بهره‌برداری و پرورش آبزیان
جلد سوم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۳
http://japu.gau.ac.ir

تغییرات چربی و ترکیب شیمیایی در شرایط متفاوت سترون‌سازی کنسرو ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*)

* محمود ناصری[۱]، مسعود رضایی[۲] و آریا وزیر زاده[۳]
[۱]استادیار شیلات بخش مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه شیراز،
[۲]دانشیار گروه شیلات، دانشگاه تربیت مدرس، نور،
[۳]استادیار شیلات بخش مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه شیراز
تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۲/۲٤ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/٦/۱۷

چکیده

در این پژوهش تاثیر تیمارهای متفاوت سترون‌سازی (۱۱۵، ۱۲۱ و ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد با ارزش سترون‌سازی برابر) بر ترکیب شیمیایی و کیفیت چربی کنسرو ماهی کپور نقره‌ای بررسی شد. پس از سترون‌سازی میزان رطوبت و چربی کاهش و میزان پروتئین و خاکستر افزایش یافت اما اختلاف معنی‌داری ناشی از اعمال تیمارهای متفاوت حرارتی مشاهده نشد ($P\geq ۰/۰۵$). پس از سترون‌سازی میزان اسیدهای چرب آزاد افزایش یافت. کمترین مقدار اسید چرب آزاد پس از اعمال تیمار ۱۱۵ درجه سانتی‌گراد حاصل شد. پس از فرآیند کنسروسازی در تیمار ۱۱۵ و ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد محصولات اولیه فساد چربی افزایش یافت. محصولات ثانویه فساد چربی نیز در کلیه تیمارها افزایش داشت اما اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد ($P\geq ۰/۰۵$). افزایش مقادیر محصولات فلورسانس بافت و محیط پرکننده در تیمار ۱۱۵ و ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد، نسبت به نمونه‌های کنسرو شده تحت اعمال تیمار ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد بیانگر پیشرفت تندی و فساد در این تیمارهاست. شرایط متفاوت سترون‌سازی تاثیر معنی‌داری بر شاخص‌های ارگانولپتیک (طعم، بو، بافت و رنگ) کنسرو ماهی کپور نقره‌ای نداشت. بر اساس نتایج، پس از اعمال تیمار ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد شاخص‌های کیفی چربی بافت و محیط پرکننده در وضعیت بهتری قرار داشت اما بدلیل باقی ماندن تکه‌های سخت استخوان، با کاهش مقبولیت مواجه شد.

واژه‌های کلیدی: کنسرو، سترون‌سازی، کپور نقره‌ای، کیفیت چربی، ترکیب شیمیایی

*مسئول مکاتبه: mnaseri@shirazu.ac.ir

مقدمه

صنعت آبزی‌پروری در آینده نقش بسزایی در امنیت غذایی و کاهش فقر جهانی خواهد داشت. در این میان یکی از مشکلات اساسی این صنعت، حفظ کیفیت اولیه ماهی بدلیل فسادپذیری خاص آن است (کابالرو و همکاران، ۲۰۰۲). اصولاً طول دوره نگهداری غذاهای دریایی به دلیل تغییرات نامطلوب ایجاد شده توسط عوامل میکروبی، آنزیمی، شیمیایی و فیزیکی محدود می‌گردد (ستیونو، ۲۰۰۶).

شیوه‌های متنوعی جهت حفظ کیفیت و نگهداری ماهی به کار گرفته می‌شود که یکی از مهمترین شیوه‌ها کنسروسازی است (آبرگ، ۲۰۰۱). با توجه به حجم تولید جهانی، میزان مبادلات بین المللی و ارزش اقتصادی، کنسرو به‌عنوان اصلی‌ترین محصول عمل‌آوری شده از ماهی محسوب می‌گردد (آبرگ، ۲۰۰۱).

امروزه ملاحظات اقتصادی سبب گردیده تا در تولید کنسرو از ماهیانی با قیمت مناسب، ترکیبات غذایی ارزشمند و حجم صید بالا استفاده گردد. معمول‌ترین گونه‌های مورد مصرف در کارخانه‌های کنسروسازی انواع تون ماهیان، ساردین، هرینگ و سالمون می‌باشند (آبرگ، ۲۰۰۱). به دلایلی نظیر صید بی‌رویه، آلودگی‌های زیست‌محیطی و مسدود شدن مسیرهای منتهی به مناطق تولیدمثل، ذخایر طبیعی این ماهیان در حال کاهش است (فائو، ۲۰۰۷).

با عنایت به مثال فوق صاحبان صنایع و سیاست‌گذاران بخش شیلات توجه خود را به استفاده از برخی گونه‌های جدید، پرورشی و بعضاً کم مصرف معطوف ساخته‌اند (رودریگوئز و همکاران، ۲۰۰۹). در این میان ماهی فیتوفاگ به عنوان یکی از ماهیان گرم‌آبی پرورشی با حجم تولید بالا، ارزش غذایی و قیمت درخور توجه، انتخاب مناسبی جهت تولید کنسرو به نظر می‌رسد.

در مورد ماهی و فرآورده کنسروی حاصل از آن، حرارت دادن طی دو مرحله، نخست به منظور بهبود کیفیت خوراکی و در مرحله بعد جهت متوقف کردن فعالیت‌های میکروبی و شیمیایی به کار گرفته می‌شود (رضوی شیرازی، ۲۰۰۷). از سوی دیگر مشخص شده با از بین رفتن کلیه فعالیت‌های آنزیمی و میکروبی طی فرآیندهای پخت مقدماتی و سترون‌سازی، فساد چربی مهمترین عامل افت کیفیت کنسرو محسوب می‌شود (آبرگ، ۲۰۰۱).

کنسرو ماهی به طور معمول تحت تاثیر بخار اشباع در اتوکلاو سترون می‌شود. زمانی‌که باکتری‌ها

در معرض حرارت مرطوب[1] و در دمای مرگ حرارتی قرار گیرند، جمعیت آنها به‌صورت لگاریتمی کاهش خواهد یافت (فائو، ۱۹۸۸). مطالعات میکروبیولوژیک نشان داده است انهدام میکروب‌ها تابع دما بوده و با افزایش آن تسریع می‌گردد. با توجه به کاهش لگاریتمی جمعیت میکروارگانیسم‌ها طی فرآیند حرارتی، با افزایش حرارت سرعت فرآیند سترون‌سازی به شکل لگاریتمی افزایش و طول دوره حرارت دهی کاهش خواهد یافت.

تغییر شرایط تیمارهای حرارتی (دما- زمان) طی فرآیند سترون‌سازی موجب کاهش و یا افزایش مدت زمان اعمال فرآیند پروسه سترون‌سازی می‌گردد (آبرگ و همکاران، ۱۹۹۷). تغییر شرایط تیمارهای حرارتی به دلایل متعددی از جمله کاهش مدت زمان عمل‌آوری (سیدلر و برونفسکی، ۱۹۸۷)، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، حفظ مواد مغذی و مهار روند کاهش کیفیت در اثر نگهداری اولیه مواد خام (گاریسا- آریاس و همکاران، ۲۰۰٤) بکار گرفته می‌شود. در این میان نکته قابل توجه آن است که حرارت بالا ممکن است منجر به تغییر ماهیت شیمیایی مواد اولیه شود.

سهم تولید ماهی فیتوفاگ در جهان سالانه ٤١٥٢٥٠٦ تن است (فائو، ۲۰۰۷). این ماهی پتانسیل عظیمی جهت تولید محصولات با ارزش افزوده مخصوصاً کنسرو را داراست. در کنسروسازی نزدیکی کیفیت محصول نهایی به ماده خام بسیار مورد توجه است. حرارت شدید در مراحل پخت مقدماتی و سترون‌سازی تجاری ماهیت ماهی خام را تغییر می‌دهد. این امر می‌تواند منجر به کاهش ارزش غذایی، طعم و مزه محصول نهایی گردد. با توجه به ارزش تغذیه‌ای چربی و ترکیب شیمیایی این ماهی و تغییرات کیفی آن در فرآیندهای حرارتی بررسی این ترکیبات در شرایط متفاوت سترون‌سازی ضروری به نظر می‌رسد. با انجام این پژوهش علاوه برسنجش کیفیت فرآورده کنسروی ماهی فیتوفاگ دستیابی به شرایط بهینه سترون‌سازی (دما- زمان) امکان‌پذیر خواهد شد.

مواد و روش‌ها

تامین مواد خام: جهت انجام این پژوهش دویست و پنجاه کیلوگرم (۹۰ عدد ماهی با وزن ۲۳۰۰ تا ۳۰۰۰ گرم) ماهی کپور نقره‌ای پرورشی مزارع خوزستان بلافاصله پس از صید در جعبه‌های یونولیت حاوی یخ قرار داده شد جای‌گذاری شد و به کمک وانت‌های مجهز به سردخانه (مخصوص حمل

1- Moist heat

محصولات پروتئینی) به تهران منتقل گردید. دمای سردخانه وانت طی دوره حمل ٤ درجه سانتی‌گراد و فاصله زمانی صید تا رسیدن ماهی‌ها به محل فرآوری کمتر از ٢٤ ساعت بود. جهت بررسی وضعیت کیفی ماهی خام بخشی از ماهیان مذکور به اداره کل کنترل غذا و دارو منتقل و بخش دیگر به کارگاه کنسروسازی کارخانه اطعمه پارس (تیهو) انتقال یافت.

فرآیند کنسروسازی

آماده‌سازی اولیه و پخت مقدماتی: در محل کارخانه پس از شستشو با آب کلرینه، ماهی‌ها بر نقاله‌های متحرکی قرار داده شدند تا پس از ورود به جایگاه مخصوص، عملیات سر و دم زنی به صورت اتوماتیک انجام شود. در نهایت ماهیان در راستای افقی به دو فیله تقسیم شدند. متعاقباً شستشوی دوباره فیله‌ها با آب کلرینه انجام شد. جهت انجام پخت مقدماتی، ماهیان در ردیف‌های منظم از سر به دم در سینی‌های مشبک چیده شدند و با انتقال به اتوکلاوی با دمای ۱۰۲ تا ۱۰۳درجه سانتی‌گراد در مدت ٤٨ دقیقه عملیات پخت با بخار اشباع انجام شد (فائو، ۱۹۸۸؛ آبرگ و مدینا، ۱۹۹۷).
سترون‌سازی: پس از انجام فرآیند پخت مقدماتی، ۵±۱٦۰ گرم عضله سفید ماهی پخته شده بصورت دستی درون قوطی‌های ۲۰۰ گرمی قرار داده شد. بعد از گرم نمودن محیط پرکننده (روغن سویا)، به هر قوطی بصورت جداگانه ۳٤ میلی‌لیتر از محیط پرکننده به همراه ۲ گرم نمک اضافه گردید. در انتها پس از عبور قوطی‌های آماده شده از تونل بخار (Exhaust box)، عملیات دربندی مضاعف بصورت اتوماتیک انجام شد.

در این پژوهش اعمال سترون‌سازی تجاری تحت سه شرایط متفاوت دمایی (۱۱۵، ۱۲۱ و ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد با ارزش سترون‌سازی برابر ۷ دقیقه (F0=7 min)) پیش‌بینی شده بود. در مرحله اول با نصب سنسور ترموکوپل (پی تی ۱۰۰) در نقطه سرد[1] تعدادی از قوطی‌ها روند افزایش دما (در هریک از تیمارها) به صورت دقیقه به دقیقه مونیتور شد. متعاقباً ارزش کشندگی معادل فرآیندهای حرارتی محاسبه گردید (فائو، ۱۹۸۸). محاسبات دمایی نشان داد مجموع زمان حرارت‌دهی از مرحله ابتدا تا انتهای فرآیند – با احتساب و کسر مدت زمان افزایش دما[2] و دوره سردسازی[3] قوطی‌ها– در هر یک از تیمارها به ترتیب ۹۸، ٦۵ و ۳۵ دقیقه است.

1- Cold Spot
2- Come up time
3- Cooling down

پس از محاسبه مدت زمان سترون‌سازی عملیات بارگیری اتوکلاوها به‌صورت همزمان انجام شد. سپس درب اتوکلاوها بسته شد و فرآیند حرارتی مورد نظر با استفاده از بخار اشباع اعمال گردید. نظارت برکلیه مراحل افزایش دما با استفاده از تعدادی قوطی کنسرو که حسگر حرارتی در آنها تعبیه شده بود، انجام شد. جهت بررسی اثر حرارت بر کیفیت چربی روغن استفاده شده به‌عنوان محیط پرکننده، قوطی‌های کنسروی که فقط محتوی روغن سویا بودند به عنوان شاهد تهیه و تمام تیمارهای وارده بر دیگر کنسروها بر آنها اعمال گردید این کار امکان مطالعه روند تبادلات چربی محیط پرکننده و بافت کنسرو شده و همچنین افت کیفی محیط پرکننده ناشی از اعمال فرآیند حرارتی سترون‌سازی را میسر ساخت. پس از انجام فرآیند سترون‌سازی، جهت طی دوره قرنطینه، کنسروها به اداره کل آزمایشگاه‌های کنترل غذا و دارو انتقال یافتند. در انتهای دوره، آزمایش‌های شیمیایی و میکروبی بر بافت کنسرو شده، محیط پرکننده و کنسروهای شاهد انجام گردید.

آزمایش‌های شیمیایی

ترکیب تقریبی: مقادیر پروتئین، خاکستر، رطوبت و چربی نمونه‌ها بر اساس روش AOAC (۱۹۹۰) محاسبه شد.

آنالیز میکروبی: جهت بررسی اطمینان از سترون بودن کنسروهای تولید شده در تیمارهای متفاوت حرارتی (۱۱۵، ۱۲۱ و ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد با ارزش سترون‌سازی برابر ۷ دقیقه)، از آزمون‌های تطابق یافته با روش‌های میکروبی موسسه استاندارد و پژوهش‌های صنعتی (شماره‌های ۲۳۲۶، ۳۱۳۹ و ۲۸۷۰) استفاده شد. بر اساس این استانداردها تعداد کل باکتری‌ها، انتروباکتریاسه، باکتری‌های گرمادوست و کلستریدیوم در کنسروهای تولید شده مورد بررسی قرار گرفت.

آنالیز کیفی چربی: چربی کل به روش بلای و دایر (۱۹۵۹) استخراج و مقادیر آن محاسبه گردید. اسیدهای چرب آزاد به روش اگن و همکاران (۱۹۹۷) و مقادیر تیوباربیتوریک اسید به روش اگن و همکاران (۱۹۹۷) تعیین گردید. مزدوج‌های دی ان به روش کیم و لابلا (۱۹۸۷) اندازه‌گیری شد.

آزمایش‌های حسی: ارزیابی نمونه‌های کنسرو شده توسط بیست فرد آموزش دیده[1] غیرماهر[2] انجام شد. نمونه‌های کنسرو قبل از آزمایش به مدت بیست دقیقه در آب ۹۸ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند.

1- Trained
2- Non expert

پس از باز نمودن قوطی‌ها، محیط پرکننده از بافت کنسروشده جدا شد. جهت جلوگیری از سمت‌گیری و تمایل افراد آزمایشگر به تیمار خاص، جزئیات آزمایش شامل نوع کنسرو، نوع محیط پرکننده و دمای سترون‌سازی اعلام نشد و نمونه‌ها به صورت کدبندی شده و تصادفی در دسترس گروه قرار گرفت. سعی گردید طی دوره آزمایش به شکل تصادفی ترتیب نمونه‌ها تعویض شود. افراد آزمایشگر پس از هر آزمایش طعم، دهان خود را با آبلیوی ۲ درصد شستشو دادند. رنگ، بو، بافت و طعم نمونه‌ها با مقیاس هدونیک با اصطلاحات توصیفی مندرج در جدول ۱ با امتیاز ۱۰ (عالی) تا ۲ (خیلی‌بد) رتبه‌بندی و درج گردید. حداقل رتبه قابل قبول به نمونه‌ها جهت مصرف ۸ در نظر گرفته شد (ستیونو، ۲۰۰۶). پس از ارزیابی از داوران خواسته شد به سوالات زیر پاسخ دهند:

۱- در صورت مقایسه محصول کنسروی ماهی کپور نقره‌ای با کنسرو ماهی تون، کیفیت محصول حاضر را بالاتر، برابر و یا کمتر از کنسرو ماهی تون می‌دانید؟

۲- در صورتی که محصول حاضر با قیمت برابر با کنسرو ماهی تون به بازار معرفی شود آیا شما حاضر به خرید آن هستید؟

تجزیه و تحلیل آماری: در این پژوهش تأثیر سه تیمار متفاوت حرارتی مورد آزمون قرار گرفت. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (۱۵) و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. به منظور تجزیه و تحلیل مقادیر کمی بدست آمده از آزمایش‌های شیمیایی و میکروبی پس از کنترل نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو ویلک (Shapiro-Wilk) و همگنی واریانس‌ها به‌وسیلهٔ آزمون لون(Leven) از تجزیه واریانس یک طرفه کاملاً تصادفی استفاده شد. برای مقایسهٔ میانگین‌ها در صورت همگنی واریانس‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (Duncan Multiple Range Tests) و در صورت عدم همگنی واریانس‌ها از آزمون دانت تی ۳ (Dannet T3) استفاده شد. لازم به ذکر است که حداقل تکرار جهت آزمایش‌های شیمیایی و میکروبی ۳ بار بود و تمامی مراحل تجزیه و تحلیل، خطای مجاز برای رد فرضیه H0، ۵ درصد در نظر گرفته شد.

به منظور بررسی اثر تیمارها بر خصوصیات حسی نمونه‌ها از آزمون کوروسکال والیس و آزمون من‌ویتنی یو برای احراز اختلاف معنی‌دار تیمارهای مورد آزمایش استفاده گردید.

جدول ۱- نحوه امتیازدهی در خصوص ارزیابی حسی کنسرو ماهی کپور نقره‌ای

عیوب کیفی		خواص کیفی				
امتیاز	امتیاز	طعم	بو	رنگ	بافت	
وجود تکه‌های نرم استخوان یا فلس که در دهان له شده یا حس نمی‌شود با ابعاد کمتر از ۱۰ میلی‌متر.	۱-	۱۰	تازه، ترد و مطبوع، طعم و رایحه معمول ماهی فیتوفاگ قابل درک است. طعم خاکی بافت ماهی تا حدود اندکی وجود دارد. حین جویدن با کمی حس الاستیکی بافت رشته‌ای گوشت تا حدودی قابل درک است	ملایم و با رایحه اندک	سفید و شفاف، داخل گوشت اندکی ظاهر صورتی دارد	ساختار مشابه بافت ماهی، بافت تکه‌ای، هنگام خروج از قوطی ریز نمی‌شود.
لکه‌های آشکار سوختگی بافت، وجود لکه‌های خون،	۳-	۸	طعم ماهی قابل درک است امااز ترد و تازه بودن کمی کاسته شده، کمی مزه خاکی افزایش یافته است. حین جویدن حس الاستیکی بافت و لمس رشته‌های آن تا حدودی از بین رفته است.	بو مشابه ماهی تازه فیتوفاگ، اندکی بوی خاک دارد	سفید اندکی مات اما هنوز ظاهر صورتی داخل گوشت دیده می‌شود	ساختار مشابه بافت ماهی، بافت تکه‌ای اما خرده‌های ریز دیده هم می‌شود.
وجود تکه‌های سخت استخوان یا فلس که در دهان له نمی شود	۳-	٦	طعم و رایحه ماهی از بین رفته است. رایحه روغن فاسد شده اندکی حس می‌شود.	بوی ماهی، اما اندکی بوی ترشیدگی هم حس می‌شود	زرد مومی با ظاهری غیر شفاف و کدر است . رنگ صورتی داخل گوشت دیده نمی‌شود	بافت خرد شده، حالت له‌شدگی و نرم شدن دیده می‌شود، حین خروج از قوطی اصلا قوام ندارد.
وجود تکه‌های چوب، فلز، مو و یا اشیا خارجی	٦-	٤	طعم فساد روغن غالب شده، رایحه ترشیدگی در دهان به شدت محسوس است.	بوی ترشیدگی کاملا محسوس، و نامطبوع	زرد مایل به قهوه‌ای	بافت به شدت ریز شده اما اندکی بافت تکه‌ای دیده می‌شود.
		۲	ترشیدگی شدیدا مزه را عوض نموده، مزه به تلخی متمایل شده، بافت در دهان حالتی از له شدگی مثل فرنی را دارد.	بوع تعفن شدید، ترشیدگی به شدت به مشام می رسد.	قهوه‌ای تیره	بافت حالت خمیری داشته، به شدت ریز شده و بافت تکه‌ای اصلا دیده نمی‌شود.

نتایج

مقادیر شاخص‌های حسی و شیمیایی بافت و محیط پرکننده کنسروهای تهیه شده تحت اعمال تیمارهای متفاوت حرارتی در جدول‌های ۲ تا ۹ آورده شده است.

ارزیابی میکروبی: وضعیت میکروبی کنسروهای تولید شده با بررسی و شمارش تعداد کل باکتری‌ها، باکتری‌های مزوفیل، گرمادوست، کلستریدیوم و انتروباکتریاسه صورت پذیرفت که در جدول۲ نمایش داده شده است. نتایج نشان داد هیچ یک از میکروارگانیسم‌های نامبرده در کنسروهای مورد بررسی مشاهده نگردید.

جدول ۲- بررسی وضعیت میکروبی کنسروهای تولید شده تحت اعمال تیمارهای متفاوت سترون‌سازی

شاخص	تیمار ۱ (۹۸´-۱۱۵°C)	تیمار ۲ (۶۵´-۱۲۰°C)	تیمار ۳ (۳۵´-۱۳۰°C)
تعداد کل باکتری‌ها	ND	ND	ND
باکتری‌های مزوفیل	ND	ND	ND
باکتری‌های گرما دوست	ND	ND	ND
انترباکتریاسه	ND	ND	ND
کلستریدیوم	ND	ND	ND

ND: یافت نشد

ترکیب تقریبی: در جدول ۳ ترکیب تقریبی بافت ماهی کپور نقره‌ای و تغییرات آن طی فرآیند کنسروسازی تحت اعمال سه تیمار متفاوت حرارتی ۱، ۲ و ۳ به ترتیب دمای ۱۱۵ درجه سانتیگراد طی مدت ۹۸ دقیقه، دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد طی مدت ٦٥ دقیقه و دمای ۱۳۰ درجه سانتیگراد طی مدت ۳۵ دقیقه، نشان داده شده است.

جدول ۳- تغییرات ترکیب تقریبی طی فرآیند کنسروسازی با اعمال تیمارهای متفاوت سترون‌سازی

شاخص	ماهی خام	تیمار ۱ (۹۸´-۱۱۵°C)	تیمار ۲ (۶۵´-۱۲۰°C)	تیمار۳ (۳۵´-۱۳۰°C)
رطوبت	۷٤/٦٥±۰/۷۷^{a}	٦۷/۱۳± ۰/۱۹^{b}	٦۷/۲۸± ۰/٤۰^{b}	٦٦/۷۰± ۰/٤۸^{b}
چربی کل	۱۱/۵۵±۰/٦۷^{a}	٦/۷۲ ± ۱/۳۹^{b}	٦/۳۸ ± ۱/۹۹^{b}	٦/۲٤ ± ۱/۳۹^{b}
پروتیئن	۱۷/۱۳±۰/۳۳^{b}	۲۳/۹٦ ± ۰/۱۵^{a}	۲٤/۳۱ ± ۰/۲۷^{a}	۲٤ ± ۰/۵۰^{a}
خاکستر	۱/۳۹±۰/۱٦^{b}	۱/۵۵ ± ۰/۰۵^{a}	۱/٤۵ ± ۰/۱۲^{a}	۱/۵۷ ± ۰/۰۳^{a}

تیمار ۱، ۲ و ۳ به ترتیب مخفف سترون‌سازی در دمای ۱۱۵ درجه سانتیگراد طی مدت ۹۸ دقیقه، سترون‌سازی در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد طی مدت ٦٥ دقیقه و سترون‌سازی در دمای ۱۳۰ درجه سانتیگراد طی مدت ۳۵ دقیقه است. اعداد جدول بر حسب درصد ذکر گردیده و حروف b،a بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف (در ردیف) می‌باشد

شاخص‌های کیفی چربی بافت: مقادیر اندازه‌گیری شده شاخص‌های کیفی چربی کنسرو ماهی کپور نقره‌ای و تغییرات آنها طی فرآیند سترون‌سازی تحت اعمال تیمارهای مختلف حرارتی در جدول ٤ نشان داده شده است.

جدول ٤- شاخص‌های کیفی چربی ماهی کپور نقره‌ای طی فرآیند کنسروسازی تحت اعمال تیمارهای مختلف حرارتی

شاخص	ماهی خام	تیمار۱ (´۹۸-۱۱۵°C)	تیمار۲ (´٦٥-۱۲۰°C)	تیمار۳ (´۳٥-۱۳۰°C)
اسیدهای چرب آزاد	۰/٦۷ ± ۰/۱٦^{c}	۱/۳۰± ۰/۱۷^{b}	۱/۷۱ ± ۰/۱۱^{a}	۱/۸۹ ± ۰/۰۸^{a}
مزدوج‌های دی ان	۳/٦۱ ± ۰/۰۰۸^{b}	۳/۹۷ ± ۰/۱۱^{a}	۳/۹۲ ± ۰/۰۲^{a}	۳/۳۸ ± ۰/۵۰^{b}
تیوباربیتوریک اسید	۰/۰۱۵ ± ۰/۰۰۱^{b}	۰/۲۵ ± ۰/۰۲^{a}	۰/۲۰ ± ۰/۰۱^{a}	۰/۱٦ ± ۰/۰۰۳^{a}
قهوه‌ای شدن	۰/۵۷ ± ۰/۰۲^{c}	۲/۹۷ ± ۰/۱۷^{a}	۱/۰۵ ± ۰/۱۹^{b}	۱/۱٤ ± ۰/۳۹^{b}
ترکیبات فلورسانس	۰/٦۸ ± ۰/۰۲^{c}	۲/۳۳ ± ۰/۰٦^{a}	۲/۳۷ ± ۰/۰۷^{a}	۰/۸٤ ± ۰/۰۵^{b}

تیمار ۱، ۲ و ۳ به ترتیب مخفف سترون‌سازی در دمای ۱۱۵ درجه سانتی‌گراد طی مدت ۹۸ دقیقه، سترون‌سازی در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد طی مدت ٦۵ دقیقه و سترون‌سازی در دمای ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد طی مدت ۳۵ دقیقه است حروف *cba* بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف (در ردیف) می‌باشد (P≤۰/۰۵). اسیدهای چرب آزاد بر حسب اسید اولئیک، تیوباربیتوریک اسید بر حسب میلی‌گرم مالون دی آلدئید در کیلوگرم بافت

نتایج ارزیابی حسی: مقبولیت محصول کنسرو شده از دیدگاه گروه آزمایشگر در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. تاثیر تیمارهای متفاوت سترون‌سازی بر شاخص‌های ارزیابی حسی در جدول ۵ مشاهده می‌شود. نتایج ارزیابی حسی نشان داد اعمال تیمارهای متفاوت سترون‌سازی تاثیر معنی‌داری بر شاخص‌های طعم، بو، بافت و رنگ محصولات نداشته است. نتایج حاضر نشان داد اعمال تیمار حرارتی ۳ موجب افزایش عیوب کیفی محصول در قیاس با تیمارهای حرارتی ۱ و ۲ شده است.

جدول ۵- میانگین رتبه‌های ارزیابی حسی کنسروهای تولید شده تحت اعمال تیمارهای متفاوت سترون‌سازی

شاخص	تیمار۱ (´۹۸-۱۱۵°C)	تیمار۲ (´٦٥-۱۲۰°C)	تیمار۳ (´۳٥-۱۳۰°C)
طعم	۲۷/۰۹^{a}	۲٤/۳۸^{a}	۲٦/۵۳^{a}
بو	۲۵/۳۸^{a}	۲٦/۰۳^{a}	۲٦/۵۹^{a}
بافت	۲۷/۸۲^{a}	۲۷/۳۲^{a}	۲۲/۸۵^{a}
رنگ	۲۱/۹٤^{a}	۲٤/۸۸^{a}	۳۱/۱۸^{a}
عیوب کیفی	۲۳/۷۹^{b}	۱۹/۱۵^{b}	۳۵/۰٦^{a}

حروف a,b,c بیانگر اختلاف معنی‌دار بین ردیف(تیمارهای مختلف سترون‌سازی)در سطح ۵ درصد است

شاخص‌های کیفی چربی محیط پرکننده: در جدول‌های ٦ تا ۹ تغییرات شاخص‌های کیفی چربی محیط پرکننده کنسرو ماهی کپور نقره‌ای طی فرآیند سترون‌سازی تحت اعمال تیمارهای متفاوت حرارتی مشاهده می‌شود.

جدول ٦- تغییرات شاخص‌های سنجش کیفیت چربی روغن سویا تحت اعمال تیمار حرارتی ۱

شاخص	روغن سویا	روغن شاهد تیمار ۱ (´۹۸-۱۱۵°C)	محیط پرکننده تیمار (´۹۸-۱۱۵°C) ۱
اسیدهای چرب آزاد	۰/۲٤±۰/٤^{b}	۰/۲۹±۰/۰۲^{b}	۰/٤۳±۰/۰۹^{a}
مزدوج‌های دی ان	۳/۵۹±۰/۰۵^{c}	۳/۹۰±۰/۰٦^{b}	٤/۵٦±۰/۰٤^{a}
تیوباربیتوریک اسید	۰/۰۵±۰/۰۰۷^{b}	۰/۰۵±۰/۰۰۲^{b}	۰/۱۰±۰/۰۱^{a}
قهوه‌ای شدن	۰/۲۲±۰/۰۱^{a}	۰/۲۲±۰/۰۰۲^{a}	۰/۲۲±۰/۰۰۸^{a}
فلورسانس محیط پرکننده	۲/٦۰±۰/۳۵^{c}	۳/٦۱±۰/۳٦^{b}	۷/٦۸±۰/٤۲^{a}

حروف c,b,a بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف (در ردیف) می‌باشد ($P\leq$۰/۰۵). اسیدهای چرب آزاد بر حسب اسید اولئیک، تیوباربیتوریک اسید بر حسب میلی‌گرم مالون دی آلدئید در کیلوگرم چربی است. میزان شاخص‌های قهوه‌های شدن، فلورسانس محیط پرکننده و مزدوج‌های دی ان بر اساس روش رنگ‌سنجی انجام گردید.

جدول ۷- تغییرات شاخص‌های سنجش کیفیت چربی روغن سویا تحت اعمال تیمار حرارتی ۲

شاخص	روغن سویا	روغن شاهد تیمار۲ (´٦۵-۱۲۰°C)	محیط پرکننده تیمار۲ (´٦۵-۱۲۰°C)
اسیدهای چرب آزاد	۰/۲٤±۰/٤^{b}	۰/۲۷±۰/۰۱^{b}	۰/٤۳±۰/۰۲^{a}
مزدوج‌های دی ان	۳/۵۹±۰/۰۵^{b}	۳/۷۹±۰/۱۹^{b}	٤/٦۲±۰/۰۵^{a}
تیوباربیتوریک اسید	۰/۰۵±۰/۰۰۷^{b}	۰/۰۵±۰/۰۰٤^{b}	۰/۰٦±۰/۰۰٤^{a}
قهوه‌ای شدن	۰/۲۲±۰/۰۱^{a}	۰/۲٤±۰/۰۰۸^{a}	۰/۲۸±۰/۰٤^{a}
فلورسانس محیط پرکننده	۲/٦۰±۰/۳۵^{c}	۳/۱۳±۰/۱٤^{b}	۷/۸۵±۰/٦۱^{a}

حروف c,b,a بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف (در ردیف) می‌باشد ($P\leq$۰/۰۵). اسیدهای چرب آزاد بر حسب اسید اولئیک، تیوباربیتوریک اسید بر حسب میلی‌گرم مالون دی آلدئید در کیلوگرم چربی است. میزان شاخص‌های قهوه‌ای شدن، فلورسانس محیط پرکننده و مزدوج‌های دی ان بر اساس روش رنگ‌سنجی انجام گردید.

جدول ۸- تغییرات شاخص‌های سنجش کیفیت چربی روغن سویا تحت اعمال تیمار حرارتی ۳

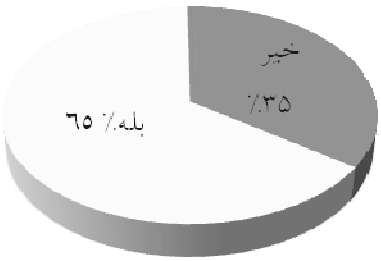
شاخص	روغن سویا	روغن شاهد تیمار۳ (´۳۵-۱۳۰°C)	محیط پرکننده تیمار ۳ (´۳۵-۱۳۰°C)
اسیدهای چرب آزاد	۰/۲٤±۰/٤^{a}	۰/۲٦±۰/۰۲^{a}	۰/۳۰±۰/۰۵^{a}
مزدوج‌های دی ان	۳/۵۹±۰/۰۵^{c}	٤/٦۲±۰/۰۵^{a}	٤/۵۳±۰/۰۲^{a}
تیوباربیتوریک اسید	۰/۰۵±۰/۰۰۷^{a}	۰/۰٦±۰/۰۰٤^{a}	۰/۰٦±۰/۰۱^{a}
قهوه‌ای شدن	۰/۲۲±۰/۰۱^{a}	۰/۲۸±۰/۰٤^{a}	۰/٦۲±۰/۰۲^{b}
فلورسانس محیط پرکننده	۲/٦۰±۰/۳۵^{b}	۲/٦٤±۰/۳۰^{b}	۵/۲٤±۰/٤۲^{a}

حروف c,b,a بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف (در ردیف) می‌باشد ($P\leq$۰/۰۵) .اسیدهای چرب آزاد بر حسب اسید اولئیک، تیوباربیتوریک اسید بر حسب میلی‌گرم مالون دی آلدئید در کیلوگرم چربی است. میزان شاخص‌های قهوه‌ای شدن، فلورسانس محیط پرکننده و مزدوج‌های دی ان بر اساس روش رنگ‌سنجی انجام گردید

جدول ۹- مقایسه شاخص‌های کیفی محیط پرکننده تحت اعمال تیمارهای متفاوت سترون‌سازی

شاخص	محیط پرکننده تیمار ۱	محیط پرکننده تیمار ۲	محیط پرکننده تیمار ۳
اسیدهای چرب آزاد	۰/٤۳±۰/۰۹^{a}	۰/٤۳±۰/۰۲^{a}	۰/۳۰±۰/۰۵^{a}
مزدوج‌های دی ان	٤/٥٦±۰/۰٤^{a}	٤/٦۲±۰/۰۵^{a}	٤/٥۳±۰/۰۲^{a}
تیوبابیتوریک اسید	۰/۱۰±۰/۰۱^{a}	۰/۰٦±۰/۰۰٤^{b}	۰/۰٦±۰/۰۱^{b}
قهوه‌ای شدن	۰/۲۲±۰/۰۰۸^{b}	۰/۲۸±۰/۰٤^{b}	۰/٦۲±۰/۰۲^{a}
فلورسانس محیط پرکننده	۷/٦۸±۰/٤۲^{a}	۷/۸٥±۰/٦۱^{a}	٥/۲٤±۰/٤۲^{b}

حروف $c\,b\,a$ بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف (در ردیف) می‌باشد ($P \leq ۰/۰٥$). اسیدهای چرب آزاد بر حسب اسید اولئیک، تیوباربیتوریک اسید بر حسب میلی‌گرم مالون دی آلدئید در کیلوگرم چربی است. میزان شاخص‌های قهوه‌ای شدن، فلورسانس محیط پرکننده و مزدوج‌های دی ان بر اساس روش رنگ‌سنجی انجام گردید



شکل ۱- تمایل به خرید کنسرو ماهی کپور نقره‌ای در صورت برابری قیمت با کنسرو ماهی تون از دیدگاه گروه آزمایشگر

شکل ۲- پاسخ گروه آزمایشگر در رابطه با مقایسه کیفیت کنسرو کپور نقره‌ای با کنسرو ماهی تون

بحث

حضور اکسیژن، واکنش‌های آنزیمی و فعالیت‌های میکروبی از مهمترین عوامل ایجاد فساد در یک ماده غذایی به شمار می‌روند (آبرگ، ۲۰۰۱). در فرآیند کنسروسازی با حذف این عوامل، از فساد ماده غذایی جلوگیری می‌شود. مهمترین نکته در این فرآیند، اطمینان از حذف فرم غیرفعال یا اسپور میکروب‌ها در محصول کنسرو شده است. عدم کفایت فرآیند سترون‌سازی، باعث فعالیت میکروارگانیسم‌های بی‌هوازی خطرناکی می‌گردد که سموم مهلکی تولید می‌نمایند (رضوی شیرازی، ۲۰۰۷). برای کنترل فرآیند سترون‌سازی یک دوره قرنطینه جهت شکوفایی اسپور به‌صورت استاندارد در نظر گرفته شده، سپس مطالعات میکروبی بر محصول انجام می‌گردد. در این پژوهش از آزمون‌های میکروبی تطابق یافته با آزمون‌های موسسه استاندارد و پژوهش‌های صنعتی به شماره‌های ۲۳۲٦، ۳۱۳۹ و ۲۸۷۰ استفاده شد. نتایج حاصل نشان داد در هیچ یک از تیمارهای اعمال شده فعالیت میکروبی مخصوصاً فعالیت کلستریدیوم‌ها مشاهده نشد. این امر کارآیی تیمارهای محاسبه شده در امر سترون‌سازی کنسرو ماهی کپور نقره‌ای را تایید نمود.

تفاوت در ترکیب شیمیایی کنسرو به عواملی مختلفی نظیر نوع گونه (آبرگ، ۲۰۰۱) روش پخت (فریمن، ۱۹۹۹)، تیمار حرارتی سترون‌سازی (آبرگ و همکاران، ۱۹۹۷؛ گارسیا- آریاس و همکاران، ۲۰۰٤) و مدت زمان نگهداری ماهی پیش از تولید کنسرو (آبرگ و همکاران، ۱۹۹۷؛ رودریگوز و همکاران، ۲۰۰۹) وابسته است.

بدون شک عامل اصلی تغییر ترکیب شیمیایی ماهی طی فرآیند کنسروسازی را می‌بایست دناتوره شدن پروتئین‌های میوفیبریلار در نتیجه اعمال تیمارهای حرارتی دانست (رضوی شیرازی، ۲۰۰۷). بر اساس نتایج ارایه شده توسط کاسترلیون و همکاران (۱۹۹٦) و گارسیا- آریاس و همکاران (۲۰۰٤)، با ایجاد تغییر در ساختار فضایی پروتئین‌های اکتین و میوزین، خواص کاربردی پروتئین‌های میوفیبریل، مثل ظرفیت نگهداری آب کاهش می‌یابد. این امر با حذف مقداری از آب میان بافتی، موجب کاهش میزان رطوبت کنسرو در قیاس با ماده خام می‌گردد (رودریگوز و همکاران، ۲۰۰۹).

بر اساس نتایج مطالعات قبلی مشخص گردید که بدلیل اثرات بازدارندگی چربی، میزان کاهش رطوبت ماهیان پرچرب پس از عملیات کنسروسازی، کمتر از سایر ماهیان خواهد بود (آبرگ، ۲۰۰۱). مطالعه حاضر با تایید نتایج سایر محققان نشان داد پس از کنسرو نمودن ماهی کپور نقره‌ای، میزان رطوبت بافت به شکل معنی‌داری کاهش یافت.

بر اساس نتایج ارایه شده در جدول ۳ اعمال تیمارهای متفاوت حرارتی موجب ایجاد تفاوت معنی‌دار در میزان رطوبت کنسرو ماهی کپور نقره‌ای نشده است. از آنجا که روند دناتوره شدن پروتئین‌ها در دمای بالاتر از ۵۰ درجه سانتی‌گراد آغاز می‌گردد (رضوی شیرازی، ۲۰۰۷) نتایج مذکور به شکل غیرمستقیم بیان داشت که تاثیر دناتوره شدن پروتئین‌های میوفیبریل در تیمارهای حرارتی اعمال شده یکسان بوده است.

چربی، مهمترین جنبهٔ کیفیت ماهی و سایر محصولات فرآوری شده از آن است. بسته به نوع و شیوه عمل آوری مقادیر چربی دستخوش تغییر می‌گردد (آبرگ، ۲۰۰۱؛ مدینا و همکاران، ۱۹۹۵). مقادیر قابل توجهی از چربی ماهی حین اعمال تیمارهای حرارتی (پخت مقدماتی و سترون‌سازی) همراه با سایر مواد مغذی همانند برخی آمینواسیدها، ویتامین‌ها و مواد معدنی از بافت خارج شده یا به پرکننده منتقل می‌شوند (آبرگ،۲۰۰۱). بنابراین اندازه‌گیری میزان چربی به عنوان شاخصی جهت مقایسه محصول نهایی با ماده خام مد نظر قرار گرفته و در مطالعات بسیاری از محققان دیده می‌شود (مدینا و همکاران، ۱۹۹۸؛ آبرگ و همکاران، ۱۹۹۷). پس از اعمال تیمارهای مختلف حرارتی نشان میزان چربی کاهش یافت اما اختلاف معنی‌داری ناشی از اعمال تیمارهای مختلف حرارتی مشاهده نگردید.

پس از فرآیند کنسروسازی به شکل معنی‌داری میزان رطوبت و چربی کاسته شد. با کاهش این دو ترکیب درصد پروتئین افزایش یافت. گارسیا-آریاس و همکاران (۲۰۰٤) با برآورد آنالیز تقریبی بافت در دو حالت تر و خشک استنتاج فوق را تایید نمود. براساس نتایج مذکور، چنانچه میزان پروتئین در وزن خشک عضله بررسی شود میزان پروتئین پس از عملیات کنسروسازی کاهش خواهد یافت در حالی‌که عکس این رخداد با بررسی آنالیز تقریبی بافت تر حاصل شده بود.

بر پایه نتایج حاصل از این پژوهش، اعمال تیمارهای متفاوت سترون‌سازی تاثیر معنی‌داری بر مقدار خاکستر نداشت. نخستین مرحله در فساد هیدرولیتیک، تجزیه تری گلیسرید به گلیسرول و اسیدهای چرب آزاد است. طی فرآیندهای حرارتی فعالیت آنزیم‌های هیدرولیز کننده چربی بدلیل دناتوره شدن ساختار پروتئینی‌شان متوقف می‌گردد (آبرگ، ۲۰۰۱) به همین دلیل، شکست فیزیکی زنجیره اسیدهای چرب تحت تاثیر حرارت به عنوان مهمترین دلیل افزایش اسیدهای چرب آزاد در عملیات کنسروسازی معرفی شده است (آبرگ و همکاران، ۱۹۹۷؛ مدینا و همکاران، ۱۹۹۸). در این پژوهش پس از فرآیند سترون‌سازی میزان اسیدهای چرب آزاد افزایش یافت. تیچیوانگانا و همکاران (۱۹۸۲)، مدینا و همکاران (۱۹۹۵)، رودریگوز و همکاران (۲۰۰۹) نتایج مشابه گزارش نموده‌اند.

آبرگ و همکاران (۱۹۹۷) تغییرات میزان اسیدهای چرب آزاد تون آلباکور (*Thunnus alalunga*) را پس از اعمال تیمارهای متفاوت سترون‌سازی بررسی نمود. در مطالعه مذکور میزان اسیدهای چرب آزاد در تمامی تیمارهای سترون‌سازی نسبت به ماده خام افزایش یافت. میزان اسیدهای چرب آزاد در کنسروهای تهیه شده در تیمار حرارتی پایین‌تر(دمای کمتر و طول دوره حرارت‌دهی بیشتر) به شکل معنی‌داری کمتر از سایر تیمارها گزارش گردید. این پژوهش با تایید نتایج پژوهش‌های پیشین، میزان افزایش اسیدهای چرب آزاد را به نوع تیمار حرارتی اعمال شده وابسته می‌داند.

فرآیند سترون‌سازی موجب ایجاد تغییر در محتوای اسیدهای چرب آزاد کنسروهای شاهد (کنسروهای که فقط حاوی روغن هستند) نشد (جدول‌های ٦، ٧ و ٨). اما در مقایسه با کنسروهای شاهد، میزان اسیدهای چرب آزاد محیط‌های پرکننده افزایش یافت. مدینا و همکاران (۱۹۹۵) افزایش این شاخص را ناشی از انتقال اسیدهای چرب آزاد بافت به محیط پرکننده دانست. نتایج این پژوهش صحت نتایج پژوهش‌های قبلی را تایید نموده است.

مرحله دوم اکسیداسیون چربی با ظهور ترکیبات کربونیل آغاز می‌گردد (دراگف و همکاران، ۱۹۹۸) در پی افزایش دما و طی مراحل پیشرفته اکسیداسیون چربی تولید ترکیبات کربونیل با وزن ملکولی کم و الکل موجب افزایش محصولات ثانویه اکسیداسیون و ایجاد طعم و بوی نامطلوب در ماهی می‌گردد (سیکروسکی، ۱۹۹۰). اندازه‌گیری محصولات ثانویه فساد نشان داد میزان این شاخص پس از فرآیند سترون‌سازی افزایش یافت اما اختلاف معنی‌داری ناشی از اعمال تیمارهای متفاوت حرارتی مشاهده نشد. آبرگ و همکاران (۱۹۹۷) تغییرات چربی ماهی آلباکور را پس از اعمال شرایط متفاوت سترون‌سازی بررسی نمود. بر پایه گزارش انجام شده خروج بخشی از محصولات ثانویه فساد چربی از بافت و انتقال آن به محیط پرکننده از یک سو و از سوی دیگر ماهیت ناپایدار ترکیبات کربونیل باعث شد، شاخص TBA اختلاف ناشی از اعمال تیمارهای حرارتی سترون‌سازی را نشان ندهد. در مطالعه حاضر نیز با مقایسه مقادیر شاخص TBA محیط پرکننده و کنسرو شاهد انتقال محصولات ثانویه فساد چربی از بافت به پرکننده‌ها محرز است. در این زمینه در سایر مطالعات نتایجی مشابه با نتایج این پژوهش ارایه گردیده است (آبرگ و همکاران، ۱۹۹۷؛ رودریگوز و همکاران، ۲۰۰۹). مقایسه مقادیر محصولات ثانویه موجود در پرکننده‌ها (جدول ۹) نشان داد اعمال تیمار سترون‌سازی ۱ (′۹۸– ۱۱۵°C) موجب ایجاد بیشترین مقدار محصولات فساد چربی شد.

محصولات ثانویه اکسیداسیون چربی (آلدئیدها و کتون‌ها) ممکن است موجب ایجاد بوی

ترشیدگی در ماهی و محصولات تولید شده از آن شوند، به علاوه این ترکیبات می‌توانند با پروتئین‌ها واکنش داده و یا در قهوه‌ای شدنِ غیرآنزیمی سهم داشته باشند. الکهتانی و همکاران (۱۹۹٦) مقادیر TBA کمتر از ۳mg/kg را شرایط قابل قبول برای غذاهای دریایی محسوب نمود. براساس این معیار چنانچه حتی میزان TBA موجود در محیط‌های پرکننده نیز با مقادیر این شاخص در بافت جمع شوند، تمامی کنسروهای تولید شده از کیفیت بالایی جهت مصرف برخوردارند.

تغییرات چربی بافت و محیط پرکننده طی دوره عمل آوری و نگهداری کنسرو ماهی تون (*Thunnus alalunga*) نشان داد که فرآیند حرارتی موجب افزایش قهوه‌ای شدن بافت می‌شود (آبرگ و همکاران، ۱۹۹۷). قهوه‌ای شدن در غذاهای دریایی، بعنوان شاخصی جهت برآورد ترکیبات حاصل از برهمکنش چربی‌های اکسید شده با سایر ملکول‌های بیولوژیک به کار گرفته می‌شود (لبوزا و ماسارو، ۱۹۹۰). اعمال تیمارهای متفاوت سترون‌سازی موجب افزایش شاخص قهوه‌ای شدن گردید. نتایج نشان داد بیشترین میزان قهوه‌ای شدن با اعمال تیمار حرارتی ۱ (۱۱۵°C–۹۸′) حاصل گردیده است. با توجه به میزان محصولات فساد چربی در این تیمار حرارتی، بالاتر بودن شاخص قهوه‌ای شدن در این تیمار منطقی به نظر می‌رسد.

با توجه به ماهیت ناپایدار ترکیبات کربونیل این محصولات با مواد واجد عامل آمین آزاد (پروتئین‌ها، پپتیدها، آمینو اسیدهای آزاد) ترکیب و تولید موادی با خواص فلورسانس می‌نمایند (آبرگ، ۲۰۰۱) به همین دلیل سنجش میزان ترکیبات فلورسانس به عنوان شاخصی کارآ و شیوه‌ای مناسب جهت تعیین افت کیفیت ماهی و دیگر محصولات فرآوری شده از آن معرفی گردید (آبرگ، ۲۰۰۱). افزایش مقادیر محصولات فلورسانس بافت (جدول ٤) و محیط پرکننده در تیمار حرارتی ۱ و ۲ (جدول ۹)، نسبت به نمونه‌های کنسرو شده تحت اعمال تیمار ۳ حاکی از توسعه تندی و فساد بیشتر در این تیمارهاست.

اثرات حرارت سترون‌سازی بر کنسروهای شاهد با برآورد مقادیر فلورسانس موجود در این کنسروها در جدول‌های ٦، ۷ و ۸ نشان داده شده است. آبرگ (۱۹۹۹) تجزیه لیپیدهای قطبی (عمدتاً فسفولیپیدها) را مهمترین دلیل افزایش شاخص فلورسانس در کنسروهای شاهد می‌داند.

آبرگ و همکاران (۱۹۹۸) آسیب چربی تون آلباکور (*Thunnus alalunga*) تحت شرایط دو رژیم متفاوت حرارتی (۱۱۵ درجه سانتی‌گراد برای ۷٤ دقیقه و ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد برای ٤۰ دقیقه) بررسی و کنسروها برای مدت طولانی (بیش از ٦ سال) نگهداری کرد. بررسی شاخص‌های

فساد چربی در بافت ماهی و محیط پرکننده نشان داد مقادیری از محصولات فلورسانس بافت به محیط پرکننده وارد شد و با افزایش زمان نگهداری، میزان ترکیبات فلورسانس در محیط پرکننده افزایش یافت. اعمال تیمار حرارتی۱۲۰ درجه سانتی‌گراد برای ٤٠ دقیقه کیفیت بهتری فراهم نمود و طی دوره نگهداری افت کیفیت بافت کنسرو شده ناچیز گزارش شد. نتایج این پژوهش یافته‌های پژوهش قبلی در زمینه حصول کیفیت بهتر پس از اعمال حرارت بالاتر (طی مدت زمان کوتاه‌تر) را تایید می‌نمایید.

ارزیابی حسی به عنوان یکی از روش‌های سنجش کیفیت ماهی طی دوره نگهداری و عمل‌آوری در مطالعات بسیاری از محققین از جمله آبرگ و همکاران (۲۰۰۲)، فریمن (۱۹۹۹) و ستیونو (۲۰۰٦) دیده می‌شود. شاخص‌های ارگانولپتیک به‌عنوان سریع‌ترین و کارآترین شاخص ارزیابی کیفیت محسوب می‌گردند (ستیونو، ۲۰۰٦). رضوی شیرازی (۲۰۰۷) روش‌های حسی را به‌عنوان مطمئن‌ترین راه ارزیابی کیفیت بخصوص سنجش تازگی ماهی معرفی نمود. در مطالعه حاضر خصوصیات حسی از جمله طعم، بو، بافت و رنگ محصولات کنسرو شده مورد بررسی قرار گرفت. استفاده از تیمارهای متفاوت سترون‌سازی تاثیر معنی‌داری بر شاخص‌های ارگانولپتیک (طعم، بو، بافت و رنگ) کنسرو ماهی کپور نقره‌ای نداشت اما بررسی عیوب کیفی کنسرو نشان داد پس از اعمال تیمار حرارتی ۳ (۱۳۰ درجه سانتی‌گراد طی مدت ۳۵ دقیقه) تکه‌های سخت استخوان در کنسروها مشاهده شد. به همین دلیل امتیازات منفی این تیمار بیش از سایر تیمارها گزارش شده است. کاهش مدت زمان اعمال حرارت، اصلی‌ترین دلیل وجود تکه‌های سخت استخوان در این کنسروهاست.

عدم وجود تاثیر معنی‌دار تیمارهای مختلف سترون‌سازی بر طعم، بو، بافت و رنگ محصول نهایی، امکان استفاده از هر سه تیمار را تایید نمود اما توجه به عیوب کیفی در نحوه گزینش نوع تیمار می‌بایست مد نظر قرار گیرد. هنگام مصرف یک ماده غذایی، کیفیت نهایی از طریق ایجاد ارتباط بین مجموعه‌ای از اختصاصات حسی یا ارگانولپتیک (طعم، بو، بافت، ظاهر) سنجش می‌شود (رضوی شیرازی، ۲۰۰۷). پس از جمع‌بندی اطلاعات حاصل، مقبولیت یا عدم مقبولیت محصول به شکل کلی تداعی می‌گردد. طرح سوال از گروه آزمایشگر، در مورد مقایسه این محصول با کنسرو ماهی تون در همین ارتباط بود. نتایج مقبولیت محصول نشان داد ٢٤ درصد افراد کیفیت کنسرو کپور نقره‌ای را برابر و ٤١ درصد افراد کیفیت محصول را بالاتر از کیفیت کنسرو تون ماهیان دانسته‌اند. ٦٥درصد افراد بیان داشتند حتی در صورت برابری قیمت کنسرو کپور نقره‌ای با کنسرو تون ماهیان به خرید محصول تمایل دارند. با توجه به قیمت

تمام شده و استقبال قابل توجه گروه آزمایشگر به نظر می‌رسد این محصول پتانسیل لازم جهت معرفی به بازار را داشته باشد. مطمئناً مطالعات تکمیلی در این زمینه مثمر ثمر خواهد بود.

جمع‌بندی نهایی: کیفیت شیمیایی درخور توجه کنسروهای تولید شده در این پژوهش از یک سو و از سوی دیگر اقبال مثبت بخش قابل توجه‌ای از گروه آزمایشگر، پتانسیل بالای تولید کنسرو از ماهی کپور نقره‌ای را نشان داده است. بر اساس نتایج این پژوهش، اعمال تیمارهای مختلف حرارتی اثرات مهمی بر کیفیت چربی و فاکتورهای ارگانولپتیک کنسرو ماهی کپور نقره‌ای داشته است. برآورد ترکیب تقریبی نشان داد اعمال تیمارهای مختلف حرارتی تاثیری بر میزان چربی، رطوبت، پروتئین و خاکستر بافت کنسرو شده نداشته‌اند. کنسرو سترون شده با اعمال تیمار حرارتی ۳ (۱۳۰°C–۳۵′) در مقایسه با سایر تیمارها به لحاظ شاخص‌های کیفی چربی (مزدوج‌های دی ان، قهوه‌ای شدن و ترکیبات فلورسانس بافت و محیط پرکننده) در وضعیت بهتری قرار داشت. هر چند در این فرآیند نزدیکی کیفیت محصول نهایی به کیفیت ماده خام حایز اهمیت است اما ارائه روش‌های علمی و اصلاحی جهت کنترل کیفیت فرآورده‌ی کنسرو شده صرفاً با توجه به شاخص‌های شیمیایی چندان منطقی به نظر نمی‌رسد. نکته اساسی در این میان مد نظر قرار دادن ذائقه و سلیقه مصرف کننده است. علیرغم نتایج بهتر آزمون‌های شیمیایی، بررسی فاکتورهای ارگانولپتیک نشان داد وجود تکه‌های سخت استخوان در برخی کنسروهای تحت اعمال تیمار۳ حرارتی (۱۳۰°C–۳۵′) باعث کاهش مقبولیت آنها شده است. لذا توجه صرف به کیفیت شیمیایی بدون در نظر گرفتن استراتژی مد نظر (بازاریابی، رقابت با سایر تولیدات و...) اعمال این تیمار حرارتی را توجیه نمی‌نماید. بنابراین در صورت استفاده از این تیمار حرارتی افزایش طول دوره حرارت‌دهی تا زمانی که مشکل نرم شدن استخوان‌ها مرتفع گردد مفید خواهد بود. امری که در مطالعات بعدی بایستی مد نظر قرار گیرد.

سپاسگزاری

نگارندگان برخود لازم می‌دانند از کمک‌های بی‌شائبه مسئولین محترم کارخانه اطعمه پارس (تیهو) همچنین کارکنان محترم اداره کل آزمایشگاه‌های کنترل غذا و دارو مخصوصا خانم‌ها عباسی و غفاری کمال تشکر و قدردانی را داشته باشند.

منابع

1. Al Kahtani, H.A., Abu Tarboush, H.M., Bajaber, A.S., Atia, M., Abou-Arab, A.A., and El Mojaddidi, M.A. 1996. Chemical changes after irradiation and post-irradiation storage in tilapia and Spanish mackerel. J. Food Sci. 91: 729-733.
2. AOAC. 1990. Official methods of analysis (14th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
3. Aubourg, S., Lehmann, I., and Gallardo, M.J. 2002. Effect of previous chilled storage on rancidity development in frozen horse mackerel (*Trachurus trachurus*). J. Sci. Food Agric. 82: 1764-1771.
4. Aubourg, S. 2001. Review: Loss of quality during the manufacture of canned fish products. Food Sci. Tech. Int. 7(3): 199-215.
5. Aubourg, S. 1999. Recent advances in assessment of marine lipid oxidation by using fluorescence. J. Ame Oil Chem Soi. 76(4): 409-4.
6. Aubourg, S., and Medina, I. 1997. Quality differences assessment in canned sardine (*Sardina pilchardus*) by detection of fluorescent compounds. J. Agric. Food Chem. 45: 3617-3621.
7. Aubourg, S., Gallardo, J., and Medina, I. 1997. Changes in lipids during different sterilising conditions of albacore tuna (*Thunnus alalunga*) canning. Int. J. Food Sci. Tech. 32: 427-432.
8. Bligh, E.G., and Dyer, W.J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. Biochem. Physiol. 37: 911-917.
9. Caballero, M.J., Obach, A., Rosenlund, G., Montero, D., Gisvold, M., and Izquierdo, M.S. 2002. Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, Oncorhynchus mykiss. Aquaculture. 214: 253-271.
10. Castrillón, A., Navarro, P., and García-Arias, M. 1996. Tuna protein nutritional quality changes after canning. J. Food Sci. 61: 1250-1253.
11. Dragove, S.G., Kiosev, D.D., Danchev, S.A., Ionchev, N.I., and Genv, N.S. 1998. Study on oxidative processes in frozen fish, Bulgarine. J. Agri. Sci. 4:55-65.
12. Egan, H., Kirk, R.S., and Sawyer, R. 1981. Oil and fat in Pearsons chemical analysis of foods, New York. Longman Scientific and Technical Press. 536p.
13. FAO. 1988. Manual on Fish Canning. Rome, Italy: FAO Technical paper. 283p.
14. FAO. 2007. Fishery Statistics, Yearbook 2005. Rome.
15. Freeman, D. 1999. Comparison of Moist and Dry Cooking on Sensory Quality, Consumer Acceptance and Marketability of Canned Bighead Carp. J. Aquatic Food Prod. 8(1): 33-45.
16. García-Arias, T., Navarro, P., and García-linares, M. 2004. Effect of different thermal treatment and storage on the proximate composition and protein quality in the canned tuna. Organo official de la sociedad latinoamericana de nutricion,

54(1): 112-117.
17. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 1991. Commercial sterility control in food products packaged in impermeable packages. Standard No. 2326.
18. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 1991. Control method for detection of microbiological spoilage of low-acid foods packaged in metal cans impermeable. Standard No. 3139.
19. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 1994. Canned fish in oil specifications and test methods. Standard No. 2870.
20. Kim, R., and Labella, F. 1987. Comparison of analytical methods for monitoring autoxidation profiles of authentic lipids.J. lipid Res. 28:1110-1117.
21. Labuza, T., and Massaro, S. 1990. Browning and amino acid loss in model total parenteral nutrition solutions. J. Food Sci. 55: 821-826.
22. Medina, I., Sacchi, R., and Aubourg, S. 1995. A 13C-NMR study of lipid alterations during fish canning: Effect of filling medium. J. Sci. Food Agri. 69:445-450.
23. Medina, I., Sacchi, R., Biondi, L., and Aubourg, S. 1998. Effect of packing media on the oxidation of canned tuna lipids. J. Sci. Food Agric. 46: 1150-1157.
24. Razavi-Shirazi, H. 2007. Marine technology products, storage and processing principles. Second edition, Pars neghar. Press. 325p.
25. Rodríguez, A., Carriles, N., Gallardo, J.M., and Aubourg, S. 2009. Chemical changes during farmed Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) canning: Effect of a preliminary chilled storage. Food Chem. 112: 362-368.
26. Seidler, T., and Bronowski, M. 1987. Effects of storage time and thermal treatment on the nutritive value of squid (*Illex argentinus*). Nahrung. 31: 949-957.
27. Setiyono, K.I. 2006. Factors affecting histamine level in Indonesian canned albacore tuna (*Thunnus alalunga*). M.Sc. Thesis, Norwegian College of Fishery Science. 64p.
28. Sikrosky, Z.E. 1990. Seafood: Resource nutritional composition and preservation. Boca Raton Fla: CRC Press Inc. Pp: 39-248.
29. Tichivangana, J., and Morrisey, P. 1982. Lipid oxidation in cooked fish muscle. Irish J. Food Sci. Technol. 6: 157-163.