

黑花鳙(*Aristichthys nobilis*)和 白花鳙肌肉营养成分分析及营养价值评定*

杨品红^{1,2,3} 王志陶^{1,4} 夏德斌¹ 李梦军^{2,3} 谢春华^{2,3}
刘良国¹ 王文彬¹

(1. 湖南文理学院生命科学学院 常德 415000; 2. 湖南省水产工程技术研究中心 常德 415000;
3. 大湖水殖股份有限公司 常德 415000; 4. 中国科学院水生生物研究所 武汉 430072)

提要 采用常规营养成分分析方法,研究了新选育品种黑花鳙和白花鳙 F₂代的含肉率、肌肉生化成分和能值。结果表明,二者的含肉率分别为 77.47%和 77.53%;鲜样中肌肉生化成分分别为:水分 80.56%和 79.38%,蛋白质 17.01%和 17.67%,脂肪 0.87%和 1.20%,灰分 1.25%和 1.35%,比能值 4.43kJ/g 和 4.72kJ/g;干样中黑花鳙 17 种氨基酸总含量(81.32g/100g),9 种人体必需氨基酸含量(40.05 g/100g),四种呈味氨基酸含量(29.13g/100g)均小于白花鳙 (86.63, 42.04, 31.57g/100g),但其必需氨基酸/氨基酸总含量(49.25%)以及必需氨基酸/非必需氨基酸(0.97)均大于白花鳙(48.53%, 0.94)[以上差异均不显著($P>0.05$)];二者的限制性氨基酸为缬氨酸、亮氨酸和苏氨酸。黑花鳙必需氨基酸与总氮的克数比(2.62)以及必需氨基酸指数(77.98)均小于白花鳙(2.67, 79.6),但都大于湖北等产地的鳙鱼。两种新选育的鳙鱼开发利用前景看好。

关键词 黑花鳙, 白花鳙, 含肉率, 营养成分, 氨基酸, 营养价值评价
中图分类号 Q955

鳙(*Aristichthys nobilis* Richardson)隶属于硬骨鱼纲(Osteichthyes)、鲤形目(Cypriniformes)、鲤科(Cyprinidae)、鲢亚科(Hypophthalmichthyinae),是我国江河、湖泊、水库等大水面水体中特有的半洄游性鱼类,也是大水面水体中的主要养殖对象(伍献文, 1964),北可达海河平原,南至珠江平原,其间分布于黄河、长江、钱塘江等平原地区(李思忠等, 1990)。自 1958 年中国获得了家鱼人工繁殖试验的成功以来,四大家鱼的养殖在中国乃至世界范围内得以迅速传播(钟麟等, 1965; 谢平, 2003)。鳙以浮游动物为主要食料(浮游动物与浮游植物个数之比为 1 : 4.5)(谢平, 2003),主要滤食枝角类,其次是桡足类、原生动物和轮虫,与鲢相比,鳙摄食较大的浮游动物(刘建康, 1990)。在欧洲,由于缺乏本土的摄食浮游生物的滤食

性鱼类,鳙主要被引种用于与鲤鱼混养以充分利用饵料资源以提高渔产量,并希望借此改善池塘水质(Opuszynski *et al*, 1995)。

一般来说,无论天然鳙鱼群体,还是人工养殖群体,在体色上都存在一定差异。2004 年,作者在国家级湖南洞庭鱼类良种场,对从国家级长沙四大家鱼原种场引进的鳙鱼进行选育时,将其分为黑花鳙(Black-spot Bighead carp 简称 B,体表的花斑面积大而颜色较深,体色偏黑,胸鳍颜色和尾鳍颜色较浓,并有类似颗粒状黑色斑点,花斑覆盖区>30%)和白花鳙(White-spot Bighead carp 简称 W,体表黑色花斑少而分散,颜色淡,胸鳍和尾鳍颜色较浅,花斑覆盖区<30%)。并分别进行自交得 F₁代,进行选育,于 2008 年得到这两种群体的 F₂代(以下简称黑花鳙和白花

* 湖南省高校科技创新团队支持计划资助, 2010—2012; 湖南省“十一五”重点建设学科“动物学”项目, 07-A-2 号; 湖南省高校产学研示范基地——水生生物资源与利用, 2008—2010。杨品红, 博士研究生, 教授, E-mail: ypking@263.net

收稿日期: 2010-06-01, 收修改稿日期: 2010-07-15

鳙)。为了弄清这种体色差异是不是由于环境差异引起,在先前的研究中通过分别将两种体色鳙鱼标记后,在同样的条件下进行培养及人工繁殖,发现这种体色上的差异能稳定地传递给了子代(在幼鱼阶段体色上差异尤为突出,尤其是在2龄阶段及在此之前)。据此初步研究两种鳙鱼群体体色表型上的差异是在长期适应环境的过程中由遗传物质与环境因素相互作用的结果,不会随环境条件的改变而消失或者发生转化(范武江,2007)¹⁾。但有关黑花鳙和白花鳙的研究目前仅停留在对其原代以及F₁代的形态学和遗传学方面,对于F₂代群体的研究还相当匮乏。本研究通过分析F₂代的黑花鳙和白花鳙含肉率及肌肉营养成分,对其鱼肉品质、营养价值做了科学评定,以期为其研究其营养需要和人工配合饲料提供理论依据,并为后期进一步的选育工作提供参考。

1 材料与方法

1.1 实验鱼

于2010年3月25—26日,在国家级湖南洞庭鱼类良种场,随机抽取身体健壮、无病无伤2龄F₂代黑花鳙和白花鳙各6尾,带回实验室。

1.2 方法

实验鱼经生理盐水洗涤干净,擦干体表称重、量长。全鱼解剖,分别称量鳞、表皮、鳍、内脏等重;把鱼煮熟后去其肉,称其骨骼重;肌肉营养成分分析及氨基酸含量测定送中国科学院亚热带农业生态研究所进行检测。

1.3 肌肉生化成分分析

将每尾鱼挑去骨骼的全部肌肉样品快速细细切碎混匀,根据测定指标分别称重取样。每个测定指标取两个样。肌肉中水分测定采用直接干燥法(GB 5009.3-2010),粗蛋白测定采用凯氏定氮法(GB 5009.5-2010),粗脂肪测定采用索氏抽提法(GB/T 5009.6-2003),粗灰分测定采用灼烧法(550℃)(GB 5009.4-2010),用减量法计算无氮浸出物(即用100减去蛋白质、脂肪、灰分及水分的百分率便得无氮浸出物的百分含量);鱼体肌肉蛋白质氨基酸含量采用日本日立L-8800全自动氨基酸分析仪测定(酸水解中色氨酸被破坏,未另测)。按每克蛋白质能值为23.64kJ、每克脂肪能值为39.54kJ、每克碳水化合物能值为17.15kJ计算鱼体的能值以及E/P比(能值与蛋白质含

量的比值)(Brett, 1979),鲜样中某种营养成分含量等于干样中该营养成分含量×(1-水分含量/100)。

1.4 鱼肉营养价值评价方法

根据粮食与农业组织/世界卫生组织(FAO/WHO)1973年建议的,依婴儿需要量为底限提出的必需氨基酸的评分模式氨基酸评分标准模式(% dry)(Pellett *et al*, 1980)和全鸡蛋蛋白质的氨基酸模式(% dry)(桥本芳郎, 1980),分别按以下公式计算氨基酸评分(amino acid score, AAS)、化学评分(chemical score, CS)和必需氨基酸指数(EAAI)(谭德清等, 2004a)。

$$AAS = \frac{\text{试验样品氨基酸含量(mg/gN)}}{\text{FAO/WHO评分标准模式中同种氨基酸含量(mg/gN)}} \quad (1)$$

$$CS = \frac{\text{试验样品氨基酸含量(mg/gN)}}{\text{全鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量(mg/gN)}} \quad (2)$$

$$EAAI = \sqrt[n]{\frac{100a}{ae} \times \frac{100b}{be} \times \frac{100c}{ce} \times \dots \times \frac{100j}{je}} \quad (3)$$

式中:*n*为比较的必需氨基酸个数,*a*、*b*、*c*、…、*j*为鱼肌肉蛋白质的必需氨基酸含量(mg/gN),*ae*、*be*、*ce*、…、*je*为全鸡蛋蛋白质的必需氨基酸含量(mg/gN)。

1.5 数据处理

用SPSS13.0 for Windows统计软件对数据进行处理,采用独立样本*t*检验(*t*-Test)对组间蛋白质和氨基酸含量进行差异性比较分析,描述性统计值使用平均值±标准差(Mean±SD)表示,*P*<0.05为具有显著性差异。

2 结果与分析

2.1 含肉率及组织含有率

含肉率是衡量鱼类品质、生产性能的重要指标之一。它因鱼的种类、品种、生活环境、饲料的不同而异(陈琴等, 2002)。黑花鳙和白花鳙体重范围分别为566—1640g和758—1367g,黑花鳙的平均含肉量77.47%、(内脏+性腺)5.97%、骨4.86%、皮2.92%、鳞1.64%、鳃4.16%、鳍2.97%。白花鳙的平均含肉量77.53%、(内脏+性腺)5.44%、骨4.98%、皮3.03%、鳞1.69%、鳃4.16%、鳍3.17%(表1)。

2.2 肌肉生化成分百分比和能值

黑花鳙肌肉中水分平均含量(80.56±0.78)%、蛋白质(17.01±0.58)%、脂肪(0.87±0.21)%、灰分(1.25±0.08)%、无氮浸出物(0.37±0.21)%、比能值4.43kJ/g及E/P 26.04kJ/g;白花鳙肌肉中水分平均含量(79.38±

1) 范武江, 2007. 两种不同体色鳙鱼群体生物学及遗传差异研究. 长沙: 湖南农业大学硕士学位论文

表 1 黑花鲈和白花鲈的含肉率及组成(%)

Tab.1 Flesh contents and components (%) of *A. nobilis* Black-spot and *A. nobilis* White-spot

组织器官	黑花鲈(n=6)		白花鲈(n=6)	
	变幅	Mean±SD	变幅	Mean±SD
肌肉	76.54—78.37	77.47±0.64	78.21—76.78	77.53±0.49
内脏+性腺	5.21—7.34	5.97±0.77	5.71—5.06	5.44±0.22
骨	4.09—5.65	4.86±0.67	5.94—3.98	4.98±0.67
皮	2.35—3.22	2.92±0.35	3.5—2.74	3.03±0.25
鳞	1.47—1.98	1.64±0.18	1.79—1.52	1.69±0.1
鳃	3.44—4.887	4.16±0.52	4.3—3.93	4.16±0.13
鳍	2.67—3.17	2.97±0.17	3.31—2.97	3.17±0.1

表 2 黑花鲈与白花鲈肌肉生化成分(%，鲜样)及能值

Tab.2 Biochemical compositions (%，wet) and calorific values of muscle of *A. nobilis* Black-spot and *A. nobilis* White-spot

检测项目	黑花鲈(n=6)		白花鲈(n=6)	
	变幅	Mean±SD	变幅	Mean±SD
蛋白质	16.10—17.9	17.01±0.58	16.17—20.05	17.67±1.05
脂肪	0.56—1.29	0.87±0.21	0.72—2.05	1.20±0.47
灰分	1.10—1.37	1.25±0.08	1.21—1.43	1.35±0.07
无氮浸出物	0.06—0.69	0.37±0.21	0.11—0.85	0.40±0.25
比能值(kJ/g, wet)	4.43		4.72	
E/P(kJ/g)	26.04		26.71	

1.18)%、蛋白质(17.67±1.05)%、脂肪(1.20±0.47)%、灰分(1.35±0.07)%、无氮浸出物(0.40±0.25)%、比能值 4.72kJ/g 及 E/P 26.71kJ/g(表 2)，黑花鲈和白花鲈肌肉生化成分中水分含量最高，蛋白质其次，其它低含量的成分依次为灰分、脂肪和无氮浸出物。

2.3 氨基酸种类与含量

氨基酸的种类和含量，决定着蛋白质品质的优劣，而必需氨基酸是评价鱼类营养水平最主要的指标(陈琴等，2002)。采用酸水解法，测得常见氨基酸 17 种，其中包括人体必需氨基酸 9 种及非必需氨基酸 8 种[色氨酸(Trp)因酸处理被分解未另作分析，天冬酰胺(Asn)和谷酰胺(Gln)分别被水解为天冬氨酸(Asp)和谷氨酸(Glu)](表 3)。黑花鲈的氨基酸总含量为 81.32g/100g，在所有氨基酸中谷氨酸含量最高，平均百分含量达 15.08%，蛋氨酸含量最低，仅含 2.1%，9 种人体必需氨基酸中赖氨酸含量最高，为 10.07%，必需氨基酸总量占氨基酸总量比例(E/TA)为 49.25%，必需氨基酸与非必需氨基酸含量的比值(E/NE)为 0.97，必需氨基酸与总氮的克数比(E/TN)为 2.62，呈味氨基酸含量 29.13g/100g；白花鲈氨基酸总含量为 86.63g/100g，其中谷氨酸含量最高，平均百分含量达 14.90%，酪氨酸含量最低，仅含 1.87%，9 种人体必需

氨基酸中赖氨酸含量最高(9.85%)，蛋氨酸最低(2.09%)，必需氨基酸总量占氨基酸总量比例(E/TA)为 48.53%，必需氨基酸与非必需氨基酸之比(E/NE)为 0.94，必需氨基酸与总氮的克数比(E/TN)为 2.67，呈味氨基酸含量 31.57g/100g。

2.4 鱼肉营养价值评价

对鱼肉进行氨基酸评分，是评价其蛋白质质量和指导蛋白质资源利用的重要依据(谭德清等，2004a)。分别将黑花鲈和白花鲈肌肉蛋白中氨基酸的含量(占干样)除以 16，即换算成每克氮中所含氨基酸的毫克数，通过对比 FAO/WHO 评分标准模式以及鸡蛋蛋白质的氨基酸模式计算出黑花鲈和白花鲈肌肉的氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)(表 4)，可见黑花鲈和白花鲈必需氨基酸含量均明显高于鸡蛋蛋白质标准和 WHO/FAO 标准。

3 讨论

鲈鱼是我国四大家鱼之一，是淡水养殖的主要品种，这种滤食性鱼类也被广泛用于非经典生物操纵(non-traditional biomanipulation)(Xie *et al.*, 2001; 谢平, 2003)。本研究中黑花鲈和白花鲈的体长范围分别为 36.3—52.2cm 和 41.4—48.9cm，单因素方差分析

表3 黑花鲷与白花鲷以及其它产地鲷鱼肌肉氨基酸含量(g/100g干样)

Tab.3 Contents of amino acids in muscle of *A. nobilis* Black-spot, *A. nobilis* White-spot, and *A. nobilis* from other producing area (g/100g dry)

氨基酸	黑花鲷		白花鲷		武汉鲷 ^[1]		河南鲷 ^[2]		上海鲷 ^[3]	
	含量	百分率(%)	含量	百分率(%)	含量	百分率(%)	含量	百分率(%)	含量	百分率(%)
天冬氨酸 [■]	8.38	10.30	8.79	10.15	6.46	9.92	6.49	10.23	9.62	11.22
丝氨酸	3.39	4.17	3.60	4.16	2.88	4.42	1.99	3.14	3.5	4.08
谷氨酸 [■]	12.26	15.08	12.91	14.90	10.33	15.86	10.67	16.83	14.67	17.12
脯氨酸	4.72	5.80	5.67	6.55	2.33	3.58	2.35	3.71	2.72	3.17
甘氨酸 [■]	3.80	4.67	4.77	5.51	3.63	5.57	3.89	6.13	4.52	5.27
丙氨酸 [■]	4.69	5.77	5.11	5.89	4.21	6.46	4.42	6.97	5.25	6.13
酪氨酸	1.78	2.19	1.62	1.87	2.58	3.96	2.19	3.45	3.21	3.75
胱氨酸	2.25	2.77	2.13	2.46	0.50	0.77	0.37	0.58	0.49	0.57
缬氨酸 [□]	4.93	6.06	4.79	5.53	3.29	5.05	3.53	5.57	4.42	5.16
蛋氨酸 [□]	1.71	2.10	1.81	2.09	2.04	3.13	2.03	3.20	2.53	2.95
异亮氨酸 [□]	4.09	5.03	4.24	4.89	3.08	4.73	3.29	5.19	4.37	5.10
亮氨酸 [□]	6.52	8.02	6.83	7.88	5.67	8.71	5.40	8.52	7.58	8.84
苯丙氨酸 [□]	4.16	5.12	4.31	4.98	2.79	4.28	2.84	4.48	3.98	4.64
赖氨酸 [□]	8.19	10.07	8.53	9.85	6.01	9.21	5.31	8.37	7.67	8.95
组氨酸 [□]	2.16	2.66	2.35	2.71	1.92	2.95	1.66	2.62	2.19	2.56
苏氨酸 [□]	3.77	4.64	4.01	4.63	3.08	4.73	2.72	4.29	3.84	4.48
精氨酸 [□]	4.52	5.56	5.17	5.97	4.33	6.65	4.26	6.72	5.15	6.01
非必需氨基酸	41.27	50.75	44.59	51.47	32.92	50.55	32.37	51.05	43.98	51.31
必需氨基酸	40.05	49.25	42.04	48.53	32.20	49.45	31.04	48.95	41.73	48.69
呈味氨基酸	29.13	35.82	31.57	36.44	24.63	37.82	25.47	40.17	34.06	39.74
总氨基酸	81.32	100	86.63	100	65.12	100	63.41	100	85.71	100
E/NE	0.97		0.94		0.98		0.96		0.95	
E/TN	2.62		2.67		2.24		2.43		2.28	
EAAI	77.98		79.61		59.59		57.21		77.60	

注: ■示呈味氨基酸; □示必需氨基酸; E/TA 为必需氨基酸占氨基酸总量的比例(%); E/NE 为必需氨基酸与非必需氨基酸之比; E/TN 为必需氨基酸与总氮的克数比值; EAAI 为必需氨基酸指数。[1] (刘建康, 1990), [2] (杨治国等, 2006), [3] (李思发, 1998)

表4 黑花鲷和白花鲷必需氨基酸含量(mg/gN)以及氨基酸评分、化学评分和必需氨基酸指数

Tab.4 Contents of essential amino acids (mg/gN), amino acids grade point, chemistry grade point, and EAAI of *A. nobilis* Black-spot and *A. nobilis* White-spot

氨基酸	含量(mg/gN)				AAS		CS	
	黑花鲷	白花鲷	鸡蛋蛋白质	WHO/FAO	黑花鲷	白花鲷	黑花鲷	白花鲷
异亮氨酸	256	265	331	250	1.02	1.06	0.77	0.80
亮氨酸	408	427	534	440	0.93*	0.97**	0.76**	0.79**
苏氨酸	236	251	292	250	0.94**	1.01	0.81	0.86
缬氨酸	308	299	411	310	0.99	0.96*	0.75*	0.73*
甲硫氨酸+胱氨酸	544	550	386	220	2.47	2.5	1.41	1.42
苯丙氨酸+酪氨酸	852	849	565	380	2.24	2.23	1.51	1.50
赖氨酸	512	533	441	340	1.51	1.57	1.16	1.21
合计	3116	3174	2960	2190	—	—	—	—
占氨基酸总量(%)	49.25	48.53	48.08	35.38	—	—	—	—
EAAI	77.98	79.61	—	—	—	—	—	—

注: *示第一限制性氨基酸, **示第二限制性氨基酸

显示,它们的肌肉生化成分和能值差异不显著($P>0.05$),可初步判断这两种鱼的肌肉生化成分和能值的稳定性较好,不会随体长的改变而发生变化。谭德清等(2004b)在研究黑尾近红鲂时也发现不同季度的群体和不同体长的群体肌肉生化成分和能值差异不显著($P>0.05$),而陈少莲等(1992)在研究草鱼等发现不同季度的群体和不同体长的群体肌肉生化成分和能值差异显著($P<0.05$),并且水分和脂肪含量与体长变化线性相关。有关黑花鳊与白花鳊不同季度的群体肌肉生化成分和能值差别是否存在显著差异,有待进一步研究。

3.1 氨基酸种类与含量

鲜味氨基酸包括谷氨酸(Glu)、天冬氨酸(Asp)、甘氨酸(Gly)、丙氨酸(Ala) 4种,其中 Glu、Asp 为呈鲜味的特征性氨基酸,且以 Glu 的鲜味最强,而 Gly、Ala 是呈甘味的特征性氨基酸。从表 3 可见,黑花鳊 4 种呈甘味氨基酸的平均含量均略低于白花鳊,但两者均高于武汉鳊和河南鳊,黑花鳊和白花鳊的必需氨基酸含量、氨基酸总量均高于武汉鳊和河南鳊,而接近上海鳊,黑花鳊和白花鳊的必需氨基酸与总氮的克数比值(E/TN)均高于其它三种产地的鳊鱼,表明选育的 F₂ 代黑花鳊和白花鳊具有较好的风味。

3.2 营养价值评估

氨基酸评分(AAS)和化学评分(CS)从不同的角度反映了蛋白质构成和利用率的关系。必需氨基酸指数(EAAI)是评价食物营养价值的常用指标之一,它以鸡蛋蛋白质必需氨基酸为参考标准(杨品红等,2008)。根据 AAS,黑花鳊的第一限制性氨基酸为亮氨酸,第二限制性氨基酸为苏氨酸;白花鳊的第一限制性氨基酸为缬氨酸,亮氨酸为其第二限制性氨基酸;而从 CS 来看,黑花鳊和白花鳊的第一限制性氨基酸均为缬氨酸,亮氨酸为两者共有的第二限制性氨基酸。从理论上说,在对黑花鳊和白花鳊进行食品加工时,如添加缬氨酸等限制性氨基酸,能够进一步提高它们的营养价值。有关必需氨基酸指数(EAAI),黑花鳊的 EAAI 值(77.98)略低于白花鳊的 EAAI 值(79.61),但均大于其它产地的鳊鱼(武汉鳊 59.59,河南鳊 57.21,上海鳊 77.60)。

4 结语

本研究不仅填补了黑花鳊和白花鳊生化组成、含量和能值的空白,而且对发展黑花鳊和白花鳊的全营养配合饲料具有重要的指导作用和应用价值。研

究结果表明:黑花鳊和白花鳊都是高蛋白低脂肪的鱼类;营养丰富,氨基酸种类齐全,必需氨基酸的比例基本符合 FHO/WHO 的标准(必需氨基酸占氨基酸总量的百分比和必需氨基酸与非必需氨基酸的比值在 40%左右和在 0.60 以上的要求)(柳琪等,1995);黑花鳊 17 种氨基酸总含量、9 种人体必需氨基酸含量及其百分含量、四种呈味氨基酸含量及其百分含量均小于白花鳊相应指标,但黑花鳊的必需氨基酸/氨基酸总含量以及必需氨基酸/非必需氨基酸均大于白花鳊[以上差异均不显著($P>0.05$)];白花鳊和黑花鳊的限制性氨基酸为缬氨酸、亮氨酸和苏氨酸,其中缬氨酸为第一限制性氨基酸(氨基酸评分标准黑花鳊第一限制性氨基酸为亮氨酸)。黑花鳊必需氨基酸与总氮的克数比以及必需氨基酸指数均小于白花鳊,但均大于其它产地的鳊鱼(表 3),表明选育的 F₂ 代白花鳊和黑花鳊是营养价值和养殖价值比较高的淡水养殖新品种,具有良好的开发利用前景。

参 考 文 献

- 伍献文,1964. 中国鲤科鱼类志(上卷). 上海:上海科学技术出版社,1—228
- 刘建康,1990. 东湖生态学研究(一). 北京:科学出版社,1—407
- 李思发,1998. 中国淡水主要养殖鱼类种质研究. 上海:上海科学技术出版社,114—121
- 李思忠,方芳,1990. 鲢、鳊、青草鱼地理分布的研究. 动物学报,36:244—250
- 杨治国,何涛,李自荣等,2006. 南湾鳊鱼肌肉成分的初步分析. 水利渔业,26(4):88—89
- 陈琴,黄钧,唐章生等,2002. 南美鲱鱼的含肉率及肌肉营养评价. 动物学杂志,37(1):53—57
- 陈少莲,刘肖芳,胡传林等,1992. 我国淡水优质草食性鱼类的营养和能学研究 I. 草鱼、团头鲂、长春鳊的生化成分和能值. 海洋与湖沼,23(2):193—205
- 柳琪,滕葳,张炳春,1995. 中华鳖氨基酸和微量元素的分析与研究. 氨基酸和生物资源,17(1):18—21.
- 钟麟,李有广,张松涛,1965. 家鱼的生物学和人工繁殖. 北京:科学出版社,1—151
- 谢平,2003. 鲢、鳊与藻类水华控制. 北京:科学出版社,1—134
- 谭德清,王剑伟,但胜国等,2004a. 厚颌鲂含肉率及生化成分的分析. 水生生物学报,28(1):17—22
- 谭德清,王剑伟,但胜国,2004b. 黑尾近红鲂含肉率及肌肉营养成分分析. 水生生物学报,28(3):240—246
- 桥本芳郎著,蔡完其译,1980. 养鱼饲料学. 北京:农业出版社,114—115
- Brett J R, 1979. Physiological Energetic Fish Physiology. New York: Academic Press, 8

- Opuszynski K, Shireman J V, 1995. Food habits, feeding behaviour and impact of triploid bighead carp, *Hypophthalmichthys nobilis*, in experimental ponds. *J Fish Biol*, 42, 517—530
- Pellett P L, Young V R, 1980. Nutritional Evaluation of Protein Foods. Japan: The United National University Press, 26—29
- Xie P, Liu J K, 2001. Practical success of biomanipulation using filter-feeding fish to control cyanobacteria blooms: a synthesis of decades of research and application in a subtropical hypereutrophic lake. *Sci World*, 1: 337—356

ANALYSIS OF NUTRITIONAL COMPOSITIONS AND EVALUATION OF NUTRITIONAL QUALITY OF MUSCLE OF *ARISTICHTHYS NOBILIS* BLACK-SPOT AND *ARISTICHTHYS NOBILIS* WHITE-SPOT

YANG Pin-Hong^{1,2,3}, WANG Zhi-Tao^{1,4}, XIA De-Bin¹, LI Meng-Jun^{2,3},
XIE Chun-Hua^{2,3}, LIU Liang-Guo¹, WANG Wen-Bin¹

(1. College of Life Science, Hunan University of Arts and Science, Changde, 415000; 2. Hunan Province Marine Products Engineering Technique Research Center, Changde, 415000; 3. Dahu Aquaculture Co., Ltd., Changde, 415000; 4. Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan, 430072)

Abstract In this paper, measurements were made on the ratios of flesh in whole body and the biochemical composition, energy and amino acids of muscle in the F₂ generations of *Aristichthys nobilis* Black-spot and *A. nobilis* White-spot, which were newly breeding fishes originally living in the four major Chinese carps breeding site in Changsha. Samples of 6 individuals of each group were collected. The ratios of flesh in whole body of *A. nobilis* Black-spot and *A. nobilis* White-spot were 77.47% and 77.53%, respectively. The biochemical compositions (% wet) of *A. nobilis* Black-spot and *A. nobilis* White-spot were that: the moistures of muscle were 80.56% and 79.38%, protein 17.01% and 79.38%, fat 17.01% and 17.67%, ash 1.25% and 1.35%, non-nitrogen extract 0.37% and 0.40%, the content of energy were 4.43kJ/g and 4.72kJ/g, while as E/P were 26.04kJ/g and 26.71kJ/g, respectively. Seventeen common amino acids and nine essential amino acids for human were found in the composition of amino acids of muscle.

In the dry sample of *A. nobilis* Black-spot, the total content of amino acids, which was 81.32g/100g, the content and ratio of essential amino acids, which were 40.05g/100g and 49.25%, respectively, the content and ratio of 4 kinds delicious amino acids, which were 29.13g/100g and 35.82%, respectively, were lower than that of *A. nobilis* White-spot, with 86.63g/100g, 40.05g/100g, 48.53%, 31.57g/100g and 36.44%, respectively, Whereas the percentages of essential amino acids in total amino acids (49.25%) and essential amino acids to non-essential amino acids (0.97) were higher than that of *A. nobilis* White-spot, with 48.53% and 0.94, respectively, however all the differences mentioned above were not significant ($P>0.05$); According to nutrition evaluation [i.e., the amino acids score (AAS) and chemical score (CS)], the limited amino acid of *A. nobilis* Black-spot and *A. nobilis* White-spot were valine, leucine and threonine, while the first limited amino acid was valine, with leucine as the first limited amino acid of *A. nobilis* Black-spot on the basis of AAS; The essential amino acids gram to total nitrogen gram (E/TN) and the essential amino acids index of *A. nobilis* Black-spot were lower than that of *A. nobilis* White-spot, with 2.62, 77.98 and 2.67, 79.6, respectively ($P>0.05$), but both of them are higher than that of *A. nobilis* from other producing areas, indicating that: both *A. nobilis* Black-spot and *A. nobilis* White-spot, the new kinds of freshwater fishes with better nutritive value and raising value, deserving of exploitation and utilization and have a good economic prospects.

Key words *Aristichthys nobilis* Black-spot, *Aristichthys nobilis* White-spot, The ratio of muscle to body, Nutritional composition, Amino acid, Nutrition evaluation