

澳洲金鲈鱼种肌肉中氨基酸与脂肪酸组成的分析

罗 钦, 黄敏敏, 任丽花, 潘 葳*

(福建省农业科学院农业质量标准与检测技术研究所/福建省农产品质量安全重点实验室, 福州 350003)

摘 要: **目的** 研究澳洲金鲈肌肉中营养成分组成。**方法** 采用色谱法和常规分析化学法检测出澳洲金鲈鱼种肌肉中蛋白质、脂肪、氨基酸和脂肪酸等含量, 并对肌肉中氨基酸与脂肪酸组成进行分析和评价。**结果** 澳洲金鲈鱼种肌肉中含有 17 种氨基酸(未测色氨酸), 在必需氨基酸中含量最高的是赖氨酸, 含量最低的是蛋氨酸, 必需氨基酸占氨基酸总量的 39.67%; 第一限制性氨基酸是蛋氨酸和胱氨酸; 氨基酸比值系数分为 78.55%; 必需氨基酸指数为 89.64%; 澳洲金鲈的蛋白质营养符合 E/T 应为 40% 左右和 E/NT 应为 60% 以上的参考蛋白质模式标准。澳洲金鲈含有 22 种脂肪酸, 含量最高的是油酸, 亚油酸次之; 不饱和脂肪总量为 64.4%。**结论** 澳洲金鲈具有营养价值高、味道鲜美等特点, 可以作为我国优良品种引进及产业化开发的淡水鱼。

关键词: 澳洲金鲈; 氨基酸; 脂肪酸; 评价

Analysis on the amino acids and fatty acids compositions in muscle of juvenile Australian golden perch

LUO Qin, HUANG Min-Min, REN Li-Hua, PAN Wei*

(Institute of Agricultural Quality Standards and Testing Technology Research/Fujian Key Laboratory of Agro-Products Quality & Safety, Fuzhou 350003, China)

ABSTRACT: Objective To study the nutrient composition in the muscle of Australian golden perch. **Methods** The contents of protein, fat, amino acid and fatty acid in the muscle of Australian golden perch were detected by chromatography and conventional analytical chemistry, and the composition of amino acid and fatty acid in the muscle was analyzed and evaluated. **Results** The muscles of the Australian golden perch species contained 17 kinds of amino acids (tryptophan not measured), the highest content of essential amino acids was lysine, the lowest content was methionine, essential amino acids accounted for 39.67% of the total amino acids. The first limiting amino acids were methionine and cystine. The score of ratio coefficient of amino acid was 78.55%. The essential amino acid index was 89.64%. The protein nutrition of Australian golden perch met the reference protein model standard of E/T should be around 40% and E/NT should be above 60%. Australian golden perch contained 22 kinds of fatty acids, the highest content was oleic acid, followed by linoleic acid; the total unsaturated fat was 64.4%. **Conclusion** The Australian golden perch has the characteristics of high nutritional value, delicious taste and so on, and can be used as the freshwater fish for the introduction and industrial development of excellent species in China.

KEY WORDS: golden perch; amino acids; fatty acids; evaluation

基金项目: 福建省科技厅省属公益类科研专项(2019R1022-7)、福建省农业科学院创新团队项目(STIT2017-1-12)

Fund: Supported by the Public Welfare Project of Fujian Province (2019R1022-7) and Innovation Team Project of Fujian Academy of Agricultural Sciences (STIT2017-1-12)

*通讯作者: 潘葳, 研究员, 主要研究方向为农产品质量安全风险评估。E-mail: 870993292@qq.com

*Corresponding author: PAN Wei, Professor, Institute of Quality Standards and Testing Technology, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350003, China. E-mail: 870993292@qq.com

1 引言

澳洲金鲈(*Macquaria ambigua*), 英文名 golden perch, 属鲈形目暖鲈科鱼类, 原产于澳大利亚, 是澳大利亚重要的淡水食用鱼, 也是最著名的淡水游钓鱼类, 肉质鲜美, 经济价值高^[1], 与澳洲龙纹斑(*Maccullochella peelii peelii*)^[2]、澳洲宝石鲈(*Jade perch*)^[3]和澳洲银鲈(*Bidyanus bidyanus*)^[4]并列澳大利亚 4 大经济鱼类和人工繁殖的暖水性鱼类^[5]。引种是改良本国已有的传统养殖品种结构, 增加异国优良种类的重要途径^[6]。早在 1991 年我国湖北省和广东省就从澳大利亚直接引入澳洲金鲈进行养殖^[6,7], 但是经过近三十年的发展, 国内至今未见有大规模的养殖与市场销售, 其繁殖、育苗和饲养等方面的研究也较为鲜见。鱼体化学组成是在鱼体生长发育过程中饲料经过消化、吸收并在鱼体内经过代谢、转化沉积的结果, 其含量不仅反映了鱼体生长发育和代谢的情况, 也反映出了鱼体对于来自于饲料的营养素需要量的差异, 因此了解鱼体化学组成, 探明澳洲金鲈肌肉营养成分的种类与含量, 不仅可以作为其营养品质评价的基础数据, 而且对开展繁殖育种、人工饲养, 以增加澳洲金鲈苗种资源具有重要研究意义。

目前关于澳洲金鲈品质方面的报道主要集中在鱼卵的脂肪酸和成鱼的氨基酸 2 个方面的研究, Anderson 等^[7]首次报道了澳洲金鲈鱼卵的脂肪酸组成及含量; 随后 Halbralry 等^[8]报道了澳洲金鲈成鱼肌肉中 15 种氨基酸组成及含量, 但是未检测出另外 2 种氨基酸脯氨酸 Pro 和胱氨酸 Cys, 数据不全。澳洲金鲈鱼种肌肉中营养成分的种类与含量以及营养评价目前研究报道较少。因此, 本研究采用国家标准^[9-14], 应用色谱法、常规检测法等分析化学方法较为全面地测定出澳洲金鲈肌肉中蛋白质、脂肪、氨基酸和脂肪酸等营养成分的种类与含量, 并对其营养品质进行评价, 旨在完善澳洲金鲈营养品质评价的基础数据, 为专用饲料科学配制、高质消费精准引导、国际资源开发利用等提供参考依据, 以促进优质高值的澳洲金鲈新品种引种和产业化开发的进程。

2 材料和方法

2.1 材料

实验用鱼为澳洲金鲈鱼种, 从湖北省京山市某养殖场一次性取走 20 尾, 平均体重为(50.95±2.10) g、体长为(22.91±1.06) cm。

2.2 仪器与试剂

日立 L-8800 氨基酸自动分析仪(日立(中国)有限公司); 岛津 GC-2010 气相色谱仪(配火焰离子化检测器、DB-23 毛细管色谱柱, 日本岛津公司); BCD-521WDPW 冰箱(青

岛海尔集团); DS-1 组织粉碎机(杭州三永德仪器仪表有限公司); AL-204 分析天平[梅特勒—托利多国际贸易(上海)有限公司]; RE-2000A 旋转蒸发仪(上海科升仪器有限公司); HH-W420 恒温水浴箱(上海助蓝仪器科技有限公司)。

混合氨基酸标准品(色谱纯, 美国 Sigma-Aldrich 公司); 混合脂肪酸甲酯标准品(色谱纯, 美国 SUPELCO 公司); 乙醚(分析纯, 福州福杰化学试剂有限公司); 95%乙醇(分析纯, 上海振兴化工二厂有限公司); 氢氧化钠和氢氧化钾(分析纯, 西陇化工股份有限公司); 甲醇(色谱纯, 上海优试化工有限公司); 三氟化硼和硫酸氢钠(分析纯, 福建药典实验科技有限公司)。

2.3 实验方法

澳洲金鲈鱼种经去头、去皮、去尾、去内脏等处理后, 取鱼体背部两侧肌肉, 使用组织粉碎机粉碎, 制成一个混合试验样品, 按照 GB/T 5009.3-2010《食品安全国家标准 食品中水分的测定》^[9]、GB 5009.4-2016《食品安全国家标准 食品中灰分的测定》^[10]、GB/T 5009.6-2003《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》^[11]、GB 5009.5-2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》^[12]、GB 5009.124-2016《食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定》^[13]和 GB 5009.168-2016《食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定》^[14]分别对样品进行水分、灰分、蛋白质、脂肪、氨基酸和脂肪酸含量的测定。样品重复测定 3 次, 结果以平均值±标准差(mean±SD)表示。

2.4 数据处理方法

相关数据采用 Excel 2007 和 SPSS 17.0 软件进行统计分析。

氨基酸评分(amino acid score, AAS)=待测蛋白质中某一必需氨基酸含量(mg/g N)/Egg 蛋白模式中相应必需氨基酸含量(mg/g N);

化学评分(chemical score, CS)=待测蛋白质中某一必需氨基酸的相对含量(与必需氨基酸总量之比)/Egg 蛋白模式中相应必需氨基酸的相对含量(与必需氨基酸总量之比);

必需氨基酸指数(essential amino acid index, EAAI)=[Lys/Lys(Egg)+.....+Trp/Trp(Egg)]^(1/n);

氨基酸比值(amino acid ratio, RAA)=待测蛋白质中某一必需氨基酸含量(mg/gN)/(FAO/WHO)蛋白模式中相应必需氨基酸含量(mg/gN);

氨基酸比值系数(ratio coefficient, RC)=氨基酸比值/氨基酸比值之均值;

氨基酸比值系数分(score of ratio coefficient of amino acid, SRCAA)(%)=100-CV×100%^[15];

式中: CV 为 RC 的变异系数, CV=标准差/均数; mg/gN 为每克氮中氨基酸的毫克数(肌肉氨基酸含量×6.25/肌肉蛋白质的百分含量)。

3 结果与分析

3.1 澳洲金鲈鱼种肌肉的氨基酸组成分析

3.1.1 澳洲金鲈鱼种肌肉常规营养成分组成分析

澳洲金鲈鱼种肌肉中灰分含量较低为 0.8%, 脂肪和蛋白质含量均大于等于 10%, 而且具有蛋白高、脂肪低的营养特征, 如表 1。

表 1 实验鱼体肌肉水分、灰分、脂肪和蛋白含量(n=3)
Table 1 Content of moisture, ash, fat and protein in experimental fish muscle (n=3)

名称	含量/%
水分	71.3±0.0
灰分	0.8±0.0
脂肪	10.0±0.0
蛋白质	16.5±0.1

3.1.2 澳洲金鲈鱼种肌肉中氨基酸种类及含量的比较

从表 2 可知, 澳洲金鲈肌肉中均含有 17 种氨基酸(未测色氨酸), 但在氨基酸含量上有所差异, 含量最高的为谷氨酸, 天门冬氨酸次之, 含量最低的为胱氨酸。必需氨基酸中赖氨酸含量最高, 为 1.64%, 蛋氨酸含量最低, 为 0.45%。氨基酸总量 TAA 为 16.41%, 其中必需氨基酸总量 Σ EAA 高达 6.51%, 半必需氨基酸总量为 1.48%, 必需氨基酸占氨基酸总量 Σ EAA/ Σ TAA 的 39.67%。甜味氨基酸总量 Σ SWAA > 呈味氨基酸总量 Σ FAA > 苦味氨基酸总量 Σ BIAA > 酸味氨基酸总量 Σ SOAA。支链氨基酸总量 Σ BCAA > 芳香族氨基酸总量 Σ AAA > 含硫氨基酸总量 Σ SAA, 支链氨基酸总量与芳香族氨基酸总量 Σ BCAA/ Σ AAA 的比值为 2.28。

3.1.3 澳洲金鲈鱼种肌肉中氨基酸评价

从表 3 可知, 澳洲金鲈肌肉中的 E/T、E/N 值均高于联合国粮农组织 (food and agriculture organization, FAO)/WHO 的标准值, 但低于鸡蛋蛋白的标准值。澳洲金鲈肌肉中异亮氨酸 Ile、亮氨酸 Leu、蛋氨酸 Met+胱氨酸 Cys、缬氨酸 Val 和苏氨酸 Thr 的氨基酸比值系数 RC 均小于 1, 因此, 澳洲金鲈的限制性氨基酸为异亮氨酸 Ile、亮氨酸 Leu、蛋氨酸 Met+胱氨酸 Cys、缬氨酸 Val 和苏氨酸 Thr。在氨基酸评分 AAS 和化学评分 CS 中均显示蛋氨酸 Met+胱氨酸 Cys 最低, 其次均为缬氨酸 Val, 以氨基酸评分 AAS 或化学评分 CS 作为澳洲金鲈的营养评价标准, 则第一限制性氨基酸是蛋氨酸和胱氨酸, 第二限制性氨基酸为缬氨酸。澳洲金鲈氨基酸比值系数分 SRCAA 为 78.55%, 必需氨基酸指数 EAAI 为 89.64%。

表 2 澳洲金鲈鱼种肌肉中氨基酸种类及含量(n=3)
Table 2 Amino acid compositions and contents in muscle of the juvenile golden perch(n=3)

名称	含量/%
天门冬氨酸 Asp ^{△ # ▼}	1.74±0.01
苏氨酸 Thr ^{* □}	0.80±0.01
丝氨酸 Ser ^{△ □}	0.72±0.01
谷氨酸 Glu ^{△ # □ ▼}	2.82±0.04
甘氨酸 Gly ^{△ # □}	0.83±0.00
丙氨酸 Ala ^{△ # □ ◊}	1.01±0.01
缬氨酸 Val ^{* ◊ ◆}	0.80±0.00
蛋氨酸 Met ^{* ◊ ◊}	0.45±0.00
异亮氨酸 Ile ^{* ◊ ◆}	0.75±0.00
亮氨酸 Leu ^{* ◊ ◆}	1.38±0.01
酪氨酸 Tyr ^{△ •}	0.60±0.01
苯丙氨酸 Phe ^{* •}	0.69±0.00
赖氨酸 Lys ^{* □}	1.64±0.01
组氨酸 His ^{△ ※ ◊ ◊ ▼}	0.40±0.00
精氨酸 Arg ^{△ ※ # ◊ ◊}	1.08±0.00
脯氨酸 Pro ^{△ □}	0.57±0.01
胱氨酸 Cys ^{△ ◊}	0.13±0.01
氨基酸总量 TAA	16.41±0.09
必需氨基酸总量 Σ EAA	6.51±0.03
非必需氨基酸总量 Σ NEAA	8.42±0.06
甜味氨基酸总量 Σ SWAA	8.39±0.06
苦味氨基酸总量 Σ BIAA	5.55±0.02
半必需氨基酸总量	1.48±0.00
酸味氨基酸总量 Σ SOAA	4.96±0.04
儿童必需氨基酸总量 Σ CCE	1.93±0.00
呈味氨基酸总量 Σ FAA	7.48±0.05
Σ EAA/ Σ TAA	39.67±0.04
含硫氨基酸总量 Σ SAA	0.58±0.01
支链氨基酸总量 Σ BCAA	2.93±0.02
芳香族氨基酸总量 Σ AAAA	1.29±0.01
Σ BCAA/ Σ AAAA ^{&}	2.28±0.02
Σ EAA/ Σ NEAA	65.76±0.11

注: 氨基酸名称右上角的 * 为必需氨基酸, △ 为非必需氨基酸, □ 甜味氨基酸, ◊ 苦味氨基酸, ◊ 半必需氨基酸, ▼ 酸味氨基酸总量, ※ 为儿童氨基酸, # 为呈味氨基酸, ◊ 含硫氨基酸, ◆ 支链氨基酸, • 芳香族氨基酸。& 表示倍数单位。

表 3 澳洲金鲈鱼种肌肉中氨基酸评价
Table 3 The evaluation of amino acid in muscle of the juvenile golden perch

氨基酸	澳洲金鲈/ (mg/g N)	鸡蛋蛋白/ (mg/g N)	FAO/ WHO	氨基酸比值	氨基酸比值	氨基酸评分	化学评分
				RAA	系数 RC	AAS	CS
				澳洲金鲈	澳洲金鲈	澳洲金鲈	澳洲金鲈
异亮氨酸 Ile	287	331	250	1.15	0.93	0.87	0.93
亮氨酸 Leu	526	534	440	1.20	0.96	0.98	1.06
赖氨酸 Lys	626	441	340	1.84	1.49	1.42	1.52
蛋氨酸 Met+胱氨酸 Cys	221	386	220	1.00	0.81	0.57	0.61
苯丙氨酸 Phe+ 酪氨酸 Tyr	490	565	380	1.29	1.04	0.87	0.93
缬氨酸 Val	304	411	310	0.98	0.79	0.74	0.79
苏氨酸 Thr	305	292	250	1.22	0.98	1.04	1.12
必需氨基酸总量 TEAA/%	2759	2960	2190				
必需氨基酸占氨基酸总量 E/T/%	44.12	48.08	35.38				
E/N/%	78.95	92.60	54.75				
氨基酸比值系数分 SRCAA/%	78.55						
必需氨基酸指数 EAAI/%	89.64						

注: TEAA: 必需氨基酸总量(包含 Cys 和 Tyr); E/T: TEAA/TAA; E/N: TEAA/(TAA-TEAA)。

3.2 澳洲金鲈鱼种肌肉的脂肪酸组成分析

由表 4 可知, 澳洲金鲈含有 22 种脂肪酸, 脂肪酸含量有所差异, 含量最高的是油酸 C18:1n9c, 亚油酸 C18:2n6c 次之。单不饱和脂肪酸中亚油酸 C18:2n6c 含量最高, 为 18.8%, 花生四烯酸 C20:4n6c 含量最低, 为 1.0%。多不饱和脂肪中二十二碳六烯酸 C22:6n3c 含量最高, 为 2.1%, 二十碳三烯酸 C20:3n3c 含量最低, 为 0.2%。高不饱和脂肪酸中油酸 C18:1n9c 含量最高, 为 30.4%, 芥子酸 C22:1n9c 和鲨油酸 C24:1n9c 含量最低, 均为 0.1%。多不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸 Σ PUFA/ Σ SFA 的比值为 1.1, 不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸 Σ UFA/ Σ SFA 的比值为 1.7, 高不饱和脂肪酸与多不饱和脂肪酸 Σ PUFA/ Σ MUFA 的比值为 0.2。(n-9)系不饱和脂肪酸总量 Σ (n-9)UFA > (n-6)系多不饱和脂肪酸总量 Σ (n-6)PUFA > (n-3)系多不饱和脂肪酸总量 Σ (n-3)PUFA, Σ (n-6)PUFA/ Σ (n-3)PUFA 的比值为 3.9。

4 讨论与结论

蛋白质品质的优劣主要是评价氨基酸种类的组成和含量^[16], 澳洲金鲈与澳洲龙纹斑^[16]、澳洲宝石鲈^[3,17]、澳洲银鲈^[4]一样, 均含有 17 种氨基酸(色氨酸除外), 17 种氨基酸中含量最高的均为谷氨酸(2.80%, 2.73%, 2.66%, 2.72%), 含量最低的均为胱氨酸(0.13%, 0.09%, 0.16%, 0.18%); 必需氨基酸中含量最高的均为赖氨酸(1.64%,

1.59%, 1.75%, 1.81%), 含量最低的均为蛋氨酸(0.45%, 0.55%, 0.51%, 0.57%)。说明澳洲金鲈与其他 3 种澳洲鱼的蛋白质品质较为接近, 属于品质优良的鱼类。食品味道鲜美的程度主要由于其蛋白质中呈味氨基酸的组成和含量所决定, 呈味氨基酸含量越高越鲜美^[18,19]。澳洲金鲈的呈味氨基酸总量 Σ FAA 为 7.48%, 与澳洲龙纹斑(7.34%)^[16]、澳洲宝石鲈(7.72%)^[3]、澳洲银鲈(8.32%)^[4]相接近, 说明澳洲金鲈的味道与和其他 3 种澳洲鱼一样, 都很鲜美。正常人及哺乳动物的支/芳值(Σ BCAA/ Σ AAA)为 3.0~3.5, 当肝受损伤时, 则降为 1.0~1.5^[20]。澳洲金鲈肌肉氨基酸的支/芳值(Σ BCAA/ Σ AAA)为 2.28, 与澳洲龙纹斑(2.13)^[16]、澳洲宝石鲈(2.28)^[3]、澳洲银鲈(2.16)^[4]相接近, 说明澳洲金鲈与其他 3 种澳洲鱼一样, 都属于高支、低芳的氨基酸混合物, 具有保肝作用, 都是符合人体理想的健康的食品。目前, 食物蛋白质营养价值的评价一般采用 FAO/WHO 标准、鸡蛋蛋白质评定标准和必需氨基酸指数 EAAI 等进行评价。澳洲金鲈肌肉中的 E/T、E/N 值(44.12%、78.55%)均高于 FAO/WHO 的标准值, 但低于鸡蛋蛋白的标准值。根据 FAO/WHO 模式, 澳洲金鲈都超过了 WHO/FAO 提出的 E/T 应为 40%左右和 E/NT 应为 60%以上的参考蛋白质模式标准^[20], 而且必需氨基酸指数 EAAI 为 89.64%, 接近 90%, 说明澳洲金鲈肌肉中的蛋白质氨基酸不仅种类组成合理, 而且与人体需要相符合。

表 4 澳洲金鲈鱼种肌肉中脂肪酸组成分析($n=3$)
Table 4 Analysis on fatty acid compositions and contents in muscle of the juvenile golden perch($n=3$)

名称	含量/%
肉豆蔻酸 C14:0	2.0±0.0
十五碳酸 C15:0	0.2±0.0
棕榈酸 C16:0	17.5±0.4
棕榈油酸 C16:1n7c [※]	5.0±0.2
十七碳酸 C17:0	0.4±0.0
十七碳一烯酸 C17:1n7c [※]	0.3±0.0
硬脂酸 C18:0	3.9±0.0
油酸 C18:1n9c [※]	30.4±0.6
反式亚油酸 C18:2n6t [#]	0.2±0.1
亚油酸 C18:2n6c(LA) ^{* #}	18.8±0.2
γ -亚麻酸 C18:3n6c(GLA) [#]	0.6±0.0
α -亚麻酸 C18:3n3c(ALA) ^{* #}	1.7±0.0
花生酸 C20:0	0.2±0.0
花生一烯酸 C20:1n9c [※]	1.3±0.1
二十碳二烯酸 C20:2n6c [#]	0.8±0.1
二十碳三烯酸 C20:3n6c ^{△ #}	0.7±0.0
花生四烯酸 C20:4n6c(ARA) ^{* △ #}	1.0±0.0
二十碳三烯酸 C20:3n3c ^{△ #}	0.2±0.0
二十碳物烯酸 C20:5n3c(EPA) ^{△ #}	1.1±0.1
介子酸 C22:1n9c [※]	0.1±0.0
鲨油酸 C24:1n9c [※]	0.1±0.0
二十二碳六烯酸 C22:6n3c(DHA) ^{△ #}	2.1±0.1
其它	11.3±1.7
饱和脂肪酸总量 Σ SFA	24.2±0.6
单不饱和脂肪酸总量 Σ MUFA	37.2±0.7
多不饱和脂肪总量 Σ PUFA	27.2±0.1
不饱和脂肪总量 Σ UFA	64.4±0.6
高不饱和脂肪酸总量 Σ HUFA	5.1±0.2
必需脂肪酸总量 Σ EFA	21.5±0.2
(n-6)系多不饱和脂肪酸总量 Σ (n-6)PUFA	22.1±0.0
(n-3)系多不饱和脂肪酸总量 Σ (n-3)PUFA	5.7±0.1
(n-9)系不饱和脂肪酸总量 Σ (n-9)UFA	31.9±0.5
Σ (n-6)PUFA/ Σ (n-3)PUFA	3.9±0.1
Σ PUFA/ Σ SFA	1.1±0.0
Σ UFA/ Σ SFA	1.7±0.0
Σ PUFA/ Σ MUFA	0.2±0.0

注: 脂肪酸名称右上角的*为必需脂肪酸, Δ 为高不饱和脂肪酸, ※为单不饱和脂肪酸, #为多不饱和脂肪。

脂类是鱼类必需的营养成份,也是其所需能量的主要来源^[21]。油酸 C18:1n9c 可作为重要的供能物质大量储存以保证卵巢的正常发育^[22]。4 种澳洲鱼的脂肪酸组成中含量最高的虽然均是油酸 C18:1n9c,但含量有所差异,含量高低顺序为澳洲金鲈(30.4%)>澳洲银鲈(29.2%)^[4]>澳洲宝石鲈(27.6%)^[17]>澳洲龙纹斑(18.8%)^[16],澳洲金鲈的油酸 C18:1n9c 含量是澳洲龙纹斑的 1.6 倍。二十碳物烯酸 C20:5n3c(EPA)和二十二碳六烯酸 C22:6n3c(DHA)被认为是人和动物生长发育的必需脂肪酸^[23]。澳洲金鲈的 EPA、DHA 含量分别为 1.1%、2.1%,均低于澳洲龙纹斑(4.6%、10.1%)^[16]、澳洲宝石鲈(1.3%、4.4%)^[17]、澳洲银鲈(2.6%、8.1%)^[4],4 种澳洲鱼的均呈现出澳洲龙纹斑>澳洲银鲈>澳洲宝石鲈>澳洲金鲈的高低顺序,澳洲龙纹斑的 EPA、DHA 含量是澳洲金鲈的 4.2 倍、4.8 倍。在不饱和脂肪酸中,澳洲金鲈的单不饱和脂肪酸总量 Σ MUFA 远大于多不饱和脂肪总量 Σ PUFA,这与澳洲银鲈^[4]和澳洲宝石鲈^[17]一致,但与澳洲龙纹斑^[16]不一致,其表现为多不饱和脂肪总量 Σ PUFA 远大于单不饱和脂肪酸总量 Σ MUFA。说明 4 种澳洲鱼的脂肪酸种类组成的含量各有差异。有研究报道,膳食 SFA、n-6、n-3 PUFA 和 Σ (n-6)PUFA/ Σ (n-3)PUFA 比值都可能不同程度地影响机体免疫功能^[24]。也有营养学家提出了必需脂肪酸的必要量和摄入 n-3 系列多不饱和脂肪酸与 n-6 系列多不饱和脂肪酸比值的问题^[25],联合国卫生组织推荐的合理膳食结构 Σ (n-6)PUFA/ Σ (n-3)PUFA 比值为 4~5^[26]。澳洲金鲈脂肪酸中 Σ (n-6)PUFA/ Σ (n-3)PUFA 的比值为 4,符合联合国卫生组织合理膳食结构的要求。 Σ PUFA/ Σ SFA 比值是衡量鱼肉营养价值的一个重要指标,澳洲金鲈脂肪酸中 Σ PUFA/ Σ SFA 的比值为 1.1,与澳洲银鲈(0.7)^[4]、澳洲宝石鲈(0.7)^[17]和澳洲龙纹斑(1.4)^[16]一样,均高于世界卫生组织建议的最低值 0.4~0.5^[27]。

综上所述,澳洲金鲈肌肉中蛋白质氨基酸种类的组成和含量与澳洲龙纹斑、澳洲宝石鲈、澳洲银鲈相似,蛋白质氨基酸不仅种类组成合理,而且与人体需要相符合;但是澳洲金鲈的脂肪酸种类组成的含量与另外 3 种澳洲鱼有较大差异,不过澳洲金鲈脂肪酸中 Σ (n-6)PUFA/ Σ (n-3)PUFA 的比值符合联合国卫生组织合理膳食结构的要求, Σ PUFA/ Σ SFA 的比值高于世界卫生组织建议的最低值。因此,澳洲金鲈是营养价值高、味道鲜美、符合人体需求的优良鱼种,可以作为我国优良品种引进并产业化开发的淡水鱼。

参考文献

- [1] 廖国璋. 澳洲金鲈的人工繁殖与育苗技术[J]. 水产科技, 1998, 76(4): 38-40.
- Liao GZ. Artificial reproduction and seedling breeding of Australian golden perch [J]. Fisher Sci Technol, 1998, 76(4): 38-40.

- [2] 杨小玉, 郭正龙. 澳洲龙纹斑工厂化养殖技术[J]. 水产养殖, 2013, (2): 26-27.
Yan XY, Guo ZL. The technique of industrial culture of Murray cod [J]. J Aquacult, 2013, (2): 26-27.
- [3] 师吉华, 轩子群, 马国红, 等. 宝石鲈肌肉营养成分与品质的分析[J]. 渤海大学学报(自然科学版), 2009, 30(3): 217-220.
Shi JH, Xuan ZQ, Ma GH, *et al.* Analysis of soortum barcoo muscle's nutritional components and its quality [J]. J Bohai Univ: Nat Sci Ed, 2009, 30(3): 217-220.
- [4] 杨广, 白东清, 刘金兰, 等. 养殖澳洲银鲈肌肉营养成分测定[J]. 淡水渔业, 2006, 36(5): 42-44.
Yan G, Bai DQ, Liu JL, *et al.* Determination of muscle nutrient composition of cultured Australian silver perch [J]. Freshwater Fisher, 2006, 36(5): 42-44.
- [5] 罗钦, 罗士炎, 林旋, 等. 澳洲龙纹斑鱼种生长特性研究[J]. 福建农业学报, 2016, 31(1): 7-11.
Luo Q, Luo TY, Lin X, *et al.* Growth performance of juvenile murray cod, *Maccullochella peelii peelii* [J]. Fujian J Agric Sci, 2016, 31(1): 7-11.
- [6] 楼允东. 我国鱼类引种研究的现状与对策[J]. 水产学报, 2000, 24(2): 185-192.
Lou YD. Present situation and countermeasure of the study on fish introduction in China [J]. J Fisher China, 2000, 24(2): 185-192.
- [7] Anderson AJ, Arthington AH, Anderson S. Lipid classes and fatty acid composition of the eggs of some australian fish [J]. Great Britain, 1990, (96B): 267-270.
- [8] Halbraly TA, Anderson. Changes in blood metabolite concentrations in response to repeated capture, anaesthesia and blood sampling in the golden perch, *Macquaria Ambigua* [J]. Comparat Biochem Physiol Part A, 1992, 103(3): 445-450.
- [9] GB 5009.3-2016 食品安全国家标准 食品中水分的测定 第一法[S].
GB 5009.3-2016 National food safety standard-Determination of moisture in foods-The first method [S].
- [10] GB 5009.4-2016 食品安全国家标准 食品中灰分的测定 第一法[S].
GB 5009.4-2016 National food safety standard-Determination of ash in foods-The first method [S].
- [11] GB 5009.5-2016 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定 第一法[S].
GB 5009.5-2016 National food safety standard-Determination of protein in foods-The first method [S].
- [12] GB 5009.6-2016 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定[S].
GB 5009.6-2016 National food safety standard-Determination of fats in foods [S].
- [13] GB 5009.124-2016 食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定[S].
GB 5009.124-2016 National food safety standard-Determination of amino acids in foods [S].
- [14] GB 5009.168-2016 食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定[S].
GB 5009.168-2016 National food safety standard-Determination of fatty acids in foods [S].
- [15] 姚清华, 颜孙安, 陈美珍, 等. 古田银耳主栽品种基本营养分析与评价[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(7): 1896-1902.
Yao QH, Yan SA, Chen MZ, *et al.* Basic nutrition analysis and evaluation of major cultivars of *Tremella fuciformis* in Gutian [J]. J Food Saf Qual, 2019, 10(7): 1896-1902.
- [16] 宋理平, 冒树泉, 胡斌, 等. 虫纹鳕鲈肌肉营养成分分析与品质评价[J]. 饲料工业, 2013, 34(16): 42-45.
Song LP, Mao SQ, Hu B, *et al.* Nutrient composition analysis and quality evaluation of muscle in *Maccullochella peelii Peelii* [J]. Feed Ind, 2013, 36(16): 42-45.
- [17] 王锡昌, 陈俊卿. 气相色谱法测定宝石鱼油中的脂肪酸组成[J]. 广州食品工业科技, 2004, 20(1): 81-84.
Wan XC, Chen JQ. Determination fatty acid jade perch by gas chromatography [J]. Guangzhou Food Ind Sci Technol, 2004, 20(1): 81-84.
- [18] 苏天凤, 黄建华, 陈丕茂, 等. 台湾东风螺和方斑东风螺蛋白质氨基酸组成和营养价值比较研究[J]. 南方水产, 2003, 2(3): 57-61.
SU TF, Huang JH, Chen PM, *et al.* Compositional and nutritional studies on *Babylonia areolata* and *B. formosae* [J]. South Chin Fisher Sci, 2003, 2(3): 57-61.
- [19] 刘世禄, 王波, 张锡烈, 等. 美国红鱼的营养成分分析与评价[J]. 海洋水产研究, 2002, 23(2): 25-32.
Liu SL, Wan B, Zhan XL, *et al.* Analysis and evaluation of nutrition composition of red drum (*Sciaenops ocellatus*) [J]. Mar Fisher Res, 2002, 23(2): 25-32.
- [20] 颜孙安, 林香信, 姚清华, 等. 杂色鲍及其杂交后代的氨基酸含量和组成分析[J]. 中国食品学报, 2013, 13(6): 249-256.
Yan SA, Lin XX, Yao QH, *et al.* Analysis on the amino acid content and the composition of RITAI *Haliotis diversicolor* and their reciprocal hybrids [J]. J Chin Instit Food Sci Technol, 2013, 13(6): 249-256.
- [21] 程树东, 李英文. 鱼类必需脂肪酸概述[J]. 重庆水产, 2004, 68(3): 39-42.
Chen SD, Li YW. Overview of essential fatty acids in fish [J]. Chongqing Aquat, 2004, 68(3): 39-42.
- [22] 谢瑞涛, 黄凯, 肖昕, 等. 江黄颡鱼苗与雌雄亲鱼肌肉脂肪酸组成分析[J]. 广西农业科学, 2009, 40(7): 911-914.
Xie RT, Huang K, Xiao X, *et al.* Analysis on fatty acid composition in muscle of fry, male and female parent fishes (*Pelteobagrus vachelli*) [J]. Guangxi Agric Sci, 2009, 40(7): 911-914.
- [23] Zhang FP, Song J, Zhang R, *et al.* Evaluation of nutritional composition and quality of farmed *Silurus meridionalis* [J]. Food Sci, 2012, 33(17): 274-278.
- [24] Calder PC. N-3 polyunsaturated fatty acids and immunecell function [J]. Advan Enzyme Regul, 1997, 37: 197-237.

[25] 王雪青, 苗惠, 胡萍. 膳食中多不饱和脂肪酸营养与生理功能的研究进展[J]. 食品科学, 2004, 25(11): 337-339.
 Wang XQ, Miao H, Hu P. Research progress of nutrition and biological functions of PUFA [J]. Food Sci, 2004, 25(11): 337-339.

[26] Sugano AM, Hirata F. Polyunsaturated fatty acids in food chain in Japan [J]. Am J Clinical Nutr, 2000, 71(S): 189-196.

[27] Zhang DP, Zhang SH, Yu YX, *et al.* Polyunsaturated fatty acids in fish from Taihu lake and the associated risk of ingesting polychlorinated biphenyls [J]. Chin Sci Bull, 2012, 57(5): 324-331.

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介



罗 钦, 副研究员, 主要研究方向为农产品质量安全与风险评估。
 E-mail: 33044390@qq.com

潘 葳, 研究员, 主要研究方向为农产品质量安全风险评估。
 E-mail: 870993292@qq.com



“食品添加剂与配料的研发与检测”专题征稿函

食品添加剂是为改善食品色、香、味等品质, 以及为防腐和加工工艺的需要而加入食品中的人工合成或者天然物质。食品添加剂是食品工业发展的必然产物, 食品添加剂法规和标准是保证其安全使用和保护消费者健康的重要措施。

鉴于此, 本刊特别策划了“**食品添加剂与配料的研发与检测**”专题, 由天津科技大学食品科学与工程学院**王浩副教授**担任专题主编, 主要围绕**添加剂作用及原理、添加剂的开发与应用、添加剂的安全性、食品中的非法添加物、添加剂的安全标准法规**等方面或您认为有意义的相关领域展开论述和研究, 综述及研究论文均可。本专题计划在**2020年8-9月**出版。

鉴于您在该领域的成就, 学报主编**国家食品安全风险评估中心吴永宁研究员**及专题主编**天津科技大学食品科学与工程学院王浩副教授**特别邀请有关食品领域研究人员为本专题撰写稿件, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。综述及研究论文均可, 请在**2020年6月30日**前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并经审稿合格后优先发表。

同时烦请您帮忙在同事之间转发一下, 希望您能够推荐该领域的相关专家并提供电话和 E-mail。再次感谢您的关怀与支持!

投稿方式(注明专题**食品添加剂与配料的研发与检测**):

网站: www.chinafoodj.com(备注: 投稿请登录食品安全质量检测学报主页-作者登录-注册投稿-投稿选择“专题: **食品添加剂与配料的研发与检测**)

邮箱投稿: E-mail: jfoodsq@126.com(备注: **食品添加剂与配料的研发与检测**专题投稿)

《食品安全质量检测学报》编辑部