

金边鲤、建鲤和福瑞鲤肌肉品质比较

黄杰¹ 邹辉² 文衍红¹ 韦玲静² 张桂姣³ 张盛² 叶香尘^{2*}

1.广西柳州市渔业技术推广站,广西柳州 545006;2.广西壮族自治区水产引育种中心,南宁 530031;3.广西柳州市融水苗族自治县水产技术推广站,广西柳州 545300

摘要 将规格相近的金边鲤、建鲤和福瑞鲤 PIT 标记并同塘养殖 3 个月,分别随机选取 15 尾鱼进行营养成分、质构特性和理化特性分析,以期研究 3 种鲤的肌肉品质差异。试验结果显示:金边鲤肌肉水分含量显著低于建鲤,粗脂肪含量显著高于建鲤,福瑞鲤粗蛋白含量和酸度显著高于建鲤,肌肉酸度显著低于建鲤。金边鲤肌肉的硬度、弹性、咀嚼性和回复性均为最高。3 种鲤检测出的 17 种氨基酸中包括 7 种 EAA、4 种 DAA 和其他 6 种 NEAA,其中 Asp、Glu 和 Lys 的含量最高,占氨基酸总量的 37.59%~41.20%,必需氨基酸中赖氨酸的含量最高(2.50%~2.71%)。福瑞鲤的 TAA、EAA、DAA 均为最高,其次为金边鲤、建鲤。3 种鲤肌肉的必需氨基酸指数为 90.00~91.25,排名为金边鲤 > 建鲤 > 福瑞鲤。结果表明 3 种鲤肌肉营养各具特色,均具有丰富的营养物质,且组成比例符合人体需求,综上认为,金边鲤作为土著鱼类品种,在池塘养殖中与建鲤和福瑞鲤具有相似的营养价值,是值得进一步推广养殖的优良品种。

关键词 金边鲤;质构特性;氨基酸;脂肪酸;营养价值

鲤是我国重要的淡水经济鱼类之一,其品种繁多,具有耐受力强、生长快等优点。鲤肌肉中具有丰富的蛋白质和不饱和脂肪酸,是人体优质蛋白质来源。已有研究证明鱼类的品种^[1]、选育方式^[2]、营养状

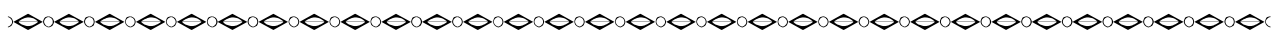
况和养殖环境^[3]等因素均会影响其肌肉的营养成分和肉质特性。马冬梅等^[4]比较分析了稻田和池塘养殖华南鲤的肌肉营养成分,发现稻田养殖华南鲤的矿物元素和必需氨基酸和不饱和脂肪酸高于池塘

收稿日期:2020-06-05

基金项目:国家大宗淡水鱼产业技术体系建设专项资金(CARS-45);广西农业科技自筹经费项目(Z2019124)

* 通讯作者

黄杰,男,1983 年生,工程师。



院学报,2008,28(3):45-47.

[15] CHAVEZ L, BEDOYA JM, SANCHEZ T, et al. Iron, carotene, and ascorbic acid in cassava roots and leaves[J]. Food Nutr Bull, 2000, 21(4):410-413.

[16] MONTAGNAC J A, DAVIS C R, TANUMIHARDJO S A. Nutritional value of cassava for use as a staple food and recent advances for improvement [J]. Compr rev food sci F, 2009 (8): 181-194.

[17] 胡楷崎. 苜蓿皂甙对京海黄鸡生长性能、肉质及胆固醇代谢影响的研究[M]. 扬州:扬州大学, 2013.

[18] PRATIWI N M W, MURRAY P J, TAYLOR D G. Feral goats in Australia: a study on the quality and nutritive value of their meat[J]. Meat sci, 2007, 75(1):168-177.

[19] LEE S H, CHOE J H, CHOI Y M, et al. The influence of pork quality traits and muscle fiber characteristics on the eating quality of pork from various breeds [J]. Meat sci, 2012, 90(2): 284-291.

[20] HODGSON R R, DAVIS G W, SMITH G C, et al. Relationships between pork loin palatability traits and physical characteristics of cooked chops[J]. J anim sci, 1991(69):4858-4865.

[21] 徐学明. 木薯叶作动物饲料的可能性及局限性 [J]. 饲料工业, 1994, 15(8):38-42.

[22] 周璐丽, 王定发, 张振文, 等. 华南 7 号木薯茎叶营养价值评价 [J]. 热带作物学报, 2016, 37(12):2245-2249.

[23] 中华人民共和国广东出入境检验检疫局. 世界各国食品中化学污染物限量规定[S]. 北京:中国标准出版社, 2009.

[24] BRADBURY J H, DENTON I C. Mild methods of processing cassava leaves to remove cyanogens and conserve key nutrients [J]. Food chem, 2011(127):1755-1759.

【责任编辑:胡敏】

养殖。吕伟华^[5]通过 GWAS 对鲤肌肉脂肪性状相关的基因进行了筛选,最终得出 LPL 是糖代谢通路和 PPAR 通路中的重要基因。过正乾等^[3]对野生和养殖鲤肌肉营养成分进行了比较,发现野生鲤肌肉的营养价值稍优于养殖鲤。

金边鲤来源于广西融水田鲤,是主要针对稻田综合种养而培育的鲤新选系^[6]。在前期的研究工作中,我们进行了金边鲤池塘稻田养殖对比试验和不同饲料蛋白水平养殖对比试验,并检测分析了金边鲤在生长、血液生化、氧化酶活和肌肉品质等各项指标,认为金边鲤在稻田养殖中的生长、氧化消化和肌肉品质方面存在优势^[7-8]。建鲤为荷包红鲤和沅江鲤杂交培育的鲤品种,福瑞鲤为建鲤和黄河鲤杂交培育的鲤品种,二者均具有杂交鲤的优势,适应环境能力强,生长速度快,是目前我国淡水养殖的当家鲤品种。

鱼体的组织构成和营养成分含量是评价其自身营养价值的重要指标,由于金边鲤的选育主要针对其金边性状遗传稳定和稻田养殖适应性状和肉质性状,金边鲤在池塘养殖条件下肉质性能与其他品种相比是否存在同样优势尚不明确,为此本研究拟通过比较分析同一养殖条件下金边鲤、建鲤和福瑞鲤的肌肉营养成分、理化特性及质构特性的差异,旨在探索和评估池塘养殖金边鲤肌肉品质价值的开发前景,为金边鲤的进一步推广和选育提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

试验场地和试验用鱼均由广西壮族自治区水产引育种中心武鸣养殖基地提供。筛选规格基本一致、体质健壮的金边鲤、建鲤和福瑞鲤各 200 尾,其中金边鲤体重 29.83 ± 5.42 g,体长 10.29 ± 0.70 cm;建鲤体重 25.96 ± 4.17 g,体长 10.15 ± 0.50 cm;福瑞鲤体重 25.14 ± 7.02 g,体长 9.91 ± 0.81 cm。所有试验鱼均采用 PIT 标记后投放到同一池塘中养殖,投喂商品饲料,养殖周期为 90 d。试验结束后停喂 24 h,随机取体质健康的金边鲤、建鲤和福瑞鲤各 15 尾用于试验分析。

1.2 方 法

1)营养成分测定。剔除试验鱼鳞片,取背部两侧肌肉,每组鱼取 5 尾个体的肌肉均匀混合为 1 份,用于基本营养成分测定。鱼肌肉中水分含量参照 GB 5009.3-2016 中常压恒温直接干燥法测定,

粗蛋白含量参照 GB 5009.5-2016 中凯氏定氮法测定,粗脂肪含量参照 GB 5009.6-2016 中索氏抽提法测定,粗灰分含量参照 GB 5009.4-2016 常压恒温灼烧法测定,每组样品测定 3 次。氨基酸和脂肪酸含量测定由青岛科创质量检测公司完成,其中氨基酸含量参照 GB 5009.124-2016 中的方法,使用日立 L-8800 全自动氨基酸分析仪进行测定;脂肪酸含量参照 GB 5009.128-2016 中的方法,使用安捷伦 7890A 气相色谱仪进行测定,每组试验样品测定 2 次取平均值。

2)理化特性测定。①系水力测定:称取鱼肉 2.0 g 用滤纸筒包好,4 000 r/min 离心 15 min 后称取肉样的重量,计算鱼肉系水力(water holding capacity, WHC)。计算公式为:

$$\text{WHC} = \frac{m_0 - (m_1 - m_2)}{m_0} \times 100\%$$

式中: m_0 为鱼肉中水分含量(g); m_1 为离心前鱼肉样品的质量(g); m_2 为离心后鱼肉样品的质量(g)。

②总酸度的测定:采用酸碱滴定法测定。称取鱼肉 5 g,加 25 mL 蒸馏水均质肉样后定容为 50 mL,4 000 r/min 离心 15 min,取 15 mL 上清(酚酞作指示剂),用 0.01 mol/L 的 NaOH 标准溶液滴定至浅红色,记录消耗 NaOH 的体积,计算鱼肉总酸度。计算公式为:

$$\text{总酸度}(\text{°T}) = \frac{cvk}{m} \times \frac{V_0}{V_1} \times 100$$

式中: c 为 NaOH 标定液浓度(mol/L); v 为消耗 NaOH 的体积(mL); k 为主要酸系数(鱼肉以乳酸计 0.09); m 为样品质量(g); V_0 为样品的稀释总体积(mL); V_1 为滴定吸取的样液的体积(mL)。

③pH 值测定:采用直接测定法。称取鱼肉 5 g,加入 25 mL 蒸馏水均质肉样后定容为 40 mL,4 000 r/min 离心 10 min,取上清用精密 pH 计测定,读数。

3)质构特性测定。将鱼肉切成 2 cm×2 cm×1 cm 肉块,采用 CT3-4500 物性测试仪(BrookField,美国)测定肌肉质构特性(硬度、弹性、咀嚼力、回复性和内聚性等)。仪器测定的参数设置如下:采用 TA41 圆柱形探头,触发值 5.0 g,测试速度 1.0 mm/s,压缩比为 30%,循环 2 次,二次压缩间隔时间 1 s,触发类型为自动,每组样品平行测定 7~9 次。

4)肌肉氨基酸营养价值评价。根据联合国粮农

组织/世界卫生组织(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按下式计算氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI):

$$AAS = \frac{aa}{AA_{(FAO/WHO)}}$$

$$CS = \frac{aa}{AA_{(Egg)}}$$

$$EAAI = \sqrt[n]{\frac{100a}{ae} \times \frac{100b}{be} \times \frac{100c}{ce} \times \dots \times \frac{100j}{je}}$$

式中,aa 为试验样品中氨基酸含量 (mg/g N), AA (FAO/WHO)为评分模式中同种氨基酸含量(mg/g N), AA(Egg)为全鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量(mg/g N), a、b、c……j 为试验样品蛋白质的必需氨基酸含量 (mg/g N), ae、be、ce……je 为全鸡蛋蛋白质的必需氨基酸含量(mg/g N)。

1.3 数据处理

采用 Microsoft Excel 2010 和 SPSS 22.0 软件中的单因数方差分析对试验数据进行处理与分析,数据以(x±SD)形式表示,显著性水平为 0.05。

2 结果与分析

2.1 3 种鲤肌肉的基本营养成分和理化特性比较

由表 1 可知,金边鲤肌肉水分含量最低,显著低于建鲤,其粗脂肪显著高于建鲤,粗灰分含量显

著高于福瑞鲤(P<0.05)。福瑞鲤的粗蛋白含量最高,显著高于建鲤(P<0.05)。对于酸度和 pH 值,金边鲤肌肉的酸度和 pH 值介于建鲤和福瑞鲤之间,福瑞鲤的肌肉酸度最大,其对应的 pH 值最低。3 个品种的系水力差异不显著(P>0.05)。

2.2 3 种鲤质构指标的比较

3 个品种鲤肌肉质构特性测定结果见表 2。金边鲤肌肉的硬度、弹性、咀嚼性和回复性均为最高,其硬度、弹性和咀嚼性均显著大于福瑞鲤(P<0.05),回复性显著大于建鲤(P<0.05)。建鲤肌肉的硬度和弹性显著大于福瑞鲤(P<0.05)。3 个品种鲤肌肉的粘附性和内聚性差异均不显著(P>0.05)。

2.3 3 种鲤肌肉的氨基酸含量比较

3 种鲤肌肉氨基酸含量测定结果显示(表 3),测定出的 17 种氨基酸中包括 7 种必需氨基酸(EAA)、4 种鲜味氨基酸(DAA)和其他 6 种非必需氨基酸(NEAA),其中天冬氨酸 Asp、谷氨酸 Glu 和赖氨酸 Lys 的含量较高,这 3 种氨基酸占氨基酸总量的 37.59%~41.20%;组氨酸 His 和胱氨酸 Cys 的含量最低。必需氨基酸中赖氨酸的含量最高(2.50%~2.71%)。对于氨基酸总量 TAA、必需氨基酸总量 EAA、鲜味氨基酸总量 DAA,均为福瑞鲤最高,其次为金边鲤、建鲤。对于 EAA/TAA、DAA/TAA,以金边鲤和福瑞鲤肌肉的氨基酸含量比例最接近 FAO/

表 1 3 种鲤肌肉的基本营养成分和理化特性比较

营养成分	金边鲤	建鲤	福瑞鲤
水分/%	79.34±0.53b	80.22±0.23a	79.7±0.26ab
粗蛋白(占鲜重)/%	19.55±0.84ab	19.30±0.17b	20.27±0.27a
粗脂肪(占鲜重)/%	0.61±0.16a	0.41±0.17b	0.52±0.16ab
粗灰分(占鲜重)/%	1.06±0.05a	0.98 ±0.05ab	0.90±0.06b
系水力/%	77.35±1.32	77.24±1.32	77.20±1.15
酸度/°T	3.00±0.54ab	2.77±0.41b	3.31±0.46a
pH 值	6.63±0.12b	6.87±0.46a	6.58±0.43b

注:同行标注的不同小写字母表示差异显著(P<0.05),相同字母表示差异不显著(P>0.05),下同。

表 2 3 种鲤肌肉的质构特性指标

指标	金边鲤	建鲤	福瑞鲤
硬度/mJ	902.82±46.73a	807.95 ±58.80a	659.20±30.70b
弹性/mm	4.75±1.15a	4.60±0.70a	3.50±0.81b
粘附性/mm	0.35±0.13	0.35±0.09	0.29 ±0.08
内聚性	0.22±0.09	0.24±0.05	0.19±0.05
咀嚼性/mJ	6.57±2.06a	5.66±1.26ab	4.26±1.90b
回复性/mJ	0.095±0.01a	0.057±0.01b	0.082±0.01ab

WHO 要求的 40% 的标准, 分别为 42.06% 和 37.93%、42.05% 和 38.06%。

3 种鲤必需氨基酸营养价值评估结果见表 4-表 5。对于 AAS, 金边鲤和建鲤的第一限制性氨基酸均为缬氨酸 Val, 福瑞鲤的第一限制性氨基酸为异亮氨酸 Ile。对于 CS, 金边鲤、建鲤和福瑞鲤的第一限制性氨基酸均为蛋氨酸+胱氨酸 Met+Cys。3 种鲤肌肉的必需氨基酸指数为 90.00~91.25, 均为 90 分

以上, 并且分值差异不大, 说明 3 种鲤肌肉的必需氨基酸组成和含量均能满足人体需求, 食用这 3 种鲤有益人体健康。

2.4 脂肪酸组成比较

本试验在 3 个品种鲤肌肉中均检测出 22 种脂肪酸(表 6), 由 C14-C22 脂肪酸组成, 其中二十二碳六烯酸(DHA)(C22:6)、亚油酸(LA)(C18:2n6c)、油酸(C18:1n9c)、棕榈酸(C16:0)和花生四烯酸

表 3 3 种鲤肌肉的氨基酸含量(湿重 g/100 g)

氨基酸	金边鲤	建鲤	福瑞鲤
天冬氨酸 Asp*	2.76	1.94	2.79
谷氨酸 Glu*	2.56	2.39	2.61
胱氨酸 Cys	0.13	0.15	0.08
丝氨酸 Ser	0.86	0.85	0.84
甘氨酸 Gly*	0.84	0.88	1.03
组氨酸 His	0.09	0.06	0.02
精氨酸 Arg	1.61	1.63	1.59
苏氨酸 Thr#	1.00	0.97	0.93
丙氨酸 Ala*	1.16	1.17	1.26
脯氨酸 Pro	0.52	0.57	0.66
酪氨酸 Tyr	0.65	0.64	0.82
缬氨酸 Val#	0.88	0.87	1.13
蛋氨酸 Met#	0.54	0.52	0.61
异亮氨酸 Ile#	0.82	0.81	0.76
亮氨酸 Leu#	1.46	1.44	1.46
苯丙氨酸 Phe#	0.78	0.78	0.90
赖氨酸 Lys#	2.62	2.50	2.71
氨基酸总量 TAA	19.27	18.17	20.18
必需氨基酸总量 EAA	8.11	7.89	8.487
鲜味氨基酸总量 DAA	7.31	6.378	7.682
非必需氨基酸总量 NEAA	3.857	3.906	4.014
EAA/TAA/%	42.06	43.40	42.05
DAA/TAA/%	37.93	35.10	38.06
EAA/NEAA/%	20.01	21.50	19.89

注:“*”为鲜味氨基酸;“#”为必需氨基酸。

表 4 3 种鲤必需氨基酸含量与组成

必需氨基酸	FAO/WHO	鸡蛋蛋白	金边鲤	建鲤	福瑞鲤
异亮氨酸 Ile	250	331	270.01	269.19	233.98
亮氨酸 Leu	440	534	477.75	476.64	449.15
苏氨酸 Thr	250	292	328.66	321.63	286.38
缬氨酸 Val	310	411	288.68	287.11	347.42
蛋氨酸+胱氨酸 Met+Cys	220	386	218.23	222.39	211.17
苯丙氨酸+酪氨酸 Phe+Tyr	380	565	468.25	472.66	529.00
赖氨酸 Lys	340	441	859.50	830.14	835.73
必需氨基酸总量 EAA	2 190	2 960	2 911.09	2 879.76	2 892.83

(ARA)(C20:4)的含量较高,这 5 种脂肪酸整体占脂肪酸总量的 80.94%~83.95%;而异油酸(C18:1n9t)、异亚油酸(C18:2n6t)和花生酸(C20:0)的含量较低,整体占氨基酸总量的 0.25%~0.41%。所鉴定出的 7 种饱和脂肪酸中,直链饱和脂肪酸以棕榈酸(C16:0)

为主,含量为 11.44%~11.9%。不饱和脂肪酸中,以 DHA(C22:6)、LA(C18:2n6c)和油酸(C18:1n9c)为主,含量分别为 25.16%~34.31%、14.14%~19.03%、10.07%~13.98%。3 种鲤中均以二十二碳六烯酸(DHA)(C22:6)的含量最高,其含量排名为建鲤>金

表 5 不同组分氨基酸评分

必需氨基酸 EAA	金边鲤		建鲤		福瑞鲤	
	AAS	CS	AAS	CS	AAS	CS
异亮氨酸 Ile	1.08	0.82	1.08	0.81	0.94	0.71
亮氨酸 Leu	1.09	0.89	1.08	0.89	1.02	0.84
苏氨酸 Thr	1.31	1.13	1.29	1.10	1.15	0.98
缬氨酸 Val	0.93	0.70	0.93	0.70	1.12	0.85
蛋氨酸+胱氨酸 Met+Cys	0.99	0.57	1.01	0.58	0.96	0.55
苯丙氨酸+酪氨酸 Phe+Tyr	1.23	0.83	1.24	0.84	1.39	0.94
赖氨酸 Lys	2.53	1.95	2.44	1.88	2.46	1.90
必需氨基酸指数	91.25	90.75	90.00			

表 6 3 种鲤肌肉的脂肪酸相对含量

%

35 种脂肪酸	金边鲤	建鲤	福瑞鲤
豆蔻酸(14:0) ^{&}	0.28	0.17	0.36
十五碳烷酸(C15:0) ^{&}	0.13	0.14	0.22
棕榈酸(C16:0) ^{&}	11.43	11.63	11.90
十七碳烷酸(C17:0) ^{&}	0.24	0.27	0.35
硬脂酸(C18:0) ^{&}	5.46	5.05	4.73
花生酸(C20:0) ^{&}	0.13	0.09	0.15
十五碳烯酸(C15:1) [^]	0.08	0.06	0.08
棕榈一烯酸(C16:1) [^]	0.94	0.79	1.28
十七碳一烯酸(C17:1) [^]	0.23	0.22	0.29
异油酸(C18:1n9t) [^]	0.12	0.07	0.15
油酸(C18:1n9c) [^]	14.00	10.07	13.16
花生一烯酸(C20:1) [^]	0.75	0.45	0.55
异亚油酸(C18:2n6t)	0.09	0.09	0.11
亚油酸(LA)(C18:2n6c) [^]	19.58	14.14	19.03
花生二烯酸(C20:2) [^]	0.45	0.65	0.84
α-亚麻酸(ALA)(α-C18:3n3) ^{^*}	2.18	1.46	2.37
γ-亚麻酸(GLA)(γ-C18:3n6) ^{^*}	0.52	0.44	0.54
花生三烯酸(C20:3n3) ^{^*}	0.16	0.12	0.42
花生三烯酸(C20:3n6) ^{^*}	2.91	2.79	2.87
花生四烯酸(ARA)(C20:4) ^{^*}	13.74	13.72	13.17
花生五烯酸(EPA)(C20:5) ^{^*}	1.38	3.26	3.74
二十二碳六烯酸(DHA)(C22:6) ^{^*}	25.20	34.31	23.68
饱和脂肪酸总量 SFA	17.66	17.35	17.71
不饱和脂肪酸总量 UFA	82.34	82.65	82.29
高度不饱和脂肪酸总量 PUFA	46.09	56.10	46.79
DHA+LA+ARA+油酸	72.52	72.24	69.04

注：“&”为饱和脂肪酸；“^”为不饱和脂肪酸；“*”为高度不饱和脂肪酸。

边鲤>福瑞鲤。建鲤的高度不饱和脂肪酸总量最高,金边鲤的 DHA+LA+ARA+油酸的总量最高。

3 讨论

3.1 基本营养成分及理化特性

肌肉是人们食用鱼类的主要部位,其基本营养成分是评价鱼肉品质的重要指标,主要受肌肉中的蛋白质和脂肪含量影响。本研究中金边鲤、建鲤和福瑞鲤肌肉粗蛋白含量为 18.83%~19.78%,高于草鱼^[9]、黄河鲤^[10]、鲫^[11]、云南光唇鱼^[12]等多种淡水鱼类,但与吕帆等^[13]比较分析福瑞鲤、黄河鲤和建鲤肌肉营养成分的结果稍有出入,这可能与试验鱼规格大小以及饵料种类有关。这 3 种鲤的粗灰分含量在 1%左右,粗脂肪含量均低于 1%,整体而言,3 种鲤肌肉均符合人们对高蛋白、低脂肪的高品质鱼肉的要求,具有较好的市场前景。鱼肉的系水力、酸度和 pH 值均对其口感和风味有影响,是评价肌肉品质的重要指标。肌肉 pH 值与肉的颜色和持水性以及与 ATP、糖原及乳酸含量有着密切的关系,是判断肉质的一个非常重要的因素。鱼死亡后以及肌肉自身糖酵解反应的影响,其酸度不断升高,pH 值和系水力不断降低,肌肉系水力和 pH 值均与肌肉的硬度和回复性呈正相关^[14-16]。一般而言,pH 值越低,则越容易变质,pH 值越高则肉的颜色和持水性越好^[17],一定范围内肌肉 pH 值的降低有利于提高肌肉的嫩度和改善后期加工及贮存特性。本研究中 3 种鲤肌肉的系水力差异不大,福瑞鲤肌肉的 pH 值最高,酸度最低,金边鲤的酸度和 pH 值介于其他 2 种鲤之间,建鲤肌肉的酸度显著高于金边鲤和福瑞鲤,表明在相同宰杀条件下,金边鲤和福瑞鲤肌肉 pH 值下降幅度明显小于建鲤,具有良好的肌肉品质和保存贮藏性能。

3.2 质构特性

质构是肌肉组织的重要物理特性,其包括肌肉的硬度、可恢复形变量、弹性、粘力、内聚性、咀嚼性等指标。硬度是食品保持形状所需的内部结合力;弹性为压缩至目标形变量后,样品可恢复的程度;粘附性为胶粘性的程度;内聚性为第一循环压缩程下的面积和第二循环压缩程下的面积的比值,内聚性越高,肌肉咀嚼时越细腻,其口感也越好;回复性是指可恢复功与压缩功的比值,比值越大,回复性则越佳;咀嚼性是模拟口腔咬合一次所做的功^[18-19]。

鱼的营养状况对其肌肉质构特性有较大影响,质构特性也与鱼肉中的水分和脂肪含量有关,高脂肪含量和水分含量会使鱼肉机械强度降低,造成肌肉硬度降低,肉质松软^[20]。本研究中金边鲤肌肉的硬度、弹性、咀嚼性和回复性均为最高,其次为建鲤,福瑞鲤的最低,表明在同样的养殖条件下金边鲤肌肉更富有嚼劲,口感更佳,其次为建鲤和福瑞鲤。

3.3 氨基酸分析与营养价值评估

肌肉中氨基酸营养价值评估需要从氨基酸的组成和含量来评判。肌肉中氨基酸比例越贴近人体需要比例越容易吸收,其营养价值越高^[21]。本研究所检测的 3 种鲤肌肉氨基酸组成相同,含量有明显差异。3 种鲤肌肉中含量最高的几种氨基酸为天冬氨酸 Asp、谷氨酸 Glu 和赖氨酸 Lys,与罗非鱼^[22]、石斑鱼^[23]、草鱼^[24]和胭脂鱼^[25]等鱼类的研究结果一致。TAA、EAA、DAA、EAA/TAA 和 DAA/TAA 等指标均以福瑞鲤肌肉最高,其次为金边鲤,建鲤最低,并且福瑞鲤的 EAA/TAA 含量比例最符合 40%的标准,表明福瑞鲤肌肉在氨基酸含量上占有较大优势,其蛋白质营养价值最能符合人体需求,其次为金边鲤。对 3 种鲤的必需氨基酸组成和含量研究发现,对于 AAS 评分标准,金边鲤和建鲤的第一限制性氨基酸为缬氨酸 Val,福瑞鲤的第一限制性氨基酸为亮氨酸 Leu,3 种鲤的第二限制性氨基酸为蛋氨酸+胱氨酸 Met+Cys;对于 CS 评分标准,3 种鲤的第一和第二限制性氨基酸均为蛋氨酸+胱氨酸 Met+Cys,表明缬氨酸、亮氨酸和蛋氨酸等这 3 种是鲤肌肉中较为缺乏的氨基酸,在喂养的饵料中添加富含这几种氨基酸的成分,有利于提高这 3 种鲤肌肉的营养价值。

3.4 脂肪酸组成

人体摄入脂肪酸的含量和组成比例对人体疾病预防方面有重要影响。饱和脂肪酸摄入过多将导致血液胆固醇、三酰甘油、低密度脂蛋白胆固醇升高,引起肥胖和机体生理机能下降,增加患动脉粥样硬化、冠心病的风险^[26]。膳食中 ω -6 系列不饱和脂肪酸过多将干扰人体对 ω -3 不饱和脂肪酸的利用,干扰人体对生长因子、细胞质、脂蛋白的合成,易诱发肿瘤^[27-28]。DHA 是 ω -3 脂肪酸的代表性成分,对幼儿大脑发育和增强记忆力等方面有重要作用^[29]。本研究中 3 种鲤均检测出 22 种脂肪酸,SFA 和 MUFA 的组成比例差异不大。金边鲤和福瑞鲤的

油酸、亚油酸和 α -亚麻酸等不饱和脂肪酸含量高于建鲤,但是 DHA 含量明显低于建鲤,表明金边鲤和福瑞鲤可以作为单不饱和脂肪酸摄入的主要来源,而建鲤可作为人体多不饱和脂肪酸,特别是 DHA 摄入的主要来源。

4 结 论

本研究通过比较分析金边鲤、建鲤和福瑞鲤 3 个品种鲤肌肉营养成分和营养价值评价,发现金边鲤肌肉富更有嚼劲,且具有较高的粗蛋白和氨基酸含量,建鲤肌肉富含多不饱和脂肪酸。金边鲤肌肉品质好,营养成分和组成比例符合人体需求,综上所述,金边鲤是值得进一步推广养殖的优良品种。

参 考 文 献

[1] 吕帆,朱文彬,王兰梅,等.福瑞鲤与黄河鲤、建鲤鱼肉品质的比较及影响肉质的主成分分析[J].食品科学,2016,37(5):28-34.

[2] 闫学春,梁利群,曹顶臣,等.转基因鲤与普通鲤的肌肉营养成分比较[J].农业生物技术学报,2005(4):528-532.

[3] 过正乾,蒋飞,许祥,等.野生和养殖鲤鱼肌肉营养成分的比较研究[J].安徽农业科学,2012,40(31):15292-15294.

[4] 马冬梅,朱华平,黄樟翰,等.稻田和池塘养殖华南鲤肌肉营养成分比较分析[J].南方农业学报,2018,49(12):2518-2524.

[5] 吕伟华.鲤鱼肌肉脂肪性状相关基因筛选及功能研究[D].哈尔滨:东北农业大学,2017.

[6] 文衍红,滕忠作,王建波,等.金边鲤养殖资源、现状、前景展望和发展措施[J].养殖与饲料,2019(4):1-5.

[7] 叶香尘,邹辉,刘康,等.池塘和稻田养殖模式对金边鲤和建鲤肌肉品质的影响[J].水产学报,2020,44(8):1296-1305.

[8] 刘康,滕忠作,邹辉,等.不同蛋白水平对金边鲤生长、血清生化、消化酶及抗氧化能力的影响[J].饲料工业,2019,40(18):48-54.

[9] 张盛,韦玲静,叶香尘,等.官垌草鱼肌肉营养成分分析及品质评价[J].南方农业学报,2019,50(1):151-157.

[10] 王伟,杨又兵,曾珍珍,等.两个黄河鲤鱼群体肌纤维特性及肌肉营养成分分析[J].黑龙江畜牧兽医,2017(11):239-243.

[11] 李忠,梁宏伟,王忠卫,等.四倍体异育银鲫新品种“长丰鲫”肌肉品质和营养成分分析[J].水生生物学报,2016(4):853-858.

[12] 王艳艳,詹会祥,李正友,等.野生云南光唇鱼肌肉营养成分分析及品质评价[J].南方农业学报,2017,48(3):507-511.

[13] 吕帆,朱文彬,王兰梅,等.福瑞鲤与黄河鲤、建鲤鱼肉品质的比

较及影响肉质的主成分分析[J].食品科学,2016,37(5):28-34.

[14] TANG X,XU G,DAI H,et al.Differences in muscle cellularity and flesh quality between wild and farmed *Coilia nasus*(Engraulidae)[J].J Sci Food Agric,2012,92(7):1504-1510.

[15] 马妍,谢晶,周然,等.冻藏温度对河豚鱼肌肉微观结构及生化指标的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2014(5):141-146.

[16] 苏建军.肌肉 pH 变化及其意义[J].肉类工业,1997(2):43-45.

[17] 刘泽龙.蛋白质氧化对肉及肉制品持水与水合特性的影响机理研究[D].无锡:江南大学,2012.

[18] YANG H,WANG Y,JIANG M,et al.2-step optimization of the extraction and subsequent physical properties of channel catfish (*Ictalurus punctatus*)skin gelatin [J].Journal of food science,2007,72(4):C188-C195.

[19] ORNHOLT-JOHANSSON G,FROSCHE S,GUDJONSDOTTIR M, et al.Muscle protein profiles used for prediction of texture of farmed salmon (*Salmo salar* L.)[J].J Agric Food Chem,2017,65(16):3413-3421.

[20] 杨晓.低温处理对团头鲂肉质及血液生化特性的影响[D].武汉:华中农业大学,2011.

[21] 赵亭亭,张岩,陈超,等.3 种养殖石斑鱼的肌肉营养成分分析与品质评价[J].渔业科学进展,2018,39(6):89-96.

[22] 赵何勇,陈诏,徐鸿飞,等.海水和淡水养殖关岛红罗非鱼肌肉营养成分及品质特性分析 [J]. 南方农业学报,2018,49(7):1396-1402.

[23] 陈春秀,马超,贾磊,等.不同月龄云纹石斑鱼(♀)×鞍带石斑鱼(♂)杂交后代肌肉营养成分分析与品质评价[J].江苏农业科学,2019,47(6):163-167.

[24] 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(13):266-270.

[25] 邵卫华,田罗,谢芳丽,等.2 龄胭脂鱼肌肉营养成分分析与评价[J].江苏农业科学,2017,45(7):176-180.

[26] 车娟,刘姣,朱玉芳,等.饱和脂肪酸与心血管疾病关系的研究进展[J].天津医药,2019,47(6):663-666.

[27] CALDER P C.Omega-3 fatty acids and inflammatory processes: from molecules to man [J].Biochem Soc Trans,2017,45(5):1105-1115.

[28] SWANSON D,BLOCK R,MOUSA S A.Omega-3 fatty acids EPA and DHA:health benefits throughout life [J].Adv Nutr,2012,3(1):1-7.

[29] 肖玫,欧志强.深海鱼油中两种脂肪酸(EPA 和 DHA)的生理功效及机理的研究进展[J].食品科学,2005(8):522-526.

【责任编辑:胡 敏】