

DOI: 10.19663/j.issn2095-9869.20190820001

http://www.yykxjz.cn/

宋红梅, 屈政委, 汪学杰, 牟希东, 刘超, 刘奕, 赖明信, 胡隐昌. 印尼拟松鲷肌肉营养成分分析与评价. 渔业科学进展, 2020, 41(5): 177-184

Song HM, Qu ZW, Wang XJ, Mu XD, Liu C, Liu Y, Lai MX, Hu YC. Analysis and assessment for nutritional components of the muscle of *Datnioides pulcher*. Progress in Fishery Sciences, 2020, 41(5): 177-184

印尼拟松鲷肌肉营养成分分析与评价*

宋红梅¹ 屈政委² 汪学杰¹ 牟希东¹ 刘超¹
刘奕¹ 赖明信¹ 胡隐昌^{1①}

(1. 农业农村部休闲渔业重点实验室 广东省现代休闲渔业工程技术研究中心

中国水产科学研究院珠江水产研究所 广州 510380; 2. 上海海洋大学水产与生命学院 上海 201306)

摘要 为分析和评价印尼拟松鲷(*Datnioides pulcher*)的营养价值, 采用常规方法检测印尼拟松鲷肌肉的营养成分, 并与同科经济鱼类和常见的优质淡水鱼类进行比较。结果显示, 印尼拟松鲷肌肉中的水分、粗蛋白质、粗脂肪和粗灰分含量分别为 65.6%、19.6%、7.6%和 1.3%。在肌肉中共测得 16 种氨基酸, 总含量为 18.4%, 其中, 包含 7 种人体必需氨基酸(EAA), 占氨基酸总量(TAA)的 36.09%; 必需氨基酸指数(EAAI)为 79.46%, 符合 FAO/WHO 所规定的人体必需氨基酸的均衡模式; 印尼拟松鲷第一和第二限制性氨基酸分别是蛋氨酸和缬氨酸; 特征性鲜味氨基酸(FAA)含量为 42.15%。不饱和脂肪酸共 16 种, 总量为 68.41%, 其中, 油酸和亚油酸分别为 23.99%和 10.56%, 并且含有丰富的 DHA 和鱼油中相对缺乏的 DPA, 含量分别为 8.5%和 5.1%。研究表明, 印尼拟松鲷氨基酸含量均衡丰富, 不饱和脂肪酸含量高, 是兼具较高观赏价值和与食用价值于一身的可开发鱼类品种。

关键词 印尼拟松鲷; 肌肉; 营养成分

中图分类号 S963 **文献标识码** A **文章编号** 2095-9869(2020)05-0021-08

印尼拟松鲷(*Datnioides pulcher*), 亦称印度尼西亚虎鱼, 为鲈形目(Perciformes)、鲈亚目(Percoidei)、松鲷科(Lobotidae)、拟松鲷属(*Datnioides*)的洄游性鱼类, 属拟松鲷鱼类中观赏性较高的一种。印尼拟松鲷原产于泰国、柬埔寨和印度尼西亚等东南亚国家, 与金龙鱼(*Scleropages formosus*)混养非常具有观赏性。

中国是拟松鲷属鱼的主要进口国之一, 在观赏鱼市场中其需求量缺口非常巨大, 近几年, 以泰国虎鱼(*Datnioides microlepis*)为标榜的亚洲拟松鲷属鱼类在中国的数量逐年增多, 但价格居高不下, 这主要

是因为拟松鲷属鱼类属于洄游性鱼类, 且雌雄难辨, 其繁育技术和规模化生产仍然面临很多挑战, 相关基础研究薄弱, 因此, 加强对印尼虎鱼进行研究, 对其开发利用具有重要意义。目前, 国内外对拟松鲷鱼类的研究鲜有报道, 仅有泰北细纹虎(*Datnioides undecimradiatus*)(Wang et al, 2016a)和粗纹泰国虎(*Datnioides microlepis*)(Wang et al, 2016b)相关线粒体测序分析以及银老虎(*Datnioides polota*)血细胞生化特征(Acharya et al, 2018)相关报道, 鲜有关于拟松鲷鱼类相关基础研究。中国水产科学研究院珠江水产研究所

* 中国水产科学研究院基本科研业务费专项(2018 GH19)、中国东盟海上合作基金(CAME-2018F)和国家水产种质资源共享服务平台(2019DKA30470)共同资助 [This work was supported by Scientific Research Special Funds, Chinese Academy of Fishery Sciences (2018 GH19), China-ASEAN Maritime Cooperation Fund (CAMC-2018F), and National Sharing Service Infrastructure of Fishery Germplasm Resources (2019DKA30470)]. 宋红梅, E-mail: shm1227@126.com

① 通讯作者: 胡隐昌, 研究员, E-mail: huyc22@163.com

收稿日期: 2019-08-20, 收修改稿日期: 2019-09-29

观赏渔业研究室于2017年经原产地引进印尼拟松鲷,构建了其稳定的繁育群体。目前,尚未见该鱼肌肉营养成分和营养价值评定相关报道。本研究通过测定和分析印尼拟松鲷肌肉的营养成分和营养品质,评估其作为食用鱼的开发利用价值,也可为印尼拟松鲷营养需求和配合饲料的研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料

供试印尼拟松鲷取自中国水产科学研究院珠江水产研究所观赏渔业养殖基地。挑15尾健康无病害的2龄养殖个体用于检测分析(图1)。个体平均体长为 (21.34 ± 1.74) cm,平均体重为 (461.00 ± 28.56) g。清水洗净样品鱼,擦干体表水分,将15尾鱼随机分成3份,每5尾鱼1份,去皮去鳞,取背部两侧肌肉,在冰浴条件下混合搅碎,称取适量鲜样,将5尾鱼的肌肉鲜样混合组成1个样本,共3个样本,每个样本约200 g,样品制备后置于 -20°C 冰箱保存待测。测量时,将样品真空冷冻干燥至恒重,研磨混匀,再将样品分为2份,分别进行一般营养成分、氨基酸和脂肪酸组成的测定。



图1 印尼拟松鲷侧面图
Fig.1 The model of *D. pulcher*

1.2 测定方法

1.2.1 常规营养成分的测定 肌肉中水分含量的测定采用GB5009.3-2016的 105°C 烘干法;粗蛋白质含量的测定采用GB5009.5-2016的凯氏定氮法;粗脂肪的测定采用GB/T 5009.6-2016的酸水解法,试样经2 mol/L盐酸水解后用无水乙醚或石油醚提取,除去溶剂即得游离态和结合态脂肪的总含量;粗灰分的测定采用GB5009.4-2016的高温灰化法。

1.2.2 氨基酸的测定 氨基酸的测定采用GB 5009.124-2016的盐酸水解法,将待测样本在水解管内经6 mol/L盐酸溶液处理,混合氨基酸标准工作液

和样品测定液,分别以相同体积注入氨基酸分析仪(日立L-8900型,日本)测定,以外标法通过峰面积计算样品中水解氨基酸的浓度;色氨酸经6 mol/L LiOH处理,采用液相色谱仪测定(安捷伦1100型,美国)。

1.2.3 脂肪酸的测定 肌肉脂肪酸的测定采用GB5009.168-2016第三法,测试样品经水解-乙醚溶液提取其中的脂肪后,在碱性条件下经过皂化和甲酯化处理,生成脂肪酸甲酯,经气相色谱仪(Finnigan公司Trace MS型,美国)分析,按峰面积归一化法计算脂肪酸组成和百分含量,所得结果与其他经济鱼类和淡水鱼类的营养成分测量结果进行比较。

1.3 肌肉营养价值评价

采用1991年中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所提出的鸡蛋蛋白模式和1973年联合国粮农组织/世界卫生组织(FAO/WHO)建议的评分标准模式(樊佳佳等,2018;赵婷婷等,2015),计算氨基酸评分(Comprehensive evaluation in amino acids score, AAS)、化学评分(Chemical score, CS)和必需氨基酸指数(Essential amino acid index, EAAI)的公式如下:

$$\text{CS} = \text{aa}/\text{AA}(\text{egg}) \times 100$$

$$\text{AAS} = \text{aa}/\text{AA}(\text{FAO/WHO}) \times 100$$

$$\text{EAAI} = \sqrt[n]{\frac{a}{A} \cdot \frac{b}{B} \cdot \frac{c}{C} \cdots \frac{j}{J}} \times 100\%$$

式中,样品中氨基酸检测含量(%、DM)以aa表示;FAO/WHO评分标准模式中的同种氨基酸含量(%、DM)以AA(FAO/WHO)表示;全鸡蛋蛋白质中的同种氨基酸的含量(%、DM)以AA(egg)表示;必需氨基酸种类数以n表示。虎鱼肌肉中的必需氨基酸含量(%)用a、b、c……j表示,鸡蛋蛋白质的必需氨基酸含量(%)以A、B、C……J表示。

F值:支链氨基酸和芳香族氨基酸的比值,即:
 $F\text{值} = (\text{缬氨酸} + \text{亮氨酸} + \text{异亮氨酸}) / (\text{苯丙氨酸} + \text{酪氨酸})$ 。

1.4 数据分析

用SPSS 20.0和Excel统计软件进行测试数据分析,对数据进行方差分析和Duncan's多重比较,用平均值±标准差(Mean±SD)表示实验结果。

2 结果与分析

2.1 生化组成

从表1可知,印尼拟松鲷肌肉的水分含量为 $(65.61 \pm 0.58)\%$,蛋白含量为 $(19.44 \pm 0.29)\%$ 、脂肪含量为 $(6.26 \pm 1.18)\%$ 、灰分含量为 $(1.27 \pm 0.02)\%$ 。

2.2 氨基酸组成

由表 2 可见, 印尼拟松鲷肌肉中共检测出 16 种常见氨基酸, 包括 7 种人体必需氨基酸(Essential aminoacids, EAA)、2 种半必需氨基酸、7 种非必需氨基酸(Nonessential amino acid, NEAA)和 5 种鲜味氨基酸(Delicious amino acids, DAA)。含量最高的 4 种氨基酸依次分别为谷氨酸(3.04%)、天冬氨酸(1.79%)、

赖氨酸(1.69%)和亮氨酸(1.42%); 组氨酸含量最低, 为 0.34%。印尼拟松鲷肌肉氨基酸总含量(TAA)为 18.72%(鲜样), 必需氨基酸总量为 6.81%, 非必需氨基酸总量的为 9.40%。印尼拟松鲷肌肉氨基酸总量高于草鱼(*Ctenopharynodon idellus*) (15.52%)、养殖斑尾复虾虎鱼(*Synechogobius ommaturus*) (15.59%)、红鳍笛鲷(*Lutjanus erythropterus*) (13.80%) 和短须裂腹鱼(*Schizothorax wangchiachii*) (10.88%)等(表 3)。

表 1 印尼拟松鲷与其他几种经济鱼类肌肉的生化组成(% , 湿重)

Tab.1 Biochemical composition in muscle of *D.pulcher* and other freshwater fishes (% , Wet weight)

种类 Species	水分 Moisture(%)	粗蛋白质 Crude protein(%)	粗脂肪 Crude fat(%)	粗灰分 Crude ash(%)	文献 Reference
印尼拟松鲷 <i>D. pulcher</i>	65.61±0.58	19.44±0.29	6.26±1.18	1.27±0.02	
秀丽高原鳅 <i>Triplophysa venusta</i>	70.92	22.10	3.73	1.25	崔丽莉等(2016)
斑石鲷 <i>Oplegnathus punctatus</i>	70.50	20.20	7.80	1.30	尤宏争等(2016)
灰裂腹鱼 <i>Schizothorax griseus</i>	75.37±0.18	22.98±0.02	1.35±0.03	1.43±0.11	王思宇等(2018)
黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	76.54±1.09	17.55±0.34	4.15±0.09	1.88±0.09	邵韦涵等(2018)
尼罗罗非鱼 <i>Oreochromis niloticus</i>	79.33±0.88	16.10±1.64	0.90±0.21	1.27±0.17	谢文平等(2014)
斑尾复虾虎鱼 <i>S. ommaturus</i>	82.10±0.21	15.34±0.20	0.87±0.13	1.12±0.03	黄薇等(2014)
诸氏鲷虾虎鱼 <i>Mugilogobius chulae</i>	79.40±0.03	17.54±0.31	0.62±0.09	2.34±0.07	李建军等(2013)
七彩神仙鱼 <i>Symphysodon</i> spp.	80.44±0.74	17.01±0.21	0.86±0.01	1.19±0.03	王磊等(2016)
草鱼 <i>C. idellus</i>	78.40±0.57	19.95±0.35	0.50±0.16	1.45±0.07	朱冰等(2017)

表 2 印尼拟松鲷肌肉氨基酸组成及含量(% , 湿重)

Tab.2 Amino acid composition and contents in muscle of cultured *D. pulcher* (% , Wet matter)

氨基酸 Amino acid	含量 Content	氨基酸 Amino acid	含量 Content
必需氨基酸 EAA		甘氨酸 Gly ^Δ	1.20±0.63
苏氨酸 Thr	0.80±0.06	丙氨酸 Ala ^Δ	1.27±0.10
缬氨酸 Val	0.85±0.11	酪氨酸 Tyr ^Δ	0.59±0.10
蛋氨酸 Met	0.55±0.06	丝氨酸 Ser	0.74±0.03
异亮氨酸 Ile	0.79±0.14	脯氨酸 Pro	0.77±0.42
亮氨酸 Leu	1.42±0.22	氨基酸总和 TAA	18.72±0.18
苯丙氨酸 Phe	0.72±0.10	必需氨基酸总量 EAA	6.81±0.14
赖氨酸 Lys	1.69±0.28	半必需氨基酸总量 HEAA	1.52±0.06
半必需氨基酸 HEAA		非必需氨基酸总量 NEAA	9.40±0.26
组氨酸 His	0.34±0.03	鲜味氨基酸总量 DAA	7.89±0.31
精氨酸 Arg	1.18±0.09	TEAA/TAA(%)	38.25
非必需氨基酸 NEAA		DAA/TAA(%)	42.15
天冬氨酸 Asp ^Δ	1.79±0.16	TEAA/TNEAA	76.17
谷氨酸 Ala ^Δ	3.04±0.36	EAAI	79.46

^Δ为鲜味氨基酸

^Δ: Delicious amino acids

表3 虎鱼与其他几种经济鱼类肌肉的氨基酸含量比较(%，湿重)

Tab.3 Comparison of amino acid composition in muscle of *D. pulcher* and other freshwater fishes (%，Wet matter)

种类 Species	氨基酸总量 TAA	必需氨基酸 EAA	鲜味氨基酸 FAA	文献 Reference
印尼拟松鲷 <i>D. pulcher</i>	18.72	6.81	7.89	
草鱼 <i>C. idellus</i>	15.52	5.35	6.41	朱冰等(2017)
斑尾复虾虎鱼 <i>S. ommaturus</i>	15.59	5.87	5.95	黄薇等(2014)
红鳍笛鲷 <i>L. erythropterus</i>	13.80	5.90	5.19	陈涛等(2016)
黄条鲷 <i>Seriola aureovittata</i>	17.83	7.72	5.75	柳学周等(2017)
刀鲚 <i>Coilia ectenes</i>	17.42	6.47	/	唐雪等(2011)
短须裂腹鱼 <i>S. wangchiachii</i>	10.88	5.05	4.35	王崇等(2017)

2.3 营养品质评价

EAA 的 AAS 和 CS 是衡量食物营养价值的重要指标, 将表 2 中数据换算成每克氮中含氨基酸毫克数 [(氨基酸含量(mg/g N)=鱼肉中氨基酸含量(%，DM) × 10 × 6.25 / 肌肉中蛋白质含量(%，DM)] 后(唐雪等, 2011), 与 FAO/WHO 建议的氨基酸评分标准模式和鸡蛋蛋白质的氨基酸模式进行比较, 并计算出印尼拟松鲷的 AAS、CS 和 EAAI。从表 3 可见, 印尼拟松鲷 EAA 总量高于 FAO/WHO 模式, 但稍低于鸡蛋蛋白质的氨基酸模式。印尼拟松鲷的 AAS 值均接近或大于 1, CS 值(除蛋氨酸外)均大于 0.5, 表明印尼拟

松鲷氨基酸组成均衡。赖氨酸的氨基酸和化学评分最高, 分别为 1.60 和 1.24; 蛋氨酸的评分最低, 缬氨酸次之, 说明印尼拟松鲷第一和第二限制性氨基酸分别是蛋氨酸和缬氨酸, 支链氨基酸与芳香族氨基酸的比值(*F* 值)为 2.11, 比值较高, 支链氨基酸有护肝、降低胆固醇和抑制癌细胞等功能。由表 4 可见, 印尼拟松鲷的 EAAI (79.46) 高于布氏罗非鱼 (*Tilapia buttikoferi*) (73.43%)(赵婷婷等, 2015)、斑尾复虾虎鱼 (70.19%)(黄薇等, 2014)、红鳍笛鲷(陈涛等, 2016)(63.96%)、草鱼(61.53%)(朱冰等, 2017)等, 说明印尼拟松鲷的氨基酸含量均衡丰富, 可见其肌肉功能必需氨基酸满足率较高, 是一种优质蛋白源。

表4 虎鱼肌肉的氨基酸评分和化学评分

Tab.4 Evaluation for amino acids score (AAS) and chemical score (CS) of *D. pulcher*

必需氨基酸 EAA	测定含量 Measured content (mg/g)	FAO/WHO 评分 模式规定值 FAO/WHO protein scoring pattern	全鸡蛋蛋白 评分规定值 Whole-egg protein score rating	氨基酸评分 AAS	化学评分 CS
苏氨酸 Thr	257	250	292	1.03	0.88
缬氨酸 Val ¹	275	310	441	0.89	0.62
蛋氨酸 Met ²	175	220	386	0.80	0.46
异亮氨酸 Ile	253	250	331	1.01	0.76
亮氨酸 Leu	458	440	534	1.04	0.86
苯丙氨酸+酪氨酸 Phe+Tyr	422	380	565	1.11	0.75
赖氨酸 Lys	545	340	441	1.60	1.24
合计 Total	2386	2109	2990		
必需氨基酸指数 EAAI	79.46				
<i>F</i> 值 <i>F</i> value	2.11				

注: 1 为第一限制性氨基酸; 2 为第二限制性氨基酸

Note: 1: The first limiting amino acid; 2: The second limiting amino acid

2.4 脂肪酸组成及含量

从表5印尼拟松鲷肌肉脂肪酸含量和组成可见, 检测所的脂肪酸种类较多, 印尼拟松鲷肌肉富含不饱和脂肪酸(Unsaturated fatty acid, UFA)和人体必需脂

肪酸(Essential fatty acid, EFA), 共检测出27种脂肪酸, 其中, 饱和脂肪酸(Saturated fatty acid, SFA)含量为33.79%, 共11种; 不饱和脂肪酸达69.34%, 共16种, 包括7种单不饱和脂肪酸(Monounsaturated fatty acid, MUFA)和9种多不饱和脂肪酸(Polyunsaturated

fatty acids, PUFA), 含量分别为34.62%和34.72%。SFA 中棕榈酸的比例最高(20.51%); 月桂酸的比例最低(0.06%); MUFA 中油酸比例最高(23.99%), 豆蔻一烯酸比例最低(0.15%)。SFA/UFA 为48.73%, 说明不饱和脂肪酸含量高于饱和脂肪酸含量。

表 5 印尼拟松鲷肌肉脂肪酸组成及含量
Tab.5 Fatty acid composition and contents in muscle of *D. pulcher* (%)

脂肪酸 Fatty acids	含量 Content
饱和脂肪酸 SFA	
月桂酸 C12:0	0.06±0.01
十三烷酸 C13:0	0.11±0.02
豆蔻酸 C14:0	2.80±0.21
十五烷酸 C15:0	0.96±0.14
棕榈酸 C16:0	20.51±0.49
十七烷酸 C17:0	1.20±0.23
硬脂酸 C18:0	7.49±0.35
花生酸 C20:0	0.32±0.01
二十一烷酸 C21:0	0.19±0.01
山嵛酸 C22:0	0.15±0.01
木焦油酸 C24:0	0.20±0.04
单不饱和脂肪酸 MUFA	
豆蔻一烯酸 C14:1	0.15±0.02
棕榈一烯酸 C16:1	6.48±0.64
十七烷一烯酸 C17:1	0.95±0.13
油酸 C18:1	23.99±0.71
花生一烯酸 C20:1	1.42±0.14
二十四碳一烯酸 C24:1	1.40±0.23
芥酸 C22:1	0.23±0.06
多不饱和脂肪酸 PUFA	
亚油酸 C18:2	10.56±1.45
花生二烯酸 C20:2	0.68±0.05
亚麻酸 C18:3	3.91±0.21
花生三烯酸 C20:3	0.94±0.14
十八碳四烯酸 C18:4	0.50±0.07
ARA C20:4	3.47±0.14
EPA C20:5	1.06±0.04
DPA C22:5	5.10±0.98
DHA C22:6	8.50±0.51
饱和脂肪酸 SFA	33.79
单不饱和脂肪酸 MUFA	34.62
多不饱和脂肪酸 PUFA	34.72
不饱和脂肪酸总量 Total UFA	69.34
饱和脂肪酸总和/不饱和脂肪 酸总和 SFA/UFA	48.73

3 讨论

3.1 一般营养成分评价

从营养角度看, 食品中干物质的相对含量越高, 其总营养成分的含量就越高。鱼肉中的蛋白质和脂肪含量是评价其营养价值的重要指标。印尼拟松鲷的肌肉粗蛋白含量为 19.44%, 含量高于草鱼(15.10%)(朱冰等, 2017)、鳙鱼(*Aristichthys nobilis*)(15.3%)(周朝伟等, 2018)、乌鳢(*Channa argus*)(11.58%)(周朝伟等, 2018)和短须裂腹鱼(14.24%)(王崇等, 2017); 粗脂肪含量为 6.26%, 明显高于秀丽高原鳅(3.73%)、尼罗罗非鱼(1.75%)(赵婷婷等, 2015)、草鱼(0.62%)(赵婷婷等, 2015)、七彩神仙鱼(0.86%)(王磊等, 2016)、斑尾复虾虎鱼(0.87%)(黄薇等, 2014)和诸氏鲯鲷虎鱼(0.62%)(李建军等, 2013)等, 而与黄颡鱼(5.24%)(邵韦涵等, 2018)和斑石鲷(7.80%)(尤宏争等, 2016)相近。鱼类肌肉脂肪含量达到 3.5%~4.5%时, 鱼肉才有较好的适口性, 印尼拟松鲷肌肉脂肪含量高, 使其在肉质的口感方面具有优势, 也预示其肌肉比能值较大, 研究表明, 印尼拟松鲷是一种蛋白质和脂肪含量非常丰富的淡水经济鱼类。

印尼拟松鲷肌肉中氨基酸总含量(TAA)为 18.72% (鲜样), 高于养殖斑尾复虾虎鱼(15.59%)(黄薇等, 2014)、草鱼(15.52%)(朱冰等, 2017)、红鳍笛鲷(13.8%)(陈涛等, 2016; 王崇等, 2017)和短须裂腹鱼(10.88%)(王崇等, 2017)等。从氨基酸组成上看, 印尼拟松鲷肌肉氨基酸中含量最高的为谷氨酸, 这一组成特点与布氏罗非鱼(赵婷婷等, 2015)、黄斑蓝子鱼(*Siganus oramin*)(庄平等, 2008)和江鲮鱼(*Lota lota*)(徐革锋等, 2013)等鱼类分析结果一致。谷氨酸不仅是具有成味作用的鲜味氨基酸, 也参与了多种生理活性物质合成(徐革锋等, 2013); 印尼拟松鲷肌肉中共有 5 种鲜味氨基酸, 包括谷氨酸、天冬氨酸、甘氨酸、丙氨酸和酪氨酸, 是决定肌肉鲜美程度的主要因素, 其中, 甘氨酸和丙氨酸是呈现甘味的特征氨基酸, 鲜味氨基酸在肌肉中的总含量为 7.89%, 鲜味氨基酸占氨基酸总量的 42.15%, 含量高于养殖斑尾复虾虎鱼(38.14%)(黄薇等, 2014)、红鳍笛鲷(37.6%)(陈涛等, 2016)、黄条鲮(32.20%)(柳学周等, 2017)、布氏罗非鱼(32.13%)(赵婷婷等, 2015)等鱼类; 根据 FAO/WHO 的理想模式, 质量较好的蛋白质的氨基酸组成的 EAA/TAA 为 40%左右, EAA/NEAA 则在 60%以上。本研究中, 印尼拟松鲷肌肉中必需氨基酸占氨基酸总量(EAA/TAA)的值为 38.25%, 必需氨基酸与非必需氨基酸(EAA/NEAA)

的比值为 76.17%，均符合指标要求，氨基酸平衡效果较好。从氨基酸含量来看，印尼拟松鲷肌肉中 EAA 含量为 6.81%，高于斑尾复虾虎鱼(5.87%)(黄薇等, 2014)和红鳍笛鲷(5.9%)(陈涛等, 2016)；同时，EAAI(79.46)也高于布氏罗非鱼(73.43%)(赵婷婷等, 2015)、养殖斑尾复虾虎鱼(70.19%)(黄薇等, 2014)、红鳍笛鲷(63.96%)(陈涛等, 2016)、草鱼(61.53%)(朱冰等, 2017)和鲫鱼(*Carassius auratus*)(58.22%)(赵婷婷等, 2015)等，可见，印尼拟松鲷肌肉氨基酸组成达到指标要求，属于优质蛋白质。

3.2 脂肪酸和氨基酸营养价值评价

脂肪酸是维持细胞的正常生理功能所不可或缺的营养物质，在人体中具有酯化胆固醇、降低血液黏稠度及提高脑细胞活性等生理功能。印尼拟松鲷的 UFA 总含量为 69.34%，高于尼罗罗非鱼、布氏罗非鱼(赵婷婷等, 2015)、草鱼、短须裂腹鱼(王崇等, 2017)和诸氏鲮虾虎鱼(李建军等, 2013)等经济鱼类，其中，油酸和亚油酸含量较高，分别为 23.99%和 10.56%，远高于短须裂腹鱼和布氏罗非鱼等经济鱼类(赵婷婷等, 2015；王崇等, 2017)。油酸能够显著降低血液中的总胆固醇和有害胆固醇，降低低密度脂蛋白(LDL-C)水平以及冠状心脏病的发生几率(徐善良等, 2012)。亚油酸可在体内衍生为花生四烯酸(C20:4)，显著降低血液中的胆固醇含量，有效改善血液循环，抑制动脉粥样硬化，预防心血管疾病的发生(赵婷婷等, 2015)。PUFA 具有明显的降血脂、降血压和抗肿瘤等功效，在促进神经系统视觉系统的发育，防治心血管疾病、抗癌和抗炎等方面具有积极作用(赵亭亭等, 2018；贡艺等, 2018)。此外，高含量 PUFA 可显著增加鲜香味，并在一定程度上显示肌肉的多汁性(徐革锋等, 2013)，印尼拟松鲷的 PUFA 总量为 34.72%，高于短须裂腹鱼(20.12%)(柳学周等, 2017；王崇等, 2017)、黄条鲮(26.14%)和黄斑蓝子鱼(28.28%)(庄平等, 2008)。DPA 和 DHA 属于 PUFA，印尼拟松鲷的 DPA 和 DHA 含量分别为 5.1%和 8.5%，也远高于短须裂腹鱼和布氏罗非鱼等经济鱼类(赵婷婷等, 2015；王崇等, 2017)，脂肪酸含量配比说明印尼拟松鲷是一种健康的膳食鱼类。

饲料蛋白质的氨基酸组成有着和机体自身氨基酸组成特征相似的特征，因此，可依据鱼类肌肉营养成分的特征分析，推算其对饲料营养成分的需要量(邴旭文等, 2006)，如通过报道鲤肌肉蛋白质中所需氨基酸含量来推算其必需氨基酸需求量等(Ogino, 1980)。目前，印尼拟松鲷养殖主要以健康的鲮

(*Cirrhinus molitorella*)和麦瑞加拉野鲮(*Cirrhinus mrigala*)为主要饵料，以新鲜小河虾(*Macrobrachium nipponense*)和食蚊鱼(*Gambusia affinis*)作为健康苗种为补充饵料，尚没有符合该鱼营养特征的专用配合饲料。根据本研究对印尼拟松鲷营养特征的研究，可推测该鱼对必需氨基酸的需求水平，为鱼类配合饲料中氨基酸的平衡模式提供数据基础。

研究表明，印尼拟松鲷肌肉中的蛋白质含量较高，必需氨基酸和鲜味氨基酸含量丰富，氨基酸种类齐全，是一种高质量的鱼类蛋白源。根据 AAS 和 CA 分值，可见印尼拟松鲷的第一和第二限制性氨基酸为蛋氨酸和缬氨酸。此外，印尼拟松鲷肌肉脂肪含量较高，口感鲜度和营养价值俱佳，是兼具较高观赏价值和食用价值的可开发鱼类品种，今后可开展印尼拟松鲷的全人工繁育及养殖技术研发。

参 考 文 献

- Acharya, G, Mohanty PK. Effect of sex on haemocytobiochemical profiling of silver tiger fish (*Daniooides polota* Hamilton, 1822). *Comparative Clinical Pathology*, 2018, 27(5): 1335–1342
- Bing XW, Zhang XZ. Evaluation of nutritional components and nutritive quality of the muscle of *Oxyeleotris marmoratus* Bleeker. *Periodical of Ocean University of China*, 2006, 36(1): 107–111 [邴旭文, 张宪中. 斑驳尖塘鳢肌肉营养成分与品质的评价. *中国海洋大学学报*, 2006, 36(1): 107–111]
- Chen T, Li WF. Analysis of muscle nutrients of *Lutjanus erythropterus*. *Transactions of Oceanology and Limnology*, 2016(6): 67–72 [陈涛, 李伟峰. 红鳍笛鲷肌肉营养成分分析. *海洋湖沼通报*, 2016(6): 67–72]
- Cui LL, Leng Y, Miao XJ, et al. Evaluation of nutrient quality and composition in the muscle of *Triplophysa venusta*. *Journal of Hydroecology*, 2016, 37(2): 70–75 [崔丽莉, 冷云, 缪祥军, 等. 秀丽高原鳅肌肉营养成分分析与品质评价. *水生态学杂志*, 2016, 37(2): 70–75]
- Fan JJ, Zhu B, Bai JJ, et al. Dressing rate and nutritional composition in muscle of crucian carp hybrid *Carassius auratus* Var. *Pengzenensis* ♀ × *Cyprinus acutidorsalis* Wang ♂. *Journal of Dalian Ocean University*, 2018, 33(3): 347–352 [樊佳佳, 朱冰, 白俊杰, 等. 白金丰产鲫含肉率及肌肉营养成分分析. *大连海洋大学学报*, 2018, 33(3): 347–352]
- Gong Y, Li YK, Chen L, et al. A comparative analysis of fatty acid profiles in muscle of *Dosidicus gigas* from different harvest locations in the eastern Pacific Ocean. *Progress in Fishery Sciences*, 2018, 39(6): 147–154 [贡艺, 李云凯, 陈玲, 等. 东太平洋不同海区茎柔鱼肌肉脂肪酸组成分析与比较. *渔业科学进展*, 2018, 39(6): 147–154]

- Huang W, Zhang ZH, Shi YH, *et al.* Analysis and evaluation of nutritional components in muscle of cultured *Synechogobius ommaturus*. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2014, 26(9): 2866–2873 [黄薇, 张忠华, 施永海, 等. 养殖斑尾复虾虎鱼肌肉营养成分的分析和评价. 动物营养学报, 2014, 26(9): 2866–2873]
- Li JJ, Zheng WQ, Chen XQ, *et al.* Analysis of nutritional components and flesh content of *Mugilogobius chulae*. Chinese Journal of Comparative Medicine, 2013, 23(12): 35–39 [李建军, 郑伟强, 陈小曲, 等. 诸氏鲷虾虎鱼含肉率及肌肉营养成分分析. 中国比较医学杂志, 2013, 23(12): 35–39]
- Liu XZ, Xu YJ, Li R, *et al.* Analysis and evaluation of nutritional composition of the muscle of yellowtail kingfish (*Seriola aureovittata*). Progress in Fishery Sciences, 2017, 38(1): 128–135 [柳学周, 徐永江, 李荣, 等. 黄条鲷(*Seriola aureovittata*)肌肉营养组成分析与评价. 渔业科学进展, 2017, 38(1): 128–135]
- Ogino C. Requirements of carp and rainbow trout for essential amino acids. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 1980, 46(2): 171–174
- Shao WH, Fan QX, Zhang CM, *et al.* Comparative analysis of nutritive composition in muscle of "Huangyou No.1", yellow catfish and darkbarbel catfish. Journal of Huazhong Agricultural University, 2018, 37(2): 76–82 [邵韦涵, 樊启学, 张诚明, 等. 黄颡鱼、瓦氏黄颡鱼及"黄优 1 号"肌肉营养成分比较. 华中农业大学学报, 2018, 37(2): 76–82]
- Tang X, Xu GC, Xu P, *et al.* A comparison of muscle nutrient composition between wild and cultured *Coilia nasus*. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2011, 23(3): 514–520 [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. 动物营养学报, 2011, 23(3): 514–520]
- Wang C, Liang YQ, Zhang Y, *et al.* Nutrient content and quality of *Schizothorax wangchiachii*. Journal of Hydroecology, 2017, 38(4): 96–100 [王崇, 梁银铨, 张宇, 等. 短须裂腹鱼营养成分分析与品质评价. 水生态学杂志, 2017, 38(4): 96–100]
- Wang L, Chen ZZ, Gao JZ, *et al.* The complete mitochondrial genome of Mekong tiger fish *Datnioides undecimradiatus* (Roberts & Kottelat, 1994). Mitochondrial DNA Part B, Resoures, 2016a, 1(1): 367–368
- Wang L, Chen ZZ, Gao JZ, *et al.* The complete mitochondrial genome of Indonesian tiger fish *Datnioides microlepis* (Bleeker 1854). Mitochondrial DNA Part B, 2016b, 1(1): 328–329
- Wang L, Chen ZZ, Leng XJ, *et al.* Comparison of muscle composition of wild and cultured discus fishes *Symphysodon* spp. Journal of Shanghai Ocean University, 2016, 25(5): 719–725 [王磊, 陈再忠, 冷向军, 等. 野生及人工养殖七彩神仙鱼肌肉成分的比较. 上海海洋大学学报, 2016, 25(5): 719–725]
- Wang SY, Zheng YH, Tang HY, *et al.* Analysis and evaluation for the nutrition components of *Schizothorax griseus* muscles. Freshwater Fisheries, 2018, 48(2): 80–86 [王思宇, 郑永华, 唐洪玉, 等. 灰裂腹鱼肌肉营养分析与评价. 淡水渔业, 2018, 48(2): 80–86]
- Xie WP, Zhu XP, Chen KC, *et al.* Comparison of nutritional composition in muscle of four tilapias. Acta Nutrimenta Sinica, 2014, 36(4): 409–411 [谢文平, 朱新平, 陈昆慈, 等. 四种罗非鱼营养成分的比较. 营养学报, 2014, 36(4): 409–411]
- Xu GF, Wang YY, Bai QL, *et al.* Analysis of nutrient components and evaluation of nutritive quality in muscle of *Lota lota* (Linnaeus). Chinese Journal of Animal Nutrition, 2013, 25(12): 3027–3032 [徐革锋, 王裕玉, 白庆利, 等. 江鲢肌肉营养成分分析与品质评价. 动物营养学报, 2013, 25(12): 3027–3032]
- Xu SL, Wang DL, Xu JL, *et al.* Analysis and evaluation of nutritional components in muscle of *Pampus argenteus*, *P. cinereus* and *P. sinensis* form the east China Sea. Oceanologia et Limnologia Sinica, 2012, 43(4): 775–782 [徐善良, 王丹丽, 徐继林, 等. 东海银鲳(*Pampus argenteus*)、灰鲳(*P. cinereus*)和中国鲳(*P. sinensis*)肌肉主要营养成分分析与评价. 海洋与湖沼, 2012, 43(4): 775–782]
- You HZ, Li WW, Xia SD, *et al.* Dressing rate and nutrient components in muscle of spotted knifejaw *Oplegnathus punctatus*. Journal of Dalian Ocean University, 2016, 31(2): 174–179 [尤宏争, 李文雯, 夏苏东, 等. 斑石鲷含肉率与肌肉营养成分分析. 大连海洋大学学报, 2016, 31(2): 174–179]
- Zhao TT, Zhang Y, Chen C, *et al.* Analysis of nutrient components and evaluation of nutritive quality in flesh of three species of cultured groupers. Progress in Fishery Sciences, 2018, 39(6): 89–96 [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. 渔业科学进展, 2018, 39(6): 89–96]
- Zhao TT, Liu Y, Wang XJ, *et al.* Analysis and assessment for nutritional components of *Tilapia buttikoferi*. Journal of Hunan Agricultural University (Natural Sciences), 2015, 41(2): 184–189 [赵婷婷, 刘奕, 汪学杰, 等. 布氏罗非鱼肌肉营养成分分析与评价. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2015, 41(2): 184–189]
- Zhou CW, Lei L, Deng XX, *et al.* Nutritional composition analysis and evaluation of *Ophicephalus argus* and *Opniocephalus argus* var. Freshwater Fisheries, 2018, 48(3): 83–89 [周朝伟, 雷骆, 邓星星, 等. 乌鳢与白乌鳢肌肉营养成分分析与评价. 淡水渔业, 2018, 48(3): 83–89]
- Zhu B, Fan JJ, Bai JJ, *et al.* Comparison and analysis of nutritional composition in gold grass carp and grass carp muscle. Marine Fisheries, 2017, 39(5): 539–547 [朱冰, 樊佳佳, 白俊杰, 等. 金草鱼肌肉品质和营养成分分析及评价. 海洋渔业, 2017, 39(5): 539–547]
- Zhuang P, Song C, Zhang LZ, *et al.* Evaluation of nutritive quality and nutrient components in the muscle of *Siganus oramin*. Journal of Fisheries of China, 2008, 32(1): 77–83 [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. 水产学报, 2008, 32(1): 77–83]

Analysis and Assessment for Nutritional Components of the Muscle of *Datnioides pulcher*

SONG Hongmei¹, QU Zhengwei², WANG Xuejie¹, MU Xidong¹,
LIU Chao¹, LIU Yi¹, LAI Mingxin¹, HU Yinchang¹①

(1. Pearl River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Key Laboratory of Recreational Fisheries, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Guangdong Modern Leisure Fisheries Engineering Technology Center, Guangzhou 510380; 2. College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306)

Abstract To analyze and conduct a scientific evaluation of nutritional value of *Datnioides pulcher*, the common nutrient components, amino acid composition, and acid composition in muscle of *D. pulcher* were determined on the basis of conventional nutritional components analysis. Then comparison was made between the fish and some economic fishes from the same family and other freshwater fishes with common quality. The results showed that the content of moisture, crude protein, crude fat, and crude ash in the fresh muscle of *D. pulcher* was 65.6%, 19.6%, 7.6%, and 1.3%, respectively. Sixteen kinds of amino acids of *D. pulcher* were found in dry muscle, of which seven were essential amino acids (EAA). In dry muscle, the total amino acid (TAA) content was 18.72%, the content was 6.81%, and the ratio of EAA to TAA was 36.09%. The essential amino acid index (EAAI) was 79.46%, which met the high-quality protein standard established by the Food and Agriculture Organization and World Health Organization (FAO/WHO). According to the amino acids score (AAS) and chemical score (CS), the first and second limiting amino acids were Val and Met, respectively, and the EAAI of *D. pulcher* was 79.46. The flavor amino acid (FAA) content was 42.15%. There were 16 kinds of unsaturated fatty acids (UFA), which accounted for 68.41% of muscle, among which oleic acid and linoleic acid, with richness in docosahexaenoic acid (DHA) and docosapentaenoic acid (DPA), were 23.99% and 10.56%, respectively; meanwhile, DHA and DPA (relatively lacking in fish oil) contents were 8.5% and 5.1%, respectively. Results of the comprehensive analysis showed that the contents of amino acids and UFA in muscle of *D. pulcher* are higher, and the composition of amino acids is reasonable. Thus, *D. pulcher* is a high-quality fish with high ornamental value as well as edible value, and offers good prospects for exploitation and utilization.

Key words *Datnioides pulcher*; Muscle; Nutritional components

① Corresponding author: HU Yinchang, E-mail: huyc22@163.com