

تغییرات اسیدهای چرب بافت ماهی اوزون برون در زمان نگهداری در سردخانه

- مسعود هدایتی فرد، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران
- سهراب معینی، عضو هیات علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج
- امین کیوان، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران
- مهدی یوسفیان، عضو هیات علمی پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ساری

تاریخ دریافت: فروردین ماه ۱۳۸۰ تاریخ پذیرش: آذر ماه ۱۳۸۱

مقدمه

ماهیان خاویاری دسته بسیار مهمی از آبزیان را تشکیل می‌دهند که ۹۰ درصد ذخایر آن در دریای مازندران یافت می‌شود. این آبزیان چه به لحاظ تولید فرآورده خاویار و چه از نظر گوشت دارای ارزشی بسیار در ارتباط با طعم و مزه و پسند بازار می‌باشند. ماهی اوزون برون از جمله فراوان‌ترین این خانواده به لحاظ کمی در میزان صید محسوب می‌گردد. تاکنون تحقیقات فراوانی بر روی بیولوژی و یا عمل آوری خاویار این ماهیان صورت پذیرفته است (۱، ۱۲، ۶) اما با این حال نسل آن در دریای خزر به دلیل پدیده‌های نامتعارف که اغلب توسط انسان حادث شده‌اند در خطر نابودی قرار دارد (۳). پیرامون چگونگی استفاده مطلوب از آبزیان و روش نگهداری و فرآوری آنها نیز تاکنون تحقیقات گسترده‌ای در جهان و نیز در ایران صورت پذیرفته است (۷، ۲).

مهمترین ویژگی چربی آبزیان از جمله ماهی اوزون برون، حضور گسترده اسیدهای چرب غیر اشباع در چربی تشکیل دهنده بافت بدن آنها است. راجع به ترکیب اسیدهای چرب ماهیان خاویاری و اثرات جیره‌های غذایی در هنگام پرورش نیز تحقیقات مفصلی صورت پذیرفته است (۵، ۱۰ و ۱۷)، شناسایی اسیدهای چرب در این پژوهش‌ها نیز با استفاده از روش کروماتوگرافی یا گاز صورت پذیرفته است که نتایج کلی آن در جدول شماره ۲ آورده شده است. لیکن ترکیب کمی و کیفی این اسیدها در بسیاری از گونه‌های این خانواده هنوز ناشناخته مانده است، به‌ویژه اینکه اثر زمان نگهداری در سردخانه‌های صنعتی بر روی ترکیب این مواد نیز در مطالعه کنونی مورد توجه می‌باشد. اسیدهای چرب غیر اشباع دارای یک تاش ش پیوند دوگانه بین اتم‌های کربن می‌باشند که بر اساس طول زنجیره کربن در مولکول، تعداد این پیوندها و جایگاه نخستین اتصال دوگانه، نامگذاری شده‌اند. از جمله این دسته می‌توان از اسیدهای اولئیک C ۱۶:۱، لیئولئیک C ۱۸:۲، لیئولئیک C ۱۸:۳، آراشیدونیک C ۲۰:۴، ایکوزاپنتانویک و دوکوزاهگزانویک که همگی از دسته‌های n-۳ و n-۶

چکیده

✓ Pajouhesh & Sazandegi, No 56 and 57 PP: 72-75
The variation of fatty acids composition of serruga tissues in cold storage condition
By: M. Hedayati fard, Member of Scientific Board of Science and Research Campus. Islamic Azad University, Tehran. Moini, S. Member of Scientific Board of Agriculture Faculty, Tehran University. Karaj. Keyvan. A Member of Scientific Board of Science and Research Campus Islamic Azad University. Tehran. Yousefran, M. Member of Scientific Board of Caspian Sea Ecology Center, Sari.
In this work after extraction and methylation of the lipids from sevruga (*Acipenser stellatus*) tissues in fresh and frozen stages, the identification of fatty acids in these samples was done by gas chromatography. The results of this investigation showed that the amounts of unsaturated fatty acids in fresh and frozen samples were 84.41% and 79.88%. In fresh tissues the amount of oleic acid was 43.71%, alpha-Linolenic acid was 7.75% and Icosapanthanoic acid was 5.36%. These were the most important polyunsaturated fatty acids. but after four months of cold storing at -22°C the amounts of these fatty acids decreased to 41.30%, 4.65% and 4.00% respectively. These results were subjected to tests of tukey and variance analysis. the results were significant at a level of 95%. The best holding time of the sevruga fillet in cold storage was tree month. Keywords: Fatty acids, Sevruga (*Acipenser stellatus*), Freezing, Caspian sea.

به منظور شناسایی اسیدهای چرب تشکیل دهنده بافت ماهی خاویاری اوزون برون و چگونگی تغییرات ناشی از نگهداری این ماهیان در سردخانه، از بافت این گونه پس از صید در شرایط تازه و منجمد نمونه‌گیری شده و بعد از استخراج چربی و استری شدن، توسط دستگاه کروماتوگرافی گاز-مایع، اقدام به شناسایی و بررسی اسیدهای چرب آن گردید. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که میزان اسیدهای چرب غیر اشباع با ۸۴/۴۱ درصد در بافت ماهی تازه و ۷۹/۸۸ درصد در بافت نمونه منجمد، بیشترین میزان را در ماهی اوزون برون نشان می‌دهند. همچنین میزان میانگین اسیدهای چرب غیر اشباع با زنجیره بلند (همانند: اسیدهای اولئیک (با ۴۳/۷۱ درصد)، لینولئیک (با ۳/۳۹ درصد)، آلفالینولئیک (با ۷/۷۵ درصد) و ایکوزاپنتانویک (با ۵/۳۶ درصد)، که همگی دارای بین یک تا پنج پیوند دوگانه در زنجیره کربن-کربن خود هستند به‌طور مشخصی فراوانی دارند. در این بین سری اسیدهای چرب غیر اشباع امگا-۳ (۳-n) با ۱۶/۶۴ درصد حضور بیشتری دارند. در طول دوره نگهداری در سردخانه نیز تغییراتی در میزان برخی اسیدهای چرب مانند ایکوزاپنتانویک (از ۵/۳۶ به ۴ درصد) و آلفالینولئیک (از ۷/۷۵ به ۴/۶۵ درصد) دیده شده است. به‌طوریکه در سطح ۹۵٪ معنی دار می‌باشند. ضمناً نسبت اسیدهای چرب سری امگا-۳ به امگا-۶ در بافت ماهی تازه، برابر با میزان قابل توجه ۴/۲۶ برآورد گردید. بر همین اساس، از نظر حفظ کیفیت چربی، بهترین زمان نگهداری در سردخانه برای ماهی اوزون برون حدود ۳ ماه است. کلمات کلیدی: اسیدهای چرب، اوزون برون، انجماد، دریای خزر (مازندران)

درجه حرارت دنگتور: ۲۱۰ درجه سانتیگراد درجه حرارت ستون: ۱۹۰ درجه سانتیگراد درحرارت تزریق: ۲۰۰ درجه سانتیگراد

میزان تزریق: ۵/۰ میکرولیتر، ۱۵٪ DEGS
Packed.colm
جریان: ۴۵ میلیمتر در دقیقه.

پس از تزریق نمونه های متیل استر به ابتدای ستون، زمان رسیدن آنها بر حسب دقیقه به دنگتور (Retention) تحت عنوان زمان بازداری (Retention Time) محاسبه شده و بر اساس استاندارد معرف اسیدهای چرب شناسایی شدند. این امر برای هر نمونه ۳ بار تکرار و اقدام به گرفتن میانگین از آنها گردید. آزمون آماری توکی و آنالیز واریانس، با استفاده از برنامه نرم افزاری SPSS جهت بررسی آماری اسیدهای چرب مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج

میانگین طول و وزن ماهیان اوزون برون صید شده به ترتیب برابر با ۱۲۶ سانتیمتر و ۸/۵۷۰ کیلوگرم بود. ضمن اینکه ماهیان از هر دو جنس و همگی بالغ بودند. میزان اسیدهای چرب در بافت ماهی اوزون برون، در جدول شماره ۱ آمده است. همچنین گاز کروماتوگرام نمونه آن در بافت این ماهی در شکل های شماره ۱ ترسیم گردیده است.

در بافت تازه ماهی اوزون برون به طور متوسط ۸۴/۴۱ درصد اسیدهای چرب غیراشباع و ۱۰/۶۶ درصد اسیدهای چرب اشباع و نسبت مجموع میانگین اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع، ۷/۹۲ می باشد. در بافت ماهی منجمد مجموع میانگین اسیدهای چرب غیراشباع، ۷۹/۸۸ درصد و مجموع میانگین اسیدهای چرب اشباع، ۱۱/۹۳ درصد می باشد و نسبت مجموع میانگین اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع، پس از چهار ماه نگهداری در حالت منجمد، ۶/۶۹ می باشد.

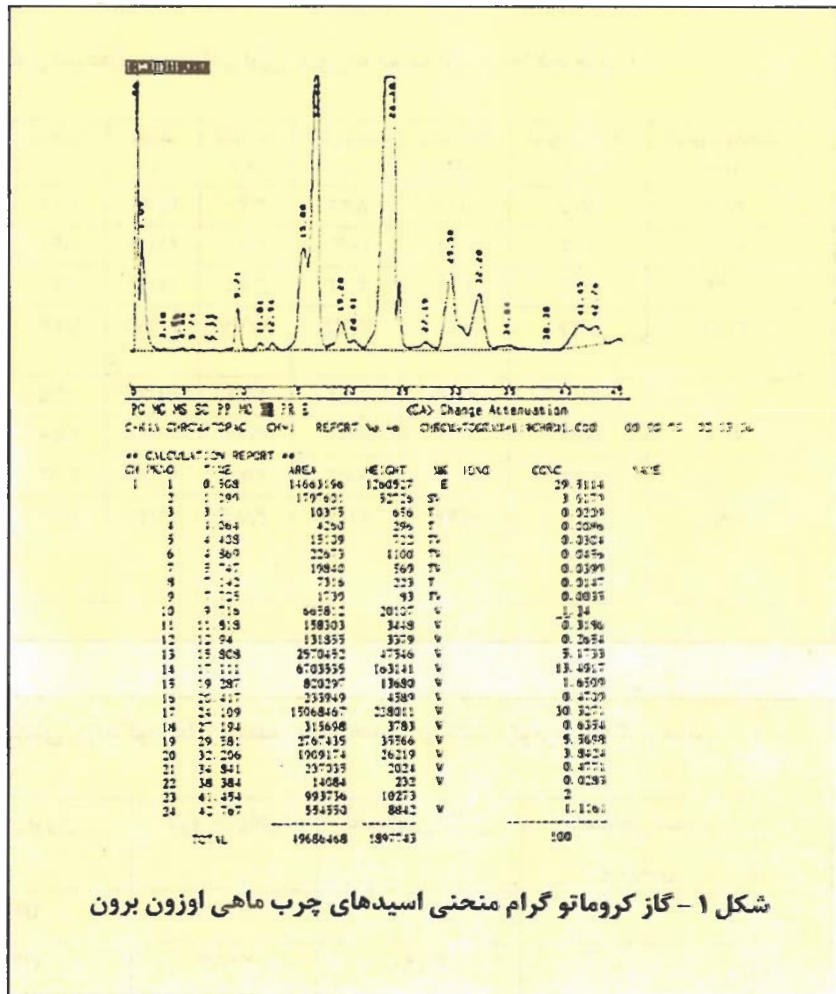
در بافت ماهی تازه، مجموع میانگین اسیدهای چرب غیر اشباع با یک پیوند دوگانه ۶۲/۸۷ درصد و اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه ۲۰/۵۴ درصد از کل اسیدهای چرب شناخته شده را تشکیل می دهند. این مقادیر برای بافت ماهی منجمد به ترتیب ۶۵/۴۵ درصد و ۱۴/۴۳ درصد می باشد.

در بافت اوزون برون تازه، مجموع اسیدهای چرب امگا-۳ (۲-۳) ۱۶/۶۴ درصد و اسیدهای چرب امگا-۶ (۲-۶) ۲/۹۰ درصد از کل اسیدهای چرب شناخته شده بوده و در بافت منجمد به ترتیب برابر با ۹/۶۳ (۲-۳) و ۴/۱۸ (۲-۶) درصد می باشد.

نسبت ۳-۸ به ۶-۱۸ با ۴/۲۶ در ماهی تازه و ۲/۰۰ در ماهی منجمد می باشد.

در این بررسی اسید های چرب لینولنیک و آراشیدونیک از گروه امگا-۶ و اسیدهای آلفا-لینولنیک، ایکوزاپنتانونیک و دوکوزا هگزائونیک از گروه امگا-۳ مورد بررسی قرار گرفتند.

میانگین میزان اسید اولئیک (۱۸:۱) در هر شرایطی چه تازه (۴۲/۷۱٪) و چه منجمد (۴۱/۳۰٪) از سایر اسیدهای چرب بیشتر بود. در بررسی آماری اسیدهای چرب، بین ماهی تازه و ماهی ۴ ماه منجمد



شکل ۱ - گاز کروماتو گرام منحنی اسیدهای چرب ماهی اوزون برون

۱- روشها

تعداد ۲۰ نمونه ماهی اوزون برون در فصل صید ۱۳۷۹ از سواحل جنوبی دریای مازندران صید شده و پس از بیومتری و اخذ نمونه فیله تازه از نقاط مختلف بافت بدن ماهی، به سردخانه شیلاتی اداره کل شیلات مازندران منتقل شدند و آنگاه پس از ۴ ماه نگهداری در سردخانه از هر کدام، نمونه های بافت منجمد فیله ماهی برداشته و به بخش بیوتکنولوژی مرکز تحقیقات شیلاتی مازندران انتقال داده شده، سپس اقدام به استخراج چربی از آنها گردید. ضمن اینکه دمای سردخانه مورد استفاده نیز در طول دوره نگهداری به طور میانگین برودتی برابر با ۲۲- درجه سانتیگراد داشت. پس از استخراج چربی با روش Stansby (۱۶)، و Chen و همکاران (۵)، جهت تهیه متیل استر و آنگاه شناسایی اسیدهای چرب از روش Seaborn و Joseph (۱۱) استفاده گردید.

شرایط و برنامه تزریق به دستگاه گاز کروماتوگرافی به شرح زیر تنظیم شد:
دنگتور: بونش شعله ای

می باشد را نام برد.

مطالعات بر روی اسیدهای چرب ماهی، علاوه بر تاسماهیان، بر روی سایر ماهیان سابقه ای در حدود ۴ دهه دارد، (۱۶، ۱۴، ۱۳، ۸، ۴). اما تحقیق حاضر پژوهشی نوین از این دست محسوب گردیده و یکی از با اهمیت ترین گونه های با ارزش در صنایع شیلاتی را مورد مطالعه قرار میدهد.

مواد و روشها

الف - مواد

مواد مصرفی: بنزن، متانول، اسیدسولفوریک، اتروپیتول، سولفات سدیم، اسیدکلریدریک، استانداردهای اسید چرب، اسید استیک، کلروفرم، گازهلیم، هیپوسولفیت سدیم و نمونه های ماهی اوزون برون.

مواد غیر مصرفی و دستگاهها: ابزاربیومتری، ترازوی با دقت ۰/۱ میلی گرم، آون، خردکن مخلوط کن، دسیکاتور، شیشد آلات، کارتوش، دستگاه سوکسله و دستگاه گاز کروماتوگراف GC-14 A مدل شیمادزو-ژاپن.

جدول ۱- میانگین اسیدهای چرب ماهی اوزون برون (بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم چربی)

اسید چرب / آزمایش	میربستیک	پالمیتیک	پالمیتولنیک	استتاریک	اولنیک	لینولنیک	آلفالینولنیک	آراشیدونیک	ایکوزاپنتانویک	دوکوزاهگزانویک
تازه ۱	۱۴:۰	۱۶:۰	۱۶:۱	۱۸:۰	۱۸:۱	۱۸:۲	۱۸:۳	۲۰:۴	۲۰:۵	۲۲:۶
تازه ۲	۱/۶۲	۵/۴۴	۱۹/۸۰	۲/۶۱	۴۲/۱۶	۳/۳۰	۱۰/۷۰	-/۰۸	۵/۵۲	۶/۱۸
تازه ۳	۱/۸۹	۹/۰۲	۲۰/۵۱	۰/۷۰	۴۲/۵۸	۳/۶۸	۴/۲۳	۱/۳۶	۴/۸۲	۱/۴۴
میانگین فیله تازه	۱/۸۳	۷/۳۹	۲۰/۱۶	۱/۴۴	۴۳/۷۱	۳/۳۹	۷/۷۵	-/۵۱	۵/۳۶	۳/۵۳
منجمد ۱	۲/۲۴	۹/۰۷	۲۴/۱۵	۰/۷۵	۴۱/۷۳	۴/۳۹	۳/۳۲	۱/۳۳	۴/۰۹	-/۵۲
منجمد ۲	۲/۸۹	۶/۷۴	۲۹/۶۱	۲/۵۰	۴۱/۸۸	۳/۴۹	۸/۱۲	-/۴۲	۵/۵۹	۲/۳۹
منجمد ۳	۲/۹۷	۶/۱۴	۱۸/۶۹	۲/۵۲	۴۰/۲۹	۳/۷۲	۲/۵۳	۱/۱۷	۲/۳۲	-/۱۵
میانگین فیله منجمد	۲/۷۰	۷/۳۱	۲۴/۱۵	۱/۹۲	۴۱/۳۰	۳/۸۶	۴/۶۵	-/۹۴	۴/۰۰	-/۹۸

جدول ۲- مقایسه میانگین اسیدهای چرب گونه های مختلف تاسماهیان (بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم چربی)

اسید چرب	اوزون برون	لارو چالپاش	تاسماهی اطلس	تاسماهی سفید پرورشی
میربستیک	۱/۸۳	۲/۸۱	۱/۴۳	-
پالمیتیک	۷/۳۹	۲۱/۷۴	۲۵/۹۰	-
پالمیتولنیک	۲۰/۱۶	۷/۴۶	--	-
استتاریک	۱/۴۴	۸/۷۱	۲/۶۱	-
اولنیک	۴۲/۷۱	۲۱/۰۶	۲۵/۷۰	-
لینولنیک	۳/۳۹	۲/۰۰	-/۴	۱۸/۵۶
آلفا لینولنیک	۷/۷۵	-	-/۳۶	۱/۴۱
آراشیدونیک	-/۵۱	۱/۹۷	۱/۳۶	۲/۳۴
ایکوزاپنتانویک	۵/۳۶	۶/۶۲	۱/۷۸	۲/۸۱
دوکوزاهگزانویک	۳/۵۳	۱/۴۶	۶/۱۰	۵/۲۴
مأخذ	نتایج جدول شماره ۱	(۱۰)	(۵)	(۱۷)

شده در مورد اسیدهای آراشیدونیک، آلفا لینولنیک و ایکوزاپنتانویک اختلاف معنی داری در سطح ۰/۹۵ وجود دارد.

علاوه بر این اختلاف میان میزان مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع ۰-۳ و ۰-۶ در سطح ۰/۹۵ درصد معنی دار است.

بحث

مقایسه نتایج حاصل از ترکیب اسیدهای چرب موجود در بافت ماهی اوزون برون حاکی از برتری بسیار قابل توجه اسیدهای چرب غیر اشباع می باشد. در بررسی حاضر، میزان میانگین اسیدهای اولنیک (۱:۱ C) با ۴۲/۷۱ درصد و پالمیتولیک (۱:۱ C) با ۲۰/۱۶ درصد بیشترین و اسید چرب اشباع میریستیک (۰:۱ C) با میانگین ۱/۸۳ درصد نسبت به سایر اسیدهای چرب مورد مطالعه کمترین میزان را در بافت ماهی اوزون برون نشان دادند.

تحقیق حاضر، تعیین می نماید که بافت ماهی اوزون برون دارای مقدار زیادی اسیدهای چرب با زنجیره طولانی و غیر اشباع همانند سری های ۰-۶ (با ۲/۹ درصد) و ۰-۳ (با ۱۶/۶۴ درصد) می باشد، سطوح قابل توجهی از این اسیدها در بافت عضلانی آن دیده می شوند. در ادامه می توان اسیدهای چرب غیر اشباع با یک پیوند دوگانه اولنیک و پالمیتولیک (مجموعاً با ۶۳/۸۷٪) و اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه دوکوزاهگزانوئیک و ایکوزاپنتانویک (مجموعاً با ۶/۹۲ درصد) را نیز از جمله اسیدهای چرب فراوان در بافت عضله اوزون برون نامید.

در بین اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه، سری ۰-۳ حضور بیشتری در بافت این ماهی نشان می دهند. این مطلب در برخی تحقیقات نیز مورد اشاره قرار گرفته است (۵، ۱۰، ۱۷) و مطابق جدول شماره ۲، مقایسه نتایج به دست آمده با ماهی اوزون برون نشان از آن دارد که اسیدهای اولنیک، پالمیتولیک و آلفا لینولنیک در بافت اوزون برون نسبت به سایر تامهایان برتری دارد. اسید ایکوزاپنتانویک این ماهی از همه ماهیان خاویاری به جز لارو چالباش (به میزان غیر محسوس) و اسید دوکوزاهگزانوئیک آن از سایرین به غیر از تامهای سفید پرورشی و اطلس (آن هم به میزان اندک) فراوان تر است. براساس تحقیقات UXU و همکاران (۱۷) نیز مشخص شده است که در بافت ماهیان دریایی میزان بیشتری از اسیدهای غیر اشباع با چند پیوند دوگانه، نسبت به ماهیان آب شیرین وجود دارد.

مسیزان چربی و نیز کمیت اسیدهای چرب تاس ماهیان در طول سال، بسته به فصل صید و نیز در شرایط تکاملی مختلف، تغییر پیدا می کند به طوری که در گونه تاس ماهی روسی در طول تکامل ماهی پس از طی زمان ۱۱۸ ساعت پس از لقاح، میزان اسیدهای چرب ایکوزاهگزانوئیک ۱/۴۴ درصد (از ۵/۹۳ به ۷/۳۷ درصد) و دوکوزاپنتانویک ۲/۳۸ درصد (از ۶/۳۴ به ۸/۷۲ درصد) افزایش می یابد (۱۰). مقایسه گستره میزان اسیدهای چرب ماهیان خاویاری، ارتباط تغییرات آن با گونه ماهی و همچنین شرایط رشد را به خوبی مشخص می نماید (جدول ۲). بر همین اساس، در میزان اسیدهای چرب بین تاس ماهیان پرورشی و دریایی

اختلاف وجود دارد (۵) و تاس ماهی وحشی، سطوح بالاتری از اسیدهای چرب ۱۶:۰، ۱۶:۰ (۰-۶) و ۲۲:۴ (۰-۶) را نشان می دهد.

همانگونه که مشاهده می شود سطح اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه و از دسته ۰-۳ در ماهی اوزون برون با ۱۶/۶۴ درصد، از نسبت قابل توجهی برخوردار است و ضمناً شرایط مساعد سردخانه‌ای در طول دوره نگهداری ماهی در سردخانه می تواند موجبات حفظ کیفیت ماهی را فراهم نماید.

روند کاهش در طول دوره نگهداری در سردخانه، در میانگین میزان اسیدهای چرب آلفا لینولنیک (از ۷/۷۵ به ۴/۶۵ درصد) و ایکوزاپنتانویک (از ۵/۳۶ به ۴/۰۰ درصد) مشهود است (جدول ۱) و علاوه بر این، تغییرات دو اسید مذکور به همراه تغییر افزایش اسید آراشیدونیک (از ۵/۱۰ به ۰/۹۴ درصد) در بررسی آماری از نظر زمان نگهداری در سردخانه در طول دوره چهار ماهه انجامد، اختلاف معنی داری در سطح ۰/۹۵ دیده شده است.

چربی موجود در آبزیان همانگونه که در شرایط معمولی به صورت مایع است، در تجزیه جداگانه نیز، حاکی از حضور اسیدهای چرب غیر اشباع چند زنجیره‌ای به میزان بسیار زیادی می باشد. این ترکیبات معمولاً همراه با تری گلیسرید یافت می شوند (۲).

تعداد پیوند دوگانه کربن-کربن در اسیدهای چرب غیر اشباع آبزیان می تواند از یک تا شش تغییر نماید و ۹۷٪ کل اسیدهای چرب را اسیدهای با پیوند زوج کربن تشکیل می دهند (۱۶). در ماهی اوزون برون تعداد اتم های کربن موجود در ساختار اسیدهای چرب بین ۱۴ الی ۲۲ اتم برآورد گردیده است. ویژگی پیوندهای اتیلنیک در اسیدهای چرب غیر اشباع ماهیان را در ترسیم ژئومتریک، به صورت (SIS) می شناسند و امکان جداسازی اتمهای کربن-کربن در پیوندهای فوق با چند پیوند دوگانه و تبدیل آن به صورت احزای متین وجود دارد (۱۳).

حضور گسترده اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه، ارزش غذایی بالای ماهیان خاویاری را مشخص می سازد و به این مورد باید از نقطه نظر سلامتی مصرف کنندگانی که دچار بیماری های قلبی و عروقی می باشند را نیز افزود. یافته های جدید، کاهش مخاطرات قلبی و عروقی را از طریق مصرف محصولات دریایی و فرآورده های شیلاتی به ویژه در ماهیان پر چرب نشان می دهد (۴) و پژوهش هایی از این دست در ارتباط با اثرات متقابل این گروه از اسیدهای چرب و ویتامین E که یک آنتی اکسیدان طبیعی است، بر روی پاسخهای ایمنی انسان در حال تکامل است (۱۵).

البته حضور مقدار زیاد اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه در بافت آبزیان، به دلیل غیر اشباع بودن چربی، احتمال فساد آن را بیشتر می نماید. با این حال نمی توان از اثرات بسیار سودمند مصرف آبزیان چشم پوشی نمود، چراکه بسیاری از محققین همچون معینی (۲)، Hall (Y) و Huss (۹) راهکارهای مناسب مقابله با این نوع فساد را در ارتباط با فرآوری، نگهداری و کنترل کیفیت آبزیان، مورد پژوهش و دسترسی قرار داده اند.

امید است پژوهش حاضر، توانسته باشد، گوشه ای از ارزش های غذایی و بهداشتی آبزیان را نمایان سازد.

سیاسگزار

نگارندگان از آقایان مهندس غلامی پور، مهندس شجاعی، همکاران شرکت صنایع شیلاتی پارس و همچنین اداره کل شیلات استان مازندران نهایت امتنان را دارند.

منابع مورد استفاده

- ۱- کیوان، امین. ۱۳۵۰. تکنولوژی خاویار در ایران، انستیتو خوار و بار و تغذیه ایران - چاپ دوم شماره ۲۷، ۵۵۰ ص.
- ۲- معینی، سهراب. ۱۳۶۸. صنایع فرآورده های شیلاتی، سازمان تحقیقات و آموزش شیلات، تهران، ۲۱۲ ص.
- ۳- هدایتی فرد، مسعود و مهدی یوسفیان. ۱۳۷۶. تحقیقی پیرامون اثرات فاکتورهای محیطی بر روی تکامل گنادهای ماهیان خاویاری، مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، مرکز تحقیقات شیلاتی مازندران، ۲۸ ص.
- 4- Ackman, R.G., 1995. Composition and nutritive value of fish and shellfish lipids, in: Fish and fishery products, A. Ruitter(ed) CAB, INT. PP: 117- 156.
- 5- Chen, I.C., Chapman, F.A., Wei sturgeon (A. *Oxyrinchus*) Based On fatty acid composition, J. food science, 60 (3): 631-635.
- 6- Dettlaf, T.A., A.S. Ginsburg & O.I. Shmalhausen- 1993. Sturgeon fishes, trans. G.G. Gause & S.G. Vassetzky, Berlin, 300 p.
- 7- Hall, G.M(ed) -1997. Fish processing technology, Chapman & Hall, pub. N. Y. 2nd ed. 309. p.
- 8- Hiloditch, T.P. & P.N. Williams, 1964- The chemical constitution of natural fats, 4th ed. n.y: Wiley.
- 9- Huss, H.H. 1995. Quality and Quality changes in fresh fish, F.A.O. No. 348, 195p.
- 10- Isuyev, A.P & B.S. Musayev- 1989. Comparison of the fatty acid composition of Lipid during various stages of ontogeny in carp, bighead, salmon trout and russian sturgeon - j. of Ichthyol. 29 (6): 128-131.
- 11- Joseph, J.D. & G.T. Seaborn - 1990. The analysis of marine fatty acids, in: Stansby, M.E(ed), 1990. 40-72.
- 12- Keyvanfar, A. 1988. Comparative study of sturgeon oocyte soluble proteins by Isoelectric focusing. bioch. physio. G.B. 90 (B): 393-396.
- 13- Klenk, E-1958. The polyenoic acids of fish oils, In: Essential fatty Acids, ed. H.M. Sinclair, N.Y: Academic press.
- 14- Lovern, J.A-1964. The lipids of marine organisms. oceanogr. Mar.
- 15- Meydani, S.N. 1994. Interaction of w-3 polyunsaturated fatty acids and vitamin E on the immune response- In: Fatty acids and lipids.
- 16- Stansby, M.E.(ed). 1990. Fish oils In nutrition - VAN Nost. Reinhold. N.Y. 313P
- 17- Xu, R, S. S. O. Hung & J.B. German- 1993. White sturgeon tissue fatty acid compositions are affected by dietary Lipids- J.- Mut R. 123(10): 1685- 1692.