且比例合理。吉林地理群体大银鱼在AAS、CS、EEI指标上均高于其它两个地理群体,表明在营养价值上吉林地理群体较好。

不同群体的同种鱼类营养品质的差异与鱼的饵料、生理状况、生活环境、遗传基因的不同是紧密相关的,且饵料和生理状况对营养品质的影响更大^[16-18]。从对大银鱼3个地理群体营养价值分析可以看出,不同群体间在脂肪酸及氨基酸含量上存在着一定的差别,且脂肪酸的组成和含量也不尽一致。因为大银鱼幼鱼阶段主要捕食浮游生物,本次样本的采集涉及江苏、吉林、黑龙江3个省,跨度较大,3个采样自然水体中水生生物的组成及其含量也存在着一定的差异,黑龙江连环湖浮游动物调查的平均生物量为1.582 mg/L,浮游植物密度为687.56 ind/L^[19],吉林石头口门水库浮游植物的总量 3.80×10^4 ind/L^[20],而五里湖浮游植物数量变化在 320.4×10^4 ind/L ~ 3390.6×10^4 ind/L之间^[21],3个自然水体中浮游生物的群落结构组成也存在一定的差异,3个自然水体中水温和TP等理化指标差异较大^[10-12],食物组成的差异和环境因子的影响导致了不同地理群体大银鱼营养品质的差异。

总体来说,太湖大银鱼群体营养品质与移植

到北方水库后地理群体之间有着一定的差异,表明了经过移植后大银鱼营养品质变得复杂多样。而环境效应对大银鱼营养品质的影响如何尚需进一步探讨,而且确定某一表型(包括营养品质)与环境因素有关,则可以后续的大银鱼移植提供必要的参考。

参考文献:

- [1] 王玲. 连环湖水域大银鱼移植、增殖方式及技术措施[J]. 黑龙江水产, 2009(4): 35-36.
- [2] 柴炎, 韩广建. 影响大银鱼移植增殖效果的主要技术因素[J]. 大连水产学院学报, 2006, 21(2): 184-188.
- [3] 程汉良, 韩雪峰, 张全成, 等. 辽河水系大银鱼繁殖生物学初探[J]. 中国水产科学, 2003, 10(5): 437-439.
- [4] 张颖, 董仕, 王茜, 等. 大银鱼和太湖新银鱼同工酶遗传组成的研究[J]. 大连水产学院学报, 2005, 20(2): 111-115.
- [5] 张际峰, 汪承润, 王顺昌. 鲢鱼、太湖新银鱼和大银鱼 18S rRNA 基因的克隆与序列分析[J]. 武汉大学学报: 理学版, 2010, 56(1): 87-92.
- [6] 杨健, 徐勋, 刘洪波. 太湖和洪泽湖大银鱼 (*Protosalanx hyalocranius*) 体内元素的积累特征及产地判别[J]. 海洋与湖泊, 2009, 40(2): 201-207.
- [7] PELLETT P L, YONG V R. Nutritional evaluation of protein foods[M]. Tokyo: The united national university publishing company, 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] 梁银铨, 崔希群, 刘友亮. 鳊肌肉生化成分分析和营养品质评价[J]. 水生生物学报, 1998, 22(4): 386-388.
- [10] 成芳, 凌去非, 徐海军, 等. 太湖水质现状与主要污染物分析[J]. 上海海洋大学学报, 2010, 19(1): 105-110.
- [11] 蔺玉华, 王信海, 姜秋俚, 等. 连环湖卡拉白鱼放养场的浮游生物组成及水质分析[J]. 天津师范大学学报: 自然科学版, 2008, 28(1): 1-7.
- [12] 肖桂义, 陆继龙, 蔡波, 等. 长春市石头口门水库水质演变及对策[J]. 地质与勘探, 2003, 39(6): 61-63.
- [13] 孙中武, 李超, 尹洪滨, 等. 不同品系虹鳟的肌肉营养成分分析[J]. 营养学报, 2008, 30(3): 298-302.
- [14] 赵峰, 庄平, 施兆鸿, 等. 银鲌 4 野生群体肌肉营养成分的比较分析与评价[J]. 动物学杂志, 2009, 44(5): 117-123.
- [15] 张强. 人工养殖对虾与野生对虾脂肪酸的组成分析和测定[J]. 分析化学, 1997, 25(9): 1027-1030.
- [16] 王伟, 陈立桥, 顾志敏. 六个群体翘嘴红鲌肌肉生化组成的比较[J]. 水产学报, 2009, 31(s): 92-99.
- [17] ALASSLVAR C, TAYLOR KD 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.
- [18] 潘沙芳, 李太武, 苏秀榕. 用多元分析法研究泥蚶氨基酸的地区差异[J]. 海洋与湖沼, 2006, 37(6): 536-540.
- [19] 姜爱兰, 王信海, 丁辰龙, 等. 连环湖他拉红泡浮游生物组成及渔产潜力评估[J]. 青岛农业大学学报: 自然科学版, 2009, 26(1): 19-23.
- [20] 吴宏亮, 曹国军, 崔俊涛. 石头口门水库藻类种群组成特征研究[J]. 环境科学与管理, 2010, 30(5): 32-34.
- [21] 陈家长, 孟顺龙, 尤洋, 等. 太湖五里湖浮游植物群落结构特征分析[J]. 生态环境学报, 2009, 18(4): 1358-1367.

An analysis and evaluation of nutritional components of *Protosalanx hyalocranius* Abbott from three wild populations

ZHOU Yan-feng¹, XU Dong-po¹, SHAN Jun-feng², YOU Yang¹

(1. Freshwater Fisheries Research Center, Key Open Laboratory of Inland Fishery Eco-environment and Resource, Chinese Academy of Fishery Sciences, Wuxi 214081, Jiangsu, China; 2. Jiangsu Bestor Aquatic Product High and New Technology Corporation Limited Company, Jiangyin 214400, Jiangsu, China)

Abstract: Three wild populations of *Protosalanx hyalocranius* were sampled from nature waters of Lianhuanhu lake in Heilongjiang Province(HL), Taihu Lake in Jiangsu Province(JT), Shitoukoumen Reservoir in Jilin Province (JS) respectively. The capture was conducted in December 2010. The muscle nutritional composition of *P. hyalocranius* from three different areas had measured by conventional biochemistry. As a result, crude protein and moisture content of fish from three areas had no significant difference ($P > 0.05$), while there was significant difference in crude fat content among the three populations ($P < 0.05$). Fish from JT had the highest total and non-essential amino acid contents (76.14% and 45.57%, dry weight). The lowest total and non-essential amino acid contents were 71.54% and 42.64%, of fish from HL. There was significant difference of flavor acids in JS compared with that in other two populations ($P < 0.05$). There was no significant difference of total fatty acid content among the three populations ($P > 0.05$). Fish from JT had higher essential amino acid index, amino acid score and chemical score than those of the other two populations. There was significant difference of total saturated and unsaturated fatty acid contents in HL compared with that in other two populations ($P < 0.05$). Based on the clustering analysis, it was apparent that the nutritional quality of fish from JT and JL was better than that from HL.

Key words: *Protosalanx hyalocranius*; population; nutritive evaluation; amino acid; fatty acid