Archive of SID

نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۶ شماره ۳/ سال ۱۳۹۵

اثر روش‌های مختلف پخت بر ترکیب اسیدهای چرب روغن ماهی بیاه تیمار شده با عصاره‌ی الکلی رازیانه

عاطفه رمضانی[۱]، سیدامیرحسین گلی[۲*]، مهدی کدیور[۳] و محمد رضا سبزعلیان[۴]

تاریخ دریافت: ۹۳/٤/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹٤/۱۲/۹

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
[۲] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
[۳] استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
[٤] استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
*مسئول مکاتبه: Email: amirgoli@cc.iut.ac.ir

چکیده

امروزه در جهان مصرف ماهی به منظور تأمین مواد مغذی و همچنین حفظ سلامتی انسان روز به روز در حال افزایش است. در این مطالعه ماهی بیاه ابتدا به سه گروه تقسیم شد، یک گروه به صورت خام نگهداری شد و دو گروه دیگر به دو روش سرخ کردن و آون گذاری (با و بدون عصاره الکلی رازیانه) پخته شدند و مدت ٥ ماه به فریزر ۱۸°C- منتقل و بصورت منجمد نگهداری شدند. در فواصل زمانی مشخص نمونه‌ها از فریزر خارج و به دو روش آون‌گذاری و مایکروویو رفع انجماد شدند. خصوصیات فیزیکی‌شیمیایی و پروفایل اسیدهای چرب روغن ماهی تیمار شده و نمونه خام در روش‌های مختلف فراوری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در طی پخت نمونه آون‌گذاری شده دارای کمترین رطوبت (۵۱٪/۹۷) و بیشترین پروتئین (۳۹٪/٦۹) بود. نمونه سرخ شده به دلیل جذب روغن طی فرایند پخت دارای بیشترین میزان چربی بود(۸٪/٦). بیشترین میزان اسیدهای چرب ماهی بیاه، میرستیک اسید، اولئیک اسید و میریستولئیک اسید بودند. نسبت اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-۳ در روش پخت با آون تفاوت چندانی با نمونه خام نداشت در حالی‌که این نسبت در نمونه‌های سرخ شده به دلیل نفوذ روغن سرخ کردنی به بافت ماهی افزایش داشت. میزان اکوزاپنتانوئیک اسید و دکوزاهگزانوئیک اسید بترتیب از ۷/۹ و ۳/٦ ٪ در ماهی خام به ۲/٤ و ۱/۳٪ در نمونه سرخ شده کاهش یافت. بین روش‌های گرم کردن مجدد تفاوت معنی‌داری در اسیدهای چرب مختلف وجود نداشت. در نمونه‌های تیمار شده با عصاره رازیانه کاهش کمتری در میزان اسیدهای چرب غیراشباع در طول ٥ ماه دوره نگهداری مشاهده شد.

واژگان کلیدی: ماهی، پخت، اسیدهای چرب، سرخ کردن، عصاره رازیانه

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در حال حاضر، ماهی یک ماده غذایی مهم برای سلامت انسان محسوب می‌شود و باید در همه رژیم‌های سالم و متعادل گنجانده شود زیرا غنی از پروتئین‌های قابل هضم حاوی همه اسیدهای آمینه ضروری، اسیدهای چرب چند غیراشباع، املاح و ویتامین ها و بسیاری مواد مغذی دیگر است (کوبا و همکاران ۲۰۱۲ و ارزوی و همکاران ۲۰۱۱). مصرف حداقل دو وعده ماهی در هفته توصیه شده و ثابت شده است که مصرف آن اثرات سودمندی بر سلامت انسان دارد که دلیل این امر را تا حدود زیادی به اسیدهای چرب غیر اشباع موجود در ماهی نسبت داده‌اند. اسیدهای چرب غیراشباع امگا۳ مانند اسید اکوزاپنتانوئیک و اسید دکوزاهگزانوئیک در بدن انسان با راندمان بسیار پائینی سنتز می‌شوند و بنابراین باید از طریق رژیم غذایی در مقادیر بیشتری تأمین شوند که ماهی یکی از منابع مهم آنها به شمار می رود. این اسیدهای چرب اثرات سودمندی بر تشکیل استخوان، کاهش کلسترول، جلوگیری از بیماری‌های قلبی و عروقی، فشارخون و برخی سرطان‌ها در انسان دارند و رژیم های غذایی حاوی این ترکیبات میتوانند باعث کاهش شیوع بیماریهای مزمن کلیوی شوند (کاسترو گنزالس و همکاران ۲۰۱۵، کوبا و همکاران ۲۰۱۲ و لارسن و همکاران ۲۰۰۸). برای مصرف ماهی نیاز به فراوری و طبخ آن است. در طول پخت واکنش‌های فیزیکی و شیمیایی مختلفی صورت می‌گیرد که از سویی باعث بهبود ارزش تغذیه ای ماهی شده و از سوی دیگر کاهش ارزش غذایی آن را به همراه دارد، به عنوان مثال افزایش دناتوراسیون پروتئین‌های موجود در بافت ماهی طی پخت قابلیت هضم آن را افزایش می‌دهد، اما مقدار ویتامین‌های محلول در چربی و اسیدهای چرب غیر اشباع آن کاهش می‌یابد (ارزوی و همکاران ۲۰۱۱). انجماد نیز فرایندی مناسب برای حفظ کیفیت ماهی برای مدت طولانی است، دلیل آن کاهش سرعت فرایندهای بیوشیمیایی و فعالیت‌های میکروارگانیسم ها در طول انبارداری است گرچه ثابت شده است که در طول انجماد و انبارداری محصولات منجمد، هیدرولیز چربی و کاهش اسیدهای چرب چند غیر اشباع (PUFA) رخ می‌دهد (سالدانها و همکاران ۲۰۰۸). در صورتی که مواد غذایی بصورت پخته و یا نیم پخته منجمد شوند، مدت زمان بیشتری قابل نگهداری هستند و می‌توان با روش‌های سریعی مانند آون گذاری و یا مایکروویو آنها را در کمترین زمان ممکن آماده مصرف کرد. این نوع از غذاها باعث کاهش میزان هزینه ها و نیروی کار شده و می توانند در رستوران ها، بیمارستان ها و مدارس مورد استفاده قرار گیرد (تانیموتو و همکاران ۲۰۱۵، گارسیا آریاز و همکاران ۲۰۰۳).

با استفاده از عصاره های گیاهی به دلیل داشتن خاصیت آنتی اکسیدانی می توان سرعت اکسیداسیون چربی و کاهش میزان PUFA را کاهش داد. از جمله این عصاره های گیاهی موثر می توان به عصاره رزماری، نعناع، مریم گلی، آویشن و میخک اشاره کرد. گوشت ماهی به دلیل داشتن مقدار زیادی اسیدهای چند غیراشباع نسبت به دیگر گوشت‌ها حساسیت بیشتری به اکسیداسیون دارد و افزودن عصاره های گیاهی به آن باعث پایداری اکسیداتیو در شرایط انبارداری به صورت منجمد می‌شود (اوزگول و همکاران ۲۰۰۹ و اوزیورت و همکاران۲۰۱۱). رازیانه با نام علمی *Miller* *Foeniculum* subsp. *vulgare vulgare* مترادف با *F. fficinale* است. بررسی عصاره های استخراج شده از قسمت های مختلف گیاه رازیانه نشان می‌دهد که این عصاره قادر به خنثی کردن رادیکال های آزاد حاصل از اکسیداسیون می‌باشد. حضور ترکیبات فنولیک در قسمت های مختلف این گیاه می‌تواند در فعالیت‌های آنتی اکسیدانی آن سهیم باشد (دلارام و همکاران ۲۰۱۱).

فودال و همکاران (۲۰۰۸) به بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی رازیانه پرداختند و با کمک دستگاه

www.SID.ir

Archive of SID

کروماتوگرافی مایع با فشار بالا (HPLC)، اسیدهای فنولیک، فلاونویید و اسید رزمارینیک را در رازیانه شناسایی کردند.

اوزگول و همکاران (۲۰۰۹) اثر ترکیبی انجماد و استفاده از آنتی اکسیدان های رازیانه بر کیفیت فیله ی ماهی آزاد را مورد مطالعه قرار دادند و پس از ارزیابی‌های لازم دریافتند که خصوصیات بیوشیمیایی در نمونه‌های آغشته به عصاره رزماری ثبات خوبی دارد گرچه طبق ارزیابی‌های حسی انجام شده فیله ی ماهی آغشته به عصاره‌ی رزماری ۲٪ دارای پس طعم تلخی است.

این پژوهش با هدف بررسی روش‌های پخت وانبارداری بر روی خواص روغن ماهی و پروفایل اسیدهای چرب روغن ماهی گونه‌ی بیاه موجود در دریای جنوب انجام شد همچنین از عصاره گیاه رازیانه به عنوان منبعی از آنتی اکسیدان های طبیعی به منظور بررسی اثر آن در جلوگیری از اکسیداسیون و فساد روغن ماهی در طی مراحل پخت و انبارداری استفاده شد.

مواد و روش‌ها

تهیه نمونه ماهی و آماده سازی اولیه

پس از خریداری ماهی بیاه از بازار محلی (شاهین شهر اصفهان)، سر، پولکها، امعاء و احشاء، باله ها و دم آن جدا شد و فیله ها به صورت تصادفی به سه گروه تقسیم شدند. یک گروه به صورت خام نگهداری شد و به عنوان نمونه ی شاهد مورد استفاده قرار گرفت. گروه دیگر در سرخ کن سرخ شد(نیمی با عصاره رازیانه و نیمی بدون عصاره) و یک گروه نیز در آون پخته شدند (نیمی با عصاره رازیانه و نیمی بدون عصاره). تمامی نمونه ها در نهایت در فریزر $-18^{o}C$ نگهداری شدند (اوزورت و همکاران ۲۰۱۱).

آماده سازی و عصاره گیری از گیاه رازیانه

گیاه رازیانه (پس از تایید جنس و گونه آن) به کمک دستگاه خشک کن ابتدا خشک گردید و پس از آن برگ آن از ساقه های خشبی جدا شد. برگ خشک شده آسیاب و برای عصاره گیری به آزمایشگاه انتقال داده شد. در مرحله عصاره گیری ۵۰ گرم از پودر خشک برگ رازیانه درون ارلن ۵۰۰ میلی لیتری وزن شد و مقدار ۲۵۰ میلی لیتر اتانول ۹۶٪ به آن اضافه گردید، سپس به مدت ۲ ساعت در حمام آب گرم با دمای $60^{o}C$ قرار گرفت (عصاره گیری مجدد برای استخراج بهتر ترکیبات فنولیک از نمونه ها صورت گرفت). پس از اتمام زمان لازم با استفاده از کاغذ صافی واتمن فیلتراسیون انجام شد و عصاره از ذرات جامد جدا و عصاره ی صاف شده با استفاده ازدستگاه تبخیر کننده چرخشی در خلا تغلیظ شد و در انتها عصاره تا زمان استفاده درفریزر با دمای $-18^{o}C$ و در جایی تاریک نگهداری شد (کنار و همکاران ۲۰۱۰).

روش های پخت

سرخ کردن ماهی: فیله های ماهی به مدت ۸ دقیقه در روغن سرخ کردنی با دمای $180^{o}C$ و در سرخ کن به صورت غوطه وری سرخ شدند. پس از سرخ شدن، فیله ها خارج و روغن اضافی آن گرفته شد و پس از آن نمونه ها در کیسه های پلی اتیلنی بسته بندی و به فریزر منتقل شد. برای آماده سازی فیله های سرخ شده با عصاره، عصاره ی رازیانه با غلظت ۳/۵٪ تهیه شد و فیله ها به مدت ٤ دقیقه در عصاره غوطه ورگردید، سپس مراحل سرخ کردن به صورت بالا انجام شد و نمونه های سرخ شده پس از بسته بندی به فریزر منتقل شد (اوزگول و همکاران ۲۰۰۹).

آون گذاری ماهی: فیله های ماهی به مدت ۲۰ دقیقه در دمای $180^{o}C$ پخته شد. سپس نمونه هادر کیسه های پلی اتیلنی بسته بندی و به فریزر منتقل شد. برای آماده سازی نمونه های آون گذاری شده با عصاره، فیله ها در عصاره ی رازیانه ۳/۵٪ به مدت ٤ دقیقه غوطه ور شد و مانند مراحل قبل پخته و پس از بسته بندی به فریزر منتقل شد (اوزورت و همکاران ۲۰۱۱).

www.SID.ir

Archive of SID

رفع انجماد نمونه ها

رفع انجماد با دو روش آون‌گذاری و مایکروویو انجام شد. درآون‌گذاری، نمونه‌ها در فر با دمای ۱۲۵ °C و به مدت ۱۲ دقیقه رفع انجماد شد و در روش مایکروویو، دستگاه مایکروویو با فرکانس ۲٤٥۰ مگا هرتز و قدرت ۱۰۰ وات تنظیم شد و نمونه ها به مدت ۱ دقیقه در آن قرار گرفت (گارسیا آریاز و همکاران ۲۰۰۳).

اندازه گیری ترکیبات مختلف فیله ی ماهی

رطوبت، خاکستر، پروتئین و چربی به روش AOAC (۲۰۰۵) در ماهی های تازه، سرخ شده و پخته شده اندازه گیری شد.

استخراج چربی با روش سرد و به روش بلیق و دایر (۱۹۵۹) انجام شد. ترکیب اسیدهای چرب توسط دستگاه گاز کروماتوگرافی موجود در آزمایشگاه گروه صنایع غذایی دانشگاه صنعتی اصفهان و با ستون موئینه-HP 88 (۱۰۰متر× ۲۵۰ میکرومتر× ۰/۲ میکرومتر) تعیین شد. گاز نیتروژن با جریان ۱/۱ میلی لیتر بر دقیقه به عنوان گاز حامل استفاده شد. دمای اولیه ستون ۱۵۰°C بود که سپس تا دمای ۱۹۰°C با سرعت ۵°C به ازای هر دقیقه افزایش یافت و پس از زمان ماند ۲ دقیقه ای تا دمای ۲٤۰°C با همان سرعت افزایش داشت و در این دما به مدت ۸ دقیقه باقی ماند. دمای دتکتور FID، ۲۵۰°C بود.

طرح آماری وآنالیز نتایج

آنالیزهای مربوط به مقایسه ترکیبات شیمیایی ماهی بیاه با آزمون فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی انجام گرفت. آنالیزهای مربوط به بررسی ترکیب اسیدهای چرب روغن ماهی در طی دوره نگهداری با آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی خرد شده در زمان و تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار SAS انجام گرفت. آزمون مقایسه میانگین داده ها نیز با روش LSD (حداقل تفاوت معنی دار) در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ترکیبات شیمیایی

در جدول ۱ میزان رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر ماهی بیاه خام و پخته شده گزارش شده است. بین مقادیر رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر در نمونه های خام و فراوری شده در سطح ۵٪ تفاوت معنی داری وجود داشت. میزان رطوبت نمونه ها در محدوده ۹-۷۱٪/۵۱ به دست آمد که نمونه ی خام با ۷۱٪ بیشترین میزان رطوبت را داشت. میزان رطوبت ماهی پس از پخت کاهش یافت و کمترین مقدار آن در نمونه آون گذاری شده به دست آمد. نمونه های حاوی عصاره رطوبت بیشتری نسبت به نمونه های فاقد آن داشتند و رطوبت نمونه ی سرخ شده و آون گذاری شده با عصاره به ترتیب ٤/٤ و ٦٪ بیشتر از نمونه‌های بدون عصاره گزارش شد که این افزایش رطوبت می تواند به دلیل جذب آب توسط فیله ها در طی غوطه وری آن‌ها در محلول عصاره رازیانه باشد. کمترین میزان پروتئین از نمونه ی خام (۹/٪۲۳) به دست آمد. میزان پروتئین تمامی نمونه ها پس از پخت افزایش داشت که بین دو تیمار سرخ شده و آون گذاری شده با عصاره در سطح ۵٪ تفاوت معنی داری مشاهده نشد. چربی ماهی بیاه ۵/۹٪ به دست آمد که در دسته ماهی‌ها با چربی متوسط قرار می‌گیرد. کمترین میزان خاکستر از نمونه خام بود و نمونه سرخ شده دارای بیشترین میزان چربی بود(٦۰٪/۸). جذب روغن طی فرایند سرخ کردن می‌تواند پس از تبخیر رطوبت ماده غذایی صورت گیرد. بدین ترتیب میزان پروتئین، خاکستر و چربی پس از پخت افزایش نشان داده است که با توجه به کاهش رطوبت در نمونه ها قابل توجیه است. گارسیا آریاز و همکاران (۲۰۰۳) مشاهده کردند که فرایندهای پخت با آون و سرخ کردن بترتیب موجب کاهش رطوبت ماهی از ٦۰٪ به ۵۵ و ٤۳٪ شد، در حالیکه میزان پروتئین ماهی از ۲۰٪ در ماهی خام به ۲٦ و ۳۲٪ در ماهی پخته شده افزایش یافت.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- ترکیب شیمیایی نمونه های ماهی

	رطوبت	پروتئین	چربی	خاکستر
خام	۷۱/۰۲±۰/۲۸ ^{a}	۲۳/۹۸ ±۰/۲۱^{d}	۵/۸۰±۰/۱۲ ^{c}	۱/۰۷ ±۰/۱۷^{b}
سرخ شده	۵٦/۲٦ ±۰/۸۱^{c}	۳٤/۹۱ ±۰/۱۸^{b}	۸/٦۰±۰/۱۹^{a}	۱/٤۱ ±۰/۱۵^{a}
آون گذاری شده	۵۱/۹۷ ±۰/٤٤^{d}	۳۹/٦۹ ±۰/۳۸^{a}	٦/۳۹ ±۰/۳۹^{c}	۱/٦۷ ±۰/۵۳^{a}
سرخ شده با عصاره	٦۰/٦۹ ±۰/۷۲^{b}	۳۲/۱۱±۰/٤٦^{c}	۷/۲۷ ±۰/۲۰^{b}	۱/۳۷ ±۰/۱۸^{ab}
آون گذاری شده با عصاره	۵۸/۰۱±۰/۵۱^{c}	۳۵/۹۹±۰/٤۱^{b}	٦/۱۱±۰/۲۸ ^{c}	۱/٤۲ ±۰/٤۹^{a}

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر تفاوت معنی دار داده ها است

تأثیر روش پخت بر ترکیب و میزان اسیدهای چرب ماهی

جدول ۲ ترکیب اسیدهای چرب ماهی خام و پخته شده را طی دوره ی ۵ ماهه انبارمانی نشان می‌دهد. اسیدهای چرب اسید میریستیک، اسید اولئیک و اسید میریستولئیک با میزان ۳۲/۱، ۱۹/۷ و ۱۸/٦٪ بیشترین میزان اسیدهای چرب ماهی بیاه را تشکیل می دهند، میزان این اسیدهای چرب در ماهی سالمون به ترتیب ۱۵/۱، ۲۷/٦ و ۵/۳٪ (لارسن و همکاران ۲۰۱۰) و در ماهی *Merluccius hubbsi* به ترتیب ۱۲/۲، ۲۸/۹ و۱۲/٤٪ گزارش شده است (سالدانها و همکاران ۲۰۰۸). میزان اسیدهای اکوزاپنتانوئیک و دکوزاهگزانوئیک در ماهی بیاه خام به ترتیب ۷/۹ و ۳/٦٪ به دست آمد. میزان این دو اسید چرب در ماهی آب های آزاد چندین برابر بیشتر از ماهی‌های پرورشی است که این امر به نوع تغذیه ی آن‌ها به ویژه نوع چربی رژیم غذایی که تعیین کننده ی مقدار و ترکیب اسیدهای چرب ماهی است بستگی دارد، جیره ماهی‌های پرورشی معمولاً دارای اسید لینولئیک زیادی است و به همین دلیل میزان اسیدهای اکوزاپنتانوئیک و دکوزاهگزانوئیک در آن‌ها کمتر گزارش می‌شود (دومیزووسکی و همکاران ۲۰۱۱). در ماهی بیاه میزان اسیدهای چرب امگا-۳ بیشتر از امگا-٦ بود که نشان دهنده کیفیت بالای این روغن و توانایی آن در جلوگیری از بیماری‌های قلبی و عروقی است. با توجه به این که در فرایند سرخ کردن از روغن سرخ کردنی استفاده می شود و امکان تبادل اسیدهای چرب بین روغن ماهی و روغن سرخ کردنی وجود دارد، سرخ کردن به طور قابل توجهی بر ترکیب اسیدهای چرب ماهی اثر گذار است و مقدار چربی کل ماهی و پروفایل اسیدهای چرب آن طی فرایند سرخ کردن به شدت تغییر می کند (ارزوی و همکاران ۲۰۰۹ و گارسیا آریاز و همکاران ۲۰۰۳). سرخ کردن باعث افزایش میزان اسید اولئیک (۳۲٪) و اسید لینولئیک (۲۳٪/۵) در ماهی شد در حالیکه میزان سایر اسیدهای چرب ماهی به دلیل نفوذ روغن سرخ کردنی به داخل بافت ماهی کاهش یافته است، این کاهش به ویژه در میزان اسید اکوزاپنتانوئیک و اسید دکوزاهگزانوئیک که از اسیدهای چرب مهم در ماهی هستند مشاهده می‌شود به گونه ای که میزان این اسیدهای چرب از ۷/۹ و ۳/٦ ٪ در ماهی خام به ترتیب به ۲/٤ و ۱/۳٪ در نمونه ی سرخ شده کاهش یافت. آمیرا و همکاران (۲۰۱۰) کاهش قابل توجهی را در میزان اسیدهای چرب امگا۳ و به خصوص میزان دکوزاهگزانوئیک اسید و اکوزاپنتانوئیک اسید در ماهی*Sparus aurata* سرخ شده با روغن سویا نسبت به نمونه ی خام گزارش کردند، میزان این دو اسید چرب در نمونه ی خام به ترتیب ٦/۹ و ۳/۷٪ بود و پس از سرخ کردن به ۰/٤٪ کاهش یافت. میزان اسیدهای چرب در نمونه ی آون گذاری شده در مقایسه با اسیدهای چرب نمونه ی خام دارای نوساناتی بود، به عنوان مثال میزان اسیدهای چربی مانند اسید پالمتیک، اسید میریستیک و اسید میریستولئیک در نمونه پخته

www.SID.ir

Archive of SID

شده با آون تفاوت چندانی با مقدار آن‌ها در نمونه ی خام نداشت در حالیکه میزان اسید پالمیتولئیک از ۲/۱٪ در نمونه خام به ٤/۷٪ در نمونه آون گذاری شده افزایش و اسید لینولئیک از ۲/٦٪ در نمونه ی خام به ۱٪/٤ در نمونه آون گذاری شده کاهش یافت. وبر و همکاران (۲۰۰۸) بیان کردند روش پخت با آون نسبت به روش سرخ کردن اثر کمتری بر ترکیب اسیدهای چرب ماهی داشته است و تغییرات ایجاد شده در اسیدهای چرب مختلف روند مشابهی نداشته است. این تغییرات مطابق با یافته های گارسیا آریاز و همکاران (۲۰۰۳) نیز بود. با گذر زمان و در طی انبارداری میزان اسیدهای چرب اشباع (SFA) در اکثر تیمار ها افزایش یافت در حالیکه میزان انواع چند غیر اشباعی با کاهش روبه رو بود، به عنوان مثال میزان اسید دکوزاهگزانوئیک در نمونه ی آون گذاری شده در روز پایانی به میزان ۰/۷٪ نسبت به روز صفر کاهش داشت، اگرچه در برخی نمونه ها میزان این اسیدهای چرب در طول دوره ی نگهداری با نوساناتی روبه رو بود.

میزان اسیدهای چرب SFA، تک غیر اشباع (MUFA) و PUFA در ماهی بیاه به ترتیب ٤۳/۹، ٤۲/٤ و ۱٤/۲٪ بود. پس از فرایند پخت نمونه ی سرخ شده دارای بیشترین میزانPUFA (۲۷٪/۲) بود در حالیکه میزان اسیدهای چرب اشباع در آن کاهش یافته بود. میزان اسیدهای چرب PUFA و MUFA در نمونه های آون گذاری شده کاهش و به دنبال آن SFA افزایش یافته بود. با گذر زمان در همه ی نمونه ها اسیدهای چرب MUFA کاهش قابل توجهی داشت و SFA افزایش داشت در حالیکه در میزان PUFA تغییر چشمگیری مشاهده نشد. بیلگین و همکاران (۲۰۱۰) پس از سرخ کردن سطحی قزل آلا در روغن های مختلف به بررسی اسیدهای چرب آن پرداختند، آن‌ها دریافتند میزان SFA ماهی در سرخ کردن با روغن زیتون کاهش و میزان MUFA و PUFA افزایش یافته است. نیکو و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی اسیدهای چرب فیل ماهی سرخ شده و نگهداری شده در یخچال مشاهده کردند اسیدهای چرب MUFA و PUFA طی فرایند سرخ کردن به ترتیب ۳/۱ و ۱/۳٪ نسبت به نمونه ی خام افزایش یافته است، آن‌ها در روز دوم نگهداری در یخچال به بررسی مجدد اسیدهای چرب ماهی پرداختند و دریافتند SFA به میزان ۵٪ نسبت به روز صفرافزایش و MUFA به میزان ٤/۳٪ کاهش یافته است در حالیکه میزان PUFA تغییری نکرده بود، آن‌ها در روز چهارم کاهش MUFA و افزایش SFA و PUFA را گزارش نمودند. نسبت اسیدهای چرب امگا۳/امگا٦ شاخص بسیار مهمی از نقطه نظر سلامت جامعه محسوب می‌شود (آنسورنا و همکاران ۲۰۱۰)، محققین بروز بیماری‌های قلبی را با افزایش نسبت امگا٦ به امگا۳ به عدد ۱۰ به دلیل افزایش مصرف روغن های با لینولئیک زیاد مرتبط می دانند. سازمان سلامت جهانی نسبت مصرف روزانه ی امگا٦ به امگا۳ را در رژیم‌های غذایی سالم کمتر از ۵ توصیه کرده است (نیکو و همکاران ۲۰۱۰). در این مطالعه میزان این نسبت در ماهی خام ۰/۲ به دست آمد و پس از سرخ کردن میزان آن به شدت افزایش داشت. میزان این شاخص در نمونه های سرخ شده به میزان اسید لینولئیک در روغن سرخ کردنی بستگی دارد.

سرخ کردن عمقی ماهی علاوه بر افزایش میزان کل چربی ماهی، نسبت امگا٦/امگا۳ را افزایش می‌دهد و اثرات مثبت میزان بالای امگا۳ در نمونه ی خام را محدود می کند. این نسبت در نمونه های آون گذاری شده تفاوت چندانی با نمونه خام نداشت. نتایج مشابه یافته‌های گارسیا آریاز و همکاران در سال (۲۰۰۳) بود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- ترکیب اسیدهای چرب تیمارهای مختلف در طی دوره ۵ ماهه نگهداری ماهی بیاه به صورت منجمد

تیمار / اسید چرب	خام			سرخ شده			آون گذاری شده		
	روز صفر	روز ۷۵ ام	روز ۱۵۰ ام	روز صفر	روز ۷۵ ام	روز ۱۵۰ ام	روز صفر	روز ۷۵ ام	روز ۱۵۰ ام
پالمتیک اسید	±۰/۰۱e ۱۱/۸٤	±۰/۰۱b ۱٤/۹٦	±۰/۰۱a ۱۵/۸۸	±۰/۰۱i ٤/۸٦	±۰/۰۱h ۵/٦٤	±۰/۰۰g ۵ /۹۵	±۰/۰۲f ۱۱/۷۷	±۰/۰۱c ۱۳/۹۰	±۰/۰۰d ۱۳/۱۵
پالمیتولئیک اسید	±۰/۰۰d ۲/۰۷	±۰/۰۱h ۱/۳۱	±۰/۰۱f ۱/٤۳	±۰/۰۰g ۱/٤۰	±۰/۰۰i ۱/۰۳	±۰/۰۱e ۱/٤۷	±۰/۰۱a ٤/۷۵	±۰/۰۰b ۳/٦٦	±۰/۰۱c ۳/٤۷
میریستیک اسید	±۰/۰۰e ۳۲/۱۲	±۰/۰۰b ۳۲/۹۵	±۰/۰۰f ۳۰/۷۵	±۰/۰۵h ۲۷/۹۳	±۰/۰۱i ۲۷/۱۰	±۰/۰۲g ۲۸/۳۸	±۰/۰۱c ۳۲/۹۲	±۰/۰۱d ۳۲/۱٤	±۰/۰۳a ۳۳/۵۳
میریستولئیک اسید	±۰/۰۱c ۱۹/٦۱	±۰/۰۱a ۲۰/۸۹	±۰/۰۰f ۱۸/۳٦	±۰/۰۲i ۵/۸۹	±۰/۰۲h ٦/۷۸	±۰/۰۱g ٦/۸۲	±۰/۰۱b ۱۹/۷٦	±۰/۰۷d ۱۹/۱٤	±۰/۰۲e ۱۹/۰۹
اولئیک اسید	جزئی	جزئی	±۰/۰۲c ۱/۵۸	جزئی	جزئی	جزئی	جزئی	±۰/۰۳a ۲/۱۵	±۰/۰۰b ۱/۹۸
لینولئیک اسید	±۰/۰۰d ۱۸/۷۳	±۰/۰۲e ۱٦/٤۰	±۰/۰۰f ۱٦/۱۲	±۰/۰۱a ۳۲/۱۱	±۰/۰۰c ۲۷/۹۳	±۰/۰۰b ۲۸/۱۲	±۰/۰۰i ۱۳/۷٦	±۰/۰۱g ۱٤/٤۳	±۰/۰۱h ۱٤/۱۷
لینولنیک اسید	±۰/۰۲d ۲/٦۵	±۰/۰۲f ۱/۹۸	±۰/۰۱g ۱/۸٦	±۰/۰۰b ۲۳/٤۸	±۰/۰۱a ۲۳/٦٦	±۰/۰۱c ۲۳/۳۸	±۰/۰۴i ۱/۳٦	±۰/۰۰h ۱/٦٦	±۰/۰۱e ۲/۱۷
اسید ایکوزاپنتانوئیک	±۰/۰۱a ۷/۸۸	±۰/۰۴b ۷/۱۱	±۰/۰۰c ٦/۹۲	±۰/۰۳i ۲/۳۷	±۰/۰۶g ۲/۸۷	±۰/۰۱h ۲/۸۰	±۰/۰۱d ٦/۸٤	۰۵±۰/۰۱ f ٦/	±۰/۰۰e ٦/۳٤
اسید دوکوزا هگزانوئیک	±۰/۰۰a ۳/٦۳	±۰/۰۲c ۲/۱٦	±۰/۰۱b ۲/۷٤	±۰/۰۱g ۱/۳۵	±۰/۰۰f ۱/۵٤	±۰/۰۴i ۱/۰۹	±۰/۰۰d ۱/۹٤	±۰/۰۱e ۱/٦۲	±۰/۰۲h ۱/۲۷
SFA	f ۹٦±۰/۰۱ ٤۳/	±۰/۰۱d ٤۷/۹۱	b ۲۲±۰/۰۲ ٤۸/	±۰/۰۰h ۳۲/۷۹	±۰/۰۱i ۳۲/۷۳	±۰/۰۱g ۳٤/۳۲	±۰/٦۰۲e ٤٤/۹	±۰/۰۰c ٤۸/۱۹	±۰/۰۱a ٤۸/٦٦
MUFA	±۰/۰۱a ٤۰/٤۱	±۰/۰۰c ۳۸/٦۰	±۰/۰۳f ۳۵/۹۱	±۰/۰۱b ۳۹/۱۱	±۰/۰۴g ۳۵/۷٤	±۰/۰۲g ۳٦/٤۱	±۰/۰۱d ۳۸/۲۷	±۰/۰۲e ۳۷/۲۳	±۰/۰۳f ۳٦/۷٤
PUFA	±۰/۰۲d ۱٤/۱٦	±۰/۰۲e ۱۱/۲۵	±۰/۰۱e ۱۱/۵۳	±۰/۰۴c ۲۷/۲۱	±۰/۰۱a ۲۸/۰۷	±۰/۰۱b ۲۷/۲۷	±۰/۰۰ef ۱۰/۱٤	±۰/۰۱g ۹/۳۳	±۰/۰۲fg ۱۰/۷۸
(PUFA + MUFA) / SFA	±۰/۰۲d ۱/۲۳	±۰/۰۳f ۱/۰٤	±۰/۰۱g ۰/۹٤	±۰/۰۱a ۲/۰۱	±۰/۰۰b ۱/۹۵	±۰/۰۲c ۱/۸۵	±۰/۰۰e ۱/۰۸	±۰/۰۰gh ۰/۹۷	±۰/۰۱h ۰/۹٦
ω -6/ ω -3	±۰/۰۰e ۰/۲۳	±۰/۰۱f ۰/۲۱	±۰/۰۱g ۰/۱۹	±۰/۰۱a ٦/۳٦	±۰/۰۰c ۵/۳٦	±۰/۰۱b ٦/۰۱	±۰/۰۰h ۰/۱۵	±۰/۰۱ed ۰/۲۲	±۰/۰۱d ۰/۲۵

جزئی: میزان کمتر از ۰/۵٪ اسید چرب می باشد، حروف غیر مشترک در هر سطر بیانگر تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد

تأثیر روش های گرم کردن مجدد بر ترکیب و میزان اسیدهای چرب ماهی

اثر دو روش گرم کردن مجدد بر میزان اسیدهای چرب ماهی بیاه درطول دوره ۵ ماهه در جدول ۳ آورده شده است. بین دو روش گرم کردن مجدد در میزان اسیدهای چرب تفاوت معنی داری وجود ندارد، اگرچه درگرم کردن مجدد با آون میزان اسیدهای چرب چند غیراشباع کاهش بیشتری نسبت به روش گرم کردن با مایکروویو داشته است به طوری که میزان این اسید چرب در انتهای دوره ۵ ماهه با این روش گرم کردن ۱/۹٪ اندازه

www.SID.ir

Archive of SID

گیری شد در حالیکه در روش گرم کردن با مایکروویو میزان آن ۲/٦٪ به دست آمد، البته تفاوت بین میزان اسیدهای چرب در این دو روش گرم کردن چندان چشمگیر نبود به عنوان مثال در روز پایانی تفاوت میزان EPA، اسید اولئیک، اسید میریستولئیک و اسید پالمیتولئیک به ترتیب ۰/۳، ۰/٤،۰/۳، ۰/۳ و ۰/۵٪ بود. میزان اسیدهای چرب PUFA در روش آون گذاری از میزان ۱۷٪/۷ در روز اول به ۱٦/۷٪ در روز پایانی کاهش یافت درحالیکه این اسیدهای چرب در نمونه های گرم شده با مایکروویو تغییر چندانی نکرده بود. نسبت اسیدهای چرب امگا۳/امگا٦ در نمونه های گرم شده با آون و گرم شده با مایکروویو اختلاف قابل توجهی با یکدیگر نداشتند، به این ترتیب می توان نتیجه گرفت بین دو روش گرم کردن (رفع انجماد) تفاوت چندانی در اثرگذاری بر میزان و نوع اسیدهای چرب وجود ندارد.

جدول ۳- تأثیر گرم کردن مجدد بر ترکیب اسیدهای چرب ماهی بیاه در دوره ۵ ماهه نگهداری منجمد

تیمار / اسیدچرب	گرم کردن مجدد با آون			گرم کردن مجدد با مایکروویو		
	۰	۷۵	۱۵۰	۰	۷۵	۱۵۰
اسید پالمتیک	۹/۰۲±۰/۰۱e	۱۰/۷۰±۰/۰۰c	۱۰/۵۰±۰/۰۱d	۹/۰۲±۰/۰۱ e	۱۰/۹۱±۰/۰۸b	۱۱/۱۳±۰/۰۲a
اسید پالمیتولئیک	۳/۲۴±۰/۰۰a	۳/۰۹±۰/۰۱b	۲/۷۰±۰/۰۷c	۳/۲۴±۰/۰۲a	۲/۲۵±۰/۰۱ d	۲/۲۲±۰/۰۱e
اسید میریستیک	۳۰/۷۶±۰/۰۰c	۳۱/۳۵±۰/۰۲b	۳۱/۴۴±۰/۰۰a	۳۰/۷۷±۰/۰۱c	۳۰/۰۲±۰/۰۱e	۳۰/۳۸±۰/۰۲d
اسید میریستولئیک	۱۴/۱۸±۰/۰۱c	۱۴/۵۱±۰/۰۰b	۱۳/۸۸±۰/۰۲d	۱۴/۱۸±۰/۰۱c	۱۴/۵۹±۰/۰۰a	۱۴/۱۹±۰/۰۱c
اسید استاریک	جزئی	۲/۴۳±۰/۰۱ b	۲/۵۰±۰/۰۱a	جزئی	۱/۸۷±۰/۰۴c	۱/۲۰±۰/۰۰d
اسید اولئیک	۲۲/۰۹±۰/۰۲a	۲۰/۵۱±۰/۰۴b	۱۹/۹۴±۰/۰۱d	۲۲/۰۹±۰/۰۰a	۱۹/ ۹۴±۰/۰۱d	۲۰/۳۴±۰/۰۱c
اسید لینولئیک	۱۰/۴۷±۰/۰۱c	۱۰/۰۲±۰/۰۱e	۱۰/۲۴±۰/۰۳d	۱۰/۴۷±۰/۰۰c	۱۱/۰۳±۰/۰۲a	۱۰/۹۵±۰/۰۲b
اسید ایکوزاپنتانوئیک	۵/۲۶±۰/۰۰a	۵/۱۷±۰/۰۲b	۴/۹۱±۰/۰۰c	۵/۲۶±۰/۰۱a	۴/۸۱±۰/۰۲d	۵/۱۷±۰/۰۱b
اسید دوکوزا هگزانوئیک	۲/۰۴±۰/۰۱b	۱/۶۱±۰/۰۱e	۱/۹۳±۰/۰۱c	۲/۰۴±۰/۰۳b	۱/۷۸±۰/۰۰d	۲/۶۳±۰/۰۰a
SFA	۳۹/۷۸±۰/۰۴e	۴۴/۴۸±۰/۰۰b	۴۴/۶۴±۰/۰۱a	۳۹/۷۹±۰/۰۱e	۴۲/۸±۰/۰۱c	۴۲/۵۹±۰/۰۱d
MUFA	۳۹/۵۱±۰/۰۱a	۳۸/۰۹±۰/۰۲b	۳۵/۹۸±۰/۰۲e	۳۹/۵۱±۰/۰۵a	۳۶/۹۸±۰/۰۱ c	۳۶/۷۵±۰/۰۳d
PUFA	۱۷/۷۷±۰/۰۳b	۱۶/۸۰±۰/۰۱d	۱۶/۶۹±۰/۰۰ e	۱۷/۷۷±۰/۰۱b	۱۷/۶۲±۰/۰۲ c	۱۸/۷۰±۰/۰۱a
$\frac{(PUFA+MUFA)}{SFA}$	۱/۵۰±۰/۰۱a	۱/۳۹±۰/۰۰c	۱/۲۶±۰/۰۱e	۱/۵۰±۰/۰۲a	۱/۴۱±۰/۰۳b	۱/۳۳±۰/۰۱d
ω -6/ ω -3	۱/۴۳±۰/۰۱d	۱/۴۸±۰/۰۱c	۱/۵۰±۰/۰۰b	۱/۴۳±۰/۰۲d	۱/۶۷±۰/۰۱a	۱/۴۰±۰/۰۲e

جزئی: میزان کمتر از ۰/۵٪ اسید چرب می باشد، حروف غیر مشترک در هر سطر بیانگر تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

تأثیر عصاره رازیانه بر ترکیب و میزان اسیدهای چرب ماهی

با توجه به نتایج در جدول ٤ می توان نتیجه گرفت استفاده از عصاره اتانلی رازیانه در جلوگیری از اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع در طول دوره نگهداری موثر بوده است بطوریکه در انتهای دوره نگهداری میزان اسیدهای لینولئیک و دکوزاهگزانوئیک به ترتیب ۱۳/۷ و۲/٤٪ اندازه گیری شد در حالیکه مقدار آن‌ها در نمونه های فاقد عصاره به ترتیب ۱۱/۸ و ۱/۸٪ بود، همچنین اسیدهای چرب تک غیراشباع مانند اولئیک و اسید میریستولئیک در انتهای دوره نگهداری در نمونه های حاوی عصاره به ترتیب ۱/۳ و ۰/۸٪ بیش از نمونه های فاقد عصاره بود اما میزان اسید پالمیتولئیک ۱/۹٪ کمتر از نمونه فاقد عصاره به دست آمد. این در حالی

www.SID.ir

Archive of SID

است که اسیدهای چرب اشباع مانند اسید میریستیک و اسید استئاریک در نمونه های دارای عصاره به ترتیب ۲/۱ و ۰/۲٪ کمتر از نمونه های بدون عصاره اندازه گیری شد. به طور کلی در دوره ۵ ماهه نگهداری، اسیدهای چرب MUFA در نمونه‌های دارای عصاره بیشتر از نمونه های فاقد آن بوده است در حالیکه در نمونه های فاقد عصاره اسیدهای چرب اشباع افزایش یافته است. اوزگول و همکاران (۲۰۰۹) با مقایسه اسیدهای چرب ماهی شانک حاوی عصاره رزماری و فاقد عصاره در مدت ٤ ماه انبارداری انجمادی به این نتیجه رسیدند که عصاره رازیانه در ممانعت از اکسیداسیون چربی موثر است.

جدول۴- تأثیر عصاره رازیانه برترکیب اسیدهای چرب ماهی بیاه در طی دوره ۵ ماهه نگهداری

تیمار / اسید چرب	دارای عصاره			بدون عصاره		
	۰	۷۵	۱۵۰	۰	۷۵	۱۵۰
اسید پالمتیک	۸/۲۰±۰/۰۱^{f}	۹/٦۱±۰/۰۱^{c}	۸/۵۱±۰/۰۱^{d}	۸/٤۳±۰/۰۹^{e}	۹/۹۳±۰/۰۴^{b}	۱۰/۵۸±۰/۰۱^{a}
اسید پالمیتولئیک	۳/۷۱±۰/۰۱ ^{a}	۳/۲۳±۰/۰۴^{c}	۳/۰٦±۰/۰۰^{d}	۳/٤۸±۰/۰۶^{b}	۲/۹۹±۰/۰۱^{e}	۲/۳۰±۰/۰۱^{f}
اسید میریستیک	۳۱/٦٦±۰/۰۱ ^{a}	۳۰/۲٤±۰/۰۱^{d}	۳۱/٤۰±۰/۰۱^{b}	۲۹/۲۰±۰/۰۰^{e}	۲۹/۰۱±۰/۰۱^{f}	۳۰/۵۰±۰/۰۲^{c}
اسید میریستولئیک	۱۳/۳۲±۰/۰۱^{b}	۱۳/۳۳±۰/۰۲^{b}	۱۱/۹٦±۰/۰۲^{e}	۱/۳۳±۰/۰۱^{d}	۱۲/٦۰±۰/۰۱^{c}	۱۳/۹۵±۰/۰۱^{a}
اسید استئاریک	جزئی	۱/٤٦±۰/۰۰^{d}	۱/۸۷±۰/۰۱^{c}	جزئی	۲/۸٤±۰/۰۱^{a}	۲/۱۰±۰/۰۰^{b}
اسید اولئیک	۲۲/۱۹±۰/۰۰^{b}	۲۱/۰٤±۰/۰۱^{e}	۲۱/۸۲±۰/۰۳^{c}	۲۳/٦۸±۰/۰۲^{a}	۲۱/۳۲±۰/۰۰^{d}	۲۰/٤۸±۰/۰۳^{f}
اسید لینولئیک	۱۲/۲۳±۰/۰۰^{d}	۱۲/۲۰±۰/۰۰^{e}	۱۳/۷۱±۰/۰۱^{a}	۱۲/٦۱±۰/۰۱^{c}	۱۳/۱۲±۰/۰۳^{b}	۱۱/۸٤±۰/۰۱^{f}
اسید ایکوزاپنتانوئیک	٤/۷۳±۰/۰۰^{b}	٤/۵۸±۰/۰۱^{c}	٤/۱٤±۰/۰۱^{f}	٤/٤۹±۰/۰۰^{d}	٤/۳۳±۰/۰۰^{e}	۵/۰۰±۰/۰۰^{a}
اسید دوکوزا هگزانوئیک	۱/۵۷±۰/۰۲^{e}	۱/۷۳±۰/۰۲^{c}	۲/٤۳±۰/۰۰^{a}	۱/۷۱±۰/۰۱^{d}	۱/٤۳±۰/۰۰^{f}	۱/۷۷±۰/۰۱^{b}
SFA	۳۹/۸۵±۰/۰۱^{e}	٤۱/۳۱±۰/۰۱^{d}	٤۱/۷۸±۰/۰۲^{b}	۳۷/٦۳±۰/۰۱^{f}	٤۱/۷۸±۰/۰۲^{b}	٤۳/۱۸±۰/۰۰^{a}
MUFA	۳۹/۲۲±۰/۰۰^{b}	۳۷/۸۰±۰/۰۱^{c}	۳٦/۸٤±۰/۰۱^{e}	۳۹/٤۹±۰/۰۴^{a}	۳٦/۹۱±۰/۰۱^{d}	۳٦/۷۳±۰/۰۰^{f}
PUFA	۱۸/۵۳±۰/۰۱^{e}	۱۸/۵۱±۰/۰۰^{f}	۲۰/۲۸±۰/۰۲^{a}	۱۸/۸۲±۰/۰۱^{c}	۱۸/۸۹±۰/۰۰^{b}	۱۸/٦۵±۰/۰۱^{d}
$\frac{(PUFA+MUFA)}{SFA}$	۱/ ٤۵±۰/۰۰^{c}	۱/۳۸±۰/۰۱^{d}	۱/۳۷±۰/۰۱^{d}	۱/۵۵±۰/۰۲^{a}	۱/٤۸±۰/۰۱^{b}	۱/۳۰±۰/۰۱^{e}
$\omega -3/\ \omega -6$	۱/۹٤±۰/۰۱^{d}	۱/۹۳±۰/۰۰^{d}	۲/۰۹±۰/۰۱^{b}	۲/۰۳±۰/۰۲^{c}	۲/۷۷±۰/۰۰^{a}	۱/۷۵±۰/۰۰^{e}

جزئی: میزان کمتر از ۰/۵٪ اسید چرب می باشد، حروف غیر مشترک در هر سطر بیانگر تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

نتیجه گیری کلی

تغییرات صورت گرفته در ترکیب شیمیایی ماهی پخته شده با توجه به کاهش رطوبت طی فرایند پخت قابل توجیه است. در بین دو روش پخت، سرخ کردن تأثیر بیشتری بر ترکیب اسیدهای چرب ماهی داشت و باعث افزایش نسبت اسیدهای چرب امگا٦ به امگا۳ شد اما روش پخت با آون تأثیر کمتری بر پروفایل اسیدهای چرب ماهی داشت. در بین دو روش گرم کردن مجدد روش مایکروویو گذاری به دلیل زمان کمتر حرارت دهی باعث تخریب کمتر اسیدهای چرب غیر اشباع شد و به همین دلیل این روش بهتر از روش آون گذاری است. عصاره الکلی رازیانه احتمالا به دلیل داشتن ترکیبات فنولیک و خواص آنتی اکسیدانی مانع اکسیداسیون اسیدهای چرب به ویژه اسیدهای چرب چند غیر اشباع در طی دوره نگهداری ماهی بیاه شد. البته نیاز است در مورد استفاده از این عصاره و یا ترکیبات مشابه به منظور افزایش پایداری روغن ماهی مطالعات بیشتری انجام گیرد و همچنین خواص ارگانولپتیک فیله ماهی آغشته به عصاره گیاهی نیز مورد ارزیابی قرار گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

Amira M, Hanene J, Madiha D, Imen B, Hammami M and Chaouch A, 2010. Effects of frying on the fatty acid composition in farmed and wild gilthead sea bream (Sparus aurata). International Journal of Food Science and Technology 45, 113–123.

Ansorena D, Guembe A, Tatianamendiz A and Astiasran I, 2010. Effect of fish and oil nature on frying process and nutritional product quality. Journal of Food Science and Technology 75 (2), H62-H67.

AOAC, 2005. "Official methods of Analysis, 18th edition. Association of official Analytical Chemists". Gaithersburg, Maryland (USA).

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

Delaram M and Jafari F, 2011. The Effect of Fennel on the Pre-Menstrual Syndrome. Knowledge and Health 6(1), 1-6.

Bilgin S, Izci L, Gunlu A and Bolat Y, 2010. Effects of pan frying with different oils on some of the chemical components, quality parameters and cholesterol levels of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). African Journal of Biotechnology 9(39): 6573-6577.

Castro-gonzalez I, Rodriguez AG, Romo Z, 2015. Effect of six different cooking techniques in the nutritioal composition of twe fish species previously selected as optimal for renal patiens diet. International Journal of Food Science and Technology 52(7), 4196-4205.

Domiszewski ZB, 2011. Effects of different heat treatments on lipid quality of striped catfish (*Pangasius hypophithalmus*). Acta Scientiarum Polonorum of Technology and Aliment 10(3), 359-373.

Ersoy B, 2011. Effects of cooking methods on the proximate, mineral and fatty acid composition of European eel (*Anguilla Anguilla*), International Journal of Food Science and Technology 46, 522–527.

Ersoy B and Ozeren, A, 2009. The effect of cooking methods on mineral and vitamin contents of African catfish. Food Chemistry 115, 419–422.

Faudale, M., Viladlmat, F., Bastida, J., Poli, F., Codina, C. 2008. Antioxidant Activity and Phenolic Composition of Wild, Edible, and Medicinal Fennel from Different Mediterranean Countries. Journal of agricultural and food chemistry , 56, 1912–1920.

Garcia-Ariasa MT, Alvarez PE, Garcıa-Linaresa MC, Garcıa MC and Sanchez-Munizb FJ, 2003. Cooking–freezing–reheating (CFR) of sardine (*Sardina pilchardus*) fillets. Effect of different cooking and reheating procedures on the proximate and fatty acid compositions. Food Chemistry 83, 349–356.

Kenar M, Ozogul F and Kuley E, 2010. Effects of rosemary and sage tea extracts on the sensory, chemical and microbiological changes of vacuum-packed and refrigerated sardine (*Sardina pilchardus*) fillets. International Journal of Food Science and Technology 45, 2366–2372.

Kouba A, mihoubi NB, Abdelmouleh A and Bouain A, 2012. Comparsion of the effects of four cooking methods on fatty acid profiles and nutritional composition of red mullet (*Mullus barbatus*) muscle. Food Science and Biotechnology 21(5): 1243-1250.

Larsen D, Quek SY and Eyres L, 2010. Effect of cooking method on the fatty acid profile of New Zealand King Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Food Chemistry, 119: 785–790.

Nikoo MR, Rahimabadi EZ and Salehifar E, 2010. Effects of Frying-Chilling-Reheating on the Lipid Content and Fatty Acid Composition of Cultured Sturgeon (*Huso huso, Beluga*) Fillets. Journal of Aquatic Food Product Technology 19:120–129.

Ozogul Y, Ozyurt G, Boga, EK, 2009. Effects of cooking and reheating methods on the fatty acid profile of sea breamtreated with rosemary extract. Journal of Food Science and Agricultural 89: 1481–1489.

Ozyurt G, Okutuk A and Polat A, 2011. Capability of the rosemary (Rosmarinus officinalis) extract on the oxidative stability of cooked sea bream (Sparus aurata) during frozen storage. Journal of Consumer Protection and Food Safety 6, 167–174.

Saldanha T and Bragagnolo N, 2008. Relation between types of packaging, frozen storage and grilling on cholesterol and fatty acids oxidation in Atlantic hake fillets (*Merluccius hubbsi*). Food Chemistry 106, 619–627.

www.SID.ir

Archive of SID

Tanimoto Sh, kitabayashi K, Fukusima Ch, Sugiyama S and Hashimoto T, 2015. Effect of storage period befor reheating on the volatile compound composition and lipid oxidation of steamed meat of yellowtail Seriola quinqueradiate. Food Science and Technology, 12562-015-0921-4.

Weber J, Bochi, VC, Ribeiro CP, Victorio AM and Emanuelli T, 2008. Effect of different cooking methods on the oxidation. proximate and fatty acid composition of silver catfish (*Rhamdia quelen*) fillets. Food Chemistry, 106, 140–146.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of different cooking methods on fatty acid composition of Abu mullet (*Liza subviridis*) oil treated with fennel alcoholic extract

A Ramezani[1], S A H Goli[2*], M Kadivar[3] and M R Sabzalian[4]

Received: July 13, 2014 Accepted: February 28, 2016

[1]MSc Student, Department of Food Science, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
[2]Assistant Professor, Department of Food Science, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
[3]Professor, Department of Food Science, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran
[4]Assistant Professor, Department of Genetics and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
[*]Corresponding author: Email: amirgoli@cc.iut.ac.ir

Abstract

Today, fish consumption, to provide nutrients and also maintain human health, is increasing worldwide. In this work, green back mullet fish was firstly divided into three groups: the first group was kept as raw sample and other two groups were cooked by two methods of frying and oven baking (with and without fennel extract) and then transferred to the freezer (-18°C), stored for 5 months. In defined intervals, the samples were defrosted using oven and microwave methods. In different processing methods, physiochemical characteristics and fatty acids profile of treated and raw fish were analyzed. The results revealed that oven-baked sample had the lowest moisture (51.97%) and highest protein (39.69%) over cooking. The fried sample due to oil absorption during frying had the highest fat content (8.6%). The most amounts of fatty acids in green back mullet were related to myristic, oleic and myristoleic acids. The omega-6 to omega-3 ratio in the oven baking did not differ with raw sample while this ratio in fried samples due to frying oil absorption increased. The content of EPA and DHA was reduced from 7.9 and 3.6% to 2.4 and 1.3%, respectively. Between reheating methods, there was no significant difference in fatty acids profile. In samples treated with fennel extract, the least changes in content of polyunsaturated fatty acids were observed during 5-month storage.

Keywords: Fish, Cooking, Fatty acids, Frynig, Fennel extract

www.SID.ir