

野生与养殖鳊鱼肌肉的营养成分比较

戴阳军, 刘峥兆, 王雪锋, 刘晶晶, 韩曜平*

(常熟理工学院生物与食品工程学院, 江苏 常熟 215500)

摘要: 对野生鳊鱼和养殖鳊鱼的营养品质进行研究。结果表明: 这两种鱼肌肉中水分含量差异不显著($P = 0.07779 > 0.05$), 而粗蛋白、粗灰分含量野生鳊鱼显著高于养殖鳊鱼($P = 0.00115, 0.00415 < 0.05$), 养殖鳊鱼粗脂肪含量显著高于野生鳊鱼($P = 0.000215 < 0.05$)。养殖鳊鱼的必需氨基酸指数为 94.16, 而野生鳊鱼则为 66.03, 其构成比例符合联合国粮农组织/世界卫生组织(FAO/WHO)的标准。野生和养殖鳊鱼肌肉脂肪酸中二十碳五烯酸(EPA)+二十二碳六烯酸(DHA)含量分别为 4.25% 和 4.8%。综合所得结果, 养殖鳊鱼氨基酸组成及结构、EPA+DHA 含量均优于野生鳊鱼, 但野生鳊鱼蛋白质含量与 $n-3/n-6$ 多不饱和脂肪酸(PUFA)比例优于养殖鳊鱼。

关键词: 鳊鱼; 肌肉; 营养品质

Comparison of Nutrient Composition in Muscles of Wild and Farmed Yellowcheek Carp

DAI Yang-jun, LIU Zheng-zhao, WANG Xue-feng, LIU Jing-jing, HAN Yao-ping*

(School of Biotechnology and Food Engineering, Changshu Institute of Technology, Changshu 215500, China)

Abstract: A comparative analysis on the nutrient composition of muscles of wild and farmed yellowcheek carp was carried out in the present study. The results showed that wild and farmed yellowcheek carp muscles did not significantly differ in water content ($P = 0.07779 > 0.05$). Wild yellowcheek carp was significantly higher in the contents of crude protein and ash than farmed yellowcheek carp ($P = 0.00115, 0.00415 < 0.05$), while crude fat content in farmed yellowcheek carp was significantly higher than in wild yellowcheek carp ($P = 0.000215 < 0.05$). The essential amino acid index of farmed yellowcheek carp muscle was 94.16 compared with 66.03 for wild yellowcheek carp muscle. Both values meet the FAO/WHO requirements. The total percentage of eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA) in wild and farmed yellowcheek carp muscles represented 4.25% and 4.8% of total fatty acids, respectively. Taken collectively, the results obtained suggest that farmed yellowcheek carp is superior to wild yellowcheek carp in terms of both amino acid composition and total content of EPA and DHA, while wild yellowcheek carp is superior in terms of protein content and $n-3/n-6$ PUFA ratio.

Key words: yellowcheek carp; muscle; nutritional quality

中图分类号: TS201.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2012)17-0258-05

鳊鱼(yellowcheek carp)俗称大口鳊、竿鱼、水老虎, 属鲤形目、鲤科、雅罗鱼亚科、鳊属, 主要生活在江河、湖泊、水库的中上层, 行动敏捷, 是一种专以捕食其他鱼类为生的凶猛的大型掠食性鱼类。

鳊鱼肉细刺少, 肉味鲜美香肥, 营养丰富, 一直被用作高档食用鱼。中医记载, 经常食用鳊鱼, 还具有暖中、益胃、止呕的功效, 主治脾胃虚弱、反胃吐食等症。过去, 鳊鱼是我国平原区系江、河、湖、库水域较常见的重要经济鱼类。但因生性凶猛, 从苗

种阶段就以捕食其他鱼类为生, 长期被当作“害鱼”清除。特别是近些年来, 因水利建筑、污染、滥捕等原因, 天然鳊鱼资源量日趋下降^[1], 正面临着枯竭的危险。目前绝大部分湖泊、水库和中、小河流的鳊鱼已经绝迹^[2], 少数大江河和通江湖泊的鳊鱼数量也逐年锐减^[3-4]。因此, 开展鳊鱼的人工繁殖、养殖和增殖, 是挽救和恢复鳊鱼资源的当务之急和最佳途径。

本研究对野生和人工养殖鳊鱼肌肉的营养进行比较和评价分析, 可以为鳊鱼营养学研究、人工养殖、渔

收稿日期: 2012-04-22

基金项目: 江苏省海洋渔业局水产三项工程项目(K2008-4)

作者简介: 戴阳军(1974—), 男, 讲师, 硕士, 主要从事水产品工艺和营养研究。E-mail: chinabaobei@126.com

* 通信作者: 韩曜平(1963—), 男, 教授, 博士, 主要从事食品加工和天然产物活性物质的开发与利用研究。

E-mail: hanyap@163.com

用饲料开发以及食品加工利用等研究提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

野生鳊鱼捕捞自长江常熟段；养殖鳊鱼来自常熟市水产总公司东张养殖场。

氯仿、甲醇、氯化钠、苯、乙醚、氢氧化钾、异戊醇、乙酸、三氟化硼、2,2-二甲氧基丙烷、十七酸甲酯均为分析纯。

3K15 型高速冷冻离心机 美国 Sigma 公司；RE-52B 型旋转蒸发器 上海申聘仪器科技有限公司；Trace MS 气相色谱质谱仪 美国 Finnigan 公司；1100 型液相色谱仪 美国 Agilent 公司。

1.2 样品处理

将两种鱼活体各分成 3 组，解剖取出躯干部肌肉，捣碎，混合均匀。一部分低温烘干，粉碎，105℃继续烘干，密封保存，用于一般营养成分、氨基酸的测定；另一部分冷冻干燥，用于脂肪酸的测定。

1.3 营养成分的测定

按 GB/T 5009.3—2003《食品中水分的测定》测定水分含量；按 GB/T 5009.5—2003《食品中蛋白质的测定》方法测定粗蛋白含量；按 GB/T 5009.6—2003《食品中脂肪的测定》测定粗脂肪含量；按 GB/T 5009.4—2003《食品中灰分的测定》测定粗灰分含量。使用安捷伦 1100 型液相色谱仪，按 JY/T 019—1996《氨基酸分析方法通则》测定鳊鱼肌肉氨基酸组成及含量。使用美国 Finnigan 公司的 Trace MS 气相色谱质谱仪，按 JY/T 003—1996《有机质谱分析方法通则》提供的方法测定脂肪酸组成及含量，简述如下，样品加氢氧化钠甲醇溶液 30mL(0.5mol/L NaOH 10mL，甲醇 20mL)，在 85℃的水浴上回流 1.5h，用 6mol/L HCl 调至酸性，80℃左右的水浴上加热 0.5h，倾入分液漏斗中，用正己烷萃取 2 次，用去离子水洗涤 2 次，加入无水硫酸钠干燥过夜，在 80℃水浴上蒸去大部分溶剂，再在 95℃水浴上除溶剂，冷却后，加入 2mL 30% 三氯化硼乙醚络合物溶液，在 80℃的水浴上回流 0.5h，冷却后，加入 2mL 石油醚。取上层醚样 1μL 进行气相色谱分析。气相色谱分析条件：采用 PEG-20M 石英毛细管分析柱；柱温：200℃；进样器：250℃；分流比：1:100，按峰面积归一化法计算脂肪酸组成。

1.4 营养品质评价方法

根据联合国粮食与农业组织/世界卫生组织(FAO/WHO)1973 年建议的氨基酸评分标准模式^[5-6]和全鸡蛋蛋白质的氨基酸模式^[7]，以氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)^[7]来评定鱼肉蛋白质的氨基酸营养价值。

$$AAS = \frac{\text{待测样品氨基酸含量}/(\text{mg/g pro})}{\text{FAO/WHO评分模式同种氨基酸含量}/(\text{mg/g pro})} \times 100(1)$$

$$CS = \frac{\text{待测样品氨基酸含量}/(\text{mg/g pro})}{\text{全鸡蛋蛋白质同种氨基酸含量}/(\text{mg/g pro})} \times 100(2)$$

$$EAAI = \sqrt[n]{\frac{T_{Lys}}{S_{Lys}} \times 100 \times \frac{T_{Met}}{S_{Met}} \times 100 \times \cdots \times \frac{T_{Val}}{S_{Val}} \times 100}(3)$$

式中： n 为比较的氨基酸数； T 为实验蛋白质的必需氨基酸含量/(mg/g pro)； S 为鸡蛋蛋白质的必需氨基酸含量/(mg/g pro)。

氨基酸的长支链氨基酸/芳香族氨基酸值按式(4)计算。

$$\text{氨基酸的长支链氨基酸/芳香族氨基酸值} = \frac{\text{缬氨酸含量} + \text{亮氨酸含量} + \text{异亮氨酸含量}}{\text{苯丙氨酸含量} + \text{酪氨酸含量}}(4)$$

2 结果与分析

2.1 野生鳊鱼与养殖鳊鱼营养成分组成比较

野生和养殖鳊鱼肌肉中水分、粗灰分、粗蛋白、粗脂肪含量的测定结果如表 1 所示。养殖鳊鱼肌肉中的粗脂肪含量显著高于野生鳊鱼($P = 0.000215 < 0.05$)，而粗蛋白和粗灰分含量则显著低于野生鳊鱼($P = 0.00115$ 、 $0.00415 < 0.05$)，但水分含量差异不显著($P = 0.07779 > 0.05$)。

表 1 鳊鱼肌肉中营养成分含量

Table 1 Nutrient components in wild and farmed yellowcheek carp muscles

营养成分	野生鳊鱼	养殖鳊鱼
水分	65.30 ± 0.98	67.99 ± 1.71
粗蛋白	20.53 ± 1.37	13.50 ± 0.51
粗灰分	8.60 ± 0.71	4.30 ± 1.05
粗脂肪	5.25 ± 0.94	13.84 ± 0.69

注：以鲜质量计。

在营养学上，一般认为食品中养分含量与干物质含量成正比；而灰分主要包括各种矿物质，可以反映肌肉总矿物质营养价值^[8]。野生鳊鱼肌肉中粗蛋白和粗灰分含量都显著高于养殖鳊鱼，这可能与野生鳊鱼的食物来源于自然水域中的野生杂鱼，食物数量相对少，故其活动量大，脂肪积累少；而养殖鳊鱼则是人工投喂鳊鱼、鳙鱼和小杂鱼等，数量充足，故其活动量小，脂肪积累多等因素有关。而野生鳊鱼肌肉内干物质含量略高于养殖鳊鱼，说明野生鳊鱼营养价值稍高。

肌肉脂肪含量与肌肉的多汁性和风味有关,它是加热产生香气成分不可缺少的物质,将为鱼肉味道香醇提供物质基础^[8]。而养殖鳊鱼肌肉粗脂肪含量显著高于野生鳊鱼,这是养殖鳊鱼食用风味优于野生鳊鱼的物质基础。

2.2 野生鳊鱼与养殖鳊鱼氨基酸含量与营养品质比较

2.2.1 氨基酸含量比较

野生鳊鱼与养殖鳊鱼肌肉中氨基酸组成及含量见表2。鳊鱼肌肉中常见的氨基酸有17种(由于采用酸水解法预处理样品,色氨酸被破坏而未测得),包括人体必需氨基酸7种、半必需氨基酸2种(组氨酸和精氨酸)。野生鳊鱼肌肉中的氨基酸总含量为15.14%,养殖鳊鱼含量为16.11%,养殖鳊鱼氨基酸总含量与野生鳊鱼比较差异不显著。两种鳊鱼肌肉均是谷氨酸含量最高,其次是天冬氨酸,而半胱氨酸含量最低,且氨基酸含量高低排列次序基本一致。

表2 鳊鱼氨基酸组成与含量

Table 2 Amino acid composition in wild and farmed yellowcheek carp muscles

			%		
氨基酸种类	野生鳊鱼	养殖鳊鱼	氨基酸种类	野生鳊鱼	养殖鳊鱼
苏氨酸*	0.74	0.78	丙氨酸	0.95	1.07
缬氨酸*	0.72	0.72	丝氨酸	0.70	0.75
甲硫氨酸*	0.48	0.20	酪氨酸	0.55	0.55
异亮氨酸*	0.64	0.63	半胱氨酸	0.08	0.09
亮氨酸*	1.32	1.36	脯氨酸	0.56	0.86
苯丙氨酸*	0.64	0.67	长支链氨基酸/ 芳香族氨基酸值	2.25	2.22
赖氨酸*	1.50	1.51	氨基酸总量(TAA)	15.14	16.11
精氨酸	0.99	1.10	必需氨基酸含量(EAA)	7.42	5.87
组氨酸	0.38	0.35	鲜味氨基酸(DAA)	5.83	6.54
天冬氨酸	1.59	1.65	EAA/TAA	49.01	36.44
谷氨酸	2.55	2.66	必需氨基酸/ 非必需氨基酸(EAA/NEAA)	96.11	57.13
甘氨酸	0.74	1.16	DAA/TAA	38.51	40.60

注: *.必需氨基酸;表中数值为占鲜质量的百分比(EAA/TAA、EAA/NEAA、DAA/TAA除外)。

谷氨酸、天冬氨酸、甘氨酸和丙氨酸的组成和含量可以决定鱼肉的鲜美程度。谷氨酸和天冬氨酸为呈鲜

味的特征氨基酸,其中谷氨酸的鲜味最强,而甘氨酸和丙氨酸则呈甘味^[9]。野生鳊鱼和养殖鳊鱼肌肉中的鲜味氨基酸含量分别为5.83%和6.54%,鲜味氨基酸含量与总氨基酸含量比值(DAA/TAA)分别能达到38.51%和40.60%,因此鳊鱼具有一致的鲜美味感。

人体对氨基酸的需求有一个均衡的问题,当某一种氨基酸过多时,就会造成其他氨基酸的不足^[10]。根据FAO/WHO的理想模式,质量较好的蛋白质其组成氨基酸的EAA/TAA为40%左右,EAA/NEAA在60%以上^[11]。而野生鳊鱼和养殖鳊鱼的EAA/TAA分别为49.01%和36.44%,EAA/NEAA分别为96.11%和57.13%,野生鳊鱼高于上述指标要求,故其肌肉氨基酸平衡效果好,属于优质的人体所需蛋白质,而养殖鳊鱼基本接近优质蛋白。正常人体及其他哺乳动物的长支链氨基酸/芳香族氨基酸值为3.0~3.5,而当肝受损伤时,则降为1.0~1.5^[11]。因此,高长支链氨基酸含量、低芳香族氨基酸含量及混合物具有保肝作用。野生鳊鱼和养殖鳊鱼肌肉中的长支链氨基酸/芳香族氨基酸值分别是2.25和2.22,接近正常人的水平,符合人体饮食健康标准。

2.2.2 肌肉营养品质的比较

将表2中的数据换算成每克蛋白质中含氨基酸毫克数后,按照FAO/WHO建议的氨基酸评分标准模式和全鸡蛋蛋白质的氨基酸模式,分别计算野生和养殖鳊鱼肌肉的EAA含量、AAS、CS及EAAI的评价数据,并得出其限制性氨基酸,结果见表3。按AAS模式,野生鳊鱼的第一、第二限制性氨基酸分别为缬氨酸、异亮氨酸;养殖鳊鱼的第一、第二限制性氨基酸分别为甲硫氨酸+半胱氨酸、缬氨酸。本研究中野生鳊鱼的第一限制性氨基酸与万松良等^[12]的报告相同。根据CS模式,野生鳊鱼和养殖鳊鱼的第一限制性氨基酸都是甲硫氨酸+半胱氨酸,第二限制性氨基酸都是缬氨酸。

野生鳊鱼和养殖鳊鱼肌肉中EAAI值分别是66.03和94.16,养殖鳊鱼明显高于野生鳊鱼,该结果表明养殖鳊鱼肌肉中必需氨基酸组成更为合理,更适合人类对氨基酸营养需求。野生鳊鱼的EAAI仅高于鲢鱼和草鱼,

表3 野生鳊鱼和养殖鳊鱼肌肉的必需氨基酸含量、AAS、CS及EAAI

Table 3 Essential amino acid contents in and AAS, CS and EAAI of wild and farmed yellowcheek carp muscles

必需氨基酸种类	FAO/WHO模式/(mg/g pro)	全鸡蛋模式/(mg/g pro)	野生鳊鱼			养殖鳊鱼		
			含量/(mg/g pro)	AAS	CS	含量/(mg/g pro)	AAS	CS
异亮氨酸	40	54	31.17	77.93	57.72	45.52	113.80	84.30
亮氨酸	70	86	64.30	91.86	74.77	98.27	140.39	114.27
赖氨酸	55	70	73.06	132.84	104.37	109.10	198.36	155.86
甲硫氨酸+半胱氨酸	35	57	27.28	77.94	47.86	20.95	59.86	36.75
苯丙氨酸+酪氨酸	60	93	57.96	96.6	62.32	117.05	195.08	125.86
苏氨酸	40	47	36.04	90.01	76.68	56.36	140.90	119.91
缬氨酸	50	66	35.07	70.14	53.14	52.02	104.04	78.82
EAAI				66.03			94.16	

而养殖鳊鱼则比青、草、鲢、鲤、鲫、鳙鱼等常见淡水鱼都要高出许多^[13], 这说明野生和养殖鳊鱼都是营养价值较好的鱼类, 尤其是养殖鳊鱼, 是一种上等的食用鱼。除甲硫氨酸和半胱氨酸外, 养殖鳊鱼的其他必需氨基酸的 AAS 和 CS 评分比野生鳊鱼的 AAS 和 CS 评分高。这很有可能是养殖鳊鱼饲料中含硫氨基酸含量少所致。鳊鱼的赖氨酸含量比其他鱼类低, 但在其必需氨基酸中居于首位, 超过了 FAO/WHO 的推荐模式。赖氨酸被称为“生长性氨基酸”, 主要是参与机体蛋白的合成, 也是人乳中第一限制性氨基酸, 因此可以推定鳊鱼是优质的催乳食品之一, 同时对于以谷物为主的膳食者来说, 食用鳊鱼可以弥补谷物食品中赖氨酸的不足, 提高人体对蛋白质的利用率^[14-15]。

2.3 野生鳊鱼和养殖鳊鱼肌肉脂肪酸含量的比较

表 4 鳊鱼肌肉的脂肪酸质量分数

Table 4 Fatty acid contents in wild and farmed yellowcheek carp

muscles		%
脂肪酸	野生鳊鱼	养殖鳊鱼
C _{14:0}	2.96 ± 0.42	2.40 ± 0.03
C _{15:0}	1.10 ± 0.41	0.41 ± 0.01
C _{16:0}	22.67 ± 0.89	18.32 ± 0.19
C _{17:0}	2.58 ± 0.44	1.36 ± 0.01
C _{18:0}	5.67 ± 0.20	4.43 ± 0.20
C _{16:1}	10.62 ± 0.34	9.60 ± 0.09
C _{18:1}	30.06 ± 2.57	42.84 ± 0.41
C _{20:1}	1.89 ± 0.20	2.07 ± 0.06
C _{18:2(n-6)}	7.46 ± 0.29	7.41 ± 0.11
C _{18:3(n-3)}	4.22 ± 0.24	1.74 ± 0.16
C _{20:2(n-6)}	1.00 ± 0.31	0.76 ± 0.02
C _{20:3(n-6)}	0.96 ± 0.10	0.73 ± 0.01
C _{20:4(n-6)}	2.14 ± 0.14	1.60 ± 0.05
C _{20:5(n-3)}	1.52 ± 0.19	1.09 ± 0.12
C _{22:4(n-6)}	0.36 ± 0.02	0.22 ± 0.01
C _{22:5(n-3)}	1.50 ± 0.11	1.10 ± 0.08
C _{22:6(n-3)}	2.73 ± 0.17	3.71 ± 0.24
ΣSFA	34.99 ± 1.89	26.92 ± 0.35
ΣMUFA	42.58 ± 2.20	54.51 ± 0.38
ΣPUFA	21.89 ± 0.71	18.36 ± 0.73
EPA+DHA	4.25 ± 0.32	4.80 ± 0.36
Σn-3	9.97 ± 0.51	7.64 ± 0.60
Σn-6	11.92 ± 0.21	10.72 ± 0.15
Σn-3/Σn-6	0.84 ± 0.03	0.71 ± 0.05

注: ΣSFA 为饱和脂肪酸总量; ΣMUFA 为单不饱和脂肪酸总量; ΣPUFA 为多不饱和脂肪酸总量。

由表 4 可知, 野生鳊鱼和养殖鳊鱼肌肉主要含有 17 种脂肪酸, 包括饱和脂肪酸(SFA)5 种、不饱和脂肪酸(UFA)12 种, 其中单不饱和脂肪酸(MUFA)3 种, 多不饱和脂肪酸(PUFA)9 种。饱和脂肪酸均以棕榈酸(C_{16:0})为主, 含量分别高达 22.67% 和 18.32%; 单不饱和脂肪酸均以油酸(C_{18:1})为主, 且养殖鳊鱼(42.84%)显著高于野生鳊鱼(30.06%)。

在野生鳊鱼肌肉中, 饱和脂肪酸含量(34.99%)明显高于养殖鳊鱼(26.92%), 多不饱和脂肪酸含量(21.89%)也高于养殖鳊鱼(18.36%); 而在单不饱和脂肪酸的含量对比中, 养殖鳊鱼(54.51%)明显高于野生鳊鱼(42.58%); 野生与养殖鳊鱼的 *n*-3 PUFA/*n*-6 PUFA 比例分别是 0.84 和 0.71; EPA+DHA 的含量则是养殖鳊鱼稍高于野生鳊鱼。

野生鳊鱼肌肉中饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸的含量均比养殖鳊鱼大, 但是 EPA 和 DHA 这 2 种 *n*-3 多不饱和脂肪酸和单不饱和脂肪酸含量却低于养殖鳊鱼。饱和脂肪酸是重要供能物质, 但摄入过多可升高血液中血脂、总胆固醇和低密度脂蛋白的浓度, 导致动脉硬化。而增加饮食中多不饱和脂肪酸的含量被认为是有益于人体健康的, 并且能减少心血管疾病的发生, *n*-3 不饱和脂肪酸能促进动脉内皮释放内皮松弛因子以舒张血管^[16-17], EPA 具有降低胆固醇和甘油三酯的含量、促进体内饱和脂肪酸代谢的作用, DHA 本身就是组成脑细胞、脑神经和视网膜的重要物质, 膳食中长期缺乏 DHA 会对信息传递、思维能力和视力产生不良影响^[18]。而且单不饱和脂肪酸可降低血清胆固醇和低密度脂蛋白, 且不会降低高密度脂蛋白含量。研究表明 *n*-6 PUFA 有增加肿瘤的危险性, 而 *n*-3 PUFA 则有较好的抑制作用, 所以 *n*-3 PUFA 和 *n*-6 PUFA 的比例必须维持动态平衡。野生鳊鱼肌肉中 *n*-3 PUFA/*n*-6 PUFA 为 0.84, 而养殖鳊鱼只有 0.71。这表明在脂肪酸营养方面野生鳊鱼略优于养殖鳊鱼。与四大家鱼相比, 野生与养殖鳊鱼无论是 *n*-3 脂肪酸还是 *n*-6 脂肪酸含量都较低, 但 *n*-3 PUFA 与 *n*-6 PUFA 的结构比例却比青鱼、草鱼和鲢鱼高^[19-20]。

3 结 论

鳊鱼肌肉各项营养指标均接近或高于鲤科鱼类。根据 FAO/WHO 的理想模式和 AAS、CS、EAAI 的分值以及长支链氨基酸/芳香族氨基酸值等指标分析结果, 鳊鱼肌肉必需氨基酸组成相对比较平衡, 且含量十分丰富, 是一种营养价值较高的优质鱼类。

比较野生鳊鱼与养殖鳊鱼肌肉中各项营养指标, 养殖鳊鱼的氨基酸含量、组成结构及平衡效果、风味以及 EPA 和 DHA 含量都优于野生鳊鱼, 但其粗蛋白含量有待提高。*n*-3 PUFA 与 *n*-6 PUFA 比例(0.71 ± 0.05)也不如野生鳊鱼(0.84 ± 0.03)理想。

综上所述, 鳊鱼是一种营养价值较高的淡水鱼。不仅蛋白质和氨基酸含量高, 而且必需氨基酸占总氨基酸的比例也高, 氨基酸组成合理; 脂肪含量较低, 富含亚油酸等人体必需脂肪酸; 再加上其生长速度快、无肌间刺等特点, 能为人们提供高档的动物食用蛋白, 有着非常好的开发利用前景。

参考文献:

- [1] 史为良. 内陆水域鱼类增殖与养殖学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996: 35.
- [2] 宓国强, 卢斌辉. 鳊鱼池塘养殖技术初探[J]. 淡水渔业, 2004, 34(5): 54-55.
- [3] 刘绍平, 段辛斌, 陈大庆, 等. 长江中游渔业资源现状研究[J]. 水生生物学报, 2005, 29(6): 708-711.
- [4] 吴强, 段辛斌, 徐树英, 等. 长江三峡库区蓄水后鱼类资源现状[J]. 淡水渔业, 2007, 37(2): 70-75.
- [5] 李凤林, 张忠, 李凤玉. 食品营养学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2009: 24-49.
- [6] PELLETT P L, YONG V R. Nutritional evaluation of protein foods[M]. Tokyo: The United National University Publishing Company, 1980: 26-29.
- [7] 桥本芳郎. 养鱼饲料学[M]. 蔡完其, 译. 北京: 中国农业出版社, 1980: 104-115.
- [8] 毛国祥, 赵万里. 新太湖鹅、太湖鹅和隆昌鹅肌肉品质比较研究[J]. 动物科学与动物医学, 2000, 17(1): 16-19.
- [9] 黄高凌, 王衍庆. 花蛤净化前后主要营养成分及鲜味氨基酸的比较[J]. 食品科学, 2006, 27(10): 477-480.
- [10] 凌关庭. 食品添加剂手册[M]. 3版. 北京: 化学工业出版社, 2003: 46.
- [11] 孙雷, 周德庆, 盛晓风. 南极磷虾营养评价与安全性研究[J]. 海洋水产研究, 2008, 29(2): 57-64.
- [12] 万松良, 汪亮, 李杰, 等. 鳊含肉率和肌肉营养成分分析[J]. 淡水渔业, 2008, 38(1): 27-29.
- [13] 严安生, 熊传喜, 周志军, 等. 异育银鲫的含肉率及营养评价[J]. 水利渔业, 1998(3): 16-19.
- [14] 邴旭文, 王进波. 池养南美蓝对虾与南美白对虾肌肉营养品质的比较[J]. 水生生物学报, 2006, 30(4): 453-458.
- [15] 王咏星, 钱龙, 吕艳, 等. 白斑狗鱼肌肉氨基酸含量测定及其营养评价[J]. 食品科学, 2010, 31(11): 238-240.
- [16] ELLIS K A, INNOCENT G, GROVE W D, et al. Comparing the fatty acid composition of organic and conventional milk[J]. American Dairy Science Association, 2006, 89: 1938-1950.
- [17] 戴志远. 吃鱼、 ω -3脂肪酸与防治心血管病[J]. 海洋水产科技, 1993(1): 28-30.
- [18] LAURITZEN L, HANSEN H S, JORGENSEN M H, et al. The essentiality of long-chain *n*-3 fatty acids in relation to development and function of the brain and retina[J]. Prog Lipid Res, 2001, 40(1/2): 1-94.
- [19] 李淡秋. 二十种淡水鱼虾脂肪酸组成的分析研究[J]. 水产科技情报, 1991, 18(3): 73-76.
- [20] 韩菲菲, 汪以真. 必需脂肪酸在鱼虾饲料中的应用[J]. 饲料研究, 2004(1): 15-19.