

泰山螭霖鱼肌肉营养价值研究进展

张家国,张长峰,聂小宝

(山东省农产品贮运保鲜技术重点实验室,山东 济南 250103)

摘要: 综述泰山螭霖鱼肌肉中的常规营养成分、氨基酸、脂肪酸和矿物质的研究进展,指出存在的两个主要问题:一是急需对泰山螭霖鱼肌肉中维生素的组成与含量进行分析;二是亟待对其深加工与综合利用技术开展研究,并开发出一系列有特色的泰山螭霖鱼制品。

关键词: 泰山螭霖鱼;肌肉营养价值;氨基酸;脂肪酸;矿物质

Progress in Research on Muscle Nutritional Value of *Varicorhinus macrolepis*

ZHANG Jia-guo, ZHANG Chang-feng, NIE Xiao-bao

(Shandong Province Key Laboratory of Storage and Transportation Technology of Agricultural Products, Jinan 250103, Shandong, China)

Abstract: It reviewed the research progress of routine nutrients indexes, amino acids, fatty acids and minerals in the muscles of *Varicorhinus macrolepis*, and pointed out two main problemed: first, it is urgent to analyze the composition and content of vitamins in the muscles of *Varicorhinus macrolepis*; second, it is urgent to carry out research on its deep processing and comprehensive utilization technology, and developed a series of distinctive fish products.

Key words: *Varicorhinus macrolepis*; muscle nutritional value; amino acids; fatty acids; minerals

引文格式:

张家国,张长峰,聂小宝.泰山螭霖鱼肌肉营养价值研究进展[J].食品研究与开发,2018,39(21):186-191

ZHANG Jiaguo, ZHANG Changfeng, NIE Xiaobao. Progress in Research on Muscle Nutritional Value of *Varicorhinus macrolepis*[J].Food Research and Development,2018,39(21):186-191

泰山螭霖鱼(*Varicorhinus macrolepis*)学名为多鳞铲颌鱼^[1],又名赤鳞鱼、石鳞鱼、斑文鱼,古称“汶鱼”。隶属鲤形目、鲤科、鲃亚科、突吻鱼属、铲颌鱼亚属,是多鳞铲颌鱼分布在泰山的一个地理种群^[2]。其肉质细嫩,味道鲜美,刺少,无腥味,营养价值高。自然条件下,该鱼生长于海拔270 m~800 m的泰山山涧溪流中,它与云南洱海的油鱼、弓鱼、青海湖的湟鱼、富春江的鲥鱼并列为国内“五大名鱼”,是泰山的著名特产,清代为宫廷“贡品”^[3]。1978年随着改革开放的进行,泰山景区的开发加快,人类活动的影响频繁,泰山螭霖鱼的野生资源曾急剧减少,濒临灭绝。1991年,山东省将泰山螭霖鱼收录《山东省重点保护野生动物名录》列入重

点保护野生动物,也是目前山东省受重点保护唯一的淡水鱼类。二十多年来,逐渐形成了以各级政府为主体,各级科研机构、养殖单位和社会群体积极参与,保护与开发并举的保护模式,取得了显著效果,泰山螭霖鱼的种质资源量明显恢复^[4]。为探索其营养及药用机理,自二十世纪80年代起,一些学者对其肌肉营养组成进行分析和评价。为了进一步开发利用其营养和保健价值,现将不同研究者的研究成果进行综述,以期为促进泰山螭霖鱼养殖业的健康和可持续发展提供借鉴。

1 泰山螭霖鱼肌肉中常规营养组成分析

岳永生等^[5]从山东农业大学螭霖鱼研究基地随机抽取22尾鱼,其中,60月龄4尾、39月龄10尾、15月龄4尾、3月龄4尾共4个龄组^[6],雌雄比为1:1,分析

基金项目:国家重点研发计划(2018YFD0701004)

作者简介:张家国(1964—),男(汉),教授,硕士研究生,研究方向:水产品加工与贮藏工程。

了其肌肉中水分、干物质、灰分、粗蛋白、粗脂肪,总糖及还原糖的含量。张安才等^[2]从泰山螭霖鱼养殖基地随机取平均体长为 10.88 cm, 平均体重为 13.19 g 的 15 尾健康的螭霖鱼作试验用鱼,测定其粗蛋白、粗脂肪、粗灰分、水分等指标。

两者的测定结果见表 1。

表 1 泰山螭霖鱼肌肉常规成分测定结果比较

Table 1 The comparison of two determination results about routine muscle indexes of *Varicorhinus macrolepis*

测定者	水分	干物质	灰分	粗蛋白	粗脂肪	无氮浸出物
岳永生等 ^[5]	76.78	23.22	1.37	15.80	3.61	2.44 ^a
张安才等 ^[2]	75.23	24.77	1.35	18.94	3.22	1.26
总平均值	76.01	24.00	1.36	17.37	3.42	1.85

注:a 无氮浸出物为计算值。b 水分、干物质、粗蛋白、粗脂肪为总平均值。

从表 1 中看出,两位研究者对于泰山螭霖鱼肌肉水分、干物质、粗脂肪的测定结果差别不大,两者采用的测定方法基本相同;由于无氮浸出物为计算值,受到粗蛋白测定结果的影响较大,故无法进行比较。而有关泰山螭霖鱼肌肉中粗蛋白含量的测定结果,张安才的测定结果明显高于岳永生,造成该差别可能的原因有两点:一是两者采用测定方法不同。张安才采用的是盐酸滴定法,而岳永生采用的是改良的双缩脲法,两种测定方法可能存在一定误差;二是抽取的样本大小不同。岳永生采用的样本为 3、15、39、60 月龄,其中,3 月龄的螭霖鱼肌肉经测定粗蛋白含量仅为 11.42%(雄)~13.39%(雌),显著低于 15、39、60 月龄的螭霖鱼,从而影响了平均值;而张安才等测定样本的年龄未报道,但其体长 9.5 cm~12.5 cm,体重 10.0 g~17.1 g,均为成鱼。因此,张安才等的测定结果相对而言更具有参考价值。

依据两者测定结果的总平均值与其他淡水经济鱼类肌肉常规成分比较见表 2。

表 2 泰山螭霖鱼肌肉常规营养成分与其它几种淡水经济鱼类的比较

Table 2 The comparison about routine muscle indexes of *Varicorhinus macrolepis* and several freshwater economic fish

种类	粗蛋白质	粗脂肪	水分	灰分	无氮浸出物
泰山螭霖鱼	17.37	3.42	76.01	1.36	1.85
鲢鱼 ^[6]	15.80	5.56	73.74	1.14	1.64
鳊鱼 ^[6]	16.26	3.04	76.58	1.19	0.38
鲤鱼 ^[6]	16.52	2.06	79.58	1.18	0.70

续表 2 泰山螭霖鱼肌肉常规营养成分与其它几种淡水经济鱼类的比较

Continue table 2 The comparison about routine muscle indexes of *Varicorhinus macrolepis* and Several freshwater economic fish

种类	粗蛋白质	粗脂肪	水分	灰分	无氮浸出物
鲫鱼 ^[6]	15.74	1.58	80.28	1.64	0.77
团头鲂 ^[6]	16.68	3.36	76.72	1.35	1.89
草鱼 ^[6]	15.94	0.64	81.59	1.22	0.63
黄颡鱼 ^[6]	15.37	1.61	82.40	0.16	0.64
鳊鱼 ^[6]	17.56	1.50	79.76	1.06	0.12

从表 2 可以看出,泰山螭霖鱼肌肉中的粗蛋白质含量达 17.37%,与鳊鱼(17.56%)基本相当,高于团头鲂(16.68%)、鲤鱼(16.52%)、鳊鱼(16.26%)、草鱼(15.94%)、鲢鱼(15.80%)以及鲫鱼(15.74%)和黄颡鱼(15.37%);其粗脂肪含量为 3.42%,远低高于鲢鱼(5.56%),而与团头鲂(3.36%)和鳊鱼(3.04%)基本相当,但远高于鲤鱼(2.06%)、黄颡鱼(1.61%)、鲫鱼(1.58%)、鳊鱼(1.50%)和草鱼(0.64%)。该结果说明泰山螭霖鱼肌肉是一种蛋白质含量高而脂肪含量适中的鱼肉。

2 泰山螭霖鱼肌肉氨基酸分析

关于泰山螭霖鱼肌肉中氨基酸的研究始于 1989 年,周广札等^[7]对经过索氏提脂法脱脂后的泰山螭霖鱼干鱼粉采用日立 835 型氨基酸分析仪进行了分析,分析出了 17 种氨基酸,但未报道所测样本的规格,也未检测其常规营养成分;1994 年岳永生等^[5]分别对 3、15、39 月和 60 月龄的泰山螭霖鱼肌肉采用氨基酸自动分析仪进行测定,检测出了 16 种氨基酸,胱氨酸的含量未报道;2010 年,张安才等^[2]采用日立 835-50 型氨基酸自动分析仪对体长为 9.5 cm~12.5 cm、体重 10.0 g~17.1 g 的样本进行了分析,测定出 17 种氨基酸。由于各研究者采用的计量单位不同,造成其结果难以进行比较,因此,现统一按照每 100 g 粗蛋白中各种氨基酸的克数进行了换算,各研究者测定的泰山螭霖鱼肌肉非必需氨基酸(non-essential amino acid, NEAA)结果见表 3,必需氨基酸(essential amino acid, EAA)结果见表 4。

从表 3 可以看出,张安才等^[2]测定的丙氨酸、精氨酸、天冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸以及组氨酸含量低于岳永生等^[5]的结果,明显低于周广札等^[7]的测定结果,而脯氨酸与丝氨酸含量与岳永生等的结果基本一致;但张安才等^[2]和岳永生等^[5]检测的脯氨酸含量却明显低

表 3 不同研究者对泰山螭霖鱼肌肉氨基酸的分析结果比较

Table 3 The comparison of three determination results about nonessential amino acid in the muscle of *Varicorhinus macrolepis*

g/100 g 粗蛋白								
测定者	丙氨酸 Ala	精氨酸 Arg	天冬氨酸 Asp	谷氨酸 Glu	甘氨酸 Gly	组氨酸 His	脯氨酸 Pro	丝氨酸 Ser
周广札等 ^[7]	7.67	6.74	9.47	16.81	7.52	2.74	4.50	2.40
岳永生等 ^[5b]	7.15	7.15	10.63	15.19	4.43	2.97	2.66	4.11
张安才等 ^[2b]	5.60	5.60	9.24	14.47	4.22	2.16	2.59	4.07
总平均值	6.81	6.50	9.78	15.49	5.39	2.62	3.25	3.53

注:a 计算公式:原数据×100/每 100 克鲜样中粗蛋白量的克数。

表 4 不同研究者对泰山螭霖鱼肌肉必需氨基酸的分析结果比较

Table 4 The comparison of three determination results about essential amino acid in the muscle of *Varicorhinus macrolepis*

g/100 g 粗蛋白								
测定者	异亮氨酸 Ile	亮氨酸 Leu	赖氨酸 Lys	蛋氨酸+胱氨酸 Met+Cys	苯丙氨酸+酪氨酸 Phe+Tyr	苏氨酸 Thr	缬氨酸 Val	色氨酸 Trp
周广札等 ^[7]	4.25	8.04	8.59	3.48	6.62	3.37	5.16	*
岳永生等 ^[5b]	4.84	9.04	10.49	1.96 ^b	7.63	4.60	6.21	*
张安才等 ^[2]	4.17	7.97	8.45	3.38	6.76	4.38	4.38	*
总平均值	4.42	8.35	9.18	3.43 ^c	7.00	4.12	5.25	*

注: * 色氨酸在酸水解过程中被破坏;a 计算公式:原数据×100/每 100 克鲜样中粗蛋白量的克数;b 仅为蛋氨酸,无胱氨酸;c 为 1 和 3 的平均值。

于而丝氨酸含量却又明显高于周广札等^[7]的结果。造成该差别的原因可能与样本大小、采用的仪器不同以及检测前的处理方法有关。

有关泰山螭霖鱼肌肉必需氨基酸的检测结果显示从表 4 可以看出,张安才等^[2]的测定结果除了苏氨酸含量明显高于、而缬氨酸明显低于周广札等^[7]外,其它 EAA 的结果两者基本一致;然而,由于岳永生等^[5]未报胱氨酸的测定结果,除了蛋氨酸+胱氨酸无法比较外,

张安才等(2010)^[2]测定的异亮氨酸、亮氨酸、赖氨酸、苯丙氨酸+酪氨酸、缬氨酸均显著低于岳永生等^[5]的测定结果。造成该差别的原因同样可能与样本的大小、采用的仪器不同以及检测前的处理方法有关。

为便于对照,现将张安才等^[2]测定的泰山螭霖鱼干样中的氨基酸含量与几种淡水经济鱼类进行比较,参见表 5。

从表 5 中可以看出,泰山螭霖鱼肌肉中氨基酸总

表 5 泰山螭霖鱼与几种经济淡水鱼肌肉氨基酸含量的比较

Table 5 Comparison of amino acid content by *Varicorhinus macrolepis* and other economic freshwater fishes

% ,以干样计						
氨基酸	泰山螭霖鱼 ^[2]	美国鲟鱼 ^[9]	鳊鱼 ^[10]	黄颡鱼 ^[11]	草鱼 ^[6]	鳙鱼 ^[6]
天冬氨酸 Asp	8.11	7.25	8.20	9.11	6.90	6.86
谷氨酸 Glu	12.72	10.49	13.51	13.31	10.61	10.35
甘氨酸 Gly	3.72	3.68	4.22	4.27	3.87	3.58
丙氨酸 Ala	4.90	4.45	5.31	5.13	4.09	3.86
丝氨酸 Ser	3.58	2.22	3.44	2.90	2.67	2.47
脯氨酸 Pro	2.27	2.29	2.94	2.16	10.61	10.35
组氨酸 His	1.92	1.57	1.75	1.68	1.66	1.83
精氨酸 Arg	4.93	4.51	4.82	5.13	3.97	3.40
异亮氨酸 Ile	3.66	3.23	3.62	4.21	3.47	3.38
亮氨酸 Leu	7.01	5.81	6.59	7.13	5.85	5.55
赖氨酸 Lys	7.43	6.63	6.98	7.78	6.49	6.40
蛋氨酸+胱氨酸 Met+Cys	2.97	1.92	2.98	2.07	3.32	3.32
苯丙氨酸+酪氨酸 Phe+Tyr	5.90	5.25	6.00	5.49	5.27	5.29
苏氨酸 Thr	3.84	3.03	3.74	3.93	3.00	2.88
缬氨酸 Val	3.87	3.19	3.85	4.34	3.61	3.55

续表 5 泰山螭霖鱼与几种经济淡水鱼肌肉氨基酸含量的比较

Continue table 5 Comparison of amino acid content by *Varicorhinus macrolepis* and other economic freshwater fishes

氨基酸	泰山螭霖鱼 ^[2]	美国鲟鱼 ^[9]	鳊鱼 ^[10]	黄颡鱼 ^[11]	草鱼 ^[6]	鳙鱼 ^[6]
TAA	76.83	66.81	77.93	78.64	67.28	65.73
EAA	33.16	29.06	28.23	32.96	27.78	27.32
EAA/TAA	43.16	43.50	40.26	41.91	41.29	41.56
DAA	29.45	25.87	32.70	31.82	25.47	24.65

注: TAA (total amount of amino acids) 为氨基酸总量; EAA (total amount of essential amino acids) 为必需氨基酸总量; DAA (total content of flavor amino acids) 为 4 种鲜味氨基酸 Asp、Glu、Gly、Ala 之和。

量(TAA)达到 76.83%, 稍低于黄颡鱼(78.64%)和鳊鱼(77.93%), 但远远高于草鱼(67.28%)、美国鲟鱼(66.81%)和鳙鱼(65.73%)。

鱼肉中的鲜味氨基酸(DAA)包括谷氨酸、天门冬氨酸、甘氨酸和丙氨酸。其中, 谷氨酸、天门冬氨酸为呈鲜味氨基酸, 甘氨酸和丙氨酸为呈甘味氨基酸。泰山螭霖鱼肌肉中鲜味氨基酸之和(DAA)达 29.45%, 也稍低于鳊鱼(32.70%)和黄颡鱼(31.82%), 但远远高于美国鲟鱼(25.87%)、草鱼(25.47%)和鳙鱼(24.65%), 这说明其鲜味程度基本与鳊鱼和黄颡鱼相媲美, 但优于美国鲟鱼、草鱼和鳙鱼。

泰山螭霖鱼肌肉中必需氨基酸(EAA)含量高达 33.16%, 稍高于黄颡鱼的 32.96%, 远高于美国鲟鱼、鳊鱼、草鱼以及鳙鱼。这说明其肌肉蛋白质的营养价值与黄颡鱼相当, 而远高于美国鲟鱼、鳊鱼、草鱼以及鳙鱼。若将表 5 中的泰山螭霖鱼 EAA 数据换算成每克氮中含氨基酸毫克数(乘以 62.5), 与 FAO/WHO (Food and Agriculture Organization / World Health Organization)制订的蛋白质评价的氨基酸标准模式以及鸡蛋蛋白质的氨基酸模式进行比较, 并分别计算出氨基酸评分(amino acid score, AAS)、化学评分(chemical score, CS), 结果见表 6。

表 6 泰山螭霖鱼必需氨基酸含量及氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)

Table 6 The essential amino acid content, AAS and CS of *Varicorhinus macrolepis*

必需氨基酸	含量/(mg/g) ^[2]	鸡蛋蛋白标准 ^[9]	WHO/FAO 标准 ^[9]	AAS	CS
异亮氨酸 Ile	228.75	331.00	250.00	0.92	0.69
亮氨酸 Leu	438.13	534.00	440.00	1.00	0.82
赖氨酸 Lys	464.38	441.00	340.00	1.37	1.05
蛋氨酸+胱氨酸 Met+Cys	185.63	386.00	220.00	0.84	0.48
苯丙氨酸+酪氨酸 Phe+Tyr	368.75	565.00	380.00	0.97	0.65
苏氨酸 Thr	240.00	292.00	250.00	0.96	0.82
缬氨酸 Val	241.88	411.00	310.00	0.78	0.59
总计	2167.52	2 960.00	2 190.00		
占氨基酸总量/%	43.50	48.08	35.38		

注: AAS=待测蛋白质中某种氨基酸含量(mg/g)/FAO 评分模式中同种氨基酸含量(mg/g); CS=待测蛋白质中某种氨基酸含量(mg/g)/全鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量(mg/g)。

从表 6 可以看出, 泰山螭霖鱼肌肉的氨基酸评分(AAS)除缬氨酸稍低外, 而其它几种 EAA 均接近或高于 FAO/WHO 的标准; 其化学评分(CS)中, 除了蛋氨酸+胱氨酸接近 0.5 外, 其它几种 EAA 均大于 0.5。以上评分充分说明泰山螭霖鱼肌肉蛋白质是一种易为人体吸收利用的平衡蛋白, 有较高的营养价值。另外, 其肌肉中赖氨酸的含量为 FAO/WHO 模式的 1.37 倍, 为鸡蛋蛋白质模式的 1.05 倍, 这对于我国以谷物食品为主、以蛋类食品为辅的膳食结构非常有利, 可弥补

食品中赖氨酸的不足, 提高人体对蛋白质的利用率。

3 泰山螭霖鱼肌肉脂肪酸分析

有关泰山螭霖鱼肌肉脂肪酸的分析始于 1989 年, 周广札等^[7]采用岛津 GC-7AG 分析了泰山螭霖鱼肌肉的脂肪酸组分并与鲤鱼、罗非鱼、草鱼和鲢鱼做了比较, 共检测出 8 种脂肪酸, 认为该鱼长链不饱和脂肪酸的含量及必需脂肪酸-亚油酸含量明显高于其它几种淡水鱼, 还含有较高的二十碳五烯酸(EPA)和二十二

碳六烯酸(DHA)等高不饱和脂肪酸。1994年李全阳等^[12]采用气相色谱—质谱联用仪检测了泰山螭霖鱼肌肉的脂肪酸组分,结果表明,不同发育时期不同性别的泰山螭霖鱼肌肉中脂肪酸的组成都在16种以上,其中软脂酸(C16:0)含量最高,其次为油酸(C18:1);其肌肉中不饱和脂肪酸所占的比例较高,均值为59.03%,其中含两个双键及其以上的多不饱和脂肪酸占总量的20.64%,比牛肉的比例高出4.17倍,比猪肉、带鱼、罗非鱼和甲鱼的比例分别高出81.4%、61.8%、51.1%和23.5%。1995年李智立等^[13]利用TSQ-70B型色谱—质谱联用仪对不同年龄和不同性别的泰山螭霖鱼肌肉中的脂肪酸进行了测定,结果表明,6种样品中不饱和脂肪酸含量均超过50%,并检测出C15和C17两类奇数碳原子脂肪酸。2000年张安才等^[2]采用气相色谱分析法测定其脂肪酸组成,结果显示,泰山螭霖鱼肌肉含有17种脂肪酸。现将李全阳等^[12]与张安才等^[2]的测定结果列入表7。

由表7可以看出,除了十七碳烯酸、油酸、二十碳三烯酸、EPA、鲱油酸5种脂肪酸的结果相接近外,两者测定的其它脂肪酸结果差别都比较大,这可能与样本的大小、采用的检测仪器不同有关。

若以表7中PUFA的平均值与其它几种淡水经济鱼类进行比较,参见表8。

表8 泰山螭霖鱼与几种淡水经济鱼类肌肉中PUFA组成比较

Table 8 The comparison of polyunsaturated fatty acid in the muscle by *Varicorhinus macrolepis* and other economic freshwater fishes

鱼种类	C18:2	C18:3	C18:4	C20:2	C20:3	C20:4	C20:5	C22:5	C22:6
泰山螭霖鱼	12.01	2.85	-	-	1.20	2.89	3.88	1.32	8.26
东平湖鲤 ^[14]	15.09	0.84	-	0.39	0.90	3.46	-	0.18	1.41
鲫鱼 ^[15]	18.70	2.42	-	0.47	1.84	0.15	0.53	-	0.65
草鱼 ^[16]	20.57	1.91	-	0.45	0.36	1.98	0.09	-	0.45
泥鳅 ^[17]	29.37	2.09	2.23	-	-	-	-	-	-
青鱼 ^[17]	20.90	10.30	-	1.60	1.40	3.40	1.10	-	0.30

注:-表示未测出。

从表8可以看出,泰山螭霖鱼肌肉中EPA和DHA远远高于鲤鱼、鲫鱼、草鱼、青鱼和泥鳅,其EPA含量是青鱼的3.53倍,而DHA含量是东平湖鲤的5.86倍。现已证明,EPA和DHA具有很强的生理活性,是人类生长发育的必需脂肪酸,具备抗炎、调理血液中的脂肪沉积等许多益处,对肝脏、心脏、大脑等均有促进作用^[18-19]。由此看出,泰山螭霖鱼具有一定的药用价值和保健功能。

表7 泰山螭霖鱼肌肉脂肪酸的组成分析结果比较

Table 7 The comparison of different detected results about fatty acid in the muscle of *Varicorhinus macrolepis*

脂肪酸	李全阳等 ^[12]	张安才等 ^[2]	平均值
肉豆蔻酸 C14:0	0.95	0.29	0.62
十五烷酸 C15:0	0.98	0.44	0.71
棕榈酸 C16:0	27.34	16.53	21.94
棕榈油酸 C16:1	9.46	6.15	7.81
珠光脂酸 C17:0	1.64	0.65	1.15
十七碳烯酸 C17:1	0.52	0.84	0.68
硬脂酸 C18:0	7.14	2.62	4.88
油酸 C18:1	23.59	24.41	24.00
亚油酸 C18:2	4.85	19.20	12.01
亚麻酸 C18:3	*	2.85	2.85 ^a
花生酸 C20:0	0.53	4.82	2.67
花生烯酸 C20:1	2.58	0.74	1.66
二十碳三烯酸 C20:3	1.32	1.08	1.20
花生四烯酸 C20:4	4.13	1.64	2.89
二十碳五烯酸 C20:5	3.55	4.20	3.88
鲱油酸 C22:5	1.25	1.38	1.32
二十二碳六烯酸 C22:6	4.34	12.17	8.26
不饱和脂肪酸 UFA	59.03	74.66	66.56
多不饱和脂肪酸 PUFA	20.64	42.52	32.41

注:表中*表示未检测;a为张安才等^[2]的检测结果。UFA为unsaturated fatty acid缩写;PUFA为polyunsaturated fatty acid缩写。

4 泰山螭霖鱼肌肉矿物质分析

有关泰山螭霖鱼肌肉中矿物质的分析研究很少,岳永生、刘秀荣(1995)^[8]对泰山螭霖鱼的肌肉中的矿物质进行分析,发现该鱼含有12种以上的矿物质,尤其是含有丰富的调节人体代谢平衡的微量元素。现将其检测结果与其它几种淡水经济鱼类进行比较,参见表9。

从表9可以看出,泰山螭霖鱼肌肉中的常量元素

表 9 泰山螭霖鱼肌肉中矿物质的组成与 2 种罗非鱼的比较

Table 9 The comparison of mineral elements in the muscle of by *Varicorhinus macrolepis* and two kinds tilapia

鱼种类	mg/100 g, 以干样计								
	钠	钾	钙	镁	磷	铁	锌	铜	铬
泰山螭霖鱼 ^[8]	24.00	322.04	169.78	44.53	327.17	3.28	4.82	0.45	0.44
奥尼罗非鱼 ^[20]	22.84	290.36	74.46	24.67	201.44	1.77	2.79	0.20	-
红罗非鱼 ^[20]	31.83	389.37	26.43	28.50	205.49	4.18	5.17	0.32	-

注: -表示未测出。

与两种罗非鱼一样含有钠、钾、钙、磷、镁 5 种;微量元素中除含有铁、锌、铜外,还含有铬。据研究,铬在人体中一个重要作用是通过促进胰岛素的功能而参与糖的代谢过程,缺乏铬导致生长停滞、血糖升高、产生糖尿^[9]。从检测数据来看,泰山螭霖鱼肌肉中的钙、磷、镁 3 种常量元素含量明显高于奥尼罗非鱼和红罗非鱼;微量元素中铜的含量也明显高于两种罗非鱼。

5 结论与讨论

5.1 泰山螭霖鱼肌肉中各种维生素组成与含量尚待研究

有关泰山螭霖鱼肌肉中维生素的组成和含量的研究至今未见报道。维生素是人和动物营养、生长所必需的某些少量有机化合物,对机体的新陈代谢、生长、发育、健康有极重要作用。因此,亟待分析研究其肌肉中各种维生素的含量,为深入开发其药用和保健价值提供科学依据。

5.2 泰山螭霖鱼的深加工与综合利用技术研究有待开展

近年来,随着泰山旅游业的发展,泰山螭霖鱼作为地方名优水产品的需求量也越来越大,其规模化养殖亦得到快速发展。泰山螭霖鱼已经成为泰山的一张名片。在深入开展其深加工与综合利用技术研究的基础上,开发出一系列有特色的泰山螭霖鱼制品,不仅能促进其养殖业的健康和可持续发展,而且将为泰山旅游业的发展起到积极的推动作用。

参考文献:

[1] 杨越峰.泰山赤鳞鱼的生物学特性及人工繁殖技术[J].渔业现代化,2005(5): 29-30
 [2] 张安才,陈红菊,邹兰柱,等.泰山赤鳞鱼肌肉营养成分分析与评价[J].齐鲁渔业,2010,27(9): 1-3
 [3] 李旭光,刘永进.泰山赤鳞(螭霖)鱼现状与保护发展对策[J].山东

畜牧兽医,2011,32(5): 54-56

[4] Xian Li,Yongan Zhu,Jinlu Zhang,et al.Protection and development of *Varicorhinus macrolepis* Germplasm resources[J]. Agricultural Science & Technology, 2017,18(7): 1325-1328,1335
 [5] 岳永生,刘道芝.泰山赤鳞鱼肌肉品质的研究[J].山东农业大学学报(自然科学版),1994,25(2): 141-146
 [6] 刘建康.东湖生态学研究(一)[M].北京:科学出版社,1990: 307-311
 [7] 周广礼,李祥安,刘恩普.泰山赤鳞鱼脂肪酸氨基酸组分分析[J].泰山医学院学报,1989,10(2/3): 153-156
 [8] 岳永生,刘秀荣.泰山赤鳞鱼的保健功能浅析[J].食品与健康,1995(1): 30-32
 [9] 魏润平,张泽峰,王晶,等.美国鲟鱼肌肉营养成分分析[J].饲料与畜牧,2017(9): 36-39
 [10] 严安生,熊传喜,钱健旺,等.鳊鱼含肉率及鱼肉营养价值的研究[J].华中农业大学学报,1995,14(1): 80-84
 [11] 万松良,黄永涛,刘敏,等.瓦氏黄颡鱼的含肉率及营养成分分析[J].水利渔业,2008,28(3): 59-61
 [12] 李全阳,岳永生,张庆朝.赤鳞鱼脂肪酸组分分析及营养价值的初步评定[J].营养学报,1994,16(2): 223-225
 [13] 李智立,李全阳.气相色谱-质谱法测定赤鳞鱼肉中的脂肪酸[J].色谱,1995,13(2): 113-114
 [14] 杨玲,马国红,董学飒,等.东平湖鲤与俄罗斯鲤、建鲤肌肉营养成分的比较[J].广东海洋大学学报,2015,35(6): 15-20
 [15] 魏永生,李维维,廖洁,等.鲫鱼肌肉脂肪测定与脂肪酸组成分析[J].广东化工,2017,44(6): 36-37,49
 [16] 张帆.气相色谱/质谱法检测草鱼肌肉脂肪酸组成[J].河南化工,2017,34(3): 54-56
 [17] 李正友,张竹青,胡世然,等.泥鳅肌肉脂肪酸的组成成分分析[J].贵州农业科学,2010,38(11): 185-188
 [18] 张强,王永利.尖海龙与日本海马脂肪的提取和分析[J].分析化学,1996,24(2): 139-143
 [19] 张汉鹏.气相色谱法测定鱼油产品中 EPA、DHA 含量[J].现代食品,2017(12): 112-115
 [20] 陈文治,郭忠宝,单丹,等.6 种不同罗非鱼品种的肌肉营养成分分析[J].南方农业学报,2015,46(7): 1303-1309

收稿日期:2018-08-03