بررسی تغییرات اسیدهای چرب ماهی‌کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) نمک‌سودشده و تعیین زمان ماندگاری آن در شرایط محیطی

سهراب معینی[۱]، محیا رفیعی طاری[۲]، پریسا قزوینی[۲] و سحر جلیلی[۳*]

[۱] گروه علوم مهندسی غذایی، دانشکده مهندسی بیوسیستم، دانشگاه تهران، ایران
[۲] دانشگاه علوم و فنون دریایی واحد تهران شمال، ایران
[۳] گروه شیلات، واحد آبادان، دانشگاه آزاد اسلامی، آبادان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۴/۴ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۱/۳/۳۰)

چکیده

این تحقیق با هدف شناسایی اسیدهای چرب ماهی کپور نقره ای[۱]، و هم چنین بررسی اثرات نمک‌سود کردن برروی اسیدهای چرب آن و تعیین زمان ماندگاری ماهی کپور نقره‌ای نمک‌سود شده در شرایط محیطی (۲۸-۲۵ Ċ) انجام گردید. پروفایل اسیدهای چرب در ماهی‌کپور نقره‌ای تازه (شاهد) و نمک‌سود شده با استفاده از دستگاه گازکروماتوگرافی[۲]شناسایی و اندازه‌گیری گردید. میزان اسیدهای چرب اشباع در ماهی کپور نقره‌ای تازه (شاهد) ۰/۲ ± ۲۷/۵ درصد، اسیدهای چرب با یک باند مضاعف ۰/۲ ± ۴۶/۳۹ درصد و اسیدهای چرب با چند باند مضاعف ۰/۰۲ ± ۲۶/۱۱ درصد بود. در ماهی نمک‌سود شده، دامنه تغییرات این اسیدهای چرب در مدت ۱۵۰ روز نگهداری به ترتیب برای اسیدهای چرب اشباع از ۰/۷ ± ۲۷/۸۲ به ۰/۰۵ ± ۳۳/۷۰ درصد، اسیدهای چرب غیر اشباع با یک باند مضاعف از ۰/۲ ± ۴۷/۲۴ به ۰/۳ ± ۴۶/۷۷ درصد و اسیدهای چرب با چند باند مضاعف از ۰/۰۱ ± ۲۴/۹۲ به ۰/۰۲ ± ۱۷/۴۵ درصد کاهش نشان داد. تغییرات اسیدهای چرب از نظر آماری در سطح ($P \geq 0/05$) دارای اختلاف معنی‌داری بوده است. در ماهی نمک سود شده طی ۱۵۰ روز نگهداری در شرایط محیطی، میزان پراکسید از ۰/۰۲ ± ۳/۰۸ میلی اکی والان اکسیژن بر کیلوگرم گوشت به ۰/۰۲ ± ۶/۱۰ میلی اکی والان اکسیژن بر کیلوگرم گوشت رسید، و سپس رو به کاهش گذاشت و مقدار آن پس از ۱۵۰ روز به ۵/۴۸ میلی اکی والان اکسیژن بر کیلوگرم گوشت رسید. از طرف دیگر مقدار TVB-N در این مدت از ۰/۳ ± ۲۱ میلی‌گرم ازت در هر صد گرم گوشت به ۲ ± ۵۱/۸ میلی‌گرم ازت در هر صدگرم گوشت افزایش داشت. از نظر آماری تغییرات پراکسید و TVB-N در سطح $p < 0/05$، معنی‌دار می‌باشد. با توجه به نتایج بدست آمده زمان قابل مصرف بودن ماهی کپور نقره‌ای نمک‌سود شده در شرایط محیطی ۵ ماه پیش‌بینی گردید.

واژه‌های کلیدی: ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*)، تغییرات شیمیایی، اسیدهای چرب و زمان ماندگاری

* نویسنده مسئول : تلفن: ۰۹۸۲۱۸۸۱۴۳۰۹۹ فاکس: ۰۹۸۲۱۲۳۵۷۶۱۷۴
E-mail: sahar.jalili2005@gmail.com

[1] *Hypophthalmichthys molitrix*
[2] Gas chromatography

مقدمه

افزایش‌جمعیت جهان سبب شده است تا کشاورزی و دامپروری جوابگوی احتیاجات تغذیه‌ای بشر نباشد، بنابراین بهره‌برداری بهینه از تولیدات دریایی و آبزی پروری امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. این امر باعث توسعه تکنولوژی عمل‌آوری در صنایع شیلاتی موجود در جهان شده است. تغذیه از آبزیان، برای کسب پروتئین با کیفیت وبه‌دست آوردن گروهی از اسیدهای چرب ضروری، که انسان‌ها توانایی سنتز آن‌ها را ندارند، برای سلامت مهم می‌باشد. انسان‌ها بخش اصلی اسیدهای چرب مورد نیاز خود را از طریق مصرف ماهی، آبزیان و ماکروجلبک‌ها به دست می‌آورند (Atkinson, 1997). وجود اسیدهای چرب غیر اشباع دوکوزاپنتانوئیک اسید (DHA) و ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) به مقدار قابل ملاحظه‌ای در اکثر فرآورده‌های دریایی به ویژه ماهیان، ارزش و اهمیت این فرآورده‌ها را در رژیم غذایی انسان بسیار بالا برده است. EPA و DHA نقش بسیار مهمی در رشد و نمو، فعالیت عروق کرونر و سیستم‌های ایمونولوژی بر عهده دارند. گزارشات ارائه شده نشان داده است که اسیدهای چرب موجود در محصولات دریایی از توسعه آرتوروز جلوگیری می‌کنند (Zuraini *et al.*, 2006). مطالعات نشان داده است که مصرف ماهی به دلیل اسیدهای چرب غیر اشباع در رژیم غذایی روزانه می‌تواند، خطر بروز حملات قلبی را تا حد قابل ملاحظه‌ای کاهش دهد. فقدان این گروه از اسیدهای چرب می‌تواند باعث ورقه ورقه شدن پوست، آماس پوستی، کند ذهنی گردد.

بر این اصل، مصرف روغن ماهیان دریایی برای سلامتی دارای سود بالایی می‌باشد و محققین خوردن ماهی را به عنوان کلید سلامتی رژیم غذایی در انسان پیشنهاد می‌کنند (Abd Rahman *et al*,. 2005). استفاده از محصولات نمک‌سودشده در زمان‌های دور و قبل از استفاده از محصولات منجمد و کنسرو شده معمول بوده است، نمک‌سود کردن گوشت به منظور جلوگیری از فاسد شدن گوشت می‌باشد، زیرا نمک به عنوان ماده نگهدارنده عمل کرده و با تغییر فشار اسمزی بافت‌های عضلانی سبب حفظ آن در برابر فعالیت میکروارگانیسم می‌شود. در بسیاری از کشورهای توسعه یافته، ماهی نمک‌سود شده یکی از منابع ارزان قیمت در تأمین پروتئین غذایی می‌باشد (Bellagha *et al*., 2005). ماهیان به‌طور معمول به دو روش خشک یا مرطوب نمک سود می‌شوند. در روش خشک، ماهیان به صورت کامل و یا فیله در لابه‌لای لایه‌های متناوب نمک قرار می‌گیرند و در روش مرطوب در آب نمک غوطه‌ور می‌شوند (Torrissen *et al.*, 2000). این روش عمل‌آوری (نمک‌سود کردن به روش مرطوب) برای بسیاری از ماهیان مانند: هرینگ[1]، ساردین[2]، آنچوی[3]، قباد[4]، اردک ماهی[5] و روغن ماهی[6] به کار می‌رود (Hedayati Fard *et al*., 2011). ماهی نمک‌سود شده (به صورت خشک یا مرطوب) نقش بسیار مهمی را از نظر اقتصادی در اسپانیا ایفا می‌کند (Barata, 2004). تولید انواع فرآورده‌های مختلف از آبزیان به صورت سنتی و صنعتی در کشورهایی مانند: هند، اندونزی، ژاپن و مالزی صورت می‌گیرد، از ماهیان مختلف مانند آنچوی، قباد، کوسه، گربه ماهی و کفشک ماهی محصولات دودی و خشک در کشور هند تولید می‌شود (Thorarinsdottir *et al*., 2006). در ایران از نمک‌سود کردن به روش سنتی برای عمل‌آوری بعضی از ماهیان مانند: ماهی سفید، کفال، قزل آلا، ماهی آزاد و کپور نقره‌ای استفاده می‌شود (Zolfaghari *et al*., 2011). این تحقیق با هدف شناسی اسیدهای چرب و اثرات نمک‌سود نمودن بر کیفیت و مقدار اسیدهای چرب موجود در ماهی کپور نقره‌ای و تعیین زمان ماندگاری آن به مدت ۱۵۰ روز در دمای محیطی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

-آماده سازی نمونه

ماهی کپور نقره ای[7] تازه (پرورشی) از منطقه رودسر در استان گیلان در سال ۱۳۸۸ به تعداد ۴۰ عدد خریداری شد. نمونه‌های تهیه شده بیومتری گردیدند، طول متوسط نمونه ها ۰/۲ ± ۴۲ سانتی‌متر و وزن متوسط ۰/۲ ± ۱/۵ کیلوگرم به دست آمد. ماهیان پس از تهیه به جعبه‌های یونولیت پوشیده از یخ، منتقل شده و سپس جهت نمک‌سود کردن به کارگاه شخصی علی نقی ترابی در منطقه لنگرود انتقال یافتند. پس از فلس‌گیری، سر و دم زنی و تخلیه امعاء و احشاء، نمونه‌ها با آب سرد (قابل شرب) شستشو داده شدند. سپس در ته جعبه پلاستیکی (۲۰ کیلویی) یک لایه ۲ سانتی‌متری نمک کریستالی تصفیه نشده (این نمک مخلوطی از کریستال‌های ۵ و ۱ میلی‌متری بود که به ترتیب به نسبت ۱:۲ مخلوط گردیده بود و از کارگاه عمل‌آوری مذکور تهیه شده بود) نرم ریخته

[1] *Sprattus sprattus*
[2] *Dussumieria acuta*
[3] *Clupeonella engrauliformis*
[4] *Scomberomorus guttatus*
[5] *Esox lucius*
[6] *Gadus morhua*
[7] *Hypophtalicthys molitrix*

شد، سپس لایه‌ای از ماهی از سمت ناحیه شکمی روی آن قرار داده شد و روی آن یک لایه از نمک به ارتفاع یک سانتی‌متر ریخته و لایه دیگری از ماهی‌ها روی آن قرار داده شد و به این ترتیب تمام ماهی‌ها در لایه‌ای از نمک پوشیده شدند. میزان نمک مصرفی تقریباً ۳۰۰ تا ۴۰۰ گرم به ازای هر کیلوگرم ماهی بود. برای نمونه شاهد (تازه) نیز فرآیند آماده‌سازی (سرو دم زنی- تخلیه امعاء و احشاء و شستشو) انجام گردید. هدف استفاده از ماهی کپور نقره‌ای تازه (شاهد) در این تحقیق بررسی مشخصات اسیدهای چرب و میزان آن در ماهی کپور نقره‌ای تازه برای مقایسه تغییرات آن در اثر فرایند شوری کردن و در نهایت نگهداری فرآورده شورشده بوده است.

عمل نمک‌سود نمودن به مدت ۲۰ روز در دمای ۲۸°C-۲۵ به طول انجامید. در طی این مدت زمان هر ۳ روز، ماهیانی که در لایه‌های زیرین قرار دارند و تحت فشار هستند، با ماهی‌های لایه‌های بالاتر جابه جا می‌شوند، علت انجام آن این است که ماهی‌ها در طی فرایند نمک‌سود کردن، آب میان بافتی را از دست داده و نمک راجایگزین می‌کنند، بنابراین لازم است این شرایط فشار، برای همه ماهی‌ها یکسان باشد (Ureti *et al.*, 2004). سپس طی برنامه زمانی مشخص در زمان‌های صفر، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰و۱۵۰ روز از نمونه نمک‌سود شده برای اندازه‌گیری، رطوبت، پروتئین، چربی، خاکستر اندیس‌های TVB-N و پراکسید و شناسایی اسیدهای چرب و تأثیر نمک‌سود نمودن بر اسیدهای چرب نمونه‌برداری و در سه تکرار بر روی هر نمونه آزمایش به عمل آمد. از نمونه تازه (شاهد) نیز تمام فاکتورهای رطوبت، پروتئین، چربی، خاکستر اندیس‌های TVB-N و پراکسید و شناسایی اسیدهای چرب در زمان صفر انجام گرفت.

روش‌های آزمایشگاهی

۱. رطوبت

حدود ۱۰-۵ گرم از نمونه ماهی با استفاده از دستگاه چرخ گوشت آشپزخانه‌ای(پارس خزر- ایران) چرخ شده، و در داخل آون با دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد قرار گرفت. پس از ۴ ساعت نمونه از آن خارج و به داخل دسیکاتور انتقال یافت، سپس نمونه پس از سرد شدن مجدداً توزین گردید و عمل خشک شدن تا زمانی ادامه یافت که تغییر وزن محسوسی در آن دیده نگردید (AOAC, 2005).

۲. خاکستر

تعیین میزان خاکستر از طریق سوزاندن ماده آلی و سپس اندازه‌گیری ترکیبات غیر آلی صورت گرفت که برای این منظور از کوره الکتریکی استفاده گردید. برای تعیین میزان خاکستر مقدار ۵ گرم از نمونه یکنواخت شده، در داخل هر بوته چینی با وزن ثابت قرار داده شد و به مدت ۱ ساعت در کوره قرار گرفت تا نمونه به صورت خاکستر درآید. سپس ظروف و نمونه خاکستر شده ازکوره خارج‌گردید و پس از سرد شدن در دسیکاتور وزن گردیدند (AOAC, 2005).

۳. چربی

مطابق روش Blight and Dyer (1959) مقدار ۴۰ گرم از نمونه چرخ شده ماهی به داخل دکانتور ۵۰۰ میلی‌لیتری منتقل شد. سپس۱۶۰میلی لیتر متانول و به همین مقدار کلروفورم به دکانتور اضافه شد. با اضافه کردن آب مقطر به مجموعه، (مقدار آب مورد نظر بر اساس رطوبت نمونه تعیین گردید)، به مدت۲۴ ساعت صبر گردید تا دکانتور ثابت بماند. بعد از زمان طی شده سه فاز شامل متانول در بالای نمونه و آب در وسط و چربی و کلروفرم در پایین تشکیل گردید. برای جدا کردن فاز پایینی ابتدا یک ارلن را وزن کرده بعد روی ارلن یک قیف شیشه‌ای به همراه کاغذ صافی و مقداری سولفات سدیم قرار داده شد تا حلال آن جدا شود. چربی باقی مانده نباید کدر باشد. ارلن همراه چربی بعد از روتاری دوباره وزن گردید تا مقدار روغن بدست آید.

۴. عدد پر اکسید

مقداری از روغن استخراج شده از ماهی را به دقت در ارلن مایر۲۵۰ میلی لیتری سر سمبادهای وزن نموده و حدود ۲۵ میلی لیتر از اسید استیک کلروفرمی (نسبت کلروفرم به اسید استیک۲:۳) به محتویات ارلن اضافه شد. سپس ۰/۵ میلی لیتر از محلول یدور پتاسیم اشباع،۳۰ میلی لیتر از آب مقطر و ۰/۵ میلی لیتر محلول نشاسته یک درصد به مجموعه افزوده و مقدار ید آزاد شده با محلول تیو سولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال تیتر گردید (Parvaneh, 1998).

۵. پروتئین

پروتئین موجود در نمونه از روش ماکروکلدال (AOAC, 2005) محاسبه گردید. این روش با حضور اسید سولفوریک و کاتالیزور، به این صورت انجام می‌گیرد که، اتم نیتروژن در ترکیبات آلی نیتروژن دار به سولفات آمونیوم تبدیل و سپس آمونیاک از یک واسطه قلیایی تقطیر گردیده، و

توسط اسید کلریدریک یا اسید بوریک جذب شده و به وسیله تیتراسیون با یک اسید مقدار آن تعیین می‌گردد. تعیین مقدار پروتئین در سه مرحله انجام می‌شود: ۱-هضم، ۲-تقطیر و ۳-تیتراسیون.

در مرحله هضم یک گرم از نمونه به همراه کاتالیزور کلدال و اسید سولفوریک در داخل بالن مخصوص ریخته شده و تحت حرارت قرار داده شد. بعد از این مرحله تقطیر قرار دارد، که به نمونه هضم شده حدود ۲۵۰ میلی لیتر آب و ۷۵ میلی لیتر سود اضافه شده و دوباره تحت حرارت قرار داده شد. به تدریج پروتئین نمونه تقطیر شده و وارد ارلن حاوی اسید بوریک و متیل رد گردید. در نتیجه رنگ اسید از قرمز به زرد تغییر نمود. بعد از حدود ۲۰ دقیقه مرحله تقطیر به پایان رسیده و تیتراسیون پروتئین نمونه با اسید سولفووریک ۰/۱ نرمال انجام گرفت.

۶. اندازه گیری اسیدهای چرب

یک گرم روغن به ارلن منتقل و سپس به رفلاکس منتقل گردید.۱۰میلی لیتر متانول و ۰/۵ میلی لیتر پتاسیم هیدروکسید متانولی (۳۴ گرم پتاسیم هیدروکساید در متانول حل شد و به حجم ۵۰۰ میلی لیتر رسید. سپس به محلول تهیه شده ۲۴ ساعت زمان داده شد تا شفاف گردد)، به روغن اضافه شد و به مدت ۱۰ دقیقه رفلاکس شد. سپس محلول به کمک ۱۵ میلی لیتر هگزان نرمال به یک قیف جدا کننده منتقل شد، ۱۰میلی‌لیتر محلول سدیم کلراید اشباع اضافه گردید و خوب به هم زده شد. پس از جدا شدن لایه‌ها، لایه پایینی را به یک قیف جدا کننده دیگر منتقل کرده و با ۱۰میلی لیتر هگزان نرمال بهم زده شد. مجموع لایه‌های هگزان را با ۱۰ میلی لیتر آب مقطر شستشو داده شد و از روی نمک سدیم سولفات بدون آب عبور داده شد و فیلتر گردید. لایه هگزان رقیق شده، تزریق شد، (۱ لیتر از آن به حجم ۱۰ میلی لیتر رسانده شد). حدود ۱۰-۲۰ گرم از استانداردهای اسید چرب را به فرم متیل استر در ۱۰۰ میلی لیتر هگزان نرمال حل و تزریق گردید. پس از تهیه متیل استرهای اسیدهای چرب، حدود ۱ میکرولیتر از نمونه مورد آزمایش را به دستگاه تزریق نموده و مکان هر یک از اسیدهای چرب را بر اساس زمان بازداری (Retention time) آنها در نمونه استاندارد، شناسایی کرده و به صورت گرم در ۱۰۰ گرم چربی بیان می‌گردد.

Model: HP5890 SeriesII (Column: Capilary BPX70/30m×0.25mm×0.25 µm)

Rate	Final	Hold
2° min	155 °C	0.0
1° min	250 °C	0.5min
4min	260 °C	4min

۱. درجه حرارت ستون: ۱۵۵ درجه سانتی‌گراد
۲. درجه حرارت تزریق: ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد
۳. درجه حرارت دتکتور: ۲۶۰ درجه سانتی گراد
۴. نوع ستون: BPX70
۵. نوع دتکتور: FID (Flame Ionization Detector)
۶. گاز حامل: نیتروژن

۷. روش اندازه گیری نمک

۱۰ گرم از نمونه یک بالن ۲۵۰ میلی لیتر منتقل گردید، بر حسب مقدار نمک موجود مقداری بیش از حد لازم نیترات نقره ۰/۱ نرمال (بین ۵۰ تا ۷۰ میلی لیتر) به آن اضافه شد، سپس ۲۰ میلی لیتراسید نیتریک به آن افزوده، و به آرامی آن را حرارت داده تا کلیه مواد آلی حل شود، سپس آن را سرد نموده، ۵۰ میلی لیتر آب مقطر و ۵ میلی لیتر سولفات فری آمونیکال به آن اضافه شد و زیادی نیترات نقره را به وسیله محلول تیوسیانات آمونیوم تا پیدایش رنگ قهوه‌ای روشن، تیتر گردید. مقدار کلرور سدیم از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$\text{درصد کلرور سدیم} = \frac{ml \times N \times 0.0585 \times 100}{P}$$

مقدار نیترات نقره مصرفی=ml
نرمالیته نیترات نقره=N
میلی اکی والان کلرید سدیم=0.0585
مقدار نمونه برداشت شده=P

آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به دست آمده با نرم افزار SPSS انجام پذیرفت. با روش آنالیز واریانس یک طرفه وجود

یا عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ درصد بین مقادیر حاصل از هر شاخص در زمان‌های صفر، ۳۰،۶۰،۹۰،۱۲۰و ۱۵۰ روز مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج

۸ اسید چرب اشباع[1] در ماهی کپور نقره‌ای تازه و نمک-سود شده شناسایی گردید. نتایج به دست آمده در جدول شماره ۱ ارائه گردیده است.

۶ اسید چرب تک غیر اشباع[2] (یک پیوند دوگانه) در ماهی کپور نقره‌ای تازه و نمک‌سود شده شناسایی گردید و تغییرات آن‌ها در نمونه نمک‌سود شده در جدول شماره ۲ ارائه گردیده است.

۹ اسید چرب اشباع چند اشباع[3] (بیش ازیک پیوند دوگانه) در ماهی کپور نقره‌ای تازه و نمک‌سود شده شناسایی گردید و تغییرات آن‌ها در نمونه نمک سود شده در جدول شماره۳ ارائه گردیده است.

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق ۲۳ اسید چرب اشباع در ماهی کپور نقره‌ای تازه شناسایی شد و اثر نمک‌سود نمودن بر روی این اسیدهای چرب به دست آمد. از این ۲۳ نوع اسید چرب، ۸ عدد شامل اسیدهای چرب اشباع: شامل لوریک ۰/۱۶ درصد و تری دکانوئیک ۰/۱۸ درصد، اسید سیتریک ۳/۵۸ درصد، پنتا دکانیک ۰/۷۵ درصد، پالمتیک ۱۸/۲ درصد هپتا دکانیک ۰/۹۱ درصد، استئاریک ۳/۴۱ درصد و آراشیدیک ۰/۲۴ درصد بود که در مجموع اسیدهای چرب اشباع در این ماهی ۲۷/۵ درصد بود. نتایج این بررسی در جدول ۱ ارائه شده است. این نتایج نشان می‌دهد که بیشترین اسیدهای چرب اشباع در ماهی کپور نقره ای، پالمتیک با ۱۸/۲ درصد و کمترین لوریک ۰/۱۶ درصد می‌باشد که پس از نمک‌سود نمودن و نگهداری در شرایط محیطی به مدت ۱۵۰ روز مقدار آن به ترتیب افزایش یافته و به ۲۱/۷ درصد و ۰/۳۸ درصد رسیده است. به‌طور کلی مقدار اسیدهای چرب اشباع در ماهی کپور نقره‌ای از ۲۷/۵ درصد می‌باشد که پس از نمک‌سود و نگهداری به مدت ۱۵۰روز در شرایط محیطی به ۳۳/۷ درصد می‌رسد (جدول ۱). افزایش اسیدهای چرب اشباع در زمان نگهداری، به علت شکستن پیوندهای دوگانه موجود در زنجیره اسیدهای چرب غیر اشباع به دلیل مکانیسم اکسیداسیون است، که درحضور اکسیژن موجود در محیط اتفاق می‌افتد. مکانیسم اکسیداسیون طی فرایند نمک‌سود شدن متوقف نمی شود، فقط روند آن کند می‌شود، اما در تعداد کربن‌ها در زنجیره تغییری ایجاد نمی شود، بلکه پیوندهای یگانه طی فرایند اکسیداسیون، جایگزین دوگانه می‌شود (Hernandez-Herrero *et al.*, 1999). این بررسی با نتایج Nambudiry, 1980، Huss,1995، Gullart-jornet *et al.*, 2007 ،El-Sebaiy and Metwalli, 2002; هماهنگی دارد. پروفایل اسیدهای چرب در زمان ۱۲۰ و ۱۵۰ روز پس از نمک‌سود کردن به صورت ثابت دیده می‌شود و تغییری مشاهده نمی‌گردد، این می‌تواند به علت باشد که در ماهی نمک‌سود شده فعالیت‌های آنزیمی متوقف می‌شود. ۳ اسید چرب لوریک، تری دکانوئیک و آراشیدیک شناسایی شده در این تحقیق، در دیگر ماهیان پرورشی گزارش نگردیده است و علت آن را می‌توان در رژیم غذایی ماهی جستجو نمود.

تعداد اسیدهای چرب غیر اشباع شناسایی شده در ماهی کپور نقره‌ای جمعاً ۱۵ نوع می‌باشند (جدول ۲)، که ۶ اسید متعلق به اسیدهای چرب با یک باند مضاعف می‌باشد. این اسیدها شامل میریسیتولئیک با ۰/۷۵ درصد، پالمیتولئیک با ۱۲/۴۸ درصد، سیس هپتادسنوئیک با ۰/۷۶ درصد، اولئیک با ۲۸/۷۸ درصد، سیس ایکوزونوئیک ۲/۵۷ درصد و اوروسیک با ۱/۵ درصد می‌باشند. مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع با یک باند مضاعف در ماهی تازه ۴۶/۳۹ درصد به دست آمد و در نمونه ماهی نمک سود شده پس از ۱۵۰ روز نگهداری ۴۶/۷۷ درصد بود که از نظر آماری در سطح $p < ۰/۰۵$ معنی‌دار نمی‌باشد. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، کمترین اسید چرب غیر اشباع با یک باند مضاعف متعلق به میریستولئیک با ۰/۷۵ درصد و بیشترین متعلق به اولئیک با ۲۸/۸۷ درصد می‌باشد. در بین اسیدهای چرب غیر اشباع گزارش شده با یک باند مضاعف سه اسید چرب میریستولیئک، پالمیتولئیک و اروسیک تا کنون در روغن ماهی‌های پرورشی گزارش نگردیده است. احتمالاً وجود این اسیدها در کپور نقره‌ای پرورشی باید به علت رژیم غذایی این ماهی باشد. تعداد اسیدهای چرب چند غیر اشباع، ۹ عدد می‌باشد (جدول ۳)، این اسیدها شامل: لینولینک با ۴/۳ درصد، گاما- لینولنیک با ۰/۲ درصد، α- لینولنیک با ۷/۷۵ درصد، سیس ۱۱:۴ ایکوزادی انوئیک با ۱/۰۱ درصد، سیس- ۸، ۱۱ و ۱۴ ایکوزا ترانوئیک با ۰/۴۱ درصد، سیس، ۱۱، ۱۴ و ۱۷ ایکوزاترانوئیک با ۰/۹۱ درصد، آراشیدونیک با ۲/۵۸ درصد، ایکوزاپنتانوئیک

[1] Saturated Fatty Acid
[2] Mono Unsaturated Fatty Acid
[3] Poly Unsaturated Fatty Acid

با ۴/۶۶ درصد و دکوزاهگزانوئیک با ۴/۲۹ درصد می‌باشند. مجموع اسیدهای چرب چندغیر اشباع ۲۶/۱۱ درصد در نمونه شاهد بوده که پس از ۱۵۰ روز نگهداری در شرایط محیطی به ۱۷/۴ درصد کاهش یافته‌اند، این نتایج در سطح $P<0/05$ معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۱- شناسایی اسیدهای چرب اشباع در ماهی کپور نقره‌ای تازه و تغییرات آن‌ها در نمونه نمک‌سود شده پس از ۱۵۰ روز نگهداری در دمای محیط

اسیدهای چرب اشباع	ماهی تازه (شاهد)	ماهی نمک‌سود در زمان نگهداری (روز)					
		۰	۳۰	۶۰	۹۰	۱۲۰	۱۵۰
لوریک اسید C12:0	۰/۱۶ ± ۰/۰۱	۰/۲۰ ± ۰/۰۰	۰/۲۲ ± ۰/۰۱	۰/۲۹ ± ۰/۰۱	۰/۳۵ ± ۰/۰۰	۰/۳۸ ± ۰/۰۱	۰/۳۸ ± ۰/۰۱
تری دی‌کانوئیک اسید C13:0	۰/۱۸ ± ۰/۰۰	۰/۱۴ ± ۰/۰۰	۰/۱۵ ± ۰/۰۱	۰/۲۳ ± ۰/۰۰	۰/۳۲ ± ۰/۰۱	۰/۴۶ ± ۰/۰۲	۰/۴۶ ± ۰/۰۲
مریستیک اسید C14:0	۳/۵۸ ± ۰/۰۴	۳/۶۶ ± ۰/۰۱	۳/۴۴ ± ۰/۰۲	۳/۵۲ ± ۰/۰۳	۳/۶۹ ± ۰/۰۴	۴ ± ۰/۰۱	۴ ± ۰/۰۱
پنتا دکانوئیک اسید C15:0	۰/۷۵ ± ۰/۰۰	۰/۸ ± ۰/۰۰	۰/۹۸ ± ۰/۰۱	۱/۱۹ ± ۰/۰۲	۱/۵۹ ± ۰/۰۱	۱/۹۴ ± ۰/۰۴	۱/۹۴ ± ۰/۰۴
پالمیتیک اسید C16:0	۱۸/۲۷ ± ۰/۰۳	۱۸/۴ ± ۰/۰۴	۱۸/۷ ± ۰/۰۱	۱۹/۳ ± ۰/۰۱	۲۰/۲ ± ۰/۰۴	۲۱/۷ ± ۰/۰۵	۲۱/۷ ± ۰/۰۵
هپتا دکانوئیک اسید C17:0	۰/۹۱ ± ۰/۰۰	۱/۰۳ ± ۰/۰۱	۱/۱۴ ± ۰/۰۱	۱/۲۰ ± ۰/۰۵	۱/۳۷ ± ۰/۰۶	۱/۵۱ ± ۰/۰۴	۱/۵۱ ± ۰/۰۴
استئاریک اسید C18:0	۳/۴۱ ± ۰/۰۲	۳/۳۶ ± ۰/۰۱	۳/۳۲ ± ۰/۰۳	۳/۲۴ ± ۰/۰۲	۳/۰۳ ± ۰/۰۳	۳/۲۹ ± ۰/۰۱	۳/۲۹ ± ۰/۰۱
آراشیدیک اسید C20:0	۰/۲۴ ± ۰/۰۰	۰/۲۳ ± ۰/۰۰	۰/۲۵ ± ۰/۰۰	۰/۲۸ ± ۰/۰۱	۰/۳۲ ± ۰/۰۰	۰/۳۹ ± ۰/۰۰	۰/۳۹ ± ۰/۰۰
مجموع*	۲۷/۵ ± ۰/۰۰	۲۷/۸ ± ۰/۰۴	۲۸/۲ ± ۰/۰۲	۲۹/۲ ± ۰/۰۳	۳۰/۹ ± ۰/۰۴	۳۳/۷ ± ۰/۰۵	۳۳/۷ ± ۰/۰۵

*در سطح $p\leq 0.05$ معنی دار می‌باشد.

جدول ۲- شناسایی اسیدهای چرب تک غیر اشباع در ماهی کپور نقره‌ای تازه و تغییرات آن‌ها در نمونه نمک‌سود شده پس از ۱۵۰ روزنگهداری در دمای محیط

اسیدهای چرب تک غیر اشباع	ماهی تازه	ماهی نمک‌سود در زمان نگهداری (روز)					
		۰	۳۰	۶۰	۹۰	۱۲۰	۱۵۰
میریستولئیک اسید C14:1	۰/۷۵±۰/۰۱	۰/۷۱±۰/۰۰	۰/۷۴ ± ۰/۰۱	۰/۷۶±۰/۰۱	۰/۸۲±۰/۰۲	۰/۸۹±۰/۰۱	۰/۸۹±۰/۰۱
پالمیتولئیک اسید C16:1	۱۲/۴۸±۰/۰۳	۱۲/۵۶±۰/۰۳	۱۲/۷۲±۰/۰۲	۱۲/۹۹±۰/۰۴	۱۲/۸۶±۰/۰۲	۱۲/۲۳±۰/۰۱	۱۲/۲۳±۰/۰۱
سیس- ۱۰هپتادسنوئیک اسید C17:1	۰/۷۶±۰/۰۲	۰/۹۲ ± ۰/۰۲	۰/۹۸ ± ۰/۰۲	۱/۰۲±۰/۰۱	۰/۹۴ ± ۰/۰۱	۰/۹۷±۰/۰۲	۰/۹۷±۰/۰۲
اولئیک اسید C18:1	۲۸/۸±۰/۷۵	۲۹/۲ ± ۰/۴۸	۲۹/۳ ± ۰/۰۸	۲۹/۵±۰/۰۱۳	۲۹/۷ ± ۰/۰۳	۲۹/۲ ± ۰/۰۴	۲۹/۲±۰/۰۴
سیس-۱۱ ایکوزنوئیک اسید C20:1	۲/۵۷±۰/۰۲	۲/۴۳ ± ۰/۰۱	۲/۴۱ ± ۰/۰۳	۲/۳۳±۰/۰۲	۲/۱۴ ± ۰/۰۱	۲/۲۷ ± ۰/۰۱	۲/۲۷±۰/۰۱
اروسیک اسید C22:1	۱/۰۵±۰/۰۰	۱/۴ ± ۰/۰۱	۱/۳۷ ± ۰/۰۱	۱/۳۴±۰/۰۲	۱/۲۵ ± ۰/۰۴	۱/۱۸ ± ۰/۰۳	۱/۱۸±۰/۰۳
مجموع**	۴۶/۳۹±۰/۲	۴۷/۲۴ ± ۰/۲	۴۷/۵۳±۰/۲	۴۷/۹۶±۰/۴	۴۷/۷۵ ± ۰/۱	۴۶/۷۷±۰/۰۳	۴۶/۷۷±۰/۰۳

** از نظر آماری در سطح $p < 0.05$ معنی دار نمی باشد.

جدول ۳- شناسایی اسیدهای چرب چند اشباع در نمونه تازه ماهی کپور نقره ای و تغییرات آن‌ها در نمونه نمک‌سود شده پس از ۱۵۰ روز نگهداری در دمای محیط

اسیدهای چرب چند غیر اشباع	ماهی تازه	ماهی نمک‌سود شده در زمان نگهداری (روز)					
		۰	۳۰	۶۰	۹۰	۱۲۰	۱۵۰
لینولئیک اسید C18:2	۴/۳ ± ۰/۰۳	۴/۲۱±۰/۰۱	۴/۱۰±۰/۰۴	۴/۰۱±۰/۰۱	۳/۸۸±۰/۰۱	۳/۵۷±۰/۰۲	۳/۵۷±۰/۰۲
گاما- لینولنیک اسید C18:3	۰/۲۰±۰/۰۰	۰/۲۲±۰/۰۰	۰/۱۸±۰/۰۰	۰/۱۷±۰/۰۰۱	۰/۱۷±۰/۰۱	۰/۱۵±۰/۰۰	۰/۱۵±۰/۰۰
آلفا- لینولنیک اسید C18:3	۷/۷۵±۰/۰۳	۷/۴۶±۰/۰۳	۷/۲۸±۰/۰۲	۶/۸۳±۰/۰۱	۶/۷۹±۰/۰۵	۵/۵۹±۰/۰۳	۵/۵۹±۰/۰۳
سیس-۴، ۱۱ ایکوز ادی انوئیک اسید C20:2	۱/۰۱±۰/۰۲	۰/۸۹±۰/۰۲	۰/۸۲±۰/۰۱	۰/۷۴±۰/۰۱	۰/۶۳±۰/۰۰	۰/۵۲±۰/۰۰	۰/۵۲±۰/۰۰
سیس-۸، ۱۱، ۱۴ ایکوز اتری انوئیک اسید $C20:3n_3$	۰/۴۱ ± ۰/۰۰	۰/۵۱±۰/۰۰	۰/۵۹±۰/۰۱	۰/۶۳±۰/۰۰	۰/۶۷±۰/۰۰	۰/۶۳±۰/۰۱	۰/۶۳±۰/۰۱
سیس-۱۱، ۱۴، ۱۷ ایکوز اتری انوئیک اسید $C20:3n_3$	۰/۹۱±۰/۰۲	۰/۸۸±۰/۰۱	۰/۸۴±۰/۰۱	۰/۸۷±۰/۰۱	۰/۸۹±۰/۰۲	۰/۸±۰/۰۱	۰/۸±۰/۰۱
آراشیدونیک اسید C20:4	۲/۵۸ ± ۰/۰۲	۲/۵۶±۰/۰۱	۲/۶۶±۰/۰۳	۲/۶ ± ۰/۰۱	۲/۵۵±۰/۰۱	۲/۷ ± ۰/۰۲	۲/۷±۰/۰۲
ایکوز اپنتانوئیک اسید C20:5	۴/۶۶±۰/۰۴	۴/۱۲±۰/۰۱	۳/۸۷±۰/۰۵	۳/۴۸±۰/۰۵	۲/۲۴±۰/۰۴	۱/۶±۰/۰۱	۱/۶±۰/۰۱
دکوزاهگزانوئیک اسید C22:6	۴/۲۹ ± ۰/۰۱	۴/۰۷±۰/۰۱	۳/۷۴±۰/۰۲	۳/۴۳±۰/۰۲	۲/۹۷±۰/۰۴	۱/۸۹±۰/۰۱	۱/۸۹±۰/۰۱
مجموع***	۲۶/۱۱±۰/۰۲	۲۴/۹۲±۰/۰۱	۲۴/۱۱±۰/۰۲	۲۲/۷۶±۰/۰۲	۲۱/۱۹±۰/۰۳	۱۷/۴۵±۰/۰۲	۱۷/۴۵±۰/۰۲

***در سطح $p \leq 0.05$ معنی دار نمی باشد.

جدول ۴- TVB-N و پراکسید* ماهی کپور نقره‌ای نمک‌سود شده در مدت ۱۵۰ روزنگهداری در دمای محیط

نمونه	زمان بر حسب روز	TVB-N (میلی گرم ازت در صد گرم گوشت)	POV (میلی اکی والان اکسیژن در کیلوگرم گوشت)
ماهی تازه	-	۹/۹ ± ۰/۲۳	۰/۱ ± ۰/۰۱
ماهی نمک سود	۰	۲۱ ± ۰/۱۱	۳/۰۸ ± ۰/۰۲
	۱۵	۲۵/۷ ± ۰/۲۲	۳/۲۲ ± ۰/۰۸
	۳۰	۲۸/۵۶ ± ۰/۱۸	۴/۱۵ ± ۰/۰۵
	۴۵	۳۱/۷۴ ± ۰/۱۵	۵/۰۹ ± ۰/۰۱
	۶۰	۳۵/۶۸ ± ۰/۲۰	۵/۰۲ ± ۰/۰۳
	۷۵	۳۶/۸۵ ± ۰/۲۱	۵/۴۲ ± ۰/۰۱
	۹۰	۳۸/۲۱ ± ۰/۱۲	۵/۸۲ ± ۰/۰۱
	۱۲۰	۴۵/۷۳ ± ۰/۱۹	۶/۱۰ ± ۰/۰۲
	۱۵۰	۵۱/۸ ± ۰/۱۱	۵/۴۸ ± ۰/۰۴

* Peroxide value

جدول ۵- درصد رطوبت ماهی کپور نقره‌ای نمک‌سود شده در مدت ۱۵۰ روز نگهداری در دمای محیط

نمونه	زمان بر حسب روز	رطوبت(درصد)
ماهی تازه	۰	۷۵/۸ ± ۰/۶۷
ماهی نمک سود	۰	۵۶/۱ ± ۰/۲۵
	۳۰	۴۷/۲ ± ۰/۱۶
	۶۰	۴۶/۳ ± ۰/۲۲
	۹۰	۴۵/۵ ± ۰/۱۰
	۱۲۰	۴۵/۱ ± ۰/۲۳
	۱۵۰	۴۴/۳ ± ۰/۲۰

جدول ۶- میزان ارزش غذایی ماهی کپور نقره‌ای نمک‌سود شده در مدت ۱۵۰ روز نگهداری در دمای محیط

ماهی نمک‌سود زمان ۱۵۰	ماهی نمک‌سود زمان ۳۰	ماهی نمک‌سود زمان صفر	ماهی تازه	ارزش غذایی(درصد)
۱/۴ ± ۰/۱۱	۴/۱۶ ± ۰/۱۶	۴/۳۲ ± ۰/۱۸	۵/۳ ± ۰/۱۲	چربی
۲۵/۸ ± ۰/۲۳	۲۶/۷ ± ۰/۱۱	۲۸/۲۳ ± ۰/۲۰	۱۷/۳۱ ± ۰/۱۰	پروتئین
۲/۰۳ ± ۰/۰۱	۱/۹۲ ± ۰/۰۵	۱/۷۸ ± ۰/۰۲	۱/۳۷ ± ۰/۰۸	خاکستر
۲۳/۷ ± ۰/۱۰	۲۱/۴ ± ۰/۲۰	۱۹/۶ ± ۰/۱۰	-	نمک

نتایج حاصل از شناسایی اسیدهای چرب موجود در بافت ماهی کپور نقره‌ای حاکی از فراوانی قابل توجه اسیدهای چرب غیر اشباع در آن است. در این بررسی مشخص شد که اولئیک، پالمیتیک و پالمیتولئیک به ترتیب با ۲۸/۷۸ و ۱۸/۲۷ و ۱۲/۴۸ درصد بیشترین میزان اسیدهای چرب را در پروفایل اسیدهای چرب ماهی کپور نقره‌ای تازه به خود اختصاص داده‌اند. بافت ماهی کپورنقره‌ای دارای مقادیر زیادی از اسیدهای چرب چندغیر اشباع همانند سری n-۳ با مجموع ۱۷/۶۱ درصد و اسیدهای چرب چند غیر اشباع سری n- ۶ با مجموع ۷/۰۸ درصد می‌باشد. نسبت اسیدهای چرب $\frac{n-6}{n-3}$ در این ماهی ۰/۴۵ می‌باشد. مقایسه نتایج حاصل از اسیدهای چرب موجود در ماهی کپور نقره‌ای تازه و نمک‌سود شده بیانگر افزایش مجموع اسیدهای چرب اشباع از ۲۷/۵ درصد در ماهی تازه به ۲۷/۸۴ درصد در ماهی نمک‌سود شده بوده است و هم چنین نشان‌دهنده افزایش مجموع اسیدهای چرب تک[1] غیر اشباع از ۴۶/۳۹ درصددر ماهی تازه به ۴۷/۲۴ درصد در ماهی نمک سود

[1] Mono Unsaturated Fatty Acid

شده بوده است. کاهش مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند[1] دوگانه از ۲۶/۱۱ درصد در ماهی تازه به ۲۴/۹۲ درصد در ماهی نمک‌سود شده نشان داده شده است، با توجه به نتایج آماری تغییرات در مقدار اسیدهای چرب در ماهی تازه نسبت به ماهی نمک‌سود شده معنی‌دار نمی‌باشند. نتایج تحقیقات Koizumi (1980) و همکاران نشان داد که نمک به عنوان یک عامل پیش اکسید کننده محسوب می‌گردد. در سال Nambudiry (1980) اظهار داشت که نمک اگر چه در غلظت‌های پایین در ماهیان پر چرب به عنوان یک ماده پیش اکسید کننده است، ولی در غلظت‌های بالا نمک می‌تواند به عنوان یک عامل بازدارنده از اکسیداسیون چربی محسوب گردد.

مقایسه نتایج حاصل از اسیدهای چرب در نمونه‌های نمک سود شده در طی زمان‌های ۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و۱۵۰روز افزایش مجموع اسیدهای چرب اشباع را از ۲۶/۸۴ درصد در زمان صفر به ۳۴/۶۹ درصد پس از ۱۵۰ روز و هم چنین کاهش مجموع اسیدهای چرب تک غیر اشباع از ۴۷/۲۴ درصد در زمان صفر به ۴۶/۷۷ درصد و از طرف دیگر کاهش مجموع اسیدهای چرب چند غیر اشباع از ۲۴/۹۲ درصد در زمان صفر به ۱۷/۴۵ درصد پس از ۱۵۰ روز را به ترتیب نشان داده است. از میان اسیدهای چرب چند غیر اشباع مجموع اسیدهای چرب امگا ۳ و امگا ۶ به ترتیب از ۱۶/۱۶ درصد به ۹/۸۸ درصد و ۶/۹۹ درصد به ۶/۴۱ کاهش یافت و مجموع اسیدهای چرب امگا ۶ از ۶/۹۹ درصد در زمان صفر به صورت مستمر به ۶/۴۲ درصد پس از ۱۵۰ روز کاهش یافت طبق موارد فوق می‌توان به این نتیجه رسید که اسیدهای چرب چند غیر اشباع به ویژه سری امگا ۳ نسبت به اکسیداسیون حساسیت بیشتری دارند و سریع‌تر اکسید می‌شوند که در میان آن‌ها ایکوزاپنتانوئیک و دکوزاهگزانوئیک به ترتیب از ۴/۱۲ درصد زمان صفر به ۱/۶ درصد پس از ۱۵۰ روز و از ۴/۰۷ در زمان صفر به ۱/۸۹ درصد پس از ۱۵۰ روز کاهش یافته‌اند.

نتایج تحقیقات Yankah (1995) و همکاران بر روی اسیدهای چرب ماهی ماکرل ژاپنی (*Trachurus japanicus*) نمک‌سود شده (با استفاده از دو نوع نمک معمولی و نمک تصفیه شده) نشان داد که افزایش درجه حرارت در هنگام عمل آوری و سپس نگهداری ماهی در شرایط محیطی اکسیداسیون اسیدهای چرب غیر اشباع را تسهیل می‌سازد. ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) نمک‌سود شده، با نام محلی Bouri، در زمان نگهداری به مدت ۳ ماه، مجموع اسیدهای چرب اشباع اش از ۲۳/۴ میلی گرم چربی در صد گرم گوشت در ماهی تازه به ۳۲/۲ میلی گرم چربی در صد گرم گوشت در ماهی نمک سود افزایش یافت، ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) و دکوزا هگزانوئیک اسید (DHA) بیشترین کاهش را در بین اسیدهای چرب چند غیر اشباع داشته‌اند (El-Sebaiy and Metwalli, 2002).

در سال Huss (1995)، بیان کرد که شاخص TVB-N در مجموع شامل تری متیل آمین (حاصل فساد باکتری)، دی‌متیل اکسین (حاصل از خود هضمی آنزیمی)، آمونیاک و سایر ترکیبات فرار آمین در ارتباط با فساد فرآورده‌های دریایی می‌باشد. براساس Parvaneh (1998) رابطه بین کیفیت ماهی و میزان تولید TVB-N در سردخانه در دمای زیر صفر نشان دادکه اگر مقدار TVB-N کمتر از ۲۰ میلی‌گرم ازت در ۱۰۰ گرم نمونه باشد می‌توان نمونه را تازه قلمداد کرد. در تحقیق حاضر براساس نتایج آماری در رابطه با بررسی تغییرات TVB-N نشان داد که تغییرات TVB-N در مدت زمان نگهداری معنی‌دار است و مقدار TVB-N در ماهی کپور نقره‌ای نمک سود شده از ۲۱ میلی‌گرم ازت در ۱۰۰ گرم گوشت در زمان صفر به ۵۱/۸ میلی‌گرم ازت در ۱۰۰ گرم گوشت رسید. در تحقیقی بر روی ماهی آنچوی نمک‌سود، میزان TVB-N از ۲۲/۶۸ میلی‌گرم ازت در ۱۰۰ گرم گوشت به صورت منظم و معنی‌دار شده در طی ۹ هفته نگهداری به ۳۵/۶۴ میلی‌گرم ازت در ۱۰۰ گرم افزایش یافت، که این افزایش ممکن است به خاطر فعالیت میکروب‌ها به ویژه باکتری‌های نمک دوست و واکنش‌های آنزیمی بوده باشد (El-Sebaiy and Metwalli, 2002).

در بررسی نتایج آزمایش‌های تغییرات اندیس پر اکسید در طول مدت نگهداری در این تحقیق مقدار عدد پراکسید در ماهیان نمک سود شده از ۳/۰۸ میلی اکی والان در هر کیلوگرم گوشت در زمان صفر به ۶/۱۰ میلی اکی والان در هر کیلوگرم گوشت پس از ۱۵۰ روز افزایش یافت، و سپس سیر نزولی داشته و به میزان ۵/۴۸ میلی اکی والان در هر کیلوگرم گوشت در زمان ۱۵۰ روز رسید. با توجه به فرآیند اکسیداسیون چربی‌ها می‌توان بیان نمود که کاهش عدد پراکسید در مرحله آخر به علت شکسته شدن پراکسید به ترکیب‌های دیگر مثل کتون و ستون می‌باشد (Parvaneh, Ghouliara *et al*., 2004, 1998).

در نتیجه با توجه به افزایش میزان TVB-N و نیز کاهش عدد پراکسید در مرحله آخر آزمایش‌ها، مدت زمان ماندگاری ماهی کپور نقره‌ای نمک سود در شرایط محیطی و دمای ۲۸-۲۵ درجه سانتی‌گراد ۵ ماه برآورد گردید که در طی این مدت ارزش غذایی این فرآورده نیز محفوظ ماند.

[1] Poly Unsaturated Fatty Acid

منابع

Association of Official Analytical chemists (AOAC) 18th ed., 2005. AOAC International Press, Maryland, USA.

Atkinson, T., 1997. DHA feeding provides host protection and prevents fibro sarcoma-induced hyper lipidemia while maintaining the tumor response to araC in fscher 344 rats. Journal of Nutrition and Cancer 28, 225-235.

Abd Rahman, S., Osman, H., Daud, N.M., 1995. Fatty acid composition of some Malaysian fresh water fish. Journal of Food Chemistry 90, 45-49.

Barat, J.M., Rodriguez-Barona, S., Castelló, M., Andres, A., Fito., P., 2004. Cod desalting process as affected by water management. Journal of Food Engineering 61, 353-357.

Bellagha, S., Sahli, A., Farhat, A., Kechaou, N., 2005. Studies on salting and drying of sardine (*Sardinella aurita*) Experimental Kinetics and modeling. Journal of Food Engineering 78, 947-952.

Blight, E.G., Dyer, W.J., 1959. A rapid method of total lipid extraction. Journal of Biochemistry 37, 911-917.

El-Sebaiy, L., Metwalli, M., 2002. Changes in some chemical characteristic and lipid composition of salted fermented Bouri Fish muscle (*Mugil cephalus*). Journal of Food Chemistry 31, 41-50.

Gullart-Jornet, L., Barat, J.M., Rustad, T., Erikson, U., 2007. Influence of brine concentration on Atlantic salmon fiilet salting. Journal of Food Engineering 80, 267-275.

Ghouliara, I., Savvaidias, I.N., Panagiotakis, N., Konotominas, M.G., 2004. Preservation of salted vacuum-packaged Sea bream (*Spratus aurata*) fillets by irradiation: Microbiological, chemical and sensory attributed. Journal Food Microbiology 21,351-359.

Huss, H.H., 1995. Quality and quality changes in fresh fish. FAO, Fisheries Technical, 348 p.

Hernandez-Herrero, M.M., Roig-Sagues, A.X., Lopez-Sabater, E.I., Rodriguez, J.J. and Mora-Ventura, M.T. 1999. Total volatile basic nitrogen and other physicochemical and microbiological characteristics as related to riping of salted Anchovies. Journal of Food Science 64, 344-349.

Koizumi, C., Terashirna, H., Wade, S., 1980. Lipid oxidation of salted dried fish meats and different equilibrium relative humidity. Journal of Fisheries 44, 209-216.

Hedayati Fard, M., Chashnidel. Y., Nemati, S., 2011. Consideration of the effect of salting on profile fatty acids and quality indicators of pike (*Esox lucius*) stored at 4°C. Journal fisheries, Islamic Azad University, Azadshahr Branch 5, 1-17.

Nambudiry, D.D., 1980. Lipid oxidation in fatty fish the effect of salt content in the meat. Journal of Food Science Technology 17, 176-178.

Parvaneh, V., 1998. Quality Control and Chemical Methods of Food Products. University of Tehran, 325 p. (in Persian).

Torrissen, O., Vallet, J.L., Hafsteinsson, H., 2000. Effects of different salting and smoking processes on the micro structure, the texture and yield of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets. Food Research International 33, 847-855.

Thorarinsdottir, K.A., Arason, S., Bogason S.G., 2004. The effects of various salt concentrations during brine curing of cod (*Gadus morha*). International Journal of Food Science and Technology 39, 79-89.

Ureti, R.M., Téllez-Luis, S.J., Ramírez, J.A., Vázquez, M., 2004. Use of dairy proteins and microbial transglutaminase to obtain low-salt fish products from filleting waste from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix)*. Journal of Food Chemistry 86, 257-262.

Zuraini, A., Somchit, M.N., 2006. Fatty acid and amino acid composition of three local Malaysian *Channa* spp. fish, Journal of Food Chemistry 97, 674-678.

Zulfaghari, M., Shabanpour, B., Fallahzadeh, S., 2011. The effect of light salting, vacuum packaging and their synergic effect on Rainbow Trouth (*Onchorhynchus mykiss*) fillet during storage at 4 °C ± 1. Journal of Food Science and Technology 31, 35-44.

Yankah, V.V., OhShima, T., Ushio, H., 1996. Study of the differences between two salt qualities on microbiology lipid and water-extractable components of Momoni a Ghanaian Fermented fish product. Journal of Food Agriculture 71, 33-40.

A Study on the Effect of Dry Salting on Fatty Acids of Silver Carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) and the Shelf Life under the Environmental Condition

S. Moini[1], M. Rafie[2], P. Ghazvini[2] and S. Jalili[3*]

[1] Department of Food Science and Technology, Faculty of Bio system, University of Tehran, Karaj, Iran
[2] Department of Fisheries, Faculty of Marine Science and Technology, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Iran
[3] Department Fisheries, Abadan Branch, Islamic Azad University, Abadan, Iran

(Received: 25-Jun.-2011 – Accepted: 19-Jun.-2012)

Abstract

The fatty acids profile of fresh and dry salted flesh of *Hypophthalmichthys molitrix* were identified and effects of the dry salting on them were investigated. In addition, the shelf life of dry salted of the fish was found under the environmental conditions (25–28°C). The profile of fatty acids in fresh and dry salted samples were identified and measured using a GC, equipped with a FID detector. The fatty acid content in fresh samples for SFA, MUFA and PUFA were 27.5 ± 0.2, 46.39 ± 0.5 and 26.11 ± 0.1%, respectively. During a 120-day storage, the percentage changes of dry salted samples were: For SFA (27.82 ± 0.7 to 33.69 ± 0.84), MUFA (46.77 ± 0.2 to 47.34 ± 0.1) and PUFA (24.92 ± 0.3 to 17.45 ± 0.2) which were statistically significant ($P \leq 0.05$). During the 150 days of storage, under environmental condition, the peroxide changed from 3.08 ± 0.02 to 6.10 ± 0.02 and reached to 5.48 meq O_2 kg^{-1}. Also The TVB-N changed from 21 ± 0.3 mg/100 g to 51.8 ± 2 mg $100g^{-1}$ which was statistically significant ($P \leq 0.05$). In conclusion, the shelf life of dry salted flesh of this fish predicted to be five months.

Key words: Silver Carp (*Hypophthalmichthys molitrix*), Chemical changes, Fatty acids, Shelf life.

*Corresponding author: Tel: +98 2188143099 Fax: +982123576174 Email: sahar.jalili2005@gmail.com