

两种不同营养类型水库鲢、鳙肌肉营养成分的比较

刘俊利, 熊邦喜*, 吕光俊, 杨学芬

(华中农业大学水产学院, 湖北 武汉 430070)

摘要: 实验采用国标(GB)的检测方法,依据联合国粮农组织(FAO)和世界卫生组织(WHO)的评价标准,对不同营养类型的金沙河水库和桃园河水库的鲢、鳙肌肉营养成分进行了分析比较。结果表明,金沙河水库鲢、鳙的粗蛋白($P < 0.05$)含量显著高于桃园河水库,金沙河水库鳙的粗脂肪含量显著高于桃园河水库($P < 0.05$)。两座水库鲢、鳙的氨基酸种类组成相同,但金沙河水库鲢的氨基酸总量和鲜味氨基酸含量显著高于桃园河水库($P < 0.05$),而其余氨基酸含量的差异不显著。金沙河水库鲢、鳙的必需氨基酸指数(EAAI)均大于桃园河水库。综合这些指标,认为金沙河水库鲢、鳙肌肉品质高于桃园河水库。

关键词: 鲢; 鳙; 粗蛋白; 粗脂肪; 必需氨基酸; 鲜味氨基酸

中图分类号: S 917

文献标志码: A

鲢 (*Hypophthalmichthys molitrix*)、鳙 (*Aristichthys mobilis*)是我国淡水的主要养殖品种,其鱼产量和经济效益在渔业中占重要地位。近年来,随着水体富营养化日趋加剧,特别是湖泊、水库被承包经营后,承包者为追求水面的最大经济效益,对水体进行盲目施肥,造成养殖水体富营养化,从而影响到养殖鱼类的产品质量,这是人们十分关注的一个重要问题^[1-3]。目前,对鳊 (*Siniperca chuatsi*)^[4]、澳洲银鲈 (*Bidyanus bidyanus*)^[5]、翘嘴红鲌 (*Erythroculter ilishaeformis*)^[6]、美洲鲟 (*Alosa sapidissima*)^[7]、黄斑篮子鱼 (*Siganus oraminis*)^[8]、舌虾虎鱼 (*Glossogobius giuris*)^[9]、大黄鱼 (*Larimichthys crocea*)^[10]等肌肉营养品质已做过一些研究,但有关鲢、鳙肌肉品质的研究仅见单一养殖水体中的肌肉生化成分的分析^[11-12],对不同营养类型水体中鲢、鳙肌肉生化成分的比较分析尚未见报道。为此,开展不同营养类型水体中鲢、鳙肌肉成分的分析 and 比较研究是非常必要的,旨为我国湖泊、水库鱼类健康养殖和渔业可持续发展提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 水库概况

金沙河水库(30°19'N,114°34'E)位于湖北省红

安县,库容为 $1.787 \times 10^8 \text{ m}^3$,面积 $1\,333.3 \text{ hm}^2$,属典型丘陵型水库,水质良好,该水库从未进行过施肥和投饲养鱼,是属贫一中营养型水体。2007年鲢、鳙产量 $27.4 \times 10^4 \text{ kg}$,占整个水库鱼产量的84.0%。

桃园河水库(32°9'N,113°6'E)位于随州市洛阳镇,库容为 $0.583 \times 10^8 \text{ m}^3$,面积 389.0 hm^2 ,属山谷型水库,每年人工施肥,是一座典型的富营养型水体。2007年鲢、鳙产量为 $19.03 \times 10^4 \text{ kg}$,占整个水库鱼产量的94.8%。

1.2 样品的采集及预处理

实验所用鲢、鳙于2007年6月采自桃园河和金沙河,每个水库各取鲢、鳙10尾,均为2龄鱼。实验鱼冰敷保存带回实验室后分别测量体长、全长和体质量后,取背部肌肉,剔除鱼骨,切碎混匀,保存在 $-75 \text{ }^\circ\text{C}$ 冰箱中备用。金沙河鲢体长范围为 $36.9 \sim 37.7 \text{ cm}$,体质量范围 $780 \sim 785 \text{ g}$,鳙体长范围 $37.8 \sim 40.1 \text{ cm}$,体质量范围 $935 \sim 1\,005 \text{ g}$;桃园河鲢体长范围 $37.4 \sim 54.5 \text{ cm}$,体质量范围 $770 \sim 2\,840 \text{ g}$,鳙体长范围 $32.5 \sim 40.8 \text{ cm}$,体质量范围 $570 \sim 1\,045 \text{ g}$ 。

1.3 检测方法

鱼肉的水分,粗灰分,粗脂肪和粗蛋白按照国

收稿日期:2011-02-16

修回日期:2011-05-18

资助项目:“十一五”湖北省重大科技攻关计划项目(2006AA203A03-03);国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAD03B02-04)

通讯作者:熊邦喜,E-mail:Bangxix8@mail.hzau.edu.cn

家标准法^[13]测定。氨基酸是在样品经盐酸处理后,使用日立 L-8800 全自动氨基酸分析仪(Y-009)依据 GB/T 5009.124-2003 方法测定。除色氨酸外的 17 种氨基酸外送湖北省农科院农业测试中心检测。

1.4 评价方法

根据 FAO/WHO(联合国粮农组织/世界卫生组织)1973 年建议的氨基酸评分标准模式(% , dry)^[11]和全鸡蛋蛋白质的氨基酸模式(% , dry)^[15]分别按以下公式计算氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)^[16]:

$AAS = \text{试验样品氨基酸含量}(\text{mg/gN}) / \text{FAO/WHO 评分标准模式中同种氨基酸含量}(\text{mg/gN})$,

$CS = \text{试验样品氨基酸含量}(\text{mg/gN}) / \text{全鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量}(\text{mg/gN})$, $EAAI = \sqrt[3]{100a/A \times 100b/B \times \dots \times 100j/J}$,

式中, n 为比较的必需氨基酸个数, a, b, c, \dots, j 为鱼体肌肉蛋白质各必需氨基酸的含量, A, B, C, \dots

J 为全鸡蛋蛋白质的必需氨基酸含量。

1.5 水化因子的分析

$\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 、 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 、 $\text{NO}_2^- \text{-N}$ 、TN 的测定方法参考文献[17]进行,TP 用硫酸硝解法测定。

1.6 数据分析

用 SPSS 13.0 软件对实验数据进行相关小样本均数差异显著性 t -检验, $P < 0.05$ 为差异显著性标准。

2 结果

2.1 两座水库水质分析结果

金沙河水库和桃园河水库的主要水化指标的分析见表 1,主要水化指标参考吕光俊等^[18]2007 年所测值。表 1 结果显示,桃园河水库的 COD、TN 显著高于($P < 0.05$)金沙河水库;金沙河水库的 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 高于桃园河水库。结合 TN、TP、COD 等指标,按照相应的水质评价标准,可以看出金沙河水库水质良好,属贫一中营养型水库,桃园河水库是一座典型的富营养型水体。

表 1 金沙河水库和桃园河水库的主要水化指标
Tab.1 Contents of main water chemical indexes in Jinshahe and Taoyuanhe reservoirs

指标 index	COD/ (mg/L)	TP/ (mg/L)	$\text{NH}_4^+ \text{-N}/$ (mg/L)	$\text{NO}_2^- \text{-N}/$ (mg/L)	$\text{NO}_3^- \text{-N}/$ (mg/L)	TN/ (mg/L)	WH/ m
金沙河水库 Jinshahe	3.505 *	0.012	0.289	0.002	0.055	0.392 *	12.53
桃园河水库 Taoyuanhe	5.171 *	0.011	0.167	0.072	0.057	0.704 *	16.38
参考值 reference value	≤ 20	≤ 0.1	≤ 0.5	≤ 0.15	≤ 1.0	≤ 1.0	

注:参考值资料来源于国家环境监督检验检疫总局地表水环境质量标准规定的Ⅲ类用水标准。*表示有显著性差异($P < 0.05$)。
Notes:Reference come from the State Environmental Supervision, Inspection and Quarantine issued surface water quality standards for Class III water standards. * indicates significant differences($P < 0.05$).

2.2 鱼肉基本营养成分的比较

金沙河和桃园河水库鲢、鳙肌肉主要营养成分(水分、粗蛋白质、粗脂肪、粗灰分)检测结果见表 2。经 t -检验,金沙河水库鲢、鳙的粗蛋白($P < 0.05$)、粗灰分($P > 0.05$)含量高于桃园河水库。金沙河水库鳙肌肉的粗脂肪含量显著高于桃园河水库($P < 0.05$)。桃园河水库的粗脂肪含量高于金沙河水库,但无显著性差异。鱼类的营养价值主要由肌肉蛋白质含量所决定,金沙河水库鲢、鳙的蛋白质含量均高于桃园河水库,说明金沙河水库鲢、鳙的肌肉品质优于桃园河水库。

2.3 鱼肉氨基酸含量分析

表 3 显示了金沙河水库和桃园河水库鲢、鳙

肌肉中的氨基酸组成和检测出的 17 种常见氨基酸(其中色氨酸在水解中被破坏,未检测),其中包括 7 种必需氨基酸(EAA): Thr、Val、Met、Phe、Ile、Leu 和 Lys,2 种半必需氨基酸(HEAA): His 和 Arg;8 种非必需氨基酸(NEAA): Asp、Glu、Ser、Gly、Ala、Tyr、Cys、Pro。两座水库鲢肌肉 17 种氨基酸的平均值,除桃园河水库 Met 稍高外,其它氨基酸均是金沙河水库含量较高。两座水库鳙肌肉 17 种氨基酸的平均值,除了 Gly、Tyr、His 这 3 种氨基酸是金沙河水库高外,其余氨基酸均是桃园河水库含量高。在所测得的 17 种氨基酸中,Glu 含量都是最高,其次为 Lys、Asp、Leu,而 Cys 含量最低。

表 2 两座水库鲢、鳙肌肉营养成分的比较

Tab. 2 Comparison of nutrient components in muscle of silver carp and bighead carp in two reservoirs

水库 reservoir	种类 species	mean \pm SD, fresh weight			
		水分 moisture	粗灰分 crude ash	粗脂肪 crude lipid	粗蛋白 crude protein
金沙河 Jinshahe	鲢	81.10 \pm 0.002	1.20 \pm 0.001	0.47 \pm 0.009	18.51 \pm 0.011 ^a
	鳙	80.72 \pm 0.002	1.19 \pm 0.000 6	0.48 \pm 0.01 ^A	18.39 \pm 0.000 6 ^A
桃园河 Taoyuanhe	鲢	81.10 \pm 0.02	1.06 \pm 0.004	0.56 \pm 0.008	16.13 \pm 0.000 35 ^b
	鳙	82.47 \pm 0.01	1.10 \pm 0.006	0.34 \pm 0.006 ^B	15.25 \pm 0.001 1 ^B

注：“a,b”表示两水库鲢有显著性差异($P < 0.05$)；“A,B”表示两水库鳙有显著性差异($P < 0.05$)。

Notes: “a,b” indicate significance difference of *H. molitrix* in the two reservoirs ($P < 0.05$); “A,B” indicate significance difference of *A. mobilis* in the two reservoirs ($P < 0.05$).

表 3 两座水库鲢、鳙肌肉氨基酸组成及含量

Tab. 3 Amino acids composition and contents in muscle of silver carp and bighead carp in two reservoirs

氨基酸 amino acid	金沙河水库 Jinshahe Reservoir		桃园河水库 Taoyuanhe Reservoir	
	鲢	鳙	鲢	鳙
天冬氨酸 Asp *	8.68 \pm 0.10	8.52 \pm 0.02	8.20 \pm 0.05	8.56 \pm 0.04
苏氨酸 Thr	3.71 \pm 0.05	3.67 \pm 0.01	3.63 \pm 0.02	3.74 \pm 0.02
丝氨酸 Ser	4.97 \pm 0.07	4.91 \pm 0.01	4.79 \pm 0.02	5.00 \pm 0.06
谷氨酸 Glu *	15.46 \pm 0.24	15.25 \pm 0.02	15.01 \pm 0.06	15.47 \pm 0.10
脯氨酸 Pro	2.85 \pm 0.09	2.74 \pm 0.02	2.80 \pm 0.01	2.80 \pm 0.03
甘氨酸 Gly *	4.64 \pm 0.05	4.19 \pm 0.03	4.11 \pm 0.02	4.18 \pm 0.01
丙氨酸 Ala *	5.46 \pm 0.08	5.28 \pm 0.04	5.21 \pm 0.04	5.43 \pm 0.03
胱氨酸 Cys	0.99 \pm 0.01	1.10 \pm 0.45	0.90 \pm 0.13	1.19 \pm 0.33
缬氨酸 Val	4.59 \pm 0.05	4.69 \pm 0.30	4.42 \pm 0.03	4.83 \pm 0.23
蛋氨酸 Met	2.77 \pm 0.04	2.85 \pm 0.04	2.78 \pm 0.01	2.85 \pm 0.05
异亮氨酸 Ile	3.94 \pm 0.05	3.96 \pm 0.04	3.82 \pm 0.01	4.02 \pm 0.01
亮氨酸 Leu	7.49 \pm 0.10	7.39 \pm 0.02	7.27 \pm 0.04	7.44 \pm 0.05
酪氨酸 Tyr	3.03 \pm 0.07	2.74 \pm 0.01	3.01 \pm 0.01	1.75 \pm 0.02
苯丙氨酸 Phe	4.11 \pm 1.01	3.93 \pm 0.01	3.78 \pm 0.02	3.97 \pm 0.02
赖氨酸 Lys	9.07 \pm 0.14	8.87 \pm 0.01	8.79 \pm 0.03	9.01 \pm 0.08
组氨酸 His	2.32 \pm 0.04	2.65 \pm 0.01	2.23 \pm 0.01	2.25 \pm 0.01
精氨酸 Arg	5.53 \pm 0.08	5.48 \pm 0.02	5.48 \pm 0.06	5.53 \pm 0.01
氨基酸总量 TAA	89.60 \pm 1.28 ^c	88.23 \pm 0.76	86.24 \pm 0.14 ^d	88.03 \pm 0.18
必须氨基酸总量 EAA	35.67 \pm 0.45	35.37 \pm 0.39	34.51 \pm 0.08	35.86 \pm 0.14
半必须氨基酸总量 HEAA	7.85 \pm 0.13	8.13 \pm 0.02	7.71 \pm 0.05	7.78 \pm 0.01
非必须氨基酸总量 NAA	46.07 \pm 0.71	44.73 \pm 0.39	44.02 \pm 0.01	44.39 \pm 0.04
鲜味氨基酸总量 DAA	34.24 \pm 0.47 ^c	33.24 \pm 0.07	32.52 \pm 0.12 ^D	33.65 \pm 0.18
$W_{EAA}/W_{TAA}/\%$	39.82	40.09	40.01	40.74
$W_{EAA}/W_{NEAA}/\%$	77.43	79.07	78.39	80.78
$W_{DAA}/W_{TAA}/\%$	38.22	37.67	37.71	38.23

注： W_{TAA} 为氨基酸总量， W_{EAA} 为必需氨基酸总量， W_{HEAA} 为半必需氨基酸总量， W_{NEAA} 为非必需氨基酸总量， W_{DAA} 为鲜味氨基酸总量；*为鲜味氨基酸。“c,d”表示两个水库鲢 W_{EAA} 有显著性差异 ($P < 0.05$)；“C,D”表示两个水库鳙 W_{DAA} 有显著性差异 ($P < 0.05$)。

Notes: W_{TAA} is total content of amino acids (TAA), W_{EAA} is total content of essential amino acids (EAA), W_{HEAA} is total content of half-essential amino acids (HEAA), W_{NEAA} is total content of nonessential amino acids (NEAA), W_{DAA} is total content of delicious amino acids (DAA); * representative delicious amino acids (DAA). “c,d” account for significance difference of W_{EAA} of *H. molitrix* in the two reservoirs ($P < 0.05$); “C,D” account for significance difference of W_{DAA} of *H. molitrix* in the two reservoirs ($P < 0.05$).

2.4 肌肉品质的评价

将表 3 中的数据转换每克氮中含氨基酸毫克数(乘以 62.5),并与 FAO/WHO 建议的氨基酸评分标准模式^[14]和全鸡蛋蛋白质的氨基酸模式^[15]进行比较,分别计算出它们的氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)(表 4 和表 5)。两座水库鲢鳙鱼肉必需氨基酸中只有 Lys 比鸡蛋蛋白和 FAO/WHO 的含量高,其它必需氨基酸含量均比鸡蛋蛋白的必需氨基酸含量低。但这两座水库鲢、鳙肌肉氨基酸含量差异不显著($P > 0.05$)。鲢、鳙部分必需氨基酸(Leu、Met + Cys、Phe + Tyr)含量要比

FAO/WHO 标准高。

从表 5 看出,两座水库鲢、鳙肌肉蛋白中缺乏含硫氨基酸。以 CS 为标准时,除了桃园水库鳙的第一限制性氨基酸为 Phe + Tyr,第二限制性氨基酸为 Met + Cys 外,金沙河水库鲢、鳙和桃园河鲢的第一和第二限制性氨基酸基本相同,分别为 Met + Cys、Phe + Tyr。如以 AAS 为标准时,第一和第二限制性氨基酸的分布却存在较大的差异,但普遍都缺乏 Thr。比较发现,金沙河水库鲢、鳙的必需氨基酸指数(EAAI)均大于桃园河水库,说明金沙河鲢、鳙肌肉的品质明显优于桃园河。

表 4 两座水库鲢、鳙肌肉必需氨基酸含量与组成

Tab.4 The essential amino acids composition and contents in muscle of sliver carp and bighead carp in two reservoirs

必需氨基酸 EAA	金沙河水库 Jinshahe Reservoir		桃园河水库 Taoyuanhe Reservoir		鸡蛋蛋白 egg protein	FAO/WHO 标准
	鲢	鳙	鲢	鳙		
Ile	246	248	239	251	331	250
Leu	468	462	454	465	534	440
Thr	232	229	227	234	292	250
Val	287	293	276	302	411	310
Met + Cys	235	247	230	253	386	220
Phe + Tyr	446	417	424	358	565	380
Lys	567	554	549	563	441	340
Sum	2 481	2 450	2 400	2 425	2 960	2 190

表 5 两座水库鲢、鳙的 AAS、CS 及 EAAI 的比较

Tab.5 Comparison of AAS,CS and EAAI between sliver carp and bighead carp of two reservoirs

必需氨基酸 EAA	AAS				CS			
	桃园河水库 Taoyuanhe Reservoir		金沙河水库 Jinshahe Reservoir		金沙河水库 Jinshahe Reservoir		桃园河水库 Taoyuanhe Reservoir	
	鲢	鳙	鲢	鳙	鲢	鳙	鲢	鳙
Ile	0.99**	0.99**	0.96	1.01	0.49	0.49	0.48	0.50
Leu	1.06	1.05	1.03	1.06	0.55	0.54	0.54	0.55
Thr	0.93*	0.92*	0.91**	0.94*	0.57	0.57	0.56	0.58
Val	0.93*	0.95	0.89*	0.97**	0.48	0.49	0.46	0.50
Met + Cys	1.07	1.12	1.05	1.15	0.40*	0.42*	0.39*	0.43**
Phe + Tyr	1.17	1.10	1.12	0.94*	0.46**	0.43**	0.44**	0.37*
Lys	1.67	1.63	1.62	1.66	0.87	0.85	0.84	0.86
EAAI	53.14	52.85	51.47	52.51				

注: * 为第一限制性氨基酸; ** 为第二限制性氨基酸。

Notes: * indicate the first limiting amino acids; ** indicate the second limiting amino acids.

3 讨论

3.1 两座水库鲢、鳙鱼肉基本营养成分的比较

鱼肉营养成分的组成除了因品种、遗传、饵料

配比、生长期长短等不同而不同外,其栖息环境的差异也是影响鱼肉营养成分组成的重要因子^[19-21]。本研究所取的鲢、鳙样本是生长在两种不同营养类型的水库中。金沙河水库属贫一中营

养型水体,而桃园河水库是一座典型的富营养型水体^[18]。渔民每年向桃园河水库投放酒糟、化肥等,人为造成水库富营养化,导致库内浮游动植物大量繁殖。在每年鱼类生长季节,水库频发“水华”。“水华”本身不仅有异腥味,而且富含藻毒素,这些都是致癌的有毒物^[22]。鲢、鳙是滤食浮游动植物的鱼类,当养殖水体处于贫一中营养型时,通过鲢、鳙的摄食作用能达到调控藻类的作用^[23-25]。当养殖水体处于富营养化,水体频发“水华”时,必然会影响到鱼肉营养成分的组成和品质^[26-29]。粗蛋白质含量是评价水产品营养价值的重要指标之一,金沙河水库鲢、鳙鱼肉粗蛋白含量明显高于桃园河水库,说明营养类型不同的水体中鲢、鳙鱼肉的粗蛋白含量存在明显的差异。

3.2 两座水库鲢、鳙鱼肉氨基酸含量的比较

评价蛋白质的优劣,其一是氨基酸是否齐全,其二是必需氨基酸含量及其蛋氨酸(Met)和组氨酸(His)所占的比例^[30]。从氨基酸含量来看,鲢、鳙在两座水库中均没有表现出明显的差异,两座水库鲢、鳙肌肉中氨基酸含量的高低排序基本一致。但鲢肌肉氨基酸总体水平金沙河水库略优于桃园河水库,鳙鱼肌肉的氨基酸总体水平桃园河水库略优于金沙河水库。

在所测得的17种氨基酸中,Glu含量都是最高的,其次为Lys、Asp、Leu,而Cys含量最低。动物蛋白质的鲜度是取决于其鲜味氨基酸(Glu、Asp、Gly、Ala)的组成与含量。Glu、Asp为呈鲜味的特征氨基酸,其中Glu的鲜味最强,它不仅是鲜味氨基酸,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^[31],Gly、Ala则是呈甘味的特征氨基酸^[32]。比较两座水库鲢、鳙的氨基酸总量、必需氨基酸、鲜味氨基酸含量,金沙河水库鲢的肌肉氨基酸总量和鲜味氨基酸总量显著高于桃园河水库($P < 0.05$),这是该水库属贫一中营养型,保持水质良好的养殖结果。进而说明了在水库进行盲目施肥会加速水体的富营养化,并降低鱼产品质量。

3.3 两座水库鲢、鳙肌肉品质的评价

从营养学角度看,蛋白质的营养价值取决于必需氨基酸的量及比例。营养价值的高低虽可用多项指标来衡量,但最重要的评判指标是蛋白质和氨基酸的含量,特别是必需氨基酸的含量与组

成。FAO/WHO^[14]针对婴儿对必需氨基酸的需要量是最高前提下,提出了以婴儿需要量为低限的评价标准。由于鸡蛋蛋白质被认为是营养最全面的,故也被用于营养价值的评定标准。在这两座水库的鲢、鳙肌肉中Lys的含量均超过鸡蛋蛋白模式和FAO/WHO模式。这对于以谷物为主的膳食者来说,它可以弥补谷物中Lys的不足,从而能提高人体对蛋白质的利用率^[32-33]。其它必需氨基酸含量均比鸡蛋蛋白模式低,部分必需氨基酸(Leu、Met + Cys、Phe + Tyr)含量要比FAO/WHO模式高。两座水库鲢、鳙鱼肉必需氨基酸含量均没有明显的差异,说明不同营养类型水体对鲢、鳙鱼肉必需氨基酸含量的影响不大,但还需在更多不同营养类型水体中进行比较研究来证实。

氨基酸评分(AAS)是一种广为采用的蛋白质营养价值的评价方法,其评分值越高,蛋白质的营养价值越高。必需氨基酸指数(EAAI)是评价食物营养价值的常用指标之一,它是鸡蛋蛋白质必需氨基酸为参评标准。比较发现,金沙河水库鲢、鳙的必需氨基酸指数(EAAI)均大于桃园河水库,说明金沙河鲢、鳙肌肉的品质明显的优于桃园河。

4 结论

本文对两座不同营养类型水库中鲢、鳙肌肉基本营养成分(水分、粗灰分、粗脂肪、粗蛋白)进行了比较研究,并对氨基酸含量及组成成分进行了分析,在此基础上对肌肉品质进行评价。结果表明,金沙河水库鲢、鳙鱼肉粗蛋白含量明显高于桃园河水库,金沙河水库鳙的粗脂肪含量要显著高于桃园河水库。虽然鲢、鳙的氨基酸组成成分在两座水库中没有差异,但金沙河水库鲢的肌肉氨基酸总量和鲜味氨基酸总量显著高于桃园河水库。比较发现,金沙河水库鲢、鳙的必需氨基酸指数(EAAI)均大于桃园河水库,说明金沙河水库鲢、鳙肌肉的品质优于桃园河水库。

参考文献:

- [1] 张纹,苏永全,王军,等. 5种常见养殖鱼类肌肉营养成分分析[J]. 海洋通报,2001,20(4):26-31.
- [2] SMITH P Jr, AMBRASE M E, KNOBL G N Jr. Improved rapid method for determining total lipids in fish meat[J]. Comme Fish Rev,1964,26:1-5.

- [3] 陈少莲,刘肖芳,胡传林,等.我国淡水优质草食性鱼类的营养和能学研究[J].海洋与湖沼,1992,23(2):193-204.
- [4] 严安生,熊传喜,钱健旺,等.鳊鱼含肉率及鱼肉营养价值价值的研究[J].华中农业大学学报,1995,14(1):80-84.
- [5] 杨广,白东青,刘金兰,等.养殖澳洲银鲈肌肉营养成分测定[J].淡水渔业,2006,36(5):42-44.
- [6] 陈建明,叶金云,潘茜,等.翘嘴红鲌肌肉营养组成分析[J].浙江海洋学院学报:自然科学版,2003,22(4):314-317.
- [7] 顾若波,张呈祥,徐刚春,等.美洲鲟肌肉营养成分分析与评析[J].水产学杂志,2007,20(2):40-46.
- [8] 庄平,宋超,章龙珍.黄斑篮子鱼肌肉营养成分与品质的评价[J].水产学报,2008,32(1):77-83.
- [9] 庄平,宋超,章龙珍.舌虾虎鱼肌肉营养成分与品质的评价[J].水产学报,2010,34(4):559-564.
- [10] 李明云,郑岳夫,管丹东,等.大黄鱼四家系肌肉营养成分差异及品质选育分析[J].水产学报,2009,33(4):632-638.
- [11] 陈少莲,胡传林.鲢、鳙肌肉生化成分的分析[J].水生生物学集刊,1983,8(1):125-131.
- [12] 金庆华,李桂玲.中国鲢鱼营养成分的研究[J].食品科学,1998,19(8):41-43.
- [13] 全国饲料工业化技术委员会. GB 6432-1994 饲料中粗蛋白测定方法[S].北京:中国标准出版社,1994.
- [14] FAO. Energy and protein requirements. FAO Meetings Report Series[R]. 1973. 52.
- [15] 中国预防科学院,营养与卫生研究所编著.食品成分表[M].北京:人民卫生出版社,1991:38-78.
- [16] PELLETT P L, YONG V R. Nutritional evaluation of protein foods [M]. Tokyo: The United National University Publishing Company, 1980:26-29.
- [17] 国家环保总局编.水和废水监测分析方法[M].北京:中国环境科学出版社,2002.
- [18] 吕光俊,熊邦喜,刘敏,等.四座不同营养类型水库大型底栖动物的群落结构及水质的生态评价[J].生态学报,2009,29(10):5339-5349.
- [19] 尹洪滨,尹家胜,徐伟,等.兴凯湖翘嘴红鲌肌肉营养成分分析[J].中国水产科学,2003,10(1):82-84.
- [20] 林利民,王秋荣,王志勇,等.不同家系大黄鱼肌肉营养成分的比较[J].中国水产科学,2006,13(2):286-291.
- [21] 蔡完其,译.养鱼饲料学[M].北京:中国农业出版社,1980:114-115.
- [22] 谢平.水生动物体内的微囊藻毒素及其对人类健康的潜在威胁[M].北京:科学出版社,2006:79-186.
- [23] 谢平.鲢、鳙与藻类水华控制[M].北京:科学出版社,2003.
- [24] 刘建康,谢平.揭开武汉东湖蓝藻水华消失之迷[J].长江流域资源与环境,1999,8(3):312-319.
- [25] 李琪,李德尚,熊邦喜,等.放养鲢鱼(*Hypophthalmichthys molitrix* C et V)对水库围隔浮游生物群落的影响[J].生态学报,1993,13(1):30-37.
- [26] CHEN J, XIE P, GUO L G, *et al.* Tissue distributions and seasonal dynamics of the hepatotoxic microcystins-LR and-RR in a freshwater snail (*Bellamya aeruginosa*) from a large shallow, eutrophic lake of the subtropical China [J]. Environmental Pollution, 2005, 134(3):423-430.
- [27] CHEN J, XIE P. Tissue distributions and seasonal dynamics of the hepatotoxic microcystins-LR and-RR in two freshwater shrimps, *Palaemon modestus* and *Macrobrachium nipponensis*, from a large shallow, eutrophic lake of the subtropical China [J]. Toxicon, 2005, 45(5):615-625.
- [28] CHEN J, XIE P. Seasonal Dynamics of the hepatotoxic microcystins in various organs of four freshwater bivalves from the large eutrophic lake Taihu of subtropical China and the risk to human consumption [J]. Environmental Toxicology, 2005, 20(6):572-584.
- [29] LI L, XIE P, CHEN J. *In vivo* studies on toxin accumulation in liver and ultrastructural changes of hepatocytes of the phytoplanktivorous bighead carp injected with extracted microcystins [J]. Toxicon, 2005, 46(5):533-545.
- [30] 楼伟风,李爱杰,徐家敏.中国对虾粗蛋白、氨基酸含量的比较分析[J].青岛海洋大学学报,1989,19(21):69-79.
- [31] 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.
- [32] 谭德清,王剑伟,但胜国.黑尾近红鲌含肉率及肌肉营养成分分析[J].水生生物学报,2004,28(3):240-246.
- [33] 孙中武,尹洪滨.六种冷水鱼肌肉营养成分分析与评价[J].营养学报,2004,26(5):386-388,392.

Comparison on muscle composition of *Hypophthalmichthys molitrix* and *Aristichthys mobilis* in two reservoirs with different trophic levels

LIU Jun-li, XIONG Bang-xi^{*}, LÜ Guang-jun, YANG Xue-fen
(Fisheries College, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract: Muscles components of *Hypophthalmichthys molitrix* and *Aristichthys mobilis* in Jinshahe Reservoir and Taoyuanhe Reservoir were analyzed and compared by the national standard (GB) test method according to FAO and WHO evaluation criteria. The results showed that crude protein ($P < 0.05$) and crude ash ($P > 0.05$) contents in Jinshahe Reservoir were higher than those in Taoyuanhe Reservoir. The crude fat content of *A. mobilis* in Jinshahe Reservoir was significantly higher than that in Taoyuanhe Reservoir ($P < 0.05$). Amino acid composition of *H. molitrix* and *A. mobilis* in two reservoirs were identical in category but different in content. The contents of total amino acids and flavor amino acid of *H. molitrix* in Jinshahe Reservoir were significantly higher than that in Taoyuanhe Reservoir ($P < 0.05$), and not significant among other amino acids. EAAI of *H. molitrix* and *A. mobilis* in Jinshahe Reservoir were both higher than that in Taoyuanhe Reservoir. By evaluation of these indicators, we know that muscle quality of *H. molitrix* and *A. mobilis* in Jinshahe Reservoir is both better than that in Taoyuanhe Reservoir.

Key words: *Hypophthalmichthys molitrix*; *Aristichthys mobilis*; crude protein; crude fat; essential amino acid; flavor amino acid

Corresponding author: XIONG Bang-xi. E-mail: Bangxix8@mail.hzau.edu.cn