

雌雄洛氏鲮肌肉营养成分的比较分析

张永泉, 尹家胜*, 杜 佳, 耿龙武, 白庆利, 徐 伟
(中国水产科学研究院黑龙江水产研究所, 黑龙江 哈尔滨 150070)

摘 要: 对雌雄洛氏鲮的肌肉营养成分进行比较分析。结果表明: 雌雄洛氏鲮肌肉(鲜样)中粗蛋白含量分别为19.45%和18.95%, 粗脂肪含量分别为3.69%和2.97%, 水分含量分别为75.73%和76.93%, 灰分含量分别为1.43%和1.37%, 雌雄个体间差异不显著($P>0.05$)。雌性个体氨基酸总量(TAA)、必需氨基酸总量(EAA)、鲜味氨基酸总量(DAA)均高于雄性, 且都存在显著差异($P<0.05$); 18种氨基酸中除胱氨酸、苯丙氨酸、色氨酸和组氨酸的含量不存在显著性差异($P>0.05$)外, 其余14种均存在显著性差异($P<0.05$); 其必需氨基酸的构成比例基本符合FAO/WHO的标准, 其中赖氨酸和亮氨酸含量较高, 以氨基酸评分(AAS)来评价, 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; 以化学评分(CS)评价, 第一限制性氨基酸均为色氨酸, 第二限制性氨基酸为蛋氨酸+胱氨酸; 雌雄性洛氏鲮必需氨基酸指数分别为61.97和54.51。通过雌雄对比, 以及与其他经济鱼类对比分析, 表明洛氏鲮可作为优良的蛋白质和必需氨基酸的来源, 雌性个体营养价值要优于雄性。

关键词: 洛氏鲮; 雌雄; 肌肉; 营养成分

Comparative Analysis of Nutritional Compositions in Muscle of Female and Male *Phoxinus lagowskii* Dybowski

ZHANG Yong-quan, YIN Jia-sheng*, DU Jia, GENG Long-wu, BAI Qing-li, XU Wei
(Heilongjiang River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Harbin 150070, China)

Abstract: The nutritional composition of the muscle of male and female *Phoxinus lagowskii* Dybowski was analyzed. The results showed that the contents of crude protein in the fresh muscle of female and male *Phoxinus lagowskii* Dybowski were 19.45% and 18.95%, crude fat were 3.69% and 2.97%, moisture were 75.73% and 76.93%, ash were 1.43% and 1.37%, respectively. There were no significant differences between both sexes ($P > 0.05$). The total content of amino acids (TAA), essential amino acids and delicious amino acids (DAA) of female *Phoxinus lagowskii* Dybowski was significantly higher than that of male *Phoxinus lagowskii* Dybowski ($P < 0.05$). There was no significant difference in the contents of Cys, Phe, Trp or His, while a significant difference in the content of 14 other amino acids was observed. The constitutional rate of the essential amino acids accorded with the FAO/WHO standard. The contents of Lys and Leu were higher. According to nutrition evaluation in amino acids score (AAS), the first limiting amino acid was Trp and the second limiting amino acid was Val, whereas the first limiting amino acid was Trp and the second limiting amino acid was Met + Cys in chemical score (CS). The essential amino acid (EAAI) indexes of female and male *Phoxinus lagowskii* Dybowski were 61.97 and 54.51, respectively. In comparison with other economic fishes, *Phoxinus lagowskii* Dybowski could be regarded as a source of high-quality protein and amino acids, and the nutritional value of female was better than that of male by comparative analysis.

Key words: *Phoxinus lagowskii* Dybowski; female and male; muscle; nutritional components

中图分类号: TS201.4

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2013)17-0259-04

doi:10.7506/spkx1002-6630-201317055

洛氏鲮(*Phoxinus lagowskii* Dybowski), 渔民常称为柳根池, 在鱼类分类学上隶属鲤形目(Cypriniformes)、鲤科(Cyprinidae)、雅罗鱼亚科(Leuciscinae)、鲮属(*Phoxinus agassiz*), 曾用名拉氏鲮和长尾鲮。洛氏鲮为我国土著江河野生的杂食性小型经济鱼类, 该鱼身体较长, 稍侧

扁, 呈纺锤形, 背部灰黄色, 自背部正中至尾柄有不明显的黑条纹, 腹部和体侧银黄色或银白色^[1]。该鱼具有肉质细嫩、味道鲜美、营养价值高和易于垂钓等特点, 一直以来深受广大钓鱼爱好者喜爱, 近年来随着生存水体的污染和破坏性过渡捕捞, 导致该鱼自然种群数量急

收稿日期: 2012-09-03

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目(2012BAD25B10); 国家公益性行业科研专项(201003055)

作者简介: 张永泉(1982—), 男, 助理研究员, 硕士, 主要从事动物遗传育种研究。E-mail: atai0805@163.com

*通信作者: 尹家胜(1962—), 男, 研究员, 硕士, 主要从事鱼类养殖研究。E-mail: yinjiasheng@gmail.com

剧减少。目前该鱼在我国黑龙江、吉林和辽宁等地平均价格维持在60~70元/kg,甚至春季最高价格达到100元/kg以上。因此无论是为了该鱼自然种群资源的保护,还是开发我国土著养殖经济新品种来考虑,洛氏鲮的人工开发都具有较大价值。目前国内外淡水^[2]和海水^[3]的鱼类肌肉营养成分的研究报道都很多,但关于雌雄洛氏鲮肌肉营养成分的差异比较研究尚未见报道。本研究采用生化分析手段对雌雄洛氏鲮肌肉组成进行测定,同时完成统计学差异比较分析,并对其营养价值、食用价值及保健作用进行评价,旨在充实食品营养学内容,为该鱼种质资源的保存、合理开发利用及人们的合理营养膳食提供基础资料和理论参考。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

实验鱼于2011年6月采自绥芬河水系的二道沟河和大肚川河的东宁县河段捕捞的野生洛氏鲮,随机选取雌、雄鱼各60尾,平均体质量为(103.74±12.45)g,全长(17.54±3.65)cm,取背部两侧肌肉,每20条肌肉组成一个样本,超低温冷冻,送农业部谷物及制品质量监督检验测试中心测定。雌雄性洛氏鲮的区分:雄性个体腹部较小,生殖器外凸明显,凸出约为0.5cm以上,雌性个体腹部较大,生殖器突出不明显。

水合三酮氢茛(茛三酮,分析纯95%) 上海国药集团化学试剂有限公司;L-色氨酸(色谱纯99%)、硼酸(分析纯99.9%) 上海瑞玉光电材料有限公司;硫酸铜(分析纯99%) 上海之臻化工有限公司;无水乙醇(分析纯99.7%) 天津市永大化学试剂有限公司。

L-8800氨基酸分析仪 株式会社日立制作所;KN520凯氏定氮仪 济南阿尔瓦仪器有限公司;SXT-06索氏抽提仪 上海洪纪仪器设备有限公司;SX2-5-12茂福炉 上海华焰感应加热设备有限公司。

1.2 方法

样品处理测定共分两部分,一部分做水分、粗蛋白、粗脂肪和粗灰分的测定,另一部分做氨基酸的测定,每个样品重复测定3次。粗蛋白测定采用微量凯氏定氮仪测定;粗脂肪运用索氏抽提法测定;粗灰分测定应用550℃高温灼烧法,依据GB/T 14770—1993《食品中灰分的测定方法》测定灰分;水分测定采用恒温干燥法,105℃烘干称质量^[4]。氨基酸测定采用日立L-8800型氨基酸分析仪,依照GB/T 5009.124—2003《食品中氨基酸的测定》、GB/T 15400—1994《饲料中色氨酸的测量方法》分光光度法测定。

1.3 鱼肉营养价值评价方法

标准蛋白分析程序:支链氨基酸和芳香族氨基酸的比值(支/芳值)按照(缬氨酸+亮氨酸+异亮氨酸)/(苯丙氨酸+酪氨酸)来计算^[4]。

营养价值的评定根据FAO/WHO 1973年建议的氨基酸评分标准模式^[5]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模式^[6]进行比较,分别以氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)做营养评价。

$$AAS = a/A_{(FAO/WHO)} \quad (1)$$

$$CS = a/A_{(EGG)} \quad (2)$$

$$EAAI = [(100w_1/w_y^1) \times (100w_2/w_y^2) \cdots \times (100w_n/w_y^n)]^{1/n} \quad (3)$$

式中: a 为样品每克氮中某种氨基酸含量/(mg/g); $A_{(FAO/WHO)}$ 为FAO/WHO 评分标准模式每克氮中同种氨基酸含量/(mg/g); $A_{(EGG)}$ 为全鸡蛋蛋白质每克氮中同种氨基酸含量/(mg/g); n 为所比较的必需氨基酸数; w_1 、 w_2 、 w_3 、 \cdots 、 w_i 为鱼肌肉蛋白质的必需氨基酸含量(% ,以干质量计); w_y^1 、 w_y^2 、 w_y^3 、 \cdots 、 w_y^n 为全鸡蛋蛋白质的必需氨基酸含量。

1.4 数据处理

该实验中各组数据描述性数值均用 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用SPSS13.0统计软件进行数据对比分析。

2 结果与分析

2.1 雌雄洛氏鲮肌肉常规营养成分组成的比较

表1 雌雄洛氏鲮肌肉常规营养组成
Table 1 Nutritional components in the muscle of female and male *Phoxinus lagowskii* Dybowski

样品	水分	粗蛋白	粗脂肪	粗灰分
雌性	75.73±0.64	19.45±0.33	3.69±0.46	1.43±0.04
雄性	76.93±0.29	18.95±0.07	2.97±0.23	1.37±0.01

注:以鲜质量计。

由表1可知,雌性洛氏鲮肌肉中水分含量略低于雄性,经统计分析两者间不存在显著性差异($P=0.092$, $P>0.05$);雌性洛氏鲮肌肉中粗蛋白、粗脂肪和灰分均高于雄性,经统计雌雄粗蛋白含量差异不显著($P=0.158$, $P>0.05$),粗脂肪含量不存在显著性差异($P=0.157$, $P>0.05$),粗灰分含量差异不显著($P=0.139$, $P>0.05$)。

2.2 雌雄洛氏鲮肌肉氨基酸组成

雌雄洛氏鲮肌肉中的氨基酸组成见表2。共测定了雌雄个体肌肉中的18种常见氨基酸,雌性氨基酸总量(TAA)为15.35%明显高于雄性氨基酸总量的13.56%,经统计二者间存在显著性的差异($P=0.036$, $P<0.05$);雌性洛氏鲮的必

需氨基酸(EAA)总量为6.19%，高于雄性洛氏鲮(5.46%)，存在显著性差异($P=0.039$, $P<0.05$)；雌雄洛氏鲮肌肉中鲜味氨基酸含量存在显著性差异($P=0.031$, $P<0.05$)；对雌雄洛氏鲮肌肉中18种氨基酸统计分析，其中包括胱氨酸($P=0.851$)、苯丙氨酸($P=0.072$)、色氨酸($P=0.962$)和组氨酸($P=0.132$)的含量均不存在显著性差异($P>0.05$)，而包括天冬氨酸($P=0.030$)、苏氨酸($P=0.030$)、丝氨酸($P=0.015$)、谷氨酸($P=0.031$)、甘氨酸($P=0.043$)、丙氨酸($P=0.031$)、缬氨酸($P=0.035$)、蛋氨酸($P=0.028$)、异亮氨酸($P=0.037$)、亮氨酸($P=0.037$)、酪氨酸($P=0.040$)、赖氨酸($P=0.048$)、精氨酸($P=0.036$)和脯氨酸($P=0.026$)其余14种氨基酸均存在显著性差异($P<0.05$)。雌雄洛氏鲮肌肉中的DAA/TAA和EAA/TAA的比值相同分别为38%和40%。

表2 雌雄洛氏鲮的氨基酸含量

Table 2 Contents of amino acids in the muscle of female and male *Phoxinus lagowskii* Dybowski

氨基酸	雌性	雄性
天冬氨酸(Asp)	1.64±0.04	1.47±0.05
组氨酸(His)	0.44±0.02	0.40±0.13
丝氨酸(Ser)	0.71±0.01	0.63±0.02
谷氨酸(Glu)	2.13±0.07	1.97±0.07
甘氨酸(Gly)	0.85±0.04	0.74±0.03
丙氨酸(Ala)	1.03±0.03	0.92±0.03
胱氨酸(Cys)	0.10±0.02	0.09±0.01
精氨酸(Arg)	1.03±0.04	0.89±0.04
脯氨酸(Pro)	0.54±0.02	0.47±0.02
酪氨酸(Tyr)	0.60±0.02	0.53±0.02
苏氨酸(Thr)*	0.74±0.02	0.66±0.03
缬氨酸(Val)*	0.66±0.03	0.58±0.02
异亮氨酸(Ile)*	0.71±0.03	0.61±0.02
蛋氨酸(Met)*	0.49±0.02	0.42±0.02
亮氨酸(Leu)*	1.45±0.06	1.27±0.05
苯丙氨酸(Phe)*	0.68±0.03	0.61±0.02
赖氨酸(Lys)*	1.39±0.05	1.26±0.04
色氨酸(Trp)*	0.07±0.01	0.06±0.02
氨基酸总量(TAA)	15.35	13.56
必需氨基酸(EAA)	6.19	5.46
非必需氨基酸(NEAA)	9.16	8.10
鲜味氨基酸(DAA)	5.75	5.09
支/芳比值(BAA/AAA)	220	115
EAA/TAA	40	40
EAA/NEAA	67	67
DAA/TAA	38	38

注：* 人体必需氨基酸。

2.3 雌雄洛氏鲮肌肉必需氨基酸营养品质评价

表3为雌雄洛氏鲮肌肉中必需氨基酸的评价。雌性洛氏鲮肌肉中8种人体必需氨基酸含量为2216mg/g，而雄性洛氏鲮必需氨基酸含量为2007mg/g，分别低于鸡蛋蛋白标准3066mg/g和FAO/WHO标准2250mg/g。以AAS来评价，雌雄洛氏鲮肌肉中赖氨酸最高，其次为苯丙氨酸+酪氨酸和亮氨酸，而色氨酸最低，雌雄个体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评价，雌雄洛氏鲮肌肉中赖氨酸最高，其次是亮氨酸和苏氨酸，色氨酸和蛋氨酸+胱氨酸最低，第一限制性氨基酸均为色氨酸，第二限制性氨基酸为蛋氨酸+胱氨酸，雌雄性洛氏鲮必需氨基酸指数(EAAI)分别为61.97和54.51。

表3 雌雄洛氏鲮AAS、CS和EAAI比较

Table 3 Comparisons of AAS, CS and EAA indexes of female and male *Phoxinus lagowskii* Dybowski

必需氨基酸	含量(mg/g)				AAS		CS	
	雌性	雄性	FAO标准	鸡蛋蛋白	雌性	雄性	雌性	雄性
苏氨酸(Thr)	238	211	250	292	0.955	0.844	0.818	0.723
缬氨酸(Val)	212	185	310	411	0.684	0.598	0.516	0.451
异亮氨酸(Ile)	228	197	250	331	0.912	0.788	0.689	0.595
赖氨酸(Lys)	446	403	340	441	1.313	1.188	1.013	0.916
亮氨酸(Leu)	465	408	440	534	1.058	0.927	0.873	0.764
色氨酸(Trp)	23	20	60	106	0.393	0.333	0.222	0.189
苯丙氨酸+酪氨酸(Phe+Tyr)	412	364	380	565	1.085	0.958	0.729	0.645
蛋氨酸+胱氨酸(Met+Cys)	188	167	220	386	0.857	0.760	0.488	0.433
总量	2216	2007	2250	3066				

3 讨论

3.1 雌雄洛氏鲮肌肉蛋白质和脂肪的含量

蛋白质是动物生长和维持生命的必需营养素，脂肪是鱼类能量的主要来源，因此这两种物质的含量也是衡量鱼类营养水平的重要指标之一^[7]。雌雄洛氏鲮新鲜肌肉中含有较高蛋白质分别为19.45%和18.95%，粗脂肪分别为3.69%和2.97%。洛氏鲮雌雄自身相比较，无论是蛋白和脂肪雌性均高于雄性，这种现象与鲮鱼(*Silurus asotus* Linnaeus)^[8]相同，但与细鳞鱼(*Brachymystax lenok*)^[9]和短吻新银鱼(*Neosalanx brevirostris* Pellegrin)^[4]却截然相反；与其他经济鱼类相比，雌性洛氏鲮蛋白质含量略高于白斑狗鱼(*Esox lucius*)^[7]和大菱鲆(*Spinibarbus hollandi*)^[10]，但雄性却低于白斑狗鱼^[7]和大菱鲆^[10]，同时洛氏鲮蛋白质含量无论是雌性和雄性均高于瓣结鱼(*Tor brevifilis* Peters)^[11]、细鳞鱼(*Brachymystax lenok*)^[9]和重口裂腹鱼(*Schizothorax davidi*)^[12]；雌雄洛氏鲮肌肉中脂肪含量明显低于瓣结鱼^[11]和细鳞鱼^[9]，但远远高于白斑狗鱼^[7]和大菱鲆^[10]，因此认为该鱼可以提供丰富的蛋白质和脂肪，同时雌性个体要优于雄性个体。

3.2 雌雄洛氏鲮肌肉的适口性

鱼类肌肉中脂肪含量达到3.5%~4.5%适口性十分良好，并且肌肉脂肪的含量与肉质的风味一定范围内呈正相关，即风味随肌肉脂肪含量的增加而持续改变^[13]。雌雄洛氏鲮的脂肪含量分别为3.69%和2.97%，表明雌性洛氏鲮应具有良好的口感，并且要优于雄性。韩小丽等^[7]研究白斑狗鱼认为，鱼肉的味主要由鲜味氨基酸的含量来

决定,雌雄洛氏鲮鲜味氨基酸存在显著性差异,分别为5.75%和5.09%,虽然低于冷水性鱼类白斑狗鱼^[7]、山女鳊(*Oncorhynchus masou*)^[14]和沙光鱼(*Acanthogobius hasta*)^[15],但接近于海水鱼褐牙鲈(*Paralichthys olivaceus*)^[16],远远高于雌性细鳞鱼^[9],所以作者认为洛氏鲮也是一种味道鲜美适口性良好的鱼类。

3.3 雌雄洛氏鲮肌肉营养品质评价

氨基酸是生物体内必需的营养成分之一,是蛋白质的基础构成单位,所以氨基酸的含量,尤其是必需氨基酸的比例,必然成为食品营养价值的重要指标之一^[6-7,17]。根据FAO/WHO的评定标准,质量较好的蛋白质,其氨基酸组成的EAA/TAA为40%左右,EAA/NEAA在60%以上^[6,18],测定得出雌雄洛氏鲮肌肉中EAA/TAA的比值为40%,而EAA/NEAA的值高达67%,因此认为洛氏鲮也是一种高品质的蛋白质源。

该实验测定了雌雄洛氏鲮肌肉中18种氨基酸。支链氨基酸的含量高,将有助于蛋白质合成,预防肌肉损失,抗衰老和防治肝肾功能衰竭^[8],该研究测得雌雄性洛氏鲮肌肉中支链氨基酸高达2.82%和2.46%,其支/芳值分别为220%和115%,说明雌性洛氏鲮要优于雄性。

18种氨基酸中含有非必需氨基酸10种,无论雌雄个体谷氨酸含量都最高,分别达到2.13%和1.97%,其次是天冬氨酸、精氨酸和丙氨酸含量也相对较高,相同氨基酸雌性要明显优于雄性,谷氨酸不仅是鲜味氨基酸之一,还是生物体内氮代谢的基本氨基酸。从必需氨基酸分析,无论是按照AAS评价,还是按照CS评价在8种必需氨基酸中赖氨酸和亮氨酸的含量都比较高。赖氨酸为碱性必需氨基酸,能有利于钙的吸收,促进人体发育、增强免疫功能,并有提高中枢神经组织功能的作用^[6],同时赖氨酸是人乳和谷物中第一限制性氨基酸,谷物食品中的赖氨酸含量很低,且在加工过程中易被破坏而缺乏。亮氨酸对于婴儿与孩童时期的正常发育和成年人身体内的氮平衡都很重要^[19]。通过以上对比分析,作者认为洛氏鲮不但是高品质的蛋白质来源,更可为人体提供丰富的氨基酸,同时雌性洛氏鲮比雄性要更具有食用和开发价值。

根据对鱼类肌肉营养成分的测定,可为该种鱼的营养需要量的制定和计算提供依据^[10];饲料蛋白质的氨基酸

组成与含量同动物本身的氨基酸组成与含量有类似处^[11]。而对于江河鱼类进行人工养殖和人工饲料的开发,在还不了解其营养需要的情况下,一般是参考其机体营养组成来确定其饲料中的供给量。

参考文献:

- [1] 张觉民. 黑龙江鱼类志[M]. 哈尔滨: 黑龙江科学出版社, 1995: 50-52.
- [2] HENDERSON R J, TOCHER D R. The lipid composition and biochemistry of freshwater fish[J]. Progress in Lipid Research, 1987, 26(4): 281-347.
- [3] KIM J D, LALI S P. Amino acid composition of whole body tissue of Atlantic halibut(*Hippoglossus hippoglossus*), yellowtail flounder(*Pleuronectes ferruginea*) and Japanese flounder(*Paralichthys olivaceus*)[J]. Aquaculture, 2000, 187: 367-373.
- [4] 姜巨峰, 韩现芹, 傅志茹, 等. 雌雄短吻新银鱼肌肉营养成分的比较分析及评价[J]. 广东海洋大学学报, 2011, 31(4): 23-29.
- [5] FAO/WHO Ad Hoc Expert committee. Energy and protein requirement[R]. FAO Nutrition Meeting Report Series, 1973, 52: 40-73.
- [6] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所. 食物成分表[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1991: 15-17.
- [7] 韩小丽, 杜劲松, 刘立志, 等. 白斑狗鱼含肉率及其营养价值的分析[J]. 动物学杂志, 2009, 44(3): 70-75.
- [8] 姜巨峰, 韩现芹, 傅志茹, 等. 雌雄鲢鱼肌肉和皮肤主要营养成分的比较分析[J]. 集美大学学报, 2012, 17(1): 7-12.
- [9] 徐革锋, 叶远涛, 刘洋, 等. 雌雄细鳞鱼肌肉营养成分比较分析[J]. 水产学杂志, 2010, 23(2): 29-33.
- [10] 马爱军, 陈四清, 雷霖霖, 等. 大菱鲆鱼体生化组成及营养价值的初步探讨[J]. 海洋水产研究, 2003, 24(1): 11-14.
- [11] 代应贵, 范家佑, 王晓辉. 鳊鱼肌肉营养成分分析[J]. 营养学报, 2006, 28(4): 361-363.
- [12] 周兴华, 向泉, 陈建. 重口裂腹鱼肌肉营养成分的分析[J]. 营养学报, 2006, 28(6): 536-537.
- [13] 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.
- [14] 尹洪滨, 孙中武, 沈希顺, 等. 山女鳊肌肉营养组成分析[J]. 水生生物学报, 2004, 28(5): 576-580.
- [15] 刘姝, 余勃, 王淑军, 等. 沙光鱼肌肉营养成分分析及营养学评价[J]. 食品科学, 2010, 31(17): 381-384.
- [16] 楼宝, 高露姣, 毛国民, 等. 褐牙鲈肌肉营养成分与品质评价[J]. 营养学报, 2010, 32(2): 195-197.
- [17] 韩庆, 李丽立, 黄春红, 等. 洞庭湖鲢鱼体表黏液和肌肉营养组成对比分析[J]. 食品科学, 2010, 31(3): 97-101.
- [18] 王咏星, 钱龙, 吕艳, 等. 额尔齐斯河野生河鲈肌肉营养成分测定与评价[J]. 食品科学, 2008, 29(2): 396-399.
- [19] 杨品红, 王志陶, 夏德斌, 等. 黑花鲢和白花鲢肌肉营养成分分析及营养价值评定[J]. 海洋与湖沼, 2010, 41(4): 549-554.