مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir at 14:45 +0330 on Thursday November 23rd 2017

اثر عصاره رزماری بر کیفیت چربی ماهی کپور نقره ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) هنگام نگهداری در یخ

پریسا سهیل نقشی[۱]، هادی ارشاد لنگرودی[۱*]، انوشه کوچکیان صبور[۲]

[۱] گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان،لاهیجان صندوق پستی: ۱۶۱۶

[۲] مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی کشور،بندر انزلی،صندوق پستی۶۶

نوع مقاله:
کوتـاه

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۳/۰۷/۰۳
اصلاح: ۹۳/۰۹/۲۸
پذیرش: ۹۳/۱۰/۰۶

کلمات کلیدی:
کپور نقره ای
عصاره رزماری
اکسیداسیون چربی

چکیده

هدف این تحقیق افزایش مدت ماندگاری و بهبود کیفیت گوشت ماهی کپور نقره ای هنگام نگهداری در یخ از طریق افزودن عصاره رزماری بود. ماهیان به مدت ۹۰ دقیقه در محلول های ۲۰۰ و ۶۰۰ میلی گرم در لیتر عصاره رزماری غوطه ور گردیدند. شاخص‌های شیمیایی و آنزیمی فساد چربی شامل مجموع بازهای نیتروژنی فرار، تیوباربیتوریک اسید و پراکسید در زمان‌های ۱۶، ۱۲، ۸، ۴، ۰ روز پس از یخ گذاری با ۳ تکرار اندازه گیری شد و با نمونه‌های شاهد فاقد عصاره مقایسه گردید. بر اساس نتایج، عصاره رزماری در تمامی زمان‌های آزمایش، اکسیداسیون چربی را به شکل معناداری ($P<0.05$) به تعویق انداخت. بهترین کیفیت در تیمار رزماری با غلظت ۶۰۰ ppm دیده شد و تا پایان دوره در محدوده استاندارد باقی ماند.

مقدمــه

کیفیت ماهی و محصولات دریایی در صنایع شیلاتی یکی از با اهمیت ترین موضوعات در صنعت فرآوری آبزیان به ویژه در کشورهای در حال توسعه می باشد. ماهیان با وجود ارزش غذایی بالایی که دارند در برابر فساد اکسیداتیو بسیار حساس هستند و ویژگی‌های کیفی آنها در طول نگهداری در اثر فساد باکتریایی و اکسیداتیو کاهش می یابد (Mexis *et al*., 2009). فساد اکسیداتیو باعث ایجاد بوی نامطبوع، تغییرات نامطلوب در طعم، تغییر در ساختمان مواد مغذی و کاهش ارزش غذایی محصول می شود. کنترل مناسب، پیشگیری و فنون نگهداری می تواند کیفیت ماهی و سایر آبزیان و فرآورده های ناشی از آنها را توسعه داده و زمان ماندگاری آنها را افزایش دهد. بنابراین استفاده از موادی مناسب با فعالیت آنتی اکسیدانی و آنتی باکتریایی به منظور بهبود کیفیت، افزایش ماندگاری گوشت و در عین حال جلوگیری از ضررهای اقتصادی ضروری و مفید می باشد (Yin and Cheng, 2003).

امروزه با توجه به وجود عوارض استفاده از آنتی اکسیدان های مصنوعی از نظر جهش زایی، ایجاد مسمومیت، سرطان زایی، بیماری های قلبی عروقی و ...، استفاده از آنتی اکسیدان های طبیعی (برخی گیاهان) که آثار محافظتی در برابر اینگونه عوامل دارند توصیه می گردد (Kaltaranta, 1997). فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره رزماری از حدود ۳۰ سال پیش شناخته شده است و طی این مدت تحقیقات زیادی بر روی این گیاه انجام شده که همگی خاصیت آنتی اکسیدانی آن را تأیید کردند (کمانی و همکاران، ۱۳۹۱). مهم ترین ماده‌ی فعال در عصاره‌ی رزماری، کارنوزول می باشد. ترکیبات فنولی دیگری مثل اپی رزمانول و

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: ershad5353@yahoo.com

Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir at 14:45 +0330 on Thursday November 23rd 2017

ایزو رزمانول همچنین اسید رزمارنییک و اسید کارنوزیک از برگ های رزماری جداسازی شدند. در میان ترکیبات نامبرده، رزمانول، رزماری کونینون، کارنوزول و رزماری فنول خاصیت آنتی اکسیدانی قوی دارند که زنجیره تولید رادیکال های آزاد را با دادن یک اتم هیدروژن می شکنند و متعاقب آن اکسیداسیون چربی را به تأخیر می اندازند (Loliger, 1983؛کمانی و همکاران، ۱۳۹۱). از جمله تحقیقات انجام شده در زمینه نگهداری فراورده های شیلاتی می توان به بررسی اثر رزماری روی شاخص های تازگی، پایداری اکسیداتیو، مقادیر اسیدهای چرب و آمین‌های بیوژن در ماهیچه‌های ماهی قزل آلای رنگین کمان توسط Peiretti و همکاران (۲۰۱۲)، خاصیت آنتی باکتریایی و آنتی اکسیدانی عصاره ی رزماری روی ماهی قزل آلای رنگین کمان بسته بندی شده در خلاء اشاره نمود (Etemadi *et al*., 2008). همچنین بر اساس مطالعه Shahidi و Wanasundara (۱۹۹۲)، غلظت های بین ۱۰۰۰-۲۰۰ میلی گرم در لیترعصاره رزماری پیشنهاد گردید. ماهی کپور نقره ای از گونه های پر ارزش اقتصادی و رایج در مزارع تکثیر و پرورش جهان به حساب می آید و معمولاً به شکل تازه یا منجمد، کامل یا فیله شده به فروش می رسد (Medina *et al*., 1995). در ایران امکان انجماد بلافاصله پس از صید وجود ندارد، این ماهی به طور عمده در یخ نگهداری و عرضه می شود (رضایی و همکاران، ۱۳۸۱). بر همین اساس ضرورت انجام تحقیق در زمینه افزایش زمان ماندگاری ماهی کپور نقره ای کامل نگهداری شده در شرایط یخ و ارائه راهکاری مناسب جهت حفظ کیفیت و سلامت آن بیش از پیش جلوه می‌کند.

مواد و روش‌ها

تعداد ۴۵ قطعه ماهی کپور نقره ای با وزن هر کدام ۸۰۰-۷۰۰ گرم و در مجموع به وزن تقریبی ۳۶ کیلوگرم در فصل تابستان (تیر ماه) از بازار گیلان به صورت تازه صید شده خریداری شد. نمونه ها به طور تصادفی از بین ماهیان هم اندازه و سالم انتخاب شدند و به صورت یک در میان در لایه هایی از یخ پودر شده درون یونولیت به محل مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان انزلی منتقل شدند. عصاره رزماری از کارخانه باریج اسانس کاشان خریداری شد. ماهی ها به طور کامل (بدون تخلیه شکمی) در محلول های ۲۰۰ و ۶۰۰ میلی گرم در لیتر تهیه شده از عصاره رزماری (Shahidi and Wanasoundara, 1992) به مدت ۹۰ دقیقه غوطه ور گردیدند سپس بلافاصله درون بسته های سلفون پوشانده و درون جعبه های یونولیت که در کف آن سوراخی جهت خروج احتمالی آب حاصل از ذوب یخ ها تعبیه شده بود به صورت یک لایه یخ پودری و یک لایه ماهی قرار داده شدند (Fan *et al*., 2008).

اندازه گیری پراکساید (PV)

۱۵۰گرم نمونه به کمک همزن مکانیکی با ۲۵۰ cc کلروفرم به مدت ۵ دقیقه مخلوط شد و سپس از یک کاغذ صافی فیلتر گردید و محلول صاف شده از کاغذ صافی دیگری که تا نیمه از سولفات سدیم خشک پر شده بود عبور داده شد، این محلول برای مراحل دیگر حفظ گردید. ۱۰ سی سی از این محلول در یک پتری دیش کاملاً خشک و وزن شده ریخته شد و زیر هود تبخیر گردید و پس از آن به مدت یک ساعت در آون ۱۰۵ درجه سانتیگراد قرار داده شد تا خشک گردد و سپس با گذاشتن در دسیکاتور و پس از سرد شدن توزین گردید. ۲۵ سی سی از محلول تهیه شده‌ی اولیه برداشته و ۳۷ سی سی اسید استیک گلاسیال و ۱ cc یدید پتاسیم اشباع اضافه گردید و پس از یک دقیقه ۳۰ سی سی آب مقطر و کمی معرف چسب نشاسته به آن اضافه گردید و ید آزاد شده با محلول ۰/۰۱ نرمال تیوسولفات سدیم تا ظهور رنگ شیری تیتر گردید و مقدار پراکسید برحسب میلی اکی والان گرم در کیلوگرم ماده چرب طبق رابطه زیر محاسبه شد (Egan, 1981).

$$\mathbf{PV} = \frac{\mathbf{S} \times \mathbf{N} \times ۱۰۰۰}{\mathbf{W}}$$

S = تیتراسیون نمونه

N = نرمالیته تیوسولفات سدیم

W= وزن نمونه روغن

Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir at 14:45 +0330 on Thursday November 23rd 2017

اندازه‌گیری تیوباربیتوریک اسید (TBA)

اندازه‌گیری TBA به وسیله روش رنگ سنجی صورت گرفت. مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم از نمونه چرخ شده ماهی به یک بالن ۲۵ میلی لیتری انتقال یافت و سپس با بوتانل به حجم رسانده شد. ۵ میلی لیتر از مخلوط فوق به لوله های خشک درب‌دار وارد شده و به آن ۵ میلی لیتر از معرف TBA افزوده گردید (معرف TBA به وسیله حل شدن ۲۰۰ میلی گرم از TBA در ۱۰۰ میلی لیتر حلال بوتانل پس از فیلتر شدن به دست می‌آید). لوله‌های درب‌دار در حمام آب با دمای ۹۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲ ساعت قرار گرفته و پس از آن در دمای محیط سرد شدند. سپس مقدار جذب (As) در ۵۳۲ نانومتر در مقابل شاهد آب مقطر (Ab) خوانده شد. مقدار TBA بر حسب میلی گرم مالون دی‌آلدئید در کیلوگرم بافت ماهی و بر اساس رابطه زیر محاسبه گردید (Natseba *et al.*, 2005).

$$TBA = \frac{(As - Ab) \times 50}{200}$$

As= جذب نمونه

Ab= جذب شاهد

اندازه گیری کل مواد ازته فرار (TVB-N)

۱۰ گرم از نمونه گوشت، ۲ گرم اکسید منیزیوم، ۳۰۰ میلی لیتر آب و چند قطعه سنگ جوش را به بالن کلدال منتقل نموده، در یک ارلن مایر مقدار ۲۵ میلی لیتر محلول ۲٪ اسید بوریک و چند قطره معرف متیل قرمز اضافه کرده و در زیر قیف کندانسور قرار داده شد. دستگاه تقطیر را وصل کرده و محتوای بالن حرارت داده شد تا در مدت ۱۰ دقیقه به جوش آید و با همین حرارت برای مدت ۲۵ دقیقه عمل تقطیر ادامه یافت. سپس حرارت را قطع کرده داخل سرد کننده را با آب سرد شسته و محلول تقطیر شده با اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تیتر گردید. مقدار ازت فرار برحسب میلی گرم در صد گرم ماده گوشتی به دست آمد (Goudlas and Kontominas, 2005).

TVB-N =۱۰۰×۱/۴ × وزن نمونه/میزان اسید

تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از نرم افزار SPSS 17 و جهت نشان دادن اختلاف معنی دار آماری از آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) و تست جداساز Duncan در سطح اطمینان ۹۵٪ استفاده شد. همچنین جهت رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده گردید.

نتایــج

با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها در اندازه گیری حاصل از اکسیداسیون چربیها با فاکتور پراکسید (PV) (جدول ۱)، مشخص گردید که عصاره رزماری با غلظت ۶۰۰ppm در طول زمان تأثیر بسیار خوبی داشته است و بیشترین افزایش مربوط به تیمار شاهد بوده، به طوریکه پس از ۸ روز از محدوده استاندارد خارج شده است، در حالیکه مقدار PV در تیمار حاوی عصاره رزماری با غلظت ۶۰۰ppm تا پایان دوره حفظ گردیده است. آنالیز واریانس یکطرفه با انجام تست Duncan نشان داد که میانگین پراکسید (PV) در طول زمان بین تیمارها دارای اختلاف معنی دار بوده است ($P<0.05$).

با توجه به نتایج اندازه گیری تیوبار بیتوریک اسید (TBA) (جدول ۳)، مشخص گردید که بهترین حفظ کیفیت مربوط به تیمار رزماری ۶۰۰ ppm بوده به طوریکه تا پایان زمان نگهداری در محدوده استاندارد (۲ میلی گرم مالون آلدئید ۱۰۰۰گرم) حفظ گردیده است ولی سایر تیمارها پس از ۱۲ روز از محدوده استاندارد خارج شده است و آنالیز آماری داده ها در تیمارها نشان داد که اختلاف داده ها معنی دار بوده است ($P<0.05$).

در هنگام نگهداری نمونه ها (شاهد و آزمایشی) با اندازه گیری میزان ازت فرار (TVB-N) (جدول ۵)، روند افزایشی در تمام آنها مشهود بود به طوریکه نمونه شاهد پس از ۸ روز و عصاره رزماری با غلظت ۲۰۰ ppm پس از ۱۲ روز از محدوده استاندارد خارج شدند و تنها تیمار رزماری ۶۰۰ ppm تا روز ۱۶ هنوز در محدوده استاندارد باقیمانده و بهترین حفظ کیفیت مربوط به

Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir at 14:45 +0330 on Thursday November 23rd 2017

آن بود. آنالیز واریانس یکطرفه با انجام تست Duncan نشان داد که میانگین ازت آزاد فرار در طول زمان بین تیمارها دارای اختلاف معنی دار بوده است (P<0.05).

جدول ۱. میانگین پراکسید (PV) در تیمار های شاهد و تیمارهای آزمایشی

تیمار / زمان	تیمار شاهد	تیمار رزماری 200 ppm	تیمار رزماری 600 ppm
فاز صفر	۰±۰	۰±۰	۰±۰
روز چهارم	۰/۸۱±۰/۰۱	۰/۷۵±۰/۰۷	۰/۱۵±۰/۰۷
روز هشتم	۴/۳±۰/۰۱	۳/۴±۰/۳۹	۱/۱±۰/۱۴
روز دوازدهم	۸/۸۱±۰/۰۲	۴/۹±۰/۱۴	۲/۳±۰/۲۸
روز شانزدهم	۱۲/۱۵±۰/۰۷	۶/۲±۰/۱۴	۳/۹±۰/۱۴

جدول ۲. تجزیه واریانس یک طرفه مجموع پراکسید (PV) در تیمار های شاهد و آزمایشی

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig (p value)
شاهد	۲۱۶/۹۸۳	۹	۵۴/۲۴۶	۴۶۳۶۳/۹۷۴	۰۰۰
رزماری ۲۰۰ppm	۵۶/۱۲۰	۹	۱۴/۰۳۰	۱۰۷۹/۲۳۱	۰۰۰
رزماری ۶۰۰ppm	۲۱/۲۶۴	۹	۵/۳۱۶	۲۱۲/۶۴۰	۰۰۰

جدول ۳. میانگین تیوبار بیتوریک اسید (TBA) برای شاهد و تیمارهای آزمایشی نسبت به زمان بر حسب میلی گرم مالون دی‌آلدئید در کیلوگرم بافت ماهی

تیمار / زمان	تیمار شاهد	تیمار رزماری 200 ppm	تیمار رزماری 600 ppm
فاز صفر	۰/۰۱±۰	۰/۰۱±۰	۰/۰۱±۰
روز چهارم	۰/۷±۰/۱۴	۰/۱۶±۰/۰۰۷	۰/۰۶±۰/۰۰۷
روز هشتم	۱/۶۶±۰/۰۵	۱/۳۹±۰/۰۳	۰/۹۳±۰/۰۴
روز دوازدهم	۲/۳۵±۰/۰۶	۱/۳۹±۰/۰۳	۰/۹۳±۰/۰۴
روز شانزدهم	۳±۰/۱۴	۲/۲۸±۰/۰۷	۱/۴۸±۰/۰۲

جدول ۴. تجزیه واریانس یک طرفه مجموع عدد تیوبار بیتوریک اسید (TBA) تیمارهای شاهد و آزمایشی

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig (p value)
شاهد	۱۱/۶۴۶	۹	۲/۹۱۲	۵۳۰/۳۳۹	۰۰۰
رزماری ۲۰۰ppm	۶/۹۵۶	۹	۱/۷۳۹	۱۰۷۳/۴۹۷	۰۰۰
رزماری ۶۰۰ppm	۳/۱۱۸	۹	۰/۷۸۰	۹۲۸/۰۴۸	۰۰۰

Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir at 14:45 +0330 on Thursday November 23rd 2017

جدول ۵. میانگین ازت آزاد فرار (TVB-N) در تیمارهای شاهد و آزمایشی

تیمار/ زمان	شاهد ۱	رزماری ۲۰۰ ppm	رزماری ۶۰۰ ppm
فازصفر	۹/۷±۱/۴	۹/۶±۰/۲۸	۹/۵±۰/۴۲
روز چهارم	۱۲/۴۵±۰/۲۱	۱۲/۴±۰/۲۸	۱۱/۱±۰/۱۴
روز هشتم	۲۰/۲۵±۱/۰۶	۱۶/۶±۰/۲۸	۱۴/۱۵±۰/۲۱
روز دوازدهم	۲۶/۳۵±۰/۳۵	۲۰/۷۵±۰/۳۵	۱۶/۶۵±۰/۲۱
روز شانزدهم	۳۳/۷۵±۱/۷۶	۲۶/۱۵±۰/۶۳	۲۲/۲±۰/۲۸

جدول ۶. تجزیه واریانس یک طرفه مجموع ازت آزاد فرار TVB-N در تیمارهای شاهد و آزمایشی

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig (p value)
شاهد	۷۸۲/۵۸۰	۹	۱۹۵/۶۴۵	۲۲۰/۳۲۱	۰۰۰
رزماری ۲۰۰ppm	۳۷۴/۶۳۰	۹	۸۶/۹۰۷	۵۴۶/۳۳۴	۰۰۰
رزماری ۶۰۰ppm	۲۰۰/۷۰۶	۹	۵۰/۱۷۶	۶۷۸/۰۶۱	۰۰۰

بحث

تفاوت معنی دار در مقادیر پراکسید، تیوبار بیتوریک اسید و کل ازت فرار بین نمونه شاهد و نمونه تیمار شده با عصاره رزماری نشان دهنده تاثیر مثبت هر دو دوز عصاره رزماری در کند کردن روند افزایشی شاخص‌های فساد اکسیداسیونی نسبت به تیمار شاهد و در نتیجه کم کردن توسعه فساد و بهبود کیفیت گوشت ماهی در مطالعه حال حاضر است. بررسی آزمون های آماری نشان داد ماهی حاوی عصاره رزماری با غلظت ppm ۶۰۰ از هر لحاظ دارای بالاترین امتیاز بوده است. به طوری که تا پایان دوره ۱۶ روزه کیفیت خود را حفظ کرده بود.

Peiretti و همکارانش (۲۰۱۲) به بررسی تأثیر روغن رزماری بر ماندگاری ماهی قزل آلای رنگین کمان خرد شده (Oncorhynchus mykiss) طی شرایط نگهداری سرد (یخچالی) پرداختند. آن ها شاخص های تازگی، پایداری اکسایش، اسید چرب و بیوژیک آمین ماهیچه ی قزل آلای رنگین کمان خرد شده را اندازه گیری نمودند. نتایج بررسی آن ها نشان داد که به کار بردن روغن های رزماری بر ماندگاری ماهی قزل آلای خرد شده مؤثر است و میزان TBA را نسبت به شاهد به طور معنی داری کاهش می دهد و منجر به ماندگاری بیشتر ماهی می گردد. Pietrzak و Myron (۲۰۰۸) اثر عصاره‌ی رزماری را روی فرآیند اکسیداسیون لیپید طی ذخیره سازی در شرایط سرما مورد بررسی قرار دادند. آن ها نتیجه گرفتند که عصاره رزماری آنتی اکسیدان بسیار مؤثری است. در بررسی Serdaroğlu و Felekoğlu (۲۰۰۵)، ثبات اکسایشی گوشت چرخ کرده ساردین (*Sardine plichardus*) در مقایسه با تیمارهای حاوی عصاره رزماری و عصاره پیاز مشخص گردید که عصاره رزماری دارای خاصیت آنتی اکسیدانی بهتری نسبت به عصاره پیاز می باشد (Etemadi *et al*., 2008). پتانسیل آنتی باکتریایی و آنتی اکسیدانی رزماری را در افزایش ماندگاری ماهی قزل آلای رنگین کمان بسته بندی شده در خلاء بررسی کردند. عصاره رزماری به طور معناداری (P<۰/۰۵) اکسیداسیون لیپید را در ماهیان تیمار شده به تعویق انداخت به طوریکه عصاره ی رزماری توانست ماندگاری نمونه ها را نسبت به شاهد ۴ روز افزایش دهد که همگی مؤید خاصیت آنتی اکسیدانی بسیار مؤثر عصاره‌ی رزماری می باشند و با بررسی حاضر مطابقت دارند.

بنابراین با توجه به مزایای آنتی اکسیدان‌های طبیعی و در دسترس و ارزان بودن منابع حاوی آنها و همچنین اثبات شدن معایب آنتی اکسیدان‌های سنتزی با گذشت زمان، ضروری است که در تحقیقات شیلاتی توجه ویژه ای به شناسایی و جایگزین نمودن آنتی اکسیدان های طبیعی مبذول گردد.

Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir at 14:45 +0330 on Thursday November 23rd 2017

منابــع

رضایی، م.، سحری، م. ع.، معینی، س.، صفری، م.، رضاییان، م.، غفاری، ف. ۱۳۸۱. بررسی برخی خصوصیات کیفی چربی کیلکای آنچوی (*Clupeonella engrauliformis*) در زمان نگهداری به حالت انجماد. مجله علوم دریایی ایران. شماره۴، صفحات ۶۴-۵۵.

کمانی، م.، صفری، ا.، ایزدپناهی، ا.، مظلوم، س. ۱۳۹۱. بررسی امکان استفاده از ترکیبات آنتی اکسیدانی فرآورده‌های گیاهی با هدف بهبود کیفیت محصولات شیلاتی. همایش ملی آبزیان، ۳۰ آذر ۱۳۹۱، بوشهر، ایران. ۶۴۵ ص.

Egan, H., Kirk, R.S., Sawyer, R. 1981. Pearson's chemical analysis of foods. 8th edition. London: Academic Press. 350 p.

Etemadi, H., Rezaei, M., Abedian Kenary, A.M. 2008.Antibacterial and antioxidant potential of rosemary extract (*Rosmarinus officinalis*) on shelf life extension of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Fish Science Technology. 5: 67-77.

Fan, W., Chi, Y., Zhang, S. 2008. The use of a tea polyphenol dip to extend the shelf life of silver carp (*Hypophthalmicthys molitrix*) during storage in ice. Food Chemistry. 108: 148-153.

Goudlas, A.E., Kontominas, M.G. 2005. Effect of salting and smoking-method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes. Food Chemistry. 93: 511-520.

Kaltaranta, J.K. 1997. Control of lipid oxidation fish oil with various antioxidative compounds. JAOCS. 69(8): 810-813.

Loliger, J. 1983. Natural antioxidants. In: Allen, J.C., Hamilton, R.J. (eds.). Rancidity in foods. London: Applied Science Publishers. pp. 89-107.

Medina, I., Aubourg, S., Perez-Martin, R. 1995. Composition of phospholipid of white muscle of six tuna species. Lipids. 30(12): 1127-1135.

Mexis, S.F., Chouliara, E., Kontominas, M.G. 2009. Combined effect of an oxygen absorber and oregano essential oilon shelf-life xtension of rainbow trout fillets stored at4°C. Food Microbiology. 26: 598-605.

Natseba, A., Lwalinda, I., Kakura, E., Muyanja, C.K., Muyonga, J.H. 2005. Effect of pre-freezing icing duration on quality changes in frozen Nile perch (*Lates niloticus*). Food Research International. 38: 469-474.

Peiretti, P., Gai, F., Ortoffi, M., Aigotti, R., Medana, C. 2012. Effects of Rosemary oil on the shelf life of minced Rainbow trout during refrigerated storage. Journal of Food Chemistry. 45(1): 435-439.

Pietrzak, D., Myron, M. 2008. Impact of the addition of rosemary extract on the quality of poultry burgers. Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego. 46(3): 43-50. (In Polish).

Serdaroğlu, M., Felekoğlu, E. 2005. Effects of using rosemary extract and onion juice on oxidative stability of sardine (*Sardina pilchardus*) mince. Journal Food Quality. 28: 109-120.

Shahidi, F., Wanasundara, P.K.J.P.D. 1992. Phenolic antioxidants. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 32(1): 67-103.

Yin, M.C., Cheng, W.S. 2003. Antioxidant and antimicrobial effects of four garlic-derived organosulfur compounds in ground beef. Meat Science. 63: 23-28.