

鳗鱼肝脏和骨中脂肪酸测定及比较

刘金海^{1,2}, 黄世玉^{1,2,*}, 黄玉英^{2,3}, 孙敏^{1,2}, 关瑞章^{1,2}

(1.集美大学水产学院, 福建 厦门 361021; 2.福建省高校水产科学技术与食品安全重点实验室, 福建 厦门 361021;

3.集美大学生物工程学院, 福建 厦门 361021)

摘 要: 利用有机溶剂法对鳗鱼肝脏和骨中所含油脂进行提取, 比较研究提取鳗鱼肝油和骨油的感官表现、理化指标及其所含脂肪酸成分的差异。结果表明: 提取鳗鱼骨油比肝油的感官评价好, 但二者均达到鱼油标准 SC/T 3502—2000《鱼油》中精制鱼油一级标准。相比较而言, 提取鳗鱼肝油较鳗鱼骨油饱和脂肪酸含量少(分别为 24.3% 和 34.9%), 二者单不饱和脂肪酸含量接近(分别为 48.0% 和 49.6%), 鳗鱼肝油较鳗鱼骨油多不饱和脂肪酸含量多(分别为 12.1% 和 3.3%), 特别是 EPA 含量(分别为 1.90% 和 0.6%)和 DHA 的含量高得多(分别为 9.0% 和 1.6%), 未定性脂肪酸含量鳗鱼肝油也略高于鳗鱼骨油(分别为 15.7% 和 12.1%)。因此, 从脂肪酸种类和含量来看, 鳗鱼肝油较鳗鱼骨油营养价值更高、品质更好。

关键词: 鳗鱼; 脂肪酸; EPA; DHA; 气相色谱法

Comparative Analysis of Fatty Acid Composition of Eel Liver and Bone

LIU Jin-hai^{1,2}, HUANG Shi-yu^{1,2,*}, HUANG Yu-ying^{2,3}, SUN-Min^{1,2}, GUAN Rui-zhang^{1,2}

(1. College of Fisheries, Jimei University, Xiamen 361021, China; 2. Key Laboratory of Science and Technology for Aquaculture and Food Safety (Jimei University) of Fujian Province University, Xiamen 361021, China;

3. School of Biotechnology Engineering, Jimei University, Xiamen 361021, China)

Abstract: Oils from eel liver and bone were extracted by organic solvent extraction and comparatively analyzed for differences in sensory performance, physicochemical properties and fatty acid composition. The results showed that the sensory performance of eel liver oil was better than that of eel bone oil, although both oils could reach the requirements of first-class refined fish oil stipulated in the standard SC/T 3502—2000. The content of saturated fatty acids in eel liver oil decreased compared with eel bone oil (respectively 24.3% and 34.9%). The content of monounsaturated fatty acids was similar in both oils (respectively 48.0% and 49.6%). The content of polyunsaturated fatty acids was higher in eel liver oil (12.1%) than in eel bone oil (3.3%), especially EPA (1.90% versus 0.6%) and DHA (9.0% versus 1.6%). The content of unknown fatty acids found in eel liver oil (15.7%) exhibited a slight increase compared with eel bone oil (12.1%). In conclusion, eel liver oil has higher nutritional value and better quality than eel bone oil in terms of the varieties and amount of fatty acids.

Key words: eel; fatty acids; EPA; DHA; gas chromatography

中图分类号: TQ645.6

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2012)04-0223-04

鳗鱼(*Anguilla japonica* Temminck et Schlegel), 又称河鳗, 是一种营养价值和经济价值很高的水产品。近年来, 我国广东、福建和江西等地区鳗鱼养殖及其加工业发展迅速, 成为农业出口创汇的支柱产业^[1]。在烤鳗的加工过程中, 都会产生大量的鳗鱼头、鳗鱼尾、鳗鱼内脏、鳗鱼骨和鳗鱼油脂等废弃物, 这些废弃物

均含有丰富的蛋白质、氨基酸、脂肪、微量元素和维生素等。综合利用鳗鱼加工下脚料可制成各种精深加工产品^[1]。利用鳗骨资源提取和精制鱼油, 不仅可以提高烤鳗的附加值, 而且可以避免这些废弃物的丢弃对环境造成的严重污染, 同时还可以为人们提供防治心脑血管疾病, 辅助治疗癌症等疾病的良好原料。本实验利用

收稿日期: 2011-03-16

基金项目: 国家公益性行业(农业)科研专项(nyhyzx07-043)

作者简介: 刘金海(1965—), 男, 讲师, 博士, 主要从事海洋生物活性物质分离提取纯化及活性研究。E-mail: hnd530@126.com

* 通信作者: 黄世玉(1964—), 男, 副教授, 主要从事生物活性物质研究。E-mail: hsy@jmu.edu.cn

有机溶剂法,对鳗鱼肝脏及鳗骨中所含有的鳗鱼肝油和骨油进行抽提,比较鳗鱼肝油和骨油的感官表现和理化指标,为科学评价鳗鱼肝油和鳗骨油的质量,合理利用烤鳗下脚料,提高烤鳗附加值,避免环境污染提供参考数据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

新鲜的鳗鱼肝脏和鳗鱼骨(剔除皮肉) 东园正源烤鳗厂。

乙醚 天津市光复精细化工研究所; 甲醇、酚酞、冰乙酸、氢氧化钾、三氯化碘、无水乙醇、硫代硫酸钠 国药集团化学试剂有限公司; 盐酸、碘化钾、二氯甲烷、三氟化硼甲醇 汕头市达濠精细化学品公司; 正己烷 天津市光复精细化工研究所; 氢氧化钠 上海化学试剂有限公司; 三氯甲烷 上海三鹰化学试剂有限公司; 可溶性淀粉 广东西陇化工厂; 以上试剂均为 AR。

1.2 仪器与设备

DS-1 高速组织捣碎机 上海精科实业有限公司; JFSD-100- II 粉碎机 郑州南北仪器设备有限公司; DZF-6020 真空干燥箱 上海佑柯仪器设备有限公司; BS110S 电子天平 上海仪展衡器有限公司; KL512 氮吹仪 北京奥林公司; GC2010 气相色谱仪 日本岛津公司; 有机滤膜(0.45 μm)。

1.3 方法

1.3.1 鳗鱼肝油的提取

将绞碎后的新鲜鳗鱼肝脏,于 30℃ 真空干燥至质量恒定,加入三氯甲烷:乙醇(2:1, V/V)混合液(以下简称“萃取溶剂”)研磨提取 3 次,合并滤液于广口瓶中,用氮吹仪将萃取溶剂吹干,提取得到鳗鱼肝油,置冰箱备用。

1.3.2 鳗骨油的提取

将绞碎后的新鲜鳗骨,于 30℃ 真空干燥至质量恒定,加入萃取溶剂,研磨提取 3 次,合并滤液于广口瓶中,用氮吹仪将萃取溶剂吹干,提取得到鳗鱼骨油,置冰箱备用。

1.3.3 提取油理化指标测定

鳗油酸价:参照 GB/T 5530—2005《动植物油脂酸值和酸度测定》^[2]测定;鳗油碘价:参照 GB/T 5532—2008《动植物油脂:碘值的测定》^[3]测定;鳗油皂化价:参照 GB/T 5533—2008《粮油检验:植物油脂含皂量的测定》^[4]测定;鳗油过氧化值:参照 GB/T 5538—

2005《动植物油脂过氧化值测定》^[5]测定;鳗油脂肪酸分析:参照 GB/T 17377—2008《动植物油脂脂肪酸甲酯的气相色谱分析》^[6]。

1.4 数据处理

采用 SPSS 16.0 进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 鳗鱼肝油和鳗鱼骨油的感官评价

参照 SC/T 3502—2000《鱼油》标准中的感官要求标准^[7],对鳗鱼肝油和鳗鱼骨油进行感官评价,鳗鱼骨油感官相对较好,但二者均无鱼油酸败味,符合国家规定的精制鱼油或粗鱼油标准(表 1)。

表 1 鳗鱼肝油和鳗鱼骨油的感官比较

Table 1 Comparison between eel liver oil and eel bone oil in sensory performance

名称	外观	色泽	气味	浑浊度
鳗鱼肝油	稍有浑浊	红棕色	有明显腥味,无鱼油酸败味	较浑浊
鳗鱼骨油	透明液体	浅黄色	微带鱼腥味,无鱼油酸败味	清晰

2.2 鳗鱼肝油和鳗鱼骨油的得率比较

用有机溶剂法,对鳗鱼肝脏和鳗鱼骨中所含的鱼油分别进行 3 次提取。结果发现,鳗鱼肝脏出油率大于鳗鱼骨,出油率分别为(28.66 ± 0.005)% 和(25.86 ± 0.004)% (表 2)。t 检验表明,鳗鱼肝脏和鳗鱼骨出油率差异极显著($P < 0.01$)。

表 2 鳗鱼肝油和鳗鱼骨油得率比较($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Comparison of oil yields from eel liver and bone ($\bar{x} \pm s$)

提取原料	原料质量/g	鱼油质量/g	出油率/%
鳗鱼肝脏	593.90 ± 0.004	170.21 ± 0.013	28.66 ± 0.005 ^a
鳗鱼骨	353.33 ± 0.002	91.37 ± 0.010	25.86 ± 0.004 ^b

2.3 鳗鱼肝油和鳗鱼骨油的品质评价

表 3 鳗鱼油的理化常数比较($\bar{x} \pm s$)

Table 3 Comparison between eel liver oil and eel bone oil in physico-chemical prosperities ($\bar{x} \pm s$)

名称	酸价 / (mg/g)	碘价 / (g I ₂ /100g 油)	皂化价 / (mg/g)	过氧化值 / (meq/kg)
鳗鱼肝油	0.868 ± 0.023	159.16 ± 0.019	125.86 ± 0.035	1.860 ± 0.012
鳗鱼骨油	0.427 ± 0.015	115.30 ± 0.024	175.73 ± 0.021	0.950 ± 0.026

参照 SC/T 3502—2000 标准中的理化指标标准,对有机溶剂法所得鳗鱼肝油和鳗鱼骨油(表3)进行品质评价,发现两种鱼油均达到该标准中精制鱼油的一级鱼油标准。

2.4 鳗鱼肝油和鳗鱼骨油脂肪酸成分分析

表4 鳗鱼油脂脂肪酸组成($\bar{x} \pm s$)

Table 4 Comparison between eel liver oil and eel bone oil in fatty acid composition ($\bar{x} \pm s$)

脂肪酸类型		鳗鱼肝油脂肪酸		鳗鱼骨油脂	
		含量/%	加和值/%	脂肪酸含量/%	加和值/%
脂肪酸	C _{14:0}	2.0 ± 0.002		4.1 ± 0.002	
饱和(SFA)	C _{16:0}	15.8 ± 0.032	24.3 ± 0.070	25.4 ± 0.053	34.9 ± 0.070
	C _{18:0}	6.5 ± 0.004		5.4 ± 0.026	
脂肪酸	C _{16:1}	5.5 ± 0.004		7.1 ± 0.042	
单不饱和(MUFA)	C _{18:1n7c}	3.3 ± 0.002	48.0 ± 0.014	2.6 ± 0.011	49.6 ± 0.041
	C _{18:1n9c}	37.8 ± 0.081		38.6 ± 0.074	
	C _{20:1}	1.4 ± 0.001		1.4 ± 0.010	
脂肪酸	C _{18:2n6c}	1.1 ± 0.017		1.1 ± 0.005	
多不饱和(PUFA)	C _{18:3n3}	0.1 ± 0.011	12.1 ± 0.050	0	3.3 ± 0.014
	C _{20:5n3} (EPA)	1.9 ± 0.005		0.6 ± 0.006	
	C _{22:6n3} (DHA)	9.0 ± 0.023		1.6 ± 0.008	
未定性脂肪酸		15.7 ± 0.035	15.7 ± 0.035	12.1 ± 0.025	12.1 ± 0.025

委托福建省农业科学院中心实验室,依据 GB/T 1737—2008,对有机溶剂法获得的鳗鱼肝油和鳗骨油的脂肪酸组成进行定性和定量分析,结果显示(表4),鳗鱼肝油主要有11种脂肪酸,其中饱和脂肪酸(SFA)有3种(C_{14:0}、C_{16:0}、C_{18:0}),单不饱和脂肪酸(MUFA)有4种(C_{16:1}、C_{18:1n7c}、C_{18:1n9c}、C_{20:1}),多不饱和脂肪酸(PUFA)含有4种(C_{18:2n6c}、C_{18:3n3}、C_{20:5n3}、C_{22:6n3}),占脂肪酸总量的比例分别为24.3%、48.0%、12.1%,二十碳五烯酸(EPA)和二十二碳六烯酸(DHA)含量分别达1.9%和9.0%;鳗鱼骨油主要有10种脂肪酸,其中饱和脂肪酸有3种(C_{14:0}、C_{16:0}、C_{18:0}),单不饱和脂肪酸有4种(C_{16:1}、C_{18:1n7c}、C_{18:1n9c}、C_{20:1}),多不饱和脂肪酸含有3种(C_{18:2n6c}、C_{20:5n3}、C_{22:6n3}),占脂肪酸总量的比例分别为34.9%、49.6%、3.3%,二十碳五烯酸和二十二碳六烯酸含量分别达0.6%和1.6%;未定性脂肪酸含量,鳗鱼肝油也大于鳗鱼骨油,其含量分别为15.7%和12.1%。

3 讨论

3.1 鳗鱼鱼油感官表现

鳗鱼富含多种营养成分,具有补虚养血、祛湿、抗痼等功效。鳗鱼油中因含有大量n-3多不饱和脂肪酸^[8]而具有较高的营养价值,但也因其易受到光、氧、过热、金属元素及自由基等因素的影响^[9]而降低了鱼油产

品的质量和价值。邱澄宇^[10]研究发现,不同的鱼油提取技术对所得鳗鱼油质量有至关重要的影响,加热提取法获得的鳗鱼骨油具有较重的鱼腥味。吴灵英^[11]研究发现,鱼产品中氧化三甲胺被还原化为三甲胺是其有鱼腥味的主要原因之一。本研究提取所得的鳗鱼肝油和鳗鱼骨油也带有一定的鱼腥味,这可能与鳗鱼油提取过程中,氧化三甲胺被还原有关。同时,本研究还发现,鳗鱼骨油较鳗鱼肝油具有更好的感官表现。

3.2 鳗鱼肝和骨油理化指标分析

鱼油质量可以通过鱼油理化指标高低来评价,鱼油酸价越低、碘价越高、皂化价越大、过氧化值越低,其品质也就越好。动植物油脂酸价高低反映了动植物油脂中游离脂肪酸含量多少^[12],动植物油脂碘价高低反映了动植物油脂中脂肪酸不饱和程度的高低^[13],动植物油脂皂化价高低反映了油脂中总脂肪酸含量的多少^[14],动植物油脂过氧化值高低反映了动植物油脂中脂肪酸氧化程度的高低^[15]。杨明等^[12]研究发现,鱼油初始过氧化值平均值为4.80meq/kg。白艳等^[13]利用酶解法从鳗鱼下脚料中提取鳗鱼油,所获鳗鱼油酸价2.27mg/kg、碘价198mg/kg、皂化价110g/100g、过氧化值2.26meq/kg。本研究发现,鳗鱼肝油和鳗鱼骨油的过氧化值分别为1.860meq/kg和0.950meq/kg,较杨明等^[12]关于鱼油初始过氧化值平均值偏低,较白艳等^[13]酶解法所获鳗鱼油酸价和过氧化值也偏低,这可能与本研究提取过程温度相对较低、采用真空干燥技术及利用氮气吹干有机溶剂等方法,从而避免了鳗鱼油提取过程中因温度高、作用时间长以及未隔绝空气而被氧化有关。从鳗鱼肝油和鳗鱼骨油理化指标来看,鳗鱼肝油碘价较高,说明其含有较多的不饱和脂肪酸,品质较鳗鱼骨油好。

3.3 鱼类脂肪酸组成分析

国内外关于鱼类肌肉脂肪酸组成屡见报道, Sargent等^[14]报道不同鱼类对于脂肪酸的需求依所处环境不同而不同,该研究可为鱼类饵料的研究提供依据。Tocher等^[15]报道了(n-3)和(n-6)多不饱和脂肪酸在虹鳟鱼(*Aslmo gairdneri*)和鳕鱼(*Gadus morhua*)大脑和视网膜中的含量的差异,研究发现虹鳟大脑中的甘油磷脂的不饱和程度略微大于鳕鱼,但其(n-3)/(n-6)的比率较低,而鳕鱼视网膜脂质的不饱和程度大于虹鳟的视网膜脂质。Li等^[16]对中国29种野生和养殖淡水鱼类、海水鱼类、虾类的肌肉脂质和脂肪酸组成研究发现,海水鱼类和虾类中n-3多不饱和脂肪酸远大于n-6多不饱和脂肪酸总量,大多数淡水鱼类和虾类n-3多不饱和脂肪酸远低于n-6多不饱和脂肪酸的总量;养殖淡水鱼多不饱和脂肪酸、n-3多不饱和脂肪酸和EPA+DHA的含量较野生淡水鱼有更高的比例。本研究发现鳗鱼肝、骨油脂中不饱和脂肪酸含量均高于饱和脂肪酸,且鳗鱼肝脏油脂中

不饱和脂肪酸含量高于鳗鱼骨油脂不饱和脂肪酸含量,这与本研究鳗鱼肝、骨油脂理化指标碘价的研究结果相吻合。同时鳗鱼肝、骨油脂中 $n-3$ 多不饱和脂肪酸远低于 $n-6$ 多不饱和脂肪酸,这与 Li 等^[16]研究结果相一致。吴惠勤等^[17]研究鳗鱼骨油脂脂肪酸发现,其所含主要脂肪酸为棕榈油酸、棕榈酸、油酸、硬脂酸、花生烯酸等。本研究与吴惠勤等^[17]研究结果基本一致,但吴惠勤未提及 EPA 和 DHA,本研究检测出鳗鱼骨油脂中存在 EPA 和 DHA,只是其含量相对于鳗鱼肝油脂 EPA 和 DHA 含量比较少而已。郭振德等^[18]对鳗鱼下脚料(头、骨等)脂肪酸研究发现,其主要成分为油酸、棕榈酸、棕榈油酸,还含有 EPA 和 DHA 等。本研究发现,鳗鱼肝油脂中主要脂肪酸为油酸、棕榈酸、DHA、硬脂酸、棕榈油酸等,但鳗鱼肝脏油脂较下脚料含有更多的 DHA;鳗鱼骨油脂中主要脂肪酸为油酸、棕榈酸、棕榈油酸和硬脂酸等,这与郭振德等^[18]的研究结果基本一致。鳗鱼肝脏油脂中不饱和脂肪酸较鳗鱼骨油脂高、鳗鱼肝脏油脂中 EPA 和 DHA 之和是鳗鱼骨的 5 倍多, DHA 则是鳗鱼骨的 7 倍多,因此鳗鱼肝脏油脂较鳗鱼骨具有更好的开发利用前景。

参考文献:

- [1] 陈美珍,余杰,余刚哲. 烤鳗加工废料鳗骨的综合利用[J]. 中国海洋药物, 1996, 22(2): 48-53.
- [2] GB/T 5530—2005 动植物油脂: 酸值和酸度测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2005.
- [3] GB/T 5532—2008 动植物油脂: 碘值的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [4] GB/T 5533—2008 粮油检验: 植物油脂含皂量的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [5] GB/T 5538—2005 动植物油脂: 过氧化值测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [6] GB/T 17377—2008 动植物油脂: 脂肪酸甲酯的气相色谱分析[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [7] SC/T 3502—2000 鱼油[S]. 北京: 中国标准出版社, 2000.
- [8] 李勇. 精制鱼油及其产品的开发现状[J]. 中国油脂, 1997, 22(2): 34-35.
- [9] 余刚哲,余杰,陈美珍. 鳗骨油的提取和分析[J]. 食品工业科技, 1996, 12(3): 66-68.
- [10] 邱澄宇. 几种提油方法对鳗骨油的影响[J]. 淡水渔业, 2002, 32(3): 47-48.
- [11] 吴灵英. 鱼油品质的影响因素与掺假鉴别[J]. 饲料工业, 2002, 23(9): 29-31.
- [12] 杨明,张年凤,徐菊. 鱼油提取及抗氧化性能研究[J]. 扬州大学烹饪学报, 2005, 22(2): 53-56.
- [13] 白艳,刘青梅,姚建军. 鳗鱼下脚料提取鱼油及脂肪酸成分分析[J]. 食品工业, 2011(1): 77-80.
- [14] SARGENT J, BELL G, MCEVOY L. Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish[J]. Aquaculture, 1999, 177(1): 191-199.
- [15] TOCHER D R, HARVIE D G. Fatty acid compositions of the major phosphoglycerides from fish neural tissues; ($n-3$) and ($n-6$) polyunsaturated fatty acids in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) and cod (*Gadus morhua*) brains and retinas[J]. Fish Physiology and Biochemistry, 1988, 5(4): 229-239.
- [16] LI Guipu, SINCLAIR A J, LI Duo. Comparison of lipid content and fatty acid composition in the edible meat of wild and cultured freshwater and marine fish and shrimps from China[J]. J Agric Food Chem, 2011, 59(5): 1871-1881.
- [17] 吴惠勤,程志清,张桂英. GC/MS 法分析鳗鱼骨油脂脂肪酸[J]. 分析测试学报, 1995, 14(5): 28-30.
- [18] 郭振德,刘莉玫,郑淑贞,等. 鳗鱼油的脂肪酸分析[J]. 广州化学, 1997(1): 35-38.