



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 آبی پروری آبهای داخلی کشور، بندر انزلی، صندوق پستی ۶۶

نوع مقاله:	چکیده
کوتاه	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.
تاریخچه مقاله: دریافت: ۹۳/۰۷/۰۳ اصلاح: ۹۳/۰۹/۲۸ پذیرش: ۹۳/۱۰/۰۶	
کلمات کلیدی: کپور نقره ای عصاره رزماری اکسیداسیون چربی	

مقدمه

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 زا، 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 (کمائی 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

ایزو رزمانول همچنین اسید رزماریک و اسید کارنوزیک از برگ‌های رزماری جداسازی شدند. در میان ترکیبات نامبرده، رزمانول، رزماری کونینون، کارنوزول و رزماری فنول خاصیت آنتی‌اکسیدانی قوی دارند که زنجیره تولید رادیکال‌های آزاد را با دادن یک اتم هیدروژن می‌شکنند و متعاقب آن اکسیداسیون چربی را به تأخیر می‌اندازند (Loliger, 1983؛ کماری و همکاران، ۱۳۹۱). از جمله تحقیقات انجام شده در زمینه نگهداری فراورده‌های شیلاتی می‌توان به بررسی اثر رزماری روی شاخص‌های تازگی، پایداری اکسیداتیو، مقادیر اسیدهای چرب و آمین‌های بیوزن در ماهیچه‌های ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان توسط Peiretti و همکاران (۲۰۱۲)، خاصیت آنتی‌باکتریایی و آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ی رزماری روی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بسته‌بندی شده در خلاء اشاره نمود (Etemadi *et al.*, 2008). همچنین بر اساس مطالعه Shahidi و Wanasundara (۱۹۹۲)، غلظت‌های بین ۱۰۰۰-۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر عصاره رزماری پیشنهاد گردید. ماهی کپور نقره‌ای از گونه‌های پر ارزش اقتصادی و رایج در مزارع تکثیر و پرورش جهان به حساب می‌آید و معمولاً به شکل تازه یا منجمد، کامل یا فیله شده به فروش می‌رسد (Medina *et al.*, 1995). در ایران امکان انجماد بلافاصله پس از صید وجود ندارد، این ماهی به طور عمده در یخ نگهداری و عرضه می‌شود (رضایی و همکاران، ۱۳۸۱). بر همین اساس ضرورت انجام تحقیق در زمینه افزایش زمان ماندگاری ماهی کپور نقره‌ای 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 نقره‌ای با وزن هر کدام ۷۰۰-۸۰۰ گرم و در مجموع به وزن تقریبی ۳۶ کیلوگرم در فصل تابستان (تیر ماه) از بازار گیلان به صورت تازه صید شده خریداری شد. نمونه‌ها به طور تصادفی از بین ماهیان هم‌اندازه و سالم انتخاب شدند و به صورت یک در میان در لایه‌هایی 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. ماهی‌ها به طور کامل (بدون تخلیه شکمی) در محلول‌های ۲۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر تهیه شده از عصاره رزماری (Shahidi and Wanasoundara, 1992) به مدت ۹۰ دقیقه غوطه‌ور گردیدند سپس بلافاصله درون بسته‌های سلفون پوشانده و درون جعبه‌های یونولیت که در کف آن سوراخی جهت خروج احتمالی آب حاصل از ذوب یخ‌ها تعبیه شده بود به صورت یک لایه یخ پودری و یک لایه ماهی قرار داده شدند (Fan *et al.*, 2008).

اندازه‌گیری پراکساید (PV)

۱۵۰ گرم نمونه به کمک همزن مکانیکی با ۲۵۰ cc کلروفورم 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 سی‌سی 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 آن ۱۰۵ درجه سانتیگراد قرار داده شد تا خشک گردد و سپس با گذاشتن در دسیکاتور و پس از سرد شدن توزین گردید. ۲۵ سی‌سی از محلول تهیه شده‌ی اولیه برداشته و ۳۷ سی‌سی اسید استیک گلاسیال و ۱ cc یدید پتاسیم اشباع اضافه گردید و پس از یک دقیقه ۳۰ سی‌سی 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 تیترا گردید و مقدار پراکساید برحسب میلی‌اکی‌والان گرم در کیلوگرم ماده چرب طبق رابطه زیر محاسبه شد (Egan, 1981).

$$PV = \frac{S \times N \times 1000}{W}$$

S = تیتراسیون نمونه

N = نرمالیت تیوسولفات سدیم

W = وزن نمونه روغن

اندازه‌گیری تیوباربتوریک اسید (TBA)

اندازه‌گیری TBA به وسیله روش رنگ سنجی صورت گرفت. مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم از نمونه چرخ شده ماهی به یک بالن ۲۵ میلی‌لیتری انتقال یافت و سپس با بوتانل به حجم رسانده شد. ۵ میلی‌لیتر از مخلوط فوق به لوله‌های خشک درب‌دار وارد شده و به آن ۵ میلی‌لیتر از معرف TBA افزوده گردید (معرف TBA به وسیله حل شدن ۲۰۰ میلی‌گرم از TBA در ۱۰۰ میلی‌لیتر 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 میلی‌گرم 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

اندازه‌گیری کل مواد از ته فرار (TVB-N)

۱۰ گرم از نمونه گوشت، ۲ گرم اکسید منیزیم، ۳۰۰ میلی‌لیتر آب و چند قطعه سنگ جوش را به بالن کلدال منتقل نموده، در یک ارلن مایر مقدار ۲۵ میلی‌لیتر 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 تیترو گردید. مقدار ازت فرار بر حسب میلی‌گرم در صد گرم ماده گوشتی به دست آمد (Goudlas and Kontominas, 2005).

وزن نمونه/میزان اسید $TVB-N = 100 \times 1/4 \times$

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.

نتایج

با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها در اندازه‌گیری حاصل از اکسیداسیون چربیها با فاکتور پراکسید (PV) (جدول ۱)، مشخص گردید که عصاره رزماری با غلظت ۶۰۰ ppm در طول زمان تأثیر بسیار خوبی داشته است و بیشترین افزایش مربوط به تیمار شاهد بوده، به طوری که پس از ۸ روز از محدوده استاندارد خارج شده است، در حالیکه مقدار PV در تیمار حاوی عصاره رزماری با غلظت ۶۰۰ ppm 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 اندازه‌گیری تیوباربتوریک اسید (TBA) (جدول ۳)، مشخص گردید که بهترین حفظ کیفیت مربوط به تیمار رزماری ۶۰۰ ppm بوده به طوری که تا پایان زمان نگهداری در محدوده استاندارد (۲ میلی‌گرم مالون آلدئید ۱۰۰۰ گرم) حفظ گردیده است ولی سایر تیمارها پس از ۱۲ روز از محدوده استاندارد خارج شده است و آنالیز آماری داده‌ها در تیمارها نشان داد که اختلاف داده‌ها معنی دار بوده است ($P < 0.05$).

در هنگام نگهداری نمونه‌ها (شاهد و آزمایشی) با اندازه‌گیری میزان ازت فرار (TVB-N) (جدول ۵)، روند افزایشی در تمام آنها مشهود بود به طوری که 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

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 تیمارهای شاهد و تیمارهای آزمایشی

تیمار / زمان	تیمار شاهد	تیمار رزماری 200 ppm	تیمار رزماری 600 ppm
فاز صفر	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
روز چهارم	0.81 ± 0.01	0.75 ± 0.07	0.15 ± 0.07
روز هشتم	4.3 ± 0.01	3.4 ± 0.39	1.1 ± 0.14
روز دوازدهم	8.81 ± 0.02	4.9 ± 0.14	2.3 ± 0.28
روز شانزدهم	12.15 ± 0.07	6.2 ± 0.14	3.9 ± 0.14

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

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

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

تیمار / زمان	تیمار شاهد	تیمار رزماری 200 ppm	تیمار رزماری 600 ppm
فاز صفر	0.01 ± 0	0.01 ± 0	0.01 ± 0
روز چهارم	0.7 ± 0.14	0.16 ± 0.007	0.06 ± 0.007
روز هشتم	1.66 ± 0.05	1.39 ± 0.03	0.93 ± 0.04
روز دوازدهم	2.35 ± 0.06	1.39 ± 0.03	0.93 ± 0.04
روز شانزدهم	3 ± 0.14	2.28 ± 0.07	1.48 ± 0.02

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	...
رزماری ۲۰۰ ppm	۶/۹۵۶	۹	۱/۷۳۹	۱۰۷۳/۴۹۷	...
رزماری ۶۰۰ ppm	۳/۱۱۸	۹	۰/۷۸۰	۹۲۸/۰۴۸	...

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

تیمار/ زمان	شاهد ۱	رزماری ۲۰۰ ppm	رزماری ۶۰۰ ppm
فاز صفر	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 ۲۰۰ ppm	۳۷۴/۶۳۰	۹	۸۶/۹۰۷	۵۴۶/۳۳۴	۰۰۰
رزماری ۶۰۰ ppm	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 آزمون‌های آماری نشان داد ماهی حاوی عصاره رزماری با غلظت ۶۰۰ ppm 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 آلاهی رنگین کمان خرد شده (*Oncorhynchus mykiss*) طی شرایط نگهداری سرد (یخچالی) پرداختند. آن‌ها شاخص‌های تازگی، پایداری اکسایش، اسید چرب و بیوژیک آمین ماهیچه‌ی قزل آلاهی رنگین کمان خرد شده را اندازه‌گیری نمودند. نتایج بررسی آن‌ها نشان داد که به کار بردن روغن‌های رزماری بر ماندگاری ماهی قزل آلاهی خرد شده مؤثر است و میزان TBA را نسبت به شاهد به طور معنی داری کاهش می‌دهد و منجر به ماندگاری بیشتر ماهی می‌گردد. Myron و Pietrzak (۲۰۰۸) اثر عصاره‌ی رزماری را روی فرآیند اکسیداسیون لیپید طی ذخیره‌سازی در شرایط سرما مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها نتیجه گرفتند که عصاره رزماری آنتی‌اکسیدان 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 آنتی‌اکسیدانی بهتری نسبت به عصاره پیاز می‌باشد (Etmedi et al., 2008). پتانسیل آنتی‌باکتریایی و آنتی‌اکسیدانی رزماری را در افزایش ماندگاری ماهی قزل آلاهی رنگین کمان بسته بندی شده در حلال بررسی کردند. عصاره رزماری به طور معناداری ($P < 0.05$) اکسیداسیون لیپید را در ماهیان تیمار شده به تعویق انداخت به طوری که عصاره‌ی رزماری توانست ماندگاری نمونه‌ها را نسبت به شاهد ۴ روز افزایش دهد که همگی مؤید خاصیت آنتی‌اکسیدانی بسیار مؤثر عصاره‌ی رزماری می‌باشند و با بررسی حاضر مطابقت دارند.

بنابراین با توجه به مزایای آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و در دسترس و ارزان بودن منابع حاوی آنها و همچنین اثبات شدن معایب آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی با گذشت زمان، ضروری است که در تحقیقات شیلاتی توجه ویژه‌ای به شناسایی و جایگزین نمودن آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مبدول گردد.

منابع

- رضایی، م.، سحری، م.، ع.، معینی، س.، صفری، م.، رضاییان، م.، غفاری، ف. ۱۳۸۱. بررسی برخی خصوصیات کیفی چربی کیلکای آنجوی (*Clupeonella engrauliformis*) در زمان نگهداری به حالت انجماد. مجله علوم دریایی ایران. شماره ۴، 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 (*Hypophthalmichthys 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 oil on shelf-life extension of rainbow trout fillets stored at 4°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.