

野生波纹唇鱼 *Cheilinus undulates* 营养成分分析与评价

区又君, 李加儿

(中国水产科学研究院南海水产研究所, 广东 广州 510300)

摘要: 该研究测定了野生波纹唇鱼 *Cheilinus undulates* 肌肉的营养成分。结果显示, 波纹唇鱼肌肉(鲜样)的水分、粗蛋白、粗脂肪和粗灰分的含量分别为 80.97%、18.38%、0.10%和 0.49%。肌肉中含有 18 种氨基酸, 总量为 15.70%(鲜重), 必需氨基酸含量占氨基酸总量的 39.37%, 必需氨基酸的组成符合 FAO/WHO 的标准。氨基酸的支/芳值为 2.5654, 接近正常人的支/芳值; 依据氨基酸评分(AAS)结果, 第一限制性氨基酸为苏氨酸(Thr), 第二限制性氨基酸为色氨酸(Trp); 必需氨基酸指数(EAAI)为 68.46; 4 种鲜味氨基酸(SAA)的总量为 31.85%。脂肪酸中二十碳五烯酸(EPA) + 二十二碳六烯酸(DHA)的含量为 21.86%。含有人体所必需的钠、钾、钙、镁、铁、铜、锌等元素, 表明波纹唇鱼具有较高的营养价值。

关键词: 波纹唇鱼 *Cheilinus undulates*; 生化组成; 氨基酸; 脂肪酸; 矿物质和微量元素

中图分类号: S965 文献标识码: A 文章编号: 1009-5470(2010)03-0097-06

Analysis and evaluation of nutrition composition of double-headed parrotfish *Cheilinus undulates*

OU You-jun, LI Jia-er

(South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China)

Abstract: Nutritive composition in muscle of wild double-headed parrotfish *Cheilinus undulates* was investigated in this study. Results showed that the contents of moisture, crude protein, crude lipid, and crude ash in fresh muscle of *C. undulates* were 80.97%, 18.38%, 0.10% and 0.49%, respectively. A total of 18 kinds of common amino acid in the muscle was detected with the 15.7%(wet weight); the content of essential amino acids was 39.37% of the total ones, which met the Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization (FAO/WHO) standard. The ratio of branch-chain amino acids to aromatic amino acids was 2.5654, close to the normal value of that in human. According to nutritive evaluation in amino acid score(AAS), the first limited amino acid was threonine (Thr), the second was tryptophane (Trp), and the value of essential amino acid index (EAAI) was 68.46. The total content of four smelled amino acids was 31.85%. The content of EPA + DHA in fatty acids was 21.86%. The elements of Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn were found in muscle, which were essential for the human. In conclusion, this research indicated that *C. undulates* is a nutritive sea-food fish.

Key words: double-headed parrotfish *Cheilinus undulates*; biochemical composition; amino acid; fatty acid; mineral and trace element

波纹唇鱼 *Cheilinus undulates*, 俗称苏眉、龙王鲷、海哥龙王, 隶属鲈形目(Perciformes)、隆头鱼科(Labridae)、唇鱼属, 属暖水性海水鱼类, 主要分布于红海、印度洋非洲沿海至太平洋西部和中部, 我国产于南海、台湾海峡^[1]。近年因自然资源急速下降临近灭绝的边缘, 因此被世界自然资源保护联盟

(IUCN)《濒危物种红色名录》列为“易危”等级, 指其种群数目被认为在十年或三个世代的时间以20%的速度递减^[2], 向全世界警示挽救该物种的迫切性。波纹唇鱼因其体形大、经济价值高而深受国内名贵海水鱼类养殖业的特别关注, 但到目前为止国内外有关波纹唇鱼研究的文献不多^[3]。本文利用

收稿日期: 2009-01-21; 修订日期: 2009-05-31。刘学东编辑

基金项目: 国家高技术研究发展计划“863”项目(2006AA10A414)

作者简介: 区又君(1964—), 女, 广东省江门市人, 研究员, 从事鱼类生物学与水产增养殖技术研究。E-mail: ouyoujun@126.com

生物化学分析方法, 分析波纹唇鱼肌肉的营养成分, 旨在为该鱼的养殖和利用提供基础资料。

1 材料和方法

1.1 材料

实验用的野生波纹唇鱼于 2007 年 6 月采自广州市黄沙水产市场、体色和体表正常的健康活鱼, 共 5 尾, 体重 450—536g。将鱼去皮, 取背部肌肉剪碎, 混合成一个样品, 用称量瓶准确称量少量样品用作测定肌肉中的水分, 其余样品置于 100—105 °C 烘箱烘至恒重后粉碎, 装入瓶中置于干燥器内保存备用。每个样品的各种成分重复测定 2—3 次。

1.2 营养成分检测方法

1.2.1 水分测定

采用 105 °C 烘箱干燥法(GB/T6435-1986)。

1.2.2 蛋白质测定

采用微量凯氏定氮法(GB/T5009.5-2003)。

1.2.3 脂肪测定

采用索氏抽提法(GB/T5009.6-2003)。

1.2.4 灰分测定

采用 550 °C 干法灰化法(GB/T6438-1994)。

1.2.5 氨基酸测定

采用日立 835-50 型高速氨基酸分析仪(GB/T5009.124-2003)。

1.2.6 脂肪酸测定

采用 GC/MS 面积归一化法(石油醚提取, JY/T 003-1996 测定)。

1.2.7 微量元素测定

采用 Varian 220FSO 火焰原子吸收光谱仪和 Varian 220Z 石墨炉原子吸收光谱仪, 按 JY/T 023-1996 石墨炉原子吸收分光光度方法通则测定。

检测所用的试剂均为分析纯。

1.3 营养品质评价方法

采用 FAO/WHO1973 年建议的氨基酸评分标准模式^[4]以及中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所提出的全鸡蛋蛋白质的氨基酸模式^[5], 对波纹唇鱼肌肉的营养品质进行评价。蛋白质的氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)、必需氨基酸指数(EAAI)^[6]、氨基酸的支/芳值(BCAA/AAA)^[7]及公式如下:

(1) 氨基酸评分(AAS)=试验样品中某种必需氨基酸含量 × 100/FAO/WHO 评分标准模式中同种必需氨基酸含量;

(2) 化学评分(CS)=试验样品中某种必需氨基酸含量 × 100/全鸡蛋蛋白质中同种必需氨基酸含量;

(3) 必需氨基酸指数(EAAI)= [(赖氨酸^t/赖氨酸^s × 100) × (亮氨酸^t/亮氨酸^s × 100) × × (缬氨酸^t/缬氨酸^s × 100)]^{1/n},

式中: n 为比较的氨基酸数, t 为试验样品氨基酸, s 为全鸡蛋蛋白质中同种氨基酸;

(4) 氨基酸的支/芳值(BCAA/AAA) = (缬氨酸 + 亮氨酸 + 异亮氨酸)/(苯丙氨酸 + 酪氨酸)。

2 结果与分析

2.1 主要营养成分

波纹唇鱼与几种海水鱼类肌肉的水分、粗蛋白、粗脂肪和粗灰分的测定结果见表 1。由表 1 可见, 波纹唇鱼粗蛋白含量为 18.38%, 在所比较的几种海水鱼类中, 属中上水平, 低于黄斑篮子鱼(19.64%)、点带石斑鱼(19.14%)、鲷鱼(19.21%)及大黄鱼(18.90%), 高于黑鲷(13.12%)和斜带髯鲷(13.86%); 其粗脂肪含量为 0.10%, 低于其他几种鱼。总体看来, 该鱼的营养成分属高蛋白低脂肪类型。

表 1 波纹唇鱼与几种海水鱼类的肌肉营养成分比较(鲜重; %)

Tab. 1 Comparisons of nutrient contents of muscle in *C. undulates* with other seawater fishes(wet weight; %)

种类	水分	粗蛋白	粗脂肪	粗灰分
波纹唇鱼 <i>C. undulates</i>	80.97	18.38	0.10	0.49
点带石斑鱼 ^[6] <i>Epinephalus malabaricus</i>	76.63	19.14	1.41	0.99
大黄鱼 ^[8] <i>Pseudosciaena crocea</i>	75.30	18.90	3.11	0.95
鲷鱼 ^[9] <i>Mugil cephalus</i>	73.82	19.21	6.91	1.05
黑鲷 ^[10] <i>Sparus macrocephalus</i>	81.18	13.12	2.53	1.21
斜带髯鲷 ^[10] <i>Hapalogencyus nitens</i>	80.25	13.86	2.03	1.11
黄斑篮子鱼 ^[11] <i>Signanus oramin</i>	74.52	19.64	4.71	1.09

2.2 氨基酸组成与营养品质

2.2.1 氨基酸组成

波纹唇鱼肌肉蛋白质的氨基酸组成测定结果如表 2 所示。波纹唇鱼的氨基酸总量为 15.70%(占鲜重样品)。在所测定的 18 种氨基酸中, 谷氨酸(Glu)的含量最高, 为 2.6056%, 占氨基酸总量的 16.60%; 胱氨酸(Cys)的含量最低, 为 0.1058%, 仅占氨基酸总量的 0.67%。同时可见, 赖氨酸(Lys)的含量也非常丰富, 占氨基酸总量的 8.89%, 仅次于谷氨酸和天门冬氨酸(Asp)。

表 2 表明, 波纹唇鱼肌肉含有 8 种人体所需的必需氨基酸, 种类较齐全; 必需氨基酸含量与氨基

表 2 波纹唇鱼肌肉的氨基酸组成(%)

Tab. 2 Composition of amino acids in muscle of *C. undulatus* (%)

氨基酸	含量(鲜重)	含量(干重)
天门冬氨酸 Asp	1.6407	8.62
苏氨酸 Thr*	0.6034	3.17
丝氨酸 Ser	0.4181	2.20
谷氨酸 Glu	2.6056	13.69
脯氨酸 Pro	0.5659	2.97
甘氨酸 Gly	0.8092	4.25
丙氨酸 Ala	1.0072	5.29
胱氨酸 Cys	0.1058	0.56
缬氨酸 Val*	0.7942	4.17
蛋氨酸 Met*	0.4823	2.53
异亮氨酸 Ile*	0.7608	4.00
亮氨酸 Leu*	1.3737	7.22
酪氨酸 Tyr	0.5185	2.72
苯丙氨酸 Phe*	0.6231	3.27
赖氨酸 Lys*	1.3961	7.34
氨 NH ₃	0.2406	1.26
组氨酸 His**	0.3048	1.60
色氨酸 Trp*	0.1498	0.79
精氨酸 Arg**	1.0299	5.41
牛磺酸 Tau	0.2748	1.44
氨基酸总量 total amino acid	15.7047	82.53
必需氨基酸总量	6.1834	32.49
半必需氨基酸总量	1.3347	7.0137
非必需氨基酸总量	7.6710	40.3100
EAA/TAA(%)	39.37	39.37
EAA/NEAA(%)	80.6075	80.6075
EAA/(NEAA+HEAA)(%)	68.6686	68.6686
BCAA/AAA	2.5654	2.5654

注: *为必需氨基酸, **为半必需氨基酸; TAA 为氨基酸总量, EAA 为必需氨基酸总量, HEAA 为半必需氨基酸总量, NEAA 为非必需氨基酸总量, BCAA 为支链氨基酸总量, AAA 为芳香族氨基酸总量。

酸总量之比(EAA/TAA)为 39.37%, 必需氨基酸与非必需氨基酸之比(EAA/NEAA)为 80.6075%, 而必需氨基酸与半必需氨基酸与非必需氨基酸之和的比值(EAA/(NEAA+HEAA))则为 68.6686%。依据 FAO/WHO 的模式, 在优质蛋白质的氨基酸组成中, 其 EAA/TAA 比值约为 40%, 而 EAA/NEAA 比值则高于 60%。本研究的测定结果表明, 波纹唇鱼肌肉的必需氨基酸组成符合上述指标的要求。表 2 还显示, 波纹唇鱼肌肉氨基酸的支/芳值为 2.5654。

2.2.2 必需氨基酸组成

波纹唇鱼肌肉必需氨基酸组成及评价结果见表 3。从表 3 可见, 波纹唇鱼肌肉必需氨基酸的氨基酸评分(AAS)中, 异亮氨酸、亮氨酸和赖氨酸均达到 1 (100 分)或大于 1(100 分), 苯丙氨酸+酪氨酸(Phe+Tyr)为 99 分, 其余 50%的评分也在 0.79(79 分)以上, 化学评分(CS)均达到或大于 0.5(50 分)。这表明该鱼肌肉必需氨基酸组成与人体需求模式(FAO/WHO 评分模式)相对平衡, 而且含量也比较丰富。特别是赖氨酸(Lys), 其含量均超过 FAO/WHO 评分模式和鸡蛋蛋白质中相应含量。

依据氨基酸评分(AAS)结果, 波纹唇鱼肌肉的第一限制性氨基酸为苏氨酸(Thr), 第二限制性氨基酸为色氨酸(Trp)。而根据化学评分(CS)结果, 则第一限制性氨基酸为色氨酸(Trp)和蛋氨酸+胱氨酸(Met+Cys), 第二限制性氨基酸为缬氨酸(Val)。经计算, 波纹唇鱼的必需氨基酸指数(EAAI)为 68.46。

2.2.3 鲜味氨基酸

波纹唇鱼肌肉中的鲜味氨基酸包括 2 种呈鲜味的特性氨基酸天门冬氨酸(Asp)和谷氨酸(Glu)以及 2 种呈甘味的特性氨基酸甘氨酸(Gly)和丙氨酸(Ala)。由表 4 可以看出, 这 4 种氨基酸的含量按高低顺序排列为谷氨酸(Glu)>天门冬氨酸(Asp)>丙氨酸(Ala)>甘氨酸(Gly)。与其他海水鱼类相比, 波纹唇鱼肌肉中所含的鲜味氨基酸总量高于鲮鱼和黄斑篮子鱼, 但低于点带石斑鱼和大黄鱼。

2.3 脂肪酸的组成

波纹唇鱼肌肉的脂肪酸组成见表 5。由表 5 可见, 波纹唇鱼肌肉总共检测出 23 种脂肪酸, 其中棕榈酸的含量最高, 十五酸的含量最低; 不饱和脂肪酸的含量为 37.88%, 饱和脂肪酸的含量为 60.93%, 不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸的含量的比值为 0.63, 但二十碳五烯酸(EPA)+ 二十二碳六烯酸(DHA)的含量较高, 达到 21.86%。

表 3 波纹唇鱼肌肉蛋白必需氨基酸组成的评价(%)

Tab. 3 Evaluation of composition of essential amino acids in muscle protein of *C. undulates*(%)

必需氨基酸	波纹唇鱼 <i>C. undulates</i>	FAO/WHO 评分模式	鸡蛋蛋白	氨基酸评分(AAS)	化学评分 (CS)
苏氨酸 Thr	1.9813	2.50	2.92	0.79*	0.68
缬氨酸 Val	2.6063	3.10	4.10	0.84	0.64**
蛋氨酸+胱氨酸 Met+Cys	1.9313	2.20	3.86	0.88	0.50*
异亮氨酸 Ile	2.5	2.5	3.31	1.00	0.76
亮氨酸 Leu	4.5125	4.4	5.34	1.03	0.85
苯丙氨酸+酪氨酸 Phe+Tyr	3.7438	3.8	5.65	0.99	0.66
赖氨酸 Lys	4.5875	3.40	4.41	1.35	1.04
色氨酸 Trp	0.4938	0.60	0.99	0.82**	0.50*

注: *为第一限制性氨基酸, **为第二限制性氨基酸。

表 4 波纹唇鱼肌肉中鲜味氨基酸的组成与其他海水鱼类的比较(干重; %)

Tab. 4 Composition of smelled amino acids in muscle of *C. undulates* and comparison with other seawater fishes (dry weight; %)

鲜味氨基酸	波纹唇鱼 <i>C. undulates</i>	点带石斑鱼 <i>E. malabaricus</i> ^[7]	鲮鱼 <i>M. cephalus</i> ^[9]	黄斑篮子鱼 <i>S. oramin</i> ^[11]	大黄鱼 <i>P. crocea</i> ^[8]
天门冬氨酸 Asp	8.62	10.40	7.73	6.57	9.11
谷氨酸 Glu	13.69	14.72	11.27	9.55	16.72
甘氨酸 Gly	4.25	5.17	3.79	3.44	4.61
丙氨酸 Ala	5.29	6.20	4.59	4.80	5.96
鲜味氨基酸总量	31.85	36.49	27.38	24.36	36.40

表 5 波纹唇鱼肌肉的脂肪酸组成(干重; %)

Tab. 5 Composition of fatty acids in muscle of *C. undulates* (dry weight; %)

脂肪酸	含量
十二酸 Dodecanoic acid	0.34
十三酸 Tridecanoic acid	0.18
十四酸 Tetradecanoic acid	3.57
十五酸 Pentadecanoic acid	0.15
十六酸 Palmitic acid	22.00
十七酸 Heptadecanoic acid	2.95
十八酸 Stearic acid	12.58
十九酸 Nonadecanoic	15.53
二十酸 Eicosanoic acid	0.82
二十二酸 Docosanoic acid	2.81
饱和脂肪酸 SFA	60.93
十六碳一烯酸 Hexadecenoic acid	4.34
十七碳一烯酸 Heptadecenoic acid	1.01
油酸 Oleic acid	0.61
二十碳一烯酸 Eicosenoic acid	0.69
单不饱和脂肪酸 MUFA	6.65
亚油酸 Linoleic acid	1.52
亚麻酸 Linolenic acid	1.05
二十碳二烯酸 Eicosadienoic acid	0.49
二十碳四烯酸 Arachidonic acid	1.20
二十碳五烯酸 Eicosapentaenoic acid	9.21
二十二碳三烯酸 Docosatrienoic acid	2.04
二十二碳四烯酸 Docosatetraenoic acid	1.58
二十二碳五烯酸 Docosapentaenoic acid	1.49
二十二碳六烯酸 Docosahexaenoic acid	12.65
多不饱和脂肪酸 PUFA	31.23
二十碳五烯酸+二十二碳六烯酸	21.86

2.4 矿物质和微量元素

对波纹唇鱼肌肉中 7 种微量元素(铁、铜、锰、锌、铬、钴和硒)及 4 种常量元素(钙、镁、钾和钠)含量进行测定, 结果如表 6 所示。波纹唇鱼肌肉含有人体所必需的钠、钾、钙、镁、铁、铜、锌等元素, 含量也比较丰富。按照 HILL 和 MATRON 提出的“理化性质相似的元素, 其生物学功能是相互拮抗的”, 且这种拮抗作用通常发生在 Zn:Cu>10, Zn:Fe>1 的情况下^[12], 波纹唇鱼肌肉微量元素比例, Zn:Cu 为 6.96, Zn:Fe 为 0.97, 可见, 波纹唇鱼肌肉的铜铁锌比值较合适。

3 讨论

3.1 营养成分

鱼类营养价值的高低主要决定于鱼肉蛋白质和脂肪含量的多少^[11]。本研究结果显示, 波纹唇鱼肌肉主要生化指标与几种海水鱼类比较, 粗蛋白含量相对较高, 但其粗脂肪含量偏低(0.10%), 粗灰分含量也较低(0.49%)。有学者认为, 适口性良好的鱼类肌肉, 其含脂量通常为 3.5%—4.5%; 而在一定的范围内, 鱼肌肉的脂肪含量与肉品的风味呈正相关, 即肉品风味随着肌肉脂肪含量提高而持续改变, 当鱼体中的灰分含量高达 4.45%时, 可能会影响口感^[7]。波纹唇鱼肌肉的这种高蛋白、低脂肪和低灰分的营养生化特性使其在被摄入人体后, 多余的蛋

表 6 波纹唇鱼肌肉的矿物质和微量元素含量(mg·kg⁻¹)Tab. 6 Composition of mineral and trace elements in muscle of *C. undulatus*(mg·kg⁻¹)

元素	钙	镁	钾	钠	铁*	铜*	锰*	锌*	铬*	钴*	硒*
含量(干重)	175	1.34 × 10 ³	1.10 × 10 ⁴	1.84 × 10 ³	16.2	2.27	未检出	15.8	0.574	6.33 × 10 ⁻²	2.75 × 10 ⁻²

注: * 表示微量元素。

白质不易以能量的形式贮存在体中, 这不失为一种理想的健康水产食品。

另一方面, 从表 1 可见, 几种海水鱼类的粗蛋白含量相差比较大, 作者认为, 除了种间差异之外, 还与各种类所处的生态环境以及生理状态有关, 同时, 可能还与检测手段不同有关, 测定的方法有凯氏定氮法、Folin-酚试剂法等^[7,10]。

3.2 氨基酸种类组成和含量

在营养方面, 人们不仅注意各种食品蛋白质的含量, 而且尤其关注其质量。蛋白质是由氨基酸组成的, 氨基酸的总量及人体所必需氨基酸的含量决定了蛋白质的营养价值。因此, 氨基酸的种类组成不仅决定了鱼肉蛋白质的结构、性质及品质, 也决定了鱼肉在烹调或加工保存过程中的特有风味。本研究结果显示, 波纹唇鱼肌肉的氨基酸模式符合 FAO/WHO 的理想模式, 肉味鲜美, 各项评价指标均接近正常人的水平。另外, 本研究还测算了波纹唇鱼肌肉支链氨基酸和芳香族氨基酸含量的比值, 高支、低芳氨基酸混合物具有保肝作用, 正常人和哺乳类的支/芳值为 3—3.5, 当肝脏受到损伤时, 则支/芳值降到 1.0—1.5^[13]。本研究测算结果(2.5654)接近正常人的支/芳值, 说明波纹唇鱼的蛋白质营养价值比较高, 属于一种优质的海产蛋白源。此外, 具有多种重要生理功能的牛磺酸也具有一定含量。

3.3 脂肪酸种类组成和含量

在波纹唇鱼肌肉中总共检测出 23 种脂肪酸, 与其他水产动物相比较, 波纹唇鱼肌肉的脂肪酸种类组成和含量有较大的差异, 不饱和脂肪酸的含量低于饱和脂肪酸的含量, 不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸的含量的比值仅为 0.63, 远低于一些鱼类(如点带石斑鱼为 1.54^[6], 鲷鱼为 1.43^[9], 日本七鳃鳗 *Lampertra*

japonica 为 1.75^[14], 大菱鲆 *Scophthalmus maxiaus* 为 1.56^[15])及贝类(如管角螺 *Hemifusus tuba* 为 1.32, 翡翠贻贝 *Penere viridis* 为 1.39, 九孔鲍 *Haliotis diversicolor aquatilis* 为 1.18)^[16]。然而, 波纹唇鱼不饱和脂肪酸中的二十碳五烯酸(EPA) + 二十二碳六烯酸(DHA)的含量并不低, 达到 21.86%, 与大菱鲆(22.00%)^[15]、点带石斑鱼(21.88%)^[6]及管角螺(20.51%)^[16]等相当, 高于鲷鱼(14.10%)^[9]、日本七鳃鳗(0%)^[14]和糙齿海豚 *Steno bredanensis*(18.88%)^[17]。近年的研究结果显示, 二十碳五烯酸(EPA)和二十二碳六烯酸(DHA)具有降低血压、促进平滑肌收缩、扩展血管、防止动脉硬化、抑制血小板凝集、提高生物流动态活性的作用, 具有较高的营养和保健价值。

3.4 矿物质和微量元素含量

检测结果显示, 野生波纹唇鱼肌肉含有人体所必需的钠、钾、钙、镁、铁、铜、锌等元素, 含量也比较丰富, 矿物质按含量高低次序排列为: 钾(K) > 钠(Na) > 镁(Mg) > 钙(Ca), 其中 Mg 含量为 Ca 的 7.66 倍, 远高于平鲷 *Rhabdorsargus sarba*(2.75 倍)^[10]、点带石斑鱼(1.23 倍)^[6]、真鲷 *Pagrosomus major*(1.25 倍)^[10]等海水养殖鱼类, 但与糙齿海豚(4.1—6.8 倍)^[17]比较接近。有研究认为, 鱼体和水中的微量元素之间存在显著相关性^[18], 而一般海水中的 Mg/Ca 比例为 5.4^[19], 这可能是野生的波纹唇鱼和糙齿海豚 Mg/Ca 比值偏高的原因之一。至于养殖种类的 Mg/Ca 比值偏低, 尚不清楚是否与养殖鱼类所摄食的饲料中的 Mg/Ca 比例有关, 但有学者认为饲料中微量元素含量的多少应是决定养殖动物相关元素含量的主要因素。

参考文献

- [1] 孟庆闻, 苏锦祥, 缪学祖. 鱼类分类学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 787—788.
- [2] 刘柏挥, 李慧红. 亚太区活海鲜贸易鱼类辨别图鉴[M]. 香港: 世界自然(香港)基金会及香港特别行政区渔农自然护理署, 2000: 102. (ISBN 962-85401-2-2)
- [3] 区又君, 齐旭东, 李加儿. 波纹唇鱼不同组织 5 种同工酶表达的差异[J]. 南方水产, 2009, 5(2): 51—55.
- [4] Pellet P L, Young V R. Nutritional evaluation of protein foods [M]. Japan: The United National University Press, 1980.

- [5] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所. 食物成分表(全国代表值)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1991: 28-37.
- [6] 徐大为, 邢克智, 张树森, 等. 点带石斑鱼的肌肉营养成分分析[J]. 水利渔业, 2008, 28(3): 54-56.
- [7] 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.
- [8] 全成干, 王军, 丁少雄, 等. 养殖大黄鱼生化组分的分析[J]. 台湾海峡, 2000, 19(2): 197-200.
- [9] 李来好, 陈培基, 杨贤庆, 等. 鲮鱼营养成分的研究[J]. 营养学报, 2001, 23(1): 91-93.
- [10] 张纹, 苏永全, 王军, 等. 5种常见养殖鱼类肌肉营养成分分析[J]. 海洋通报, 2001, 20(4): 26-31.
- [11] 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.
- [12] 孙雷, 周德庆, 盛晓风. 南极磷虾营养评价与安全性研究[J]. 海洋水产研究, 2008, 29(2): 57-64.
- [13] 马英杰, 张志峰, 马爱军, 等. 渤海几种海产无脊椎动物蛋白质与氨基酸含量分析[J]. 海洋科学, 1999, 6: 8-10.
- [14] 张凯, 郭文场, 周玉, 等. 日本七鳃鳗营养成分分析[J]. 营养学报, 2000, 22(4): 356-357.
- [15] 王远红, 吕志花, 郑桂香, 等. 大菱鲆的营养成分分析[J]. 营养学报, 2003, 25(4): 438-440.
- [16] 朱爱意, 赵向炯, 杨运琪. 东极海区管角螺软体部的营养成分分析[J]. 南方水产, 2008, 4(2): 63-68.
- [17] 石红, 王剑河, 郝淑贤, 等. 糙齿海豚营养组成分析[J]. 南方水产, 2007, 3(5): 65-68.
- [18] 雷志洪, 徐小清, 惠嘉玉, 等. 鱼体微量元素的生态化学特征研究[J]. 水生生物学报, 1994, 18(4): 309-315.
- [19] 崛部纯男. 海水化学[M]. 崔清晨, 郁纬军译. 北京: 科学出版社, 1983.