✓ پژوهش و سازندگی، شماره ۵۸، بهار ۱۳۸۲

تهیه سیلاژ از چشم چهارگونه از تن ماهیان با تاکید بر شناسایی و مقایسه میزان اسیدهای چرب غیر اشباع موجود در آنها

● **سعید تمدنی جهرمی**، عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان -بندر عباس
● **احمد غروقی**، عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات شیلات ایران
● **یوسف آفتاب سوار**، بخش بیوتکنولوژی پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان -بندر عباس

تاریخ دریافت: شهریور ماه ۱۳۷۸ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ماه ۱۳۸۱

چکیده

تهیه سیلاژ به عنوان یکی از راهکارهای مناسب در استفاده بهینه از ضایعات چهارگونه از تون ماهیان اقتصادی به نامهای هوور (*Thunnus tonggol*)، هوور مسقطی (*Catsowonus pelamis*)، گیدر (*Thunnus albacares*) و زرده (*Euthynus affinis*) مورد بررسی قرار گرفت. ساخت سیلاژ به روش اسیدی با استفاده از اسید فرمیک و آنزیم پپسین انجام گرفت. در این راستا چشم تون ماهیان به عنوان منبعی غنی از اسیدهای چرب غیر اشباع اومگا۳ از نوع دکوزاهگزائونئیک اسید (DHA) مورد بررسی و تحقیق بیشتر قرار گرفت. چربی تام نمونه‌ها به‌صورت متیل استر استخراج و اندازه گیری میزان DHA توسط یکدستگاه گاز کروماتوگراف (GC) صورت پذیرفت. اندازه گیری میزان DHA در چشم تون ماهیان غنی بودن این اندام را از لحاظ این ماده با دارا بودن به‌طور متوسط ۲۵-۲۰ گرم DHA در ۱۰۰ گرم چربی استخراجی اثبات نمود. بالاترین میانگین DHA در این اندام را چشم هوور مسقطی با ۲۴/۷۲۲ گرم درصد چربی استخراجی به‌خود اختصاص داده و گونه‌های هوور با ۲۱/۵۳، گیدر با ۱۹/۵۸۷، و زرده با ۱۲/۲۰ گرم درصد چربی استخراجی بترتیب در رده‌های دوم تا چهارم قرار داشتند. میزان چربی استخراجی در گونه هوور مسقطی ۵۷/۶۸٪، هوور ۶۳/۳۹٪، گیدر ۵۰/۹۵٪ و زرده ۶۳/۶۳٪ اندازه گیری شد. دیگر اسیدهای چرب غیر اشباع مانند اسید پالمیتولئیک (C16:1)، اسید اولئیک (C18:1)، اسید ایکوزاپنتائنوئیک (C20:5(n-3)) بیشترین مقدار را در بین اسیدهای چرب غیر اشباع اندازه گیری شده به خود اختصاص می‌دادند.

کلمات کلیدی: سیلاژ، دکوزاهگزائونیک اسید (DHA)، چشم تون ماهیان، اسیدهای چرب غیر اشباع، امگا۳، امگا۶.

✓ **Pajouhesh & Sazandegi, No 58 PP: 59-63**

Perparation of silage from four species of tuna eyes with emphesis on identification and comparison of pure unsaturated fatty acids.

By: Tamadoni Jahromi, S. Member of Scientific Board of Persian Gulf and Oman Sea, Ecological Research Institute, Biotechnology Dept. Bandar Abbass Ghoroghi, A. Member of Scientific Board of Iranian Fisheries Research Organization, Tehran. Aftabsavar. U. Biotechnology Dept. Persian Gulf and Oman sea. Ecological Research Institute. Bandar Abbass.

Preparation of silage were carried out as one of the suitable ways for utilization of tuna wastes in four species namely: *Thunnus tonggol, Katsuwonus plamis, Thunnus albacares* and *Euthynus affinis*. In this study tuna eyes was considered as one of the richest sources of pure unsaturated fatty acids. Silage preparation were done by enzymatic hydrolysis of tuna wastes by pepsin at pH 1.8 (Formic acid were used as acidulant). The average of Docosahetaenoic acid (DHA) in four species of tuna eyes was 20 to 25Gm in 100Gm of total fat. The highest mean of DHA were recorded as 24.72% in the eyes of *Katsuwonus plamis* (Skipjack) and 21.53, 19.58 and 12.20 followed by Longtail Tuna, Yellow fin Tuna and Kawakawa respectively. The mean of total fat extract in *Katsuwonus plamis* 57.67% *Thunnus tonggol* 63.39% , *Thunnus albacares* 50.95% and *Euthynus affinis* 63.63% which highest unsaturated fats such as C20:5(n-3), C18:1 and C16:1 were recorded in all of the samples.

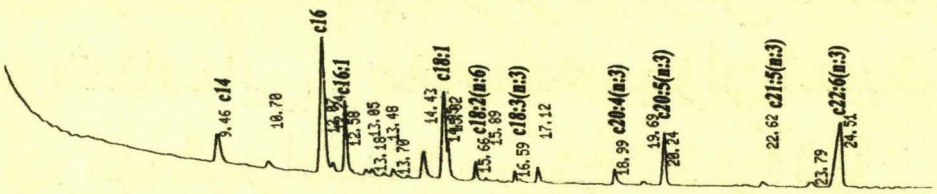
Key word: Silage, DHA, Tuna eyes, PUFA

مقدمه

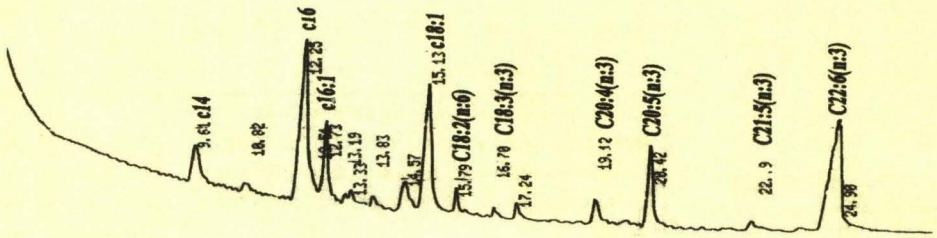
تون ماهیان یکی از ذخائر بزرگ ماهیان تجاری در خلیج فارس می‌باشند که در صنعت صید و صیادی در کشور نقش مهمی را ایفا می‌نمایند. متأسفانه با توجه به تحقیقات، سرمایه گذاری و پیشرفت‌هایی که در کشورهای توسعه یافتهٔ دنیا در زمینهٔ فرآوری و اشتغال‌زایی و ایجاد درآمد از تون ماهیان به طرق مختلف صورت گرفته، مشاهده می‌شود که در کشور ما هنوز از لحاظ بهره‌برداری و ایجاد ارزش افزوده از این نعمات ارزشمند الهی کمبودهایی به چشم می‌خورد.

آمار نسبتاً بالای صید تون ماهیان در کشور و ارزش اقتصادی آنها سبب گردیده است که در زمینهٔ کاهش باقیمانده‌های پس از صید و حمل و نقل تحقیقاتی به انجام برسد. آمار نشان می‌دهد که تنها در سالهای ۷۸ و ۷۹ در حدود ۷۰ هزار تن از صید ناوگان صیادی کشور را تون ماهیان تشکیل می‌دادند که ۱۰٪ از این صید به‌صورت صید صنعتی و ۹۰٪ به‌صورت صید سنتی و با استفاده از شناورهای سنتی انجام شده است. با توجه به این‌که در کارخانجات تولید کنسرو از ۶۰٪ بدن تون ماهیان جهت تولید کنسرو استفاده می‌شود، می‌توان میزان باقیمانده‌ها را تخمین زد. این باقیمانده‌ها عمدتاً به کارخانجات تهیه پودر ماهی فرستاده می‌شوند. ولی میتوان از این باقیمانده‌ها استفاده‌های دیگری نیز انجام داد. یکی از راههای مهم و سهل الوصول برای استفاده بهینه از باقیمانده‌ها تبدیل این مواد به ماده‌ای است که تهیه آن ساده بوده، ماندگاری طولانی داشته و بتواند خواص تغذیه‌ای خود را حفظ نماید. هم اکنون در بسیاری از کشورهایی که صیادی و صنایع اقماری جانبی آنها نظیر تولید کنسرو و دیگر محصولات مرتبط با آن گسترش یافته است بخشی را اختصاص به تحقیق و تولید محصولی به نام سیلاژ ماهی داده‌اند.

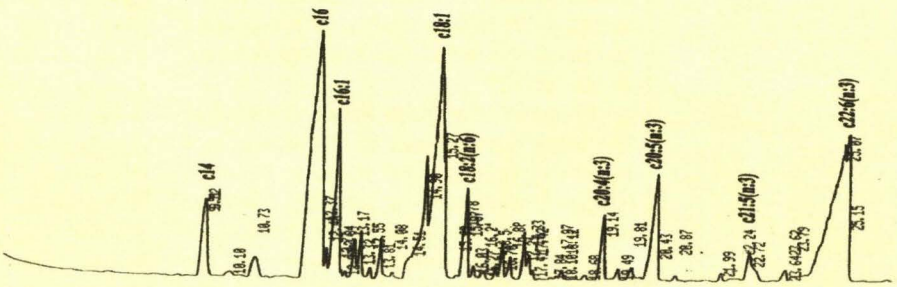
در ارتباط با ارزش غذایی سیلاژ می‌توان عنوان کرد که بسیاری از مجریان تهیه سیلاژ، محصولات تولید شده را با استفاده از روش اسیدی به‌طور موفقیت‌آمیزی در جیره حیوانات مختلف بکار برده‌اند و برخی گزارشات نشان می‌دهد که سیلاژ ماهی منبعی سرشار از پروتئین



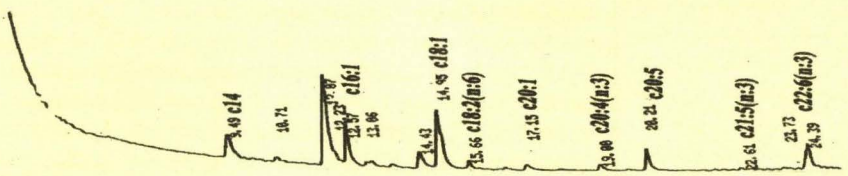
تصویر شماره ۱:دیاگرام اسیدها ی چرب غیر اشباع در سیلاژ چشم ماهی زرده: پیکهای عمده اسید های چرب در retention timeهای :
12.58 min;palmitoleic acid C16:1;14.43min.oleic acid C18:1;20.24min eicosapantaenoic acid C20:(n-3);24.51min,dochosahexaenoic acid C22:6(n-3)



تصویر شماره ۲:دیاگرام اسیدها ی چرب غیر اشباع در سیلاژ چشم ماهی هوور مسقطی: پیکهای عمده اسید های چرب در retention timeهای :
12.73 min;palmitoleic acid C16:1;15.13min.oleic acid C18:1;20.42min eicosapantaenoic acid C20:(n-3);24.90min,dochosahexaenoic acid C22:6(n-3)



تصویر شماره ۳:دیاگرام اسیدها ی چرب غیر اشباع در سیلاژ چشم ماهی هوور : پیکهای عمده اسید های چرب در retention timeهای :
12.37 min;palmitoleic acid C16:1;15.27min.oleic acid C18:1;20.43min eicosapantaenoic acid C20:(n-3);25.07min,dochosahexaenoic acid C22:6(n-3)



تصویر شماره ٤:دیاگرام اسیدها ی چرب غیر اشباع در سیلاژ چشم ماهی گیدر : پیکهای عمده اسید های چرب در retention timeهای :
12.57 min;palmitoleic acid C16:1;14.95min.oleic acid C18:1;20.21min eicosapantaenoic acid C20:(n-3);24.39min,dochosahexaenoic acid C22:6(n-3)

می‌باشد و ارزش تغذیه‌ای آن با محصولی نظیر پودر ماهی قابل رقابت است (۲). سیلاژ ماهی در ساخت و عمل آوری درجیره‌های خشک، مرطوب و نیمه مرطوب می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. این جیره‌ها شامل مقدار متنابهی از سیلاژ ماهی همراه با دیگر افزودنیها نظیر همبندها، ویتامین‌ها و مواد مغذی می‌باشد(۳).

مقادیر بالای چربیهای امگا ۳ در ماهی از جمله مهمترین عوامل دخیل در موارد باروری، زایمان، تنظیم انتقال امواج عصبی و فشار خون می باشد. همچنین ثابت شده است که بافت عصبی مهره داران از جمله ماهیان سرشار از اسید دکوزاهگزانوئیک می‌باشد که از نوع امگا ۳ است (۷). در تحقیقات انجام شده تعیین شده بود که اسیدهای چرب غیر اشباع رژیمی (امگا ۳) برای رشد و نمو ماهیان ضروری می‌باشد (۸). ولی اخیراً این امر در پستانداران نظیر انسان نیز به اثبات رسیده است که جنبه‌های مختلف اسیدهای چرب غیراشباع مانند اسید اولئیک در ترمیم بافتهای عصبی نقش مهمی را ایفا می‌نماید (۹) و نمونه بارز آن را می‌توان در بهبود بیماری ALD[1] مشاهده نمود (۱۳).

همچنین گزارشاتی وجود دارد که بیانگر آنست که پرورش لاروهای جوان با منابع غذایی که از لحاظ DAH[2] غنی نمی‌باشند ضایعات عصبی و یا چشمی به دنبال داشته که این امر بوسیله عدم ارائه پاسخهای دفاعی مناسب به اثبات رسیده است(۴). استخراج و اندازه‌گیری اسیدهای چرب غیر اشباع و در بافت بدن آرتیمیا و روتیفرهای مورد استفاده در پرورش میگو ثابت کرده است که این موجودات از لحاظ دارا بودن اسیدهای چرب غیراشباع مخصوصاً اسیدهای چرب غیر اشباع با زنجیره طولانی (HUFA[3] ≥ C20) دچار کمبود می‌باشند(۵).

بر اساس منابع موجود یکی از منابع آشکار از روغنهای طبیعی که سرشار از DHA می باشد را می‌توان در مغز و بافت شبکیه چشم در بسیاری از ضایعات و یا صیدهای ضمنی ماهیان تجاری جستجو کرد(۹). این چربی بیشتر در قسمت های داخلی و اطراف حدقه چشم تون ماهیان قرار دارد(۱۰).

باتوجه به مطالب فوق ضرورت تحقیق در ارتباط با میزان اسیدهای چرب غیراشباع در آبزیان، بخصوص در ضایعات گونه‌هایی که از آنها در صنعت تولید کنسرو به‌کار می‌رود مهم و اساسی بنظر می‌رسد. در این مطالعه تولید سیلاژ از چشم تون ماهیان انجام گرفت و استخراج و اندازه‌گیری میزان اسیدهای چرب غیراشباع از انواع امگا ۶ و امگا ۳ از چشم چهارگونه از تون ماهیان غالب خلیج فارس با نامهای هوور[4]، هوور مسقطی[5]، گیدر[6] و زرده[7] مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت.

مواد و روشها

جمع آوری نمونه‌های چشم چهارگونه از تون ماهیان از کارخانه کنسرو سازی بندرعباس به اسامی هوور، هوورمسقطی، گیدر و زرده به صورت تصادفی صورت گرفت. ماهی‌های مورد استفاده همگی منجمد و وضعیت ماهی از لحاظ کیفیت در سطح مناسبی بودند.

متوسط وزن گونه‌های هوور، هوور مسقطی، گیدر و زرده به‌ترتیب ۳۵kg، ۵kg، ۵kg، و ۳/۵kg محاسبه گردید. از هر گونه ۲ کیلوگرم چشم و چربیهای اطراف آن برای گونه‌ای فوق الذکر به ترتیب با متوسط وزن برای هر چشم ۵۰ گرم، ۲۵ گرم، ۲۰ گرم و ۲۰ گرم جمع آوری گردید. نمونه‌ها را در سطل‌های جداگانه قرار داده و در شرایط سرما به آزمایشگاه منتقل گردیدند. این سطلها غیر شفاف بوده و مشخصات کلی نمونه‌ها (نوع گونه، تاریخ و محل برداشت) بر روی آنها نصب گردید تهیه سیلاژ با استفاده از روش Tocher صورت گرفت (۱۲).

در این روش ابتدا نمونه‌های چرخ شده و به مقدار یک کیلوگرم برای هر گونه به درون سطل‌های جداگانه ریخته شد. طبق این روش ابتدا pH اسید فرمیک ۷۵٪ مصرفی رابه pH فعالیت آنزیم پپسین خام رسانده (چون پپسین خام در pH برابر با ۱/۷ فعال می‌شود) و آن را تا ۱/۷ بالا بردیم. سپس به میزان ۳/۵ درصد وزن نمونه اسید فرمیک ۷۵٪ آمونیه شده اضافه گردید و به مدت ۵ دقیقه با مخلوط کن مخصوص محصول یکنواخت گردید.

در مرحله بعد پپسین خام را به میزان ۱ گرم در کیلوگرم به نمونه اضافه کرده و به دنبال آن مخلوط آنتی اکسیدان راکه شامل کمپلکس سه ماده BHA[8] به میزان ۶۰mg/ml و پروپیل گالیت به میزان ۶۰mg/ml و اسید سیتریک به میزان ۴۰mg/ml بود تهیه کرده و مجموع فوق را در حالی بنام پروپیلن گلایکول حل کرده و از این مجموعه به میزان ۰/۰۱ درصد وزن نمونه به محصول اضافه کردیم. مخلوط بدست آمده را در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد به مدت ۱۶ ساعت و به‌صورت مداوم بهم زده تا آنزیم بتواند در تمام قسمتهای بافت بخوبی نفوذ کرده و اثر خود راکامل کند.

بعد از ۱۶ - ۱۸ ساعت سیلاژ آماده شد. در این حالت در جهت جلوگیری از فعالیت آنزیم پپسین و غیر فعال کردن آن pH مخلوط را به‌وسیله اضافه کردن هیدروکسید سدیم خشک از ۱/۷ به ۴/۵ رسانده شد. به مدت چند ساعت بعد از تهیه سیلاژ مخلوط مورد بررسی قرار گرفت تا pH ثابت بدست آید. نمونه‌ها را در شیشه‌های ۵۰۰ گرمی که با فویل آلومینیوم پوشانده شده بود ریخته و در دمای معمولی نگه داری شدند.

نمونه‌ها از نظر مقدار اسید از چرب غیر اشباع امگا۳ و امگا۶ توسط یکدستگاه GC مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این راستا بعد از استخراج چربی تام، چربی استخراجی از نمونه‌های مورد نظر را به صورت متیل استر برای تزریق به دستگاه آماده می‌سازیم (۱).

شرایط دستگاه در زمان تزریق به صورت زیر بود:
دستگاه GC از نوع Varian مدل Vista 6000 با استفاده از ستون Capillary یا موئین، FID Detector تفکیک اسیدهای چرب با شرایط زیر انجام گرفت:

Collumn temp: 125-220C° Rate : 6°/min
Injector : 230 C° Detector : 25° 0C
Cullum type: fused sillica
ازت :گاز حامل 30 M از نوع (BPX
(ماکرولیتر) ۰/۵ mlit :مقدار تزریق

با ارزیابی کروماتوگرام حاصله و مقایسه آن با کروماتوگرام استاندارد، مقدار اسیدهای چرب غیر اشباع مختلف برای هر گونه محاسبه و به صورت نمودار رسم گردید.

میزان اسید چرب موجود در نمونه با توجه به کروماتوگرام بدست آمده با فرمول زیر محاسبه می‌گردد(۱).

X-100= Z
Z×Y= 100×M

X= مقدار حلال مصرفی
Z= مقدار کل اسیدهای چرب (۱۰۰٪ فرض شود)
Y=مقدار مجهول (مقدار اسیدچرب مجهول).
M= سطح زیر نمودار در Ret. time مربوط به اسید چرب مورد نظر (محاسبه توسط دستگاه)

نتایج

با توجه به بررسی کروماتوگرام‌های شماره ۱ تا ۴ میزان اسیدهای چرب غیر اشباع را در چشم ۴گونه از تن ماهیان مورد بحث در حالتهای خام و سیلاژ شده در قالب نمودار ۱ و ۲ ترسیم شده است.

همانطور که مشاهده می‌گردد مقدار اسیدچرب C16:1 در نمونه خام ماهی زرده با ۱۰/۸۹۳ گرم درصد چربی استحصالی بالاترین مقدار را به خود اختصاص داده ولی مقدار این اسید در نمونه های سیلاژ شده از گونه زرده با ۹/۱۳۷ گرم و سیلاژ گونه‌های هوور مسقطی با ۹/۵۲۳ و گیدر ۹/۳۱۵ گرم در ۱۰۰ گرم چربی استحصالی تقریباً در یک ردیف قرار دارند.

مقدار اسیدچرب C18:1 در نمونه خام ماهی زرده با ۲۴/۵۱ گرم درصد گرم چربی بالاترین و گونه‌های گیدر با ۱۹/۵۷۸ گرم، هوور مسقطی با ۱۶/۹۴۴ گرم و هوور با ۱۲/۴۰۵ گرم در ۱۰۰ گرم چربی استحصالی در رده‌های بعدی قرار دارند ولی در نمونه‌های سیلاژ شده مقدار این اسید چرب در گونه گیدر با ۲۱/۹۶۰ گرم در ۱۰۰ گرم چربی بالاترین مقدار را به خود اختصاص داده است.

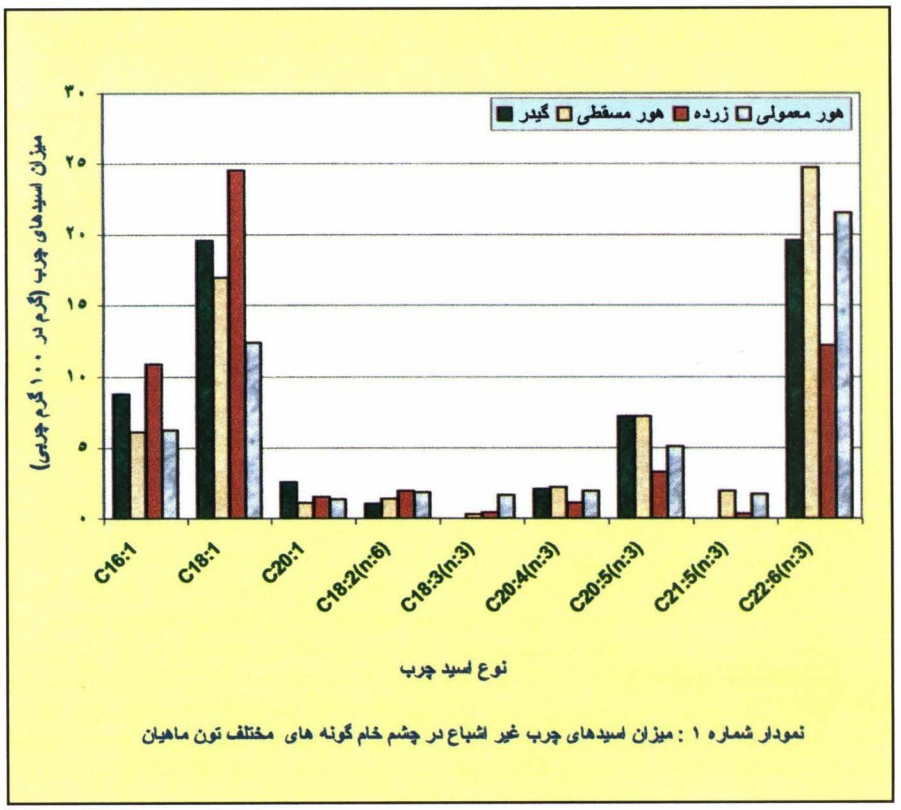
میزان اسید چرب C20: 5(n-3) در چشم گونه گیدر در حالت خام با ۷/۲۱۶ گرم در ۱۰۰ گرم چربی و همچنین در حالت سیلاژ شده با ۶/۴۵۰ گرم در ۱۰۰ گرم چربی استحصالی تفاوت چندانی را نشان نمی‌دهد و در بین ۴گونه از تون ماهیان مورد بررسی بالاترین مقدار را به خود اختصاص می دهد.

در ارتباط با اسید چرب غیر اشباع C22:6(n-3) (DHA)مشاهده می‌گردد در بین نمودارهای خام نمونه خام چشم هوور مسقطی با دارا بودن ۲۴/۷۷۲ گرم در ۱۰۰ گرم چربی استحصالی بالاترین مقدار را به خود اختصاص داده و گونه‌های هوور با ۲۱/۵۳۰ گرم، گیدر با ۱۹/۵۸۷ گرم و زرده با ۱۲/۲۰ گرم در ۱۰۰ گرم چربی استحصالی در رده‌های بعدی قرار دارند.

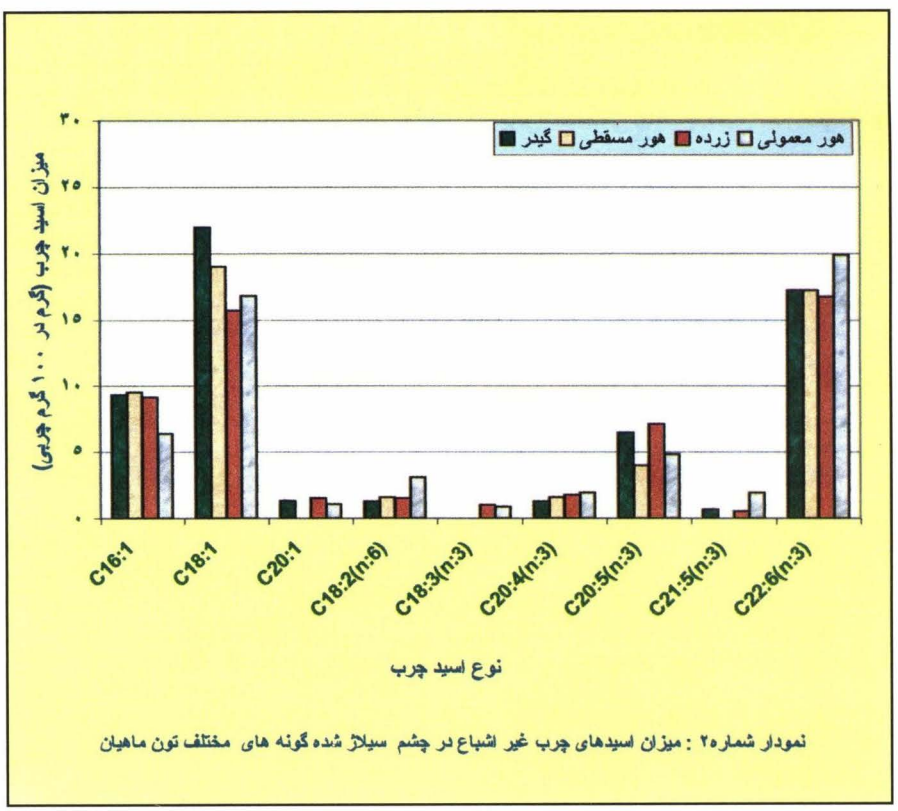
همچنین در بین نمونه‌های سیلاژ شده نمونه سیلاژ چشم هوور با ۱۹/۹۰ گرم، گیدر با ۱۷/۲۵۰ گرم، هوور مسقطی با ۱۷/۲۴۰ گرم و زرده با ۱۶/۷۵۱ گرم در ۱۰۰ گرم چربی استحصالی در رده دوم تا چهارم قرار دارند.

در کل اسیدهای چرب C18:1 (اسید اولئیک) با یک پیوند دو گانه و C22:6(n-3) (اسید دکوزاهگزائونیک اسید) با ۶ پیوند دوگانه بالاترین میزان را در بین اسیدهای چرب اندازه‌گیری شده به خود اختصاص داده‌اند.

سایر اسیدهای چرب اندازه‌گیری شده در این مقاله شامل C16:1 (اسید پالمیتولئیک) با ۸-۶ گرم در ۱۰۰ گرم چربی، ایکوزاپنتائونیک اسید C20:5(n-3) با ۷-۵ گرم در ۱۰۰ گرم چربی، اسید لینولئیک C18:2(n-6) با



نمودار شماره ۱ : میزان اسیدهای چرب غیر اشباع در چشم خام گونه های مختلف تون ماهیان



نمودار شماره۲ : میزان اسیدهای چرب غیر اشباع در چشم سیلاژ شده گونه های مختلف تون ماهیان

۳-۲ گرم در ۱۰۰ گرم چربی استحصالی، اسید آرشیدونیک C20:4(n-3) با ۳-۲ گرم در ۱۰۰ گرم چربی و اسید پروسیک (C20:1) با ۲-۱ گرم در ۱۰۰ گرم چربی و در آخر اسید لینولنیک C18:3(n-3) با ۱/۵-۱ گرم در ۱۰۰ گرم چربی استحصالی در رده‌های بعدی قرار دارند.

بحث

نمودار شماره ۱و۲ میزان اسید چرب غیر اشباع در چشم ۴ گونه تن ماهیان نشان میدهد همانطور که ملاحظه میشود مقدار اسید چرب C18:1 (روغن لورنزو) با ۱۶ تا ۲۱ گرم در ۱۰۰ گرم چربی استحصالی، در مقایسه با مقدار آن در غنی کننده‌های تجاری (پروتئین سلکو[9] که برای مثال در غنی سازی آرتیمیا و یا روتیفرها مورد استفاده قرار می‌گیرند بالا است (۱۲).

بیشترین مقدار این اسید چرب در ماده خام را چشم زرده با ۲۴/۵۱ گرم در ۱۰۰ گرم چربی و در ماده سیلاژ شده چشم گیدر با ۲۱/۹۶ گرم در ۱۰۰ گرم چربی استحصالی به خود اختصاص داده‌اند این امر نشان می‌دهد که این اندام منبع بسیار مناسبی برای تولید اسید چرب C18:1 یا روغن لورنزو می‌باشد. همانطور که گفته شد روغن لورنزو در درمان بیماری آدرنولکودیستروفی (ALD) دخالت دارد (۱۳).

یکی از مهمترین اسید چرب غیر اشباع مورد بحث اسید چرب دکوزاهگزائونیک (DHA)می‌باشد.

طبق نمودارهای یاد شده مقدار DHA در چشم هوور قبل از سیلاژ با ۲۱/۵۳۰ گرم در ۱۰۰ گرم چربی و بعد از سیلاژ با ۱۹/۹۰ گرم در ۱۰۰ گرم چربی استحصالی نسبتاً بالا بوده و تفاوت چندانی را نشان نمی‌دهد. در این ارتباط این نکته قابل تامل است که سیلاژ چشم هوور به نسبت دیگر سیلاژهای تولیدی با دارا بودن ۱۹/۹۰ گرم از این نوع اسید چرب در ۱۰۰ گرم چربی استحصالی توانسته است که در روند تولید مقدار بیشتری DHA را در خود حفظ کند. بازده مناسب این سیلاژ در مقایسه با بررسی‌های که Tocher و همکاران بر روی چشم تون ماهیان در جهت استفاده از آن در غنی کردن آرتیمیا داشته‌اند قابل مقایسه است. این محققین با استحصال ۲۱/۳ گرم DHA در ۱۰۰ گرم چربی استحصالی اذعان داشته‌اند که سیلاژ چشم تون ماهیان با چربی بالای خود دارای درصد بالایی از DHA در واحد وزن است (۱۲).

طبق نمودار شماره ۱ بیشترین مقدار DHA در ماده خام را چشم خام هوور مسقطی با ۲۴/۷۲۲ گرم در ۱۰۰ گرم چربی استحصالی به خود اختصاص داده و مقدار آن بیشتر از سیلاژ تهیه شده از چشم این گونه می‌باشد و گونه هوور با ۲۱/۵۳، گیدر با ۱۹/۵۸۷ و زرده با ۱۲/۲ گرم در ۱۰۰ گرم چربی استحصالی به‌ترتیب در رده دوم تا چهارم قرار دارند.

این اختلاف عمده در میزان DHA موجود در چشم خام هوور مسقطی در برابر سیلاژ تهیه شده ممکن است به این علت باشد که میزان زیادی از این اسید چرب تحت تاثیر عوامل مختلف در حین روند تولید سیلاژ مانند نور (فتولیز)، درجه حرارت مناسب ۲۵ درجه سانتی گراد و مدت زمان کوتاه تهیه سیلاژ (۱۶ - ۱۸ ساعت)، به دیگر اسیدهای چرب تبدیل می‌شوند. همچنین پایین بودن

pH محصول و فعالیت آنزیم پپسین شرایط را برای تخریب پیوندهای دوگانه اسیدهای چرب غیر اشباع و کاهش این گونه اسیدهای چرب در نمونه‌های سیلاژ شده نسبت به ماده خام آنها مهیا می‌سازد. بنابراین می‌توان انتظار داشت که شاهد تغییرات کمی در مقدار اسیدهای چرب در نمونه‌های گوناگون در روند تولید سیلاژ باشیم (۱۱).

در این ارتباط این نکته قابل توجه است که این تغییرات را بیشتر می‌توان در مورد تبدیل اسیدهای چرب غیر اشباع با زنجیره بلند مثل DHA با ۲۲ کربن به اسیدهای چرب غیر اشباع با زنجیره کوتاه ملاحظه کرد. میزان اندازه‌گیری شده اسید چرب C20:5(n-3) یا ایکوزاپنتائونیک اسید در سیلاژ چشم تون ماهیان مورد بحث نیز قابل ملاحظه است. بالاترین میزان این نوع اسید چرب در سیلاژ چشم ماهی زرده با ۷/۱۰۷ در ۱۰۰ گرم چربی استحصالی و پایین‌ترین میزان را سیلاژ چشم هوور مسقطی با ۳/۹۶۸ گرم در ۱۰۰ گرم چربی بخود اختصاص داده‌اند. Tocher و همکاران، در بررسیهایی که بر روی سیلاژ چشم تون ماهیان داشته‌اند مقدار این اسید چرب را در چشم تون ماهیان بین ۵-۳/۵ گرم در ۱۰۰ گرم چربی استحصالی گزارش کرده‌اند که در مقایسه با مقدار آن در غنی کننده‌های تجاری رقم قابل ملاحظه‌ای می‌باشد (۱۲).

از طرف دیگر تفاوت اسیدهای چرب در چشم گونه‌های مختلف تون ماهیان را می‌توان به شرایط تغذیه‌ای ماهیان نسبت داد (۶).

در تحقیقاتی که به وسیله گروهی از محققین بر روی ماهیانی که با منبعی از روغن چشم تون ماهیان (Too)[10] تغذیه شده‌اند انجام گرفته است ثابت شده است که این منبع حاوی درصد بالایی از اسیدهای چرب غیر اشباع از جمله دکوزاهگزائونیک اسید (DHA) و اسید ایکوزاپنتائونیک (EPA) می‌باشد که به‌صورت کمپلکسهای از فسفولیپیدهای عمده از جمله فسفاتیدیل کولین، فسفاتیدیل اتانل آمین و فسفاتیدیل سرین به موجود منتقل و نه تنها موجب رشد و نمو بهترین موجود شده بلکه درصد بقا و تفریخ (Hatching) را در تخمهای حاصل از این موجودات افزایش می‌دهند (۷).

با توجه به مقایسه اسیدهای چرب غیر اشباع در سیلاژ تهیه شده از چشم تون ماهیان و در نظر گرفتن مقدار چربی تام آنها می‌توان انتظار داشت که این سیلاژ به عنوان مکملی مناسب در کنار دیگر مکملها در تغذیه دام، طیور و آبزیان مورد استفاده قرار گیرد.

طبق تحقیقات منتشر شده در زمینه ساخت سیلاژ ماهی اعلام شده است که سیلاژ تهیه شده با این روش را می‌توان ۲-۱ سال در دمای معمولی نگهداری کرد به شرایط آنکه جهت جلوگیری از اکسیداسیون چربیها به طور متناوب آنتی اکسیدان به محصول اضافه کرد (۱۰).

سادگی عملیات در تهیه سیلاژ ماهی و عدم نیاز به سرمایه گذاری سنگین و کارخانجات پیچیده و کادر فنی متخصص از امتیازات دیگر این محصول است. در حین پروسه تولید پودر ماهی از حرارت نسبتاً بالا استفاده می‌شود که این امر موجب از بین بردن میزان زیادی از مواد مغذی از جمله تخریب پیوندهای دوگانه اسیدهای چرب غیر اشباع و ویتامینها و آمینواسیدهای مختلف می‌گردد. به علاوه اینکه به علت عدم استفاده از مواد آنتی اکسیدان در تهیه و ذخیره پودر ماهی مشکل افزایش پراکسید و افت کیفی محصول وجود دارد که این مشکل در تهیه سیلاژ ماهی با افزودن آنتی اکسیدان بر طرف می شود.

امید می‌رود محققین در آینده با تحقیق بیشتر راه کارهای مناسب و متنوع‌تری را در جهت استفاده بهینه از باقیمانده‌های تون ماهیان ارائه نمایند.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از جناب اقای دکتر استکی ریاست محترم پژوهشکده و جناب آقای مهندس زرشناس معاون تحقیقاتی پژوهشکده و همکاران محترم در بخش بیوتکنولوژی، جناب آقای مهندس جلیلی و مهندس ملکوتی سپاسگزاری می‌گردد. از سرکار خانم عباسی و شهبازی به‌خاطر تایپ مقاله فوق ویرایش این مقاله تشکر و قدردانی می‌گردد.

پاورقی‌ها

1- Adrenoleukodistrophy
2- Docosahexaenoic acid C22:6(n-3)
3- High unsaturated fatty acids
4- Thunnus tonggol (Longtail tuna)
5- Catsowonus pelamis (Skipjack tuna)
6- *Thunnus albacares* (Yellowfin tuna)
7- Euthynus affinis (Kawa kawa tuna)
8- Butylated hydroxy Anisol
9- Protein selco
10- Tuna orbital oil

منابع مورد استفاده

1- Association of analytical communities (AOAC), 2001, Methyl esters and fatty acids in oils and fats; Gas chromatographic methods. method No: 963. 22.

2- Bell, M., 1996. Dificit of didocosahexaenoyl phospholipid in the eyes of larval sea bass fed an essential fatty acid deficient diet.J. fish BIO. Vol.49,no.5.pp.941-952.

3- Gildberg. A, and Almas , K.A., 1986. Utilization of fish viscera in food engineering and process application. Elsevier Applied Science. London. Vol.2, pp. 383-93

4- Mourente, G. and Tocher, D. R., 1992. Effect of weaning onto a pelleted diet on docosahexaenoic acid (22:6n-3) ;levels in brain of developing turbot *scophthalmus maximums* L. lipids. No:26:871-877.

5- Murase, T; Ishihara. K; and Sanito, H; 1996. Application of soya phosphatidylcholin in tuna orbital oil for artemia. Fish science 1996. Vol.62. noy. pp.634-638.

6- Navaro, J. C. ; Hontoria F. Varo I. and Amat F. 1988. Effect of alternate feeding with a poor long-chain polyunsaturated fatty acid artemia strain and rich one for sea bass and prown larvae; Aquaculture 74 (1988)307-317

7- Buce.M. 1999. Development of brood stock diets for the European see bass (*Dicentrarchus Labrax*) with special emphesis on the importance of n-3 and n-6 highly unsaturated fatty acid to reproductive performance.Aquaculture .vpl.177 .

8- Neuringer, M.; Anderson,GJ; And Connor,W.E; 1988. The essentiality of n-3 fatty acids for the development and function of the retina and brain. Ann. Rev. Nutr. 8:517-541.

9- Panggat,M; 1996. Omega-3 fatty acids from the head and eye sockets of bigeye (*Thonnus obesus*) and yellow fish (*T. albacares*) working party on fish Technology Colombo-Srilanka-4-7. June.

10- Raa. Y; and Gildberg, A., 1982. Fish silage. A review CRC Crit Rev. Food sci. Nutr. No.16: 385-419

11- Sowada, T. ; Takashi, K. ; And Hamtano, M. 1993. Triglyceride composition of tuna and bonito orbital oils. Nippon Suisan Gakkaishi,No.59: 285-290

12- Tocher, D. R. ; Mourente, G. ; Sargert, J. R. 1997. The use of silage prepared from fish neural tissues as enrichers for rotifers (*Brachionws plicatilis*) and artemia in the utrition of larval marine fish. Aquacluture No. 148: 213-231.

13- Williams, G.A. ;Pearl, G. ; Pollack, M. A. and Anderson, R. E., 1998. Adrenoleukodystrophy: Unusual clinical and radiographic manifestation. Southrn medical J. Vol.91.