مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر / ISSN: 2008-0026 سال نهم، شماره سوم، پاییز ۹۴ / صفحات: ۱۸-۹

ترکیب اسیدهای چرب فیله خام و کباب‌شده کپور معمولی پرورشی (*Cyprinus carpio*)

متین آذرپور[۱]، ابوالفضل عسکری‌ساری[۲]، مهران جواهری‌بابلی[۲] و *محمد ولایت‌زاده[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه شیلات، واحد علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران، [۲]استادیار گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران، [۳]باشگاه پژوهشگران جوان، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۹۱/۶/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۶/۲۵

چکیده

هدف این پژوهش تعیین میزان اسیدهای چرب در عضله خام و فیله کباب‌شده ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) بود. دوازده نمونه کپور پرورشی از مجتمع پرورش ماهی آزادگان اهواز تهیه شد. نتایج نشان داد میزان مجموع اسیدهای چرب اشباع و اسیدهای چرب چندغیراشباع در عضله خام به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای بالاتر از فیله کباب‌شده بود، اما اسیدهای چرب تک غیراشباع در فیله کباب‌شده به‌طور معنی‌داری بالاتر بود. بالاترین و پایین‌ترین میزان اسید چرب در عضله خام کپور پرورشی به‌ترتیب مربوط به اولئیک اسید با ٤١/٤٣ درصد و گادولئیک و بهنیک اسید با میزان صفر بود. همچنین بالاترین و پایین‌ترین میزان اسید چرب در فیله کباب‌شده کپور پرورشی به‌ترتیب مربوط اولئیک اسید با ٤٨/٠١ درصد و گادولئیک اسید با میزان صفر بود. میزان ایکوزاپنتانوییک اسید، اسید چرب‌های امگا ۳ و نسبت امگا ۳ به امگا ٦ در عضله خام و فیله کباب‌شده اختلاف معنی‌داری نداشت، اما میزان دوکوزاهگزانوییک اسید و اسیدهای چرب امگا ٦ دارای اختلاف معنی‌داری بود. میزان اسیدهای چرب امگا ۳ و امگا ٦ در عضله خام کپور پرورشی بالاتر از فیله کباب‌شده بود، اما میزان ایکوزاپنتانوییک اسید و دیکوزاهگزانوییک اسید در فیله کباب‌شده کپور پرورشی بالاتر از عضله خام بود.

واژه‌های کلیدی: اسید چرب، فیله کباب‌شده، کپور معمولی، ماهی

مقدمه

آبزیان در مقایسه با محصولات جانوران خشکی مقدار کالری، چربی، قند و سدیم کم‌تری دارند، سالم و خوش‌طعم هستند، به سرعت آماده و به سهولت هضم می‌شوند، مغذی و قادر به حفظ سلامتی هستند که این مسأله موجب شده است تا بیش از یک میلیون نفر در سراسر جهان به ماهی به‌عنوان یک منبع مهم پروتئین حیوانی روی آورند (Mazza، ۲۰۰٤). مصرف ماهی و فرآورده‌های شیلاتی از باارزش‌ترین منابع تامین پروتئین در سراسر جهان محسوب می‌شوند، زیرا اثرات کلی مصرف ماهیان و روغن‌های ماهی در کاهش خطر بیماری‌های قلبی- عروقی به اثبات رسیده است (Kris-Etherton و همکاران، ۲۰۰۲). اثرات مفید سلامت مصرف ماهی و روغن ماهی به اسیدهای چرب چند غیراشباع به‌خصوص اسید چرب امگا ۳ وابسته می‌باشد (Sidhu، ۲۰۰۳). اسیدهای چرب چند غیراشباع امگا ۳ نقش حیاتی در پیشگیری و معالجه بیماری‌هایی قلبی- عروقی، التهابی، پرخاشگری، افسردگی، فشار خون، بیماری‌های خود ایمنی، دیابت، بیماری‌های کلیه، تورم مفاصل رماتیسمی، آلرژی و سرطان دارند (Atkinson

* مسئول مکاتبه: mv.5908@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

و همکـــــــاران، ۱۹۹۷؛ Shahidi و Miraliakbari، ۲۰۰٤). مطالعات در سال‌های اخیـر در مـورد روغـن ماهی نشان می‌دهد وجود اسیدهای چـرب غیراشـباع به‌ویژه اسـیدهای چـرب امگـا ۳ و امگـا ٦ در غـذای روزانه انسان می‌تواند از طریق تأثیر بـر فعالیـت‌هـای بیولوژیک باعث کـاهش فـشار خـون و پـایین آمـدن لیپیدهای سرم خون گردیده و با کـاهش خطـر بـروز تـصلب شـرائین و ترومبـوز مـرگ و میـر ناشـی از سکته‌های قلبی و مغزی را تا حد چشمگیری کـاهش دهد. همچنین اسیدهای چـرب غیراشـباع موجـود در بدن ماهی در پیشگیری از انواع سرطان‌هـا و بیمـاری میگرن و همچنین در رشد و نمـو و ضـریب هوشـی کودکان نقش مهمی دارند (Lombardo و همکـاران، ۲۰۰۷؛ Shahidi و Miraliakbari، ۲۰۰٤؛ Sushchik و همکاران، ۲۰۰۷).

کپورماهیان از قدیمی‌تـرین و شـناخته‌شـده‌تـرین آبزیان، آشنای بشر بوده‌اند. از دیرباز انسان کپورماهیان را می‌شناخته و به‌عنوان یک منبع مهـم غـذایی مـورد اسـتفاده قـرار داده اسـت. مـاهی کپـور معمـولی در آب‌های گرم بـیش‌تـر کـشورهای دنیـا پـرورش داده می‌شود. این ماهی ابتدا از آسیای مرکـزی بـه چـین و نواحی شرق ژاپن و سپس به تمـام نقـاط کـره زمـین معرفی شد و امروز بـه‌صـورت گـسترده‌ای در اغلـب کشورها پرورش داده می‌شـود (صـفری و همکـاران، ۱۳۸٦؛ فریدپاک، ۱۳۸٦). میزان پرورش این مـاهی در سال ۲۰۰۰ برابر ۲٤۱۰۲۳۱ تن بوده که در سال ۲۰۰۸ بـه ۲۹۸۷٤۳۳ تـن افـزایش یافتـه و چهـارمین گونـه مهم پرورشی آبزیـان از نظـر تولیـد مـی‌باشـد (Fao، ۲۰۱۰). ترکیب اسیدهای چرب در ماهیان ویژگی‌های منحصر به فـردی دارنـد. براسـاس تعـداد پیونـدهای دوگانـه، شـامل اسـیدهای چـرب تـک غیراشـباع (Mono Unsaturated Fatty Acid) یا چنـد پیونـد دوگانه (Poly Unsaturated Fatty Acid) می‌باشند. اسیدهای چربی که پیوندهای دوگانه بیش‌تـری دارنـد مانند اسیدهای چرب امگا ۳ و امگا ٦، از درجه اشباع کم‌تری برخوردار هستندند. از این گروه می‌توان اسید چـرب دوکوزاهگزانوییـک (DHA) و اسـید چـرب ایکوزاپنتانوییـک (EPA) را نـام بـرد (معینـی و هـدایتی‌فـرد، ۱۳۸۵؛ Weber و همکـاران، ۲۰۰۸؛ Oksuz و همکاران، ۲۰۱۱).

در ایران مطالعات متعددی در زمینه ترکیب اسیدهای چرب در عضله ماهیان انجام شده است، از پژوهش‌های انجام شده می‌توان به‌ترکیب کمی و کیفی اسیدهای چرب کفال طلایی (*Liza urata*) (هدایتی‌فرد، ۱۳۸۱)، ترکیب اسیدهای چرب ماهی کیلکای معمولی (*Clupeonella cultriventris*) (ناصری و همکاران، ۱۳۸۵)، ارزش تغذیه‌ای فیله خام و کباب‌شده تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) (علیپور و همکاران، ۱۳۹۰)، پروفایل اسیدهای چرب امگا ۳، ٦، ایکوزاپنتانوییک اسید و دیکوزاهگزانوییک اسید در ماهی فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*)، قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) و کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) (صابری‌کوچصفهانی و همکاران، ۱۳۹۰)، پروفایل اسیدهای چرب عضله اردک‌ماهی (*Esox lucius*) (هدایتی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۰)، مقایسه پروفایل اسید چرب سه گونه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، کپور معمولی و ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) (قمی و همکاران، ۱۳۹۰) و اثر پنج روش پخت بر ترکیب اسید چرب در عضله ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) (قیومی‌جونیانی و همکاران، ۲۰۰۷) اشاره نمود.

در این پژوهش به‌دلیل اهمیت اسیدهای چرب امگا ۳ در سلامت انسان‌ها، هدف اندازه‌گیری و مقایسه میزان اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع به‌ویژه اسیدهای چرب امگا ۳ و ٦ در عضله طبخ‌شده ماهی

Archive of SID

www.SID.ir

کپور پرورشی به روش کباب شده و مقایسه با فیله خام این ماهی بود.

مواد و روش‌ها

۱۲ نمونه ماهی کپور معمولی در سال ۱۳۸۹ از مجتمع پرورش آزادگان اهواز تهیه شد. نمونه‌های ماهی بعد از نمونه‌برداری به آزمایشگاه انتقال یافتند. عضله پشتی نمونه‌های ماهی کپور معمولی جهت شناسایی ترکیب اسیدهای چرب جدا شدند. جهت کباب کردن با شعله متوسط به‌مدت ۲۵ دقیقه را بر روی کباب‌پز قرار داده، سپس تیغ‌ماهی‌های کباب شده را جداکرده و ۵ تکه را به قطعات کوچک تقسیم نموده و با هم مخلوط کرده و از مخلوط حاصله حدود ۳۰ گرم جدا نموده، سپس از بسته‌بندی و کدگذاری و فریزر نمودن به آزمایشگاه برای آنالیز اسیدهای چرب منتقل شدند (Bakar و همکاران، ۲۰۰۸).

برای استخراج چربی مقدار ۳ گرم نمونه به درون دکانتور انتقال یافت، سپس ۷ میلی‌لیتر متانول ۰/۸ نرمال به نمونه اضافه گردید. دکانتور به‌مدت ۱ دقیقه به‌شدت تکان داده شد. سپس ١٤ میلی‌لیتر محلول کلروفرم به آن اضافه گردید و دوباره به‌مدت ۱ دقیقه به‌شدت تکان داده شد. دکانتورها در یک مکان تاریک به‌مدت ٢٤ ساعت قرار گرفتند. برای جداسازی چربی از حلال، ظرف‌هایی شیشه‌ای که محتوی چربی و حلال بودند در حمام آب گرم قرار گرفت و گاز ازت به درون ظرف وارد گردید. به این ترتیب پس از چند دقیقه حلال تبخیر و از ظرف خارج گردید و در نهایت چربی باقی ماند (Larsen و همکاران، ۲۰۱۰). جهت استری کردن چربی ۵ میلی‌لیتر سود متانولی ۲ درصد (۲ گرم هیدروکسید سدیم در ۱۰۰ گرم متانول) به آن اضافه گردید. سپس درب ظرف بسته و به‌شدت تکان داده شد و به‌مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار گرفت. پس از خنک شدن محلول، ۳ میلی‌لیتر محلول تری بور فلوراید به ترکیب بالا اضافه شد و به‌مدت ۲ تا ۳ دقیقه در حمام آب جوش قرار گرفت. به مواد حاصل ۱ میلی‌لیتر هگزان نرمال اضافه و بعد از تکان دادن مواد به آن ۱ میلی‌لیتر محلول نمک اشباع (۳۰۰ گرم کلرید سدیم در یک لیتر آب مقطر) اضافه گردید. محلول به‌دست آمده به‌شدت تکان داده شد و در جایی ساکن مستقر گردید. بعد از پدیدار شدن دو فاز جداگانه، فاز بالایی به دقت جدا شد (Folch و همکاران، ۱۹۵۷).

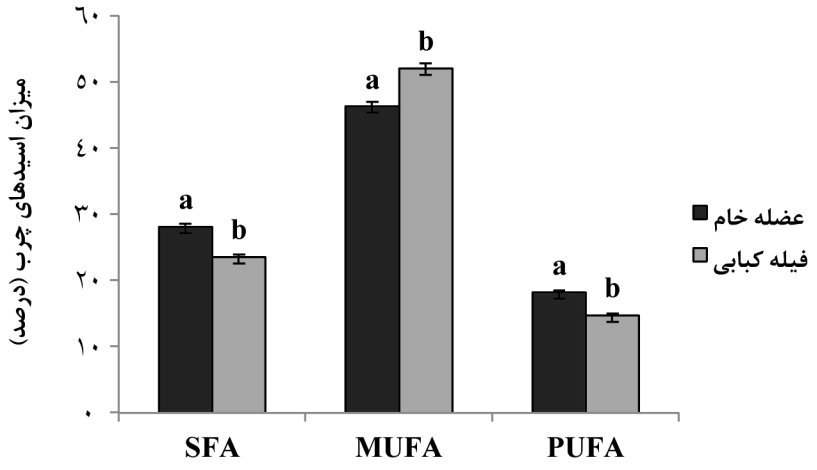
برای شناسایی اسیدهای چرب نمونه‌های مورد مطالعه از دستگاه کروماتوگراف گازی (GC) مدل Agilent 6890 ساخت شرکت Agilent امریکا مجهز به دریچه و ستون ویژه تجزیه اسیدهای چرب از نوع Flame Ionization Detector استفاده شد. گازهای هلیوم (به‌عنوان گاز حامل)، نیتروژن (گاز کمکی) و هیدروژن (به‌عنوان سوخت) مورد استفاده برای آنالیز با دستگاه کروماتوگراف گازی با خلوص تجزیه‌ای ۹۹/۹۹ درصد از شرکت اکسیژن سبلان نمایندگی شرکت Air Product انگلستان، هوای فشرده از شرکت اکسیژن ارومیه گاز، حلال‌های هپتان نرمال، کلروفرم، متانول از شرکت کالدون کانادا، هیدروکسید پتاسیم از شرکت مرک آلمان و دی‌اتیل اتر از شرکت پارس شیمی ایران تهیه شدند. ۱ میکرولیتر از نمونه استری با استفاده از سرنگ میکرولیتری به دستگاه کروماتوگراف گازی تزریق شد. دمای اولیه ستون ١٦٠ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد، بعد از مدت ۱۰ دقیقه دمای ستون با سرعت ۲ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت و به‌مدت ۷۵ دقیقه در این دما باقی ماند. سپس اسیدهای چرب موجود در نمونه‌های ماهی شناسایی و بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک ارائه شدند (Larsen و همکاران، ۲۰۱۰).

Archive of SID
www.SID.ir

تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS 17 انجام شد. میانگین داده‌ها به کمک آزمون دانکن (Duncan test) و آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) با یکدیگر مقایسه شدند که وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ (P=۰/۰۵) تعیین گردید. در رسم نمودارها و جداول از نرم‌افزار Excel 2007 استفاده گردید.

نتایج

در این پژوهش میزان مجموع اسیدهای چرب اشباع و اسیدهای چرب چند غیراشباع در عضله خام بالاتر از فیله کباب‌شده بود (P<۰/۰۵)، اما اسیدهای چرب تک‌غیراشباع در فیله کباب‌شده بالاتر بود (P<۰/۰۵) (شکل ۱). بالاترین و پایین‌ترین میزان اسید چرب در عضله خام کپور پرورشی به‌ترتیب مربوط به اولئیک اسید با ٤١/٤٣ درصد و گادولئیک و بهنیک اسید با میزان صفر بود. همچنین بالاترین و پایین‌ترین میزان اسید چرب در فیله کباب‌شده کپور پرورشی به‌ترتیب مربوط به اولئیک اسید با ٤٨/٠١ درصد و گادولئیک اسید با میزان صفر بود. بالاترین میزان اسیدهای چرب اشباع در عضله خام و فیله کباب‌شده مربوط به پالمیتیک اسید بود. پایین‌ترین میزان اسیدهای چرب اشباع در عضله خام مربوط به بهنیک اسید و در فیله کباب‌شده آراشیدیک اسید بود. بالاترین میزان اسیدهای چرب تک‌غیراشباع در عضله خام و فیله کباب‌شده مربوط به اولئیک اسید بود. پایین‌ترین میزان اسیدهای چرب تک‌غیراشباع در عضله خام و فیله کباب‌شده مربوط به گادولئیک اسید بود. بالاترین میزان اسیدهای چرب چند غیراشباع در عضله خام مربوط به لینولئیک اسید و در فیله کباب‌شده مربوط به دی هومو- گاما- لینولنیک بود. همچنین پایین‌ترین میزان اسیدهای چرب چند غیراشباع در عضله خام مربوط به دی هومو- گاما- لینولنیک و در فیله کباب‌شده مربوط به دکوزاپنتائینوئیک اسید بود. میزان ایکوزاپنتانوییک اسید، اسید چرب امگا ۳ و نسبت امگا ۳ به امگا ٦ در عضله خام و فیله کباب‌شده اختلاف معنی داری نداشت (P>۰/۰۵)، اما میزان اسید چرب دوکوزاهگزانوییک و اسید چرب امگا ٦ دارای اختلاف معنی‌داری بود (P<۰/۰۵). میزان اسیدهای چرب امگا ۳ و امگا ٦ در عضله خام کپور پرورشی بالاتر از فیله کباب‌شده بود، اما میزان اسید چرب ایکوزاپنتانوییک و اسید چرب دوکوزاهگزانوییک در فیله کباب‌شده کپور پرورشی بالاتر از عضله خام بود (جدول ۱).



شکل ۱- مقایسه مجموع اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع (درصد) در عضله خام و فیله کباب‌شده کپور پرورشی
SFA: اسیدهای چرب اشباع، MUFA: اسیدهای چرب تک‌غیراشباع، PUFA: اسیدهای چرب چند غیراشباع.

www.SID.ir

جدول ۱- میانگین میزان اسیدهای چرب فیله خام و کباب‌شده کپور پرورشی (درصد) (میانگین ± SD).

نوع اسید چرب	نام اسید چرب	کباب شده	عضله خام
C14:0	مریستیک اسید	۰/۲۵±۰/۰۲^{a}	۷/۰۵±۰/۱^{b}
C14:1n5	تتراد سنوئیک اسید	۰/۲۳±۰/۰۱^{a}	۰/۷۸±۰/۰۱^{b}
C16:0	پالمیتیک اسید	۱۷/۳۶±۰/۲۵^{a}	۱۷/۱٤±۰/۲٤^{a}
C16:1n7	پالمیتولئیک اسید	۳/۸٦±۰/۰۲^{a}	٤/۱۲±۰/۰٦^{a}
C18:0	استارئیک اسید	۵/۹۲±۰/۰۷^{a}	۳/۸٦±۰/۰۵^{b}
C18:1n9	اولئیک اسید	٤۸/۰۱±۰/٦^{a}	٤۱/٤۳±۰/۵۹^{b}
C18:1n7	اکتادکانیک اسید	۲/۳۵±۰/۰۳^{a}	۱/۹٦±۰/۰۳^{a}
C18:2n6cis	لینولئیک اسید	۳/۸٤±۰/۰۳^{a}	۹/۲۱±۰/۱۳^{b}
C18:3n3	لینولنیک اسید	۰/۳۲±۰/۰۰۱^{a}	۰/٤۲±۰/۰۰۵^{b}
C20:0	آراشیدیک اسید	۰/۰٦±۰^{a}	۰/۰۹±۰/۰۰۲^{b}
C18:3n6	آلفا- لینولئیک اسید	۰/۲٦±۰/۰۰۲^{a}	۱/۹٤±۰/۰۳^{b}
20:1n9	گادولئیک اسید	۰	۰
C18:4n3	استئاریدونیک اسید	۰/۱±۰/۰۰۵^{a}	۱/۹۸±۰/۰۳^{b}
C22:0	بهنیک اسید	۰/۰۷±۰/۰۰۵^{a}	۰^{b}
C20:3n6	دی هومو- گاما- لینولنیک	٤/٤٤±۰/۰۳^{a}	۰/۲۸±۰/۰۰۳^{b}
C20:3n3	ایکوزاتری انوئیک	۳/۲۸±۰/۰۲^{a}	۰/٤۲±۰/۰۱^{b}
C20:4n6	آراشیدونیک اسید	۰/۵۸±۰/۰۰٤^{a}	۰/۳٤±۰/۰۰۷^{b}
C20:5n3	ایکوزاپنتانوییک اسید (EPA)	۱/۵۸±۰/۰٤^{a}	۱/۰۲±۰/۰۱^{a}
C22:5n6	دکوزاپنتائینوئیک اسید	۰/۱۸±۰/۱۰^{a}	۰/٤۲±۰/۰۳^{b}
C22:5n3	دکوزاپنتائینوات اسید	۰/۰۹±۰/۰۱^{a}	۰/۳±۰/۰۰۵^{b}
C22:6n3	دوکوزاهگزانوییک اسید (DHA)	٤/۳۸±۰/۱۹^{a}	۱/۸۷±۰/۰۲^{b}
SFA	اسیدهای چرب اشباع	۲۳/۵۹±۰/۳^{a}	۲۸/۱٤±۰/٤^{b}
MUFA	اسیدهای چرب تک‌غیراشباع	۵۲/۱±۰/۷٤^{a}	٤٦/۳۳±۰/٦۹^{b}
PUFA	اسیدهای چرب چند غیراشباع	۱٤/۷٤±۰/۲^{a}	۱۸/۲±۰/۲۷^{b}
n-3	امگا ۳	۵/۷۱±۰/۰۹^{a}	٦/۰۱±۰/۰۹^{a}
n-6	امگا ٦	۹/۰۳±۰/۱۳^{a}	۱۲/۱۹±۰/۱۸^{b}
EPA/DHA	نسبت EPA به DHA	٦/٤٤±۰/۲^{a}	۰/۵٤±۰/۰۰٤^{b}
n-3/n-6	نسبت امگا۳ به امگا ٦	۰/٦۳±۰/۰۰۵^{a}	۰/٤۹±۰/۰۰٤^{a}

حروف متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵) می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

به‌طورکلی ترکیب اسید چرب ماهیان به ترکیب آن در جیره غذایی ارتباط دارد. در حقیقت، تشکیل اسید چرب در بافت‌ها با فاکتورهای متابولیک مختلف (فرایندهای ساخت اسید چرب، توانایی ازدیاد زنجیره اسید چرب، از حالت غیراشباع خارج کردن اسید چرب) که براساس نوع ماهی متفاوت می‌باشد، تلفیق شده است و ترکیب نهایی آن به ترکیب اسید چرب اولیه بستگی خواهد داشت. اما با توجه به فاکتورهای متابولیک که در بدن ماهی اتفاق می‌افتد پیش‌بینی

Archive of SID

www.SID.ir

ترکیب نهایی اسید چرب لاشه ماهی از روی ترکیب آن در جیره غذایی امری دشوار می‌باشد (ایمانپور و همکاران، ۱۳۸۸).

طی سال‌های گذشته پژوهش‌های بسیاری در زمینه اسیدهای چرب ماهیان به‌ویژه اسیدهای چرب غیراشباع و دوکوزاهگزانوییک اسید و ایکوزاپنتانوییک اسید که برای سلامت انسان‌ها بسیار مفید می‌باشند انجام شده است. در این پژوهش در عضله خام و فیله کباب‌شده ماهی کپور پرورشی مجموع اسیدهای چرب تک‌غیراشباع بالاتر از مجموع اسیدهای چرب چند غیراشباع و مجموع اسیدهای چرب اشباع بود (P<۰/۰۵) (شکل ۱). ایمانپور و همکاران (۱۳۸۸) میزان اسیدهای چرب تک‌غیراشباع، مجموع اسیدهای چرب چند غیراشباع، مجموع اسیدهای چرب اشباع، پالمیتیک، آراشیدونیک، مریستیک، اولئیک، لینولئیک، اسید چرب امگا ۳، امگا ٦، ایکوزاپنتانوییک اسید و دوکوزاهگزانوییک اسید را در عضله کپور معمولی به‌ترتیب ٤٥/٣٨، ٢٥/٥٥، ٢٣/٥٢، ١٧/١٩، ٢/١٩، ١/٠٨، ٣٥/٧٩، ١٨/٥٩، ٥/١٥، ٢٠/٩١، ٠/٩٩ و ١/٣١ درصد گزارش گردند که با نتایج این پژوهش متفاوت بود. با توجه به این‌که کپور معمولی پرورشی بود، این تفاوت در عضله این ماهی به جیره غذایی، شرایط محیطی و فرایندهای متابولیکی ماهی مربوط می‌باشد (ایمانپور و همکاران، ۱۳۸۱).

در پژوهش بر روی اردک‌ماهی (*Esox Lucius*) مجموع اسیدهای چرب تک‌غیراشباع، مجموع اسیدهای چرب چند غیراشباع و مجموع اسیدهای چرب اشباع به‌ترتیب ١٣/٠١، ٥/٧٤ و ٣٤/٣٢ درصد بود (Ackman، ١٩٩٥). میزان اسیدهای چرب اشباع، اسیدهای چرب تک‌غیراشباع و اسیدهای چرب چند غیراشباع در عضله ماهی قره‌برون (*Acipenser persicus*) به‌ترتیب ١١/٠٤، ٧١/٣٤، ١٧/٦١ درصد (معینی، ١٣٨٥)، عضله ماهی کیلکای معمولی (*Clupeonella cultriventris*) ٢/٥٣، ٣/٠٤ و ٣/٠٤ درصد (ناصری و همکاران، ١٣٨٥) و در عضله ماهی اوزون‌برون (*Acipenser stellatus*) ١٠/٦٦، ٦٣/٨٧ و ٢٠/٥٢ درصد گزارش شده است (هدایتی‌فرد، ١٣٨١). همچنین میزان اسیدهای چرب اشباع، اسیدهای چرب تک‌غیراشباع و اسیدهای چرب چند غیراشباع در عضله ماهی قباد (*Scomberomorous guttatus*) ٤٩/٣٧، ٦/٨٦، ٤٣/٧٨ درصد (Bakar، ٢٠٠٨)، در عضله شاه‌ماهی آزاد (*Oncorhynchus tshawytscha*) ٢٧/٩٧، ٤٣/٨ و ٢٨/٢٣ درصد (Larsen و همکاران، ٢٠١٠)، در عضله گربه‌ماهی (*Rhamdia quelen*) ٣٤/٩، ٣٤/٢ و ٢٩ درصد (Weber، ٢٠٠٨)، در عضله چهار گونه ماهی شیر (*Scomberomorus commerson*) ٣٥/٢، ٢٣/٢ و ٢٧/٤ درصد، ماهی سنگسر (*Plectorhinchus sordidus*) ٣٥، ٤٠ و ٢٤ درصد، ماهی مید (*Liza alata*) ٤٣/٧، ٣٠/٥ و ١٥/٥ درصد و ماهی صافی (*Siganus canaliculatus*) ٤٣/٣، ٢٦/٦ و ٢١/٨ درصد گزارش شده است (Musaiger و D'Souza، ٢٠١١). در بررسی قیومی و همکاران (١٣٩٠) میزان اسیدهای چرب اشباع، اسیدهای چرب تک‌غیراشباع و اسیدهای چرب چند غیراشباع در عضله ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) ٢٥/٦٤، ٣٧/٧٣ و ٣٦/٦٣ درصد و در فیله کباب‌شده ٢٦/٢٣، ٣٦/٦٦ و ٣٧/١ درصد بود (قیومی‌جونیانی، ١٣٩٠).

در این پژوهش در عضله خام و فیله کباب‌شده کپور پرورشی اسید چرب امگا ٦ بالاتر از اسید چرب امگا ٣ بود. نسبت امگا ٣ به امگا ٦ در این پژوهش در فیله کباب‌شده بالاتر از عضله خام بود. در ماهیان آب شیرین میزان اسیدهای چرب امگا ٦ بالاتر از اسیدهای چرب امگا ٣ می‌باشد، در حالی‌که در ماهیان دریایی به‌دلیل این‌که میزان اسیدهای چرب امگا ٦ در

Archive of SID

www.SID.ir

پلانکتون‌های دریایی پایین می‌باشد میزان اسیدهای چرب امگا ۳ در گوشت ماهیان دریایی بالاتر است (Justi و همکاران، ۲۰۰۳). میزان اسیدهای چرب امگا ۳ و امگا ٦ در عضله ماهی تیلاپیا ۱۰/۳۲ و ۲۳/۲۷ درصد و در فیله کباب‌شده ۹/۷۸ و ۲۳/۰۷ درصد به‌دست آمده که با نتایج این پژوهش هماهنگی داشت (قیومی‌جونیانی، ۱۳۹۰). میزان اسید چرب امگا ۳ و امگا ٦ در اردک‌ماهی ۲/۲۹ و ۱/۰۱ درصد (هدایتی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۰)، در کفال طلایی ۲/۱۳ و ۰/۹۷ درصد (هدایتی‌فرد و همکاران، ۱۳۸۱)، در عضله ازون‌برون ۱٦/٦٤ و ۳/۹ درصد (هدایتی‌فرد، ۱۳۸۱)، در عضله قره‌برون ۱۱/۰۹ و ٦/۵۳ درصد (معینی و هدایتی‌فرد، ۱۳۸۵)، عضله ماهی کیلکای معمولی ۲/٦۹، ۰/۳۵ درصد (ناصری و همکاران، ۱۳۸۵) عضله قزل‌آلای رنگین‌کمان ۱۷/٤ و ۷/٤۳ درصد، کپور معمولی ۱۳/۳۹ و ۱۲ درصد و ماهی سفید ۱۷/۵۹ و ۹/۹۹ درصد گزارش شده (قمی و همکاران، ۱۳۹۰) که با نتایج این پژوهش همخوانی ندارد. میزان اسید چرب امگا ۳ و امگا ٦ در عضله گربه‌ماهی ٦/۵۱ و ۲۲/۳ درصد به‌دست آمده که با نتایج این پژوهش هماهنگی داشت (Weber، ۲۰۰۸).

در بررسی ۵ اسید چرب اشباع در این پژوهش، پالمیتیک اسید در فیله کباب‌شده و عضله خام کپور پرورشی بالاتر بود. همچنین پالمیتیک اسید در فیله کباب‌شده بالاتر از عضله خام بود. میزان اسید چرب پالمیتیک در عضله شاه‌ماهی آزاد ۱۷/۹ درصد (Larsen و همکاران، ۲۰۱۰)، در عضله گربه‌ماهی ۲٤/٦ درصد (Weber، ۲۰۰۸)، در عضله ماهی قباد ۲۷/۱۵ درصد (Ackman، ۱۹۹۵)، در عضله ماهی شیر، سنگسر، صافی و مید را به‌ترتیب ۲۳/٤، ۲۳، ۳۰/۵ و ۲۹/٤ درصد اندازه‌گیری کردند (Musaiger و D'Souza، ۲۰۱۱) که با نتایج این پژوهش همخوانی داشت. میزان اسید چرب پالمیتیک در کفال طلایی ۱٤/۳۹ درصد (هدایتی‌فرد و همکاران، ۱۳۸۱)، در عضله قزل‌آلای رنگین‌کمان ۱۸/٦۳ درصد، کپور معمولی ۲۳/٤۱ درصد و ماهی سفید ۱۵/۷۹ درصد (قمی و همکاران، ۱۳۹۰)، در اردک‌ماهی ۱۷/۲۵ (هدایتی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۰)، در عضله خام و فیله کباب‌شده ماهی تیلاپیا را به‌ترتیب ۱۵/۸٦ و ۱٦/۱۳ درصد تعیین نمودند (قیومی‌جونیانی و همکاران، ۱۳۹۰) که با نتایج این پژوهش هماهنگی داشت.

از مجموع ۵ اسیدهای چرب تک‌غیراشباع، اولئیک اسید در فیله کباب‌شده و عضله خام کپور پرورشی بالاتر بود. همچنین میزان این اسید چرب در فیله کباب‌شده بالاتر از عضله خام بود. میزان اسید چرب اولئیک در عضله شاه‌ماهی آزاد ۳۲/۳٦ درصد (Larsen و همکاران، ۲۰۱۰)، در عضله گربه‌ماهی ۲۹/۸ درصد (Weber و همکاران، ۲۰۱۰)، در عضله ماهی شیر، سنگسر، صافی و مید به‌ترتیب ۱٤/۳، ۲۲/٦، ۱٤/۳ و ۱۳/٤ درصد بود (Musaiger و D'Souza، ۲۰۱۱) که با نتایج این پژوهش همخوانی داشت. میزان اسید چرب اولئیک در کفال طلایی ۱٤/۳۹ درصد (هدایتی‌فرد و همکاران، ۱۳۸۱)، در عضله قزل‌آلای رنگین‌کمان ۱۸/٦۳ درصد، کپور معمولی ۲۳/٤۱ درصد و ماهی سفید ۱۵/۷۹ درصد (قمی و همکاران، ۱۳۹۰)، در اردک‌ماهی ۱۷/۲۵ درصد (هدایتی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۰)، در عضله خام و فیله کباب‌شده ماهی تیلاپیا را به‌ترتیب ۱۵/۸٦ و ۱٦/۱۳ درصد گزارش نمودند (قیومی‌جونیانی و همکاران، ۱۳۹۰) که با نتایج این پژوهش هماهنگی داشت.

از مجموع ۱۱ اسیدهای چرب چند غیراشباع، لینولئیک اسید در عضله خام بالاتر از سایر اسیدهای چرب بود. در فیله کباب‌شده دی هومو- گاما- لینولنیک اسید بالاتر بود. در پژوهش‌های مختلف لینولئیک اسید را در گربه‌ماهی ۱۹/۲ درصد (Weber

Archive of SID
www.SID.ir

و همکاران، ۲۰۰۸)، در عضله شاه‌ماهی آزاد ۹/۵٤ درصد (Larsen و همکاران، ۲۰۱۰)، در عضله قزل‌آلای رنگین‌کمان ٦/۳٤ درصد، کپور معمولی ۱۱/۱٦ درصد و ماهی سفید ۸/۹۷ درصد (قمی و همکاران، ۱۳۹۰)، در عضله خام و فیله کباب‌شده ماهی تیلاپیا به‌ترتیب ۱۹/۸۸ و ۱۹/٤۷ درصد (قیومی‌جونیانی و همکاران، ۱۳۹۰) مشخص کردند که با نتایج این پژوهش هماهنگی داشت. در عضله اردک‌ماهی بالاترین اسید چرب چند غیراشباع ایکوزا تری انوئیک اسید با ۲/۰۳ درصد بود (هدایتی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۰). همچنین در عضله ماهی قباد بالاترین اسید چرب چند غیراشباع مربوط به ایکوزاپنتانوییک اسید با ۱۵/۷۲ درصد بود (Bakar و همکاران، ۲۰۰۸) که با نتایج این پژوهش همخوانی نداشت. میزان چربی نقاط مختلف بدن ماهیان مانند زیر پوست، بافت فیله، ساقه دمی و سایر نقاط متفاوت است. علاوه بر این شرایطی مانند فصل، سن، جنسیت می‌تواند بر روی درصد چربی بافت و ترکیب اسیدهای چرب آن مؤثر باشد (Ackman، ۱۹۹۵).

میزان اسیدهای چرب ایکوزاپنتانوییک و دوکوزاهگزانوییک در فیله کباب‌شده کپور پرورشی بالاتر از عضله خام بود. همچنین در عضله خام و فیله کباب‌شده دوکوزاهگزانوییک اسید بالاتر از میزان ایکوزاپنتانوییک اسید بود. میزان اسیدهای چرب ایکوزاپنتانوییک و دوکوزاهگزانوییک را در عضله کفال طلایی ۲/٤٤ و ۳/۵۲ درصد (هدایتی‌فرد و همکاران، ۱۳۸۱)، در عضله قزل‌آلای رنگین‌کمان ۳/٦٦ و ۷/۵۷ درصد، کپور معمولی ۲/۰۸ و ۵/۹٤ درصد و ماهی سفید ۳/۹۸ و ۷/۰۷ درصد (قمی و همکاران، ۱۳۹۰)، در اردک‌ماهی ۱ و ۱/۰۹ درصد (هدایتی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۰)، در عضله خام ۱/۱۹ و ۳/۷٦ درصد و فیله کباب‌شده ماهی تیلاپیا به‌ترتیب ۱/۲ و ۳/۱۷ درصد گزارش کردند (قیومی‌جونیانی و همکاران، ۱۳۹۰). همچنین میزان اسیدهای چرب ایکوزاپنتانوییک و دوکوزاهگزانوییک در عضله شاه‌ماهی آزاد ۲/۷۹ و ۷/۳٦ درصد (Larsen و همکاران، ۲۰۱۰)، در عضله گربه‌ماهی ۰ و ۳/۹ درصد (۳۰)، در عضله ماهی قباد ۱۵/۷۲ و ۳/۲ درصد (Bakar و همکاران، ۲۰۰۸)، در عضله ماهی شیر، سنگسر، صافی و مید به‌ترتیب ۳/۵ و ۱٤/۸، ٦/٤ و ۳/٤، ۲/۹ و ٤/٤، ۵/٤ و ۱/۵ درصد گزارش شده است (Musaiger و D'Souza، ۲۰۱۱).

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله مراتب تشکر و سپاسگزاری خود را از همکاری ریاست محترم دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان، اساتید محترم گروه شیلات و همکاران گرامی و بخش آزمایشگاه مرکزی این دانشگاه برای انجام این پژوهش را اعلام می‌نمایند.

منابع

ایمانپور، م.ر.، کردجزی، م.، و شعبانپور، ب.، ۱۳۸۸. ترکیب اسیدهای چرب موجود در لاشه ماهی کپور پرورشی (*Cyprinus carpio*). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱٦، شماره ۱ (ب)، صفحات ۳۹۳ تا ۳۹۷.

صابری‌کوچصفهانی، ح.، علی‌اکبر، ع.، و عاشورنیا، م.، ۱۳۹۰. بررسی و اندازه‌گیری اسیدهای چرب غیراشباع (EPA, DHA) و امگا ٦ در گوشت سه نوع ماهی پرورشی کپور، فیتوفاک و قزل‌آلا. مجله زیست‌شناسی ایران، جلد ۲٤، شماره ٤، صفحات ۵۲۸ تا ۵۳۸.

صفری، ر.، ایمان‌پور، م.ر.، و شعبان‌پور، ب.، ۱۳۸٦. بررسی ارتباط ترکیب شیمیایی بافت عضله با مراحل سیکل رسیدگی جنسی گناد در ماهی کپور دریای خزر. مجله پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان، شماره ۷۷، صفحات ٦۳ تا ٦۹.

Archive of SID
www.SID.ir

علیپور، ح.، شعبان‌پور، ب.، صادقی‌ماهونک، ع.، و شعبانی، ع.، ۱۳۹۰. بررسی ارزش تغذیه‌ای فیله‌های خام و کباب‌شده تاس‌ماهی ایرانی. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال ششم، شماره ۳، صفحات ۸۵ تا ۹٤.

فریدپاک، ف.، ۱۳۸٦. دستورالعمل اجرایی تکثیر مصنوعی و پرورش ماهیان گرمابی. انتشارات علمی آبزیان، چاپ سوم، تهران. ۲۹۸ صفحه.

قمی، م.ر.، جدید دخانی، د.، و حسن‌دوست، م.، ۱۳۹۰. مقایسه پروفیل اسید چرب و اسید آمینه و ترکیب شیمیایی لاشه در ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان، کپور معمولی و ماهی سفید دریای خزر. مجله شیلات دانشگاه آزادشهر، سال پنجم، شماره ٤، صفحات ۱ تا ۸

قیومی‌جونیانی، ا.، خوشخو، ژ.، مطلبی، ع.، و مرادی، ی.، ۱۳۹۰. تأثیر روش‌های مختلف پخت بر ترکیب اسیدهای چرب فیله ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*). مجله علمی شیلات ایران، سال بیستم، شماره ۲، صفحات ۹۷ تا ۱۰۸.

معینی، س.، و هدایتی‌فرد، م.، ۱۳۸۵. بررسی تغییرات بافت ماهی قره‌برون (*Acipenser persicus*) در شرایط تازه و منجمد. نشریه شیلات، جلد ۵۹، شماره ٤، صفحات ۸۷۵ تا ۸۸٤.

ناصری، م.، رضایی، م.، سبزواری، ا.، حسینی، ه.، و موسی‌پور، م.، ۱۳۸۵. مقایسه اثر مواد پرکننده بر کیفیت کنسرو ماهی کیلکای معمولی (*Clupeonella cultriventris*) به روش فلورسانس. فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران، دوره سوم، شماره ۳، صفحات ۳۷ تا ٤٦.

هدایتی‌فرد، م.، ۱۳۸۱. بررسی اثرات انجماد بر روی کمیت و کیفیت ترکیب اسیدهای چرب بافت ماهی اوزون‌برون (*Acipenser stellatus*). سیزدهمین کنگره ملی صنایع غذایی ایران، دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر پلی‌تکنیک تهران، تهران. ایران.

هدایتی‌فرد، م.، معینی، س.، کیوان، ا.، و یوسفیان م.، ۱۳۸۱. شناسایی کمی و کیفی اسیدهای چرب بافت ماهی کفال طلایی (*Liza aurata*). مجله علوم دریایی ایران، دوره اول، شماره ۲، صفحات ۷۳ تا ۷۷.

هدایتی‌فرد، م.، چاشنی‌دل، ی.، و نعمتی، س.، ۱۳۹۰. اثرات فرآیند شور کردن بر روی شاخص‌های کیفی و پروفایل اسیدهای چرب بافت اردک‌ماهی (*Esox Lucius*) در زمان نگهداری در سردخانه. مجله شیلات دانشگاه آزادشهر، سال پنجم، شماره ۲، صفحات ۱ تا ۱٦.

Ackman, R.G., 1995. Composition and Nutrative Value of Fish and Shellfish Lipids, In: Fish and Fishery Products, ed.by: A. Ruiter, CAB International Pub., pp. 117-159.

Atkinson, T.G., Barker, H.J., and Meckling-Gill, K.A., 1997. Incorporation of long chain n-3 fatty acids in tissues and enhanced bone marrow cellularity with docosahexaenoic acid feeding postweanling Fischer 344 rats. Lipids, 32, 293-302.

Bakar, J., Zakipour Rahimabadi, E., and Che Man, Y.B., 2008. Lipid characteristics in cooked, chill-reheated fillets of Indo-Pacific king mackerel (*Scomberomorous guttatus*). Food Science and Technology, 41, 2144-2150.

FAO, 2010. Yearbook annuaire anuario. Fishery and Aquaculture Statistics. Roma. 100p.

Folch, J., Lees, M., and Sloane-Stanley, G.H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal's tissues. J. Biol. Chem. 226, 497-509.

Gottrand, F., 2008. Long-chain polyunsaturated fatty acids influence the immune system of infants. J. Nutr. 138 (9), 1807-1812.

Justi, K.C., Hayashi, C., Vicentainer, V.N., DeSouza, E., and Matsushita, M., 2003. Influence of supply time on the fatty acid profiles of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) feed on a diet enriched with n-3 fatty acids. Food Chemistry, 80, 489-493.

Kris-Etherton, P.M., Harris, W.S., and Appel, L.J., 2002. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids and cardiovascular disease. Circulation, 106, 2747-2757.

Larsen, D., Quek, S.Y., and Eyres, L., 2010. Effect of cooking method on the fatty acid profile of New Zealand King Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Food Chemistry, 119, 785-790.

Archive of SID

www.SID.ir

Lombardo, B.L., Hein, G., and Chicco, A., 2007. Metabolic syndrome: Effects of n-3 PUFA on a model of dyslipidemia, insulin resistance and adiposity. Lipids, 42, 427-437.

Mazza, G., 2009. Marine products for healthcare: functional and bioactive nutraceutical compounds from the ocean. 11th ed. New York: Taylor and Francis. pp. 552-26.

Musaiger, A.O., and D'Souza, R., 2011. Fatty acid profile of raw and cooked fish consumed in Bahrain. Afric. J. Food Sci. 5 (4), 213-218.

Oksuz, A., Ozilmaz, A., and Kuver, S., 2011. Fatty Acid Composition and Mineral Content of Upeneus moluccensis and Mullus surmuletus. Turk. J. Fish. Aqua. Sci. 11, 69-75.

Rennie, K.L., Hughes, J., Lang, R., and Jebb, S.A., 2003. Nutritional management of rheumatoid arthritis:a review of the evidence. J. Human Nutr. Dietetics. 16, 97-109.

Shahidi, F., and Miraliakbari, H., 2004. Omega-3 (n-3) fatty acids in health and disease: Part 1-cardiovascular disease and cancer. J. Med. Food. 7, 387-401.

Sidhu, KS., 2003. Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 38, 336-344.

Sushchik, N.N., Gladyshev, M.I., and Kalachova, G.S., 2007. Seasonal dynamics of fatty acid content of a common food fish from the Yenisei river, Siberian grayling, Thymallus arcticus. Food Chemistry, 104, 1353-1358.

Weber, J., Bochi, V.C., Ribeiro, C.P., Victorio, A.M., and Emanuelli, T., 2008. Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of silver catfish (*Rhamdia quelen*) fillets. Food Chemistry, 106, 140-146.

Archive of SID

www.SID.ir