

王爱民, 窦超, 吴文静, 等. 中华鳖幼鳖肌肉营养成分与品质的评价[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(1): 269-272.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.01.080

中华鳖幼鳖肌肉营养成分与品质的评价

王爱民¹, 窦超¹, 吴文静^{1,3}, 刘波³, 黄金田¹, 吕富¹, 刘文斌², 徐维娜²

(1. 盐城工学院海洋技术系/江苏省沿海池塘养殖生态重点实验室, 江苏盐城 224051; 2. 南京农业大学动物科技学院, 江苏南京 210095; 3. 南京农业大学无锡渔业学院, 江苏无锡 214081)

摘要:测定分析了中华鳖(*Trionyx sinensis*)幼鳖的肌肉营养成分,并对其营养品质进行了评价。结果表明,中华鳖幼鳖脏体比和含肉率分别为10.31%和14.65%。中华鳖幼鳖肌肉(鲜样)中水分、粗脂肪、粗灰分、粗蛋白的质量分数分别为79.11%、0.81%、1.08%、19.18%。肌肉中共检测出16种氨基酸,总量为67.77%(质量分数,干样),其中7种人体必需氨基酸(EAA)总量是26.93%,占氨基酸总量的37.74%;其中EAA的构成比例符合联合国粮农组织/世界卫生组织(FAO/WHO)的标准。中华鳖必需氨基酸指数(EAAI)为82.47%,4种鲜味氨基酸(DAA)为天冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸,总量为27.92%(干样),其中特征性的鲜味氨基酸是谷氨酸和天冬氨酸,占干物质含量的18.89%。表明中华鳖幼鳖含有较高的蛋白质和丰富平衡的氨基酸,具有较好的营养价值,研究结果为开发中华鳖幼鳖配合饲料提供理论依据。

关键词:中华鳖;肌肉;氨基酸;营养成分;品质评价

中图分类号: S966.16 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)01-0269-04

中华鳖(*Trionyx sinensis*)又名“中国鳖”,隶属爬行纲(Reptilia)龟鳖目(Tesmdinata)鳖科(Trionychidae)鳖属(*Trionyx*)^[1]。除西藏、青海和新疆外,其他地区均有分布,以长江流域和华南地区为多见;国外主要分布于朝鲜、日本和越南。中华鳖不仅是味道鲜美的佳肴,而且也是传统的营养、保健食品的珍贵原料,自古以来就是人们喜爱的名贵水产品。

中华鳖的养殖业迅猛发展,养殖方式主要有鱼鳖混养、池塘单养、工厂化温室养殖等,而中华鳖规模化健康养殖需要开发和推广高效环保、营养均衡的全价配合饲料作为重要保障,

开发中华鳖配合饲料成为其产业发展的重大课题。目前,有关中华鳖营养需求及饲料的研究甚少,仅见有关健康养殖模式对中华鳖成鳖营养成分的影响^[2],以及其他水产营养成分与饲料的研究报道^[3-5],关于中华鳖幼鳖肌肉营养成分及品质的研究未见报道。本研究分析了中华鳖幼鳖的肌肉常规营养成分和氨基酸组成,旨在充实两栖动物类营养学,并通过对其营养品质的评价,为开发中华鳖幼鳖配合饲料提供理论依据,以促进中华鳖规模化养殖业可持续发展。

1 材料与与方法

1.1 材料

2013年7月从江苏省盐城市亭湖区郊区养殖场采购中华鳖幼鳖50只,选取10只规格一致健康中华鳖幼鳖作为试验材料,试验用鳖的平均体质量为(178.6±19.68)g。

1.2 样品处理

选好材料,进行初步处理,包括测量其体质量、体长、解剖

收稿日期:2015-01-22

基金项目:公益性行业(农业)科研专项(编号:201303058);江苏省第四期“333高层次人才培养工程”第三层次培养[编号:苏人才(2013)7号];江苏省科技型企业技术创新(编号:BC2013429)。

作者简介:王爱民(1975—),男,湖南武冈人,博士,副教授,研究方向为水产动物营养与饲料科学。E-mail:blueseawam@ycit.cn。

异常,从而可能引起高血压和脑血管疾病,严重危害健康。本试验发现,共轭亚油酸可使肥胖犬血液中 η P值、RE值降低及TK升高($P < 0.05$),改善血流变学,降低高血压和脑血管疾病等疾病的发生。再次,华天懿等研究发现肥胖可引起大鼠脂质过氧化反应紊乱、SOD活性减弱并产生大量的MDA,从而引发多种疾病^[5]。本试验结果表明,中高剂量共轭亚油酸可以显著增强机体的SOD、GSH-Px活性($P < 0.05$),降低MDA含量($P < 0.05$),从而减少肥胖引起的脂质过氧化。

有研究表明,肥胖可以导致哺乳动物血清中的瘦素浓度过高,产生瘦素抵抗,抑制瘦素对脂肪代谢的调节作用,并形成恶性循环。本试验发现,共轭亚油酸可以降低肥胖犬血中的瘦素浓度($P < 0.05$),降低瘦素抵抗作用,有利于肥胖症的

防治。

参考文献:

- [1] 陆江,卢炜,朱道仙,等. 袖状胃切除术在治疗中小型犬肥胖症中的应用[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(5): 173-175.
- [2] Scopinaro N, Gianetta E, Adami G F, et al. Biliopancreatic diversion for obesity at eighteen years[J]. Surgery, 1996, 119(3): 261-268.
- [3] Poirier P, Giles T D, Bray G A, et al. Obesity and cardiovascular disease: pathophysiology, evaluation, and effect of weight loss[J]. Arteriosclerosis Thrombosis and Vascular Biology, 2006, 26(5): 968-976.
- [4] 刘雪兰,艾武,井庆川,等. 共轭亚油酸鸡蛋对小鼠血脂和抗氧化功能的影响[J]. 中国兽医学报, 2012, 32(8): 1174-1176.
- [5] 华天懿,王彦峰,黄玉春,等. 肥胖大鼠血清脂质过氧化水平研究[J]. 中华预防医学杂志, 1998, 32(3): 52.

采集四肢和裙边内侧的肌肉样品并精确称质量,0℃保存,等待做分析试验。中华鳖肌肉样本分为2份,1份做常规营养成分分析,另1份做氨基酸测定。

1.3 含肉率与脏器比的测定方法

用称量为0~2000g的电子天平称重,中华鳖质量为 m_0 ,取10只培养皿编号并称重,其质量为 m_1 。按常规解剖方法逐个去除皮肤、骨骼、内脏、爪子等非肉质部分,再称量所取肌肉,质量为 m_2 (含培养皿)。取出内脏并称重,其质量为 m_3 。

含肉率^[4]的计算公式:

$$\text{含肉率} = \frac{m_2 - m_1}{m_0} \times 100\%;$$

脏器指数^[5]的计算公式:

$$\text{脏器比} = \frac{m_3}{m_0} \times 100\%。$$

1.4 营养成分测定方法

按照(105±2)℃烘箱烘至恒质量的方法直接测定水分^[6];按半微量凯氏定氮法(GT/T 6432—1994)的方法测定粗蛋白^[6];按索氏提取法测定粗脂肪^[6];用HY-CM5型号节能一体的马弗炉于550℃灼烧法测定粗灰分^[6];使用Biochrom20型氨基酸自动分析仪测定16种氨基酸(除色氨酸、脯氨酸外)^[7]。

1.5 营养品质评价方法

根据FAO/WHO于1973年建议的氨基酸评分标准模式(% ,dry)^[8]和全鸡蛋蛋白质的氨基酸模式(% ,dry)^[9]分别按以下公式计算氨基酸评分(AAS)^[10]、化学评分(CS)^[11]和EAA指数(EAAI)^[12]:

$$\text{AAS} = \frac{aa}{AA(\text{FAO/WHO})};$$

$$\text{CS} = \frac{aa}{AA(\text{Egg})};$$

$$\text{EAAI} = n \sqrt{\frac{100A}{AE} \times \frac{100B}{BE} \times \frac{100C}{CE} \times \dots \times \frac{100H}{HE}}。$$

式中:aa是试验样品氨基酸含量(%);AA(FAO/WHO)是FAO/WHO评分标准模式中同种氨基酸含量(%);AA(Egg)是全鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量(%);n为比较的EAA个数;A、B、C、…、H为鱼肌肉蛋白质的EAA含量(% ,dry);AE、BE、CE、…、HE为全鸡蛋蛋白质的EAA含量(% ,dry)。

1.6 数据处理

试验数据用SPSS 19.0软件进行生物学数据的统计,描述性使用“平均值±标准差”方式表示。

2 结果与分析

2.1 中华鳖幼鳖含肉率与脏器指数

从表1可以看出,中华鳖幼鳖的含肉率为10.31%,脏器指数为14.65%。中华鳖幼鳖与小鳄龟^[13]和黄喉拟水龟^[14]相比含肉率较低,脏器指数较高。

表1 中华鳖幼鳖含肉率和脏器指数

种类	含肉率 (%)	脏器指数 (%)
中华鳖	10.31 ± 1.22	14.65 ± 1.56
小鳄龟 ^[13]	40.01	12.38
黄喉拟水龟 ^[14]	23.40	14.00

2.2 中华鳖幼鳖肌肉常规营养成分

从表2可以看出,中华鳖幼鳖的水分、粗灰分、粗蛋白、粗脂肪含量分别为(79.11±1.20)%、(1.08±0.10)%、(19.18±1.05)%、(0.81±0.24)%。结果表明,中华鳖幼鳖肌肉水分含量略低于江鳊,但高于其他经济鱼类;粗灰分含量与其他经济鱼类相当,差异不大;粗蛋白含量与黄斑篮子鱼和长春鳊相当,高于中华鳖日本品系、三角鲂、江鳊和川鲂;粗脂肪含量高于中华鳖日本品系、三角鲂和江鳊,低于黄斑篮子鱼、长春鳊和川鲂。

表2 中华鳖与其他几种经济水产动物的肌肉常规营养成分比较

种类	营养成分 (%)			
	水分	粗灰分	粗蛋白	粗脂肪
中华鳖	79.11 ± 1.20	1.08 ± 0.10	19.18 ± 1.05	0.81 ± 0.24
黄斑篮子鱼 ^[15]	74.52 ± 0.19	1.09 ± 0.05	19.64 ± 0.03	4.71 ± 0.01
中华鳖日本品系 ^[16]	76.15 ± 0.81	0.97 ± 0.19	18.91 ± 0.60	0.33 ± 0.02
三角鲂 ^[17]	76.09 ± 0.73	1.25 ± 0.09	18.19 ± 0.31	0.63 ± 0.15
长春鳊 ^[17]	75.28 ± 0.91	1.17 ± 0.03	19.38 ± 0.25	2.89 ± 0.20
江鳊 ^[18]	80.82 ± 0.39	1.06 ± 0.03	15.93 ± 0.34	0.44 ± 0.05
川鲂 ^[19]	78.83 ± 0.58	1.22 ± 0.05	17.20 ± 0.50	2.83 ± 0.07

注:n=10,鲜质量。

2.3 中华鳖幼鳖肌肉氨基酸组成

从表3可以看出,中华鳖幼鳖肌肉中含有常见的16种氨基酸,氨基酸总量为67.77%(干样),低于鳊的78.39%^[20]、草鱼的67.91%^[20]、黄颡鱼的75.84%^[21];高于鳙的60.87%^[22]。其中包括7种人体必需氨基酸(EAA):Thr、Val、Met、Phe、Ile、Leu、Lys;2种半必需氨基酸(HEAA):His、Arg;7种非必需氨基酸(NEAA):Asp、Glu、Ser、Gly、Ala、Tyr、Cys。从氨基酸组成上看,谷氨酸含量最高,占1.75%,其次为天门冬氨酸、赖氨酸、亮氨酸,胱氨酸含量最低,氨基酸组成特点与黄斑篮子鱼^[15]、达氏鳊^[23]、施氏鲟^[23]、异育银鲫^[21]、翘嘴红鲌^[21]、兴国红鲤^[21]、黄颡鱼^[21]、黄尾密鲮^[24]是一致的。

2.4 中华鳖幼鳖的肌肉营养品质评价

将表4中的数据换算成每克氮中含氨基酸毫克数(乘以62.50%)后,与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进行比较,并计算出中华鳖幼鳖的氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)。

从表4可以看出,AAS以中华鳖幼鳖的Phe+Tyr和Lys最高,其次是Ile、Leu和Thr,而Val和Met+Cys最低;CS以中华鳖幼鳖的Lys和Thr最高,其次是Ile、Leu和Phe+Tyr,而Val和Met+Cys最低。

由表5可知,中华鳖幼鳖的鲜味氨基酸中Gly的含量与其他经济鱼类比较含量最高;Asp的含量除施氏鲟^[23]和黄颡鱼^[21]外最高;Glu的含量除黄颡鱼^[21]外最高;Ala的含量除黄斑篮子鱼^[15]外最高;而鲜味氨基酸总量(W_{DAA})低于黄颡鱼^[21],高于其他的经济鱼类。

3 讨论与结论

3.1 中华鳖幼鳖含肉率与脏器指数

含肉率是鱼体肌肉质量占鱼体总质量的百分比。含肉率

表3 中华鳖幼鳖肌肉的氨基酸组成及含量

氨基酸种类	氨基酸含量(%)	
	鲜样	干样
天冬氨酸(Asp)	1.02 ± 0.14	6.94 ± 0.33
苏氨酸(Thr)	0.50 ± 0.07	3.44 ± 0.18
丝氨酸(Ser)	0.46 ± 0.06	3.11 ± 0.14
谷氨酸(Glu)	1.75 ± 0.23	11.95 ± 0.51
甘氨酸(Gly)	0.63 ± 0.10	4.31 ± 0.36
丙氨酸(Ala)	0.69 ± 0.09	4.72 ± 0.17
胱氨酸(Cys)	0.03 ± 0.003	0.20 ± 0.02
缬氨酸(Val)	0.50 ± 0.06	3.38 ± 0.10
蛋氨酸(Met)	0.30 ± 0.04	2.05 ± 0.10
异亮氨酸(Ile)	0.50 ± 0.06	3.43 ± 0.11
亮氨酸(Leu)	0.86 ± 0.11	5.88 ± 0.22
酪氨酸(Tyr)	0.37 ± 0.05	2.54 ± 0.10
苯丙氨酸(Phe)	0.53 ± 0.08	3.62 ± 0.20
赖氨酸(Lys)	0.76 ± 0.10	5.15 ± 0.23
组氨酸(His)	0.36 ± 0.05	2.42 ± 0.16
精氨酸(Arg)	0.68 ± 0.10	4.65 ± 0.27
氨基酸总量(TAA)	9.95 ± 1.29	67.77 ± 2.55
必需氨基酸总量(EAA)	3.95 ± 0.50	26.93 ± 1.03
半必需氨基酸总量(HEAA)	1.04 ± 0.14	7.07 ± 0.38
非必需氨基酸总量(NAA)	4.96 ± 0.67	33.77 ± 1.32
鲜味氨基酸总量(DAA)	4.1 ± 0.55	27.92 ± 1.10
W_{EAA}/W_{TAA} (%)	39.74	39.74
W_{EAA}/W_{NAA} (%)	79.75	79.75
W_{DAA}/W_{TAA} (%)	41.21	41.21

注: $n = 10$ 。

表4 中华鳖幼鳖肌肉中必需氨基酸组成评价

必需氨基酸	氨基酸组成(mg/g)				
	中华鳖	FAO评分模式	鸡蛋蛋白	AAS	CS
异亮氨酸(Ile)	2.14	2.5	3.31	0.86	0.65
亮氨酸(Leu)	3.68	4.4	5.34	0.84	0.69
赖氨酸(Lys)	3.22	3.4	4.41	0.95	0.73
苏氨酸(Thr)	2.15	2.5	2.92	0.86	0.74
缬氨酸(Val)	2.11	3.1	4.10	0.68	0.52
蛋氨酸+胱氨酸 (Met + Cys)	1.41	2.2	3.86	0.64	0.36
苯丙氨酸+酪氨酸 (Phe + Tyr)	3.85	3.8	5.65	1.01	0.68

注: 中华鳖幼鳖必需氨基酸指数为 82.47。

表5 中华鳖幼鳖肌肉鲜味氨基酸含量与其他经济鱼类的比较

鲜味氨基酸	鲜味氨基酸含量(%)					
	中华鳖	施氏鲟 ^[23]	中华倒刺鲃 ^[22]	黄斑篮子鱼 ^[15]	黄颡鱼 ^[21]	长吻鳅 ^[22]
天冬氨酸(Asp)	6.94	7.19	6.39	6.57	8.85	6.19
谷氨酸(Glu)	11.95	11.47	9.39	9.55	12.71	9.68
甘氨酸(Gly)	4.31	3.65	3.87	3.44	3.97	2.81
丙氨酸(Ala)	4.72	4.21	4.57	4.80	4.61	3.26
W_{DAA}	27.92	26.52	24.22	24.36	30.13	21.94

是评定鱼类品质、食用价值、经济价值和生产前景的重要指标之一。本研究结果表明,中华鳖幼鳖的含肉率是 10.31%,显著低于小鳄龟的 40.01%^[13]和黄喉拟水龟的 23.40%^[14]。中华鳖与其他经济水产动物相比,含肉率均偏低,原因可能是中华鳖壳含量高,导致其可食用部分少,因此其含肉率偏低。

脏体指数是鱼体内脏的各个脏器质量占鱼体质量的比例,通常情况下各个脏器与体质量的比值比较恒定。本研究结果表明,中华鳖幼鳖脏体指数是 14.65%,高于小鳄龟的 12.38%^[13]和黄喉拟水龟的 14.00%^[14]。脏体指数的比例大也是影响含肉率比例的原因之一。

3.2 中华鳖幼鳖肌肉常规营养成分

影响水产动物营养价值的因素有很多,其中水产动物肌肉中的蛋白质组成和含量的差异就是其中一个重要的决定因素。通常主要营养部分比较集中的地方是肌肉,而动物营养价值的判定标准取决于肌肉中各种蛋白质和脂肪含量高低及其组成方式^[25]。

本研究结果表明,中华鳖幼鳖肌肉中水分含量和粗灰分含量与其他的几种经济鱼类相比差异较小;粗蛋白含量除黄斑篮子鱼和长春鳊外高于其他几种经济鱼类;粗脂肪含量除中华鳖日本品系、三角鲂、江鲢外远低于其他几种经济鱼类。通过对中华鳖幼鳖的肌肉营养成分分析,中华鳖幼鳖的肌肉相对于其他经济动物具有低脂肪和高蛋白的优点,是一种营养价值较高的水产养殖动物。

3.3 中华鳖幼鳖肌肉氨基酸组成

水产动物肌肉中蛋白质品质的好坏,受肌肉所含氨基酸含量与组成的影响。必需氨基酸是评价鱼类营养价值最主要的指标。根据 FAO/WHO 的理想模式,质量较好的蛋白质其氨基酸组成中必需氨基酸与氨基酸总量的比值 EAA/TAA 为 40% 左右,必需氨基酸与非必需氨基酸的比值 EAA/NEAA 在 60% 以上^[26]。中华鳖幼鳖肌肉中的 EAA 占 TAA 的 39.74%, EAA 与 NEAA 的比值为 79.75%。本研究结果表明,中华鳖幼鳖的肌肉氨基酸基本组成符合上述标准,即氨基酸平衡效果好,属于人体所需的优质蛋白质。

中华鳖幼鳖的肌肉中 TAA 含量为 67.77% (干样),低于江鲢的 72.43%^[18]、舌虾虎鱼的 78.70%^[27]、哲罗鲑的 88.58%^[28],而高于细鳞鲑的 67.60%^[29]和长吻鲢的 62.83%^[30]。本研究结果,7 种必需氨基酸中含量最高的是亮氨酸,亮氨酸通过平衡蛋白质的生化和分解来维持肌肉,防止肌肉组织受损;其次是赖氨酸,赖氨酸参与体蛋白的合成和免疫调控,与动物生长密切相关,对于以谷物为主的人类而言,可有效弥补膳食中赖氨酸摄入不足,并提高对蛋白质的利用率和调节营养平衡^[31]。表明中华鳖幼鳖具有较高的食用价值和保健价值,其组成特点与鳊^[32]、乌鳢^[33]基本一致。中华鳖幼鳖肌肉的 7 种非必需氨基酸中,谷氨酸含量最高,谷氨酸能够解除代谢过程中氨的毒害作用,因而能够提高肝活力,维持肝功能,可以作为辅助药物给有肝脏疾病的患者服用。中华鳖幼鳖明显缺乏缬氨酸,蛋氨酸包括胱氨酸含量也较低,表明中华鳖肌肉蛋白质的必需氨基酸含量虽高,但氨基酸的含量存在差异性和不平衡性。

3.4 中华鳖幼鳖肌肉营养品质评价

评价食物蛋白质的品质主要看氨基酸的种类是否齐全且氨基酸之间的比例是否适宜,最好与人体所需相符,这样氨基酸吸收完全,营养价值最高^[34]。本研究结果表明,从 AAS 和 CS 来看,中华鳖幼鳖的第一限制性氨基酸均为 Met + Cys,第二限制性氨基酸均为 Val。中华鳖幼鳖的 EAAI 为 82.47,明显高于黄斑篮子鱼的 61.07^[15]、江鲢的 62.58^[18]、2 龄山女鳊

的 63.44^[35]、大口黑鲈的 52.89^[36] 等鱼类。以 Phe + Tyr 的 AAS 指标最高,含量为标准模式下氨基酸含量的 1.01 倍,其次是赖氨酸的 AAS 和 CS,含量为标准模式下氨基酸含量的 0.95 倍,与鲮鱼^[22]、草鱼^[20] 等经济鱼类的试验指标相仿。

鲜味氨基酸的含量一般影响和决定了水产动物的鲜味程度,Asp、Glu、Gly、Ala 这 4 种氨基酸通常作为鲜味氨基酸,前二者为特征性鲜味氨基酸,后二者为甜味氨基酸^[37]。在中华鳖幼鳖的肌肉中,Glu + Asp 的含量占干物质含量的 18.89%,鲜味氨基酸总量低于黄颡鱼^[21]外,但高于其他经济鱼类。中华鳖幼鳖作为膳食相比较于其他经济动物,味道比较鲜美。

3.5 结论

(1) 中华鳖的含肉率跟淡水养殖龟类不算高,脏器指数稍高。单纯的从食用中华鳖的肌肉角度来看,没有其他经济鱼类高。其他各项营养指标,都是接近或高于其他几种经济鱼类。(2) 从中华鳖幼鳖肌肉常规营养成分看,肌肉具有低脂高蛋白的特点,营养品质较高。(3) 从中华鳖幼鳖肌肉营养品质评价的角度分析,根据 WHO/FAO 提出的氨基酸评定模式和 AAS、CS 分值,中华鳖肌肉中 EAA 组成比例相对平衡,含量比较高,是一种经济、食用价值相对较高的水产养殖品种。

研究结果显示,中华鳖幼鳖含有较高的蛋白质和丰富平衡的氨基酸,具有较好的营养价值,研究结果为开发中华鳖幼鳖配合饲料提供理论依据。

参考文献:

[1] 王道尊,汤嵘嵘,谭玉钧. 中华鳖生化组成的分析 I. 一般营养成分的含量及肌肉脂肪酸的组成[J]. 水生生物学报,1997,21(4):299-304.

[2] 李士敏,雷思佳. 中华鳖健康养殖模式对成鳖营养成分的影响[J]. 水利渔业,2003,23(4):1-2.

[3] 华颖,邵庆均. 中华鳖营养与饲料研究进展[J]. 饲料工业,2011,32(16):18-22.

[4] 普炯,贾砾,苏胜齐,等. 中华沙鳅含肉率及肌肉营养成分分析[J]. 西南大学学报:自然科学版,2014,36(3):42-48.

[5] 向泉,周兴华,罗莉,等. 饲料蛋氨酸水平对吉富罗非鱼生长、饲料利用率和体成分的影响[J]. 水产学报,2014,38(4):538-549.

[6] 张丽英. 饲料分析及饲料质量检测技术[M]. 北京:中国农业大学出版社,2003:49-80.

[7] 张龙翔. 生化实验方法和技术[M]. 北京:高等教育出版社,1981:94-112.

[8] Pellet P L, Yong V R. Nutritional evaluation of protein foods[M]. Tokyo: The United National University Publishing Company, 1980: 26-29.

[9] FAO/WHO. Energy and protein requirements: technical report series No. 522 [R]. Geneva, Switzerland: WHO, 1973: 1-118.

[10] 周森麟,葛福平,朱列伟,等. 复方牡蛎补钙剂的动物实验研究[J]. 中国医药学报,1998,13(6):23-26,80.

[11] 柳琪,滕葳,张炳春. 中华鳖氨基酸和微量元素的分析与研究[J]. 氨基酸和生物资源,1995,17(1):18-21.

[12] Parrott - Carcia M, McCarron D. Calcium and hypertension[J]. Nutrition Reviews,1984,42:205.

[13] 刘翠娥,李若利,王建明,等. 小鳄龟含肉率和肌肉营养成分

析及品质评定[J]. 养殖与饲料,2007(10):9-13.

[14] 朱新平,陈永乐,刘毅辉,等. 黄喉拟水龟含肉率及肌肉营养成分分析[J]. 湛江海洋大学学报,2005,25(3):4-7.

[15] 庄平,宋超,章龙珍,等. 黄斑篮子鱼肌肉营养成分与品质的评价[J]. 水产学报,2008,32(1):77-83.

[16] 周凡,王月,杜建明,等. 温室与外塘养殖中华鳖日本品系营养品质成分分析与评价[J]. 营养学报,2014,36(2):201-203.

[17] 缪凌波,戈贤平,刘波,等. 三角鲂和长春鳊肌肉营养成分分析与品质评价[J]. 动物学杂志,2013,48(1):87-94.

[18] 徐革锋,王裕玉,白庆利,等. 江鲈肌肉营养成分分析与品质评价[J]. 动物营养学报,2013,25(12):3027-3032.

[19] 张凤桦,张瑞,宋军,等. 川鲶肌肉营养成分分析和品质评价[J]. 营养学报,2012,34(4):414-416.

[20] 梁银铃,催希群,刘友亮. 鳊肌肉生化成分分析和营养品质评价[J]. 水生生物学报,1998,22(4):386-388.

[21] 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):577-580.

[22] 祁旭文. 中华倒刺鲃和光倒刺鲃肌肉营养品质的比较[J]. 大连水产学院学报,2005,20(3):233-237.

[23] 尹洪滨,孙中武,孙大江,等. 6 种养殖鳊鱼肌肉营养成分的比较分析[J]. 大连水产学院学报,2004,19(2):92-96.

[24] 张忠萍,余志坚,肖增雪,等. 黄尾密鲷肌肉营养成分分析[J]. 水利渔业,2002,22(6):1-2.

[25] Chiu S W, Wang Z M, Leung T M, et al. Nutritional value of ganoderma extract and assessment of its genotoxicity and antigenotoxicity using comet assays of mouse lymphocytes[J]. Food and Chemical Toxicology,2000,38(2/3):173-178.

[26] 黄瑞,艾春香,林旭吟,等. 福建长乐海域近江蛭营养成分分析与品质评价[J]. 应用海洋学学报,2014,33(1):96-104.

[27] 庄平,宋超,章龙珍. 舌虾虎鱼肌肉营养成分与品质的评价[J]. 水产学报,2010,34(4):559-564.

[28] 孙中武,尹洪滨. 六种冷水鱼肌肉营养组成分析与评价[J]. 营养学报,2004,26(5):386-388,392.

[29] 刘洋,徐革锋,牟振波,等. 黑龙江水系细鳞鱼肌肉营养成分分析与品质评价[J]. 营养学报,2010,32(1):99-100.

[30] 张升利,孙向军,张欣,等. 长吻鮠含肉率及肌肉营养成分分析[J]. 大连海洋大学学报,2013,28(1):83-88.

[31] 岑剑伟,王剑河,李来好,等. 不同养殖模式的凡纳滨对虾品质的比较[J]. 水产学报,2008,32(1):39-44.

[32] 陈意明,黄钧,蔡子德,等. 光倒刺鲃的含肉率和肌肉营养成分分析[J]. 水利渔业,2001,21(2):22-24.

[33] 陈芳,杨代勤,方长琰,等. 月鳢和乌鳢肌肉营养成分的比较研究[J]. 水产科学,1999,18(5):6-7.

[34] 刘纯洁,张娟婷. 食品添加剂手册[M]. 北京:中国展望出版社,1988:157-160.

[35] 王波,孙丕喜,荆世锡,等. 大西洋牙鲆幼鱼肌肉组成与营养需求的探讨[J]. 海洋科学进展,2006,24(3):336-341.

[36] 樊佳佳,白俊杰,李胜杰,等. 大口黑鲈“优鲈1号”选育群体肌肉营养成分和品质评价[J]. 中国水产科学,2012,19(3):423-429.

[37] 潘英,王如才,罗永巨,等. 海水和淡水养殖南美白对虾肌肉营养成分的分析比较[J]. 青岛海洋大学学报:自然科学版,2001,31(6):828-834.