

养殖博氏鲢肉营养成分的分析及评价

丁月¹, 陶宁萍^{1*}, 魏志宇², 刘源¹

(1. 上海海洋大学食品学院, 上海 201306;

2. 湖北省水产科学研究所, 湖北 武汉 430071)

摘要: 采用国家标准方法测定湖北英山博氏鲢肉一般营养成分、氨基酸、脂肪酸和矿物质元素含量。结果表明,博氏鲢肉中水分、粗蛋白、粗脂肪和粗灰分的含量分别为 75.36% ± 1.07%、17.90% ± 0.43%、5.13% ± 0.18% 和 0.98% ± 0.09%;18 种氨基酸总量为 (69.01 ± 0.07) g/100 g (干重),其中 5 种鲜味氨基酸占氨基酸总量的 41.70%,8 种人体必需氨基酸占氨基酸总量的 48.68%,必需氨基酸与非必需氨基酸比值为 95.06%;粗脂肪中含 24 种脂肪酸,油酸含量 38.41% ± 0.29% 最高,单不饱和脂肪酸含量占脂肪酸总量的 42.68% ± 0.10%,*n-6* 多不饱和脂肪酸与 *n-3* 多不饱和脂肪酸的比值为 1.48;矿物质元素中钾含量最高,为 (1 118.51 ± 30.67) mg/100 g (干重),微量元素中,铁、锌含量最高,分别为 (1.19 ± 0.10) 和 (1.18 ± 0.05) mg/100 g (干重)。与其它鱼类相比,博氏鲢肉蛋白质质量较高,氨基酸组成比例均衡,富含 *n-3* 多不饱和脂肪酸,矿物质元素含量丰富,有较高的营养价值。

关键词: 博氏鲢;营养成分;品质评价

中图分类号: S 963

文献标志码: A

博氏鲢 (*Pangasius bocourti*) 又名巴沙鱼,越南称 CABASA,分类学上隶属于鲇形目 (*Siluriformes*)、鲢科 (*Pangasiidae*)、鲢属 (*Pangasius*),是鲶鱼的一种,属于越南国家二级保护鱼类,分布在东南亚的湄公河流域,是越南主要淡水养殖经济鱼种及最重要的出口创汇品种之一^[1]。鲶鱼是世界上发展最迅速的养殖鱼类^[2],1995 年全球养殖产量仅仅 1.5 万吨,2008 年增长到 140 万吨,2010 年接近 180 万吨,其中 90% 的养殖产量来自越南,而博氏鲢则是越南鲶鱼的主要养殖品种。湖北省水产科学研究所于 1997 年通过技术合作方式首次从越南引进一批人工繁殖博氏鲢鱼苗,经多年驯养培育至性成熟,于 2008 年 5 月底在国内首次人工繁殖成功。博氏鲢为无鳞鱼类,生长快、个体大、产量高、食性广、易饲养,肉质白嫩、味道鲜美,无鱼腥味、无肌间小刺、利于加工;生长过程中腹腔内积有明显的三块脂肪组织,俗称“油团”,不与其它内脏器官粘合为独立状态,约占体

量的 8% ~ 10%,是其它鱼类所少有的。

近年来,冻博氏鲢鱼片的市场规模不断扩大,主要供越南国内消费及出口欧洲、美国。据报道,2011 年越南鲶鱼出口总额预计将达到 18 亿美元^[2]。与罗非鱼相比,越南鲶鱼在养殖难度、产量以及国际市场价格等方面具有明显优势^[3]。迄今为止,鱼类营养品质评价体系日趋成熟,亦多有相关报道,如黄斑蓝子鱼 (*Siganus oramin*)^[4]、大黄鱼 (*Larimichthys crocea*)^[5]、舌虾虎鱼 (*Glossogobius giurinus*)^[6] 等,但国内外有关博氏鲢营养成分的系统分析尚未见报道。为此,开展博氏鲢鱼肉品质的研究是非常必要的。本研究对博氏鲢肉的一般营养成分、氨基酸、脂肪酸组成、矿物质元素进行全面分析,旨在评价博氏鲢的食用营养价值和综合利用价值,为其人工繁殖及进一步加工利用提供基础理论依据,也为我国推广鱼类养殖新品种和渔业可持续发展提供科学依据。

收稿日期:2011-06-13 修回日期:2011-09-30

资助项目:农业部“948”项目(2006-G43);“十一五”国家科技支撑计划课题(2008BAD94B09);上海市教委重点学科建设项目(J50704)

通讯作者:陶宁萍, E-mail: nptao@shou.edu.cn

1 材料与amp;方法

1.1 材料及预处理

于2010年10月从湖北英山温泉基地随机采集2龄养殖博氏鲢10尾作为实验原料。对其进行常规的生物学测量,包括测量其体长、体质量,其中,实验用鱼的平均体质量(891.67 ± 67.65)g,体长(36.33 ± 2.06)cm。原料采好后立即冷冻运回上海。流水解冻,自鱼体两侧头盖骨后至尾鳍前取体背鱼肉作为样品,搅碎、混匀,分为两份,一份做一般营养成分测定;另一份做氨基酸、脂肪酸和矿物质元素测定。

1.2 检测方法

按GB/T 5009-2010的方法分别测定水分、粗蛋白和粗灰分,粗脂肪参照GB/T 5009.6-2003;参照GB/T 5009.124-2003,用日立L-8800型氨基酸自动分析仪测定除色氨酸外的17种氨基酸,色氨酸经5 mol/L NaOH溶液水解后用HITACHI850型荧光分光光度计测定;参照GB/T 22223-2008使用TRACE GC Ultra™型气相色谱仪测定脂肪酸;使用TAS-990F原子吸收分光光度计,参照GB/T 5009.13-2003测定铜,参照GB/T 5009.14-2003测定锌,参照GB/T 5009.90-2003测定铁、镁、锰,参照GB/T 5009.91-2003测定矿物质元素钾、钠,参照GB/T 5009.92-2003测定钙,P参照GB/T 5009.87-2003用分光光度法进行测定。

1.3 营养品质评价

根据FAO/WHO 1973年建议的每克氮氨基酸评分标准模式^[7]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^[8]进

行营养品质评价,氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)计算如下式:

$$AAS = \frac{\text{被测食物蛋白质中氨基酸含量(mg/g N)}}{\text{FAO/WHO 评分标准模式中同种氨基酸含量(mg/g N)}}$$

$$CS = \frac{\text{被测食物蛋白质中氨基酸含量(mg/g N)}}{\text{鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量(mg/g N)}}$$

$$EAAI = \sqrt[n]{\frac{100a}{a_e} \times \frac{100b}{b_e} \times \dots \times \frac{100h}{h_e}}$$

式中, n 为比较的必需氨基酸个数; a, b, c, \dots, h 为试验蛋白质的必需氨基酸含量(% ,dry); $a_e, b_e, c_e, \dots, h_e$ 为鸡蛋蛋白质的必需氨基酸含量(% ,dry)。

1.4 数据处理

分析测定均做3次平行,数据统计分析用SPSS 13.0处理,描述性统计值使用平均值 \pm 标准差(mean \pm SD)表示。

2 结果

2.1 一般营养成分

博氏鲢肉中水分含量为75.36%,粗蛋白为17.90%,粗脂肪为5.13%,灰分含量为0.98%(表1)。与其它几种经济鱼类相比,博氏鲢肉水分含量高于大黄鱼^[5]、赤点石斑鱼(*Epinephelus akaara*)^[9],低于鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)^[10]、鳙(*Aristichthys mobilis*)^[10]、草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)^[10]、松江鲈(*Trachidermus fasciatus*)^[11]、黄河鲤(*Cyrinus carpio*)^[12]、鳊(*Siniperca chuatsi*)^[13]和吉富罗非鱼(*Oreochromis niloticus*)^[14];粗蛋白含量高于鲢、鳙、草鱼、大黄鱼,与松江鲈、黄河鲤、吉富罗非鱼

表1 博氏鲢与其它几种经济鱼类鱼肉的一般营养成分比较

种类 species	水分 moisture	粗蛋白 crude protein	粗脂肪 crude fat	粗灰分 crude ash
博氏鲢 <i>P. bocourti</i>	75.36 \pm 1.07	17.90 \pm 0.43	5.13 \pm 0.18	0.98 \pm 0.09
鲢 <i>H. molitrix</i>	76.79	14.79	2.61	1.28
鳙 <i>A. mobilis</i>	76.50	14.92	1.86	1.25
草鱼 <i>C. idellus</i>	82.71	15.10	0.45	1.71
松江鲈 <i>T. fasciatus</i>	79.03	17.72	1.24	1.22
黄河鲤 <i>C. carpio</i>	77.33	17.58	3.98	1.12
鳊 <i>S. chuatsi</i>	79.21	18.84	1.28	1.10
大黄鱼 <i>P. crocea</i>	71.30	16.79	10.59	1.05
吉富罗非鱼 <i>O. niloticus</i>	78.80	17.39	0.89	1.32
赤点石斑鱼 <i>E. akaara</i>	73.27	19.15	4.27	1.33

接近,而低于鳊和赤点石斑鱼;粗脂肪含量接近大黄鱼的 1/2 而高于其它 8 种鱼类;灰分含量均低于其它几种经济鱼类。

2.2 氨基酸组成与含量

分别采用酸水解、碱水解处理样品,共测得常见氨基酸 18 种,其中天冬酰胺(Asn)及谷氨酰胺(Gln)分别被水解为天冬氨酸(Asp)和谷氨酸(Glu),博氏鲢肉中氨基酸组成及含量见表 2。

由表 2 可知,其中必需氨基酸 8 种,非必需氨基酸 10 种。氨基酸总量占干物质的 69.01 g/100 g,其中谷氨酸含量最高,为 10.92 g/100 g,其次是天冬氨酸和赖氨酸,分别为 7.02 g/100 g 和

6.86 g/100 g;而色氨酸、蛋氨酸和组氨酸含量最低,分别为 0.57 g/100 g、1.22 g/100 g 和 1.66 g/100 g。鲜味氨基酸含量(DAA)为 28.73 g/100 g,占总氨基酸的比值(DAA/TAA)为 41.70%,必需氨基酸(EAA)的含量为 33.60 g/100 g,占总氨基酸的比值(EAA/TAA)为 48.68%,必需氨基酸与非必需氨基酸的含量比值(EAA/NEAA)为 95.06%。据 FAO/WHO 的理想模式,质量较好的蛋白质其 EAA/TAA 为 40% 左右,EAA/NEAA 在 60% 以上^[15],可见博氏鲢肉的氨基酸组成符合上述指标要求,即氨基酸平衡效果较好,属于比较优质的蛋白源。

表 2 博氏鲢肉的氨基酸组成及含量

Tab.2 Amino acids composition and content in meat of *P. bocourti* g/100 g, dry weight

氨基酸 amino acids	含量 content	氨基酸 amino acids	含量 content
半胱氨酸* Cys	3.86 ± 0.01	酪氨酸* Tyr	2.44 ± 0.02
天冬氨酸# Asp	7.02 ± 0.07	赖氨酸* Lys	6.86 ± 0.06
苏氨酸* Thr	3.16 ± 0.01	组氨酸 His	1.66 ± 0.01
丝氨酸 Ser	2.72 ± 0.05	精氨酸# Arg	4.22 ± 0.04
谷氨酸# Glu	10.92 ± 0.02	色氨酸* Trp	0.57 ± 0.01
脯氨酸 Pro	2.27 ± 0.01	氨基酸总量 TAA	69.01 ± 0.07
甘氨酸# Gly	2.68 ± 0.02	必需氨基酸含量 EAA	33.60 ± 0.05
丙氨酸# Ala	3.90 ± 0.01	非必需氨基酸含量 NEAA	35.34 ± 0.10
缬氨酸* Val	3.53 ± 0.02	鲜味氨基酸含量 DAA	28.73 ± 0.07
蛋氨酸* Met	1.22 ± 0.02	EAA/TAA (%)	48.68
异亮氨酸* Ile	3.21 ± 0.02	EAA/NEAA (%)	95.06
亮氨酸* Leu	5.84 ± 0.05	DAA/TAA (%)	41.70
苯丙氨酸* Phe	2.84 ± 0.03		

注:TAA 为氨基酸总量;EAA 为必需氨基酸总量;NEAA 为非必需氨基酸总量;DAA 鲜味氨基酸总量;“*”必需氨基酸,“#”鲜味氨基酸。

Notes: TAA: total amino acids; EAA: essential amino acids; NEAA: nonessential amino acids; DAA: delicious amino acids; * means essential amino acid, # means delicious amino acid.

2.3 必需氨基酸组成的评价

由表 3 可知,博氏鲢肉中的必需氨基酸含量为 2 884 mg/g N,高于 FAO/WHO 标准(2 250 mg/g N)、低于鸡蛋蛋白质标准的(3 066 mg/g N);博氏鲢必需氨基酸的氨基酸评分均接近或大于 1,化学评分除色氨酸外,均大于 0.5。一种食物蛋白质的氨基酸分越接近 1,则其越接近人体需要,营养价值也越高。根据 AAS 和 CS,博氏鲢的第一限制氨基酸为色氨酸,第二限制氨基酸为缬氨酸。以 AAS 为标准,博氏鲢中(蛋氨酸+半胱氨酸)评分最高,且含量已超过 FAO/WHO 氨基酸标准模式,为其 1.98 倍,表明博氏鲢肉中含有丰富的含硫氨基酸。

2.4 脂肪酸组成

由表 4 可知,博氏鲢肉中共检出 24 种脂肪

酸,其中 9 种饱和脂肪酸(SFA),占 32.78%;5 种单不饱和脂肪酸(MUFA),占 42.68%;10 种多不饱和脂肪酸(PUFA),占 24.54%,MUFA > SFA > PUFA。饱和脂肪酸中以棕榈酸(C16:0)含量最高 22.00%,C15:0 和 C24:0 最低。单不饱和脂肪酸中,油酸(C18:1)含量最高 38.41%,C20:1 次之,为 2.87%,而 C17:1 和 C24:1 含量最低。多不饱和脂肪酸中,主要为亚油酸(C18:2n-6)、EPA(C20:5n-3)、DHA(C22:6n-3)、花生四烯酸(C20:4n-6)、 α -亚麻酸(C18:3n-3),含量分别为 10.51%、4.37%、3.00%、2.53%、1.83%。博氏鲢肉中 n-3 PUFA 含量为 9.89%,n-6 PUFA 含量为 14.65%,n-6/n-3 PUFA 为 1.48。

表 3 博氏鲢肉必需氨基酸组成评价

必需氨基酸 essential amino acid	博氏鲢 <i>P. bocourti</i>	FAO/WHO 模式 FAO/WHO standard	鸡蛋蛋白 egg protein	氨基酸分 AAS	化学分 CS
异亮氨酸 Ile	276	250	331	1.10	0.83
亮氨酸 Leu	503	440	534	1.14	0.94
赖氨酸 Lys	590	340	441	1.74	1.34
蛋氨酸 + 半胱氨酸 Met + Cys	436	220	386	1.98	1.13
苯丙氨酸 + 酪氨酸 Phe + Tyr	454	380	565	1.19	0.80
苏氨酸 Thr	272	250	292	1.09	0.93
缬氨酸 Val	304	310	411	0.98	0.74
色氨酸 Trp	49	60	106	0.82	0.46
总计 total	2 884	2 250	3 066	10.04	7.72

注:博氏鲢的必需氨基酸指数为 86.00。

Notes: The essential amino acids index (EAAI) of *P. bocourti* is 86.00.

表 4 博氏鲢肉脂肪酸组成

Tab. 4 Fatty acids composition in meat of *P. bocourti* %

脂肪酸 fatty acid	含量 content	脂肪酸 fatty acid	含量 content
C14:0	0.77 ± 0.02	∑ MUFA	42.68 ± 0.10
C15:0	0.10 ± 0.01	C18:2n-6	10.51 ± 0.09
C16:0	22.00 ± 0.13	C18:3n-6	0.61 ± 0.05
C17:0	0.17 ± 0.02	C18:3n-3	1.83 ± 0.03
C18:0	7.72 ± 0.02	C20:2n-6	0.13 ± 0.01
C20:0	0.24 ± 0.01	C20:3n-6	0.87 ± 0.14
C21:0	0.41 ± 0.01	C20:3n-3	0.07 ± 0.01
C22:0	1.32 ± 0.05	C20:4n-6	2.53 ± 0.06
C24:0	0.05 ± 0.00	C20:5n-3	4.37 ± 0.03
∑ SFA	32.78 ± 0.08	C22:5n-3	0.62 ± 0.10
C16:1	0.89 ± 0.05	C22:6n-3	3.00 ± 0.12
C17:1	0.10 ± 0.02	∑ PUFA	24.54 ± 0.09
C18:1	38.41 ± 0.29	n-3 PUFA	9.89 ± 0.08
C20:1	2.87 ± 0.12	n-6 PUFA	14.65 ± 0.06
C24:1	0.41 ± 0.02		

注: ∑ SFA 为饱和脂肪酸总量; ∑ MUFA 为单不饱和脂肪酸总量; ∑ PUFA 为多不饱和脂肪酸总量。

Notes: ∑ SFA is total saturated fatty acids (SFA); ∑ MUFA is total mono-unsaturated fatty acids (MUFA); ∑ PUFA is total polyunsaturated fatty acids (PUFA).

2.5 矿物质元素含量

由表 5 可知,博氏鲢肉中钾含量最高,为 1 118.51 mg/100 g(干重),其次为磷、钠、钙、镁,铜含量最低,为 0.03 mg/100 g。微量元素中,铁、锌含量最高,分别为 1.19 和 1.18 mg/100 g(干重)。根据中国营养协会的建议,中国成年人(18~49 岁)的矿物质每日适宜摄入量如表 5 所示^[16]。从表 5 中可以得出,成人每食用 100 g(干

重)的博氏鲢肉,可以满足每日所需 75% 的 P、56% 的 K、16% 的 Ca、13% 的 Na,因此,博氏鲢是个很好的钾、钠、钙等矿物质元素的来源。

表 5 博氏鲢肉中矿物质元素的含量

Tab. 5 Mineral content in meat of

矿物质 minerals	鱼肉 ^a / (mg/100 g) <i>P. bocourti</i>	适宜摄入量 ^b / (mg/day) adequate intake	所占比例 ^c / % percentage
Na	288.15 ± 8.75	2 200	13
K	1 118.51 ± 30.67	2 000	56
Mg	19.48 ± 1.33	350	6
P	522.24 ± 25.67	700	75
Ca	131.49 ± 3.42	800	16
Fe*	1.19 ± 0.10	15(男),20(女)	8(男),6(女)
Cu*	0.03 ± 0.00	2.0	2
Zn*	1.18 ± 0.05	15(男),11.5(女)	8(男),10(女)
Mn*	0.04 ± 0.00	3.5	1

注:所占比例^c = (鱼肉^a/适宜摄入量^b) × 100。* 表示微量元素。

Notes: c = (a/b) · 100, a is the mineral content in 100 g meat of *P. bocourti*, b is adequate intake according to Chinese Nutrition Society (CNS). * means trace element.

3 讨论

3.1 一般营养成分

本研究选取样品为养殖条件下的博氏鲢,通常养殖鱼类的粗蛋白与粗脂肪含量是由鱼体自身的活动和喂养的饲料决定。根据鱼体中脂肪的含量多少,可将鱼分为^[17]少脂(<2%),低脂(2%~4%),中脂(4%~8%),高脂>8%。养殖博氏鲢属于中脂鱼类。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^[18]。结果表明,博氏鲢是一种蛋白质含量较高、适口性佳的鱼类。

3.2 氨基酸组成及其评价

在所测得的 18 种氨基酸中,其中谷氨酸含量最高,其次是天冬氨酸和赖氨酸。谷氨酸不仅能解除代谢过程中氨的毒害作用、预防和治疗肝昏迷,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,改进维持大脑机能;天冬氨酸参与鸟氨酸循环,促进氧和二氧化碳生成尿素,降低血液中氮和二氧化碳的量,增强肝脏功能,消除疲劳;赖氨酸有助提高钙的吸收和在机体体内的积累,增进食欲、促进幼儿生长和发育,还有改善免疫系统、抵制单纯疱疹和带状疱疹病毒的功效^[14,19]。支/芳值是支链氨基酸与芳香族氨基酸的比值。正常人和哺乳动物的支/芳值为 3.0 ~ 3.5,当肝脏受到损伤时,则降到 1.0 ~ 1.5^[18]。研究发现,当病人出现肝功能不全时,肝脏内氨基酸代谢出现异常,芳香族氨基酸比例升高,而支链氨基酸比例降低。肝功能不全病人的身体周围组

织能量缺乏,支链氨基酸可以作为这些组织的能源物质,从而减轻肌肉蛋白质分解、通过糖原异生作用向机体提供能量的程度^[20]。有资料表明,体内支链氨基酸浓度升高,可减少其他氨基酸在肌肉内消耗,促使肝脏和肌肉的蛋白质合成增加,有利于肝功能不全的病人康复^[21]。因此,高支低芳氨基酸及其混合物具有保肝作用。博氏鲢的支/芳值为 2.15,说明博氏鲢肉具有一定程度的保肝作用。

由表 6 可知,博氏鲢的必需氨基酸含量(EAA)和必需氨基酸占氨基酸总量的比值(EAA/TAA)仅低于松江鲈^[11],而高于其它 3 种经济鱼类^[5,10,14]。鱼肉中所含氨基酸与鲜味有关的主要有天冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸和精氨酸 5 种。博氏鲢的鲜味氨基酸含量高于鲢、大黄鱼,近于松江鲈,低于吉富罗非鱼;而鲜味氨基酸占氨基酸总量的比值高于鲢、松江鲈,低于大黄鱼和吉富罗非鱼。在博氏鲢的鲜味氨基酸组成中,谷氨酸含量最高,天冬氨酸含量仅次于谷氨酸,这可能就决定了博氏鲢肉的鲜美,进一步验证了对其进行合理开发养殖的重要现实意义。

表 6 博氏鲢肉鲜味氨基酸、必需氨基酸含量与其它经济鱼类的比较

Tab. 6 Comparison of amino acids content in meat of

种类 species	<i>P. bocourti</i> and some other fishes				% ,dry weight	
	氨基酸 总量	必需氨基酸 含量	鲜味 氨基酸	必需氨基酸占 氨基酸总量比率	鲜味氨基酸占 氨基酸总量比率	
	TAA	EAA	DAA	EAA/TAA	DAA/TAA	
博氏鲢 <i>P. bocourti</i>	68.44	33.03	28.73	48.26	41.70	
鲢 <i>H. molitrix</i>	64.01	24.06	26.94	40.57	37.58	
大黄鱼 <i>P. crocea</i>	58.39	27.27	25.39	44.24	43.48	
吉富罗非鱼 <i>O. niloticus</i>	76.01	30.46	34.20	40.07	44.99	
松江鲈 <i>T. fasciatus</i>	73.40	35.76	28.75	49.21	39.72	

注:参考文献中其它鱼类均未测色氨酸,故此表中比较的氨基酸不包括色氨酸。

Notes: Trp is not included.

鱼类营养价值主要取决于鱼肉中蛋白质和脂肪的含量。在营养方面,人们不仅注意各种食物蛋白质的含量,而且尤其关注其质量。蛋白质质量的优劣主要取决于所含必需氨基酸的种类、数量和比例,特别是 8 种必需氨基酸含量的高低和构成比例。博氏鲢肉中(蛋氨酸 + 半胱氨酸)的含量均超过 FAO/WHO 标准模式和鸡蛋蛋白模式。含硫氨基酸可以通过其自身的抗氧化作用以及合成具有重要抗氧化作用的物质(谷胱甘肽)来维持机体的氧化还原状态平衡^[15]。这对于以

豆类为主的膳食者来说,可以弥补豆类食品中含硫氨基酸的不足,从而提高人体对蛋白质的利用率,保持机体营养平衡。必需氨基酸指数是说明必需氨基酸与标准蛋白质相接近的程度。博氏鲢鱼肉的必需氨基酸指数(EAAI)为 86.00,表明博氏鲢是一种氨基酸组成比例均衡、营养价值较高的蛋白源。

3.3 脂肪酸组成

博氏鲢肉中多不饱和脂肪酸主要为亚油酸(C18:2n-6)、EPA(C20:5n-3)、DHA(C22:6n-3)、

花生四烯酸(C20:4n-6)、 α -亚麻酸(C18:3n-3),水产品的营养价值与其必需脂肪酸的含量有着密切的关系,必需脂肪酸包括亚油酸和 α -亚麻酸。 α -亚麻酸作为n-3多不饱和脂肪酸的前体物质,可转变生成EPA、DHA等;而亚油酸作为n-6多不饱和脂肪酸的前体可在体内转变生成花生四烯酸等^[22]。花生四烯酸和DHA都具有重要的生理功能,是构成脑细胞的重要成分,对稳定细胞膜功能和生长发育有重要作用^[23]。而EPA和DHA具有降血压、抗血栓、预防心脏病和抗肿瘤等生理功能^[24]。

在日常饮食中,n-3多不饱和脂肪酸的摄入量通常都大大低于n-6多不饱和脂肪酸的摄入量。国际粮农组织和世界卫生组织的专家推荐的n-6/n-3比值在日常膳食中的最佳比例5:1~10:1^[25]。而博氏鲢的n-6/n-3比值为1.48,由此可知博氏鲢中的n-3多不饱和脂肪酸含量比推荐的日常膳食中的含量高。但是因为在生物体内,n-6和n-3多不饱和脂肪酸竞争同样的代谢底物以及它们各具有不同的生理功能,因此,两者在日常膳食中的平衡相对来说更为重要。

3.4 矿物质元素

矿物质元素是维持生命及正常新陈代谢所必需的物质,不能在人体内合成,故日常膳食中的含量尤显重要,矿物质元素在体内缺乏或过多都会导致机体生理或病理变化。博氏鲢肉中钾含量最高,微量元素中,铁、锌含量最高。研究证明,锌是人体多种酶的必需成分,是维持生命正常活动的关键因子,缺锌会引起代谢功能的紊乱、免疫功能下降;铁参与造血,是组成血红蛋白的重要原料,机体缺铁,肝内合成脱氧核糖核酸受抑制,可使血红蛋白减少,发生营养性贫血,免疫功能降低^[26]。博氏鲢肉中钙磷比为1:3.97。按照HILL等^[27]提出的理化性质相似的元素之间其生物学功能会相互拮抗,且这种拮抗通常发生在锌铜比大于10及锌铁比大于1。由此可见博氏鲢肉中锌铁比例合理,但是锌铜可能存在相互拮抗效应。

4 结论

综合分析研究结果可知,博氏鲢肉蛋白质含量较高,氨基酸组成比例均衡,必需氨基酸组成模式符合人体的需要,鲜味氨基酸占氨基酸总量的

比值较高,支/芳值为2.15,必需氨基酸指数(EAAI)为86.00,是一种优质的蛋白源。博氏鲢肉中MUFA>SFA>PUFA,油酸(C18:1)含量最高,富含n-3多不饱和脂肪酸,n-6/n-3比值为1.48。矿物质元素含量丰富,比例较合理。因此,博氏鲢是一种营养价值较高、味道鲜美的鱼类,是一种非常值得开发利用的淡水鱼类资源。

参考文献:

- [1] 魏于生,阮长江. 湄公河流域巴沙鱼生物学的研究[J]. 淡水渔业,1996,26(6):25-26.
- [2] THAMMAPAT P, RAVIYAN P, SIRIAMORN PUN S. Proximate and fatty acids composition of the muscles and viscera of Asian catfish (*Pangasius bocourti*) [J]. Food Chemistry, 2010, 122(1): 223-227.
- [3] Anonymous. *Pangasius*; A new export fish [J]. Food Journal of Thailand, 2005, 8(45): 34-45.
- [4] 庄平,宋超,章龙珍,等. 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.
- [5] 李祥云,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.
- [6] 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.
- [7] PELLET P L, YOUNG V R. Nutritional evaluation of protein foods [M]. Tokyo: United Nations University, 1980: 26-29.
- [8] 方富永,苗艳丽,彭少伟,等. 黄鳍马面鲈肌肉主要营养成分分析与评价[J]. 营养学报, 2010, 32(5): 495-498.
- [9] 林建斌,陈度煌,朱庆国,等. 3种石斑鱼肌肉营养成分比较初探[J]. 福建农业学报, 2010, 25(5): 548-553.
- [10] 聂国兴,傅艳茹,张浩,等. 乌鳢肌肉营养成分分析[J]. 淡水渔业, 2002, 32(2): 46-47.
- [11] 丁建英,黄晓琳,徐建荣,等. 松江鲈肌肉营养成分测定及营养价值评价[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(35): 20118-20120.
- [12] 杨太有,王琳,李仲辉,等. 池养黄河鲤鱼含肉率及其肌肉营养成分的分析[J]. 海洋湖沼通报, 1996(4): 55-57.
- [13] 宓国强,陈建明,练青平,等. 杂交鳊与鳊鱼、斑鳊肌肉营养成分和氨基酸含量比较[J]. 水产养殖, 2009, 30(4): 35-36.
- [14] 缪凌鸿,刘波,何杰,等. 吉富罗非鱼肌肉营养成分

- 分析与品质评价[J]. 上海海洋大学学报, 2010, 19(5): 635-641.
- [15] 陶宁萍, 龚玺, 刘源, 等. 三种养殖河豚鱼肌肉营养成分分析及评价[J]. 营养学报, 2011, 33(1): 92-98.
- [16] 中国营养学会. 中国居民膳食营养素参考摄入量[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2001: 129-258.
- [17] HAARD N F. Control of chemical composition and food quality attributes of cultured fish[J]. Food Research International, 1992, 25(4): 289-307.
- [18] 刘世禄, 王波, 张锡烈, 等. 美国红鱼的营养成分分析与评价[J]. 海洋水产研究, 2002, 23(2): 25-32.
- [19] 姚翹, 陶宁萍, 王锡昌. 宝石鱼肉氨基酸组成及营养评价[J]. 现代食品科技, 2009, 25(4): 447-450.
- [20] YAMAUCHI M, TAKEDA K, SAKAMOTO K, *et al.* Effect of oral branched chain amino acid supplementation in the late evening on the nutritional state of patients with liver cirrhosis[J]. Hepatology Research, 2001, 21(3): 199-204.
- [21] TESSARI P, BARAZZONI R, KIWANUKA E, *et al.* Impairment of albumin and whole body postprandial protein synthesis in compensated liver cirrhosis [J]. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism, 2002, 282(2): 304-311.
- [22] GIL Á. Polyunsaturated fatty acids and inflammatory diseases [J]. Biomedicine and Pharmacotherapy, 2002, 56(8): 388-396.
- [23] INNIS S M. The role of dietary *n*-6 and *n*-3 fatty acids in the developing brain [J]. Lipids and Brain Development, 2000, 22(5-6): 474-480.
- [24] HARPER C R, JACOBSON T A. Usefulness of omega-3 fatty acids and the prevention of coronary heart disease [J]. The American Journal of Cardiology, 2005, 96(11): 1521-1529.
- [25] World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fats and oils in human nutrition, Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation [R]. World Health Organization, 1994: 168.
- [26] 蒋定文, 林梦, 沈先荣, 等. 鲱鱼的营养分析与评价[J]. 中国海洋药物杂志, 2010, 29(4): 50-54.
- [27] HILL C H, MATRONE G. Chemical parameters in the study of *in vivo* and *in vitro* interactions of transition elements [J]. Federation Proceedings, 1970, 29(4): 1474-1481.

Analysis and evaluation of nutritional components in meat of cultured *Pangasius bocourti*

DING Yue¹, TAO Ning-ping^{1*}, WEI Zhi-yu², LIU Yuan¹

(1. College of Food Science and Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;

2. Hubei Fisheries Research Institute, Wuhan 430071, China)

Abstract: Nutritional components in the meat of *Pangasius bocourti* from Yingshan of Hubei Province were analyzed and nutritive quality was evaluated. The contents of general nutrients, amino acids, fatty acids and mineral elements were determined with the current national standard method. The results showed that the contents of moisture, crude protein, crude fat and ash in the meat of *P. bocourti* were $75.36\% \pm 1.07\%$, $17.90\% \pm 0.43\%$, $5.13\% \pm 0.18\%$ and $0.98\% \pm 0.09\%$ respectively. The total content of eighteen common amino acids was (69.01 ± 0.07) g/100 g (dry weight), among which 5 kinds of delicious amino acids and 8 kinds of essential amino acids for human body accounted for 41.70%, and 48.68% respectively. The ratio of essential amino acids to non-essential amino acids was 95.06%. The constitutional rate of the essential amino acids accorded with the Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization (FAO/WHO) Standards. According to nutrition evaluation in amino acid score (AAS) and chemical score (CS), the first limited amino acid was Tryptophan (Trp) and the second limited amino acid was Valine (Val). There were 24 kinds of fatty acids in crude fat, among which the content of oleic acid was the highest $38.41\% \pm 0.29\%$ and the ratio of total mono-unsaturated fatty acids content to total fatty acids content in this fish was $42.68\% \pm 0.10\%$. The ratio of *n*-6/*n*-3 polyunsaturated fatty acids (PUFA) was 1.48. Potassium (K) was the most predominant mineral element found in meat and its content was (1118.51 ± 30.67) mg/100 g (dry weight). In trace elements, the contents of iron (Fe) and zinc (Zn) were (1.19 ± 0.10) mg/100 g (dry weight), (1.18 ± 0.05) mg/100 g (dry weight). Compared with other fish species, the meat of *P. bocourti* had a high quality in protein with well-balanced essential amino acid composition and was rich in *n*-3 polyunsaturated fatty acids and mineral elements. It indicated that *P. bocourti* was one of freshwater fishes with high nutritional value.

Key words: *Pangasius bocourti*; nutritional components; evaluation of nutritive quality

Corresponding author: TAO Ning-ping. E-mail: nptao@shou.edu.cn