

鮫鰵鱼鱼肝营养组成的分析及评价

朱艳超¹ 娄永江^{1*} 熊国通¹ 刘建¹ 刘婷¹ 娄越²
(1. 宁波大学 浙江宁波 315211;
2. 西安交通大学 陕西西安 710048)

摘要: 本文对鮫鰵鱼鱼肝的一般营养成分、氨基酸、脂肪酸、无机盐、维生素等进行了检测与营养价值评定。采用气相色谱-质谱法(GC/MS)、高效液相色谱法(HPLC)、电感耦合等离子体原子发射光谱法(ICP-AES)等方法对上述指标进行测定。鮫鰵鱼鱼肝中粗蛋白含量 10.36%,总氨基酸的含量为 19.04 g/100 g,含有 17 种氨基酸,其中必需氨基酸占总氨基酸的 40.22%,鲜味氨基酸占总氨基酸的 43.43%;粗脂肪达 31.26%,其中多不饱和脂肪酸含量高,EPA 和 DHA 含量分别高达 15.84% 和 9.17%;维生素 E 含量为 14.10 mg/100 g,维生素 A 的含量为 2.33 mg/100 g;胆固醇的含量为 1000 mg/100 g;微量元素含量丰富,但重金属的含量均低于国家标准;农药残留均在国家允许范围之内。鮫鰵鱼鱼肝具有丰富的营养价值,具有较高的开发利用价值。

关键词: 鮫鰵鱼,鱼肝,营养成分,分析,评价

Composition analysis and evaluation of Goosefish liver nutrition

ZHU Yan-chao¹, LOU Yong-jiang^{1*}, XIONG Guo-tong¹, LIU Jian¹, LIU Ting¹, LOU Yue²

(1. Ningbo University, Ningbo 315211, China;
2. Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710048, China)

Abstract: The nutritional components (general nutrients, amino acids, fatty acids, inorganic salts, vitamins, etc.) of Goosefish liver were determined, and their nutritional value was synthetically evaluated. The contents of these indices were evaluated using Gas Chromatograph-Mass Spectrometer-computer (GC/MS), high performance liquid chromatography (HPLC) and Inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP-AES). The results showed that the protein content of Goosefish liver was 10.36%; fat was 31.26%. All samples contained 17 kinds of amino acids and the total content of amino acids was 19.04 mg/g. The essential amino acids and delicious amino acids percentages of total amino acids were 40.22% and 43.43% respectively. It had higher content of polyunsaturated fatty acids, especially EPA and DHA content can be as high as 15.84% and 9.17%. The content of vitamin E and A were 14.10 mg/100 g and 2.33 mg/100 g. Cholesterol content was 1000 mg/100 g. Trace element content was rich, and the contents of heavy metals were lower than that of the national standard. The pesticide residues are in the national permissible range. Goosefish fish liver is rich in nutritional value, which is of great value to develop.

Key words: Goosefish; fish liver; nutritional components; analysis; evaluation

中图分类号: TS201.4 文献标识码: A 文章编号: 1002-0306(2017)05-0356-06

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2017.05.059

鮫鰵鱼又名蛤蟆鱼、琵琶鱼,属于鮫鰵目,鮫鰵科鱼类,属冷温性近海底层鱼,主要分布于北太平洋

收稿日期: 2016-07-28

作者简介: 朱艳超(1989-),女,硕士研究生,主要从事水产品开发研究, E-mail: Jukie307@163.com。

* 通讯作者: 娄永江(1965-),男,硕士,教授,主要从事水产品加工、保鲜与资源利用研究, E-mail: louyongjiang@nbu.edu.cn。

基金项目: 国家海洋局海洋公益性项目(201305013-3);宁波市科技局农业科技攻关项目(2014C10034)。

new therapeutic targets [J]. *Gastroenterology*, 2011, 141 (5): 1572-1585.

[26] 侯丽,汪秋宽,何云海,等. 牡蛎多糖提取物及其对小鼠急性酒精肝损伤的保护作用[J]. *食品工业科技*, 2014, 35 (22): 356-359.

[27] Xiong Y, Ye Th, Wang MY, et al. A novel cinnamide ylt26

induces breast cancer cells apoptosis via mitochondrial apoptosis pathway *in vitro* and inhibits lung metastasis *in vivo* [J]. *Cell Physiol Biochem* 2014, 34: 1863-1876.

[28] 习雪峰, 崔节荣, 王勇. 余甘子对胰岛素抵抗大鼠过氧化物酶体增生体激活受体 γ 表达的影响[J]. *食品科学*, 2009, 30 (5): 253-253.

西部。近年来,鮫鯪鱼在大沙、沙外、长江口及江外、舟山及舟外渔场等调查海域的年平均产量曾达 1.2×10^4 t,东海区鮫鯪数量逐渐上升,现存资源量估计在万吨以上^[1-5],已成为出口的主要水产品之一,其利用价值逐渐显现出来。鮫鯪鱼的形态较大,它的头部较大,身体较小,边角料的比重超过 60%,其中鱼肝脏的比例较大,占边角料的 11% 左右。鱼肝在日本北方大受青睐,并被认为是冬令高级滋补品,具有海底鹅肝的美称^[6-8],故市场价格较高。林慧敏等^[9]以东海海域黑鮫鯪鱼鱼肝为主要原料,研制出了生产的营养型鮫鯪鱼肝酱的最佳配方。臧丽琴^[10]对鮫鯪鱼鱼肝进行鱼肝油提取,优化了鱼油提取工艺,克服了传统碱法高温提油使不饱和脂肪酸破坏的问题,提高了鱼肝油的质量,在鱼肝油的活性成分保护上有较大改善。

本文先通过对鮫鯪鱼鱼肝的一般营养成分进行测定,采用气相色谱-质谱法(Gas Chromatography Mass Spectrometry, GC/MS)对鮫鯪鱼鱼肝中的脂肪酸、农药残留进行测定;利用消解仪进行消解,采用氨基酸自动分析仪测定鮫鯪鱼鱼肝中氨基酸的种类与含量;利用高效液相色谱法(High Performance Liquid Chromatography, HPLC)检测脂溶性维生素、胆固醇的含量;利用电感耦合等离子体原子发射光谱法(Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry, ICP-AES)检测金属元素的含量,并对其进行分析,为鮫鯪鱼鱼肝的开发与利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

鮫鯪鱼鱼肝:鮫鯪鱼产于东海 宁波路林市场,所购鮫鯪鱼为同一批次,取其肝脏,将鱼肝在匀浆机中搅碎,并用冷冻干燥机干燥,将鱼肝样品放入 -80 °C 冰箱中储存备用。

蛋白质水解系统缓冲液(pH-1, pH-2, pH-3, pH-4)(色谱纯);再生液(pH-RG)及茚三酮反应液(色谱纯);硝酸(优级纯);盐酸(优级纯);超纯水;浓硫酸(分析纯);乙醚(分析纯);乙腈(分析纯);甲醇(分析纯);正己烷(色谱纯);氨基酸混标,脂肪酸甲酯混标,维生素标品,农药标品,胆固醇标品均购于美国 Sigma 公司。

MARS 微波消解仪 美国培安公司;日立 L-8900 高速氨基酸分析仪 日本日立有限公司;7890 A 型气相色谱仪;R 1739A 型高效液相色谱仪 美国 Agilent 公司;M 7-80 EI 型质谱仪 北京普析通用仪器有限公司;2100 DV 电感耦合等离子体发射光谱仪(ICP-AES) Perkin Elmer 公司产品;FD-1D-80 冷冻干燥机 北京博医康实验仪器有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 一般营养成分的测定 水分含量的测定采用 GB/T 5009.3 直接干燥法,粗脂肪含量的测定采用 GB/T 5009.6 索氏提取法,蛋白含量的测定采用 GB/T 5009.5 凯氏定氮法,灰分含量的测定采用

GB/T 5009.5 灼烧法。

1.2.2 氨基酸的测定 称取备用的鮫鯪鱼鱼肝 50 mg 于消解管中,加 6 mol/L HCl 约 8 mL,盖好安全阀后,将消解罐放入微波消解系统中进行消解。同时做空白实验。至消解完全,冷却后用稀盐酸溶液定量转移,调节溶液的 pH = 1.7 并定容至 50 mL,混匀,稀释后的液体用 0.22 μ m 滤膜过滤,转移至小样品瓶上机。消解条件如表 1。

表 1 鮫鯪鱼鱼肝微波消解仪消解工作程序及参数

Table 1 Working program and parameters of microwave digestion in Goosefish liver

步骤	最大功率 (W)	爬坡时间 (min)	温度 (°C)	保持时间 (min)
1	800	5	100	5
2	800	8	120	30

氨基酸自动分析仪工作参数:阳离子交换树脂分析柱,缓冲柱流速 0.4 mL/min,柱压:10.5 MPa;茚三酮溶液流速:0.35 L/min;柱压:0.8 MPa;分离柱温度:50 °C;反应柱温度:136 °C;进样量:20 μ L。

根据 FAO/WHO 1973 年提出的人体氨基酸评分标准模式^[11]和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质模式^[12-13],分别通过计算化学分(CS)、氨基酸比值(RAA)、氨基酸比值系数(RC)和氨基酸比值系数分(SRC)评价其营养价值。具体计算公式如下:

CS = 实验蛋白质氨基酸含量(mg/g) / 鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量(mg/g) 式(1)

RAA = 待评蛋白质某必需氨基酸含量(mg/g) / [FAO/WHO 模式中相应必需氨基酸含量(mg/g)] 式(2)

RC = 待评蛋白质某必需氨基酸 RAA 值 / 待评蛋白质各种氨基酸 RAA 平均值 式(3)

SRC = 100 - CV \times 100 式(4)

其中:CV 为 RC 的变异系数 CV = 标准差 / 均值。

1.2.3 脂肪酸的测定 取总脂 50 mg,加入 10 mL 10% H₂SO₄-甲醇溶液,60 °C 水浴甲酯化 15 min,冷却,加入正己烷 10 mL,震荡,静止分层,取上清液 1 mL,用氮吹仪吹干,用 2 mL 正己烷溶解,离心,过 0.22 μ m 滤膜,注入 2 mL 的气相小瓶中,放入 4 °C 冰箱中保存,供 GC/MS 分析测定^[14]。

色谱条件:DB-WAX 毛细管柱(30 m \times 0.25 mm \times 0.25 μ m),载气(He)采用恒压模式,压力为 0.4 MPa。进样量 1 μ L,分流比 30:1,进样口温度 250 °C,检测器温度 250 °C。升温程序为 100 °C 保持 4 min,10 °C/min 升温至 200 °C,保持 6 min,4 °C/min 升至 250 °C,整个分析过程 40 min。

质谱条件:GC/MS 接口温度 250 °C, EI 离子源,电离能量 70 eV,离子源温度 250 °C,全扫描模式检测。

1.2.4 维生素 A/E 的测定 采用国标 GB/T 5009.124-2003 高效液相色谱法进行检测与分析。

色谱条件:色谱柱: C₁₈ 反相色谱柱(4.6 mm \times 150 mm, 5 μ m);柱温:30 °C;流动相:甲醇;流速:

1.0 mL/min; 测定波长: VA 325 nm, VE 290 nm; 进样量: 10 μ L。

1.2.5 胆固醇的测定 样品处理: 称取 1.00 g 备用鱼肝置于 250 mL 的锥形瓶中, 加入 30 mL 无水乙醇, 10 mL 60% 氢氧化钾溶液, 混匀, 在 100 $^{\circ}$ C 磁力搅拌电热套皂化 1 h 后, 冷却, 提取, 在真空干燥箱中干燥, 用无水乙醇定容 10 mL, 溶液过 0.22 μ m 的过滤膜, 供高效液相色谱分析。

色谱条件: 色谱柱: C_{18} 反相色谱柱 (4.6 mm \times 150 mm 5 μ m); 柱温: 38 $^{\circ}$ C; 流动相: 甲醇; 流速: 1.0 mL/min; 测定波长: 205 nm; 进样量: 10 μ L。

1.2.6 无机盐的测定 称取备用鮫鮓鱼鱼肝 0.2000 g 于消解管中, 加入硝酸 5.00 mL, 盖好安全阀后, 将消解罐放入微波消解系统中进行消解。同时做空白实验。至消解完全, 冷却后用稀硝酸溶液定量转移并定容至 50 mL, 混匀待测。消解条件如表 2。

表 2 鮫鮓鱼鱼肝微波消解仪消解工作程序及参数^[15-16]

Table 2 Working program and parameters of microwave digestion in Goosefish liver^[15-16]

步骤	最大功率 (W)	爬坡时间 (min)	温度 ($^{\circ}$ C)	保持时间 (min)
1	800	5	120	3
2	800	8	170	15

将 1.2.6 的待测液和空白组在一定的条件下用电感耦合等离子发射光谱仪 (ICP-AES) 进行铅、铬、镉、总砷等多种金属元素的测定。ICP-AES 测定鮫鮓鱼鱼肝中重金属含量所用工作参数条件如表 3。

表 3 鮫鮓鱼鱼肝 ICP-AES 法测定重金属含量所用工作参数

Table 3 Working parameters of ICP-AES to determine heavy metal content in Goosefish liver

项目	参数	项目	参数
冷却气流量	15.0 L/min	清洗时间	10 s
辅助气流量	1.0 L/min	进样延时	15 s
等离子氩气流量	15.0 L/min	射频功率	1.3 kw
泵速	15.0 r/min	采样模式	全定量
进样量	1.0 mL	扫描方式	跳峰

1.2.7 农药残留的测定 样品处理: 称取备用鮫鮓鱼鱼肝 5.00 g 置于 50 mL 离心管中, 加入 20 mL 1% 乙酸-乙腈溶液, 4.00 g 氯化钠, 1.00 g 乙酸钠, 充分震荡, 超声波 20 min, 离心。取 10 mL 上清液于装有 250.00 mg 石墨化碳黑, 250.00 mg 乙二胺善丙基硅烷和 1.00 g 无水硫酸镁的 20 mL 离心管中, 充分震荡,

离心, 取 4 mL 上清液, 用氮吹仪吹干, 并用 1 mL 的乙腈溶解, 过 0.22 μ m 的滤膜, 供气相色谱分析。另外取 1 mL 上清液于 10 mL 离心管中, 用氮吹仪吹干, 并用 1 mL 的正己烷溶解, 过 0.22 μ m 的滤膜, 供气相色谱分析。

色谱条件: 色谱柱: 安捷伦毛细管柱 DB-5MS, 升温条件: 初始温度 80 $^{\circ}$ C, 以 3 $^{\circ}$ C/min 升至 220 $^{\circ}$ C, 保持 11 min; 载气: 高纯氮气; 流速: 80 mL/min; 柱温: 180 $^{\circ}$ C; 进样口温度: 220 $^{\circ}$ C; 检测器温度: 240 $^{\circ}$ C; 进样体积: 2 μ L。

2 结果与分析

2.1 鮫鮓鱼鱼肝中营养成分组成分析

鮫鮓鱼鱼肝一般营养成分检测结果见表 4。

鱼肝的营养价值主要取决于鱼肝蛋白质和脂肪的含量和组成。由表 4 可知, 鮫鮓鱼鱼肝中粗脂肪含量较高, 与鳕鱼鱼肝^[10]相比, 鮫鮓鱼的脂肪和蛋白质的含量高出 2.23% 和 1.85%, 鮫鮓鱼肝与鹅肥肝^[17]的组成成分相似, 但不同于人工催大的法国鹅肝, 鮫鮓鱼肝属天然致肥, 具有更高的食用安全性。鮫鮓鱼鱼肝中脂肪的含量较高, 也可以作为鱼肝油提取的原料。

2.2 鮫鮓鱼鱼肝氨基酸组成分析

鮫鮓鱼鱼肝中氨基酸检测结果见表 5。

食品蛋白质的营养价值主要取决于其氨基酸的种类、含量及其比例, 通过计算公式得出化学分、氨基酸比值、氨基酸比值系数和氨基酸比值系数分。其结果见表 6。

由表 5 可知鮫鮓鱼鱼肝中含有 17 种氨基酸 (色氨酸未测): 谷氨酸含量最高, 天冬氨酸次之, 胱氨酸的含量最少。干样中, 总含量为 19.04 g/100 g, 必需氨基酸占总氨基酸的 40.22%, 鲜味氨基酸占总氨基酸的 43.43%, 其中谷氨酸和天冬氨酸的含量占 23.91%, 是鱼肝中鲜味的主要来源。

由表 6 可知, 鮫鮓鱼鱼肝的必需氨基酸化学分均大于 1, 表明鮫鮓鱼鱼肝的营养价值比鸡蛋更高。

RAA 表示一定量食物中某必需氨基酸的含量, 相当于模式氨基酸的多少倍。如果食物蛋白质氨基酸组成含量比例与模式氨基酸一致, 则各种必需氨基酸的 RC 应等于 1, 数值大于或小于 1 均表示偏离氨基酸模式, RC 大于 1 表明该种必需氨基酸相对过剩, RC 小于 1 则表明该种必需氨基酸相对不足, 当 RC 值最小时, 此必需氨基酸为第一限制性氨基酸 (first limiting amino acid, FLAA)^[12]。由表 6 可知, 鮫鮓鱼鱼肝的必需氨基酸的第一限制性氨基酸为蛋氨酸 + 胱氨酸。中国主要是以小麦和稻米为主食, 且其第一限制氨基酸为赖氨酸, 鮫鮓鱼鱼肝中赖氨酸

表 4 鮫鮓鱼鱼肝一般营养成分 (%)

Table 4 Basic component of Goosefish liver (%)

项目	水分	蛋白	粗脂肪	灰分
鮫鮓鱼鱼肝	55.88 \pm 0.23	10.36 \pm 0.22	31.26 \pm 0.01	0.69 \pm 0.02
鳕鱼鱼肝 ^[10]	60.59 \pm 0.13	8.51 \pm 0.06	29.03 \pm 0.05	0.82 \pm 0.02
肥鹅肝 ^[17]	49.54	11.12	29.31	0.94

表5 鮫鱈鱼鱼肝的氨基酸含量(干样)

Table 5 Contents of amino acids in goosefish fish liver(dry sample)

序号	名称	含量(g/100 g)	百分含量(%)	序号	名称	含量(g/100 g)	百分含量(%)
1	天冬氨酸(ASP)	1.9986 ± 0.1454	10.5	11	亮氨酸(LEU)	1.6544 ± 0.0984	8.69
2	苏氨酸(THR)	1.0364 ± 0.0972	5.44	12	酪氨酸(TYR)	0.7436 ± 0.0382	3.91
3	丝氨酸(SER)	1.0553 ± 0.1021	5.54	13	苯丙氨酸(PHE)	0.9502 ± 0.0583	4.99
4	谷氨酸(GLU)	2.5528 ± 0.0936	13.41	14	赖氨酸(LYS)	1.5121 ± 0.0471	7.94
5	甘氨酸(GLY)	0.8952 ± 0.0385	4.7	15	组氨酸(HIS)	0.5094 ± 0.0182	2.68
6	丙氨酸(ALA)	1.1263 ± 0.0269	5.92	16	精氨酸(ARG)	1.1498 ± 0.0302	6.04
7	胱氨酸(CYS)	0.2728 ± 0.0021	1.43	17	脯氨酸(PRO)	1.0746 ± 0.0501	5.65
8	缬氨酸(VAL)	1.1965 ± 0.0378	6.29		氨基酸总量	19.0353	100
9	甲硫氨酸(MET)	0.3580 ± 0.0325	1.88		必需氨基酸	7.6569	40.22
10	异亮氨酸(ILE)	0.9494 ± 0.0613	4.99		鲜味氨基酸	8.2667	43.43

表6 必需氨基酸的 CS、RAA、RC、SRC 分析结果

Table 6 Analysis of CS, RAA, RC and SRC of essential amino acids in goosefish fish liver

项目	苏氨酸	缬氨酸	蛋氨酸 + 胱氨酸	异亮氨酸	亮氨酸	苯丙氨酸 + 酪氨酸	赖氨酸
CS	1.81	1.72	2.11	1.52	1.59	3.06	1.79
RAA	25.91	23.93	18.02	23.74	23.63	28.23	27.49
RC	1.06	0.98	0.74*	0.97	0.97	1.16	1.13
SCV	100 - CV × 100 = 86.12						

注 “*” 第一限制性氨基酸。

表7 鮫鱈鱼鱼肝中脂肪酸成分的 GC/MS 鉴定结果及其含量(%)

Table 7 GC-MS results and the contents of the fatty acids in goosefish liver(%)

序号	名称	鮫鱈鱼鱼肝	序号	名称	鮫鱈鱼鱼肝
1	C14:0	3.32	13	C18:2n-6	1.66
2	C14:1n-3	0.32	14	C18:3n-3	1.18
3	C15:0	0.7	15	C20:1	1.83
4	C16:0	22.51	16	C20:4n-6	1.28
5	C16:1n-9	14.3	17	C20:5n-3	9.17
6	C16:1n-7	0.42	18	C22:5n-3	1.67
7	C16:2	0.28	19	C22:6n-3	15.84
8	C17:0	0.39	20	C24:1	0.37
9	C17:1n-7	0.46		饱和脂肪酸	30.74
10	C18:0	3.82		单不饱和脂肪酸	38.17
11	C18:1n-9	15.84		多不饱和脂肪酸	31.09
12	C18:1n-7	4.63		EPA + DHA	25.02

的 RC 值大于 1,含量相对过剩,根据蛋白质互补法,可将鱼肝与小麦和稻米搭配食用,营养更加均衡。

如果食物蛋白质必需氨基酸组成比例与模式氨基酸一致,则 CV = 0, SRC = 100; SRC 越接近 100,其营养价值相对较高。若食物蛋白质的 RC 越分散,表明这些必需氨基酸在氨基酸平衡的生理作用方面所提供的负贡献越大,则 CV 越大, SRC 越小,蛋白质的营养价值越差^[13]。由表 6 可知,RC 值的 CV = 0.1388,则 SRC 值为 86.12。而鸡蛋全蛋的 SRC 值为 88.27,两者相差不大,说明鮫鱈鱼鱼肝与鸡蛋全蛋的蛋白营养价值相似,具有较高的营养价值。

2.3 鮫鱈鱼鱼肝脂肪酸组成分析

检测结果见表 7。

由表 7 可知鮫鱈鱼鱼肝中检测出 20 种脂肪酸,其中饱和脂肪酸的含量占总含量的 30.74%,单不饱

和脂肪酸的含量占总含量的 38.17%,多不饱和脂肪酸含量为 31.09%,其中以 EPA (15.84%) 和 DHA (9.17%) 为主。从表中可以看出鮫鱈鱼鱼肝中的不饱和脂肪酸的含量明显高于鲑鱼鱼肝^[18]和翡翠贻贝肝胰脏^[19],多不饱和脂肪酸的含量高于鲑鱼鱼肝^[20]和翡翠贻贝肝胰脏^[19],以 EPA 和 DHA 等 n-3 型多不饱和脂肪酸为主,且 EPA 含量远高于 DHA,二者总质量分数高达 25.02%,这些成分对人体尤其对脑部有保健和降低血糖、保护脑血管、提高记忆力和视力等作用,鮫鱈鱼鱼肝中含有丰富的 EPA 和 DHA,具有较高的营养保健价值和鱼肝油开发的潜力。

2.4 鮫鱈鱼鱼肝维生素 A/E 分析

鮫鱈鱼鱼肝中维生素 A/E 测定结果见表 8。

维生素是动物机体维持正常生命活动所必需的营养要素,VA 可以维持视网膜正常功能,促进动物

表 10 国标规定与鮫鱈鱼鱼肝中农药残留的对比
Table 10 Comparison of the GB method and goosfish liver

农药残留	国标规定 (mg/kg)	鮫鱈鱼鱼肝	农药残留	国标规定 (mg/kg)	鮫鱈鱼鱼肝
敌敌畏	0.1	<0.01	对硫磷	0.01	<0.002
氧乐果	0.05	<0.001	滴滴涕	0.5	<0.002
甲基对硫磷	0.01	<0.02	六六六	0.1	<0.00016
马拉硫磷	0.1	<0.01	多氯联苯	0.05	<0.0005
丙线磷	0.01	<0.002			

表 8 鮫鱈鱼鱼肝中维生素的含量 (mg/100 g)

Table 8 The content of vitamins in goosfish liver (mg/100 g)

项目	鮫鱈鱼鱼肝	鲟鱼鱼肝 ^[21]	黄鳍肝脏 ^[21]
VA	2.23	2.71	2.13
VE	14.10	3.91	1.65

生长和发育,维持皮肤、黏膜和呼吸道上皮组织的完整性,提高机体免疫力等^[22]; VE 能增强皮肤毛细血管抵抗力,并维持正常通透性,改善血液循环及调整生育功能、抗衰老作用等。人类长期缺乏维生素 E 可发生巨细胞性溶血性贫血,病人血液中维生素 E 含量降低^[23]。根据表 8 的检测结果可以看出鮫鱈鱼鱼肝中维生素 A 的含量与鲟鱼鱼肝^[21]、黄鳍肝脏^[21]相差不大,维生素 E 的含量较高,明显高于鲟鱼鱼肝、黄鳍肝脏,因此,适量的食用鮫鱈鱼鱼肝可以补充人体需要的 VA、VE。

2.5 鮫鱈鱼鱼肝中胆固醇的组成分析

每 100 g 食物中胆固醇含量低于 100 mg 的食物称为低胆固醇食物; 100~200 mg 的食物称为中胆固醇食物; 高于 200 mg 的食物称为高胆固醇食物^[24]。结果显示,鮫鱈鱼鱼肝中胆固醇的含量为 (1000 ± 1.03) mg/100 g。因此,鮫鱈鱼鱼肝属于高胆固醇食物。参照人体每日摄入胆固醇的推荐量不超过 300 mg 的标准,适量的食用鮫鱈鱼鱼肝可以补充人体需要的胆固醇。

2.6 鮫鱈鱼鱼肝中无机盐的分析

鮫鱈鱼鱼肝中无机盐测定结果见表 9。

表 9 鮫鱈鱼鱼肝金属的含量 (mg/kg)

Table 9 The content of heavy metals in goosfish liver (mg/kg)

元素	国标	鮫鱈鱼鱼肝	元素	国标	鮫鱈鱼鱼肝
铅	1	<0.005	钙	-	10.98 ± 0.181
铬	2	<0.01	镁	-	107.27 ± 3.921
镉	2	0.032 ± 0.003	锌	-	21.49 ± 0.887
无机砷	0.1	0.055 ± 0.014	硒	-	2.36 ± 0.803
总汞	1	0.014 ± 0.005	铁	-	32.08 ± 3.781
铜	-	10.72 ± 0.443			

本实验采用微波消解的方法处理鱼肝样品,利用 ICP-AES 法测定鱼肝中铅、镉、铬、砷、硒、锌、铜、铁等 11 种金属元素,经实验数据表明:鮫鱈鱼鱼肝中含有丰富的微量元素,其中铁、铜、锌、钙、镁、硒的含量远远大于猪肝^[25-26]中的含量,铜、锌、铁的含量是黑芝麻^[27-28]的数倍,镁的含量虽然不如菠菜^[29],与芹菜^[29]中的含量相差不大,但鮫鱈鱼鱼肝中钙的含量

较低。因此,鮫鱈鱼鱼肝是一种非常好的补锌、补铁、补铜、补硒、补镁食品。鱼肝中重金属的含量低于国家标准,因此鮫鱈鱼鱼肝属于安全食用的食品。

2.7 鮫鱈鱼鱼肝中农药残留的组成分析

通过应用气质外标法色谱法测定鮫鱈鱼鱼肝中的有机磷、有机氯农药残留量,结果见表 10。结果显示,鮫鱈鱼鱼肝中检测到农药残留均小于国家标准规定的含量,属于安全食用的食品。

3 结论

综上所述,鮫鱈鱼鱼肝蛋白质含量低,脂肪含量高;氨基酸含量和比例均衡,必需氨基酸的组成模式符合人体的需要,鲜味氨基酸占氨基酸总量的比值较高,不饱和脂肪酸含量高;脂溶性维生素含量较高,矿物质含量丰富,无重金属、农药残留。符合现代人群健康饮食消费观念,具有很好的开发利用的潜力。

参考文献

- [1] 张学健,沈伟,李建生,等.黄海南部和东海中北部黄鮫鱈数量分布及其与环境的关系[J].海洋渔业,2010,32(1):59-65.
- [2] 姬广磊,高天翔,柳本卓.黄海和日本海黄(鱼安)(鱼康)的形态和同工酶差异[J].渔业科学进展,2007,28(3):73-79.
- [3] 林龙山,郑元甲.东海区黄鮫鱈资源状况的初步探讨[J].海洋渔业,2004(3):179-183.
- [4] Perez J A A, Pezzuto P R, Andrade H A D. Biomass assessment of the monkfish *Lophius gastrophysus* stock exploited by a new deep-water fishery in southern Brazil [J]. Fisheries Research, 2005, 72(2-3):149-162.
- [5] Booth A J, Li T J Q. Maximum likelihood and Bayesian approaches to stock assessment when data are questionable [J]. Fisheries Research, 2006, 80(2-3):169-181.
- [6] Sancho G, Puente E, Bilbao A, et al. Catch rates of monkfish (*Lophius* spp.) by lost tangle nets in the Cantabrian Sea (northern Spain) [J]. Fisheries Research, 2003, 64(3):129-139.
- [7] 程家骅,张学健.鮫鱈属鱼类的渔业生物学与渔业的研究概况[J].中国水产科学,2010,1:161-167.
- [8] 张敏,张骏.国内外低值淡水鱼加工与下脚料利用的研究进展[J].食品与生物技术学报,2006,25(5):115-120.
- [9] 林慧敏,邓尚贵,高亮,等.新型营养调味品鮫鱈鱼肝酱的加工工艺研究[J].中国调味品,2010,10(35):91-93.
- [10] 臧丽琴.鱼肝脂质提取及组成分析研究[D].舟山:浙江海洋学院,2013.
- [11] Food and Agriculture Organization of the United Nations, (下转第 365 页)

- [3] Zhang C, Yin A, Li H, et al. Dietary Modulation of Gut Microbiota Contributes to Alleviation of Both Genetic and Simple Obesity in Children [J]. *EBioMedicine* 2015, 2(8): 968-984.
- [4] Ahn J, Sinha R, Pei Z, et al. Human gut microbiome and risk of colorectal cancer, a case-control study [J]. *CANCER RESEARCH* 2013, 73(8).
- [5] Alderton G K. Tumour immunology: Intestinal bacteria are in command [J]. *Nature Reviews Immunology* 2015, 16(1): 5.
- [6] 于守汎. 头孢克肟 [J]. *国外医药(抗生素分册)*, 1995(5): 339-343.
- [7] Vangay P, Ward T, Gerber J S, et al. Antibiotics, Pediatric Dysbiosis and Disease [J]. *Cell Host & Microbe* 2015, 17(5): 553-564.
- [8] 谢彩虹, 袁静, 王瑞君, 等. 嗜酸乳杆菌对抗生素诱导小鼠肠道菌群失调的作用 [J]. *肠外与肠内营养*, 2007, 14(3): 132-136.
- [9] Ladirat S E, Schols H A, Nauta A, et al. High-throughput analysis of the impact of antibiotics on the human intestinal microbiota composition [J]. *Journal of Microbiological Methods*, 2013, 92(3): 387-397.
- [10] 程翔. 采用 PCR-DGGE 方法测定枸杞多糖对小鼠肠道菌群失调的调整作用 [D]. 佳木斯大学 2013.
- [11] Muyzer G, de Waal E C, Uitterlinden A G. Profiling of complex microbial populations by denaturing gradient gel electrophoresis analysis of polymerase chain reaction-amplified genes coding for 16S rRNA [J]. *Applied and Environmental Microbiology* 1993, 59(3): 695-700.
- [12] 药理实验方法学(第三版) [J].
- [13] MG LaMontagne, FC Michel Jr, PA Holden, et al. Evaluation of extraction and purification methods for obtaining PCR-amplifiable DNA from compost for microbial community analysis [J]. *J Microbiol Methods* 2002, 49(3): 255-264.
- [14] Masci A, Coccia A, Lendaro E, et al. Evaluation of different extraction methods from pomegranate whole fruit or peels and the antioxidant and antiproliferative activity of the polyphenolic fraction [J]. *Food Chemistry* 2016, 202: 59-69.
- [15] More M I, Herrick J B, Silva M C, et al. Quantitative cell lysis of indigenous microorganisms and rapid extraction of microbial DNA from sediment [J]. *Applied and Environmental Microbiology* 1994, 60(5): 1572-1580.
- [16] Yu Z T, Morrison M. Comparisons of different hypervariable regions of rrs genes for use in fingerprinting of microbial communities by PCR-denaturing gradient gel electrophoresis [J]. *Applied and Environmental Microbiology*, 2004, 70(8): 4800-4806.
- [17] 江杨洋, 王旭东, 王冰, 等. 有机食物与麦粒灸对大鼠肠道菌群多样性的影响 [J]. *世界华人消化杂志* 2014(31): 4800-4806.
- [18] Yu Z T, Morrison M. Comparisons of different hypervariable regions of rrs genes for use in fingerprinting of microbial communities by PCR-denaturing gradient gel electrophoresis [J]. *Applied and Environmental Microbiology*, 2004, 70(8): 4800-4806.
- [19] Arthur J C, Perez-Chanona E, Muhlbauer M, et al. Intestinal Inflammation Targets Cancer-Inducing Activity of the Microbiota [J]. *Science* 2012, 338(6103): 120-123.
- [20] 谷琳琳, 姜海龙, 王鹏, 等. 添加抗生素对动物肠道健康的影响 [J]. *养猪* 2015(3): 125-128.
- [21] 孙伟红, 冷凯良, 邢丽红, 等. 高效液相色谱串联质谱法同时测定大黄鱼肝和鲟鱼肝中的脂溶性维生素 [J]. *分析实验室* 2010, (S1): 313-315.
- [22] 陶懂谊, 马文领. 维生素 A 的生物学作用及其缺乏的防治 [J]. *中国医药导报* 2013, 10(1): 25-26.
- [23] 赵土豪, 路新利, 郭会灿. 维生素 E 保健作用的研究进展 [J]. *食品工程* 2005, (1): 32-34.
- [24] 中国营养学会编著. 中国居民膳食营养素参考摄入量 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2006: 151-186.
- [25] 蔡威. 食物营养学 [M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2006, 178-179.
- [26] 蒲朝文, 张仁平, 李恒, 等. 猪肉、肝脏中部分重金属监测结果分析 [J]. *海峡预防医学杂志* 2014, 20(3): 52-54.
- [27] 韩彬, 胡广林, 李平, 等. 中药材黑芝麻中微量元素分析及其水煎液中汞元素的脱除 [J]. *微量元素与健康研究* 2008, 25(6): 26-28.
- [28] 曹蕾, 耿薇, 魏永生. 微波消解-ICP-AES 法测定黑芝麻中的 18 种矿质元素 [J]. *应用化工* 2012, 41(5): 910-913
- [29] 郁琼花, 王少鸥, 顾琳琳, 等. 几种常食绿叶类蔬菜的主要营养成分分析 [J]. *上海蔬菜* 2001(5): 36-36.

(上接第 360 页)

World Health Organization. Energy and protein requirement [R]. Gneve: WHO, 1973: 52-64.

[12] 朱圣陶, 吴坤. 蛋白质营养价值评价-氨基酸比值系数法 [J]. *营养学报*, 1988(10): 187-190.

[13] 杨月欣, 王光亚, 潘兴昌. 中国食品成分表 [S]. 北京: 北京大学医学出版社, 2009.

[14] 国家标准化管理委员会. 肉与肉制品 脂肪酸测定: GB/T 9695.2-2008 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.

[15] 丁仲仲. 坛紫菜中重金属脱除技术研究 [D]. 宁波: 宁波大学, 2014.

[16] 樊琳, 姜永江, 陈小芳, 等. 响应面法优化海带中重金属的脱除工艺 [J]. *食品与生物技术学报* 2015, 34(1): 94-101.

[17] 郑建, 林松毅, 徐彩娜, 等. 鹅肥肝中重要物质测定及卵磷脂提取 [J]. *食品科学* 2007, 28(11): 267-270.

[18] 高娟, 楼乔明, 杨文鸽, 等. 超声辅助提取鲑鱼肝脏油脂及其脂肪酸组成分析 [J]. *中国粮油学报* 2014, 29(2): 53-56.

[19] 刘书成, 李德涛, 高加龙, 等. 三种贝类的脂类成分及其营养价值评价 [J]. *营养学报* 2009, 31(4): 414-416.

[20] 樊燕, 孙晨阳, 王博, 等. GC/MS 分析俄罗斯鲟鱼不同部位脂肪酸组成 [J]. *现代食品科技* 2015, (1): 231-235.