(مقاله پژوهشی)

بررسی اثرات انجماد کند و سریع بر روی اسیدهای چرب و بار میکروبی فیله ماهی تیلاپیا نیلی (*Oreochromis niloticus*)

بابک کرمی[1*]، یزدان مرادی[2]، عباسعلی مطلبی[2]

۱-گروه صنایع غذایی، دانشکده علوم زیستی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاداسلامی، تهران، ایران.

۲- مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۷/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۱۱

چکیده

در این پژوهش اثر انجماد کند و سریع بر روی اسیدهای چرب و بار میکروبی ماهی تیلاپیای نیلی مورد بررسی قرار گرفته است. برای این منظورُ فیله های ماهی تیلاپیا نیلی (*Oreochromis niloticus*) به دو روش انجماد کند و سریع منجمد، بسته‌بندی و در دمای ۱۸- درجه سلسیوس به مدت شش ماه نگهداری شدند. تغییرات اسیدهای چرب و بار میکروبی فیله‌ها به صورت ماهانه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که درصداسیدهای چرب در زمان نگهداری در سردخانه در تمامی نمونه‌ها دستخوش تغییرات شد. در نمونه‌های تازه تیلاپیا نیلی به ترتیب درصداسیدهای چرب اشباع (SFA) ۲۴/۸۴ درصد، اسیدهای چرب غیر اشباع دارای یک باند دوگانه (MUFA) ۳۶/۱۴ درصد و اسیدهای چرب غیر اشباع دارای چند باند دوگانه (PUFA) ۳۸/۶۲ بود. در ماه آخر نمونه‌برداری، درصد SFA و MUFA به صورت معنادار افزایش و درصد PUFA کاهش یافت($p<0.05$). در تیلاپیای نیلی با انجماد کند و سریع به‌ترتیب درصد SFA به ۲۸/۹۰ و ۲۷/۳۸،درصد MUFA به ۳۹/۵۵ و ۳۸/۲۱ و درصد PUFA به ۳۰/۵۶ و ۳۵/۲۲ رسید. میزان این تغییرات برای نمونه‌های حاصل از انجماد سریع نسبت به انجماد کند کمتر بود($p<0.05$). همچنین تعداد کل باکتری ها در نمونه تازه ۲×۱۰^{۵} پرگنه برای هر گرم گوشت ($cfu.\ g^{-1}$) بود که با گذشت زمان از تعداد آن‌ها کاسته شده و در ماه ششم برای نمونه‌های حاصل از انجماد کند به ۳×۱۰^{۲} و برای نمونه‌های با انجماد سریع به صفر رسیده است. این کاهش در نمونه‌های انجماد سریع به صورت معناداری بیشتر بود($p<0.05$).

واژه های کلیدی: تیلاپیا، انجماد سریع، انجماد کند، اسید چرب.

[*]مسئول مکاتبات: B.karami@iau-tnb.ac.ir

۱-مقدمه

فرآیند انجماد یکی ازبهترین روش‌های نگهداری موادغذایی است. منجمدکردن باعث می‌شود مواد مغذی موجود در غذا با کمترین تغییر برای زمان به نسبت طولانی حفظ شود و ازطرف دیگر از رشدونمو موجودات ذره بینی جلوگیری کرده و فعالیت آن‌ها را متوقف می‌کند(۸). انجماد بر اساس سرعت منجمد کردن به چهار دسته‌ی انجماد کند با سرعت ۰/۲ سانتی‌متر در ساعت، انجماد سریع با سرعت ۰/۵ تا ۳ سانتی‌متر در ساعت، انجماد فوق سریع با سرعت ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر در ساعت و انجماد فوق سریع با سرعت ۱۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر در ساعت تقسیم می‌شود(۱۵). از دست دادن کیفیت در محصولات منجمد می‌تواند به علت نوع انجماد و یا در طی ذخیره‌سازی آن رخ داده و تغییراتی در بافت ماهی ایجاد کند که این تغییرات شامل تغییر در بافت، طعم و بو، رنگ و خشک شدن آن می‌باشد. دناتوره شدن پروتئین، تغییرات فعالیت آنزیم‌ها، اکسیداسیون چربی و فرآیند هیدرولیز در زمان انجماد و نگهداری محصول قابل بررسی خواهند بود (۸). ماهی تیلاپیا از مهم‌ترین انواع ماهیان پرورشی می‌باشد و هم اکنون بیش از صد کشور جهان جنس‌ها وگونه‌های مختلف این ماهی ر پرورش می‌دهند. بزرگترین پرورش دهنده تیلاپیا در دنیا،کشور چین می‌باشد. این ماهی رشد بسیار سریعی دارد و مناسب برای اقلیم گرم و خشک است (۴). رایج‌ترین سیستم پرورش این ماهی استفاده از استخرهای خاکی است که می‌تواند به صورت پرورش گسترده، نیمه متراکم و متراکم انجام شود. همچنین پرورش چندگونه‌ای تیلاپیا به همراه میگو وکپور ماهیان وکفال نیز انجام می‌شود. این ماهی در سال ۱۳۸۷ توسط موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور به جهت معرفی به صنعت آبزی پروری کشور وارد شده است. تاکنون، پژوهش‌هایی در راستای تعیین درصد اسیدهای چرب و توزیع آن‌ها در ماهی‌های تیلاپیا انجام شده است. در مطالعه اوسیبونا و همکاران (۱۳) درصد چربی تیلاپیا زیلی (*Tilapia zillii*) به مقدار ۱/۱ تعیین شد و بیشترین اسید چرب, اسید اولئیک (C18:1) به میزان ۲۶/۰ درصد و بالاترین میزان امگا ۳، مربوط به کلوپانودونیک اسید (C22:5) به مقدار ۳/۷ درصد بود. نسبت امگا ۳ به امگا ۶ نیز ۲/۷ محاسبه شد. بر اساس نتایج پژوهش یوسیدس و همکاران (۱۶) نیز مقدار چربی در ماهی تیلاپیا ۲ درصد به دست آمد. همچنین، توزیع اسیدهای چرب آن به صورت MUFA> SFA> PUFA بود و مقدار امگا ۶ آن (۴۱۳ میلی‌گرم در صد گرم عضله) بیشتر از امگا ۳ (۱۸۹ میلی‌گرم در صد گرم عضله) بود. در پژوهشی دیگر، ویرا و همکاران (۱۹) با بررسی اسیدهای چرب تیلاپیا نیلی دریافتند که درصد MUFA بیشتر از SFA و PUFA بوده و همچنین نسبت امگا ۳ به امگا ۶ به مقدار ۰/۳ به دست آمد. تاثیر انجماد ماهی بر ویژگی‌های شیمیایی و میکروبی آن نیز توسط سایر پژوهشگران مورد بررسی قرار گرفته است. به عنوان مثال، آرانیلوا و همکاران (۱) کاهش درصد چربی را پس از نگهداری ۶۰ روزه‌ی ماهی تیلاپیا (*Sarotherodun galiaenus*) در دمای ۱۸- درجه سلسیوس گزارش کردند.

از آن جا که در کشور ما به دلیل وسعت جغرافیایی امکان عرضه ماهی تازه در تمام فصول سال امکان پذیر نیست، بنابراین تحقیق حاضر با هدف بررسی تاثیر روش‌های مختلف انجماد کند و سریع روی کیفیت فیله ماهی تیلاپیا منجمد مانند اسیدهای چرب و بار میکروبی فیله ماهی تیلاپیای نیلی انجام شده است تا بهترین شرایط عرضه ماهی منجمد مورد مطالعه قرار گیرد.

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱- آماده‌سازی فیله‌ها

برای انجام تحقیق حاضر، ۸۰ قطعه ماهی تیلاپیای نیلی با میانگین وزن (Mean± SE) ۵۰ ± ۷۰۰ گرم از استخرهای ایستگاه تحقیقاتی ماهیان آب شور در بافق یزد درارديبهشت ماه ۱۳۹۰ تهیه شد. دراین مرحله پس از زدن سر و دم، احشاء ماهی تخلیه شده و به نسبت ۱:۱ (پودر یخ و ماهی) در مخازن عایق (CSW) قرار داده شد و به مرکز تحقیقات فرآوری آبزیان انزلی وابسته به موسسه تحقیقات شیلات ایران منتقل

شد. در این مرکز به منظور تهیه نمونه‌های انجماد کند، ابتدا از عضله بخش فوقانی خط جانبی ماهی، فیله‌هایی آماده شد. سپس این نمونه‌ها به صورت جداگانه داخل کیسه‌های پلی‌آمیدی قرار داده شده و برای انجماد به طور مستقیم داخل سردخانه با دمای ۱۸- درجه سلسیوس قرار گرفتند. سرعت انجماد برای نمونه‌های اشاره شده ۲ میلیمتر بر ساعت بود.به منظور تهیه نمونه برای فرآیند انجماد سریع، نمونه‌های فیله توسط تونل انجماد مارپیچ ساخت شرکت Coppens کشور هلند در دمای ۳۰- درجه سلسیوس، با سرعت جریان هوای ۱۰ متر بر ثانیه و به مدت ۲۵دقیقه منجمد شدند که سرعت انجماد ۸ میلی متر بر ساعت بود و به سردخانه با دمای ۱۸- درجه سلسیوس منتقل شدند.نمونه‌های انجماد کند و تند به مدت ۶ ماه در سردخانه نگهداری شدند و سپس در دمای معمولی اتاق (۲۵ درجه سلسیوس) یخزدایی شده و مورد آزمایش قرار گرفتند.

۲-۲- روش‌های آزمایشگاهی

بعد از استخراج چربی از بافت عضله به روش بلیگ و دایر (۲)، برای تهیه متیل استر و شناسایی اسیدهای چرب روش مورف (۱۱) به کارگرفته شد.

۲-۳-آزمون میکروبی

برای شمارش کلی میکروبی ازروش ISO (۸) استفاده شد.

۲-٤-آنالیز آماری داده‌ها

تمام آزمایش‌ها با میانگین سه تکرار انجام شد. آنالیز آماری با استفاده از نرم‌افزار آماریMinitab16 انجام گرفت. از آنالیز واریانس یک طرفه[1]و آزمون توکی به منظور مقایسه داده‌ها استفاده شد.

۳-نتایج

۳-۱- اسیدهای چرب

۳-۱-۱- فیله‌های تازه

پروفایل اسیدهای چرب نمونه‌ها در حالت تازه و منجمد و مقایسه دو روش انجماد کند و سریع در جدول‌های۱ تا ۳ آمده است. در بافت عضله تیلاپیا نیلی تازه ۲۹ اسید چرب شناسایی شد که از این تعداد ۹ اسید چرب متعلق به گروه SFA[2]و ۹ اسید چرب نیز متعلق به گروه MUFA[3] شناسایی شدند. همچنین، ۱۱ اسید چرب از گروه PUFA[4] شناسایی شد. بیشترین مقدار اسیدچرب نمونه‌های تازه مربوط به اسید اولئیک (C18:1) با ۲۸/۵۲ درصد می‌باشد.بیشترین میزان SFA مربوط به اسید پالمیتیک(C16:0) با ۱۵/۳۴ درصد می‌باشد، با این وجود اسیدهای چرب PUFA در نمونه‌های تازه با ۳۸/۶۲ درصد، میزان بیشتری را نسبت به MUFA با ۳۶/۱۴ درصد و SFA با ۲۴/۸۴ درصد به خود اختصاص داده است.در مطالعه اوسیبونا و همکاران (۱۳) تعداد ۲۳ اسید چرب و در مطالعه گاردانو و همکاران (۷)، ۲۷ اسید چرب در تیلاپیا نیلی شناسایی شدند. بیشترین اسید چرب غیر اشباع تیلاپیا نیلی در هر دو مطالعه، اسید پالمیتیک (C16:0) بود که به‌ترتیب ۱۵/۳۴ و ۱۶/۸۷ درصد از کل اسیدهای چرب را شامل می‌شد. لازم به ذکر است که در مطالعه کاسترو و همکاران (۳) مقدار اسید پالمیتیک ۲۵/۹ درصد برای تیلاپیا نیلی به دست آمد.در این مطالعه بیشترین میزان اسید چرب غیر اشباع در نمونه تیلاپیای نیلی، اسید اولئیک (C18:1n9) به مقدار ۲۸/۵۲ درصد و بیشترین میزان امگا ۳، دوکوزاهگزاانوئیک اسید (C22:6) به مقدار۶/۳۲ درصد بود که مشابه نتایج به دست آمده در مطالعه اوسیبونا و همکاران (۱۳) به میزان ۳/۵ درصد و ویِرا و همکاران (۱۹)به میزان ۵/۷۷ درصد بود.

1-.One-way ANOVA

2-.Sutured Fatty Acid
3.-Mono Un-sutured Fatty Acid
4-.Poly Un-sutured Fatty Acid

یکی از مهم‌ترین ویژگی چربی ماهی‌ها، میزان بالای اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه[1] است که امگا۳ و ۶ جزء مهم‌ترین آن‌ها هستند. دو اسید چرب مهم از نوع امگا ۳ که در ماهی‌ها به مقدار زیاد یافت می‌شوند، EPA و DHA هستند که از ارزش تغذیه‌ای زیادی برخوردارند(۳). نسبت توصیه شده اسید چرب امگا۳ به امگا ۶ که برای سلامت مصرف‌کننده اهمیت بالایی دارد، ۱ به ۴ و یا ۱ به ۵ است (۱۵) که این میزان در تیلاپیا نیلی تازه در مطالعه ما ۰/۴۵ می‌باشد (جدول‌های۱ و ۲). در مطالعه جاستی و همکاران (۱۰) و در مطالعه ویور و همکاران (۲۰) این نسبت به ترتیب به میزان ۰/۲۳ و ۰/۴۰ به دست آمد که دلیل تفاوت آن با نتایج پژوهش حاضر را می‌توان به تفاوت در جیره غذایی مصرفی ماهی نسبت داد. همچنین میزان دو اسید چرب EPA وDHA که اهمیت زیادی از نظر ارزش غذایی چربی ماهی دارند، در نمونه‌های تازه به ترتیب ۰/۸۱ و ۶/۳۲ درصد هستند. DHA بالاترین درصد را در بین اسیدهای چرب امگا سه تیلاپیا نیلی به خود اختصاص داده است (جدول ۱).

۳-۱-۲- فیله‌های منجمد

در زمان نگهداری در سردخانه به دلیل تغییر در زنجیره‌های اسیدهای چرب، میزان اسیدهای چرب تیلاپیا نیلی مطابق جدول‌های۱ و ۲ دستخوش تغییراتی شده‌اند.اسیدهای چرب غیراشباع تحت تاثیر فعالیت آنزیمی از ملکول تری‌گلیسرید و یا فسفولیپید جدا شده و ایجاد اسیدچرب غیراشباع به‌صورت آزاد (FFA) می‌کند که در نهایت با اکسیژن هوا ترکیب شده و به آلدهید وکتون تبدیل می‌شود (۳). اتواکسیداسیون در نتیجه واکنش بین اکسیژن و لیپیدهای غیر اشباع صورت می‌گیرد که در اصطلاح به تندی اکسیداتیو موسوم است. در زمان انجماد و با پیشرفت اکسیداسیون، به علت شکستن زنجیره‌های بلند اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه کاهش معنی‌داری را در مقدار PUFA خواهیم داشت؛ به طوری‌که در این مطالعه مقدار PUFA در تیلاپیا نیلی تازه ۳۸/۶۲ درصد بوده و در ماه آخر به ۳۰/۵۶ درصد در انجماد کند و ۳۵/۲۲ درصد در انجماد سریع رسید($p<0.05$). همچنین در تیلاپیا نیلی تازه میزان MUFA از ۳۶/۱۴ درصد به ۳۹/۵۵ در انجماد کند و ۳۸/۲۱ درصد در انجماد سریع در ماه آخر رسید($p<0.05$). این تغییرات به صورت افزایشی در SFA نیز مشاهده شده است که میزان آن در فیله های تازه از ۲۴/۸۴ درصد به ۲۸/۹۰ درصد در انجماد کند و ۲۷/۳۸ درصد در انجماد سریع رسیده است. با کاهش PUFA درصد اسیدهای چرب امگا ۳ و ۶ هم کاهش می‌یابد و میزان امگا۳ از ۱۱/۹۰ درصد در نمونه‌های تازه به ۸/۹۹ درصد در انجماد کند و ۹/۹۱ درصد در انجماد سریع رسید. مقدار امگا ۶ نیز از ۲۶/۳۹ درصد به ۲۱/۲۵ درصد در انجماد کند و ۲۵/۱۳ درصد در انجماد سریع رسید (جدول‌های۱ و ۲).

1.-PUFA

جدول۱- تغییرات اسیدهای چرب در نمونه تیلاپیا نیلی حاصل از انجماد کند در زمان نگهداری در دمای ۱۸- درجهسلسیوس (درصد از کل اسیدهای چرب)

اسیدهای چرب	زمان‌های نگهداری			
	نمونه تازه	ماه اول	ماه سوم	ماه ششم
C12:0	۰/۰٤±۰/۰۱ a	۰/۰۵±۰/۰۰ a	۰/۰۵±۰/۰۱ a	۰/۰۷±۰/۰۱ b
C14:0	۱/۹۳±۰/۰۵ b	۲/۲۲±۰/۰۱ d	۲/۰۲±۰/۲۰ c	۱/۷۳±۰/۰۱a
C15:0	۰/٤۳±۰/۰۲ b	۰/٤۲±۰/۰۰ b	۰/٤۲±۰/۰۱ b	۰/٤۵±۰/۰۱ b
C16:0	۱۵/۳٤±۰/۱٦ a	۱۷/۳٦±۰/۰۸ b	۱۷/۱۱±۰/۳۰ b	۱۷/۹۰±۰/٤۵ c
C17:0	۰/۸٤±۰/۰۱ a	۰/۸٤±۰/۰۱ a	۰/۸۵±۰/۰٦ a	۰/۸۹±۰/۱۲ b
C18:0	۵/۰۳±۰/۰۳ a	۵/٦۳±۰/۱۰ a	٦/۵۸±۰/۱۲ c	٦/۳۸±۰/۰۳ c
C20:0	۰/۳۸±۰/۰۱ b	۰/۳٤±۰/۰۳ b	۰/٤۳±۰/۰۱ c	۰/۳۸±۰/۰٦b
C22:0	۰/۱۷±۰/۰۰ a	۰/۱۵±۰/۰۱ a	۰/۱۹±۰/۰۱ a	۰/۱٦±۰/۰۱ a
C24:0	۰/٦۸±۰/۰۱ d	۰/۳۹±۰/۰۱ b	۰/۳۵±۰/۰٤ a	۰/۹٤±۰/۰۵e
∑ SFA	۲٤/۸٤±۰/۱۲a	۲۷/٤۰±۰/۲۱ b	۲۸/۰۰±۰/۱٦ c	۲۸/۹۰±۰/۳۲d
C14:1	۰/۲۵±۰/۰۲ a	۰/۲٦±۰/۰۰ a	۰/۲٦±۰/۰۱ a	۰/۲۵±۰/۰۰ a
C15:1	۰/۱۲±۰/۰۱ a	۰/۱۲±۰/۰۱ a	۰/۱۲±۰/۰۱ a	۰/۱۳±۰/۰۱ a
C16:1	۵/۲۳±۰/۰٦ a	۵/٤٦±۰/۱۱ b	۵/۷٤±۰/۱۱ b	۵/۱۲±۰/٦۵a
C17:1	۰/٦۲±۰/۰۱ a	۰/٦۰±۰/۰۱ a	۰/۵۷±۰/۰۳ a	۰/۷۵±۰/۱۱ b
C18:1t	۰/۲۳±۰/۰۱ a	۰/۲۷±۰/۰۰ a	۰/۳۱±۰/۰۸ a	۰/۲۵±۰/۰۱ a
C18:1c n9	۲۸/۵۲±۰/۱۸ a	۲۸/۵۱±۰/۱۰ a	۳۰/۸۵±۰/۳۱ b	۳۱/٤۹±۰/۰۸ c
C20:1	۰/۲۱±۰/۰۲ a	۰/۲۷±۰/۰۱ b	۰/۱۷±۰/۱۱ a	۰/۲۷±۰/۱۲ b
C22:1	۰/۲۲±۰/۰۰ a	۰/۲۳±۰/۰۲ a	۰/۱٤±۰/۰۲ a	۰/۳۵±۰/۱۲b
C24:1	۰/۷٤±۰/۰۵ c	۰/٦٤±۰/۰۷ b	۰/٦۵±۰/۰۸ b	۰/۹٤±۰/۰۱d
∑ MUFA	۳٦/۱٤±۰/۱۸ a	۳٦/۳٦±۰/۳۱ a	۳۸/۸۱±۰/۰٦ b	۳۹/۵۵±۰/۰۹ c
C18:2t	۰/۳۳±۰/۰۱ a	۰/۲۹±۰/۰۱ a	۰/۳٤±۰/۱۸ a	۰/۳۲±۰/۵۱a
C18:2c n6	۲۲/٦۸±۰/۱۱ c	۲۱/۰۲±۰/۰۸ b	۲۱/٤۰±۰/۰۳ b	۱۹/۰۱±۰/۱۱ a
C20:2 n6	۱/۰٤±۰/۰۳ b	۰/۸۷±۰/۰۱ a	۱/۰۳±۰/۰۵ b	۰/۸۵±۰/۷۸ a
C18:3 n6	۰/٦۳±۰/۰۱ c	۰/٤٦±۰/۰۱ b	۰/۳۳±۰/۰۱ a	۰/٤۹±۰/۰۱b
C18:3 n3	۲/۰٤±۰/۰۳ b	۲/۲٤±۰/۱۸ c	۱/۸۸±۰/۰۱ a	۱/۸۵±۰/۱۱ a
C20:3 n6	۰/٦۱±۰/۰۱ a	۰/۳۷±۰/۰۱ b	۰/۳۱±۰/۰۱ b	۰/۲۵±۰/۰۸ b
C18:4 n3	۱/۱۰±۰/۰٦ a	۱/۰۵±۰/۰۳ a	۱/۲۷±۰/۰٦ a	۱/۱٤±۰/۱۸a
C20:4 n6	۱/٤۳±۰/۰۱ e	۱/۰٦±۰/۰۵ d	۱/۰۵±۰/۰۳ d	۰/٦۵±۰/۱۹ a
C20:5 n3	۰/۸۱±۰/۰۱ c	۰/۷۸±۰/۰٤ b	۰/۷٤±۰/۱۱ b	۰/٦٤±۰/۱۱ a
C22:5 n3	۱/٦۳±۰/۱۱ d	۱/۳۵±۰/۱۱ b	۱/۰۹±۰/۱٤ a	۱/۳۵±۰/۱٤b
C22:6 n3	٦/۳۲±۰/۰۸ d	٦/۵٦±۰/۱۰ d	٤/۸۱±۰/۳۱ c	٤/۰۱±۰/۲۱ a
∑ PUFA	۳۸/٦۲±۰/۲۰ c	۳٦/۰۵±۰/۲۲b	۳٤/۲۵±۰/۳۲ b	۳۰/۵٦±۰/۳۱a
Other	۰/۹۱±۰/۰۱	۰/٦٤±۰/۰۷	۰/۵۲±۰/۳۰	۰/۲٦±۰/۱۹
∑ n3	۱۱/۹۰±۰/۲۰c	۱۱/۹۸±۰/۲۰c	۹/۷۹±۰/۲۳b	۸/۹۹±۰/۱۷a
∑ n6	۲٦/۳۹±۰/۲۱d	۲۳/۷۸±۰/۱۵c	۲٤/۱۲±۰/۲۰c	۲۱/۲۵±۰/۲۲a
n 3/n 6	۰/٤۵	۰/۵۰	۰/٤۰	۰/٤۲

*داده‌ها بیانگر میانگین ۳ تکرار ± انحراف معیار است.
– حروف متفاوت در یک ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین مدت زمان نگهداری در سرد خانه است($P<0.05$)
n3/n6-: نسبت مجموع اسید های چرب امگا۳ به مجموع اسید های چرب امگا ٦

جدول۲-تغییرات اسیدهای چرب در نمونه تیلاپیا نیلی حاصل از انجماد سریع در زمان نگهداری در دمای ۱۸- درجه‌سلسیوس (درصد از کل اسیدهای چرب)

اسیدهای چرب	زمان‌های نگهداری			
	نمونه تازه	ماه اول	ماه سوم	ماه ششم
C12:0	۰/۰٤±۰/۰۱ a	۰/۰۰۵±۰/۰۰ a	۰/۰۳±۰/۰۰ a	۰/۰٦±۰/۰۰ a
C14:0	۱/۹۳±۰/۰۵ b	۲/٤۸±۰/۰۱ c	۱/۵٤±۰/۰۱ a	۲/۱۸±۰/۰۰ c
C15:0	۰/٤۳±۰/۰۲ b	۰/۳۰±۰/۰۱ a	۰/٤۲±۰/۰۱ b	۰/٤۱±۰/۰۰ b
C16:0	۱۵/۳٤±۰/۱٦ a	۱۵/٦۸±۰/۳۲ a	۱۵/۷۱±۰/۲۵ a	۱۷/۰۷±۰/۲۱ b
C17:0	۰/۸٤±۰/۰۱ b	۰/٦٦±۰/۰۱ a	۰/۸٦±۰/۱٦ b	۱/۰۸±۰/۰۲ c
C18:0	۵/۰۳±۰/۰۳ a	٦/۱۹±۰/۱۲ c	٦/۸۹±۰/۱۰ c	۵/٦۸±۰/۱٤ b
C20:0	۰/۳۸±۰/۰۱ a	۰/۳٤±۰/۰۱ a	۰/٤۷±۰/۰۱ b	۰/۲۹±۰/۰۳a
C22:0	۰/۱۷±۰/۰۰ a	۰/۱۵±۰/۰۱ a	۰/۱۸±۰/۰۱ a	۰/۱۳±۰/۰۱a
C24:0	۰/٦۸±۰/۰۱ b	۰/٦۳±۰/۱۲ b	۰/۹۲±۰/۰۵ c	۰/٤۸±۰/۳٤a
∑ SFA	۲٤/۸٤±۰/۱۲ a	۲٦/٤۸±۰/۰۹ b	۲۷/۰۲±۰/۳۱ c	۲۷/۳۸±۰/۲۱d
C14:1	۰/۲۵±۰/۰۲ a	۰/۲٦±۰/۰۱ a	۰/۲۳±۰/۰۱ a	۰/۲٦±۰/۰۰ a
C15:1	۰/۱۲±۰/۰۱ a	۰/۱۱±۰/۰۱ a	۰/۱۲±۰/۰۱ a	۰/۰۹±۰/۰۱ a
C16:1	۵/۲۳±۰/۰٦ b	۵/۲۷±۰/۰۸ b	٤/٦۹±۰/۱۷ a	۵/۹۲±۰/۰۱ c
C17:1	۰/٦۲±۰/۰۱ a	۰/۵۸±۰/۰۱ a	۰/٦۲±۰/۱۵ a	۰/۵٦±۰/۰۳ a
C18:1t	۰/۲۳±۰/۰۱ a	۰/۳۲±۰/۰۱ b	۰/۲٤±۰/۰۱ a	nd
C18:1c n9	۲۸/۵۲±۰/۱۸ a	۲۸/٦۹±۰/۱۰ a	۳۰/۳۵±۰/۰۹ c	۳۰/۲۳±۰/٤٤ c
C20:1	۰/۲۱±۰/۰۲ b	۰/۱۸±۰/۱۹ a	۰/۱۹±۰/۰۲ b	۰/۳۲±۰/۰۸d
C22:1	۰/۲۲±۰/۰۰ b	۰/۱٤±۰/۰۱ a	۰/۱۷±۰/۰۱ a	۰/۲۷±۰/۰۲b
C24:1	۰/۷٤±۰/۰۵ b	۰/۷۰±۰/۰۱ b	۰/۸۹±۰/۱٤ c	۰/۵٦±۰/۰۱a
∑ MUFA	۳٦/۱٤±۰/۱۸ a	۳٦/۲۵±۰/۰٦ a	۳۷/۵۰±۰/۱۵ b	۳۸/۲۱±۰/۳۰ c
C18:2t	۰/۳۳±۰/۰۱ c	۰/۳٦±۰/۰۱ c	۰/۳۵±۰/۵۱ c	۰/۱۸±۰/۰۹a
C18:2c n6	۲۲/٦۸±۰/۱۱ b	۲۲/۸۹±۰/۱۸ b	۲۱/٦۹±۰/۲۱ a	۲۲/۵٤±۰/۸۱ c
C20:2 n6	۱/۰٤±۰/۰۳ b	۰/۹۸±۰/۱٤ b	۰/۸۰±۰/۰۱ a	۱/۰۸±۰/۰۱ b
C18:3 n6	۰/٦۳±۰/۰۱ c	۰/۵۵±۰/۰۰ c	۰/۵٦±۰/۰۱ c	۰/۳۰±۰/۰۱ a
C18:3 n3	۲/۰٤±۰/۰۳ b	۱/۷۱±۰/۰۱ a	۱/٦۱±۰/۰۱ a	۲/۲٤±۰/۰۱c
C20:3 n6	۰/٦۱±۰/۰۱ b	۰/۵۹±۰/۰۰ b	۰/۷۳±۰/۰۰ c	۰/۳۳±۰/۰۵a
C18:4n3	۱/۱۰±۰/۰٦ a	۱/۰۲±۰/۰۳ b	۱/۱٤±۰/۰۳ b	۱/۱۱±۰/۰۱ b
C20:4 n6	۱/٤۳±۰/۰۱ b	۱/۵۳±۰/۰۲ b	۲/۲۱±۰/۲۵ c	۰/۸۸±۰/۰۳a
C20:5 n3	۰/۸۱±۰/۰۱ b	۰/۷۸±۰/۰۲ b	۰/۷٤±۰/۰۳ b	۰/۵۹±۰/۱۷ a
C22:5 n3	۱/٦۳±۰/۱۱ b	۱/۲۳±۰/۰۱ a	۱/۷۰±۰/۰۲ b	۱/۳۹±۰/۱۲a
C22:6 n3	٦/۳۲±۰/۰۸ d	۵/٦۱±۰/۰۱ c	۵/۲۰±۰/۱۲ b	٤/۵۸±۰/۳۲ a
∑ PUFA	۳۸/٦۲±۰/۲۰ c	۳۷/۲۵±۰/۲۲ b	۳٦/۷۳±۰/۱۹ b	۳۵/۲۲±۰/٤۱a
Other	۰/۹۱±۰/۰۱	۰/۸۹±۰/۰۱	۰/۹٤±۰/۰۱	۰/۱۰±۰/۳۸
∑ n3	۱۱/۹۰±۰/۲۰c	۱۰/۳۵±۰/۱۱b	۱۰/۳۹±۰/۲۵b	۹/۹۱±۰/۱۰a
∑ n6	۲٦/۳۹±۰/۲۱b	۲٦/۵٤±۰/۱٤b	۲۵/۹۹±۰/۱۸a	۲۵/۱۳±۰/۰۹a
n 3/n 6	۰/٤۵	۰/۳۹	۰/٤۰	۰/۳۹

*داده‌ها بیانگر میانگین ۳ تکرار ± انحراف معیار است

- حروف متفاوت در یک ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی دار بین مدت زمان نگهداری در سرد خانه است($P<0.05$)

n3/n6-: نسبت مجموع اسید های چرب امگا۳ به مجموع اسید های چرب امگا ٦

در پژوهش‌های گذشته، نگ و باهورمیز (۱۲) افزایش SFA از ۲۴/۹ به ۲۶/۱ درصد را بعد از ۷ ماه نگهداری در سردخانه در تیلاپیا قرمز نشان دادند. همچنین درصد MUFA در آن مطالعه از ۳۳ به ۳۴/۱ افزایش داشت و میزان PUFA از ۳۳/۳ درصد به ۳۰/۶ درصد رسید($p<0.05$).نتایج بررسی Valeria و همکاران (۱۷) روی ماهی سالمون دریایی (*Pseudo précis semifasciata*) مشابه با نتایج پژوهش حاضر بود که در آن درصد PUFA کاهش یافته و از ۴۴/۳ درصد به ۳۸/۳ درصد در انتهای ماه چهارم رسید. همچنین درصد MUFA افزایش داشت و از ۱۷/۴ درصد در نمونه‌های تازه به ۲۰/۱ درصد در ماه چهارم رسید. درصد SFA نیز از ۲۵/۸ به ۳۰/۷ در ماه آخر رسید. نرخ پائین‌تر اکسیداسیون در انجماد سریع که ناشی از تفاوت‌های سرعت انجماد است (۴)، عامل تغییرات کمتر اسیدهای چرب در تیمارهای با انجماد سریع نسبت به انجماد کند است. همانطور که نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد میزان تغییرات اسیدهای چرب در زمان نگهداری در سردخانه برای انجماد کند نسبت به انجماد سریع بیشتر بوده است ($p<0.05$).کاهش درصد چربی کل و همچنین تفاوت این کاهش در تیمارهای مختلف حاصل از انجماد کند و تند در مطالعه پاوار و ماگار (۱۴) روی ماهی پومفرت نیز گزارش شده است و مقدار آن از ۲/۰۱ درصد به ۰/۹ درصد در انجماد کند و ۱/۵ درصد در انجماد تند رسیده است.

جدول۳- مقایسه تغییرات درصد گروه‌های اسید چرب تیلاپیا نیلی با انجماد کند و سریع در زمان نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

زمان‌های نگهداری(ماه)	SFA		MUFA		PUFA	
	(انجماد کند)	(انجمادسریع)	(انجماد کند)	(انجماد سریع)	(انجماد کند)	(انجماد سریع)
نمونه تازه	۲٤/۸٤±۰/۱۲ ^{a}	۲٤/۸٤±۰/۱۲ ^{a}	۳٦/۱٤±۰/۱۸ ^{a}	۳٦/۱٤±۰/۱۸ ^{a}	۳۸/٦۲±۰/۲۰ ^{c}	۳۸/٦۲±۰/۲۰ ^{c*}
ماه اول	۲۷/٤۰±۰/۲۱ ^{bB}	۲٦/٤۸±۰/۰۹ ^{bA}	۳٦/۳٦±۰/۳۱ ^{aA}	۳٦/۲٥±۰/۰٦ ^{aA}	۳٦/۰٥±۰/۲۲ ^{bB}	۳۷/۲٥±۰/۲۲ ^{bA}
ماه سوم	۲۸/۰۰±۰/۱٦ ^{cB}	۲۷/۰۲±۰/۳۱ ^{cA}	۳۸/۸۱±۰/۰٦ ^{bB}	۳۷/٥۰±۰/۱٥ ^{bA}	۳٤/۲٥±۰/۳۲ ^{bB}	۳٦/۷۳±۰/۱۹ ^{bA}
ماه ششم	۲۸/۹۰±۰/۳۲ ^{dB}	۲۷/۳۸±۰/۲۱ ^{dA}	۳۹/٥٥±۰/۰۹ ^{cB}	۳۸/۲۱±۰/۳۰ ^{cA}	۳۰/٥٦±۰/۳۱ ^{aB}	۳٥/۲۲±۰/٤۱ ^{aA}

*داده‌ها بیانگر میانگین سهتکرار ± انحراف معیار است

- حروف کوچک متفاوت در یک ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین روش‌های انجماد وحروف بزرگ متفاوت دریک ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار بین مدت زمان نگهداری درسردخانه می‌باشد($P<0.05$).

۳-۲- آزمون میکروبی و شمارش کلی باکتری‌ها

یکی از روش‌های معمول برای ارزیابی وضعیت کیفیت ماهی، تعیین میزان شمارش کلی باکتری‌هاست[1]. دراین تحقیق، بعد از انجماد نمونه‌ها شاهد کاهش تعداد کلی باکتری‌ها هستیم که این کاهش با افزایش زمان بیشتر شده است. نتایج آزمون میکروبی شامل شمارش کلی باکتری نمونه‌ها با گذشت زمان در جدول ۴ آمده است. بر این اساس در نمونه تازه تیلاپیا نیلی تعداد ۲×۱۰^{۵} پرگنه برای هر گرم گوشت ($cfu.\ g^{-1}$) یافت شد که با گذشت زمان از تعداد آن‌ها کاسته شده و در ماه ششم برای نمونه‌های حاصل از انجماد کند به ۳×۱۰^{۲} و برای نمونه‌های با انجماد سریع به صفر رسیده است. این کاهش در

1.-Total Count

نمونه‌های انجماد سریع به صورت معناداری بیشتر می‌باشد ($p<0.05$).بیشترین اثر انهدامی انجماد در دامنه برودت ۲- تا ۴- درجه سلسیوساتفاق می‌افتد و با توجه به اینکه در انجماد سریع عبور از این مرحله به سرعت (۲۵ دقیقه) و با درجه برودت کمتر (۳۰- درجه سلسیوس) رخ می‌دهد، شوک ناشی از آن تعداد بیشتری از باکتری‌ها را نسبت به انجماد کند از بین برده و شاهد تعداد کمتر باکتری‌ها در نمونه‌های انجماد سریع در زمان‌های مشابه نسبت به نمونه‌های انجماد کند هستیم($p<0.05$)(۴).

جدول٤-بررسی نتایج شمارش کلی باکتری‌ها ($cfu.g^{-1}$) در طول نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

زمان نمونه برداری	تیلاپیای نیلی	
	انجماد کند	انجماد سریع
صفر (ماهی تازه)	$۲\times۱۰^{۵}\pm۰/۱^{f}$	$۲\times۱۰^{۵}\pm۰/۱^{e}$
ماه اول	$۱\times۱۰^{۵}\pm۰/۱^{eB}$	$۵\times۱۰^{۳}\pm۰/۱^{dA}$
ماه دوم	$۲\times۱۰^{٤}\pm۰/۰^{dB}$	$۲\times۱۰^{۳}\pm۰/۲^{cA}$
ماه سوم	$۳\times۱۰^{۳}\pm۰/۱^{cB}$	$۲\times۱۰^{۲}\pm۰/۲^{bA}$
ماه چهارم	$۱\times۱۰^{۳}\pm۰/۱^{bB}$	$۲\times۱۰^{۲}\pm۰/۱^{bA}$
ماه پنجم	$۱\times۱۰^{۳}\pm۰/۱^{bB}$	$۰\pm۰/۰^{aA}$
ماه ششم	$۳\times۱۰^{۲}\pm۰/۲^{aB}$	$۰\pm۰/۰^{aA}$

*حروف کوچک متفاوت در یک ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) بین مدت زمان نگهداری در سردخانه است و حروف بزرگ متفاوت در یک ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) بین روش‌های انجماد می‌باشد.

اثرانجماد در جلوگیری از فساد موادغذایی به علت فعالیت‌های موجودات ذره بینی، برای ناسا است که هر میکروارگانیسمی در دامنه معینی از حرارت محیط می‌تواند به فعالیت‌های متابولیسمی خود ادامه دهد وچنانچه حرارت از این حد پایین‌تر رود، رشد آن کند و یا متوقف خواهد شد. بنابراین، برودت زیر صفر رشد و تکثیر موجودات ذره بینی را متوقف می‌کند. همچنین در نتیجه انجماد، فعالیت آبی[1] ماده غذایی کاهش می‌یابد. در نتیجه، دامنه فعالیت میکروارگانیسم کند و یامتوقف خواهد شد(۵).

٤- نتیجه‌گیری

انجماد یکی از راه‌های موثر در جهت جلوگیری از فساد ماهیان است که آن‌ها را برای عرضه وسیع در بازار مصرف آماده نگه می‌دارد. به طور کلی انجماد میزان SFA و MUFA را در ماهی تیلاپیا نیلی به صورت معنادار افزایش داده و سبب کاهش PUFA می‌شود. با بالا رفتن سرعت انجماد، میزان این تغییرات کاهش معناداری نشان می‌دهد. از سوی دیگر، انجام در هر دو روش کند و سریع بار میکروبی فیله‌های ماهی را کاهش داده و در نهایت به صفر می‌رساند.

1-Water Activity

۵- منابع

1. Arannilewa, S.T., Salawu, S. O. and Sorungbe, A.A. 2005. Effect of frozen period on the chemical, microbiological and sensory quality of frozen tilapia fish (*Sarotherdun galiaenus*).*African Journal of Biotechnology*, 4: 852-855.

2. Bligh, E. G. and Dyer, W. J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37(8):911-917.

3. de Castro, F. A., Sant'Ana, H. M., Campos, F. M., Costa, N. M., Silva, M. T., Salaro, A.L. and Franceschini, S. D. 2007. Fatty acid composition of three freshwater fishes under different storage and cooking processes. *Food Chemistry*, 103(4):1080-1090.

4. Devahastin, S. 2010. Physicochemical aspects of food engineering and processing. CRC Press.

5. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2010. The State of World Fisheries and Aquaculture, FAO, Rome.

6. Fellows, P. J. 2009. Food processing technology: principles and practice. Elsevier

7. Garduño -Lugo, M., Herrera-Solís, J. R., Angulo-Guerrero, J. O., Muñoz-Córdova, G. and De la Cruz-Medina, J. 2007. Nutrient composition and sensory evaluation of fillets from wild-type Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) and a red hybrid (*Floridared* tilapia× red *O. niloticus*). *Aquaculture Research*, 38(10):1074-81.

8. ISO E. 4833. 2003. Microbiology of food and animal feeding stuffs–Horizontal method for the enumeration of Microorganisms-Colony-count technique at 30 C. International Organization for Standardization, Genova, Switzerland. pp. 1-9.

9. Johnston, W. A. 1994. Freezing and refrigerated storage in fisheries. Food & Agriculture Organization.

10- Justi, K.C., Hayashi, C. and Visentainer, J.V.2003. The influence of feed supply time on the fatty acid profile of *Niletilapia* fed on a diet enriched with n-3 fatty acids. *Food Chemistry*, 80: 489-493.

11. Murph, R.G.1993. Handbook of Lipid Research. Plenum Press Publishing.

12. Ng, W. K. and Bahurmiz, O. M. 2009. The impact of dietary oil source and frozen storage on the physical, chemical and sensorial quality of fillets from market-size red hybrid tilapia, *Oreochromis* sp. *Food Chemistry*, 113(4):1041-8.

13. Osibona, A. O., Kusemiju, K., Akande, G. R. 2009. Fatty acid composition and amino acid profile of two freshwater species, African catfish (*Clariasgariepinus*) and tilapia (*Tilapiazillii*). *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 9(1):608-21.

14. Pawar, S.S. and Magar, N.G. 1965. Chemical changes during frozen storage of *Pomphrets*, *Mackerel*, and *Sardines*. *Journal of Fisheries Research*, 38: 87-93.

15. Sargent, J. R. 1997. Fish oils and human diet. *British Journal of Nutrition*, 78(1):S5-13.

16.Usydus, Z., Adamczyk, M. and Szatkowska, U. 2011. Marine and farmed fish in the polish market: Comparison of the nutritional value. *Food Chemistry*, 126:78-84.

17. Valeria, A. T., Mabel, C. T., Maria, C.A. 2010. Lipid and protein deterioration during the chilled storage of minced sea salmon (Pseudopercis semifasciata). *Journal of the Science of Food science and Agriculture*, 22(4): 78-86.

18. Venugopal, V. 2006. Seafood Processing, CRC Press Publishing.

19. Vieira, V.A.R.O. Hilsdorl, A.W.S. and Moreira, R.G. 2011. The fatty acid profiles and energetic substrates of two nile tilapia (*Oreochromisniloticus* Linnaeus) strains, red-stirling and chitralada, and their hybrid. *Aquaculture Research*, 43(4): 565-576.

20. Weaver, K.L., Ivester, P. and Chilton, J.A. 2008. The content of favorable and unfavorable polyunsaturated fatty acids found in commonly eaten fish. *Journal of American Diet Association*, 108:1178-1185.

(Original Research Paper)

The Effect of Slow and Quick Freezing on Fatty Acid and Total Count of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fillets

Babak Karami[1]*, Yazdan Moradi[2], Abbas Ali Motallebi[2]

1- Department of Food Science and Technology, Faculty of Biological Sciences, Tehran North Branch, Islamic Azad University. Tehran, Iran.
2- Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

Received:18/10/2018 Accepted: 02/11/2019

Abstract

This study is designed to investigate the effects of slow and quick freezing on fatty acids and microbial load of *Oreochromis niloticus*. Fillets were prepared in groups of slow and quick freezed and were preserved in -18^{o} centigrade for six months. Changes in Fatty acids amounts and microbial load were monitored every month. Our results indicate statistically significant changes in fatty acid amounts during cold-room preservation in all tested samples. Fresh fillets of *O.niloticus* contain 24.84 percent of sutured fatty acids (SFAs), 36.14 percent of mono un-sutured fatty acids (MUFAs) and 38.62 percent of poly un-sutured fatty acids (PUFAs). However, in the last month of sampling, SFA and MUFA levels significantly increased; whereas PUFA level decreased ($p<0.05$). In slow and quick freezed *O.niloticus*, SFA increased to 28.90% and 27.38%, MUFA reached 39.55% and 38.21%, and PUFA decreased to 30.56% and 35.22%, respetively. Changes in fatty acid levels were significantly less severe in fillets with quick freezing method ($p<0.05$). The results of total count indicate that quick freezed samples had lower numbers of microbial load in comparison with slow ones ($p<0.05$).

Keywords: Tilapia, Quick Freezing, Slow Freezing, Fatty Acid.

*Corresponding Author: B.karami@iau-tnb.ac.ir