

# 裸盖鱼(*Anoplopoma fimbria*)肌肉的营养成分分析及评价\*

刘长琳<sup>1</sup> 陈四清<sup>1①</sup> 王有廷<sup>2</sup> 秦搏<sup>1</sup> 燕敬平<sup>1</sup>  
赵法箴<sup>1</sup> 刘思玮<sup>1</sup> 刘春胜<sup>1</sup>

(1. 农业部海洋渔业可持续发展重点实验室 中国水产科学研究院黄海水产研究所 青岛 266071;  
2. 烟台海益苗业有限公司 烟台 265619)

**摘要** 采用生化方法对裸盖鱼肌肉的营养成分进行了分析,并对其营养品质进行了评价。结果显示,裸盖鱼水分含量为69.92%,粗蛋白、粗脂肪、灰分和总糖含量分别占肌肉湿重16.48%、10.64%、1.69%和1.27%。裸盖鱼肌肉(干样)中含有17种氨基酸,总量为43.81%,其中必需氨基酸与总氨基酸的比值( $W_{EAA}/W_{TAA}$ )为40.68%,必需氨基酸与非必需氨基酸的比值( $W_{EAA}/W_{NEAA}$ )为81.74%,符合FAO/WHO的理想模式;肌肉氨基酸的支/芳值( $BCAA/AAA$ )为2.51,接近人体的正常水平;鲜味氨基酸总量(FAA)为16.94%,占氨基酸总量的38.67%,高于我国北方主要海水养殖品种;第一限制性氨基酸为胱氨酸+蛋氨酸,必需氨基酸指数(EAAI)为76.35,属于氨基酸较为平衡的鱼类。裸盖鱼肌肉不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸的比值( $UFA/SEA$ )为2.81,脂肪质量较高。此外裸盖鱼肌肉营养元素丰富,P和Zn含量较高,并富含 $V_A$ 、 $V_{B6}$ 和 $V_{B3}$ 。分析认为,裸盖鱼肌肉呈味氨基酸、不饱和脂肪酸、矿物质、维生素含量丰富,味道鲜美,具有较高的营养价值和保健作用。

**关键词** 裸盖鱼;肌肉;营养成分;营养评价

**中图分类号** S965 **文献标识码** A **文章编号** 2095-9869(2015)02-0133-07

裸盖鱼(*Anoplopoma fimbria*)属于辐鳍鱼纲(Actinopterygii)、鲉形目(Scorpaeniformes)、黑鲉亚目(Anoplopomatoidei)、黑鲉科(Anoplopomatidae)、裸盖鱼属(*Anoplopoma*),主要分布于北太平洋两侧,包括日本北部、勘察加半岛的白令海海岸、阿拉斯加、加利福尼亚州等海域,属冷水性底栖鱼类。裸盖鱼鱼体延长而稍侧扁,酷似鳕鱼,所以得名为“黑鳕鱼”,同智利海鲈鱼一起经常被称为银鳕鱼。裸盖鱼肉质白嫩,富含多种营养物质,在欧洲被称为“餐桌上的营养师”,目前裸盖鱼数量较少且价格昂贵。2013年裸盖鱼被引进到我国,试养结果显示,裸盖鱼可在我国北方沿海进行养殖。

目前关于裸盖鱼的研究国外主要集中在繁殖生

物学(Solar *et al.*, 1987; Alderdice *et al.*, 1988)、渔业资源(Kimura *et al.*, 1997)、分子生物学(Elizabeth *et al.*, 2013)等方面,未见肌肉营养成分方面的报道,此外我国还未见关于裸盖鱼的相关报道。本研究对裸盖鱼的肌肉营养成分进行了分析,并与我国目前北方鲆鲽类等海水工厂化主养品种的营养成分进行比较,以期评估其开发利用价值,同时为其营养需求和配合饲料的研发提供理论依据。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 材料

5尾裸盖鱼于2013年9-10月取自烟台海益苗业

\*烟台海益苗业有限公司横向课题资助。刘长琳, E-mail: liuchl@ysfri.ac.cn

① 通讯作者: 陈四清, 研究员, E-mail: chensq@ysfri.ac.cn

收稿日期: 2014-06-23, 收修改稿日期: 2014-12-12

有限公司, 体重为 406.9–597.0 g, 全长为 35.1–38.4 cm。

## 1.2 方法

**1.2.1 样品处理** 取可食部分鱼肉, 捣碎。一部分置于 55℃ 恒温箱烘干至恒重, 另一部分冷冻干燥, 密封干燥保存备用。

**1.2.2 营养成分含量测定** 参照国家标准: 水分测定为 105℃ 烘干恒重法(GB5009.3-85); 粗蛋白测定为凯氏定氮法(GB/T5009.5-1985); 粗脂肪测定为索氏脂肪抽提法(GB/T5009.6-1985), 采用丹麦福斯公司 ST310 脂肪测定仪测定; 粗灰分测定为箱式电阻炉 550℃ 灼烧法(GB/T 5009.4-1985)。

样品经 6 mol/L HCl 水解, 充氮气后封管, 置于 110℃ 烘箱水解 24 h, 减压蒸干后定容, 应用异硫氰酸苯酯柱前衍生法, 采用 Agilent1100 液相色谱仪测定氨基酸含量。

采用安捷伦 6890N/5973 气质联用仪测定脂肪酸含量。

依据 GB/T5009–2003, 采用 Thermo Fisher Scientific ICP 等离子发射光谱仪测定常量及微量元素的含量, 其中气化元素硒(Se)采用北京海光仪器公司 AFS-9900 全自动四通道氢化物原子荧光光度计测定。

样品经皂化后, 由萃取液(50%甲醇, 40%正己烷三氯甲烷, 10%四氢呋喃)萃取, 经洗涤浓缩后用液相色谱安捷伦 1100 分析测定脂溶性维生素  $V_A$  含量。水溶性维生素  $V_{B1}$ 、 $V_{B2}$ 、 $V_{B3}$ 、 $V_{B6}$  测定分别参照 GB 5413.11、GB 5413.12、GB 5413.15、GB 5413.13–2010 测定, 样品经 0.02 mol/L HCl 提取, 0.45  $\mu$ m 膜过滤, 液相色谱安捷伦 1100 分析。

**1.2.3 能值的计算方法** 参照 Brett (1979) 提出的换算因子, 蛋白质、脂肪、总糖的比能值分别为 23.64 kJ/g、39.54 kJ/g、17.15 kJ/g。按  $Q(\text{kJ/g}) = \omega_1 \times 23.64 + \omega_2 \times 39.54 + \omega_3 \times 17.15$  公式计算肌肉的能值(钱耀森等, 2010)。式中,  $Q$  为肌肉能值,  $\omega_1$  为粗蛋白百分含量,  $\omega_2$  为粗脂肪百分含量,  $\omega_3$  为总糖百分含量。

**1.2.4 营养品质评价方法** 根据联合国粮农组织/世界卫生组织(FAO/WHO)1973 年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以下公式计算氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)(王颖等, 2013)、必需氨基酸指数(EAAI)(董辉等, 2011)、氨基酸的支/芳值[C(BCAA)/C(AAA)](刘世禄等, 2002; 区又君等, 2010):

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

$$CS = \frac{aa}{AA(\text{Egg})} \times 100$$

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

式中,  $aa$  为试验样品氨基酸含量(mg/g),  $AA(\text{FAO/WHO})$  为 FAO/WHO 评分标准模式中同种氨基酸含量(mg/g),  $AA(\text{Egg})$  为全鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量(mg/g),  $n$  为比较的必需氨基酸个数,  $A, B, C, \dots, H$  为样品肌肉蛋白质的必需氨基酸含量(% dry),  $AE, BE, CE, \dots, HE$  为全鸡蛋蛋白质的必需氨基酸含量(% dry)。

**1.2.5 数据处理** 试验数据用 Excel 和 SPSS 13.0 软件进行统计分析, 结果用平均值±标准差(Mean±SD)表示。

## 2 结果与讨论

### 2.1 一般营养成分

如表 1 所示, 裸盖鱼肌肉水分含量为 69.92%, 粗蛋白、粗脂肪、灰分和总糖含量分别占肌肉湿重的 16.48%、10.64%、1.69% 和 1.27%, 肌肉能值为 8.32 kJ/g。与其他 7 种我国北方主要海水养殖鱼类相比, 裸盖鱼肌肉中水分、粗蛋白含量最低; 粗脂肪、灰分、能值最高, 其中脂肪含量和能值远远高于其他品种; 而总糖含量也较高, 仅低于大菱鲆。

### 2.2 氨基酸含量及营养品质评价

**2.2.1 氨基酸组成** 在裸盖鱼肌肉中, 除色氨酸(Trp)在样品水解过程中被完全破坏外, 共检测到 17 种氨基酸(表 2), 氨基酸的组成较全面, 其中必需氨基酸(EAA)7 种、半必需氨基酸(HEAA)2 种、非必需氨基酸(NEAA)8 种, 谷氨酸含量最高, 而胱氨酸含量最低, 与大部分海水鱼如圆斑星鲷(王远红等, 2006)、大菱鲆(马爱军等, 2003; 梁萌青等, 2010)、梭鱼(王建新等, 2010)、鲮鱼(*Mugil cephalus*) (李来好等, 2001)、驼背鲈(*Cromileptes altivelis*) (区又君等, 2010) 和淡水鱼如鳊鱼(*Siniperca chuatsi*) (梁银铨等, 1998) 和黄颡鱼(*Pelteobagrus fulvidraco*) (黄峰等, 1999) 等一致。

**2.2.2 必需氨基酸组成** 食品中蛋白质营养价值的评定受多种因素影响, 如蛋白质含量、氨基酸种类和比例等(杨建敏等, 2003), 其中 EAA 的含量与组成是评价食物营养价值的最重要指标。根据 FAO/WHO 的理想模式, 质量较好的蛋白质其组成氨基酸的必需氨基酸占总氨基酸的比值( $W_{EAA}/W_{TAA}$ )为 40% 左右,

表 1 裸盖鱼肌肉中一般营养成分与我国北方主要养殖鱼类含量比较

Tab.1 Comparison of nutrient contents in the muscles of *A. fimbria* and the main fish farmed in the north China (wet weight, %)

种类 Species	水分 Moisture	粗蛋白 Crude protein	粗脂肪 Crude lipid	灰分 Ash	总糖 Total carbohydrate	能值 Energy value (kJ/g)	参考文献 References
裸盖鱼 <i>Anoplopoma fimbria</i>	69.92±1.45	16.48±1.03	10.64±0.65	1.69±0.12	1.27±0.08	8.32±0.56	本研究
大菱鲆 <i>Scophthalmus maximus</i>	76.55	17.72	0.57	1.16	4.00	5.10	(马爱军等, 2003)
牙鲆 <i>Paralichthys olivaceus</i>	76.02±1.75	17.90 (74.65±2.05)	3.88 (16.20±1.32)	1.25 (5.23±1.02)	0.95	5.93	(梁萌青等, 2010)
半滑舌鲷 <i>Cynoglossus semilaevis</i>	79.22	17.17	2.14	1.16	0.31	5.01	(马爱军等, 2006)
圆斑星鲽 <i>Verasper variegates</i>	76.56	19.95	1.32	1.06	1.11	5.43	(王远红等, 2006)
星突江鲈 <i>Platichthys stellatus</i>	75.22	18.93	3.51	1.24	1.10	6.05	(齐国山等, 2009)
中国花鲈 <i>Lateolabrax sp.</i>	76.77±0.03	19.17 (82.53±0.12)	2.27 (9.76±0.08)	1.23 (5.31±0.04)	0.56	5.53	(王远红等, 2003)
梭鱼 <i>Liza haematocheila</i>	80.90±0.56	17.25±0.24	0.76±0.16	0.83±0.04	0.26±0.02	4.42	(王建新等, 2010)

注: 括号内数据为干重; 总糖=100-(粗蛋白+粗脂肪+灰分+水分)(钱耀森等, 2010)

Note: data in bracket are for dry weight; % total carbohydrate = 100 - (% crude protein + % crude fat + % ash content + % water)

表 2 裸盖鱼肌肉中氨基酸组成及含量

Tab.2 Composition and contents of amino acids in the muscles of *A. fimbria* (dry weight, %)

氨基酸 Amino acids	干样中含量 Contents in dry sample	粗蛋白中含量 Contents in crude protein	氨基酸 Amino acids	干样中含量 Contents in dry sample	粗蛋白中含量 Contents in crude protein
苏氨酸 Thr	2.05±0.30	3.74±0.19	丙氨酸 Ala	2.88±0.07	5.26±0.26
蛋氨酸 Met	0.57±0.11	1.04±0.14	胱氨酸 Cys	0.06±0.01	0.11±0.01
缬氨酸 Val*	2.55±0.16	4.65±0.13	酪氨酸 Tyr#	1.51±0.23	2.76±0.12
异亮氨酸 Ile*	2.41±0.19	4.40±0.07	脯氨酸 Pro	1.45±0.17	2.65±0.08
亮氨酸 Leu*	3.83±0.15	6.99±0.17	必需氨基酸 EAA	17.82±0.56	
苯丙氨酸 Phe#	1.99±0.10	3.63±0.12	半必需氨基酸 HEAA	4.19±0.22	
赖氨酸 Lys	4.42±0.29	8.07±0.06	非必需氨基酸 NEAA	21.8±0.36	
精氨酸 Arg	2.74±0.15	5.00±0.13	氨基酸总量 TAA	43.81±0.48	
组氨酸 His	1.45±0.05	2.65±0.09	支链氨基酸 BCAA	8.79±0.23	
丝氨酸 Ser	1.84±0.22	3.36±0.12	芳香族氨基酸 AAA	3.50±0.12	
天门冬氨酸 Asp	4.65±0.11	8.49±0.15	支/芳比 BCAA/AAA	2.51	
谷氨酸 Glu	7.13±0.17	13.01±0.21	EAA/TAA	40.68	
甘氨酸 Gly	2.28±0.11	4.16±0.16	EAA/NEAA	81.74	

\*为支链氨基酸(BCAA), #为芳香族氨基酸(AAA)

\*. Branched-chain amino acids (BCAA); #. Aromatic amino acids (AAA)

必需氨基酸与非必需氨基酸的比值( $W_{EAA}/W_{NEAA}$ )在60%以上(冀德伟等, 2009)。裸盖鱼肌肉中  $W_{EAA}/W_{TAA}$  为40.68%,  $W_{EAA}/W_{NEAA}$  为81.74%, 氨基酸组成和含量指标均符合上述要求, 因此裸盖鱼肌肉必需氨基酸种类齐全、含量丰富、比例适宜, 是一种质量较好的

蛋白质。

**2.2.3 氨基酸支/芳值分析** 裸盖鱼肌肉氨基酸的支/芳值( $BCAA/AAA$ )为2.51, 高于大菱鲆和鲷科鱼类(刘世禄等, 2002), 正常人体及其他哺乳动物的支/芳值为3.0-3.5, 而当肝受损伤时, 则降为1.0-1.5(刘世禄



### 2.3 脂肪酸组成与含量

由表 5 看出, 裸盖鱼肌肉中主要测出 18 种脂肪酸, 脂肪酸种类丰富, 其中包括 4 种饱和脂肪酸(占脂肪酸总量的 23.81%), 4 种单不饱和脂肪酸(占脂肪酸总量的 45.29%), 以及 8 种多不饱和脂肪酸(占脂肪酸总量的 21.02%), 其他不饱和脂肪酸 2 种(占脂肪酸总量的 0.53%)。

研究表明, 部分碳链长度为 C12–C16 的饱和脂肪酸会引起血清总胆固醇的升高而增加心血管疾病的发病率(王建新等, 2010), 而单不饱和脂肪酸具有降血糖、调节血脂、降低胆固醇和防止记忆下降等诸多作用(张伟敏等, 2005), 多不饱和脂肪酸不仅具有明显的降血脂、降血压、抗肿瘤、抗炎和免疫调节等生理作用, 还能显著降低心血管疾病的发病率(杭晓敏等, 2001), 因此鱼类脂肪质量主要取决于脂肪酸的不饱和度。裸盖鱼肌肉不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸的比值(UFA/SFA)为 2.81, 高于大菱鲆(1.49)、牙鲆(1.11)、半滑舌鳎(1.17)(梁萌青等, 2010), 以及圆斑星鲈(1.68)(王远红等, 2006)、中国花鲈(1.20)(王远红等, 2003)、点带石斑鱼(*Epinephelus coioides*)(1.54)(徐大为等, 2008), 说明裸盖鱼肌肉脂肪质量较高。

表 5 裸盖鱼肌肉中脂肪酸的组成及含量  
Tab.5 Composition and contents of fatty acids in the muscles of *A. fimbria* (dry weight, %)

脂肪酸 Fatty acid	含量 Content	脂肪酸 Fatty acid	含量 Content
C14:0	2.57±0.11	C20:2ω6	0.42±0.04
C16:0	17.86±0.23	C20:3ω6	0.26±0.03
C16:1	6.47±0.13	C20:4	1.04±0.11
C16:2ω4	0.21±0.02	C20:5ω3EPA	4.68±0.32
C16:4ω3	0.32±0.01	C22:1	1.79±0.09
C18:0	3.26±0.12	C22:6ω3DHA	4.69±0.12
C18:1	36.84±1.20	SFA	23.81±0.76
C18:2	8.16±0.13	MUFA	45.29±1.21
C18:3	1.14±0.05	PUFA	21.02±0.56
C18:4ω3	0.63±0.02	EPA+DHA	9.37±0.32
C20:0	0.12±0.01	UFA/SFA	2.81
C20:1ω7	0.19±0.01		

### 2.4 维生素含量

由表 6 可知, 裸盖鱼肌肉含有丰富的 V<sub>A</sub>、V<sub>B1</sub>、

V<sub>B2</sub>、V<sub>B3</sub> 和 V<sub>B6</sub>。V<sub>A</sub> 对人体非常重要, 缺乏时会造成夜盲症、生长停滞、骨齿发育不良、生殖能力下降等病症(周礼敬等, 2013)。在 4 种 V<sub>B</sub> 中, V<sub>B6</sub> 含量最高, 其次是 V<sub>B3</sub>。V<sub>B6</sub> 为人体内某些辅酶的组成成分, 参与多种代谢反应, 尤其是与蛋白质和氨基酸代谢有密切关系, 对防治不安、失眠、多发性神经炎等具有一定作用(李靖, 1999)。

表 6 裸盖鱼肌肉中维生素含量  
Tab.6 Contents of vitamins in the muscles of *A. fimbria* (dry weight, mg/kg)

维生素 Vitamins	V <sub>A</sub>	V <sub>B1</sub>	V <sub>B3</sub>	V <sub>B6</sub>	V <sub>B2</sub>
含量 Content	0.12±0.04	1.09±0.12	29.08±0.98	72.64±1.32	0.33±0.08

### 2.5 常量及微量元素含量

由表 7 可知, 在裸盖鱼肌肉常量元素中 K 的含量最高, 钙磷比(Ca:P)为 1:22.93, 说明肌肉中含有丰富的 P。P 是机体极为重要的元素之一, 在参与生物体的代谢、生长发育、能量供应等方面具有重要作用。在微量元素中 Zn 的含量最高, Zn 是一种人体必需的微量元素, 参与蛋白质、核酸的合成与代谢, 在促进人体的生长发育、维持男性正常的生殖功能、提高人体免疫力、解毒、抗衰老等方面具有重要作用(于朝云等, 2009); 此外 Se 的含量较高, 达到 0.64 mg/100 g, Se 在增强机体的免疫力、抗癌、防癌和抗衰老等方面具有一定作用(毛文君等, 1996)。据报道, 裸盖鱼寿命可达 94 岁, 是鱼类寿命最长的种类之一(Munk, 2001), 可能与其肌肉中含有抗衰老的 Zn、Se 等微量元素含量较高有关。

### 3 结语

裸盖鱼肌肉必需氨基酸指数较高, 必需氨基酸与总氨基酸的比值符合 FAO/WHO 的理想模式, 氨基酸的支/芳值接近人体的正常水平, 且呈味氨基酸总量与氨基酸总量比值高于目前我国北方海水养殖品种, 因此裸盖鱼肌肉氨基酸的组成较为全面、平衡且风味良好。裸盖鱼肌肉脂肪含量较高, 同时不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸的比值(UFA/SFA)也较高, 因此肌肉脂肪质量较高。裸盖鱼肌肉还含有丰富的常量、微量元

表 7 裸盖鱼肌肉中常量及微量元素含量

Tab.7 Contents of major and trace elements in the muscles of *A. fimbria* (dry weight, mg/100 g)

元素 Elements	K	P	Na	Mg	Ca	Zn	Fe	Cu	Se	Mn	Ca/P
含量 Content	9230 ±67.45	4765 ±38.34	1846 ±21.41	614.50 ±7.19	207.50 ±4.87	13.59 ±1.12	9.25 ±0.56	0.75 ±0.04	0.64 ±0.02	0.28 ±0.01	1/22.93

素以及  $V_B$ 。综上所述, 裸盖鱼具有较高的营养价值且味道鲜美, 是人们追求的理想食品, 应合理地开发利用。

## 参 考 文 献

- 马爱军, 陈四清, 雷霖霖, 等. 大菱鲆鱼体生化组成及营养价值的初步探讨. 海洋水产研究, 2003, 24(1): 11-14
- 马爱军, 刘新富, 翟毓秀, 等. 野生及人工养殖半滑舌鳎肌肉营养成分分析研究. 海洋水产研究, 2006, 27(2): 49-54
- 于朝云, 杨慧. 微量元素与人体生理功能的关系. 山东医药, 2009, 49(9): 113-114
- 王远红, 吕志华, 高天翔, 等. 中国花鲈与日本花鲈营养成分的研究. 海洋水产研究, 2003, 24(2): 35-39
- 王远红, 陈四清, 吕志华, 等. 圆斑星鲈的营养成分分析. 营养学报, 2006, 28(3): 271-272
- 王建新, 邴旭文, 张成锋, 等. 梭鱼肌肉营养成分与品质的评价. 渔业科学进展, 2010, 31(2): 60-66
- 王颖, 吴志宏, 李红艳, 等. 青岛魁蚶软体部营养成分分析及评价. 渔业科学进展, 2013, 34(1): 133-139
- 毛文君, 管华诗. 紫贻贝和海湾扇贝生化成分中硒的分布特点. 中国海洋药物, 1996, 15(1): 16-18
- 区又君, 李加儿. 驼背鲈肌肉营养成分的分析与评价. 台湾海峡, 2010, 29(4): 503-509
- 刘世禄, 王波, 张锡烈, 等. 美国红鱼的营养成分分析与评价. 海洋水产研究, 2002, 23(2): 25-32
- 李来好, 陈培基, 杨贤庆, 等. 鲷鱼营养成分的研究. 营养学报, 2001, 23(1): 91-93
- 李靖. 维生素的生理作用及抗癌作用. 洛阳医学专学报, 1999, 17(3): 169-176
- 齐国山, 陈四清, 李琪, 等. 星突江鲈肌肉的营养成分. 营养学报, 2009, 31(3): 293-294 转 297
- 杨建敏, 邱盛尧, 郑小东, 等. 美洲帘蛤软体部营养成分分析及评价. 水产学报, 2003, 27(5): 495-498
- 张伟敏, 钟耕, 王炜. 单不饱和脂肪酸营养及其生理功能研究概况. 粮食与油脂, 2005, (3): 13-15
- 杭晓敏, 唐涌濂, 柳向龙. 多不饱和脂肪酸的研究进展. 生物工程进展, 2001, 21(4): 18-21
- 林利民, 王秋荣, 王志勇, 等. 不同家系大黄鱼肌肉营养成分的比较. 中国水产科学, 2006, 13(2): 286-291
- 周礼敬, 沈东霞, 詹会祥. 鱼类肌肉营养成分与人体健康研究. 畜牧与饲料科学, 2013, 34(5): 69-71
- 钱耀森, 郑小东, 王培亮, 等. 天鹅湖长蛸营养成分的分析及评价. 海洋科学, 2010, 34(12): 14-18
- 徐大为, 邢克智, 张树森, 等. 点带石斑鱼的肌肉营养成分分析. 水利渔业, 2008, 28(3): 54-56
- 黄峰, 严安生, 熊传喜. 黄颡鱼的含肉率及鱼肉营养价值. 淡水渔业, 1999, 29(10): 3-6
- 梁萌青, 雷霖霖, 吴新颖, 等. 3种主养鲆类的营养成分分析及品质比较研究. 渔业科学进展, 2010, 31(4): 113-119
- 梁银铨, 崔希群, 刘友亮. 鳎肌肉生化成分分析和营养品质评价. 水生生物学报, 1998, 22(4): 386-388
- 董辉, 王颀, 刘亚琼, 等. 杂色蛤软体部营养成分分析及评价. 水产学报, 2011, 35(2): 276-282
- 冀德伟, 李明云, 史雨红, 等. 光唇鱼的肌肉营养组成与评价. 营养学报, 2009, 31(3): 298-300
- Alderdice DF, Jensen JOT, Velsen FPJ. Preliminary trials on incubation of sablefish eggs (*Anoplopoma fimbria*), Aquaculture, 1988, 69: 271-290
- Brett JR. Physiological energetics, fish physiology. New York: Academic Press, 1979, 8
- Elizabeth KS, Jose MG, Luckenbach JA. Molecular cloning, characterization, and sexually dimorphic expression of five major sex differentiation-related genes in a Scorpaeniform fish, sablefish (*Anoplopoma fimbria*), Comp Biochem Physiol, Part B, 2013, 165, 12-137
- Kimura DK, Zenger JHH. Standardizing sablefish (*Anoplopoma fimbria*) long-line survey abundance indices by modeling the log-ratio of paired comparative fishing cpues. ICES J Mar Sci, 1997, 54(1): 48-59
- Munk KM. Maximum ages of ground fishes in waters off Alaska and British Columbia and consideration of age determination. Alaska Fishery Res Bull, 2001, 8(1): 12-21
- Solar I, Baker I, Donaldson EM. Effect of salmon gonadotropin and a gonadotropin releasing hormone analogue on ovarian hydration and ovulation in captive sablefish (*Anoplopoma fimbria*). Aquaculture, 1987, 62: 319-325

(编辑 江润林)

## The Analysis and Evaluation of the Nutritive Composition of the Muscles of Sablefish (*Anoplopoma fimbria*)

LIU Changlin<sup>1</sup>, CHEN Siqing<sup>1</sup>①, WANG Youting<sup>2</sup>, QIN Bo<sup>1</sup>, YAN Jingping<sup>1</sup>,  
ZHAO Fazhen<sup>1</sup>, LIU Siwei<sup>1</sup>, LIU Chunsheng<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory of Sustainable Development of Marine Fisheries, Ministry of Agriculture; Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071; 2. Yantai Haiyi Seeds Co., Ltd, Yantai 265619)

**Abstract** Sablefish (*Anoplopoma fimbria*) has been studied for years but was only recently acknowledged as a new marine aquaculture species. To better understand the nutritive composition of its muscles, we measured and analyzed the general nutrients, amino acids, fatty acids, major and trace elements as well as vitamins, using biochemical methods. The results showed that the percentages of the moisture, crude proteins, crude fat, crude ash and total carbohydrate in the fish muscles were 69.92%, 16.48%, 10.64%, 1.69% and 1.27% respectively. In dry samples, the total amino acids (TAA) accounted for 43.81%, the ratio of total essential amino acids to total amino acids (*WEAA/WTAA*) was 40.68%, and the ratio of total essential amino acids to total nonessential amino acids (*WEAA/WNEAA*) was 81.74%. The constitutional rate of the essential amino acids met the standards of Food and Agriculture Organization of the United Nations /World Health Organization (FAO/WHO). The ratio of branched-chain amino acid amount to aromatic amino acid amount (*BCAA/AAA*) was 2.51, which was close to the normal value in humans. The level of flavor amino acids (FAA) was 16.94% and accounted for 38.67% of the total amino acids, which was higher than that in the main mariculture species in the north of China. According to the amino acid score (*AAS*) and chemical score (*CS*), the first limiting amino acid in the muscles was Cystine plus Methionine with an essential amino acid index (*EAAI*) of 76.35, implying that *A. fimbria* had relatively balanced amino acid composition. The ratio of unsaturated fatty acids to saturated fatty acids was 2.81, indicating a high fat quality of the muscles. Our results also suggested that the muscles of *A. fimbria* were rich in major and trace elements such as P and Zn, and vitamins such as V<sub>A</sub>, V<sub>B6</sub> and V<sub>B3</sub>. In conclusion, *A. fimbria* may be enriched with flavor amino acids, unsaturated fatty acids, major and trace elements and vitamins, therefore it could be a valuable aquaculture species due to the nutritional advantage.

**Key words** *Anoplopoma fimbria*; Muscle; Nutritional composition; Nutritional evaluation

① Corresponding author: CHEN Siqing, E-mail: chensq@ysfri.ac.cn