بررسی کیفیت شیمیایی و باکتریایی سوریمی تهیه شده از ماهی کیلکای معمولی (*Clupeonella cultriventris*) حاوی عصاره پونه (*Mentha pulegium*) طی نگهداری در یخچال (۱±۴ درجه سانتی‌گراد)

عباس زمانی*[۱]، آناهیتا غفاری[۱]

*a.zamani@malayeru.ac.ir

۱- گروه علوم و مهندسی شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، همدان، ایران

تاریخ دریافت: دی ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۸

چکیده

در این تحقیق، تاثیر مقادیر مختلف عصاره پونه (۰، ۲ و ۴ درصد وزنی- حجمی) بر کیفیت شیمیایی و باکتریایی سوریمی حاصل از ماهی کیلکای معمولی طی مدت ۱۵ روز نگهداری (۱، ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵) در دمای یخچال (۱±۴ درجه سانتی‌گراد) مطالعه شد. آزمون‌های شیمیایی شامل شاخص پراکسید (PV)، تیوباربیتوریک اسید (TBA)، مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N)، pH و آزمون‌های باکتریایی شامل شمارش باکتری‌های کل (TVC) و سرمادوست (PTC) هر ۳ روز یکبار در نمونه‌ها با سه تکرار انجام شد. نتایج حاصل نشان داد در تیمار شاهد مقدار شاخص PV بطور معنی‌داری بالاتر از تیمارهای حاوی عصاره پونه بود بطوریکه از ۰/۶۴ در روز اول به ۵/۴۱ میلی اکی والان اکسیژن در روز ۱۲ نگهداری افزایش یافت ($p<0/05$). میزان TBA و TVB-N در تیمار شاهد با گذشت زمان تا روز ۱۵ نگهداری افزایش یافت بطوریکه در روز ۱۵ مقادیر ۰/۴۳ میلی‌گرم مالون دی آلدهید برای TBA و ۳۲/۸ میلی‌گرم نیتروژن برای TVB-N ثبت گردید که افزایش معنی‌داری نسبت به تیمارهای حاوی عصاره پونه داشتند ($p<0/05$). مقدار pH در تمام طول دوره نگهداری در تیمار شاهد بطور معنی‌داری بالاتر از تیمارهای حاوی عصاره پونه بود بطوریکه مقدار آن از ۷/۱۴ در روز اول به ۸/۰۸ در روز ۱۵ نگهداری رسید ($p<0/05$). تعداد باکتری‌های TVC و PTC طی مدت نگهداری در تیمارهای حاوی عصاره پونه بطور معنی‌داری کمتر از تیمار شاهد بود بطوریکه در تیمار شاهد مقادیر آن بترتیب از ۳/۵۵ و ۳/۲۵ به ۶/۶۴ و ۵/۹۶ CFU افزایش یافت ($p<0/05$)، ولی از حد مجاز Log۱۰ ۷ فراتر نرفت. بر اساس یافته‌های این مطالعه تیمار حاوی عصاره پونه بویژه تیمار ۴ درصد می‌تواند برای نگهداری سوریمی ماهی کیلکای معمولی در دمای یخچال در کوتاه مدت مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: سوریمی، عصاره پونه، کیلکای معمولی، ماندگاری، TVC

*نویسنده مسئول

مقدمه

آبزیان و فرآورده‌های آنها یکی از مهمترین منابع تامین پروتئین مورد نیاز انسان هستند و بکارگیری آنها تاثیر بسزایی در سلامت مصرف کننده دارد. زیرا دارای تمام اسیدهای آمینه ضروری به مقدار و نسبت مناسب هستند (رضوی شیرازی،۱۳۸۰؛ Majumdar *et al*., 2015). یکی از مطرح‌ترین محصولات با ارزش افزوده دریایی حاصل از ماهیان غیرمعمول، سوریمی است که از شستشوی چند باره گوشت بی‌استخوان و چرخ شده ماهی تهیه می‌شود و حاوی پروتئین‌های میوفیبریل تغلیظ شده است (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۲). بر اساس گزارش FAO (۲۰۱۶) تولید سوریمی در سال‌های ۲۰۱۴ و ۲۰۱۵ بالغ بر ۸۰۰ هزار تن بوده است که به عنوان یک محصول حدواسط برای تولید طیف گسترده‌ای از فرآورده‌های غذایی نظیر سوسیس، کالباس، برگر و کوفته ماهی بکار می‌رود. برای تهیه سوریمی از ماهیان کم‌مصرف و ارزان قیمت استفاده می‌شود بطوریکه با تبدیل این دسته از ماهیان به فرآورده‌های دارای ارزش افزوده نه تنها می‌توان ضایعات محصولات دریایی را کاهش داد، بلکه از اتلاف منابع غنی پروتئینی نیز جلوگیری نمود. بر اساس تحقیقات انجام شده در سال‌های اخیر در ایران، از گونه‌های مختلف ماهیان برای تولید سوریمی استفاده شده است که می‌توان به کیلکا ماهیان و برخی گونه‌های کپورماهیان مانند کپور معمولی و کپور نقره‌ای اشاره نمود (میزانی، ۱۳۸۳).

سوریمی معمولاً بصورت منجمد نگهداری و عرضه می‌شود بطوریکه بعد از انجماد زدایی تغییراتی در کیفیت آن بخصوص واسرشتی پروتئین‌های میوفیبریل و کاهش خواص عملکردی این پروتئین‌ها مانند تشکیل ژل مشاهده می‌شود که در این مواقع از ترکیبات محافظ سرمایی مرسوم مانند سوربیتول، ساکاروز و نمک‌های پلی‌فسفات و یا از پکتین جهت حفظ ساختار پروتئین‌ها استفاده می‌شود (موسوی نسب و همکاران، ۱۳۸۷). بررسی‌ها نشان می‌دهد در برخی مواقع نیازی به استفاده از روش انجماد نیست و می‌توان در مدت زمان کوتاهی و با نگهداری در یخچال به صورت تازه و غیر منجمد از آن استفاده نمود، ولی در این شرایط نیز استفاده از برخی نگهدارنده‌ها برای افزایش مدت ماندگاری آنها ضروری بنظر می‌رسد. با توجه به مضرات استفاده از نگهدارنده‌های شیمیایی و تمایل بیشتر جوامع انسانی برای استفاده از انواع طبیعی این ترکیبات، امروزه تحقیقات گسترده‌ای جهت کاربرد آنها جهت افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی صورت گرفته است که در این بین می‌توان به انواع عصاره‌های گیاهی اشاره نمود (Sakanaka *et al*., 2005; Majumdar *et al*., 2015; Jeyakumari *et al*., 2016) . اثر ضد باکتریایی و ضد اکسیدانی عصاره گیاهان مختلف بر مدت زمان ماندگاری فیله ماهیان مانند استفاده از عصاره گیاه رزماری (اعتمادی و همکاران، ۱۳۸۷)، موسیر (پزشک و همکاران، ۱۳۹۰) و آویشن (شعبانپور و همکاران، ۱۳۹۰) بر فیله ماهی قزل‌آلای‌رنگین کمان، عصاره آویشن بر فیله ماهی بس اروپائی (Kostaki *et al*., 2009)، عصاره هسته انگور و گل میخک بر فیله ماهی کپور نقره‌ای (Shi *et al*., 2014) و تاثیر عصاره آویشن بر نگهداری سوریمی تولیدی از کپور معمولی (فرجامی و حسینی، ۱۳۹۴) و عصاره سیر بر سوریمی حاصل از گربه ماهی (*Pangasianodon hypophthalmus*) (Majumdar *et al*., 2015) اشاره نمود.

گیاه پونه (*Mentha pulegium*) یکی از گونه‌های گیاهی گلدار متعلق به خانواده Lamiaceae است که بومی اروپا، آفریقای شمالی و خاورمیانه است. این گیاه دارای خواص دارویی مختلفی است که می‌توان به خواص ضد اکسیدانی و ضد میکروبی آن اشاره نمود بطوریکه ۲ ترکیب ترپنوئیدی جدید از پونه شناسایی شده است که دارای خواص ضد میکروبی مناسبی هستند. از برگ تازه یا خشک شده آن نیز به عنوان ترکیب معطر و طعم دهنده استفاده می‌شود (Miraj & Kiani, 2016).

کیلکا ماهیان (*Clupeidae*) یکی از مهمترین ذخایر ماهیان دریای خزر بشمار می‌روند که به علت دارا بودن ترکیبات ارزشمند غذایی برای مصارف متنوعی از جمله تهیه آرد ماهی، کنسرو، ماریناد، انواع محصولات خمیری و غیره قابل استفاده می‌باشد (رضایی و همکاران، ۱۳۸۵). کیلکا ماهیان دریای خزر متعلق به جنس *Clupeonella* هستند و شامل سه گونهٔ کیلکای معمولی (*C.cultriventris caspia*)، کیلکای آنچوی (*C.engrauliformis*)و کیلکای چشم درشت (*C.grimmi*) می‌باشند که در بین این گونه‌ها، کیلکای معمولی بیشترین درصد صید را بخود اختصاص داده است (زمانی و همکاران، ۱۳۹۰؛ سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۶؛ Karimzadeh *et al*., 2010).

از آنجائیکه برای نگهداری سوریمی در کوتاه مدت در دمای یخچال (۱ ± ۴ درجه سانتی‌گراد) استفاده از برخی نگهدارنده‌ها بویژه نوع طبیعی و ایمن جهت افزایش مدت ماندگاری ضروری می‌باشد، لذا هدف مطالعه حاضر بررسی تاثیر غلظت‌های

مختلف عصاره پونه بر روند تغییرات شاخص‌های شیمیایی و باکتریایی سوریمی حاصل از کیلکای معمولی طی نگهداری کوتاه مدت در دمای یخچال می‌باشد تا با حصول اطلاعات پایه بتوان ار عصاره گیاه پونه به جای ترکیبات شیمیایی جهت نگهداری کوتاه مدت در دمای یخچال بهره گرفت.

مواد و روش‌کار

عصاره‌گیری از گیاه پونه

برای تهیه عصاره، ۳۰ گرم از گیاه پونه به صورت خشک شده در فصل بهار ۹۷ از بازار عطارها در ملایر تهیه شد و جهت عصاره‌گیری به آزمایشگاه شیلات دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه ملایر منتقل گردید. سپس با کمک آسیاب برقی (مدل Chili، پارس خزر) بخوبی پودر شد و در cc ۳۰۰ آب مقطر مخلوط و به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد باقی ماند و پس از آن محلول فیلتر و به حجم رسانده شد تا عصاره ٪۱۰ تهیه شود. سپس برای تیمارها عصاره ٪۲ و ٪۴ پونه آماده شد (فرجامی و حسینی، ۱۳۹۴).

تهیه ماهی و تولید سوریمی

۵ کیلوگرم کیلکای معمولی (۱/۵±۱۲گرم) از بازار ماهی فروشی در شهرستان ملایر، بصورت منجمد (دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد) تهیه و به آزمایشگاه شیلات دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه ملایر منتقل شد. پس از انجاد زدایی در دمای اتاق، عمل سرزنی، تخلیه امعاء و احشاء، پوست کنی، فیله سازی و استخوان گیری با دست انجام شد. فیله‌ها با چرخ گوشت ۲ بار چرخ شدند. برای تهیه سوریمی، آب سرد و گوشت چرخ شده ماهی کیلکا با نسبت ۴ به ۱ درون ظرف شستشو منتقل شده و به مدت ۵ دقیقه به طور مداوم همزده شد و سپس ۵ دقیقه به مخلوط استراحت داده شد. آنگاه عمل آبگیری با استفاده از عبور مخلوط از پارچه چند لایه تنظیف و سپس فشردن آن با نیروی دست انجام شد. برای تکمیل فرایند، عمل شستشو در ۳ نوبت صورت گرفت بطوریکه در نوبت سوم شستشو گوشت به ۳ قسمت مساوی تقسیم شده و به سه تیمار مختلف حاوی گروه شاهد (شستشو با آب نمک ٪۰/۳) گروه حاوی ٪۲عصاره پونه (شستشو با آب نمک ٪۰/۳ حاوی ۲ ٪عصاره پونه) و گروه حاوی ٪۴ عصاره پونه (شستشو با آب نمک ٪۰/۳ حاوی ٪۴ عصاره پونه) تقسیم گردیدند (Lee, 1999؛ فرجامی و حسینی، ۱۳۹۴). بعد از آماده‌سازی تیمارها، نگهداری آنها در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت و در روزهای ۱، ۳، ۶، ۹، ۱۲و ۱۵ شاخص‌های شیمیایی و باکتریایی ارزیابی گردیدند.

آزمون‌های شیمیایی

مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N)[1] : برای تعیین میزان TVB-N، ابتدا ۱۰ گرم از نمونه همراه با ۲ گرم اکسید منیزیم در یک بالن کلدال توزین شد. سپس cc ۲۵۰ آب مقطر به آن اضافه شد و چند عدد پرل شیشه‌ای به آن اضافه شد. سپس بالن به دستگاه وصل و به آن حرارت داده شد. در انتهای دستگاه یک ارلن مایر ۲۵۰cc نیز حاوی cc ۲۵ محلول اسید بوریک ٪۲ قرار داده شد. عمل تقطیر تا گذشت ۳۰ دقیقه از زمان جوشش مواد درون بالن ادامه یافت. محلول اسید بوریک در حضور گازهای متصاعد شده که معرف بازهای ازته فرار هستند به محض قلیایی شدن به رنگ سبز روشن تغییر رنگ خواهد داد. عمل تیتراسیون این محلول با اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تا جائی ادامه یافت که اسید بوریک دوباره ارغوانی شود. با قرار دادن میزان اسید مصرف شده در مرحله تیتراسیون، بازهای ازته فرار بر حسب میلی‌گرم نیتروژن در۱۰۰ گرم نمونه ماهی (فرمول ۱) محاسبه شد (Jeon *et al*., 2002):

$$TVB-N = \text{حجم اسید سولفوریک مصرفی} \times 14 \quad \text{(فرمول ۱)}$$

شاخص پراکسید (PV)[2] : برای اندازه‌گیری شاخص پراکسید از روش Egan و همکاران (۱۹۹۷) استفاده گردید. ابتدا ۱۵ گرم نمونه را درون بالن ژوژه ریخته شد و به آن ۶۰cc کلروفرم و سپس ۶۰cc متانول اضافه گردید و بشدت تکان داده شد و به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق قرار گرفت. سپس محتویات بالن ژوژه را به دکانتور انتقال داده شد و به آن cc ۳۶ آب مقطر اضافه گردید و بعد از ۲ ساعت استراحت، ۳ فاز تشکیل شد. فاز زیرین حاوی چربی، بدقت جدا شد و ۲۰cc از آن به ارلن انتقال داده شد و cc ۲۵ اسید استیک کلروفرمی (نسبت کلروفرم به اسید استیک: ۲ به ۳) به آن افزوده شد. سپس cc ۰/۵ محلول یدور پتاسیم اشباع (که روزانه و بصورت تازه آماده شود) اضافه شد و به مدت ۱ دقیقه در تاریکی در حالت شیکر قرار گرفت و سپس cc ۳۰ آب مقطر به محتویات ارلن اضافه شد و بعد مقدار cc ۰/۵ معرف نشاسته ٪۱ به آن اضافه گردید و محلول به شدت تکان داده شد. ید آزادشده باعث تغییر رنگ محلول شد

[1] -Total volatile basic nitrogen
[2] -Peroxide Value

که با محلول تیوسولفات ۰/۰۱ نرمال تا ظهور رنگ شیری تیتر گردید. سپس با استفاده از فرمول ۲ میزان پراکسید بر حسب میلی‌اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم چربی محاسبه گردید:

$$PV=\frac{V \times N \times 1000}{w}$$ (فرمول ۲)

v= حجم تیوسولفات مصرفی (سی سی) ، N = نرمالیته تیوسولفات (۰/۰۱)، w = وزن روغن نمونه (گرم). برای تعیین میزان چربی نمونه، ۲۰cc از فاز زیرین دکانتور را در یک بشر کاملاً خشک و توزین شده ریخته شد و زیر هود شیمیایی قرار گرفت تا کلروفرم آن تبخیر شود. سپس برای مدت ۱ ساعت در آون ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته تا خشک شود. بعد از توزین مجدد بشر، میزان چربی نمونه برای محاسبه شاخص PV استفاده شد.

تیوباربیتوریک اسید (TBA)[1] : میزان TBA با استفاده از معرف TBA و بر اساس روش Namulema و همکاران (۱۹۹۹) سنجش گردید. ابتدا ۲۰۰ میلی‌گرم از نمونه سوریمی به بالن ۲۵ cc منتقل شد و با ۱- بوتانول به حجم رسانده شد. سپس ۵ cc از این محلول به لوله فالکون خشک و درب‌دار انتقال یافت و ۵ cc معرف TBA (از حل شدن ۲۰۰ میلی‌گرم پودر TBA در ۱۰۰ cc حلال ۱- بوتانول و صاف کردن بوسیله کاغذ صافی به دست آمد) به آن افزوده شد. بعد لوله‌ها در بن ماری با دمای ۹۵درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت قرار گرفتند. سپس در دمای محیط سرد شدند و بعد با استفاده دستگاه اسپکتروفوتومتر میزان جذب در ۵۳۰ نانومتر در مقابل نمونه شاهد حاوی آب مقطر قرائت شد. با استفاده از فرمول ۳ میزان TBA (بر حسب میلی‌گرم مالون دی آلدهید در هر کیلوگرم از گوشت ماهی) محاسبه گردید:

$$TBA=\frac{As-Ab\times 50}{200}$$ (فرمول ۳)

میزان pH : برای سنجش میزان pH، ۵ گرم از نمونه با ۴۵ cc آب مقطر مخلوط شده و به مدت ۳۰ ثانیه با هموژنایزر به خوبی همگن شد و در دمای اتاق نمونه‌ها با استفاده از pH متر اندازه‌گیری شد (Hernández *et al*., 2009).

آزمون میکروبی

برای تعیین میزان باکتری‌های کل و سرمادوست، ابتدا ۵ گرم نمونه با ۴۵ cc سرم فیزیولوژی استریل ۸۵٪ مخلوط و به مدت۶۰ ثانیه بخوبی هموژن گردید و سپس رقت‌های مورد نیاز با سرم فیزیولوژیک تهیه شد. میزان ۱ cc از هر رقت بر روی محیط کشت پلیت کانت آگار (PCA)[2] به طور سطحی پخش گردید. پلیت‌های کشت داده شده در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت برای شمارش باکتری‌های کل (TVC)[3] و در دمای ۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ روز برای شمارش باکتری‌های سرمادوست (PTC)[4] انکوبه شده و پس از طی مدت انکوباسیون، پرگنه ها شمارش شدند (Arashisar *et al*., 2004; Sallam, 2007).

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این مطالعه برای تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از شاخص‌های شیمیایی و میکروبی مربوط به تیمارهای مورد آزمایش از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ و برای رسم نمودارها از Excel استفاده شد. نرمال بودن داده‌ها و آزمون همگنی واریانس به ترتیب با استفاده از آزمون‌های کولموگروف - اسمیرنوف و Levene انجام شد. برای تعیین وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای تحت مطالعه در روزهای مختلف از تجزیه واریانس یک‌طرفه و برای مقایسه میانگین‌ها بین تیمارها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ استفاد گردید و تمام آزمایشات با ۳ تکرار انجام شدند.

نتایج

مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N)

تغییرات مقادیر TVB-N در سوریمی تولید شده از ماهی کیلکای معمولی تحت غلظت‌های مختلف عصاره پونه طی نگهداری در یخچال در جدول ۱ ارائه شده است. میزان TVB-N در تیمارهای شاهد، ۲ و ۴٪ عصاره پونه بطور معنی‌داری با گذشت زمان افزایش یافت (p<۰/۰۵). در نمونه‌های تیمار شده با عصاره پونه بیشترین مقدار TVB-N در تیمار ۲ ٪برابر با ۲۶/۹۰ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم گوشت ماهی در روز ۱۵ نگهداری ثبت گردید که به طور معنی‌داری کمتر از تیمار شاهد و بیشتر از تیمار ۴ ٪ پونه بود (p<۰/۰۵). کمترین میزان TVB-N نیز در روز اول نگهداری در تیمار ۴٪ پونه برابر با ۷/۵۵ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم گوشت ماهی بود که کمتر از مقادیر مربوط به تیمار شاهد و ۲٪ پونه بود ولی

[1] Thiobarbituric *acid*

[2] Plate count agar
[3] Total viable count
[4] Psychrophilic count

اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (p<۰/۰۵). با افزایش مدت زمان نگهداری میزان TVB-N در تیمار ۴٪ در روزهای مختلف بطور معنی‌داری کمتر از تیمار شاهد و ۲ ٪ بود (p<۰/۰۵). در روزهای ۱ و ۶ نگهداری میزان TVB-N در تیمار ۴٪ کاهش غیر معنی‌داری را با تیمار ٪ ۲ نشان داد (p<۰/۰۵).

جدول ۱: تغییرات میزان TVB-N (میلی‌گرم / ۱۰۰ گرم گوشت) در روزهای مختلف نگهداری در سوریمی تولید شده از ماهی کیلکای معمولی تیمارشده با غلظت های ۰ ، ۲ و ۴٪ عصارهٔ پونه در دمای ۱ ± ۴ °C.

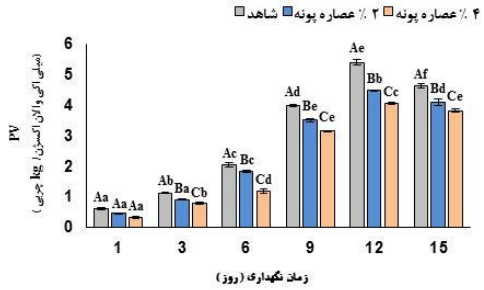
Table 1: Changes in TVB-N (mg/100 g of flesh) levels in different days of storage at 4 ± 1°C in surimi produced from common Kilka treated with pennyroyal extract at concentrations of 0, 2 and 4%.

زمان (روز)	تیمارها		
	شاهد	عصاره پونه ٪ ۲	عصاره پونه٪ ۴
۱	۷/۷۰±۰/۹۸ Aa	۷/۷۵±۰/۲۱ Aa	۷/۵۵±۰/۷۷ Aa
۳	۱۰/۱۰±۰/۹۸ Aa	۸/۳۵ ±۰/۰۷ Ba	۷/۹۵ ±۰/۰۷ Ca
۶	۱۴/۱±۰/۹۶ Ab	۱۱/۰۰±۰/۲۸ Bb	۱۰/۹۰±۰/۹۸ Bb
۹	۱۶/۰۰±۱/۱۳ Ab	۱۳/۹۵ ±۰/۰۸ Bc	۱۲/۷۰±۰/۱۴ Cc
۱۲	۲۱/۴۰±۱/۰۴ Ac	۱۷/۹۰±۰/۴۲ Bd	۱۶/۱۵ ±۰/۶۳ Cd
۱۵	۳۲/۸۰±۱/۰۸ Ad	۲۶/۹۰±۰/۷۱ Be	۲۱/۷۵ ±۰/۷۷ Ce

حروف کوچک متفاوت در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در زمان‌های مختلف در یک تیمار و حروف بزرگ متفاوت در هر ردیف بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در یک زمان می‌باشد (میانگین ± انحراف معیار، α =۰/۰۵).

میزان PV

تغییرات مقادیر PV در سوریمی تولید شده از ماهی کیلکای معمولی تحت غلظت های مختلف عصاره پونه طی نگهداری در یخچال در شکل ۱ نشان داده شده است. میزان PV در تیمارهای شاهد، ۲ و ۴٪ عصاره پونه به طور معنی‌داری با گذشت زمان افزایش یافت (p<۰/۰۵). در نمونه های تیمار شده با عصاره پونه بیشترین مقدار PV در تیمار ۲٪ برابر با ۴/۴۸ میلی اکی والان اکسیژن در کیلوگرم چربی در روز ۱۲ نگهداری ثبت گردید که به طور معنی‌داری کمتر از تیمار شاهد و بیشتر از تیمار۴ ٪ پونه بود (p<۰/۰۵). کمترین میزان PV نیز در روز اول نگهداری در تیمار ۴٪ پونه برابر با ۳/۸۳ میلی اکی والان اکسیژن در کیلوگرم چربی بود که کمتر از مقادیر مربوط به تیمار شاهد و ۲٪ پونه بود ولی اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (p<۰/۰۵). با افزایش مدت زمان نگهداری میزان PV در تیمار ۴٪ در روزهای مختلف بطور معنی‌داری کمتر از تیمار شاهد و ۲ ٪ بود (p<۰/۰۵).



شکل ۱: تغییرات میزان پراکسید (PV ؛ میلی‌اکی‌والان اکسیژن/ کیلوگرم چربی) در روزهای مختلف نگهداری در سوریمی تولید شده از ماهی کیلکای معمولی تیمارشده با غلظت های ۰ ، ۲ و ۴٪ عصارهٔ پونه در دمای ۱°C ± ۴. حروف کوچک و بزرگ غیرمشترک به ترتیب نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در یک تیمار (در زمان‌های مختلف) و بین تیمارها (در یک زمان) می‌باشد (میانگین ± انحراف معیار، α =۰/۰۵).

Figure 1: Changes in peroxide value (PV; meq/kg of fat) levels in different days of storage at 4 ± 1 °C in surimi produced from common kilka treated with pennyroyal extract at concentrations of 0, 2 and 4%. Different small and capital letters indicate a significant difference in one treatment (at different times) and between treatments (at same times), respectively (mean ± SD, α = 0.05).

تیوباربیتوریک اسید (TBA)

نتایج مربوط به تغییرات مقادیر TBA در غلظت های ۰، ۲ و ۴ ٪عصاره پونه بر سوریمی تولید شده از ماهی کیلکای معمولی طی نگهداری در یخچال در جدول ۲ ارائه شده است. میزان TBA در نمونه شاهد بطور معنی‌داری با گذشت زمان افزایش یافت (p<۰/۰۵). در نمونه‌های تیمار شده با عصاره پونه بیشترین مقدار TBA در تیمار ۲٪ برابر با ۰/۱۶ میلی‌گرم مالون دی آلدهید در کیلوگرم گوشت در روز ۹ نگهداری ثبت گردید که بطور معنی‌داری کمتر از تیمار شاهد و بیشتر از تیمار ۴ ٪پونه بود (p<۰/۰۵). کمترین میزان TBA نیز در روز ۱ نگهداری در تیمار ۴٪ پونه برابر با ۰/۰۴ میلی‌گرم مالون دی آلدهید در کیلوگرم گوشت بود که اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد و ۲ ٪پونه نشان نداد (p>۰/۰۵). میزان TBA در تیمار ۴ ٪در روزهای مختلف نگهداری با افزایش مدت زمان بطور

معنی‌داری کمتر از تیمار شاهد و ٪ ۲ بود (p<۰/۰۵). همچنین در روزهای مورد مطالعه غیر از روز ۱ نگهداری، میزان TBA در تیمار ۲٪ کاهش معنی‌داری را با تیمار شاهد نشان داد (p<۰/۰۵).

جدول ۲: تغییرات میزان TBA (میلی‌گرم مالون دی آلدهید/ کیلوگرم گوشت) در روزهای مختلف نگهداری در سوریمی تولید شده از ماهی کیلکای معمولی تیمارشده با غلظت های ۰، ۲ و ۴٪ عصارهٔ پونه در دمای ۱ ± ۴ درجه سانتی‌گراد.

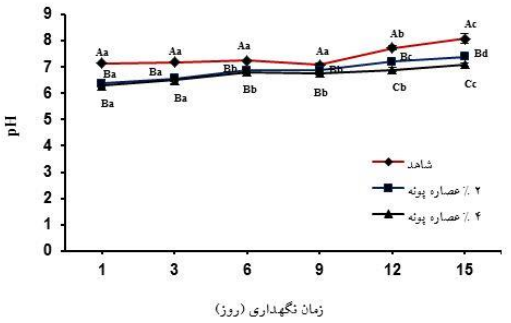
Table 2: Changes in TBA (mg malondialdehyde / kg flesh) levels in different days of storage at 4 ± 1°C in surimi produced from common Kilka treated with pennyroyal extract at concentrations of 0, 2 and 4%.

زمان (روز)	تیمارها		
	شاهد	عصاره پونه ٪ ۲	عصاره پونه٪ ۴
۱	۰/۰۶±۰/۰۰۲ Aa	۰/۰۵±۰/۰۰۸ Aa	۰/۰۴±۰/۰۰۶ Aa
۳	۰/۰۸±۰/۰۰۳ Ab	۰/۰۶±۰/۰۰۳ Ba	۰/۰۵±۰/۰۰۳ Cb
۶	۰/۱۳±۰/۰۰۵ Ac	۰/۱۱±۰/۰۰۶ Bc	۰/۰۹±۰/۰۰۸ Cd
۹	۰/۲۲±۰/۰۰۴ Ad	۰/۱۶±۰/۰۰۵ Be	۰/۱۰±۰/۰۰۴ Ce
۱۲	۰/۳۰±۰/۰۰۴ Ae	۰/۰۹±۰/۰۰۳ Bb	۰/۰۶±۰/۰۰۲ Cc
۱۵	۰/۴۳±۰/۰۰۶ Af	۰/۱۳±۰/۰۰۱ Bd	۰/۱۰±۰/۰۰۳ Ce

حروف کوچک متفاوت در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در زمان‌های مختلف در یک تیمار و حروف بزرگ متفاوت در هر ردیف بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در یک زمان می‌باشد (میانگین ± انحراف معیار، α =۰/۰۵).

میزان pH

تاثیر غلظت‌های مختلف عصاره پونه بر میزان pH سوریمی تولیدی از ماهی کیلکای معمولی نشان داد طی نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در نمونه شاهد بته طور معنی‌داری با گذشت زمان افزایش یافت (p<۰/۰۵) (شکل ۲). در نمونه‌های تیمار شده با عصاره پونه بیشترین مقدار pH در تیمار ۲٪ برابر با ۷/۳۹ در روز ۱۵ نگهداری ثبت گردید که به طور معنی‌داری کمتر از تیمار شاهد و بیشتر از تیمار ٪ ۴ پونه بود (p<۰/۰۵). کمترین میزان pH نیز در روز ۱ نگهداری در تیمار ۴ ٪پونه برابر با ۶/۲۸ بود که کمتر از مقادیر مربوط به تیمار شاهد و ۲ ٪پونه بود ولی با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان داد (p<۰/۰۵). با افزایش مدت زمان نگهداری میزان pH در روزهای مختلف در تیمار ۴ ٪بطور معنی‌داری کمتر از تیمار شاهد بود (p<۰/۰۵) ولی در مقایسه با تیمار ۲٪ تا روز ۹ نگهداری کاهش معنی‌داری را نشان نداد (p>۰/۰۵)، ولی در روزهای ۱۲ و ۱۵ کاهش معنی‌دار مشاهده گردید (p<۰/۰۵).



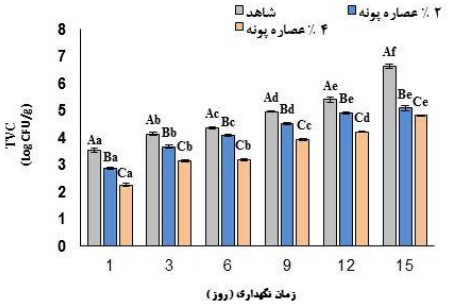
شکل۲: تغییرات میزان pH در روزهای مختلف نگهداری در سوریمی تولید شده از ماهی کیلکای معمولی تیمارشده با غلظت های ۰، ۲ و ۴ ٪ عصارهٔ پونه در دمای ۱ ± ۴ درجه سانتی‌گراد. حروف کوچک و بزرگ غیرمشترک به ترتیب نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در یک تیمار (در زمان‌های مختلف) و بین تیمارها (در یک زمان) می‌باشد (میانگین ± انحراف معیار، α =۰/۰۵).

Figure 2: Changes in pH levels in different days of storage at 4 ± 1 °C in surimi produced from common Kilka treated with pennyroyal extract at concentrations of 0, 2 and 4%. Different small and capital letters indicate a significant difference in one treatment (at different times) and between treatments (at same times), respectively (mean ± SD, α = 0.05).

آزمون‌های میکروبی

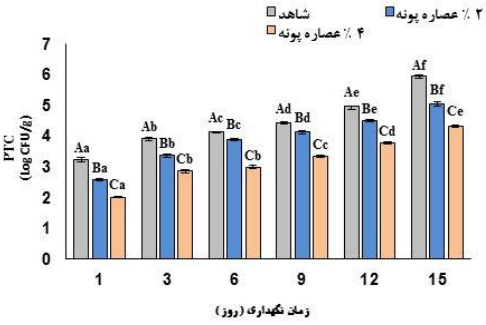
تغییرات مربوط به تعداد باکترهای کل (TVC) در سوریمی تهیه شده از ماهی کیلکای معمولی حاوی عصاره پونه در شکل ۳ نشان داده شده است. با افزایش مدت زمان نگهداری تعداد TVC در تیمارها افزایش یافت بطوریکه در تیمار شاهد نسبت به تیمارهای ۲ و ۴ ٪پونه افزایش معنی‌داری نشان داد (p<۰/۰۵). در نمونه‌های تیمار شده با عصاره پونه بیشترین تعداد TVC در تیمار ۲ ٪برابر ۵/۱ Log CFU/g بود، در حالیکه در تیمار ۴ ٪برابر ۴/۸ Log CFU/g بود. با افزایش مدت زمان نگهداری میزان TVC در تیمار ٪ ۴در روزهای مختلف بطور معنی‌داری کمتر از تیمار شاهد و ۲٪ بود (p<۰/۰۵). تغییرات مربوط به تعداد باکترهای سرمادوست (PTC) در سوریمی تهیه شده از ماهی کیلکای معمولی حاوی عصاره پونه در شکل ۴ نشان داده شده است. با افزایش مدت زمان نگهداری تعداد PTC در تیمارها افزایش یافت بطوریکه در تیمار شاهد نسبت به تیمارهای ۲ و ۴٪ پونه افزایش معنی‌داری نشان داد (p<۰/۰۵). در نمونه‌های تیمار شده با عصاره پونه بیشترین تعداد PTC در تیمار ۲٪ برابر Log CFU/g ۵ بود در حالیکه در تیمار ۴ ٪برابر Log CFU/g ۴/۳ بود. با افزایش مدت زمان نگهداری میزان TVC در تیمار

۴ ٪در روزهای مختلف به طور معنی‌داری کمتر از تیمار شاهد و ۲٪ بود ($p<۰/۰۵$).



شکل۳: تغییرات تعداد باکتری های کل (TVC) در روزهای مختلف نگهداری در سوریمی تولید شده از ماهی کیلکای معمولی تیمارشده با غلظت های ۰ ، ۲ و ۴٪ عصارهٔ پونه در دمای ۱ ± ۴ درجه سانتی‌گراد. حروف کوچک و بزرگ غیرمشترک بترتیب نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در یک تیمار (در زمان‌های مختلف) و بین تیمارها (در یک زمان) می‌باشد (میانگین ± انحراف معیار، α =۰/۰۵).

Figure 3: Changes in total viable count of bacteria (TVC) in different days of storage at 4 ± 1°C in surimi produced from common Kilka treated with pennyroyal extract at concentrations of 0, 2 and 4%. Different small and capital letters indicate a significant difference in one treatment (at different times) and between treatments (at same times), respectively (mean ± SD, α = 0.05).



شکل۴: تغییرات تعداد باکتری های سرمادوست (PTC) در روزهای مختلف نگهداری در سوریمی تولید شده از ماهی کیلکای معمولی تیمارشده با غلظت های ۰ ، ۲ و ۴ ٪ عصارهٔ پونه در دمای ۱ ± ۴ درجه سانتی‌گراد. حروف کوچک و بزرگ غیرمشترک به ترتیب نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در یک تیمار (در زمان‌های مختلف) و بین تیمارها (در یک زمان) می‌باشد (میانگین ± انحراف معیار، α =۰/۰۵).

Figure 4: Changes in psychrotrophic count of bacteria (PTC) in different days of storage at 4 ± 1 °C in surimi produced from common Kilka treated with pennyroyal extract at concentrations of 0, 2 and 4%. Different small and capital letters indicate a significant difference in one treatment (at different times) and between treatments (at same times), respectively (mean ± SD, α = 0.05).

بحث

مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N) محصول فعالیت آنزیم‌های موجود در گوشت و همچنین فساد باکتریایی است که میزان آن می‌تواند شاخصی برای تعیین فساد در ماهیان باشد (رضوی شیرازی،۱۳۸۰؛ Erkan *et al*., 2007). بر اساس گزارش‌های موجود میزان ۳۰ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم گوشت بالاترین سطح مورد قبول برای TVB-N است (Huss, 1995; EU/EC, 2008; Amegovu *et al*., 2012). در مطالعه حاضر، میزان این شاخص در تیمار حاوی عصاره ۴ ٪پونه از حد مجاز تجاوز نکرد و مقدار آن در روز ۱۵ نگهداری برابر با ۲۱/۷۵ میلی‌گرم بود. در تیمار حاوی ۲ ٪ عصاره پونه تا روز ۱۲ نگهداری میزان آن ۱۷/۹ میلی‌گرم بود. ولی در روز ۱۵ به میزان ۲۶/۹ میلی‌گرم افزایش یافت که بالاتر از حد قابل قبول بود. نتایج این مطالعه با یافته‌های حاصل از مطالعه پزشک و همکاران (۱۳۹۰) در استفاده از عصاره موسیر جهت نگهداری فیله قزل‌آلای رنگین کمان، شعبانپور و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی تاثیر عصاره آویشن بر سوریمی تهیه شده از فیله ماهی قزل آلای رنگین کمان، Bensid و همکاران (۲۰۱۴) در استفاده از عصاره آویشن جهت نگهداری ماهی آنچوی و Raeisi و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی تاثیر عصاره گیاه رازیانه بر کیفیت فیله ماهی قزل آلای رنگین کمان همخوانی داشت، بطوریکه در این مطالعات نیز میزان TVB-N از حدمجاز تعیین شده بالاتر نبود. در این مطالعات وجود ترکیبات ضد باکتریایی در عصاره‌های گیاهی از دلایل مهم جلوگیری از افزایش TVB-N در مقایسه با تیمارهای فاقد عصاره ذکر شده است. میزان TVB-N بطور عمده حاصل تجزیه باکتریایی گوشت ماهی می‌باشد که در مطالعه حاضر نیز افزایش میزان این شاخص در تیمار شاهد نسبت به تیمار حاوی عصاره پونه می‌تواند با خواص ضدباکتریایی پونه مرتبط باشد (Miraj & Kiani, 2016).

پراکسید (PV) متداولترین شاخص سنجش اکسیداسیون ابتدائی چربی‌ها بویژه اسیدهای چرب غیراشباع PUFA [1] می‌باشد که منجر به تولید هیدروپراکسید می‌شود (Yildiz *et al*., 2006). در این مطالعه، میزان PV در تمام تیمارهای تحت آزمایش با افزایش زمان نگهداری تا روز ۱۲ افزایش و سپس از روز ۱۵-۱۲ کاهش یافت، ولی از حد مجاز ۲۰-۱۰ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم چربی فراتر نرفت (Egan *et al*., 1997). علت این کاهش می‌تواند بدلیل واکنش‌های ثانویه

[1] -Polyunsaturated Fatty Acids

اکسیداسیون و تجزیه پراکسیدها به ترکیبات ثانویه و تولید کربونیل و ترکیبات فرار باشد (Jeyakumari *et al*., 2016). میزان پراکسید در تیمار ۴ ٪پونه بطور معنی‌داری کمتر از تیمار ۲ ٪ و شاهد بود که می‌تواند بدلیل وجود ترکیبات ضد اکسیدانی موجود در این گیاه باشد که از تشکیل پراکسیدها جلوگیری می‌کند (Miraj & Kiani, 2016). نتایج این تحقیق با مطالعه زرگر و همکاران (۱۳۹۳)، در استفاده از کازئینات سدیم به عنوان پوشش خوراکی در فیله ماهی قزل آلای رنگین کمان طی نگهداری در یخچال مشخص گردید، همخوانی داشت. همچنین در پژوهشی، تاثیر استفاده از ماده ضد میکروبی نایسین Z بر سوریمی تهیه شده از ماهی کیلکای معمولی نشان داد با افزایش زمان نگهداری میزان پراکسید در تیمار فاقد نایسین بطور معنی‌داری افزایش یافت که علت آن فعالیت بالای باکتری‌های تجزیه کننده چربی نسبت به تیمارهای حاوی نایسین و در نهایت تولید بالاتر هیدروپراکسیدها می‌باشد (دهبندی و همکاران، ۱۳۹۳). Jeyakumari و همکاران (۲۰۱۶) تاثیر کیتوزان بر میزان پراکسید سوریمی تهیه شده از گربه ماهی (*Pangasianodon hypophthalmus*) را بررسی نموده و نتایج نشان داد با افزایش زمان نگهداری میزان این شاخص در تیمار شاهد (فاقد کیتوزان) به طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای حاوی کیتوزان بود که علت آنرا در ژلاته شدن یون آهن توسط کیتوزان و به تعویق انداختن اکسیداسیون چربی مرتبط دانستند. نتایج پژوهش‌های Kumaraguruparan و همکاران (۲۰۰۵) و Kumolu- Johnson و Ndimele (۲۰۱۱) نشان دادند که استفاده از عصاره سیر می‌تواند از افزایش میزان پراکسید و TBA در گربه ماهی جلوگیری نماید و علت آن به حضور ترکیباتی مانند دی آلیل سولفید، آلیل سولفید و پروپیل سولفید در سیر می‌باشد. Shi و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند استفاده از عصاره جوانه میخک و هسته انگور به دلیل دارا بودن ترکیبات فنولی بالا، قدرت محارکنندکی DPPH و ژلاته کنندگی آهن سبب کاهش میزان PV در فیله ماهی کپور نقره‌ای در دمای یخچال برای مدت ۱۸ روز نسبت به گروه شاهد گردید.

تیوباربیتوریک اسید شاخصی برای سنجش میزان ترکیبات کربونیلی تولید شده در مرحله اکسیداسیون ثانویه چربی می‌باشد که از طریق اندازه‌گیری میزان مالون دی آلدهید تعیین می‌شود و مالون دی آلدهید نیز حاصل تجزیه هیدروپراکسیدهای تولید شده طی فرایند اکسیداسیون اسیدهای چرب PUFA است (Bensid *et al*., 2014). محدوده ۲-۱ میلی‌گرم مالون دی‌آلدهید در کیلوگرم گوشت به عنوان حد قابل قبول مقادیر تیوباربیتوریک اسید در ماهیان معرفی شده است (Connell, 1990). در مطالعه حاضر، مقادیر این شاخص در همه تیمارها از حد قابل قبول پیشنهادی در طول دوره نگهداری کمتر بود. مقدار TBA در روزهای مورد مطالعه بجز روز ۱ نگهداری، افزایش معنی‌داری را با تیمارهای حاوی عصاره پونه نشان داد. Bensid و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند، میزان TBA در آنچوی (*Engraulis encrasicholus*) شکم خالی شده و فاقد سر تحت عصاره پونه و میخک نسبت به نمونه‌های فاقد عصاره طی نگهداری در حضور یخ برای مدت ۹ روز کاهش یافت که علت آن به حضور ترکیبات فنولی بالا در عصاره‌های گیاهی مورد مطالعه و کمک به تعویق انداختن تولید هیدروپراکسیدها و در نتیجه میزان پائین TBA می‌باشد. نتیجه بررسی تاثیر عصاره آویشن بر سوریمی تولید شده از فیله کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) طی نگهداری در یخچال (۱±۴ درجه سانتی‌گراد) نشان داد افزایش میزان TBA در تیمار فاقد عصاره آویشن می‌تواند به دلیل عدم حضور ترکیبات فنولی در مقایسه با تیمارهای حاوی عصاره باشد (فرجامی و حسینی، ۱۳۹۴). همچنین نتایج تحقیق حاضر با مطالعه تاثیر عصاره آویشن بر فیله ماهی قزل آلای رنگین کمان شور و بسته بندی شده در خلاء در دمای۴ درجه سانتی‌گراد طی مدت ۲۰ روز مطابقت داشت که این امر به علت ترکیباتی نظیر تیمول، کارواکرول، ترکیباتی فنولی و دارای گروههای هیدروکسی (OH) می‌باشد که دارای قدرت حذف رادیکال‌های آزاد هستند (شعبانپور و همکاران، ۱۳۹۰). روند افزایشی این شاخص به دلیل تولید آلدهیدها از محصولات ثانویه حاصل از شکست هیدروپراکسیدها می‌باشد. کاهش میزان TBA در روز ۱۲ نگهداری در تیمارهای حاوی عصاره پونه می‌تواند به دلیل کاهش هیدورپراکسیدها و واکنش بین مالون دی آلدهید با پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه و گلیکوژن باشد که باعث کاهش مقدار مالون دی آلدهید می‌شود (Gomes *et al*., 2003).

میزان pH عضله ماهی زنده نزدیک ۷ است و pH بیشتر از ۷ نشان دهنده فساد است (زرگر و همکاران، ۱۳۹۳). اسیدیته ماهی پس از مرگ بر اساس فصل، گونه و سایر فاکتورها از ۷-۶ تغییر می‌کند (رضائیان و همکاران، ۱۳۹۴). علت پائین بودن pH در ابتدا بدلیل تولید اسید لاکتیک ناشی از گلیکولیز در لاشه ماهی پس از مرگ است در حالیکه افزایش pH در طول دوره نگهداری به دلیل تولید آمین‌های فرار ناشی از تخریب

آنزیمی و باکتریایی گوشت است (Kostaki *et al*., 2009). نتایج این تحقیق نشان داد میزان pH در تیمار شاهد به طور معنی‌داری بیشتر از مقدار آن در تیمارهای حاوی عصاره پونه بود. مطالعه زرگر و همکاران (۱۳۹۳) نشان داد، کاهش میزان pH در میانه دوره نگهداری فیله ماهی قزل آلای رنگین کمان در دمای یخچال تحت تاثیر پوشش خوراکی کازئینات می‌تواند به تولید اسید لاکتیک ناشی از گلیکولیز و افزایش آن در انتهای دوره به تولید ترکیبات فرار ناشی از فعالیت باکتریها مرتبط باشد. فرجامی و حسینی (۱۳۹۴) کاهش معنی‌دار میزان pH در سوریمی حاصل از فیله ماهی کپور معمولی حاوی عصاره آویشن را نسبت به تیمار فاقد عصاره به وجود ترکیبات ضد باکتریایی نسبت دادند. در مطالعه حاضر نیز تیمارهای حاوی عصاره پونه نسبت به تیمار شاهد میزان pH پائین‌تری داشتند که علت آنرا می‌توان به وجود ترکیبات ضد باکتریایی گیاه پونه و جلوگیری از تولید ترکیبات فرار ناشی از فعالیت باکتریها و در نهایت افزایش pH دانست.

رشد باکتری‌ها به عنوان عامل اصلی فساد در ماهی و فرآورده‌های آن مطرح می‌باشد. بنابراین، بررسی بار باکتریایی به عنوان یک شاخص کیفی توصیه شده است (Suvanich *et al*., 2000). با افزایش زمان نگهداری تعداد باکتری‌ها افزایش می‌یابد ولی حد مجاز پیشنهادی برای این میکروارگانیسم‌ها در ماهی و فرآورده‌های آن ۷ Log CFU/g می‌باشد (ICMSF,1986; Sallam, 2007). در این مطالعه با افزایش زمان نگهداری میزان TVC تیمارها افزایش یافت بطوریکه در روز ۱۵ نگهداری در تیمار شاهد به طور معنی‌داری بیشتر از تیمار حاوی عصاره پونه بود، ولی از حد مجاز فراتر نرفت. مطالعه Majumdar و همکاران (۲۰۱۵) بر تأثیر استفاده از عصاره سیر بر سوریمی تهیه شده از گربه ماهی نشان داد که میزان TVC نمونه حاوی عصاره با افزایش زمان نگهداری در یخچال نسبت به نمونه فاقد عصاره کمتر بود. تاثیر اسانس پونه کوهی بر بازدارندگی فلور میکروبی فیله ماهی قزل آلای رنگین کمان با افزایش زمان ماندگاری به علت وجود خاصیت ضدمیکروبی ترکیبات فنولی (تیمول و کارواکرول) توسط Frangos و همکاران (۲۰۱۰) گزارش گردید. پزشک و همکاران (۱۳۹۰)، نشان دادند میزان PTC فیله ماهی قزل آلای رنگین کمان حاوی عصاره موسیر به دلیل وجود ترکیبات ضد باکتریایی طی۲۰ روز نگهداری در یخچال نسبت به تیمار شاهد افزایش کمتری داشت. در مطالعه رضائیان و همکاران (۱۳۹۴) تاثیر عصاره چای سبز بر سوریمی تهیه شده از ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) نشان داد که میزان TVC طی مدت ۱۵ نگهداری در یخچال نسبت به تیمار شاهد کمتر بود و از حد مجاز فرانر نرفت. زیرا فعالیت ضد باکتریایی عصاره چای سبز به خاطر وجود ترکیبات پلی‌فنل است که بر سلول‌های میکروبی اثر گذاشته و با نفوذ عصاره به درون سلول بر متابولیسم DNA و RNA تأثیر می‌گذارد و از رشد و متابولیسم میکروبها جلوگیری می‌کند (Kumudavally *et al*., 2008).

نتایج این تحقیق نشان داد گیاه پونه به عنوان یک نگهدارنده طبیعی حاوی مواد ضد میکروبی و ضد اکسیدان، می‌تواند برای افزایش زمان ماندگاری سوریمی کیلکای معمولی در دوره کوتاه مدت استفاده شود. در بین تیمارهای مورد مطالعه، عصاره ۴ ٪گیاه پونه نسبت به تیمار حاوی عصاره ۲٪ و تیمار شاهد در مهار شاخص‌های شیمیایی و میکروبی سنجش شده از توانایی بالایی برخوردار بود و اختلاف معنی داری را با سایر تیمارها نشان داد. لذا، پیشنهاد می‌گردد جهت نگهداری کوتاه مدت سوریمی حاصل از کیلکای معمولی در دمای یخچال از عصاره ۴٪ پونه استفاده شود.

منابع

اعتمادی، ح.، رضایی، م. و عابدیان کناری، ع.، ۱۳۸۷. پتانسیل آنتی باکتریایی و آنتی اکسیدانی عصاره رزماری (*officinalis Rosmarinus*) در افزایش عمر ماندگاری ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) . مجله علوم و صنایع غذایی.، ۵ (۵) : ۷۷-۶۷.

پزشک، س.، رضایی، م. و حسینی، ه.،۱۳۹۰. اثر ضد باکتریایی و ضد اکسیداسیونی عصاره موسیر بر زمان ماندگاری ماهی قزل آلای رنگین کمان در شرایط نگهداری سرد (۱±۴ درجه سانتی گراد). مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران.، ۶ (۲): ۱۹-۱۱.

دهبندی،ع.، مطلبی، ع.، رضویلر، و. و پورغلام، ر.،۱۳۹۳. تاثیر نایسین Z بر برخی پارامترهای شیمیایی و باکتریایی مولد فساد در سوریمی ماهی کیلکا معمولی (*Clupeonella cultriventris caspia*) نگهداری شده در دمای ۴ درجه سانتی گراد. مجله علمی شیلات ایران.، ۲۳(۳): ۵۵-۴۱.

رضایی، م.، سحری، م.ع. و معینی، س .،۱۳۸۵. ارزیابی کیفی چربی ماهی کیلکای آنچوی طی نگهداری و انجماد

در دماهای مختلف. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی.، ۱۰(۴): ۴۴۴- ۴۳۵.

رضائیان، ح.، حسینی، و.، انوشه، ن. و فرجامی، ب.،۱۳۹۴. بررسی اثر عصاره چای سبز بر کیفیت شیمیایی و میکروبی سوریمی تهیه شده از ماهی (*Hypophthalmichthys molitrix*) کپور نقره‌ای. مجله بهره برداری و پرورش آبزیان.، ۴(۱): ۱۱۹-۱۰۹.

رضوی شیرازی، ح.، ۱۳۸۰. تکنولوزی فرآورده های دریایی. انتشارات نقش مهر. تهران.، ص ۲۱۵-۱۷۳.

زرگر، م.، یگانه، س.، رضوی، ه. و اجاق، م.،۱۳۹۳. تأثیر پوشش خوراکی کازئینات سدیم بر کیفیت ماهی قزل آلای رنگین کمان طی نگهداری در دمای یخچال (*Oncorhynchus mykiss*). فصلنامه علوم و صنایع غذایی.، ۱۱(۳) : ۸۱-۷۱.

زمانی، ع.، رضائی، م. و مدنی، ر.،۱۳۹۰. اثرات برخی از عوامل بیوشیمیایی بر فعالیت آنزیم تریپسین روده و ضمائم پیلوریک کیلکای معمولی (*Clupeonella cultriventris caspia*)برای جلوگیری از پدیده هضم دیواره شکمی در محیط in vitro. مجله علمی شیلات ایران.، ۲۰(۴): ۶۲-۵۳.

سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۶. سالنامه آماری شیلاتی ایران، معاونت طرح و برنامه، سازمان شیلات ایران، تهران، ۶۴ ص.

شعبانپور،ب.، ذوالفقاری، م.، فلاح زاده، س. و علی پور، غ.،۱۳۹۰. اثر عصاره آویشن شیرازی (*Zataria multiflora Boiss*)بر ماندگاری فیله قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) شور و بسته بندی شده در خلاء در شرایط یخچال: ارزیابی میکروبی، شیمیایی و خصوصیات حسی. مجله علوم و صنایع غذایی ایران.، ۸ (۴): ۱۱-۱.

فرجامی، ب. و حسینی، و.، ۱۳۹۴. بررسی اثر عصارۀ آویشن (*Zataria multiflora*) در کیفیت شیمیایی سوریمی تولیدشده از ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) طی نگهداری در یخچال. نشریه شیلات.، ۶۸(۳): ۴۵۶- ۴۴۷.

موسوی نسب، م.، مصباحی، غ. و مقصودی، ل.،۱۳۸۷. بررسی نقش محافظ سرمایی پکتین در سوریمی منجمد. نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی).، ۱۲(۴): ۲۲۹-۲۲۱.

میزانی، م.،۱۳۸۳. بررسی عوامل موثر بر ویژگی های رئولوژیکی سوریمی. علوم غذایی و تغذیه.، ۲(۱): ۳۵-۲۳.

یوسفی، ع.، موسوی نسب، م. و گواهیان، م.،۱۳۹۲. بررسی و مقایسه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و حسی کالباس تولید شده از سوریمی و گوشت چرخ شده ماهی سارم. مجله علمی شیلات ایران.،۲۲(۱): ۱۷۰-۱۵۷.

Amegovu, A. K., Sserunjogi, M. L., Ogwok, P. and Makokha, V., 2012. Nucleotited degradation products, total volatile basic nitrogen, sensory and microbiological quality of nile pearch (*Lates niloticus*) fillets under chilled storage. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2 (2)**:** 653-666.

Arashisar, S., Hisar, O., Kaya, M. and Yanik, T., 2004. Effect of modified atmosphere and vacuum packaging on microbioligical and chemical properties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *International Journal of Food Microbiology*, 97(2): 209-14. DOI:10.1016/ j.ijfoodmicro.2004.05.024

Bensid, A., Ucar, Y., Bendeddouche, B. and Ozogul, F., 2014. Effect of the icing with thyme, oregano and clove extracts on quality parameters of gutted and beheaded anchovy (*Engraulis encrasicholus*) during chilled storage. *Food Chemistry*, 145: 681–686. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.08.106

Connell, J.J. (Eds.)., 1990. Methods of assessing and selecting for quality. In Control of fish quality, (3rd ed). Oxford: Fishing News Books; pp.122–150.

Egan, H., Kirk, R.S. and Sawyer, R., 1997. Pearson's chemical analysis of food, 9th Edition Longman Scientific and Technica, pp: 609-634.

Erkan, N., Ozden, O. and Inugur, M., 2007. The effects of modified atmosphere and vacuum packaging on quality of chub mackerel. International Journal of Food Science and Technology, 42: 1297–1304. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2006.01325.x

EU/EC, 2008. Amending regulation (EC) No 2074/2005 as regards the total volatile basic nitrogen (TVB-N) limits. *In:* COMMUNITIES, T. C. O. T. E. (ed.) 1022/2008. Official journal of the European Union.

FAO , 2016. Globefish highlights (3rd issue) ; International trade in aquaculture products. Quarterly issue including January - March Statistics. Rome, Italy,72P.

Frangos, L., Pyrgotou, N., Giatrakou, V., Ntzimani, A. and Savvaidis, I.N., 2010. Combined effects of salting, Oregano oil and vacuum-packaging on the Shelf Life of refrigerated trout fillets. *Food Microbiology*, 27(1), 115-121. DOI:10.1016/j.fm.2009.09.002

Gomes, H. A., Silva, E. N., Nascimento, M. R. L. and Fukuma H.T., 2003. Evaluation of the 2-thiobarbituric acid method for the measurement of lipid oxidation in mechanically deboned gamma irradiated chicken meat. *Food Chemistry*, 8: 433–437. DOI: 10.1016/S0308-8146(02)00499-5

Hernández, M.D., López, M.B., Álvarez, A., Ferrandini, E., García García, B. and Garrido, M.D., 2009. Sensory, physical, chemical and microbiological changes in aquacultured meagre (*Argyrosomus regius*) fillets during ice storage. Food Chemistry, 114: 237–245. DOI: 10.1016/j.foodchem. 2008.09.045.

Huss, H. H., 1995. Quality and quality changes in fresh fish. Rome: Food and Agriculture Organisation (FAO) of the United Nations.

ICMSF "International Commission on Microbiological Specification for Foods"., 1986. Microor ganisms in foods. 2. Sampling for microbiological analysis: principles and specific applications (2nd ed.). Buffalo, NY: University of Toronto Press.

Jeon, Y. J., Kamil, J. Y. and Shahidi, F., 2002. Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of herring and atlantic cod. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50: 5167-78. DOI:10.1021/jf011693l.

Jeyakumari, A., Ninan, G., Joshy, C.G., Parvathy, U., Zynudheen, A.A. and Lalitha, K.V., 2016. Effect of chitosan on shelf life of restructured fish products from pangasius (*Angasianodon hypophthalmus*) surimi during chilled storage. *Journal of Food Science and Technology*, 53(4), pp.2099-2107. DOI: 10.1007/s13197-016-2174-3

Karimzadeh G., Gabrielyan B. and Fazli H., 2010. Population dynamics and biological characteristics of kilka species (*Pisces:Clupeidae*) in the southeastern coast of the Caspian Sea. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 9(3):422-433.

Kostaki, M., Giatrakou, V., Savvaidis, I.N. and Kontominas, M.G., 2009. Combined effect of MAP and thyme essential oil on the microbiological, chemical and sensory attributes of organically aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets. *Food Microbiology*, 26(5): 475-482. DOI:10.1016/j.fm.2009.02.008

Kumaraguruparan, R., Mohan, K.C., Abraham, S.K. and Nagini, S., 2005. Attenuation of N-methyl-N′-nitro-N-nitrosoguanidine induced genotoxicity and oxidative stress by tomato and garlic combination. *Life Sciences*, 76(19): 2247-2255. DOI:10.1016/j.lfs.2004.11.006

Kumolu-Johnson, C.A. and Ndimele, P.E., 2011.The antioxidative and antifungal effects of fresh garlic on the shelf-life of Hot Smoked Catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell, 1822). *World Applied Sciences Journal*, 13(7): 1628-1634. DOI: 10.3923/jfas.2013.253.256

Kumudavally, K.V., phanindrakumar, H.S., Tabassum, A., Radhakrishna, K. and Bawa, A.S. 2008. Green tea-A potential preservative for extending the shelf life of freash mutton at ambient temperature (25 ± 2 °C). *Food Chemistry*, 107: 426-433. DOI: 10.1016/ j.foodchem. 2007.08.045

Lee, C. M., 1999. Surimi: Science and Technology.In: Francis, F.J. (ed), Wiley Encyclopedia of Food Science and Technology, John Wiley and Sons, New York. pp. 2229-2239.

Majumdar, R.K., Saha, A., Dhar, B., Maurya, P.K., Roy, D., Shitole, S. and Balange, A.K., 2015. Effect of garlic extract on physical, oxidative and microbial changes during refrigerated storage of restructured product from Thai pangas (*Pangasianodon hypophthalmus*) surimi. *Journal of Food Science and Technology*, 52(12): 7994-8003. DOI:10.1007/s13197-015-1952-7

Miraj, S. and Kiani, S., 2016. Study of pharmacological effect of *Mentha pulegium*: A review. Der Pharmacia Lettre, 9: 242-245.

Namulema, A., Muyonga, J.H. and Kaaya, A.N., 1999. Quality deterioration in frozen Nile perch (*Lates niloticus*) stored at -13 and -27°C. *Food Research International*, 32: 151-156. DOI: 10.1016/S0963-9969(99)00066-6

Raeisi, S., Sharifi-Rad, M., Shaban-Pour, B.,Ojagh, M. and Alishahi., A., 2015. Antioxidant and antibacterial effects of *Nigella Sativa* L. seed and *Echinophora Platyloba* Dc. leaf extracts on rainbow trout (*Oncorhynchus Mykiss*) fillets during refrigeration storage. *International Journal of Biology*, Pharmacy and Allied Sciences, 4(5): 3101-3114.

Sakanaka, S., Tachibana, Y. and Okada, Y., 2005. Preparation and antioxidant properties of extracts of Japanese persimmon leaf tea (kakinohacha). *Food Chemistry*, 89:569–575. DOI: 10.1016/j. foodchem. 2004.03.013

Sallam, K.I., 2007. Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *Food Control*, 18: 566–575. DOI: 10.1016/j.foodcont.2006.02.002

Shi, C., Cui, J., Yin, X., Luo, Y. and Zhou, Z., 2014. Grape seed and clove bud extracts as natural antioxidants in silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fillets during chilled storage: Effect on lipid and protein oxidation. *Food Control*, 40:134-139. DOI: 10.1016/j.foodcont.2013.12.001

Suvanich, V., Jahncke, M.L. and Marshall, D.L., 2000. Changes in selected chemical quality characteristics of channel catfish frame mince during chill and frozen storage. *Journal of Food Science*, 65(1): 24-29. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2000.tb15950.x

Yildiz, M., Sener, E. and Gun, H., 2006. Effect of refrigerated storage on fillet lipid quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed a diet containing different levels of DL a-tocopherol acetate. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 30 (1):143-150.

Assessment of chemical and bacterial quality of surimi produced from common Kilka (*Clupeonella cultriventris*) under pennyroyal (*Mentha pulegium*) extract during refrigerator storage (4±1 °C)

Zamani A. [1*]; Ghaffari A.[1]

[*]a.zamani@malayeru.ac.ir

1- Fisheries Department of Natural Resources and Environment Faculty of Malayer University, Hamedan, Iran.

Abstract

In this research, the pennyroyal extract (PE) effect was studied at different concentrations (0, 2 and 4% w/v) on chemical and bacterial quality of surimi produced from common Kilka over a period of 15 days (0, 3, 6, 9, 12 and 15 days) during refrigerator storage (4±1°C). The experiments was conducted to determine chemical tests including peroxide value (PV), thiobarbitoric acid (TBA), total volatile bases nitrogen (TVB-N), pH and total viable count (TVC) and psychrophilic count (PTC) as bacterial tests at 3 days intervals with triplicate. Findings showed that the PV content was significantly higher than that from control treatment as it was increased from 0.64 on the first day to 5.41 meq O_2 on the 12th day ($p<0.05$). The TBA and TVB-N amounts were increased in the control treatment until 15th day so that it was recorded 0.43 mg malondialdehyde for TBA and 32.8 mg N for TVB-N on day 15 with a significant difference compared to those containing PE ($p<0.05$). The pH value was significantly higher in control than groups treated with PE during the whole storage period ($p<0.05$), with an increase from 7.14 at day 1 to 8.08 at day 15. The TVC and PTC bacteria from treated groups with PE were significantly lower than those from control wherein TVC and PTC bacteria were increased in the control from 3.55 to 3.25 to 6.64 and 5.96 log cfu/g, respectively ($p<0.05$); but it was remained lower than the proposed acceptable limit (7 log cfu/g). Based on the findings of the present study, 4% PE can use for enhance the shelf life of the common kilka surimi at refrigerator.

Keywords: Surimi, Pennyroyal extract, Common kilka, Shelf life, TVC

[*]Corresponding author