تعیین ترکیبات شیمیایی تقریبی و الگوی الکتروفورتیک پروتئین گوشت ماهی شوریده دهان سیاه (*Atrobucca nibe*) در دریای عمان

سیدپژمان حسینی‌شکرابی[۱]، سیدابراهیم حسینی[۲*]، مهدی سلطانی[۳]، ابولقاسم کمالی[۴]، تورج ولی‌نسب[۵]

۱- دانشگاه آزاداسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشجوی دکتری تخصصی گروه شیلات، تهران، ایران.
۲- دانشگاه آزاداسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، تهران، ایران.
۳- استاد گروه بهداشت و بیماری‌های آبزیان دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۴- دانشگاه آزاداسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، استاد گروه شیلات، تهران، ایران.
۵- استاد موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران، ایران.
*نویسنده مسئول مکاتبات: ebhoseini@srbiau.ac.ir

(دریافت مقاله: ۹۲/۴/۳۱ پذیرش نهایی: ۹۲/۷/۲۳)

چکیده

ماهی شوریده دهان سیاه (*Atrobucca nibe*) یکی از گونه‌های عمق‌زی دریای عمان بوده و تاکنون مطالعات محدودی روی ارزش غذایی آن انجام شده است. در این تحقیق ترکیبات شیمیایی، الگوی اسیدهای چرب موجود در روغن با استفاده از کروماتوگرافی گازی و عنصر فسفر (با روش رنگ‌سنجی) در بافت عضله این ماهی مورد مطالعه قرار گرفت. علاوه بر این، الگوی پروتئین بافت عضله به روش الکتروفورز ژل پلی آکریلامید (SDS-PAGE) انجام گردید. ترکیبات شیمیایی فیله ماهی برابر ۰/۲۹۹±۷۹/۳۲٪ رطوبت، ۰/۱۴۵±۱۸/۱۹٪ پروتئین، ۰/۰۳۲±۱/۰۱٪ چربی و ۰/۰۴۷±۱/۴۳٪ خاکستر در وزن مرطوب محاسبه شد. مقدار کل اسیدهای چرب اشباع، اسیدهای چرب تک غیراشباع و اسیدهای چرب چند غیراشباع به ترتیب ۰/۲۷۲±۳۹/۵۴٪، ۰/۱۶۱±۳۷/۶۶ و ۰/۳۶۹±۲۳/۵۶٪ محاسبه شدند. در میان اسیدهای چرب چند غیراشباع (PUFA)، مقدار اسیدچرب DHA (۰/۳۴۵±۹/۴۳٪) بیشتر از اسیدچرب EPA (۰/۰۵۱±۱/۱۶٪) مشاهده شد (p<۰/۰۵). محتوای فسفر ۰/۱۳۴±۲۶۰/۷۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن مرطوب محاسبه شد. در آنالیز SDS-PAGE فیله ماهی، تعداد ۱۱ باند در دامنه ۱۰ تا ۲۰۰ کیلودالتون مشخص شد که در این میان زنجیره سنگین میوزین (MHC) متراکم‌ترین و سنگین‌ترین باند را به خود اختصاص داد. طبق ارزش غذایی بسیار بالا و چربی کم گوشت ماهی شوریده دهان سیاه، احتمالاً این منبع غذایی جهت تولید فرآورده‌هایی همچون فیله منجمد و سوریمی مناسب است.

واژه‌های کلیدی: ترکیب شیمیایی،الگوی اسیدهای چرب، الکتروفورز، ماهی شوریده دهان سیاه

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

اندازه‌گیری برخی از ترکیبات شیمیایی مانند درصد پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر در گوشت ماهیان برای مشخص نمودن ارزش غذایی و حتی ارزش تجاری آن‌ها لازم است (Waterman, 2000). از طرفی مطالعات انجام شده در خصوص ترکیب تقریبی و عناصر ماهیان از توجه بالایی در تحقیقات شیلاتی برخوردار نبوده (Fawole et al., 2007) و از این رو مصرف‌کننده با کمبود اطلاعات و یا اطلاعات محدود در مورد اهمیت تغذیه‌ای یک گونه خاص از ماهیان در رژیم غذایی روزانه خود مواجه می‌شود (Adewoye et al., 2003). اثبات شده است که امگا-۳ (ω-3) از گروه اسیدهای چرب چند غیراشباع(PUFA)، مخصوصاً ایکوساپنتانوئیک اسید یا EPA (Eicosapentaenoic acid) و دوکوسا هگزا انوئیک اسید یا DHA (Docosahexaenoic acid)، قادر به جلوگیری از وقوع بیماری‌های قلبی و حفظ عملکرد طبیعی مغز در بزرگسالان و بهبود یادگیری و رشد در کودکان می‌شوند (Hoffman et al., 2009). در حال حاضر به منظور کاهش خطر ابتلاء به بیماری‌های قلبی و عروقی، به افزایش مصرف ماهی و فرآوردهای آن تأکید شده است زیرا این منابع غذایی غنی از اسیدهای چرب چند غیراشباع از خانواده امگا-۳ هستند (Sargent, 1996). به‌طورکلی ماهیان دریایی نسبت به ماهیان آب شیرین واجد مقدار فرآوان‌تری از اسیدهای چرب اشباع نشده به لحاظ حفظ هموستازی بدن و مایعات و تنظیم اسمزی در محیط آب دریا هستند (Sarenson, 1990). اثبات شده است که مقدار اسیدهای چرب غیراشباع خانواده امگا-۳ نسبت به امگا-٦ در ماهیان دریایی نسبت به ماهیان آب شیرین بیشتر است (Gruger et al., 1964; Rahman et al., 1995).

مطالعه عناصر معدنی موجودات زنده خوراکی علی‌رغم غلظت اندک آن‌ها به دلیل شرکت در فرآیندهای متابولیک انسان اهمیت دارد (Shul'man, 1974; Mills, 1980). الکتروفورز ژل پلی آکریلامید-SDS به عنوان یک ابزار کمی و کیفی مفید جهت مشخص نمودن اندازه و نوع اجزاء پروتئین‌ها کاربرد دارد (Clark and Switzer, 1964).

مطالعات متعددی روی ترکیب شیمیایی تقریبی (Exler, 1987; Chandrashekar and Deosthale, 1993; Osibona et al., 2006; Nurnadia et al., 2013) و الگوی اسیدهای چرب (Wanasundara and Shahidi, 1998; Uauy and Valenzuela, 2000) ماهیان مختلف انجام شده است. از خانواده شوریده ماهیان (Sciaenidae) ترکیب شیمیایی تقریبی و الگوی اسیدهای چرب گونه‌های؛ شوریده زرد بزرگ (*Pseudosciaena crocea*) (Tang et al., 2009) و شوریده معمولی واقع در خلیج فارس (*Otolithes ruber*) (Norbakhsh, 2009) بررسی شده است. برای مثال، Nazeer و Kumar در سال ۲۰۱۲ گزارش نمودند که از گروه اسیدهای چرب چند غیر اشباع در گوشت ماهی شوریده معمولی واقع در سواحل هند مقدار اسید DHA غالبیت دارد (۱۰/۲٪).

علی‌رغم وجود ذخایر قابل توجهی از ماهی شوریده دهان سیاه، *Atrobucca nibe* (Jordan and Thompson, 1911)، تاکنون تحقیقی در خصوص ترکیب شیمیایی تقریبی و الگوی پروتئین آن صورت نگرفته است اما با توجه به عرضه این ماهی به صورت فیله منجمد در بازار ایران و تولید فرآورده‌های مهم

Archive of SID
www.SID.ir

دیگر از این نوع ماهی در آینده، در این تحقیق ترکیبات تقریبی شیمیایی، الگوی اسیدهای چرب و الگوی پروتئین ماهی شوریده دهان سیاه مورد ارزیابی و شناسایی قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

تهیه نمونه‌های ماهی

ماهی شوریده دهان سیاه همراه با گله‌های فانوس ماهیان (خانواده Myctophidae) در انتهای منطقه فلات قاره منتهی به شیب قاره در طول‌های جغرافیایی ´۵۷°۰۰ تا ´۵۷°۲۰ (دریای عمان) توسط ترالر تحقیقاتی فردوس صید شدند. تعداد کل ۲۰ قطعه ماهی در فصل زمستان ۱۳۹۱ به صورت تصادفی از اعماق مختلف صید شدند و بلافاصله تا رسیدن به خشکی با نسبت دو حجم ماهی به یک حجم یخ (وزنی/وزنی)، یخ پوشی شدند. زمان رسیدن ماهیان تا آزمایشگاه کم‌تر از ۱۸ ساعت بود.

ترکیبات شیمیایی

گوشت ماهیان از تمام کلاسه‌های طولی و جنسی چرخ شدند تا اثرات احتمالی این عوامل بر ترکیبات شیمیایی خنثی گردد. سپس رطوبت و خاکستر نمونه‌ها به ترتیب توسط آون (Binder, Germany) در دمای ۱۰۵°C و کوره الکتریکی (Carbolite, England) در دمای ۵۵۰°C محاسبه شد (AOAC, 1999). محتوای نیتروژن و چربی کل به ترتیب توسط روش استخراج کلدال و سوکسله انجام شد. پروتئین خام از طریق ضریب ۶/۲۵ در محتوای نیتروژن کلدال محاسبه گردید (AOAC, 1999). محتوای انرژی با روش غیرمستقیم از طریق ضرایب روبنر (Rubner coefficients) برای آبزیان محاسبه (Winberg, 1971) و طبق روش Eder و Lewis (2005) به صورت کیلوژول در ۱۰۰ گرم وزن مرطوب بیان شد.

اسیدهای چرب

ترکیب الگوی اسیدهای چرب در چربی توسط کروماتوگرافی گازی اسیدهای چرب متیل استر شده یا FAMEs (gas chromatography of fatty acid methyl esters) تعیین شد. آنالیز اسیدهای چرب با استفاده از روش اصلاح شده Folch و همکاران (1957) انجام گرفت. ابتدا استخراج روغن از گوشت ماهی شوریده دهان سیاه انجام گرفت. بدین نحو که رطوبت ۵ گرم از گوشت ماهی توسط ازت مایع جدا شده و در یک هاون سنگی آسیاب گردید، سپس ۳۲ میلی‌لیتر کلروفرم را به آن افزوده و در ادامه با اضافه کردن ۱۶ میلی‌لیتر متانول همگن گردید، سپس مخلوط را به قیف جدا کننده منتقل و پس از ترکیب با ۱۲ میلی‌لیتر آب در مکان ثابت به مدت ۲ ساعت قرار گرفت تا به دو فاز جداگانه تقسیم شود. فاز پایینی که فاز کلروفرمی است جدا و جمع‌آوری شد. سپس ۲۰ میلی‌لیتر کلروفرم به لایه فوقانی دوباره افزوده و مجدداً فاز پایینی جدا و به فاز پایینی مرحله قبل اضافه گردید. کلروفرم محلول توسط روتاری خشک شد. اسید چرب متیل استر شده با تبادل استری اسید-کاتالیز شده از چربی کل تهیه شده (Christie, 1982) و محلول اسید چرب متیل استر شده طبق روش Ghioni و همکاران (1996) خالص سازی گردید. سپس مقدار ۱ میکرولیتر اسید چرب متیل استری شده به داخل دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل Younglin ACME 6000 M GC (ساخت ژاپن) مجهز به آشکار ساز حرارتی (FID) و ستون Supelco SLB-

Archive of SID
www.SID.ir

100 m× 0.250 mm×0.2) IL111 Sigma-Aldrich μm) تزریق گردید. دمای کوره و شناساگر به ترتیب برابر ۱۸۰ ºC و ۲۵۰ ºC تنظیم شد (نرخ دمایی ۱۰ºC در دقیقه). گاز هیدروژن به عنوان فاز متحرک (carrier gas) با جریان ۳۰ میلی‌متر در دقیقه استفاده گردید (فشار ۲۳/۳ psi). ارتفاع اسیدهای چرب با مقایسه زمان بازداری و الگوی جداسازی هر یک از ترکیبات با نمونه‌های استاندارد شناسایی گردیدند (Metcalfe and Schmitz, 1961).

اندازه‌گیری فسفر

اندازه‌گیری فسفر کل به روش رنگ‌سنجی و با استفاده از واکنش آمونیوم مولیبدو- وانادات و تشکیل کمپلکس زرد رنگ با محتویات خاکستر نمونه‌ها در طول موج ٤٢٠ نانومتر محاسبه شد، سپس با مراجعه به منحنی استاندارد تهیه شده توسط فسفات هیدروژنه پتاسیم، مقدار فسفر برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بافت ماهیچه ماهی بیان شد (Egan et al., 1981).

الکتروفورز ژل پلی آکریلامید سدیم دودسیل سولفات (SDS-PAGE)

شناسایی الگوی پروتئین گوشت چرخ‌شده ماهی توسط روش SDS-PAGE (Laemmli, 1970) انجام شد. جهت آماده‌سازی نمونه، ۲۷ میلی‌لیتر SDS ۵ درصد (وزنی/حجمی) به نمونه ماهی (۳ گرم) اضافه شد. مخلوط پس از ۲ دقیقه توسط هموژنایزر با دور ۱۱۰۰ دور در دقیقه همگن شد. انکوباسیون مخلوط همگن شده در دمای ºC ۸۵ به مدت ۱ ساعت انجام شد تا تمام پروتئین‌ها محلول شوند. نمونه در g× ۸۵۰۰ به مدت ۵ دقیقه در دمای اتاق (ºC ۲۸-۲٦) سانتریفیوژ شد. نمونه محلول با نسبت ۱:۱ (v/v) با بافر (شامل Tris-HCl ۰/۵ مولار با pH ٦/۸، ٤٪ SDS و ۲۰٪ گلیسرول) در حضور ۱۰ درصد بتا- مرکاپتواتانول مخلوط شد. ۲۰ میکروگرم پروتئین در ژل پلی‌آکریل-آمید (٤٪ ژل پیوسته و ۱۰٪ ژل ناپیوسته) با جریان ۱۵ میلی‌آمپر بارگذاری شدند. بعد از الکتروفورز، ژل با محلول رنگ‌آمیزی (۰/۱ درصد کوماسی-R250، ٤۵ درصد متانول و ۱۰ درصد اسید استیک) رنگ‌آمیزی شدند. محلول رنگ‌زدایی شامل نسبت آب (۸): گلاسیال اسید استیک (۱): متانول (۱) (v/v/v) بود. یک خط‌کش (ladder) پروتئین خالص به عنوان نشانگر با وزن ملکولی ۱۰ تا ۱۱۸ کیلو دالتون (شرکت Fermentas) استفاده شد.

آزمون آماری

تمام آزمایش‌ها با ۳ تکرار انجام شد. داده‌ها توسط آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) در سطح ۵٪ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند (با استفاده از نرم‌افزار SPSS 15.0). جهت تعیین معنی‌دار بودن یا نبودن اختلافات بین میانگین صفات از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (Duncan's test) استفاده شد.

یافته‌ها

ترکیبات شیمیایی و انرژی موجود در فیله ماهی شوریده دهان سیاه در جدول ۱ خلاصه شده است.

تعداد اسیدهای چرب شناسایی شده در جدول ۲ آمده است. به‌طوری‌که ۷ اسید چرب اشباع یا SFA (saturated fatty acids)، ٦ اسید چرب تک غیراشباع یا MUFA (monounsaturated fatty acids) و ۱۰ اسید چرب چند غیراشباع یا PUFA (polyunsaturated fatty acids) در این ماهی شناسایی شد. بیشترین مقادیر

www.SID.ir

اسیدهای چرب به ترتیب مربوط به اسید اولئیک (C18:1c) (۰/۳۱٤±۲۵/۲۹٪)، اسید پالمتیک (C16:0) (۰/۲٤٦±۲٤/۰۸٪) و اسید DHA (C22:6) (۰/۱۱۰±۹/٦۳٪) بودند.

میانگین غلظت فسفر ۰/۱۳٤±۲٦۰/۷۳ گرم در ۱۰۰ وزن گرم وزن مرطوب محاسبه شد.

جدول ۱- ترکیبات تقریبی شیمیایی (درصد وزن مرطوب) و انرژی (کیلوژول در ۱۰۰ گرم) گوشت ماهی شوریده دهان سیاه (میانگین± انحراف از معیار؛ n=۳)

متغیر	درصد
رطوبت	۷۹/۳۲±۰/۲۹۹
پروتئین	۱۸/۱۹±۰/۱٤۵
چربی	۱/۰۱±۰/۰۳۲
خاکستر	۱/٤۳±۰/۰٤۷
محتوای انرژی	٤۷۰/٤۳±۱/۲۱۳

نتایج الکتروفورز ژل پلی آکریلامید سدیم دودسیل سولفات (SDS-PAGE) گوشت چرخ شده با ۲ تکرار در شکل ۲ نشان داده شده است. به‌طوری‌که تعداد ۱۱ باند پروتئین بین وزن ملکولی حدود ۱۰ تا ۲۰۰ کیلودالتون مشاهده شد (شکل ۱). سنگین‌ترین و بیشترین تراکم مربوط به زنجیره سنگین پروتئین یا MHC (myosin heavy chain) با وزن ملکولی حدود ۲۰۰ کیلودالتون، اکتین با وزن ملکولی حدود ٤۵ کیلودالتون و بعد تروپومایسین با وزن ملکولی حدود ۳٦ کیلودالتون مشخص شد. بین وزن ملکولی ۱۰ تا ۲۷ کیلودالتون دو پلی‌پپتید مشاهده شد.

Archive of SID

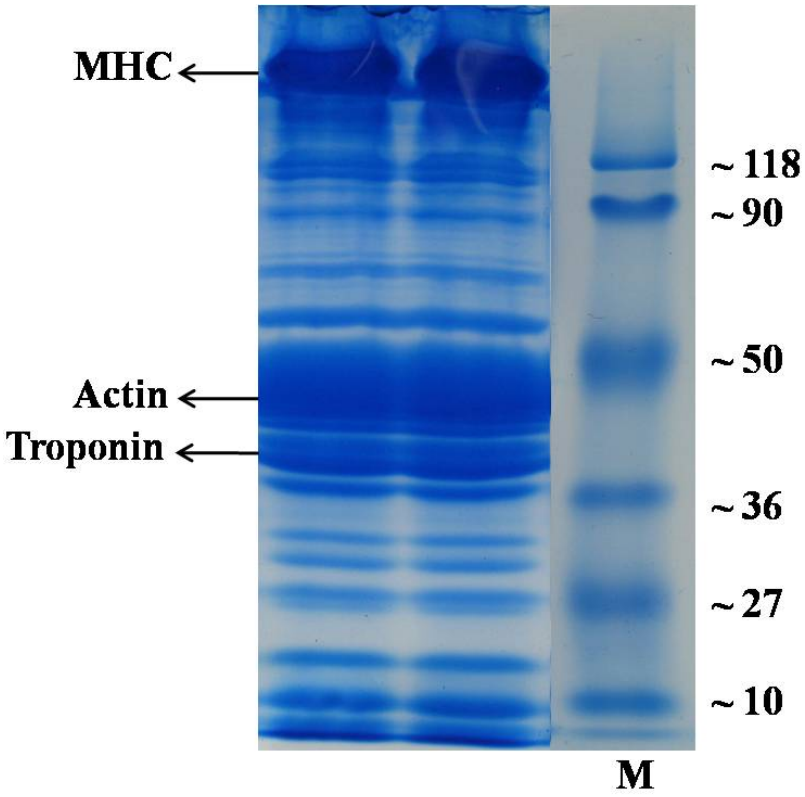
www.SID.ir

جدول ۲- اسیدهای چرب شناسایی شده در فیله ماهی شوریده دهان سیاه (میانگین± انحراف از معیار؛ n=۳)

شماره کربن اسیدهای چرب	گرم در ۱۰۰ گرم گوشت
C12:00	۰/۵۸±۰/۰۳۲
C14:00	۳/۲۷±۰/۱۸۵
C15:00	۰/۸٤±۰/۰۰۲
C16:00	۲٤/۰۸±۰/۲٤٦
C17:00	۱/۵۷±۰/۰۲۲
C18:00	۸/۱۸±۰/۱۹۳
C20:00	۱/۰۲±۰/۰۱۸
Total SFA	**۳۹/۵٤±۰/۲۷۲**
C14:1 ω-5	۰/۱۹±۰/۰۰۹
C16:1 ω-9	۹/۳۸±۰/۲۵۷
C17:1 ω-11	۰/۲۰±۰/۰۱۷
C18:1c ω-9	۲۵/۲۹±۰/۳۱٤
C18:1t ω-7	۲/۲۲±۰/۱٤۱
C20:1 ω-9	۰/۳۹±۰/۰۰٦
Total MUFA	**۳۷/٦٦±۰/۱٦۱**
C18:2c ω-6	۱/۲۱±۰/۰۲۳
C18:2t ω-3	۱/۳۰±۰/۱۱۰
C18:3 ω-3	۰/۳٦±۰/۰۰۵
C18:3 ω-6	۰/۱۸±۰/۰۰۵
C18:4 ω-3	۰/۷۲±۰/۰۲۲
C20:3 ω-3	۱/۷۲±۰/۱٤٦
C20:4 ω-6	۱/۳۷±۰/۰٤۲
C 20:4 ω-3	۳/۳۸±۰/۱۸٦
C20:5 ω-3 (EPA)	۱/۱٦±۰/۰۵۱
C22:6 ω-3 (DHA)	۹/٦۳±۰/۱۱۰
Total PUFA	**۲۱/۰٤±۰/۳٤۷**
ω-3/ ω-6	**٦/۱۲±۰/۰٤۰**
سایر	**۱/۷۹±۰/۰۱٦**

SFA: اسیدهای چرب اشباع، MUFA: اسیدهای چرب تک غیر اشباع و PUFA: اسیدهای چرب چند غیر اشباع. EPA: ایکوساپنتانوئیک اسید و DHA: دوکوسا هگزا انوئیک اسید.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۱- الگوی پروتئین گوشت چرخ‌شده ماهی شوریده دهان سیاه. M: مارکر پروتئین (۱۰-۱۱۸ کیلودالتون)

بحث و نتیجه‌گیری

ماهیت و کیفیت مواد مغذی موجود در لاشه اکثر جانداران مثل ماهی وابسته به عادات تغذیه‌ای و محیط زیست پیرامون آن‌ها است (Lagler et al., 1977; Adewoye and Omotosho, 1997). به‌طور کلی میزان دامنه تغییرات رطوبت در ماهیان دریایی بین ۷۰٪ تا ۸۰٪ گزارش شده که در این ماهیانی مثل کفال (*Mugil cephalus*) (۷۹/۱٪) و *Harpodon aurata* (۸۹/۸٪) واجد رطوبت نسبتاً بالا و ماهیانی مثل *Scomberomorus guttatus* (۷۰٪) و *Hilsa hilsa* (۷۲٪) مقدار رطوبت نسبتاً پایینی هستند (Chandrasekhar and and Deosthale, 1993). نتایج بدست آمده در این مطالعه نشان می‌دهد که ماهی شوریده دهان سیاه حاوی مقدار رطوبت پایین‌تری نسبت به شوریده معمولی (۱/۱±۸۳/۰۸٪؛ Nazeer and Kumar, 2012)، اما بیشتر از شوریده زرد بزرگ (۷۴/۶±۰/۷۹٪؛ Tang et al., 2009) و مشابه مقدار رطوبت ماهی *M. cephalus* (Chandrasekhar and Deosthale, 1993) است. به علاوه مقدار خاکستر در ماهی شوریده معمولی واقع در اقیانوس هند (۲/۱٪)؛ (Nazeer and Kumar, 2012)، ماهی شوریده معمولی واقع در خلیج فارس (Norbakhsh, 2009) و شوریده زرد بزرگ (۲/۵۵٪) (Tang et al., 2009) بیشتر از ماهی شوریده دهان سیاه مشاهده شد. محتوای پروتئین در ماهیان دریایی در حدود ۸ تا ۲۱٪ و در ماهیان آب شیرین ۱۳ تا ۱۷٪ می‌باشد (Wu and Shiau, 2002).

Archive
www.SID.ir

نتایج این تحقیق نشان داد که محتوای پروتئین ماهی شوریده دهان سیاه برابر ۰/۱٤٥±۱۸/۱۹ گرم در ۱۰۰ گرم وزن گوشت بوده و به طور مشخصی بیشتر از محتوای پروتئین شوریده معمولی (Nazeer and Kumar, 2012; Norbakhsh, 2009) و تقریباً مشابه گربه ماهی آفریقایی (Osibona et al., 2006) و شوریده زرد بزرگ (Tang et al., 2009) است. این موضوع بیانگر ارزش غذایی این گونه نسبت به سایر شوریده ماهیان می‌باشد. محتوای چربی ماهی شوریده دهان سیاه مشابه حلوا سفید نقره‌ای (۱٪) (Chakraborty et al., 2005) و گربه ماهی آفریقایی (۱/۱٥٪) (Osibona et al., 2006) مشاهده شده در حالی که محتوای چربی این ماهی به طور محسوسی از شوریده معمولی واقع در خلیج فارس (٤/۱۲٪) (Norbakhsh, 2009) و شوریده زرد بزرگ (٤/٥۸٪) (Nazeer and Kumar, 2012) کم‌تر است. با توجه به پایین بودن درصد چربی (کم‌تر از ۲گرم در ۱۰۰ گرم گوشت)، این ماهی جزء ماهیان کم چرب (واجد مقدار بالایی گوشت سفید) طبقه‌بندی می‌گردد (Ohrvik et al., 2012). Huss در سال ۱۹۹٥ بیان نمود که غالباً ماهی‌های کم‌چرب، گونه‌هایی بسترزی و ماهی‌های پرچرب غالباً گونه‌هایی سطح‌زی هستند. میزان اندک چربی مشخص شده در ماهی شوریده دهان سیاه با شرایط اکولوژیک (عمق‌زی بودن) زندگانی آن مرتبط است. اگرچه ترکیب شیمیایی ماهی‌ها با گونه، سن و اندازه، رژیم غذایی، مهاجرت، فصل و جنسیت متغییر است (Borresen, 1992; Watts, 1957; Bandarra et al., 1997). محتوای انرژی (کیلوژول در ۱۰۰ گرم) گوشت ماهی شوریده دهان سیاه کم‌تر از ماهی کپور نقره‌ای مشاهده شد (٥٦۰/۱) (Zolfaghari et al., 2010). از آنجایی که محتوای کربوهیدرات در ماهیان اندک است، سهم آن در محتوای انرژی تقریباً صفر در نظر گرفته می‌شود (Marquez et al., 1996, Payne et al., 1999, Anthony et al., 2000).

همچنین نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که یک بخش قابل توجهی از اسیدهای چرب در گوشت ماهی شوریده دهان سیاه اسیدهای چرب PUFA بوده که مقدار آن تقریباً مشابه ماهی شوریده معمولی واقع در خلیج فارس (۲۲/۲۲٪) (Norbakhsh, 2009)، ماهی شوریده معمولی واقع در سواحل هند (۲۱٪) (Nazeer and Kumar, 2012) و ماهی شوریده زرد بزرگ (۲۳/۲٪) (Tang et al., 2009) بوده و به‌طور چشمگیری از ماهی *Nemipterus japonicas* (۱/٦٪) (Nazeer et al., 2009) بیشتر است. اثر مثبت اسیدهای چرب چند غیراشباع در درمان سرطان‌ها، اختلالات مغزی و چشمی بیان شده است (Nestel et al., 2003; Fenton et al., 2000; Ward and Singh, 2005) البته در این مطالعه سهم بسزایی از این نوع اسیدهای چرب مشاهده شد که بالا بودن ارزش غذایی این ماهی را آشکار می‌سازد. به‌طورکلی در ماهیان دریایی نسبت به ماهیان آب شیرین از گروه اسیدهای چرب چند غیر اشباع فرآوانی اسیدهای چرب متعلق به DHA و EPA بیشتر است (Sarenson, 1990; Czesny et al., 1999). در این تحقیق مقدار DHA به EPA به طور چشمگیری نسبت به گربه ماهی آفریقایی (۳٪ به ۱٪) (Osibona et al., 2006) بیشتر و مشابه نتایج ماهی شوریده معمولی (۱۲/۲۳٪ به ۱/۹۹٪) (Norbakhsh, 2009) و شوریده زرد بزرگ (۱۲/۱٪ به ٥/۳٪) (Tang et al., 2009) است. بعلاوه البته قابل توجه است که مصرف ماهیانی با

www.SID.ir

نسبت بالایی از اسیدهای چرب امگا-۳ به امگا-٦ مفیدتر خواهد بود (Okland et al., 2005). نسبت اسیدهای چرب امگا-۳ به امگا-٦ در ماهیان دریایی نسبت به ماهی‌های آب شیرین بسیار بالا (۵ تا ۱۰ برابر) است (Ozogul and Ozogul, 2007). در این تحقیق نیز نسبت مناسبی از اسیدهای چرب امگا-۳ به امگا-٦ مشاهده شد که با اندک کاهشی مشابه نسبت اسیدهای چرب امگا-۳ به امگا-٦ شوریده زرد بزرگ (٦/٧١٪) و از ماهی شوریده معمولی (٤/١٩٪) (Norbakhsh, 2009) بیشتر مشاهده شد. این نسبت به‌طور چشمگیری از کپور معولی (١/١١٪)، ماهی سفید (١/٧٦٪) (Ghomi et al., 2011) و سوف زرد (٠/٥٥±٢/٧٢٪) (Gonza lez et al., 2006) نیز بیشتر است. مطالعه حاضر نشان داد که بافت ماهیچه ماهی شوریده دهان سیاه حاوی مقدار بالایی پروتئین و در مقابل حاوی درصد چربی اندک بوده که می‌تواند زمان ماندگاری محصولات ساخته شده از این ماهی را از نظر پایین بودن اثر فساد چربی بالا برده و به عنوان ماده اولیه مناسب جهت تولید سوریمی با کیفیت بالا تلقی نمود (Park, 2005). البته سطح بالایی از اسیدهای چرب امگا-۳ از گروه PUFA (به خصوص EPA و DHA) مشاهده شده و بر اساس بالا بودن نرخ امگا-۳ به امگا-٦ نتیجه‌گیری می‌شود که این ماهی منبع غذایی خوبی از EPA و DHA است.

فسفر به عنوان یک ماده معدنی جزء عناصر فراوان یا ماکروالمنت محسوب شده که در ساخت استخوان‌ها و دندان ضروری بوده و در حرکت عضلات و ایجاد انرژی در بدن نقش کلیدی ایفا می‌کند (Food and Nutrition Board, 1997). بر اساس نتایج، محتوای فسفر در فیله شوریده دهان سیاه نسبت به شوریده ماهی *Nibea japonica* (١١١/٣٦ میلی‌گرم در١٠٠گرم وزن مرطوب) (Hossain and Furuichi, 1999) به‌طور مشخصی بیشتر بوده و همچنین از ماهی کپور علف‌خوار پرورشی (٢٦٧/٨-٢٦٩/٩ میلی‌گرم در١٠٠گرم وزن مرطوب) نیز بیشتر و مشابه کپور سفید دریایی (٢٥٤/٩-٢٥٨/٩ میلی‌گرم در١٠٠گرم وزن مرطوب) (Esmailzadeh Kenari et al., 2002) بود. Moini در سال ۲۰۱۱ محتوای فسفر سوسیس حاصل از ماهی کیلکا در فرمول‌های مختلف را بین ۲۲۰-۳۹۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بیان نموده که در محدوده محتوای فسفر این تحقیق است.

بر اساس نتایج، تعداد باندهای پروتئین در گوشت ماهی شوریده دهان سیاه مشابه گوشت ماهی *Gadus morhua* (حدود ۱۱ باند) (Nolsoe, 2011) و گربه ماهی کانالی (حدود ۱۱ باند) (Kristinsson et al., 2005) مشاهده شد. زنجیره سنگین میوزین مشابه سایر ماهیان از جمله شوریده سفید *Argyrosomus argentatus* (Ohkubo et al., 2005) و شوریده اقیانوس اطلس (Kristinsson and Liang, 2006) متراکم‌ترین باند پروتئینی را تشکیل داده که بیانگر ارزش غذایی این گونه می‌باشد.

منابع

- اسماعیل‌زاده‌کناری، رضا.، سحری، محمدعلی و حمیدی اصفهانی، زهره (۱۳۸۲). مقایسه ترکیبات غذایی گوشت ماهی سفید و ماهی علف‌خوار پرورشی. مجله شیلات ایران، ١٢(٤): ١٣-٢٨.

Archive of SID
www.SID.ir

- ذولفقاری، مهدی.، شعبان‌پور، بهاره.، شعبانی، علی و شیرانی بیدآبادی، فرهاد (۱۳۸۹). مقایسه ارزش غذایی و بررسی تناسب ارزش تغذیه‌ای و ریالی اندازه‌های مختلف ماهی فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*) در فصل بهار. نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ٦(۳): ١٦٨-١٧٥.
- قمی، محمدرضا.، جدیدخانی، دانیال و حسن‌دوست، مهدی (۱۳۹۰). مقایسه پروفیل اسید چرب و اسید آمینه و ترکیبات شیمیایی لاشه در ماهیان قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frisii kutum*). مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزاد شهر، ٥(٤): ١-١٦.
- معینی، سهراب (۱۳۸۱). تحقیق درباره روش تولید سوسیس از ماهی کیلکا. مجله علوم دریایی ایران، ٤: ١١-١٩.
- نوربخش، هانیه (۱۳۸۹). تعیین پروفیل اسیدهای چرب و ترکیبات غذایی موجود در گوشت ماهی شوریده (*Otolithes ruber*). مجله علوم غذایی و تغذیه، ۹(٤): ٧٧-٨٤.

- Adewoye, S.O. and Omotosho, J.S. (1997). Nutrient Composition of some freshwater fishes in Nigeria. Journal of Biosciences Research Communications, 11(4): 333-336.
- Adewoye, S.O., Fawole, O.O. and Omotosho, J.S. (2003). Concentrations of selected elements in some fresh water fishes in Nigeria. Journal of Science Focus, 4: 106-108.
- Anthony, J.A., Roby, D.D. and Turco, K.R. (2000). Lipid content and energy density of forage fishes from the northern Gulf of Alaska. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 248: 53-78.
- AOAC. (1999). Official methods of analysis of AOAC international (16th edition).Washington, D.C: AOAC, USA.
- Bandarra, N.M., Batista, I., Nunes, M.L., Empis, J.M. and Christie, W.W. (1997). Seasonal Change in Lipid Composition of Sardine (*Sardina pilchardus*). Journal of Food Science, 62: 40-42.
- Borresen, T. (1992). Quality aspects of wild and reared fish. In: H.H. Huss, M. Jacobsen and J. Liston (eds.) Quality Assurance in the Fish Industry. Proceedings of an International Conference, Copenhagen, Denmark, August 1991. Elsevier, Amsterdam, pp. 1-17.
- Chakraborty, S., Ghosh, S. and Bhattacharyya, D.K. (2005). Lipid profiles of pomfret fish (*Pampus argenteus*) organs. Journal of Oleo Science, 54(2): 85-88.
- Chandrasekhar, K. and Deosthale, Y.G. (1993). Proximate composition, amino acid, mineral and trace element content of the edible muscle of 20 Indian fish species. Journal of Food Composition and Analysis, 6: 195-200.
- Chandrashekar, K. and Deosthale, Y.G. (1993). Proximate composition, amino acid, mineral, and trace element content of the edible muscle of 20 Indian fish species. Journal of Food Composition and Analysis, 6(2): 195-200.
- Christie, W.W. (1982). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. Lipid Analyses 2nd edition. Pergamon Press Oxford, England, pp. 52-56.
- Clark, J.M. and Switzer, R.L. (1964). Basic techniques of experimental biochemistry. WH Freeman Press, pp. 43-55.
- Czesny, S., Kolkovski, S., Dabrowski, K. and Culver, D. (1999). Growth, survival, and quality of juvenile walleye Stizostedion vitreum as influenced by n-3 HUFA enriched *Artemi anauplii*. Journal of Aquaculture, 178: 103-115.
- Eder, B.B. and Lewis, M.N. (2005). Proximate composition and energetic values of demersal and pelagic prey species from the SW Atlantic Ocean. Journal of Marine Ecology Progress Series, 291: 43-52.

Archive of SID
www.SID.ir

- Egan, H., Kirk, R.S. and Sawyer, R. (1981). Pearson's Chemical analysis of foods. Churchill Livingstone, pp.30.
- Esmailzadeh Kenari, R., Sahari, M.A. and Esfahani, Z.H. (2002). Comparison of proximate composition of farmed grass carp and Caspian kutum. Iranian Scientific Fisheries Journal, 12(4): 13-28 [In Farsi].
- Exler, J. (1987). Composition of foods: Finfish and shellfish products. US Department of Agriculture, Agriculture handbook, pp. 9-15.
- Fawole, O.O., Ogundiran, M.A., Ayandiran, T.A. and Olagunju, O.F. (2007). Proximate and Mineral Composition in Some Selected Fresh Water Fishes in Nigeria. Internet Journal of Food Safety, 9: 52-55.
- Fenton, W.S., Hibbeln, J. and Knable, M. (2000). Essential fatty acids, lipid membrane abnormalities, and the diagnosis and treatment of schizophrenia. Journal of Biological Psychiatry, 47: 8-21.
- Folch, J., Lees, M. and Sloane-Stanley, G.H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. Journal of Biological Chemistry, 226: 497-509.
- Food and Nutrition Board (Institute of Medicine). (1997). Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorous, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride. National Academy Press, Washington, DC, pp.448.
- Ghioni, C., Bell, J.G. and Sargent, J.R. (1996). Polyunsaturated fatty acids in neutral lipids and phospholipids of some freshwater insects. Journal of Comparative Biochemistry and Physiology, 11(4B): 161-170.
- Ghomi, M.R., Jadid Dokhani, D. and Hasandoost, M. (2011). Comparison of fatty acids and amino acids profile and proximate composition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), common carp (*Cyprinus carpio*) and kutum (*Rutilus frisii kutum*). Journal of Fisheries, Islamic Azad University, Azadshahr Branch, 5(4): 1-16 [In Farsi].
- Gonza lez, S., Flick, G.J., O'Keefe, S.F., Duncan, S.E., McLean, E. and Craig, S.R., (2006). Composition of farmed and wild yellow perch (*Perca flavescens*). Journal of Food Composition and Analysis, 19: 720-726.
- Gruger, E.H., Nelson, R.W. and Stansby, M.E. 1964. Fatty acid composition of oils from 21 species of marine fish, freshwater fish and shellfish. Journal of the American Oil Chemists' Society, 41: 662-667.
- Hoffman, D.R., Boettcher, J.A. and Diersen-Schade, D.A. (2009). Toward optimizing vision and cognition in term infants by dietary docosahexaenoic and arachidonic acid supplementation: A review of randomized controlled trials. Prostaglandins, Leukotrienes, and Essential Fatty Acids, 81: 151-158.
- Hossain, M.A. and Furuichi, M. (1999). Dietary Calcium Requirement of Giant Croaker *Nibea japonica*. Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University, 44(12): 99-104.
- Huss, H.H. (1995). Quality and quality changes in fresh fish. FAO Fisheries Technical Paper, No. 348, pp. 195.
- Jordan, D.S. and Thompson, W.F. (1911). A Review of the Sciaenoid Fishes of Japan. Proceedings of the United States National Museum, 39: 241-261.
- Kristinsson, H.G. and Liang, Y. (2006). Effect of pH-Shift Processing and Surimi Processing on Atlantic Croaker (*Micropogonias undulates*) Muscle Proteins. Journal of Food Science, 71(5): 304-312.
- Kristinsson, H.G., Theodore, A.E., Demir, N. and Ingadottir, B. (2005). A comparative study between acid and alkali-aided processing and surimi processing for the recovery of proteins from channel catfish muscle. Journal of Food Science, 70(4): C298-C306.
- Laemmli, U.K. (1970). Cleavage of structural proteins during the assembly of the head bacteriophage. Journal of Nature, 227: 680-685.
- Lagler, K.F., Bardach, J.E. and Miller, R.R. (1977). Lethology, the study of fishes. Wiley, New York, pp. 156-163.

Archive of SID

www.SID.ir

- Marquez, M.E.I., Casaux, R.J. and Mazzotta, A.S. (1996). Bacalaos antárticos: peces magros de alto contenido proteico. La Industria Carnica Latinoamericana, 105: 34-39.
- Metcalfe, L.D. and Schmitz, A.A. (1961). The rapid preparation of fatty acid esters for gas chromatographic analysis. Journal of Analytical Chemistry, 33: 363-364.
- Mills, C.F. (1980). The mineral nutrition of livestock. Common Wealth Agricultural Bureaux, pp. 9.
- Moini, S. (2011). Research on the method of preparation of fish sausage from Kilka. Journal of Iranian marine science, 4: 11-19 [In Farsi].
- Nazeer, R. and Kumar, N.S. (2012). Fatty acid composition of horse mackerel (*Magalaspis cordyla*) and croaker (*Otolithes ruber*). Asian Pacific Journal of Tropical Medicine, S933-S936.
- Nazeer, R.A., Sampath, K.N.S., Naqash, S.Y., Radhika, R., Rahul, K.K. and Sivani, R.B. (2009). Lipid profiles of Threadfin bream (*Nemipterus japonicus*) organs. Indian Journal of Marine Sciences, 38: 461-463.
- Nestel, P., Shige, H., Pomeroy, S., Cehun, M., Abbey, M. and Raederstorff, D. (2002). The n-3 fatty acids eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid increase systemic arterial compliance in humans. The American Journal of Clinical Nutrition, 76: 326-330.
- Nolsoe, H. (2011). Protein Yield and Protein Isolate Quality when applying pH-shift Processing on Cod, Haddock and Blue Whiting Fillets. Gothenburg, Sweden. Technical report, 6: 1-47.
- Norbakhsh, H.Z. (2009). Determination of fatty acid profile and nutritional compounds found in croaker (Otolithes ruber) meat. Journal of Food Science and Nutrition, 9(4): 77-84 [In Farsi].
- Nurnadia, A.A., Azrina, A., Amin, I., Mohd Yunus, A.S. and Mohd Izuan Effendi, H. (2013). Mineral contents of selected marine fish and shellfish from the west coast of Peninsular Malaysia. International Food Research Journal, 20(1): 431-437.
- Ohkubo, M., Osatomi, K., Hara, K., Ishihara, T. and Aranish, F. (2005). Myofibrillar proteolysis by myofibril-bound serine protease from white croaker *Argyrosomus argentatus*. Fisheries Science, 71(5): 1143-1148.
- Ohrvik, V., Malmborg, A., Mattisson, I., Wretling, S. and Astrand, C. (2012). Fish, shellfish and fish products- analysis of nutrients. The National Food Agency Report Series, 1: 47
- Okland, H.M., Stoknes, I.S., Remme, J.F., Kjerstad, M. and Synnes, M. (2005). Proximate composition, fatty acid and lipid class composition of the muscle from deep-sea teleosts and elasmobranchs. Journal of Comparative Biochemistry and Physiology, 40(3): 437-443.
- Osibona, A.O., Kusemiju, K. and Akande, G.R. (2006). Proximate composition and fatty acids profile of the African Catfish *Clarias gariepinus*. Journal of acta SATECH, 3(1): 85-89.
- Ozogul, Y. and Ozogul, F. (2007). Fatty acid profiles of commercially important fish species from the Mediterranean, Aegean and Black Seas. Food Chemistry, 100(4): 1634-1638.
- Park, J.W. (2005). Surimi and Surimi Seafood, Second Edition. CRC Press, pp.960.
- Payne, S.A., Johnson, B.A. and Otto, R.S. (1999). Proximate composition of some north-eastern Pacific forage fish species. Fisheries Oceanography, 8(3): 159-177.
- Rahman, S.A., Huah, T.S., Hassan, O. and Daud, N.M. (1995). Fatty acid composition of some Malaysian freshwater fish. Food Chemistry, 54: 45-49.
- Sarenson, P.G. (1990). Phospholipids and fatty acid esters from flounder (*Platichtays flesus*) erythrocyte plasma membrane and changes of the lipids from the membrane as a result of long term temperature acclimation. Journal of Comparative Biochemistry and Physiology, 96: 571-572.
- Sargent, J.R. (1996). Origins and functions of egg lipid. In: Bromage, N.R., Roberts, R.J. (eds.), Broodstock management and egg and larval quality. Oxford: Blackwell, pp. 353-372.
- Shul'man, G.E. (1974). Life cycle of fish: Physiology and Biochemistry, Halsted Press a division of John Wiley and Son Incorporation. N.Y. (1st Edition.), pp. 101-104.
- Tang, G., Chen, L.H., Chao, G. and Tian-xing, W.U. (2009). Fatty acid profiles of muscle from large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*) of different age. Journal of Zhejiang University Science, 10(2): 154-158.

Archive of SID
www.SID.ir

- Uauy, R. and Valenzuela, A. (2000). Marine oils: the health benefits of n-3 fatty acids. Journal of Nutrition, 6(7/8): 680-684.
- Wanasundara, U.N. and Shahidi, F. (1998). Lipase-assisted concentration of n-3 polyunsaturated fatty acids in acylglycerols from marine oils. Journal of the American Oil Chemist's Society, 75(8): 945-951.
- Ward, O.P. and Singh, A. (2005). Omega-3/6 fatty acids: alternative sources of production. Process Biochemistry, 40(12): 3627-3652.
- Waterman, J.J. (2000). Composition and quality of fish. Edinburgh, Torry research station, pp.28.
- Watts, J.C.D. (1957). The chemical composition of West African fish. 2. The West African shad (*Ethmalosa dorsalis*) from the Sierra Leone river estuary. Bulletin Institute of Fundamental African Noire, 19: 539-547.
- Winberg, G.C. (1971). Methods for estimation of production of aquatic animals. New York: Academic Press.
- Wu, H.C. and Shiau, C.Y. (2002). Proximate composition, free amino acids and peptides contents in commercial chicken and other meat essences. Journal of Food and Drug Analysis, 10(3): 170-177.
- Zolfaghari, M., Shabanpor, B., Shabani, A. and Bidabadi, F.Sh. (2010). Comparison of the nutritional value, nutritional scale and Economic value of various size of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) in the spring. Journal of Iranian Food Science and Technology Research, 6(3): 168-175 [In Farsi].

Archive of SID

www.SID.ir

Proximate composition and protein electrophoresis pattern of muscle from black mouth croaker (*Atrobucca nibe*) in the Oman Sea

Hosseini-Shekarabi, S.P. [1], Hosseini, S.E. [2]*, Soltani, M.[3], Kamali, A.[4], Valinassab, T.[5]

1-PhD student, Department of Fisheries, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3- Professor, Department of aquatic animal health, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran.
4- Professor, Department of Fisheries, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
5- Professor, Iranian Fisheries Researches Organization, Tehran, Iran.
*Corresponding author email: ebhoseini@srbiau.ac.ir
(Received: 2013/7/22 Accepted: 2013/10/15)

Abstract

Black mouth croaker is considered as a new and valuable resource in the deepwater of the Oman Sea. This study describes the chemical proximate composition, the fatty acid profiles of the fish oil using gas chromatography and phosphorus element (colorimetric method) of the fish muscle. Moreover, the pattern of protein using polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE) was carried out. Proximate composition of the fillet was calculated in wet weight as follow: 79.32±0.299% moisture, 18.19±0.145% protein, 1.01±0.032% fat and 1.434±0.047% ash. The concentration of total saturated fatty acids (SFA), monounsaturated fatty acids (MUFA) and polyunsaturated fatty acids (PUFA) were measured 39.54±0.272%, 37.66±0.161% and 23.56±0.369%, respectively. Among PUFA, concentration of DHA (9.43±0.345%) was obtained more than EPA (1.16±0.051%) ($p<0.05$). Phosphorus content was 260.73±0.134 mg/100 wet weight. Based on SDS-PAGE, the 11 protein bands in the range of 10 to 200 kDa were detected. Myosin heavy chain (MHC) showed the most dense band. According to high nutritional value and lean-flesh of black mouth croaker, this species may be appropriate for the production of frozen fillet and surimi.

Key words: Chemical composition, Fatty acids profile, Electrophoresis, Black mouth croaker

Archive of SID

www.SID.ir