بهبود پایداری اکسیداتیو میگوی (*Metapenaeus stebbingi*) پخته آماده مصرف با استفاده از اسانس های ترخون و مرزه طی نگهداری در سردخانه

مریم عزیزخانی*[۱]، فهیمه توریان[۱]

*azizkhani.maryam@gmail.com

۱- گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تخصصی فن آوری های نوین آمل، آمل، ایران

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۷

چکیده

در این مطالعه، پایداری اکسیداتیو میگوی (*Metapenaeus stebbingi*) پخته آماده مصرف تحت تاثیر افزودن اسانس های ترخون و مرزه طی دوره ۳ ماهه نگهداری در سردخانه مورد بررسی قرار گرفت. نمونه های میگو با اسانس های ترخون(*Artemisia dracunculus* L.) و مرزه (*Satureja hotensis* L.) تیمار و به روش های مختلف (سرخ کردن، طبخ در فر و بخارپز) پخته شدند. طی نگهداری در حالت انجماد، هیدرولیز چربی با اندازه گیری اسیدهای چرب آزاد و میزان اکسیداسیون از طریق اندازه گیری عدد پراکسید و تیوباربیتوریک اسید ارزیابی شد. از آنتی اکسیدان سنتزی بوتیل هیدروکسی تولوئن[۱] (BHT) جهت مقایسه فعالیت آنتی اکسیدانی استفاده شد. در پایان دوره نگهداری، بالاترین میزان اسیدهای چرب آزاد (پس از شاهد) در نمونه های حاوی مرزه بخارپزشده (۳/۲ درصد اسید اولئیک) و کمترین میزان در نمونه های حاوی مرزه و ترخون سرخ شده (۱/۱۱ و ۱/۷۵ درصد اسید اولئیک) مشاهده شد. پائین ترین عدد پراکسید نیز پس از BHT در میگوی بخارپز حاوی ترخون (۰/۹۲ میلی اکی والان/کیلوگرم چربی) مشاهده گردید. عدد تیوباربیتوریک اسید در نمونه های سرخ شده و پخته در فر حاوی اسانس مرزه (۰/۵۵ و ۰/۴۲ میلی گرم مالون آلدهید/کیلوگرم چربی) بیشتر از نمونه های حاوی ترخون (۰/۴۴و ۰/۳۸ میلی گرم مالون آلدهید/کیلوگرم چربی) بود. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که اسانس های ترخون و مرزه اکسیداسیون چربی را در محصول به تعویق می اندازد و نمونه های تیمار شده با اسانس ترخون دارای اسید چرب آزاد، شاخص پراکسید و تیوباربیتوریک اسید پائین تری نسبت به نمونه های حاوی اسانس مرزه و نیز شاهد بودند. همچنین، بهترین زمان نگهداری محصول با استفاده از اسانس های ترخون و مرزه برای نمون های سرخ شده، پخته در فر و بخارپز، به ترتیب، ۱، ۲ و ۳ ماه بود.

لغات کلیدی: آنتی اکسیدان، ترخون، مرزه، میگو، نگهداری در سردخانه

*نویسنده مسئول

[1] Butylated hydroxytoluene:

مقدمه

محصولات آماده مصرف (پیش پخته) معمولا طی دوره نگهداری به صورت منجمد ذخیره می شوند. فرآیند پیش پختن سبب بهبود طعم، غیر فعال نمودن آنزیم ها و کاهش قابل ملاحظه تعداد میکروارگانیسم ها می گردد. با این حال، عملیات آماده سازی ماده غذایی، مانند فرآیند حرارتی، منجر به افزایش سطح، تخریب بافتی و قرار گرفتن اجزای فسفولیپیدی غشای سلولی و نیز چربی بین عضلانی در معرض عوامل پرواکسیدان، ورود هوا به بافت و سرعت بخشیدن به واکنش های اکسیداتیو، دناتوره شدن پروتئین ها و تغییر رنگ محصول می گردد (Mc Bride *et al*., 2007). میگو دارای مقدار زیادی اسیدهای چرب غیر اشباع از جمله اسیدهای چرب امگا ۳ (اسید لینولنیک، ایکوزاپنتانوئیک اسید و دوکوزاهگزانوئیک اسید) و اسیدهای چرب امگا ۶ (اسید لینولئیک، اسید آراشیدونیک) می باشد (Mokhlesi *et al*., 2011). به همین دلیل، محصول پخته آماده مصرف آن نسبت به سایر محصولات گوشتی بیشتر در معرض فساد اکسیداتیو و وقوع تغییرات نامطلوبی همانند تخریب عطر، طعم، بو، رنگ، بافت و تولید ترکیبات سمی ناشی از اکسیداسیون چربی قرار دارد (Kanner, 1994). بنابراین به کار بردن ترکیباتی که بتوانند سرعت فرآیند اکسیداسیون را کاهش دهند، کیفیت محصول را حفظ نمایند و نیز موجب افزایش پایداری اکسیداتیو و عمر ماندگاری فرآورده گردند، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. با توجه به تاثیرات منفی نگهدارنده های شیمیایی متداول در صنعت غذا از جمله آنتی اکسیدان های سنتزی مانند بوتیل هیدروکسی تولوئن (Butylated hydroxytoluene: BHT)، بوتیل هیدروکسی آنیزول (Butylated hydroxyanisole: BHA) و پروپیل گالات (Propyl gallate: PG) بر سلامت مصرف کنندگان، در سال های اخیر محققان متعددی به بررسی تاثیر آنتی اکسیدانی اسانس ها و عصاره های گیاهی به عنوان نگهدارنده های طبیعی در مواد غذایی مختلف پرداخته اند (Nasiri *et al*., 2014; Fahim Dejban *et al*., 2013). به طور مثال، نتایج بررسی تاثیر پوشش خوراکی فعال حاوی صمغ دانه ریحان و تیمول بر میزان اکسیداسیون در میگو (*Litopenaeus vannamei*) طی سرخ کردن عمیق نشان داد که پوشش حاوی ۱۰ درصد تیمول میزان ارزش پراکسید را در مقایسه با کنترل ۴۶/۴ درصد کاهش می دهد (Khazaei *et al*., 2016). در مطالعه Tokur (۲۰۰۷) میزان محصولات اولیه اکسیداسیون چربی در ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) که توسط روش های مختلف تحت تیمار حرارتی (سرخ کردن، پختن در فر و کباب کردن) قرار گرفته بود، افزایش یافت. همچنین، Bakar و همکاران (۲۰۰۸) گزارش نمودند که عدد پراکسید اولیه (۱/۷۸ میلی اکی والان در کیلوگرم چربی) به ۲/۶۵، ۲/۸۰ و ۳/۱۲ میلی اکی والان در کیلوگرم چربی، به ترتیب، در ماهی خال مخالی (*Scomberomorous guttatus*) سرخ شده، کبابی شده و بخار پزشده افزایش یافت. افزایش قابل ملاحظه ای در عدد پراکسید نمونه های سرخ شده تیمارشده با هر دو اسانس طی ذخیره سازی منجمد در دوره ۳ ماهه مشاهده شد، با این حال، تشکیل هیدروپراکسید در این نمونه ها نسبت به نمونه های شاهد کندتر بود. همچنین، Serdaroglu وFelekoglu (۲۰۰۵) نشان دادند که عدد پراکسید تکه های ماهی ساردین (*Sardina pilchardus*) تیمار شده با عصاره رزماری طی نگهداری منجمد به طور قابل ملاحظه ای کمتر از گروه شاهد در شرایط نگهداری مشابه بود. اجزای تشکیل دهنده اسانس های گیاهی همچون ترخون و مرزه در پژوهش های اخیر به طور وسیعی مورد بررسی قرار گرفته است (Adiguzel *et al*., 2007; Ayoughi *et al*., 2011; Gulluce *et al*., 2003; Kordali *et al*., 2005) . گیاه ترخون (*Artemisia dracunculus* L.) از خانواده کاسنی جزء گیاهان علفی معطر است که دارای خواص دارویی بسیاری می باشد. در بین ترکیبات عمده موجود در این اسانس استراگول و اوسیمن بالاترین فعالیت آنتی اکسیدانی را

دارند (Zargari, 1989). جنس مرزه (*Satureja hotensis* L.) نیز از خانواده چتریان جزء گیاهان علفی یک ساله است که ضمن کاربرد به عنوان چاشنی و ادویه واجد گستره وسیعی از خواص بیولوژیکی و دارویی، از جمله ضد قارچ، ضد باکتری وآنتی اکسیدانی، می باشد و در میان ترکیبات موجود در اسانس آن، کارواکرول و تیمول دارای بیشترین اثر آنتی اکسیدانی هستند (Zargari, 1989).

نظر به تمایل روزافزون مصرف کنندگان به استفاده از مواد غذایی عاری از نگهدارنده های سنتزی و با توجه به اینکه بخشی از محصولات میگو در کشور به صورت پیش پخته و آماده مصرف عرضه میگردد و نیز این محصولات از ارزش اقتصادی بالایی برخوردار می باشند، هدف از انجام این مطالعه بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی گیاهان ترخون و مرزه بر پایداری اکسیداتیو میگوی (*Metapenaeus stebbingi*) پخته آماده مصرف طی دوره ۳ ماهه نگهداری در سردخانه بود.

مواد و روش کار

تهیه اسانس ها و آنالیز آنها

اسانس های ترخون (*Artemisia dracunculus* L.) و مرزه (*Satureja hotensis* L.) از برگ و ساقه خشک شده گیاهان (برداشت شده در اواخر ماه مهر ۱۳۹۵ از منطقه شهر ری، تهران) به روش تقطیر با بخار با استفاده از دستگاه کله‌ونجر (به مدت ۲ ساعت) تهیه گردید و آنالیز ترکیبات آنها توسط دستگاه گاز کروماتوگراف مجهز به طیف سنج جرمی (GC/MS) (ترموکوئست تریس جی سی ۲۰۰۰ فینیگان (انگلستان)) انجام شد. ویژگی های گاز کروماتوگراف عبارت بود از: ستون موئینه DB5 به طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۲۵۰ میکرومتر و ضخامت لایه داخلی ۰/۲۵ میکرومتر، با برنامه دمایی ۵۰ تا ۲۶۵ درجه سانتی گراد و همراه با افزایش تدریجی ۲/۵ درجه سانتی گراد در هر دقیقه و نگهداری ستون در ۲۶۵ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه. دمای اتاقک تزریق ۲۵۰ درجه سانتی گراد و سرعت جریان گاز هلیم ۱/۵ میلی لیتر در دقیقه بود. طیف سنجی جرمی به روش یونیزاسیون الکترونی (EI) با انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت و دمای منبع یونیزاسیون ۲۵۰ درجه سانتی گراد بود. ترکیبات اسانس ها بر اساس مقایسه مدت زمان و اجزای طیف های جرمی آنها با (RI) بازداری نسبی و مقادیر ذخیره شده در کتابخانه رایانه ای وایلی n.۱۷ و نایست (مؤسسه ملی استاندارد و فناوری) (Adams, 2001) شناسایی و بر اساس میانگین دو تزریق اسانس تعیین مقدار گردید.

بررسی فعالیت آنتی آکسیدانی اسانس ها (فعالیت مهارکنندگی DPPH·):

جهت بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس های گیاهی آزمون ارزیابی قدرت جذب رادیکال پایدار ۲و'۲– دی فنیل ۱- پیکریل هیدرازیل (DPPH·) به کار رفت. اساس آزمون، واکنش رادیکال چربی دوست DPPH· با آنتی اکسیدان ها (اهداء کننده هیدروژن) می باشد، لذا رادیکال DPPH· به شکل کاهش یافته در می آید، رنگ محلول از بنفش تیره به زرد روشن تبدیل می شود و در نتیجه میزان جذب در طول موج ۵۱۷-۵۱۵ نانومتر کاهش می یابد. جهت بررسی بهتر فعالیت آنتی رادیکالی، از فاکتور IC50 استفاده می شود که بیانگر غلظتی از اسانس ها است که قادر به کاهش غلظت رادیکال آزاد DPPH· به ۵۰ درصد مقدار اولیه می باشد و با استفاده از نمودار استاندارد محاسبه می گردد. در این آزمون از آنتی اکسیدان سنتزی BHT به عنوان کنترل مثبت استفاده شد (Apostolidis *et al*., 2007).

آماده سازی نمونه

سه کیلوگرم میگوی موزی (*Metapenaeus stebbingi*) در فصل پائیز، آبان ۱۳۹۵، از بازار محلی جزیره قشم خریداری و در عرض ۲۴ ساعت در مجاورت یخ به آزمایشگاه منتقل گردید. پس از سرکنی و رگ گیری، یک

گروه از نمونه ها بلافاصله آنالیز (اسید چرب آزاد، ارزش پراکسید و مواد واکنشگر با تیوباربیتوریک اسید) شد و به عنوان نمونه تازه- خام به کار رفت. سه گروه از نمونه ها با اسانس ترخون، سه گروه دیگر با اسانس مرزه و سه گروه با BHT (به عنوان کنترل مثبت) تیمار شدند، به این صورت که نمونه ها در اسانس (۲۰ گرم در لیتر، نسبت محلول حاوی اسانس به میگو ۲ به ۱) به مدت ۲-۱ دقیقه غوطه ور و سپس به روش های مختلف طبخ شدند. یک گروه از نمونه های هر تیمار به مدت ۱ دقیقه در روغن آفتابگردان در دمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد سرخ، گروه دوم به مدت ۱۰ دقیقه در ۲۲۰ درجه سانتیگراد در فر پخته و گروه سوم به مدت ۱۰ دقیقه در ۱۵۰ درجه سانتیگراد بخارپز (با استفاده از فر بخارپز تحت فشار) گردید. سه گروه بدون اسانس نیز به عنوان شاهد با روش های مشابهی تهیه شدند. یک نمونه از هر گروه (با یا بدون اسانس) بلافاصله آنالیز و بقیه نمونه ها در فریزر ۱۸- درجه سانتیگراد به مدت ۳ ماه نگهداری شدند و در پایان هر ماه مورد آنالیز قرار گرفتند.

اندازه گیری چربی کل

سنجش میزان چربی کل به روش سوکسله توسط حلال اتر دوپترول و با استفاده از دستگاه سوکسله (Quickfit، انگلستان) مطابق روش James (۱۹۹۵) انجام شد.

اندازه گیری درصد اسیدهای چرب آزاد: میزان اسید چرب آزاد در نمونه ها به روش تیتراسیون اسیدیمتری عصاره‌های بلای و دایر پس از افزودن اتانول و استفاده از فنل فتالئین به عنوان معرف مطابق روش AOCS (۱۹۹۴) انجام شد.

اندازه گیری عدد پراکسید

روش به کار رفته در این پژوهش بر اساس اکسیداسیون آهن (II) به آهن (III) توسط هیدروپراکسیدها و تشکیل کمپلکس آهن (III)-تیوسیانات برای تعیین عدد پراکسید به کمک اسپکتروفتومتری (مدل ۶۳۰۵، Jenway).

اندازه گیری مواد واکنشگر با عدد تیوباربیتوریک اسید

در این مطالعه جهت ارزیابی روند تولید محصولات ثانویه اکسیداسیون چربی ها، شاخص میزان ترکیبات واکنش دهنده با اسید تیوباربیتوریک یا TBARS[۲] ، مطابق روش Yeو همکاران (۲۰۰۹)، به کار رفت.

تجزیه و تحلیل داده ها

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از روش آنالیز واریانس یک‌طرفه (one-way ANOVA) جهت آنالیز ویژگی های شیمیایی انجام شد. بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر حاصل با استفاده از آزمون توکی (Tukey HSD) انجام شد. معناداربودن اختلاف بین داده ها در سطح اطمینان $p<۰/۰۵$ تعیین شد. از نرم افزار SPSS 20 برای آنالیز آماری و Excel برای رسم نمودارها استفاده شد.

نتایج

محتوای چربی نمونه های میگوی سفید ریز ۰/۸۱ درصد به دست آمد. اجزای تشکیل دهنده اسانس ها در جدول ۱ ارائه شده است. ترکیبات عمده اسانس مرزه شامل تیمول (۲۹/۱ درصد)، کارواکرول (۲۶/۶ درصد)، گاما-ترپینن (۲۴/۷۲ درصد)، پارا-سیمن (۷/۵۵ درصد) و آلفا-ترپینن (۳/۹۶ درصد) و اسانس ترخون شامل استراگول (۸۱/۸۹ درصد)، بتا-سیس-اوسیمن (۴/۶۲ درصد)، بتا-ترانس-اوسیمن (۳/۴۴ درصد)، ال-لیمونن (۱/۶۷ درصد) و اوژنول متیل اتر (۱/۴۹ درصد) بود.

مطابق داده‌های بدست آمده، BHT در مقایسه با تیمارهای آنتی اکسیدانی طبیعی، بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را نشان داد (۹۰/۰۵ درصد).

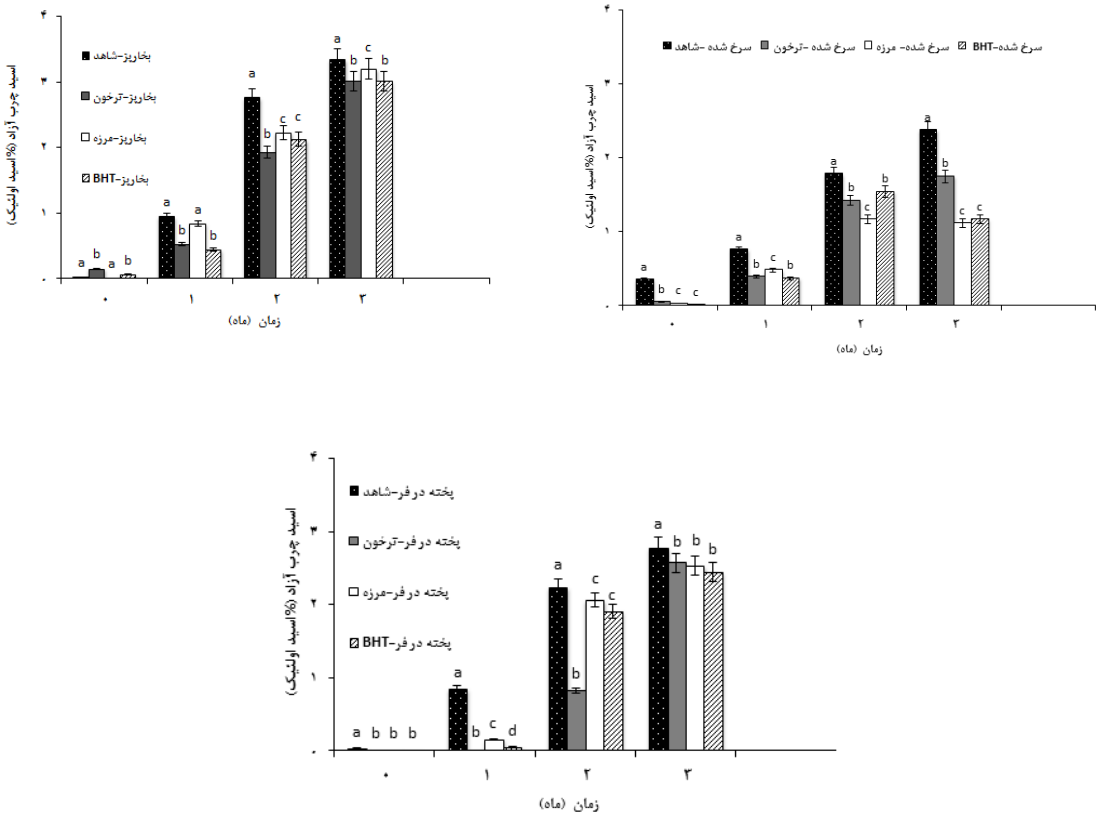
[2] Thiobarbituric Acid Reactive Substances

جدول ۱: ترکیبات تشکیل دهنده اسانس های مرزه و ترخون بر اساس نتایج کروماتوگرافی گازی/طیف سنجی جرمی
Table 1: Essential oil composition of savory and tarragon identified by GC/MS

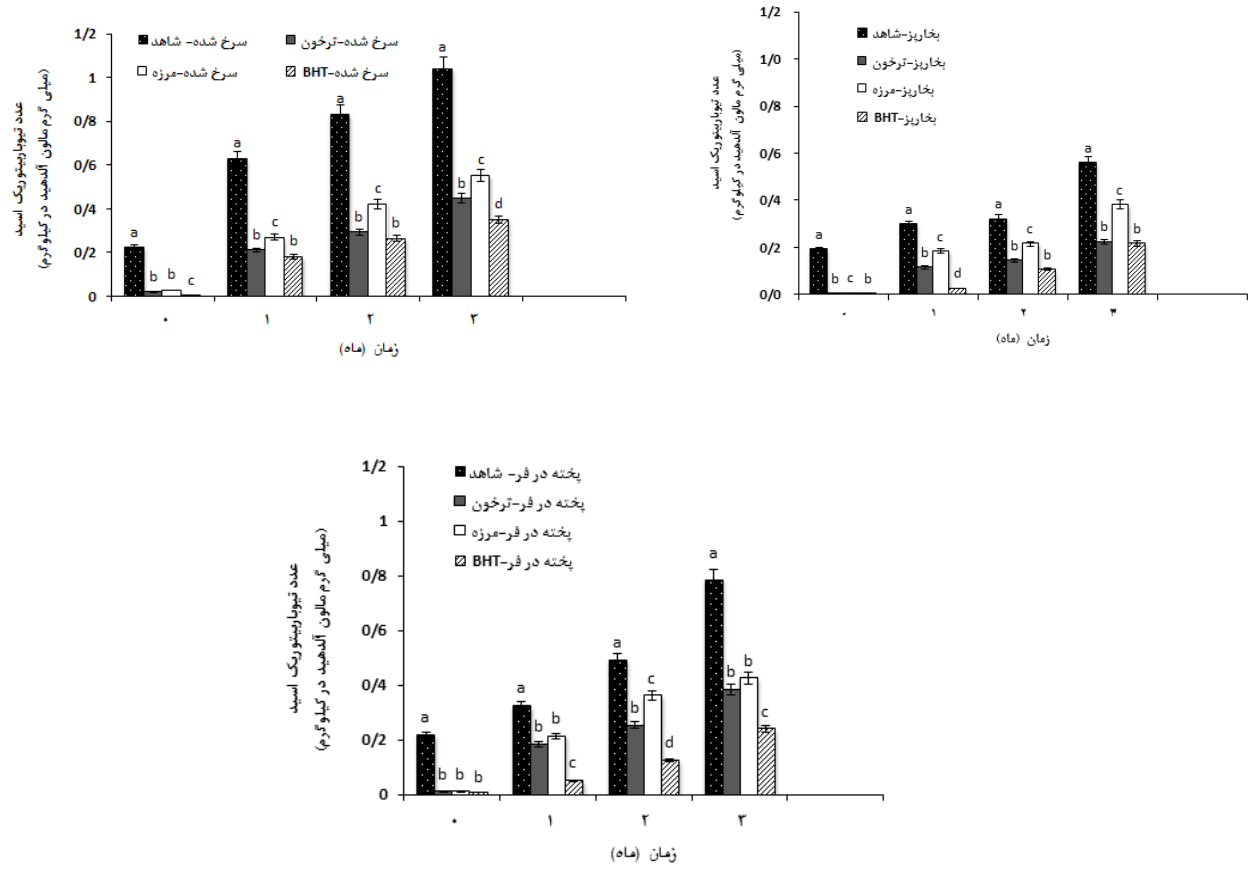
اسانس مرزه			اسانس ترخون		
نام ترکیب	میزان (درصد)	شاخص بازداری	نام ترکیب	میزان (درصد)	شاخص بازداری
آلفا--توژن	۱/۲۴	۹۲۹	۱-ار-آلفا-پینن	۰/۶۴	۹۳۲
آلفا-پینن	۰/۷۱	۹۳۷	کامفین	۰/۰۵	۹۴۳
کامفین	ناچیز	۹۵۰	سابینن	۰/۰۵	۹۶۸
سابینن	ناچیز	۹۹۱	بتا-پینن	۰/۰۹	۹۷۴
بتا-پینن	۰/۳۵	۹۸۴	بتا-میرسین	۰/۱۱	۹۸۶
بتا-میرسین	۱/۶۸	۹۹۳	ال-لیمونن	۱/۶۷	۱۰۲۷
آلفا-فلاندرن	۰/۳۳	۱۰۴۰	بتا-ترانس-اوسیمن	۳/۴۴	۱۰۳۹
دی-۳-کارن	ناچیز	۱۰۱۱	بتا-سیس-اوسیمن	۴/۶۲	۱۰۵۰
آلفا-ترپینن	۳/۹۶	۱۰۲۱	آلفا-ترپینولن	۰/۳۳	۱۰۸۵
بتا -فلاندرن	۰/۵۵	۱۰۳۲	الو-اوسیمن	۰/۷۱	۱۱۲۸
۱و۸-سینئول	ناچیز	۱۰۳۷	استراگول	۸۱/۸۹	۱۲۱۵
گاما-ترپینن	۲۴/۷۲	۱۰۵۹	پولگون	۰/۰۵	۱۲۴۰
آلفا-ترپینولن	ناچیز	۱۱۴۶	بورنیل استات	۰/۱۹	۱۲۸۷
سیس-سابینن یدرات	ناچیز	۱۰۶۷	تیمول	۰/۱۴	۱۲۹۰
لینالول	ناچیز	۱۱۰۴	کارواکرول	۰/۳۱	۱۳۰۶
بورنئول	ناچیز	۱۱۶۴	دلتا-المین	۰/۰۹	۱۳۳۵
پارا-سیمن	۷/۵۵	۱۱۸۵	اوژنول	۰/۴۴	۱۳۵۸
آلفا-ترپینئول	ناچیز	۱۱۹۰	ایی-متیل سینامات	۰/۴۳	۱۳۸۰
سیس-دی هیدرو کارون	ناچیز	۱۱۹۵	اوژنول متیل اتر	۱/۴۹	۱۴۰۴
کارواکرول متیل اتر	۰/۱	۱۲۴۵	کاریوفیلین	۰/۱	۱۴۱۸
تیمول	۲۹/۱	۱۲۹۰	دکالاکتون	۰/۱۷	۱۴۶۷
کارواکرول	۲۶/۶	۱۲۹۹	ژرماکرین دی	۰/۲۱	۱۴۷۹
تیمول استات	۰/۳	۱۳۵۲	بتا یونون	۰/۰۹	۱۴۸۹
کارواکرول استات	۰/۱	۱۳۷۱	بیسیکلوژرماکرین	۰/۱۶	۱۴۹۴
تی-کاریوفیلین	۰/۵۲	۱۴۱۵	آلفا-فارنزین	۰/۱	۱۵۰۴
آروما دندرین	ناچیز	۱۴۳۲	بتا-سسکوئی فلاندرن	۰/۰۹	۱۵۲۱
نریل استات	ناچیز	۱۴۳۶	اسپاتولنول	۰/۱۷	۱۵۷۸
آلفا-هومولن	ناچیز	۱۴۵۲	کاریوفیلین اکساید	۰/۱۴	۱۵۸۳
اسپاتولنول	ناچیز	۱۴۸۳	اسپاتولنول	۰/۹۱	۱۶۰۹
بتا-بیسابولن	۰/۹۹	۱۵۰۸	کاریوفیلنیل الکل	۰/۰۵	۱۶۴۷
اسپاتولنول	۰/۱۲	۱۵۷۴	هرینیارین	۰/۱۳	۱۷۱۷
آلفا-بیسابولول	ناچیز	۱۶۸۱	۲-پنتادکانون،۶،۱۰،۱۴-تری متیل	۰/۰۶	۱۸۴۰
			۱،۲،۴-تری آزولو [۳،۴ آ] پیریدین، ۳-فنیل	۰/۲	۱۹۳۳
			فیتول	۰/۴۸	۲۱۱۰

در بین غلظت‌های مختلف اسانس مرزه، بیشترین درصد فعالیت رپایش رادیکال در غلظت ۱ درصد مشاهده گردید که اثر آنتی رادیکالی بهتری را نسبت به سایر غلظت‌های اسانس نشان داد (۵۹/۱ درصد) ($p<۰/۰۵$). در خصوص اسانس ترخون، بیشترین میزان فعالیت (۶۸ درصد) بعد از BHT مربوط به سطح غلظت ۰/۷۵درصد بود ($p<۰/۰۵$). همانطور که ملاحظه می شود فعالیت آنتی اکسیدانی و ضدرادیکالی اسانس ترخون به طور معناداری بیشتر از اسانس مرزه است ($p<۰/۰۵$). میزان اسیدهای چرب آزاد در نمونه های میگو تیمار شده با اسانس های مرزه و ترخون طی سه ماه نگهداری منجمد در شکل (۱) ارائه شده است.

داده های به دست آمده از ارزیابی شاخص پراکسید (PV، میلی اکی والان / کیلوگرم چربی) در شکل (۲) نشان داده شده است. عدد پراکسید اولیه در میگوی تازه خام معادل ۰/۰۵۲ میلی اکی والان در کیلوگرم چربی بود. بالاترین عدد پراکسید پس از شاهد در میگوی سرخ شده حاوی ترخون و مرزه (به ترتیب، ۲/۸۷ و ۲/۷۷ میلی اکی والان/کیلوگرم چربی) و پائین ترین عدد پراکسید نیز پس از BHT در میگوی بخارپز حاوی ترخون (۰/۹۲۴ میلی اکی والان / کیلوگرم چربی) مشاهده گردید.



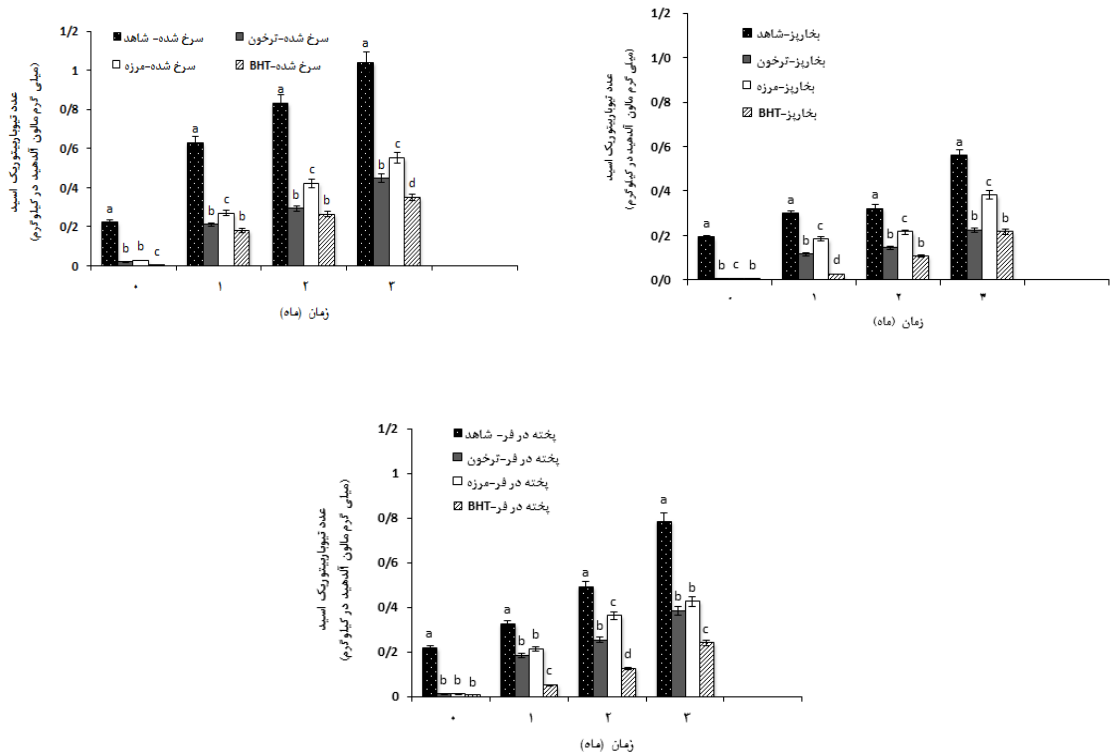
شکل ۱: تغییرات میزان اسیدچرب آزاد در میگوی موزی پخته تیمار شده با اسانس ها طی دوره نگهداری منجمد
Figure 1: Free fatty acid changes in essential oil-treated cooked shrimp during frozen storage



شکل ۲: تغییرات شاخص پراکسید (میلی اکی والان/کیلوگرم چربی) در میگوی موزی پخته تیمار شده با اسانس ها طی دوره نگهداری منجمد

Figure 2: Peroxide value (meq/kg fat) changes in EO-treated cooked shrimp during frozen storage.

نتایج به دست آمده از اندازه گیری میزان TBARS در نمونه های پیش پخته تیمار شده با اسانس های ترخون و مرزه در شکل (۳) ارائه شده است. عدد تیوباربیتوریک اسید در نمونه های سرخ شده و پخته در فر حاوی اسانس مرزه(۰/۵۵ و ۰/۴۲ میلی گرم مالون آلدهید/کیلوگرم) بیشتر از نمونه های حاوی ترخون (۰/۴۴ و ۰/۳۸ میلی گرم مالون آلدهید/ کیلوگرم) بود($p<۰/۰۵$) و سایر نمونه ها (طبخ شده در فر و بخارپز) عدد تیوباربیتوریک اسید پائین تری نسبت با نمونه های فوق داشتند($p<۰/۰۵$).



شکل ۳:تغییرات شاخص تیوباربیتوریک اسید در میگوی موزی پخته تیمار شده با اسانس ها طی دوره نگهداری منجمد

Figure 3: TBARS value changes in EO-treated cooked shrimp during frozen storage

بحث

در مطالعه ای که توسط Kordali و همکاران (۲۰۰۵) انجام شد ترکیبات اصلی اسانس ترخون شامل آنتول (۸۱/۰ درصد)، بتا-اوسیمن (۹/۶ درصد)، لیمونن (۳/۱ درصد) و متیل اوژنول (۱/۸ درصد) گزارش گردید. همچنین، Ayoughi و همکاران (۲۰۱۱) نیز ترکیبات عمده این اسانس را آنتول (۵۱/۷۲درصد)، بتا-اوسیمن (۸/۳۲ درصد)، متیل اوژنول (۸/۰۶ درصد)، لیمونن (۴/۹۴ درصد) و لینالول (۴/۹۴ درصد) اعلام نمودند. در پژوهش حاضر ترکیب اصلی اسانس ترخون شامل استراگول (۸۱/۸۹ درصد) است که ایزومر آنتول می باشد. در این تحقیق، ترکیبات عمده اسانس مرزه نیز شامل تیمول، کارواکرول، گاما-ترپینن، پارا-سیمن و آلفا-ترپینن بوده که در تحقیقات متعددی ظرفیت بالای هیدروژن دهندگی، جذب رادیکال های آزاد و فعالیت آنتی اکسیدانی قابل ملاحظه این مونوترپن ها اثبات شده است (Fathi *et al*., 2013, Moghadam, 2015). نتایج آنالیز شیمیایی اسانس مرزه در مطالعه حاضر با نتایج Gulluce و همکاران (۲۰۰۳) تقریبا مشابه است. در مطالعه ایشان، عمده ترین ترکیبات اسانس مرزه تیمول (۲۸/۹ درصد)، کارواکرول (۲۶/۱ درصد)، گاما-ترپینن (۲۱/۵ درصد)، پارا-سیمن (۱۰ درصد)، آلفا-پینن (۳ درصد)، آلفا-ترپینن (۲/۷ درصد) و بتا-پینن (۲/۵ درصد) گزارش گردید. همچنین، درمطالعه ای که توسط Adiguzel و همکاران (۲۰۰۷) در خصوص اسانس مرزه انجام گرفت، عمده ترین ترکیبات اسانس عبارت بودند از: تیمول (۴۰/۵۴ درصد)،

گاما-ترپینن (۱۸/۵۶ درصد)، کارواکرول (۱۳/۹۸ درصد) و پاراسیمن (۸/۹۸ درصد). به هر حال، تفاوت در ترکیب شیمیایی اسانس های یک گونه گیاهی در مطالعات مختلف می تواند به زمان برداشت، وضعیت جغرافیایی، شرایط خاک و عوامل ژنتیکی مربوط باشد (Damjanovic *et al*., 2011).

هیدرولیز تری گلیسریدها و تشکیل اسیدهای چرب آزاد در مواد غذایی، به تنهایی منجر به کاهش ارزش تغذیه ای نمی گردد، لیکن افزایش میزان اسیدهای چرب آزاد منجر به اعمال تاثیرات قابل ملاحظه بر حلالیت پروتئین (از طریق واکنش با پروتئین ها و برقراری پیوند با استخلاف های قطبی مختلف این ترکیبات حلالیت را کاهش می دهند) و نیز سرعت بخشیدن به روند اکسیداسیون اسیدهای چرب نسبت به انواع استریفیه شده می گردد (Kanner, 1994; Rodriguez *et al*., 2008). پژوهشگران متعددی گزارش نموده اند که تشکیل اسید چرب آزاد در محصولات ماهی حرارت دیده، نتیجه تجزیه ترکیباتی با وزن مولکولی بالا مانند تری گلیسیریدها و فسفولیپیدها می باشد (Losada *et al*., 2006). در این مطالعه، میزان واکنش های منجر به هیدرولیز و آزادسازی اسیدهای چرب در نمونه های میگوی پخته شده در فر و نیز نمونه های بخارپز شده افزایش یافت. Bakar و همکاران (۲۰۰۸) نیز گزارش نمودند که فرایندهایی چون بخارپز کردن، کباب کردن و طبخ در مایکروویو میزان اسیدهای چرب آزاد را در ماهی خال مخالی افزایش می دهد، به نظر می رسد وجود همزمان دو عامل حرارت و رطوبت موجب تسهیل فرایند لیپولیز می گردد. در این مطالعه، میزان اسید چرب آزاد در همه گروه ها طی مدت ذخیره سازی در حالت انجماد افزایش یافت. آنزیم های لیپولیتیک موجود در بافت حتی در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد نیز فعال هستند، لذا میتوانند موجب افزایش سطح اسیدهای چرب آزاد طی نگهداری منجمد گردند.

نتایج پژوهش Ozyurt و همکاران (۲۰۰۹) طی بررسی تاثیر عصاره رزماری بر میزان فساد هیدرولیتیک در شاه ماهی (*Mullus barbatus*) پخته شده حاکی از این بود که افزودن این عصاره تاثیری در جلوگیری و یا کاهش تشکیل اسیدهای چرب آزاد در نمونه ماهی نداشته است. همچنین، در این رابطه، در مطالعه Abdel-Aal (۲۰۰۱) مشاهده شد که تیمار آنتی اکسیدانی ماهی نیل کارموت (*Claries lazera*) با تری پلی فسفات سدیم، اسید اسکوربیک، اسید سیتریک و Na_2EDTA و سپس نگهداری آن در ۱۸- درجه سانتیگراد موجب افزایش سطح اسیدهای چرب آزاد در نمونه شد و افزودن آنتی اکسیدان ها تاثیری در جلوگیری از تشکیل این ترکیبات نداشته است. در پژوهش حاضر، استفاده از اسانس مرزه و ترخون موجب کاهش جزئی در تشکیل اسیدهای چرب آزاد در نمونه های تیمارشده و حرارت دیده نسبت به شاهد (فاقد اسانس) گردید.

در پژوهشی که به ارزیابی تاثیر پوشش ژلاتینی حاوی اسانس برگ نارنج بر شاخص پراکسید میگو صورتی (*Parapenaeus longirostris Lucas*) طی نگهداری در سرما پرداخته شد، مشاهده گردید نمونه های پوشش یافته با ژلاتین حاوی اسانس نسبت به نمونه های کنترل، به طور معناداری، ارزش پراکسید پائین تری داشتند (Alparslan *et al*., 2016). در نتایج ارائه شده در شکل (۲) مشاهده می شود که میزان پراکسید تا ماه دوم افزایش و سپس کاهش یافته و در مقابل آن TBARS افزایش یافته است، این روند ناشی از تجزیه محصولات اولیه اکسیداسیون (کاهش ارزش پراکسید) و تولید محصولات ثانویه اکسیداسیون (TBARS) می باشد. تیمار با اسانس ترخون و در رتبه بعدی اسانس مرزه در جلوگیری از تشکیل هیدروپراکسیدها در نمونه های میگوی طبخ شده در طول ذخیره سازی در حالت انجماد موثر بوده است.

وجود اسانس ها در نمونه های طبخ شده در فر و بخارپز شده موجب شده تا این نمونه ها در کل دوره نگهداری عدد تیوباربیتوریک اسید پائین تری نسبت به نمونه های سرخ شده نشان دهند. پوشش ژلاتینی حاوی اسانس برگ

نارنج به میزان قابل توجهی موجب کاهش شاخص تیوباربیتوریک اسید در میگوی صورتی طی دوره نگهداری در سرما شده است (Alparslan *et al*., 2016). همچنین، گزارش شده که پوشش خوراکی فعال حاوی تیمول شاخص تیوباربیتوریک اسید را در میگوی سرخ شده به روش عمیق در مقایسه با نمونه کنترل ۴۰/۸ درصد کاهش می دهد (Khazaei *et al*., 2016). Bakar و همکاران (۲۰۰۸) گزارش نمودند که عدد اولیه TBARS (۰/۵۴ میلی گرم مالون دی آلدهید/کیلوگرم) در عضله خام ماهی خال مخالی پس از پخت به روش سرخ کردن، کباب کردن، بخارپز کردن و حرارت دادن با مایکروویو، به ترتیب به ۲/۶۵، ۲/۸۰، ۳/۱۳ و ۲/۹۸ میلی گرم مالون دی آلدهید/کیلوگرم افزایش یافت. در مطالعات دیگر همچون مطالعه Tokur (۲۰۰۷) نیز مشاهده شد که ارزش TBARS اولیه (۰/۲۲ مالون دی آلدهید/کیلوگرم) در عضله ماهی قزل آلای رنگین کمان پخته شده در فر به ۵/۷۸ میلی گرم مالون دی آلدهید/کیلوگرم افزایش یافته و سایر روش های حرارت دادن مانند سرخ کردن، کباب کردن و دودی نمودن نیز موجب افزایش عدد TBARS می گردند. در مطالعه Cadun و همکاران (۲۰۰۸) گزارش گردید که ارزش TBARS در میگوی مارینا د و تیمار شده با عصاره رزماری ۲/۷ برابر کمتر از گروه شاهد (فاقد عصاره رزماری) بود، زیرا ترکیبات واجد فعالیت آنتی اکسیدانی در عصاره با احیای ترکیبات حاصل اکسیداسیون از ادامه روند اکسیداسیون و افزایش TBARS جلوگیری می نمایند.

مطابق شکل (۳) نوساناتی در میزان مالون آلدهید تولید شده در نمونه ها طی دوره نگهداری۳ ماهه در فریزر مشاهده می شود. کاهش در میزان TBARS می تواند به علت به وجود آمدن محصولات ناشی از اکسیداسیون لیپیدها، و واکنش مالون دی آلدهید موجود با این ترکیبات و یا ترکیبات دیگر مانند پروتئین های میوفیبریلی باشد (Nakhost and Karl, 1984).

Sharifianو همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که غلظت TBARS در ماهی شوریده *(Otolithes ruber)* در روز پانزدهم نگهداری در پودر یخ ۳/۷۵ میلی گرم مالون دی آلدهید/کیلوگرم بافت و پایین‌تر از حد مجاز (۵ میلی‌گرم مالون دی آلدهید/کیلوگرم بافت) بوده است. در مطالعه حاضر، با وجود افزایش TBARS طی ذخیره سازی، این عدد در همه نمونه ها کمتر از حد غیر قابل پذیرش (۵ میلی گرم مالون دی آلدهید/کیلوگرم) مطابق طبقه بندی گزارش شده توسط محققان بود. مطابق نتایج مطالعه حاضر، افزودن اسانس ترخون و پس از آن اسانس مرزه به خصوص به نمونه های پخته شده در فر باعث کاهش میزان TBARS نسبت به سایر نمونه ها گردید و کمترین تاثیر اسانس ها در نمونه های بخارپز شده مشاهده شد. در کل، می توان نتیجه گرفت که استفاده از هر دو اسانس در جلوگیری از اکسیداسیون چربی به خصوص در نمونه های پخته شده در فر و سرخ شده موثر واقع می شود.

نتایج نشان داد که اکسیداسیون چربی در محصول طی فرایند حرارتی و نیز نگهداری منجمد افزایش می یابد. همچنین، اسانس های ترخون و مرزه اکسیداسیون چربی را طی نگهداری منجمد به تعویق می اندازند. نمونه های تیمار شده با اسانس ترخون دارای اسید چرب آزاد، شاخص پراکسید و تیوباربیتوریک اسید پائین تری نسبت به نمونه های تیمار شده با اسانس مرزه و نیز شاهد بودند.به طور کلی، نتایج ارائه شده در این مطالعه نشان داد که اسانس ترخون و پس از آن اسانس مرزه موجب به تاخیر انداختن اکسیداسیون چربی محصول در طول دوره ذخیره سازی در حالت انجماد می گردند.

منابع

Abdel-Aal, A.H., 2001. Using antioxidants for extending the shelf life of frozen Nile Karmout (*Claries lazera*) fish mince. Journal of Aquatic Food Product Technology, 10: 87–99**.** DOI: 10.1300/J030v10n04_08.

Adams, R.P., 2001. Identification of essential oils components by gas chromatography/quadrupole mass spectroscopy. Allured Publishing Corporation, Illinois. pp. 9-456.

Adiguzel, A., Ozer, H., Kilic, H. and Cetin, B., 2007. Screening of antimicrobial activity of essential oil and methanol extract of *Satureja hortensis* on foodborne bacteria and fungi. Czech Journal of Food Science, 25: 81–89. DOI: 10.17221/753-CJFS

Alparslan, Y., Yapici, H.H., Metin, C., Baygar, T., Gunlu, A. and Baygar, T., 2016. Quality assessment of shrimps preserved with orange leaf essential oil incorporated gelatin. LWT-Food Science and Technology, 72:457-466. DOI: 10.1016/j.lwt.2016.04.066

AOCS., **1994**.The official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society. The American Oil Chemists' Society, Champaign (Ca 5a-40, Cd 8-53).

Apostolidis, E., Kwon, Y.I. and Shetty, K., 2007. Inhibitory potential of herb, fruit, and fungal-enriched cheese against key enzymes linked to type 2 diabetes and hypertension. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 8: 46-54. DOI: 10.1155/2013/926047.

Ayoughi, F., Marzegar, M., Sahari, M.A., and Naghdibadi, H., 2011. Chemical compositions of essential oils of *Artemisiadracunculus* L. and endemic *Matricaria chamomilla* L. and an evaluation of their antioxidative effects. Journal of Agricultural Science and Technology, 13(1): 79-88.

Bakar, J., Rahimabadi, E.Z. and Man, Y.B.C., 2008. Lipid characteristics in cooked, chill-reheated fillets of Indo-Pacific king mackerel (*Scomberomorous guttatus*). LWT-Food Science and Technology, 41: 2144–2150. DOI: 10.1111/j.1745-4514.2011.00626.x.

Cadun, A., Kisla, D. and Cakli, S., 2008. Marination of deep-water pink shrimp with rosemary extract and the determination of its shelf-life. Food Chemistry, 109(1):81-87. DOI: 10.1016/j. foodchem. 2007.12.021. Epub 2007 Dec 23

Damjanovic-Vratnica, B., Perovic, A., Sukovic, D. and Perovic, S., 2011. Effect of vegetation cycle on chemical content and antibacterial activity of *Satureja montana* L. Archives of Biological Sciences, 63(4):1173-1179. DOI: 10.2298/ABS1104173D.

Fahim Dejban, Y., Motalebi, A., Hosseini, S.E., Khanipour, A.A., Soltani, M., Zare Gashti, G. and Khodabandeh, F., 2013. Effect of *Rosmarinus officinalis* extract and *Zataria multiflora* on the stability of fatty acids in frozen carp meat of *Hypophthalmichthys molitrix*. Iranian Scientific Fisheries Journal, 22(2): 87-98. (In Persian).

Fathi, A., Sahari, M.A., Barzegar, M. and Naghdi Badi, E., 2013. Antioxidant Activity of Satureja hortensis L. Essential Oil and its Application in Safflower Oil. Journal of Medicinal Plants, 1(45): 51-67.

Gulluce, M., Sokmen, M., Daferera, D., Agyar, G., Ozkan, H., Kartal, N., Polissiou, M., Sökmen, A. and Sahin, F., 2003. In vitro antibacterial, antifungal and antioxidant activities of the essential oil and methanol extracts of herbal parts and callus cultures of *Satureja hortensis*L .*Journal* of Agriculture and Food Chemistry, 51: 3958-3965. DOI: 10.1021/jf0340308.

James, C.S., 1995. Analytical chemistry of foods. Blackie academic Professional Press, London. pp. 91-105.

Kanner, J., 1994. Oxidative processes in meat and meat products: quality implications. Meat Science, 36: 169–189. DOI: 10.1016/0309-1740(94)90040-X.

Khazaei, N., Esmaiili, M.and Emam Djomeh, Z., 2016. Effect of active edible coatings made by basil seed gum and thymol on oil uptake and oxidation in shrimp during deep-fat frying. Carbohydrate Polymers, 137: 249-254. DOI: 10.1016/j.carbpol.2015.10.084.

Kordali, S., Cakir, A., Mavi, A., Kilic, H. and Yildirim, A., 2005. Screening of chemical composition and antifungal and antioxidant activities of the essential oils from three Turkish artemisia species. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 53(5):1408-1416. DOI: 10.1021/jf048429n.

Losada, V., Baro-Velazquez, J., Gallardo, J.M. and Aubourg, S., 2006. Effect of previous slurry ice treatment on the quality of cooked sardine (*Sardina pilchardus*). European Food Research and Technology, 224:193–198. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2004.11.039.

Mc Bride, N.T.M., Hogan, S.A. and Kerry, J.P., 2007. Comparative addition of rosemary extract and additives on sensory and antioxidant properties of retail packaged beef. International Journal of Food Science and Technology, 42: 1201–1207. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2006.01342.x.

Moghadam, A.R.L., 2015. Antioxidant Activity and Essential Oil Evaluation of *Satureja hortensis* L. (Lamiaceae) from Iran. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 18(2): 455-459. DOI: 10.1080/0972060X.2014.1002014.

Mokhlesi, A., Javadi, A., Afkhami, M., Eshaghi, N., khoshnood, R. and Azarmanesh, H., 2011. Determination of saturated and unsaturated fatty acids in six species of natural and cultural shrimp (Persian Gulf). Journal of Aquatic Animals and Fisheries, 2(5): 57-69. (In Persian).

Nakhost, Z. and Karel, M., 1984. Measurement of Oxidation-Related Changes in Proteins of Freeze-Dried Meats.

Journal of Food Science, 49(4): 1171–1173. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1984.tb10420.x.

Nasiri, E., Mousavinasab, M., Shekarforoush, S.S. and Golmakani, M.T., 2014. Effect of essential oil of *Zataria multiflora* Boiss on inhibiting the polyphenol oxidase enzyme and the process of melanosis in western whitefish (*Litopenaeus vannamei*) . Iranian Scientific Fisheries Journal, 23(3): 109-118. (In Persian).

Ozyurt, G., Kuley, E., Ozkutuk, S. and Ozogul, F., 2009. Sensory, microbiological and chemical assessment of the freshness of red mullet (*Mullus barbatus*) and goldband goatfish (*Upeneus moluccensis*) during storage in ice. Food Chemistry, 114: 505-510. DOI : 10.1016 /j.food chem. 2008.09.078.

Rodriguez, A., Carriles, N., Cruz, J.M. and Auborg, S., 2008. Changes in the flesh of cooked farmed salmon (*Oncorhynchus kisutch*) with previous storage in slurry ice (-1.5 °C). Food Science and Technology, 41: 1726–1732. DOI: 10.1016/j.lwt.2007.10.002.

Serdaroglu, M. and Felekoglu, E., 2005. Effects of using rosemary extract and onion juice on oxidative stability of sardine (*Sardina pilchardus*) mince. Journal of Food Quality, 28: 109–120. DOI: 10.1111/j.1745-4557.2005.00016.x.

Sharifian, S., Mortazavi, M.S., Zakipour Rahimabadi, E. and Arshadi A., 2011. Shelf-life determination of tiger-toothed Croaker (*Otolithes ruber*) during flake ice storage. Iranian Scientific Fisheries Journal, 19: 87-96. (In Persian).

Tokur, B., 2007. The effect of different cooking methods on proximate composition and lipid quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*).International Journal of Food Science and Technology, 42: 874–879. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2006.01298.x.

Ye, A., Cui, J., Taneja, A., Zhu, X. and Singh, H., 2009. Evaluation of processed cheese fortified with fish oil emulsion. Food Research International, 42: 1093-1098. DOI: 10.1016/j.foodres.2009.05.006.

Zargari, A., 1989. Medicinal plants. Tehran Univ. Press, Tehran. 363P.

Improving oxidative stability of ready-to-eat shrimp (*Metapenaeus stebbingi*) by using Tarragon and Savory essential oils at frozen storage

Azizkhani M.*[1], Tooryan F.[1]

*azizkhani.maryam@gmail.com

1- Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Amol University of Special Modern Technologies, Amol, Iran.

Abstract

In this study, the effects of Tarragon and Savory essential oils on oxidative stability of ready-to-eat shrimp (*Metapenaeus stebbingi*) during three months at frozen storage were investigated. Samples were treated with Tarragon and Savory essential oils and cooked by different cooking methods (frying, oven baking and steaming). Butylated hydroxytoluene (BHT) was used as a reference to compare antioxidant activities. During frozen storage, fat hydrolysis was evaluated through measuring free fatty acid value and oxidation products were measured via peroxide value and thiobarbutiric resistance substance. At the end of storage, the highest amount of free fatty acids (following the control) was observed in steamed savory treated samples (3.2% oleic acid) and the lowest amount in Savory and Ttarragon fried samples (1.11 and 1.75% oleic acid). Following BHT, the lowest amount of peroxide value was obtained from steamed shrimps treated with tarragon (0.92 meq/kg of fat). Also, thiobarbutiric acid values in fried and oven baked samples containing Savory essential oil (0.55 and 0.42 mg MA/kg of fat) was higher than samples containing Tarragon essential oil (0.44 and 0.38 mg MA/kg of fat). The results of the present study indicated that Tarragon and Savory essential oils retarded the oxidation and samples treated with Tarragon essential oil showed slower hydroperoxide and malonaldehyde formation than those of Savory-treated or the untreated samples. The best storage period of the fried, oven baked and steamed products treated with Tarragon and Savory were 1, 2 and 3 months, respectively.

Keywords: Antioxidant, Cold store, Savory, Shrimp, Tarragon

*Corresponding author