

胡玉婷,江 河,凌 俊,等. 太平湖放养与池塘养殖鳊肌肉营养成分的比较分析[J]. 江苏农业科学,2017,45(21):225-228.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.21.064

太平湖放养与池塘养殖鳊肌肉营养成分的比较分析

胡玉婷,江 河,凌 俊,段国庆

(安徽省农业科学院水产研究所,安徽合肥 230031)

摘要:分析比较安徽省太平湖水库放养和池塘养殖鳊肌肉的常规营养成分、氨基酸和脂肪酸组成。结果表明,太平湖放养鳊肌肉水分(78.42%)、粗脂肪含量(0.78%)均低于池塘养殖鳊(80.09%、1.40%);太平湖放养鳊的粗蛋白含量(18.71%)高于池塘养殖鳊的粗蛋白含量(17.38%);灰分含量无显著差别。2个群体均含有18种氨基酸,总含量分别为17.62%、16.66%,其中8种必需氨基酸含量分别为7.14%、6.68%,占总氨基酸的40.52%、40.10%;4种鲜味氨基酸总量分别为6.48%、6.13%,占总氨基酸含量的36.78%、36.79%;而必需氨基酸指数为82.05、78.36。根据氨基酸评分,水库放养和池塘养殖鳊的第一、第二限制性氨基酸均为色氨酸、缬氨酸;根据化学评分,色氨酸为2个群体第一限制性氨基酸,缬氨酸、“蛋氨酸+胱氨酸”分别为第二限制性氨基酸。2个群体分别检测出16、15种脂肪酸,太平湖鳊肌肉中单不饱和脂肪酸含量(26.06%)低于池塘养殖鳊肌肉中单不饱和脂肪酸含量(29.29%);多不饱和脂肪酸含量(33.02%)、二十碳五烯酸含量(12.37%)、二十二碳六烯酸含量(5.55%)均高于池塘养殖鳊(31.01%、9.31%、4.58%),而饱和脂肪酸含量两者无显著差异,说明太平湖水库放养鳊具有较高营养价值。

关键词:鳊;太平湖;肌肉;营养成分;氨基酸;脂肪酸

中图分类号: S917 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)21-0225-04

鳊(*Aristichthys nobilis*)隶属于鲤形目鲤科鲢亚科鳊属,别

收稿日期:2017-03-05

基金项目:安徽省水产产业技术体系项目(编号:皖农科[2016]84);
安徽省农业科学院院长青年创新基金(编号:15B0519);安徽省黄山市黄山区环境保护局项目。

作者简介:胡玉婷(1986—),女,河南永城人,博士,助理研究员,主要从事鱼类生态学研究。E-mail:huyuting1021@126.com。

通信作者:江 河,硕士,研究员,主要从事水产养殖研究。E-mail:hjianghe@sohu.com。

菌剂,可抑制多种微生物的孳生,防止微生物代谢对导管的堵塞作用,保证花枝水分的供应,它还是一种抗蒸腾剂,可以影响切花气孔关闭,促进水分平衡,从而延长切花的寿命^[7]。

水杨酸和没食子酸丙酯为天然抗氧化剂和延缓物质,水杨酸是植物体内在调节物质,可促进气孔关闭,减少蒸腾失水,抑制乙烯产生,降低膜质过氧化作用,延缓可溶性蛋白的降解;没食子酸丙酯是安全高效的抗氧化剂,在医药和食品保鲜中均有广泛应用^[8-10]。

将4种保鲜物质通过正交试验设计,得到9种不同浓度的保鲜液组合,对瓶插寿命进行方差分析可知,除T₂处理外,T₇、T₆处理切花瓶插寿命均极显著高于其他处理(P<0.01)。通过对切花生理指标研究表明,适宜浓度的保鲜液组合可以有效提高花枝的吸水能力,维持水分平衡,延缓质膜降解和鲜质量下降,推迟可溶性蛋白的降解时间,维持细胞的正常生理代谢,延长切花瓶插的寿命,提高切花的观赏价值。

参考文献:

[1]罗红艺.化学药剂预处理对金盏菊蕾期切花保鲜效果的影响[J].华中师范大学学报(自然科学版),1995,29(2):232-234.

称花鲢、黄鲢、胖头鱼等,为四大家鱼之一,广泛分布于我国中东部各大水系。鳊属于浮游生物食性鱼类,个体较大,最重可达35~40 kg;生长速度快、疾病少、易饲养,塘养2龄可达0.8~1.5 kg,为池塘养殖和水库渔业的主要对象之一,经济价值较高^[1]。

随着我国居民收入水平的提高,水产品消费结构也产生了变化,越来越注重水产品的品质和健康。研究表明,水库养殖鱼类通常具有肌肉品质高于池塘养殖鱼类的特点^[2-7]。因此,大水面放养的高品质水产品逐渐走俏,市场化价格也比池

[2]储洪裕.鲜切花的保鲜处理[J].青海大学学报,2001,19(3):36-37.

[3]罗红艺,江仕平,李 超,等.无机盐对香石竹切花保鲜生理效应的研究[J].北方园艺,2003(6):48-49.

[4]叶明琴.不同保鲜液对麝香百合切花的保鲜效应[J].广西农业科学,2001(4):180-182.

[5]白宝璋,王景安,孙玉霞,等.植物生理学测试技术[M].北京:中国科学技术出版社,1993.

[6]高 勇,吴绍绵.月季切花瓶插期生理生化变化与衰老关系的研究[J].园艺学报,1990,17(1):71-75.

[7]何生根,冯常虎.切花生产与保鲜[M].北京:中国农业出版社,1996:91-92.

[8]Jayatilakan K, Sharma G K, Radhakrishna K, et al. Antioxidant potential of synthetic and natural antioxidants and its effect on warmed-over-flavour in different species of meat [J]. Food Chemistry, 2007, 105(3): 908-916.

[9]李 囡,姜子涛,李 荣.食品中没食子酸丙酯的定量分析研究进展[J].食品研究与开发,2007,28(9):172-175.

[10]李汉良.没食子酸丙酯对新高梨软化和褐变的影响[J].农产品加工·学刊,2011(9):51-53.

塘养殖鱼高。这大大刺激了以生态为特征的绿色有机渔业的发展,也为水库渔业发展提供了路径。

太平湖位于皖南山区,是长江支流青弋江的发源地、安徽省第一大水库型湖泊,1970 年建成蓄水。太平湖渔业经历了从天然捕捞到网箱养殖再到大水面人工放流的发展过程。自 2013 年以来,太平湖渔业主要通过投放大规格鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)、鳙鱼种进行人工增殖放流,其中鳙占渔获物的 70% 以上。目前,太平湖鲢、鳙已获得有机食品、绿色食品及农产品地理标志认证。但目前尚无有关太平湖放养鳙肌肉营养成分的研究,本研究对太平湖放养鳙和池塘养殖鳙的肌肉营养成分进行比较分析,为了解水库放养与池塘养殖鳙肌肉品质的差别、丰富鳙鱼的基础生物学提供资料。

1 材料与方法

1.1 试验鱼与取样

2015 年 12 月,从安徽省太平湖水水库采集 6 尾鳙,体长为 44.5 ~ 52.0 cm,体质量为 1.95 ~ 2.43 kg;池塘养殖 6 尾鳙采集于安徽省农业科学院水产研究所实验基地,体长为 41.5 ~ 48.0 mm,体质量为 1.72 ~ 2.26 kg。每尾鱼取背部肌肉匀浆混合后,用于常规营养成分、脂肪酸和氨基酸含量的测定。

1.2 营养组成的测定

水分、灰分、粗蛋白质和粗脂肪含量的测定分别采用减压干燥法(GB 5009.3—2010《食品中水分的测定》)、灼烧质量法(GB 5009.4—2010《食品中灰分的测定》)、凯氏定氮法(GB 5009.5—2010《食品中蛋白质的测定》)、索氏抽提法(GB/T 9695.7—2008《肉与肉制品 总脂肪含量测定》)。氨基酸(除色氨酸)的含量使用高效液相色谱仪测定(GB/T 5009.124—2003《食品中氨基酸的测定》),样品经酸水解时色氨酸遭破坏,无法检测,所以样品经碱(5 mol/L NaOH)水解后,单独测定色氨酸含量。脂肪酸组成的测定使用气相色谱仪按峰面积归一化法计算(GB/T 9695.7—2008《肉与肉制品 总脂肪含量测定》)。

1.3 营养品质评价

基于联合国粮食及农业组织/世界卫生组织(Food and Agriculture Organization of The United Nations/ World Health Organization,简称 FAO/WHO)1973 年建议的氨基酸评分标准模式(FAO/WHO 模式)^[8]和 2004 年中国疾病预防控制中心营养与食品安全所提出的鸡蛋蛋白质的氨基酸模式^[9],分别按以下公式计算氨基酸评分(amino acid score,简称 AAS)、化学评分(chemical score,简称 CS)及必需氨基酸指数(essential amino acid index,简称 EAAI)^[5]。

AAS = 样品中某氨基酸含量(%) / (FAO/WHO) 评分模式中同种氨基酸需要量;

CS = 样品中某氨基酸含量(%) / 全鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量(%) ;

$EAAI = [(100A/AE) \times (100B/BE) \times \cdots \times (100H/HE)]^{1/n}$ 。
式中: n 为比较的必需氨基酸(essential amino acid,简称 EAA)数目; A, B, \cdots, H 为鱼肌肉蛋白质中必需氨基酸含量(mg/g); AE, BE, \cdots, HE 为全鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量(mg/g)。

使用 Excel 2010 对试验数据进行统计学分析,应用函数

AVERAGE、STDEV、 t -test 分别计算平均值、标准差和 P 值。

2 结果与分析

2.1 常规营养成分

由表 1 可知,太平湖放养鳙肌肉水分、粗脂肪含量极显著低于池塘养殖鳙($P < 0.01$),粗蛋白质含量极显著高于池塘养殖鳙($P < 0.01$),灰分含量差异不显著($P > 0.05$)。

表 1 太平湖放养和池塘养殖鳙常规营养成分

群体	营养成分含量(%,鲜质量)			
	水分	灰分	粗脂肪	粗蛋白质
太平湖放养鳙	78.42 ± 0.44	1.36 ± 0.07	0.78 ± 0.05	18.71 ± 0.40
池塘养殖鳙	80.09 ± 0.20 *	1.32 ± 0.05	1.40 ± 0.15 *	17.38 ± 0.30 *

注: * 表示同列数据在 0.01 水平上差异显著($P < 0.01$)。

2.2 氨基酸组成及评价

2.2.1 氨基酸组成 太平湖放养鳙和池塘养殖鳙共检出 18 种氨基酸(表 2),包括必需氨基酸(EAA)8 种、半必需氨基酸(half essential amino acids,简称 HEAA)2 种和非必需氨基酸(non-essential amino acid,简称 NEAA)8 种。太平湖放养鳙有 10 种氨基酸的平均含量显著高于池塘养殖鳙($P < 0.05$),这 10 种氨基酸有 5 种 EAA(亮氨酸、异亮氨酸、苯丙氨酸、缬氨酸、色氨酸)、5 种 NEAA(丙氨酸、天冬氨酸、谷氨酸、胱氨酸、酪氨酸);氨基酸总量、EAA、NEAA 和鲜味氨基酸(除甘氨酸

表 2 太平湖放养鳙和池塘养殖鳙肌肉氨基酸组成

类别	氨基酸名称	鲜质量含量(%)	
		太平湖放养鳙	池塘养殖鳙
必需氨基酸	蛋氨酸	0.43 ± 0.04	0.46 ± 0.03
	亮氨酸	1.61 ± 0.04a	1.39 ± 0.04a
	异亮氨酸	0.85 ± 0.02a	0.74 ± 0.01a
	苯丙氨酸	0.69 ± 0.03a	0.65 ± 0.02a
	苏氨酸	0.78 ± 0.02	0.79 ± 0.03
	缬氨酸	0.87 ± 0.04a	0.83 ± 0.03a
半必需氨基酸	赖氨酸	1.75 ± 0.06	1.71 ± 0.05
	色氨酸	0.16 ± 0.02a	0.11 ± 0.02a
	组氨酸	0.51 ± 0.04	0.50 ± 0.05
非必需氨基酸	精氨酸	1.16 ± 0.39	1.12 ± 0.34
	丙氨酸 *	1.06 ± 0.03a	1.01 ± 0.07a
	天冬氨酸 *	1.84 ± 0.03a	1.79 ± 0.04a
	谷氨酸 *	2.69 ± 0.08a	2.46 ± 0.09a
	甘氨酸 *	0.89 ± 0.05	0.87 ± 0.05
	丝氨酸	0.73 ± 0.02	0.77 ± 0.04
	胱氨酸	0.41 ± 0.43a	0.19 ± 0.41a
	脯氨酸	0.58 ± 0.02	0.60 ± 0.02
	酪氨酸	0.61 ± 0.02a	0.67 ± 0.05a
	氨基酸总量	17.62 ± 0.67a	16.66 ± 0.75a
必需氨基酸		7.14 ± 0.24a	6.68 ± 0.21a
半必需氨基酸		1.67 ± 0.38	1.62 ± 0.29
非必需氨基酸		9.13 ± 0.52a	8.36 ± 0.41a
鲜味氨基酸		6.48 ± 0.12a	6.13 ± 0.11a
必需氨基酸总量/氨基酸总量		40.52	40.10
鲜味氨基酸/氨基酸总量		36.78	36.79
必需氨基酸总量/非必需氨基酸总量		78.20	79.90

注: * 表示鲜味氨基酸;同行数据标字母“a”表示在 0.05 水平上差异显著($P < 0.05$)。

酸外)含量也存在显著差异($P < 0.05$)。

2 个群体鳊肌肉中谷氨酸含量均最高,分别为 2.69%、2.46%;其次为天冬氨酸,分别为 1.84%、1.79%;色氨酸含量最低,分别为 0.16%、0.11%。必需氨基酸约占总氨基酸的 40.52%、40.10%,必需氨基酸占非必需氨基酸的 78.20%、79.90%。

2.2.2 肌肉营养品质的评价 食品营养价值主要取决于其蛋白质和氨基酸的含量。将表 2 中的数据除以粗蛋白比例换算成 1 g 蛋白质所含某一氨基酸量,再乘以 62.5% 换算成 1 g 氮含氨基酸 mg 数,再与 1973 年 FAO/WHO 提出的 EAA 构成比例模式和鸡蛋蛋白质标准进行比较,并计算 AAS、CS、EAAI

评价其营养价值。

由表 3 可知,太平湖水库放养和池塘养殖鳊肌肉必需氨基酸含量除色氨酸和缬氨酸外,其他氨基酸含量均高于 FAO/WHO 模式中必需氨基酸含量,但太平湖放养鳊(赖氨酸和亮氨酸除外)和池塘养殖鳊(赖氨酸除外)均低于全鸡蛋蛋白质中必需氨基酸总量。根据氨基酸评分,2 个群体第一限制性氨基酸均是色氨酸,第二限制性氨基酸均是缬氨酸;根据化学评分,色氨酸均为 2 个群体第一限制性氨基酸,缬氨酸和“蛋氨酸+胱氨酸”分别为其第二限制性氨基酸。2 个群体必需氨基酸指数分别为 82.05、78.36,太平湖水库放养鳊高于池塘养殖鳊。

表 3 太平湖放养鳊与池塘养殖鳊必需氨基酸中氨基酸评分、化学评分和必需氨基酸指数比较分析

必需氨基酸	必需氨基酸含量(mg/g)		FAO/WHO 模式(mg/g)	鸡蛋蛋白标 准(mg/g)	氨基酸评分		化学评分	
	太平湖	池塘			太平湖	池塘	太平湖	池塘
异亮氨酸	2.84	2.66	2.5	3.31	1.14	1.06	0.86	0.80
亮氨酸	5.38	5.00	4.4	5.34	1.22	1.14	1.01	0.94
苏氨酸	2.61	2.84	2.5	2.92	1.04	1.14	0.89	0.97
缬氨酸	2.91	2.98	3.1	4.11	0.94	0.96	0.71	0.73
赖氨酸	5.85	6.15	3.4	4.41	1.72	1.81	1.33	1.39
色氨酸	0.53	0.40	0.6	1.05	0.89	0.66	0.51	0.38
蛋氨酸+胱氨酸	4.34	4.75	2.2	3.86	1.28	1.06	0.73	0.61
苯丙氨酸+酪氨酸	2.81	2.34	3.8	5.65	1.14	1.25	0.77	0.84

注:太平湖放养、池塘养殖鳊肌肉必需氨基酸指数为 82.05、78.36。

2.3 脂肪酸含量

由表 4 可知,太平湖放养鳊和池塘养殖鳊肌肉分别检测出 16、15 种脂肪酸,其中饱和脂肪酸(saturated fatty acid,简称 SFA)均为 7 种,总含量分别为 40.92%、39.70%;不饱和脂肪酸分别为 8、9 种,包括单不饱和脂肪酸(monounsaturated fatty acid,简称 MUFA)3 种,总含量分别为 26.06%、29.29%;多不饱和脂肪酸(polyunsaturated fatty acid,简称 PUFA)分别为 6、5 种,总含量分别为 33.02%、31.01%。可见,太平湖放养鳊肌肉中多不饱和脂肪酸含量高于池养鳊,单不饱和脂肪酸含量低于池养鳊。

2 个群体鳊都含有较高的多不饱和脂肪酸,其中肌肉中含有 3 种重要的 PUFA,即花生四烯酸(arachidonic acid,简称 ARA)、二十碳五烯酸(eicosapentaenoic acid,简称 EPA)、二十二碳六烯酸(docosahexaenoic acid,简称 DHA),其含量分别为 3.14%、12.37%、5.55%、2.32%、9.31%、4.58%。太平湖放养鳊肌肉中的 3 种 PUFA(ARA、EPA、DHA)明显高于池塘养殖鳊,但 PUFA 中的亚油酸和亚麻酸的含量显著低于池塘养殖鳊。

3 结论与讨论

3.1 常规营养成分比较

常规营养成分的组成和含量是鱼类肌肉营养价值的体现之一,是评价鱼类肌肉品质的重要依据。太平湖水库放养鳊相对于池塘养殖鳊具有高蛋白低脂肪的特点,这在许多天然大水面养殖与池养小水面鱼类比较分析研究中均有发现^[3-7],如马玲巧等的研究表明,水库网箱养殖斑点叉尾鲴的粗蛋白、粗灰分含量均显著高于池塘组,粗脂肪含量显著低于池塘组^[6];宋咏的研究表明,三峡库区野生和放养鲢、鳊

表 4 太平湖放养鳊和池塘养殖鳊的肌肉脂肪酸含量

脂肪酸	相对含量(%)	
	太平湖 放养鳊	池塘 养殖鳊
十四碳酸(肉豆蔻酸,C14:0)	2.36	1.71 *
十五碳酸(C15:0)	0.82	0.69 *
十六碳酸(棕榈酸,软脂酸,C16:0)	19.04	18.07
十七碳酸(珍珠酸,C17:0)	1.51	0.53 *
十八碳酸(硬脂酸,C18:0)	8.01	11.24 *
二十碳酸(花生酸,C20:0)	0.23	0.19
二十四碳酸(C24:0)	8.95	7.27 *
饱和脂肪酸总量(SFA)	40.92	39.70
十六碳一烯酸(棕榈油酸,C16:1ω7)	5.30	5.33
十八碳一烯酸(油酸,C18:1ω9)	19.03	21.01 *
二十碳一烯酸(C20:1ω9)		1.73
单不饱和脂肪酸总量(MUFA)	26.06	29.29 *
十八碳二烯酸(亚油酸,C18:2ω6)	6.62	9.84 *
十八碳三烯酸(亚麻酸,C18:3ω3)	3.29	4.96 *
二十碳四烯酸(花生四烯酸,ARA,C20:4ω6)	3.14	2.32 *
二十碳五烯酸(EPA,C20:5ω3)	12.37	9.31 *
二十二碳五烯酸(DPA,C22:5ω3)	2.05	—
二十二碳六烯酸(DHA,C22:6ω3)	5.55	4.58 *
多不饱和脂肪酸总量(PUFA)	33.02	31.01 *
EPA + DHA	17.92	13.89 *

注:同行数据上标“*”表示在 0.05 水平上差异显著($P < 0.05$)。

群体肌肉具低脂肪、高蛋白的特征,品质优于池养群体^[7]。但在一些研究中,2 类养殖方式鱼肌肉品质没有区别或具有相反的结果^[10-11]。这是因为鱼类肌肉营养成分的不同除了与遗传因素有关,也与其具体的生活环境有很大关系^[6,12-16]。

大水面等较自然水域中鱼类的饵料来源不易,且捕食活动消耗能量多,所以脂肪累积少,而池养等养殖鱼类获取食物较容易、消耗也少,脂肪自然积累多。太平湖水库地处黄山北部、长江以南,属亚热带季风性湿润气候,且全流域植被覆盖度高,为中—低营养型湖泊,水体中矿物质较多,而饵料资源较少,因而体内干物质含量略高于池养鳊,具有高蛋白低脂肪的特点,这说明太平湖水库放养鳊营养价值较高。

3.2 氨基酸营养成分比较

鱼类肌肉的蛋白质含量越高,营养价值就越高,而氨基酸是组成蛋白质的基本单位,其组成和含量决定蛋白质的品质^[17],而必需氨基酸含量及相互间的比值是评价食物或蛋白质的重要指标。太平湖鳊肌肉氨基酸含量丰富,氨基酸总量、必需氨基酸含量均高于池养鳊。根据联合国粮农组织和世界卫生组织的标准,较好质量蛋白质的氨基酸中必需氨基酸占总氨基酸的 40%、占非必需氨基酸的 60% 以上^[8],太平湖水库放养鳊和池养鳊均符合该标准,可见其氨基酸平衡性较好,鱼体内蛋白质的利用性能高。

肌肉的美味程度与其鲜味氨基酸(谷氨酸、天冬氨酸、甘氨酸、丙氨酸)的组成和含量有关。太平湖水库放养鳊在 4 种鲜味氨基酸含量上均高于池塘养殖鳊,其中丙氨酸、天冬氨酸、谷氨酸含量均差异显著,由此可以看出,太平湖放养鳊的鲜味氨基酸含量更为丰富,口感上明显优于池养鳊,表明太平湖水库放养鳊更加美味。这种现象在其他研究中有被报道^[7,18-21],如南湾鳊 6 种鲜味氨基酸总含量为 89.6 g/kg,高出池养鳊 21.6%^[19];不同年龄野生和养殖兴凯湖翘嘴鲌肌肉营养成分的分析结果显示,兴凯湖翘嘴鲌野生群体必需氨基酸总量和鲜味氨基酸含量均显著高于养殖群体,即野生群体肌肉营养价值和肉味鲜美程度明显优于养殖群体,且随年龄增长差异更加明显^[8];野生牙鲈鲜味氨基酸量比养殖牙鲈高 12.97%^[21]。

3.3 脂肪酸营养成分比较

多不饱和脂肪酸对食品品质具有多种价值:一是可显著增加食品香味,在一定程度上反映肌肉的多汁性^[22];二是具有明显的降血脂、降血压、抗肿瘤和免疫调节等作用,是人和动物生长发育的必需脂肪酸^[23-24]。其中,EPA 和 DHA 是最重要的多不饱和脂肪酸。EPA 有助于降低体内甘油三酯和胆固醇含量,促进饱和脂肪酸代谢,防止脂肪在血管内壁沉积,因此可预防脑血栓等心血管疾病;而 DHA 对人脑有益,可提高记忆力,在孕期还利于胎儿大脑的正常发育^[25-26]。太平湖放养鳊肌肉中的 3 种 PUFA(ARA、EPA 和 DHA)含量明显高于池养鳊,因此,太平湖水库放养鳊具有较高营养价值。

参考文献:

- [1] 陈宜瑜. 中国动物志·硬骨鱼纲·鲤形目:中卷[M]. 北京:科学出版社,1998:224-228.
- [2] 刘岩奇,王思珍,曹颖霞. 池塘和水库养殖鱼类营养成分分析与比较[J]. 北京农业,2007(8):20-23.
- [3] 杨磊. 三种养殖模式下日本鳊肌肉品质特征、肌肉营养成分及相关生化指标的比较研究[D]. 舟山:浙江海洋学院,2012.
- [4] 戴阳军,刘峥兆,王雪锋,等. 野生与养殖鳊鱼肌肉的营养成分比

- 较[J]. 食品科学,2012,33(17):258-262.
- [5] 程汉良,蒋飞,彭永兴,等. 野生与养殖草鱼肌肉营养成分比较分析[J]. 食品科学,2013,34(13):266-270.
- [6] 马玲巧,亓成龙,曹静静,等. 水库网箱和池塘养殖斑点叉尾鲌肌肉营养成分和品质的比较分析[J]. 水产学报,2014,38(4):531-536.
- [7] 宋咏. 三峡库区水域牧场放养与池塘养殖鳊肌肉品质和消化酶活力以及形态的比较研究[D]. 重庆:西南大学,2014.
- [8] FAO/WHO. Energy and protein requirements[M]. Rome:Food and Agriculture Organization of the United Nations,1973:63.
- [9] 杨月欣. 中国食物成分表 2004(第 2 册)[M]. 北京:北京大学医学出版社,2004:49-234.
- [10] 唐雪,徐钢春,徐跑等. 野生与养殖刀鲚肌肉营养成分的比较分析[J]. 动物营养学报,2011,23(3):514-520.
- [11] Wen J, Chen D H, Zeng L. Comparison in nutritional quality between wild and cultured cuttlefish *Sepia pharaonis* [J]. Chinese Journal of Oceanology and Limnology, 2014, 32(1):58-64.
- [12] Johnston I A, Li X, Vla V, et al. Muscle and flesh quality traits in wild and farmed Atlantic salmon[J]. Aquaculture, 2006, 256(1/2/3/4):323-336.
- [13] 段青源,钟惠英,斯列钢. 网箱养殖大黄鱼与天然大黄鱼营养成分的比较分析[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版),2000,19(2):125-128.
- [14] 刘俊利,熊邦喜,吕光俊,等. 两种不同营养类型水库鲢、鳊肌肉营养成分的比较[J]. 水产学报,2011,35(7):1098-1104.
- [15] 吉红,孙海涛,单世涛. 池塘与网箱养殖匙吻鲟肌肉营养成分及品质评价[J]. 水产学报,2011,35(2):261-267.
- [16] 高露姣,黄艳青,夏连军,等. 不同养殖模式下红鳍东方鲀的品质比较[J]. 水产学报,2011,35(11):1668-1676.
- [17] Okland H M W, Stoknes I S, Remme J F, et al. Proximate composition, fatty acid and lipid class composition of the muscle from deep-sea teleosts and elasmobranchs [J]. Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology, 2005, 140(3):437-443.
- [18] 黄湘芬,陈开健,许宝红,等. 不同饲养条件下的鳊鱼肌肉营养成分研究[J]. 当代水产,2011(7):57-61.
- [19] 赵亮. 南湾鳊鱼肉质品质特性研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2012.
- [20] 王琨,程宝晶,刘斌,等. 不同年龄野生和养殖兴凯湖翘嘴鲌肌肉营养成分分析[J]. 中国水产科学,2012,19(5):906-912.
- [21] 韩现芹,贾磊,王群山,等. 野生与养殖牙鲈肌肉营养成分的比较[J]. 广东海洋大学学报,2015,35(6):94-99.
- [22] 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.
- [23] 杭晓敏,唐涌谦,柳向龙. 多不饱和脂肪酸的研究进展[J]. 生物工程进展,2001,21(4):18-21.
- [24] 张越华,曾和平. 脂肪酸在生命过程中的作用研究进展[J]. 中国油脂,2006,31(12):11-16.
- [25] 郝颖,汪之和. EPA、DHA 的营养功能及其产品安全性分析[J]. 现代食品科技,2006,22(3):180-183.
- [26] 郭玉华,李钰金. 水产品中 EPA 和 DHA 的研究进展[J]. 肉类研究,2011(1):82-86.