Archive of SID

مجله تحقیقات دامپزشکی
دوره ۷۵، شماره ۲، ۱۳۹۹، ۱۸۴-۱۷۳
مقاله پژوهشی

تأثیرکنسانتره آب نارنج و پوشش کیتوزان حاوی اسانس شنبلیله بر کیفیت و زمان ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در مدت زمان نگهداری در یخچال

فهیمه توریان، مریم عزیزخانی

گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی دانشگاه تخصصی فناوری‌های نوین آمل، آمل، ایران

10.22059/jvr.2018.259911.2809

تاریخ دریافت: ۲۹ آبان ماه ۱۳۹۸، **تاریخ پذیرش:** ۱ بهمن ماه ۱۳۹۸

چکیده

زمینهٔ مطالعه: گیاهان زیادی از جمله شنبلیله و نارنج دارای ترکیباتی با خواص آنتی‌اکسیدانی هستند که می‌تواند سبب افزایش مدت زمان ماندگاری مواد غذایی گردند. با توجه به اینکه ماهی از موادغذایی پرطرفدار در بین مصرف کنندگان می‌باشد اما مستعد فسادپذیری سریع می‌باشد.

هدف: در این مطالعه به منظور بهبود زمان ماندگاری فیله ماهی قزل آلا رنگین کمان در دمای یخچال از کنسانتره آب نارنج و پوشش کیتوزان غنی شده با اسانس شنبلیله استفاده شد.

روش‌کار: در مطالعه حاضر ۸ تیمار در مدت ۱۲ روز در دمای یخچال از نظر شاخصهای شمیایی (PH، بازهای نیتروژنی فرار(TVN)، تیوباربیتوریک اسید (TBA)، میزان پراکسید (PV)، اسیدهای چرب آزاد (FFA)) ویژگی حسی مورد ارزیابی قرار گرفتند. آزمون DPPH (۲ و۲دی فنیل- ۱-پیکریل هیدرازیل) و RP (قدرت کاهندگی) به منظور بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی انجام گردید.

نتایج: بر اساس نتایج آماری، فیله ماهی پوشش داده شده با کیتوزان غنی شده با اسانس شنبلیله ۲ درصد و غوطه ور شده در کنسانتره آب نارنج، در شاخص‌های شیمیایی کمترین اعداد را به خود اختصاص داده و اختلاف معنی‌داری با گروه کنترل، داشت ($P<۰/۰۵$). در آزمون DPPH بیشترین اثر مهاری بعد از BHT (بوتیلیتد هیدروکسی تولوئن)، مربوط به آب نارنج با بریکس ۱/۳۹ و بعد از آن فلفل سیاه ۲درصد بود. در آزمون RP میزان جذب نوری نمونه پوشش داده شده با کیتوزان حاوی اسانس شنبلیله و کنسانتره آب نارنج با BHT اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P>۰/۰۵$). نتایج ارزیابی حسی نیز نشان داد که نمونه مذکور موجب بهبود شاخص حسی طی مدت زمان نگهداری نسبت به گروه‌های دیگر و به ویژه گروه کنترل گردید.

نتیجه‌گیری نهایی: با توجه به نتایج حاصله می‌توان بیان نمود که استفاده از کنسانتره آب نارنج، پوشش کیتوزان و اسانس شنبلیله بر کاهش روند اکسیداسیون فیله ماهی قزل آلا در دمای یخچال اثرات قابل ملاحظه‌ای داشته است.

کلمات کلیدی: اسانس، شنبلیله، قزل آلای رنگین کمان، کیتوزان، کنسانتره آب نارنج

کپی‌رایت © تحقیقات دامپزشکی: دسترسی آزاد؛ کپی‌برداری، توزیع و نشر برای استفاده کامل با ذکر منبع آزاد است.

نویسنده مسئول: فهیمه توریان، گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی دانشگاه تخصصی فناوری‌های نوین آمل، آمل، ایران
پست الکترونیکی: *f.tooryan@ausmt.ac.ir*

مقدمه

امروزه فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی با منشأ طبیعی مانند پلی ساکاریدها، پروتئین‌ها و لیپیدها به دلیل دارا بودن مزایای زیادی از جمله تجزیه زیستی، قابلیت خوراکی بودن، سازگاری با محیط زیست نسبت به مواد مصنوعی مورد توجه زیادی قرار گرفته‌اند (۱۲). کیتوزان به عنوان یک بیوپلیمر با منشأ کیتین (موجود در اسکلت خارجی بندپایان مانند حشرات، خرچنگ‌ها، میگوها، لابسترها و دیواره سلولی نوع خاصی از جلبک‌ها) به صورت گسترده‌ای در صنایع غذایی مورد استفاده قرار گرفته است و استفاده از آن در مواد غذایی از نظر سازگاری زیستی بالا، فاقد طعم بودن، تجزیه پذیری زیستی و خواص غیر سمی آن رو به افزایش می‌باشد (۱۲،۲۳). خواص کاربردی زیادی هم‌چون خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدمیکروبی، ضدقارچی برای پوشش کیتوزان گزارش گردیده است(۳۴) این فیلم‌ها و پوشش‌ها در ترکیب با

www.SID.ir

Archive of SID

موادکاربردی از جمله آنتی اکسیدان‌ها، عوامل ضد میکروبی، طعم دهنده‌ها، ادویه‌ها و رنگ‌ها می‌توانند منجر به افزایش کارایی مواد بسته بندی شده از طریق افزودن ترکیبات فوق گردند (۱۳). گیاه نارنج (*Citrus aurantium* L.) بومی جنوب غربی آسیا است و دارای میوه‌ای گرد و اسیدی است. ۸۵ درصد میوه نارنج را آب تشکیل داده است، آب نارنج در شمال، مرکز و جنوب غرب ایران و کشورهای نواحی خلیج فارس به عنوان یک افزودنی اصلی در برخی مواد غذایی به شمار می‌رود، آب نارنج را با تغلیظ سازی به روش حرارتی به کنسانتره با غلظت‌های مختلف تولید می‌کنند، با توجه به استعداد بالقوه ایران به منظور کشت مرکبات و شرایط اقلیمی مناسب، مناطق مرکبات خیز ایران مانند مازندران و گیلان، آب میوه نارنج را به روش سنتی با استفاده از حرارت تغلیظ و به عنوان افزودنی در مواد غذایی خود استفاده می‌کنند که کنسانتره آن دارای اسیدیته بالایی می‌باشد(۳). ویتامین C با دارا بودن خواص آنتی‌اکسیدانی در کاهش خطر بسیاری از بیماری‌ها از جمله بیماری‌های قلبی عروقی مؤثرند(۳۶). نارنج غنی از ویتامین C و ترکیبات فلاونوئیدی است و در بین عموم مردم به‌عنوان میوه‌ای با خواص دارویی شناخته شده است(۱۹). اسانس‌ها مایعات روغنی معطری هستند که از قسمت‌های مختلف گیاهان تهیه و در کنترل باکتری‌ها و افزایش مدت زمان نگهداری مواد غذایی، نقش دارند. شنبلیله با نام علمی *Trigonella foenum-graecum* متعلق به خانواده باقلائیان Fabaceae بوده که در درمان دیابت، التهاب و کاهش چربی خون از آن استفاده می‌شود (۲۲). به دلیل اثرات مضر نگهدارنده‌های شیمیایی و افزایش سطح آگاهی مردم، تمایل به استفاده از نگهدارنده‌هایی با منشأ طبیعی به منظور افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی، در بین مصرف کنندگان از استقبال زیادی برخوردار گردیده است (۱۰). ماهی از جمله موادغذایی می‌باشد که به رغم دارا بودن ارزش غذایی بالا و نقش کلیدی در رژیم غذایی انسان‌ها، در برابر فساد بسیار حساس هستند و در مدت زمان نگهداری در اثر فساد باکتریایی و اکسیداتیو، خصوصیات کیفی آن‌ها دستخوش تغییر می‌گردند که همین امر منجر به ایجاد تغییرات نامطلوب در طعم و بو و کاهش ارزش غذایی محصول و در نهایت به دنبال فساد میکروبی به ایجاد مشکلات سلامتی برای مصرف کننده منجر می‌گردد. از این رو استفاده از ترکیباتی با خاصیت ضدباکتریایی و آنتی‌اکسیدانی در جهت بهبود کیفیت و افزایش زمان ماندگاری ضروری می‌باشد (۳۳،۳۷). در همین راستا، مطالعه حاضر به منظور ارزیابی اثرات آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی کنسانتره آب نارنج و پوشش کیتوزان حاوی اسانس شنبلیله به صورت مجزا و در ترکیب با هم در نمونه‌ی فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان انجام گردید.

مواد و روش کار

تهیه ماهی: تعداد ۱۵ ماهی قزل آلای رنگین کمان با میانگین وزنی ۵۰ ± ۴۵۰ گرم از یکی از مزارع پرورش ماهی در شهرستان آمل خریداری شد و با استفاده از جعبه‌های حاوی یخ در حداقل زمان ممکن به آزمایشگاه منتقل گردید. بعد از عملیات مربوط به تخلیه شکمی و سرزنی، فیله تهیه گردید.

تهیه کنسانتره آب نارنج و اسانس: کنسانتره آب نارنج (آب نارنج با استفاده از حرارت پایین تغلیظ شده)، از بازار محلی آمل تهیه و اسانس شنبلیله نیز از شرکت اکسیر گل سرخ خریداری گردید.

مواد شیمیایی: تمامی مواد شیمیایی و حلال های مورد استفاده در این آزمایش از شرکت مرک آلمان و DPPH از شرکت سیگما آلدریچ آلمان تهیه گردید.

آماده سازی پوشش: برای تهیه محلول کیتوزان، پودر کیتوزان ۲۰ درصد وزنی/ حجمی را در محلول اسید استیک ۱ درصد حجمی حل نموده و جهت حل شدن کامل و یکنواخت شدن به مدت یک شب در دمای اتاق روی همزن مغناطیسی مدل FAVORIT ساخت کشور مالزی همزده شد. به میزان ۰/۷۵ درصد گلیسرول به محلول اضافه و همگن و سپس توئین ۸۰ به مقدار ۰/۲۵ درصد بعنوان امولسیفایر اضافه شد و ۳۰ دقیقه در دمای اتاق مخلوط شد(۳۸) در نهایت اسانس شنبلیله بعنوان آنتی اکسیدان به سوسپانسیون پوشش اضافه گردید.

آماده سازی تیمارها : در مجموع در این مطالعه ۸ تیمار مورد ارزیابی قرار گرفتند. ۶ گروه تیمار برای بسته بندی با استفاده از پوشش‌ها شامل نمونه با پوشش کیتوزان، نمونه با اسانس شنبلیله ۲ درصد، نمونه با پوشش کیتوزان و اسانس شنبلیله ۲ درصد، نمونه با کنسانتره آب نارنج (بریکس ۱/۳۹)، نمونه با کنسانتره (بریکس ۱/۳۹) آب نارنج و پوشش کیتوزان، نمونه با کنسانتره آب نارنج (بریکس ۱/۳۹) + پوشش کیتوزان + اسانس شنبلیله ۲ درصد و نهایتاً نمونه شاهد (فیله ماهی قزل آلا بدون پوشش بعنوان کنترل منفی) ونمونه BHT (بعنوان کنترل مثبت، BHT به میزان ۲ میلی‌گرم در میلی‌لیتر اتانول حل گردید) مورد استفاده قرار گرفتند.

پوشش دهی فیله‌ها: به منظور ایجاد پوشش، فیله‌های تهیه شده ماهی قزل آلا در محلول‌های آماده شده به مدت ۲ دقیقه غوطه‌ور و پس از آب‌چکانی، خشک شدند. سپس نمونه‌ها در بسته‌های پلاستیکی زیپ پک بسته‌بندی گردید و در نهایت نمونه‌ها در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و به صورت دوره‌ای، هر ۴ روز آزمون‌های شیمیایی و حسی بر روی نمونه‌ها انجام گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

تجزیه اسانس به وسیله گاز کروماتوگراف متصل شده به طیف سنج جرمی (GC/MS): دستگاه GC/MS از نوع Thermo Quest Trace GC 2000 FINNIGAN (انگلستان)، نوع ستون، DB- 5 به طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی لیتر و ضخامت فاز ساکن ۰/۲۵ میکرون بود. ترکیبات اسانس بر اساس مقایسه مدت زمان بازداری نسبی (RI) و اجزای طیف‌های جرمی آن‌ها با مقادیر ذخیره شده با نمونه‌های مرجع (استانداردها) شناسایی و مقایسه گردید و بر اساس میانگین دو تزریق اسانس تعیین گردید (۱).

آزمایشات شیمیایی (بررسی اثرات آنتی‌اکسیدانی اسانس‌ها به روش DPPH): در این آزمایش ۲ میلی‌لیتر از محلول DPPH ۰/۰۰۲۴ درصد به غلظت‌های مختلف اسانس آنتی اکسیدان سنتزی BHT افزوده و مخلوط حاصل به‌مدت ۳۰ دقیقه در محل تاریک قرار گرفت و میزان جذب نوری آن در طول موج ۵۱۷ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتری خوانده شد. در نمونه کنترل ۰/۵ میلی‌لیتر متانول با نمونه جایگزین شد. درصد مهار رادیکال‌های آزاد DPPH با فرمول زیر محاسبه شد(۳۵).

درصد مهار رادیکال آزاد = (Ac – As)/ Ac * 100

در این فرمول Ac میزان جذب کنترل و As میزان جذب نمونه است. در این آزمون، رادیکال چربی دوست DPPH با آنتی اکسیدان‌های دهنده‌ی هیدروژن واکنش داده و به شکل کاهش یافته در می‌آید و رنگ آن از بنفش تیره به زرد روشن تبدیل می‌گردد و در نتیجه میزان جذب نوری آن در طول موج ۵۱۷ نانومتر کاهش می‌یابد.

آزمون قدرت احیاکنندگی: در این آزمایش ۰/۰۳ گرم نمونه را با بافرفسفات سدیم و پتاسیم فریک سیانید ۱درصد هر کدام به میزان ۲/۵ میلی‌لیتر مخلوط نموده و بعد از ۲۰ دقیقه نگهداری در بن ماری ۵۰ درجه سانتی‌گراد، ۲/۵ میلی‌لیتر از محلول تری کلرو استیک اسید ۱۰ درصد اضافه و سانتریفیوژ شدند. پس از آن ۲/۵ میلی‌لیتر از مایع رویی لوله ها با ۲/۵ میلی‌لیتر آب مقطر و ۰/۵ میلی‌لیترفریک کلراید۱/ ۰ درصد مخلوط شده و بعد از ۱۰ دقیقه، در طول موج ۷۰۰ نانومتر در اسپکتروفتومتر مدل T80+UV/VIS شرکت PG، ساخت کشور آلمان خوانده شد (۱۵).

اندازه گیری PH گوشت: برای اندازه گیری مقدار PH، ۵ گرم از نمونه‌های گوشت به همراه ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر در داخل لوله‌های فالکن و با دستگاه هموژنیزاتور IKA ساخت کشور آلمان هموژن گردید. سپس با استفاده از دستگاه PH متر قرائت انجام گرفت. PH نمونه‌های گوشت در دمای اتاق اندازه‌گیری و ثبت شد(۳۳).

اندازه گیری بازهای نیتروژنی فرار (TVN): اندازه گیری بازهای ازته فرار با روش کلدال انجام گردید. بدین منظور ۱۰ گرم نمونه هموژن شده به‌علاوه ۲ گرم اکسید منیزیم و ۳۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر داخل بالن قرار داده شد سپس جمع آوری بخارات تقطیر شده در محلول ۳ درصد اسید بوریک و معرف متیل رد و در پایان توسط اسید سولفوریک ۵ درصد تیتر شد و به صورت میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم فیله ماهی بیان شد (۱۱).

اندازه‌گیری شاخص تیوباربیتوریک اسید(TBA) : مقدار ۱۰ گرم از نمونه با ۲۰ میلی‌لیتر تری کلرو استیک اسید ۵ درصد و۱ میلی‌لیتر از BHT۰/۱ درصد با دستگاه هموژنیزاتور هموژن گردید. پس از عبور از کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ با تری کلرواستیک اسید به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. ۵ میلی‌لیتر از محلول صاف شده به ۵ میلی‌لیتر تیوباربیتوریک اسید ۰/۰۲ مولار اضافه و ورتکس شد، سپس در بن ماری آب جوش به مدت ۶۰ دقیقه قرار داده شد. بعد از خنک شدن میزان جذب نوری آن‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۳۲ نانومتر در برابر محلول بلانک (۵ میلی‌لیتر آب مقطر و ۵ میلی‌لیتر محلول تیوباربیتوریک اسید) قرائت گردید و میزان تیوباربیتوریک اسید بر اساس میلی‌گرم مالون دی آلدهید در هر کیلو گرم نمونه محاسبه شد (۸).

تعیین میزان پر اکسید (PV): ابتدا ۱۵۰ گرم فیله ماهی با ۲۵۰ میلی‌لیتر کلروفرم هموژن گردید و با استفاده از یک صافی فیلتر گردید و پس از آبگیری، محلول صاف شده در آون ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد برای بدست آوردن نمونه چربی قرار داده شد (۳۰). در روش پراکسید ۰/۳ گرم نمونه چربی با ۹/۸ میلی‌لیتر کلروفرم- متانول و ۰/۰۵ میلی‌لیتر آمونیوم تیوسیانات (۱۰ میلی مولار) و ۰/۰۵ میلی‌لیتر محلول کلرید آهن II در یک لوله آزمایش مخلوط و بعد از اضافه نمودن هر ترکیب محلول ورتکس شد. بعد از ۵ دقیقه نگهداری در دمای اتاق، جذب نوری در ۵۰۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری قرائت شد. پس از رسم منحنی استاندارد، با استفاده از فرمول زیر پراکسید به عنوان میلی‌اکی والان پراکسید در کیلوگرم چربی محاسبه گردید.

میزان پراکسید = $(A_s - A_b) \times m / 55.84 \times mo \times 2$

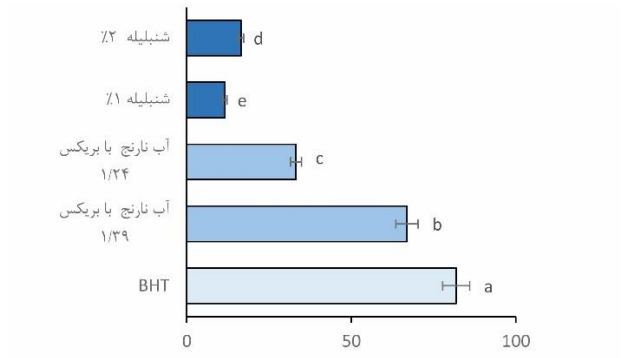
که در آن A_s: جذب نمونه، A_b: جذب بلانک، m: شیب منحنی کالیبراسیون، mo: وزن نمونه بر حسب گرم و ۵۵/۸۴ وزن اتمی آهن است(۳۵).

www.SID.ir

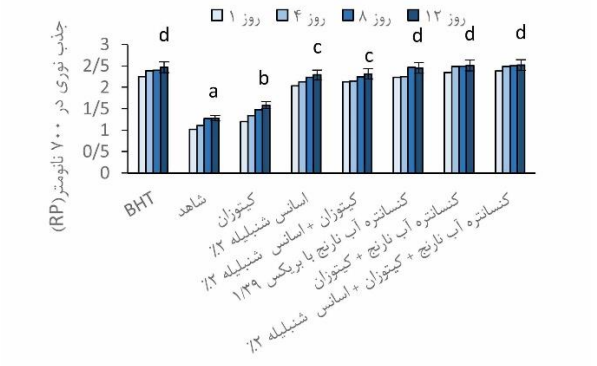
Archive of SID

جدول ۱. ترکیبات تشکیل دهنده اسانس شنبلیله (تعیین شده با GC/MS).

ردیف	ترکیبات	درصد ترکیبات	RI
۱	آلفا-پینن	۰/۴	۹۵۷
۲	لیمونن	۰/۶	۱۰۴۸
۳	کاروون	۰/۷	۱۲۵۸
۴	آلفا-کوپائن	۰/۳	۱۳۶۵
۵	بتا کاریوفیلن	۰/۴	۱۴۲۲
۶	اروماددندرن	۰/۳	۱۴۴۱
۷	آلفا-موررولن	۴/۵۹	۱۴۷۲
۸	گاما-کادینن	۰/۴	۱۵۱۱
۹	دلتا-کادینن	۲۶/۸	۱۵۱۲
۱۰	لیگول اکساید	۶/۸	۱۵۳۱
۱۱	کاریوفیلن اکساید	۲/۴	۱۵۸۱
۱۲	لیدول	۱/۴	۱۵۹۸
۱۳	بتا-سلینن	۱۰/۴	۱۶۳۳
۱۴	اپی-بتا-کوبنول	۴/۹	۱۶۴۱
۱۵	آلفا-کادینن	۴/۴	۱۶۴۳
۱۶	آلفا-کادینول	۱۴/۲	۱۶۵۶
۱۷	والرانون	۰/۹۶	۱۶۶۳
۱۸	آلفا-بیزابولول	۱۱/۵	۱۶۸۳
۱۹	اپی-آلفا-بیزابولول	۳/۹	۱۶۸۶
	جمع	۹۵/۳۵	



تصویر ۱. فعالیت مهار رادیکال‌های آزاد با استفاده ازآزمون DPPH.



تصویر ۲. میزان قدرت احیاکنندگی تیمارها در مقایسه با BHT.

اندازه گیری هیدرولیز چربی‌ها (FFA): ۲۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۶ درصد خنثی شده و ۲۵ میلی‌لیتر اتیل اتر را مخلوط نموده و ۰/۵ گرم از چربی استخراج شده را به این مخلوط اضافه و حل گردید. سپس چند قطره فنل فتالئین ۱درصد بعنوان شناساگر به آن اضافه و سپس محلول با سود ۰/۱ نرمال تیتر شد و تا زمانیکه رنگ صورتی ظاهر گردد، تیتراسیون ادامه یافت. مقدار اسید چرب آزاد از طریق رابطه زیر محاسبه گردید (۲۷).

$$FFA = V\times 28.2 \times 100/ W\times 1000$$

V حجم هیدروکسید سدیم مصرفی

W وزن نمونه چربی مصرف شده

ارزیابی حسی: جهت انجام ارزیابی حسی از روش گالاس و کنتامیناز استفاده گردید. بدین منظور فیله ماهی قزل آلا در طول دوره نگهداری، توسط یک گروه پنل ۹ نفره آموزش دیده مورد ارزیابی قرار گرفت. ارزیابی حسی از نظر بو، رنگ، بافت و مقبولیت کلی انجام شد. در امتیاز دهی از یک مقیاس ۰ تا ۱۰ استفاده شد به طوری که ۱۰ بیشترین امتیاز و ۰ کمترین امتیاز را داشت و محصول با امتیاز کمتر از ۶ به عنوان محصول غیر قابل پذیرش تعریف گردید (۱۱).

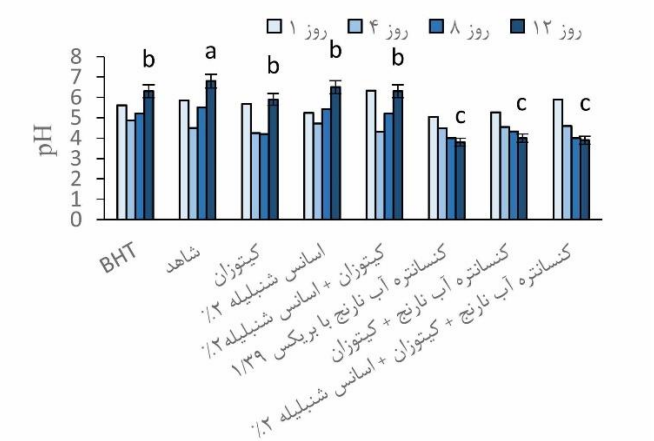
آنالیزآماری: آنالیز نتایج با استفاده از روش واریانس یک طرفه (One Way ANOVA) به منظور تعیین وجود تفاوت آماری معنی دار در سطح ($P<0/05$) انجام گردید.گروه بندی تیمارها براساس تفاوت آماری بین آن‌ها با استفاده از آزمون تکمیلی دانکن بررسی شد. همچنین تغییرات ارزیابی حسی باآزمون کروسکال والیس تحلیل گردید. آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزارآماری SPSS V.20 انجام گرفت.

نتایج

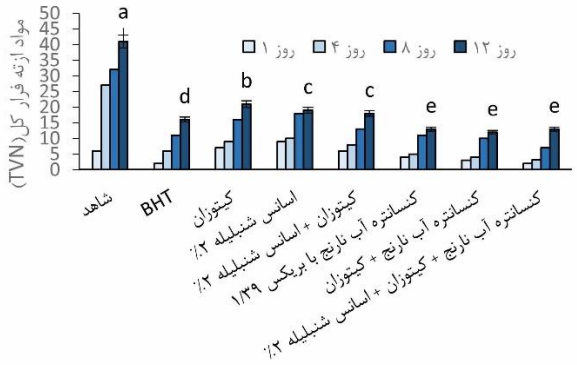
ترکیبات تشکیل دهنده اسانس: درصد ترکیبات تشکیل دهنده اسانس شنبلیله در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس آنالیز دستگاه GC-MS، ۱۹ ترکیب شناسایی گردید که در مجموع ۹۵/۳۵ درصد از حجم اسانس را شامل می‌شود. ترکیبات دلتا-کادینن (delta-cadinene)(۲۶/۸)، آلفا-کادینول (a-cadinol) (۱۴/۲)، آلفا-بیزابولول (α-bisabolol)(۱۱/۵) و بتا-سلینن (ß-selinene) (۱۰/۴) شاخص ترین ترکیبات تشکیل دهنده اسانس شنبلیله بودند. البته ترکیباتی چون لیگول اکساید (liguloxide)، آلفا- موررولن (α-muurolene) و آلفا- کادینن (α -cadinene) نیز به میزان کمتری در اسانس شناسایی شد.

www.SID.ir

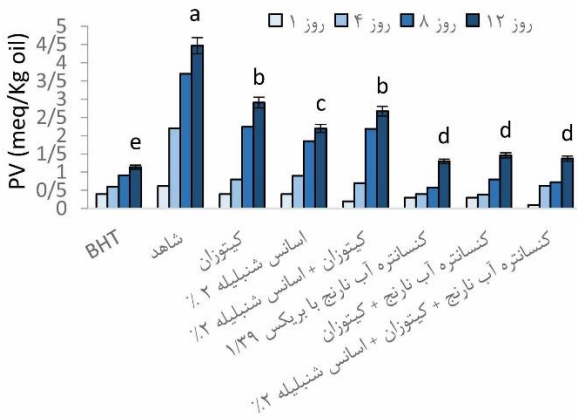
Archive of SID



تصویر ۳. تغییرات PH نمونه‌های مختلف در مدت زمان نگهداری ۱۲ روز در دمای یخچال.



تصویر ۴.تغییرات TVN نمونه‌های مختلف در مدت زمان نگهداری ۱۲ روز در دمای یخچال.



تصویر ۵. تغییرات PV نمونه‌های مختلف در مدت زمان نگهداری ۱۲ روز در دمای یخچال.

آزمون مهار رادیکال آزاد DPPH: خواص آنتی‌اکسیدانی تیمارهای بکار رفته با استفاده از آزمون ارزیابی توانایی مهار رادیکال آزاد مورد بررسی قرار گرفت و نتایج حاصل از آن در تصویر ۱ نشان داده شده است. آنتی اکسیدان سنتزی BHT با ۸۱/۹ درصد مهار رادیکال آزاد، بالاترین فعالیت آنتی رادیکالی را داشت و اسانس شنبلیله ۱ درصد کم‌ترین فعالیت آنتی رادیکالی را دارا بود. نتایج آنالیز واریانس نشان داد نوع و غلظت، تأثیر معنی‌داری روی مهار رادیکال DPPH دارد ($P<۰/۰۵$) و فعالیت آنتی رادیکالی در همه نمونه‌ها وابسته به غلظت بود.

آزمایش قدرت احیاکنندگی(RP): طبق نتایج تصویر ۲ در آزمایش قدرت احیاکنندگی در بین نمونه‌ها، نمونه‌های پوشش کیتوزان + کنسانتره آب نارنج + اسانس شنبلیله ۲درصد قوی‌ترین فعالیت احیاکنندگی را دارا بودند که قدرت احیاکنندگی آن از آنتی اکسیدان سنتزی BHT نیز بیشتر بوده و به همراه نمونه‌های حاوی کنسانتره آب نارنج+ کیتوزان و کنسانتره آب نارنج با بریکس ۱/۳۹ قدرت احیاکنندگی برابر با BHT را داشتند و با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند ($P>۰/۰۵$). در بین تمام نمونه‌ها، گروه کنترل، کمترین قدرت احیاکنندگی را داشتند ($P< ۰/۰۵$).

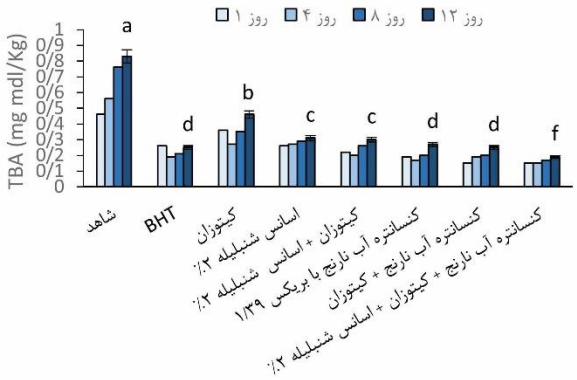
شاخص PH: در تصویر ۳ مقادیر تغییرات PH در نمونه‌های مختلف آورده شده است. در انتهای دوره نگهداری تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین PH نمونه کنترل با سایر نمونه‌ها مشاهده گردید ($P<۰/۰۵$). تیمارهای پوشش داده شده کمترین میزان PH را داشتند. نتایج حاصل از آنالیز آماری، اختلاف معنی‌داری در میزان PH میان نمونه‌های پوشش داده شده با کیتوزان + کنسانتره آب نارنج + اسانس شنبلیله، نمونه ماهی پوشش داده شده با کیتوزان حاوی کنسانتره آب نارنج و نمونه ماهی حاوی کنسانتره آب نارنج مشاهده نگردید ($P>۰/۰۵$). اما نسبت به نمونه پوشش داده شده با کیتوزان، نمونه پوشش داده شده با اسانس شنبلیله و نمونه پوشش داده شده با کیتوزان حاوی اسانس شنبلیله و BHT به طور معنی‌داری میزان PH کمتری داشته‌اند ($P<۰/۰۵$).

شاخص بازهای نیتروژنی فرار(TVN): میزان TVN نمونه‌ها مختلف در مدت زمان نگهداری در یخچال در تصویر ۴ نشان داده شده است. تغییرات میانگین میزان مواد ازته فرار طی دوره‌ی ۱۲ روزه نگهداری در یخچال، یک روند افزایشی در تمام نمونه‌ها داشت به طوری که در روز دوازدهم بیشترین میزان TVN مربوط به نمونه شاهد ۴۱ میلی‌گرم بر۱۰۰ گرم و کمترین میزان آن ۱۲ میلی‌گرم بر۱۰۰ گرم مربوط به نمونه پوشش داده شده با کیتوزان حاوی اسانس شنبلیله و کنسانتره آب نارنج بود. مقایسه میزان TVN در روز آخر بین نمونه شاهد و نمونه‌های پوشش داده شده اختلاف معنی‌داری را نشان داده است ($P<۰/۰۵$). در روز پایانی نگهداری نمونه‌های ماهی، نمونه ماهی پوشش داده شده با کیتوزان حاوی کنسانتره آب نارنج و نمونه ماهی

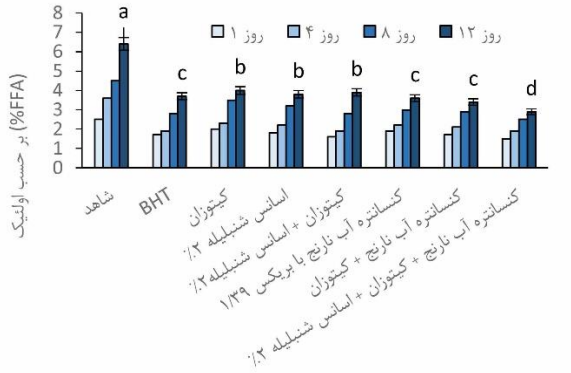
www.SID.ir

Archive of SID

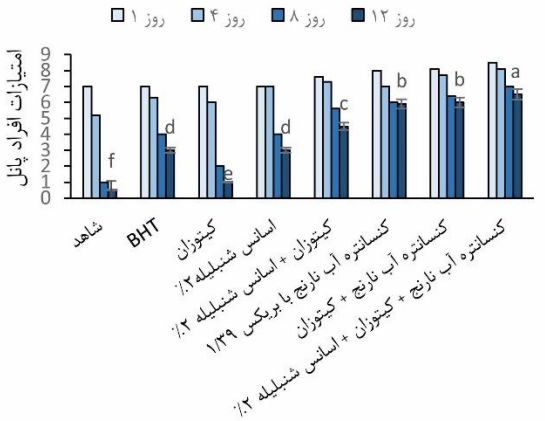
حـاوی کنسـانتره آب نارنج کمترین میزان این شـاخص را دارا بودند و اختلاف میان این نمونه‌ها با BHT معنی‌دار نبود ($P>0/05$).



تصویر ۶. تغییرات TBA نمونه‌های مختلف درمدت زمان نگهداری ۱۲ روزدردمای یخچال.



تصویر ۷. تغییرات FFA نمونه‌های مختلف درمدت زمان نگهداری ۱۲ روزدردمای یخچال.



تصویر ۸. پذیرش کلی نمونه‌های مختلف درمدت زمان نگهداری ۱۲ روز در دمای یخچال. داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار آمده است. داده های باحروف لاتین متفاوت با هم از نظرآماری تفاوت معنی‌داری دارند ($P<0/05$).

شـاخص پراکسـید(PV): تأثیر تیمارهای مختلف بر عدد پراکسـید نمونه‌ها در تصویر ۵ نشان داده شده است. همان طور که مشـاهده می‌شـود در تمام نمونه‌ها با گذشـت زمان افزایش میزان پراکسـید وجود داشـته اما این افزایش در نمونه کنترل شـدت بیشـتری داشـته اسـت به گونه‌ای که در روز پایانی بیشـترین میزان (۴/۵ میلی اکی والان بر کیلوگرم چربی) را به خود اختصـاص داد و تمامی نمونه‌های تیمار شـده با اختلاف معنی‌داری میزان پراکسـید کمتری نسـبت به گروه کنترل داشـتند ($P<0/05$) و نمونه‌های پوشش داده شده با کیتوزان و تیمار شده با کنسانتره آب نارنج بعد از BHT کمترین میزان شـاخص پراکسـید را به خود اختصـاص دادند.

شاخص تیوبابیتوریک اسید (TBA): میزان TBA بر حسب میلی‌گرم مالون آلدئید در هر کیلوگرم گوشت در تیمارهای مختلف تصـویر ۶ نشـان داده شده است. نتایج بیانگر این می‌باشد که طول مدت نگهداری، پوشش دهی نمونه‌ها و اثر توام این عوامل بر میزان این شـاخص معنی‌دار بوده اسـت ($P<0/05$). به گونه‌ای که روند صعودی در میزان عدد تیوبابیتوریک اسید در همه نمونه‌ها مشاهده گردیـد. حـداقـل و حداکثر میزان TBA در روز پایان نگهداری در این تحقیق برابر ۰/۱۹ و ۰/۸۳ میلی‌گرم مـالون آلـدئیـد در هر کیلوگرم به ترتیب در تیمارهای نمونه پوشش داده شده با کیتوزان حاوی اسـانس شـنبلیله و کنسـانتره آب نارنج و کنترل بوده است که نمونه پوشـش داده شـده با کیتوزان حاوی اسـانس شـنبلیله و کنسـانتره آب نارنج قوی‌تر از آنتی‌اکسـیدان سـنتزی BHT عمل کرده است ($P<0/05$).

شـاخص اسـید چرب آزاد (FFA): تصـویر ۷ بیانگر میزان تغییرات مقادیر اسـیدهای چرب آزاد محاسـبه شده در تیمارهای مختلف در طی دوره نگهداری در یخچال است. به طور کلی میزان FFA در آغاز دوره در محدوده ۲/۵-۱/۷ درصـد بود. بر اسـاس نتایج این مطالعه مقادیر FFA، روند افزایشـی را در تمام نمونه‌ها طی دوره نگهـداری نشـان داد. ولی میزان این افزایش در نمونـه کنترل نسـبت به سایرنمونه‌ها بیشتر بود و نتایج این مطالعه نشان داد افزودن کنسـانتره آب نارنج به فیله ماهی و پوشش دادن آن با کیتوزان حاوی اسـانس شنبلیله می‌تواند روند افزایشی را نسبت به سـایر تیمارها حتی نسـبت به BHT به عنوان آنتی اکسـیدان سنتزی به طور معنی‌داری کاهش دهد ($P<0/05$).

ارزیابی حسی: نتایج بدست آمده از ارزیابی حسی با استفاده از آزمون کروسـکال والیس و تحلیل امتیازات داده شـده بر روی نمونـه‌هـای تیمار شـده مختلف فیله قزل آلا در طول مدت زمان

www.SID.ir

Archive of SID

نگهداری در دمای یخچال با ارزیابی حسی (پذیرش کلی) توسط اعضای پانل در تصویر ۸ نشان داده شده است. در همه نمونه‌ها کمترین امتیاز در روز پایانی (روزدوازدهم) و بیشترین امتیاز در روز اول بود. از روز ۸ نمونه کنترل بعلت بوی نامناسب و بافت نامطلوب کمترین امتیاز پذیرش کلی را به خود اختصاص داد. در روز پایانی اختلاف معنی‌داری بین نمونه کنترل و نمونه‌های تیمار شده مشاهده گردید ($P<۰/۰۵$) و نمونه کنترل کمترین امتیاز را نسبت به سایر نمونه‌ها کسب نمود و فقط تا روز ۴ نگهداری دارای مقبولیت بود. بیشترین امتیاز ارزیابی حسی مربوط به نمونه پوشش داده شده با کیتوزان حاوی اسانس شنبلیله و کنسانتره آب نارنج بود که این اختلاف در مقایسه با سایر نمونه‌های تیمار شده و BHT نیز معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$).

بحث

ترکیبات تشکیل دهنده اسانس: براساس نتایج بدست آمده از آنالیز GC-MS اسانس شنبلیله، ۱۹ ترکیب شناسایی شده که ترکیبات عمده‌ی اسانس را ترکیبات دلتا-کادینن، آلفا-کادینول، آلفا-بیزابولول و بتا-سلینن تشکیل می‌دادند. در مطالعه Ahmadiani و همکاران که به بررسی ترکیبات تشکیل دهنده اسانس شنبلیله پرداختند بیشترین ترکیبات اصلی اسانس شنبلیله را دلتا-کادینن (۲۷/۶درصد)، آلفا-کادینن (۱۲/۱درصد) گاما-یودسمول (۱۱/۲درصد) و آلفا-بیزابولول (۱۰/۵درصد) گزارش نمودندکه با نتایج حاصل از مطالعه حاضر همخوانی دارد و تفاوت‌های موجود در میزان درصد ترکیبات به شرایط محیطی، آب و هوا و خاک وابسته است (۲).

آزمون DPPH: در مطالعه حاضر فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها توسط آزمون مهار رادیکال‌های آزاد DPPH مورد بررسی قرار گرفت. همانطورکه در تصویر ۲ مشاهده می‌شود، فعالیت آنتی رادیکالی تیمارهای مختلف با هم متفاوت است. تفاوت در فعالیت آنتی رادیکالی را به دلایل مختلف می‌توان نسبت داد. که می‌توان به تفاوت در نوع و مقدار ترکیبات مؤثر موجود در آن‌ها مرتبط دانست. تعداد گروه‌های هیدروکسیل موجود در ساختار آنتی اکسیدان به طور معمول فاکتور تعیین کننده نیست. موقعیت گروه‌های هیدورکسیل، حضور گروه‌های عاملی دیگر مانند پیوندهای دوگانه و ترکیب گروه‌های هیدروکسیل و گروه‌های کتونی نقش مهمی در فعالیت آنتی‌اکسیدانی ایفا می‌کند. در مطالعه‌ای که Mirzaei و همکاران در سال ۲۰۱۱ در ارزیابی خواص آنتی اکسیدانی عصاره هیدروالکلی چند گیاه نسبت به آنتی اکسیدان سنتزی، گزارش کرده‌اند که در مهار رادیکال آزاد، شنبلیله در مقایسه با دیگر گیاهان اثر مهاری کمتری نشان داده است و افزایش غلظت، مهار و به دام اندازی رادیکال آزاد را افزایش می‌دهد. نتایج این محقق با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد (۲۲).

آزمون قدرت احیاکنندگی(RP): قدرت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها با آزمایش قدرت احیاکنندگی آهن III تعیین شد (تصویر ۲). آنتی اکسیدان‌هایی با قدرت احیا کنندگی آهن بالاتر، دارای توانایی بیشتری در پایان دادن به واکنش‌های مخرب زنجیره‌ای رادیکالی هستند(۱۷). بنابراین می‌توان گفت نمونه پوشش داده شده با کیتوزان حاوی اسانس شنبلیله و کنسانتره آب نارنج، در بین نمونه‌های مورد مطالعه، از توانایی بیشتری در پایان دادن به واکنش‌های مخرب زنجیره رادیکالی برخوردار هستند. نتایج اندازه‌گیری قدرت مهار کنندگی رادیکال ازاد با نتایج اندازه‌گیری قدرت احیاکنندگی آهن نسبت مستقیم داشت و نمونه با قدرت مهار کنندگی رادیکال آزاد بیشتر حائز قدرت احیا کنندگی آهن بیشتری نیز بودند.

PH: از جمله فاکتورهای تغییرپذیر در مدت زمان نگهداری ماهیPH می‌باشد که می‌توان آن را به عنوان شاخصی از تازگی ماهی درنظر گرفت. با توجه به نتایج آماری میزان اولیه PH برای گروه‌ها به طور میانگین ۵/۶ بود که این میزان در روز آخر نگهداری به میزان ۶/۸ برای گروه کنترل رسید که دلالت بر رشد باکتری‌ها در نمونه داشت. افزایش در PH گوشت ماهی در اثر تولید ترکیباتی مانند آمونیاک، تری متیل آمین و سایر آمین‌های بیوژن توسط باکتری‌های فاسد کننده ماهی می‌باشد (۱۸). تغییرات فاکتور PH در دوره نگهداری نامنظم بوده و کاهش در میزان این شاخص در ابتدای دوره مشاهده می‌شود که Lu و همکاران دلیل کاهش PH را به حلالیت CO2 در گوشت ماهی نسبت داده‌اند (۱۸). پوشش کیتوزان با PH=۴/۵۸-۴/۶۳ و همچنین کنسانتره آب نارنج به علت اسیدی بودن باعث کاهش میزان PH نمونه‌های با پوشش می‌گردند و سبب مهار میکروبی می‌شوند. نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج بدست آمده از مطالعات سایر محققین Yingyuad و همکاران در سال ۲۰۰۶ و Fan و همکاران در سال ۲۰۰۹ مطابقت دارد (۹،۳۸).

آزمون اندازه گیری نیتروژن فرار (TVN): برای ارزیابی میزان فساد در غذاهای دریایی TVN کاربرد وسیعی دارد و پارامتری است که میزان ترکیبات تشکیل شده از آمونیاک و آمین‌های نوع اول، دوم و سوم را که به عنوان شاخصی برای فساد بافت‌های عضلانی می‌باشد، اندازه گیری می‌کند (۹). حد مجاز

www.SID.ir

Archive of SID

پیشنهادی TVN برای فیله ماهی ۲۵ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم عنوان شده است (۵). در تحقیق حاضر میزان TVN در تمام تیمارها روند صعودی را نشان داد. در روز ۱۲ ام نگهداری، نمونه‌های تیمار شده با کنسانتره آب نارنج به علت اثر کاهشی بر میزان PH و محدود شدن رشد باکتری، تخریب پروتئین توسط باکتری‌ها کمتر انجام شده و میزان TVN همانند نمونه تیمار شده با BHT در محدوده کمتر از ۲۰ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم رسید که این اعداد در مقایسه با گروه کنترل با میزان ۴۱ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم که فراتر از حد فساد رفته است، کم‌تر می‌باشد. این موضوع را می‌توان به خاصیت آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی کنسانتره آب نارنج، اسانس شنبلیله و کیتوزان نسبت داد. کاهش میزان TVN با استفاده از کیتوزان و اسانس‌ها توسط محققان دیگر از جمله Pezeshk و همکاران در سال ۲۰۱۱ (۲۹)، Mahmoud و همکاران در سال ۲۰۰۴ (۲۰) و Amiza و همکاران در سال ۲۰۱۳ (۴) گزارش شده است که با مطالعه حاضر هم‌خوانی داشت.

آزمون اندازه گیری پراکسید(PV): ماهی قزل آلا به دلیل غنی بودن از اسیدهای چرب غیر اشباع به فساد اکسیداتیو بسیار حساس می‌باشد. در طول مدت نگهداری اکسیداسیون می‌تواند مشکلات زیادی بر کیفیت ماده غذایی مانند طعم و بو ایجاد نماید (۲۱). هیدرو پراکسید، محصولات اولیه اکسیداسیون چربی‌ها و اسیدهای چرب چند غیراشباعی و نشان دهنده‌ی میزان پیشرفت اکسایش هستند به همین دلیل، اکسیداسیون اولیه چربی با استفاده از اندازه گیری میزان پراکسید ارزیابی می‌شود. پس از گذشت ۲ هفته نگهداری در ۴ درجه سانتی‌گراد شاخص PV برای همه تیمارها روند افزایشی داشته که این افزایش در تیمار کنترل شدت بیشتری داشت به طوری که از ۰/۵ به ۴/۵ میلی اکی والان بر کیلو گرم برای نمونه کنترل و ۰/۵ به ۱/۲ برای نمونه BHT رسید که سایر محققان نیز نتایجی مشابه در این زمینه گزارش کرده‌اند (۱۰،۳۳). کاهش ترکیبات اولیه‌ی حاصل از اکسایش در نمونه‌های پوشش داده شده با کیتوزان را به علت پیوند کیتوزان با ترکیبات آهن‌دار دانسته‌اند. آهن موجود با فعال سازی اکسیژن، تولید رادیکال در مرحله ی آغازین اکسایش را سرعت می‌بخشد. کیتوزان با مهار پروتئین‌های آهن‌دار و کنسانتره آب نارنج به علت داشتن فعالیت آنتی رادیکالی موجب کاهش اکسیداسیون اولیه شدند. نتایج مشابهی برای فیله‌های پوشش داده شده با کیتوزان توسط Ojagh و همکاران در سال ۲۰۱۰، Jeon و همکاران در سال ۲۰۰۲ گزارش شد که با تحقیق حاضر مطابقت داشتند (۱۵،۲۵).

آزمون اندازه‌گیری تیوباربیتوریک اسید (TBA): تیوباربیتوریک اسید (TBA) شاخص اکسیداسیون لیپید می‌باشد به طورگسترده‌ای به عنوان شاخص برای ارزیابی میزان اکسیداسیون چربی ثانویه به خصوص آلدهیدها (مالون آلدهید) استفاده می‌شود (۱۵). میزان شاخص TBA در طول نگهداری در گروه پوشش داده شده با کیتوزان حاوی اسانس شنبلیله و کنسانتره آب نارنج کم‌تر از سایر گروه‌ها حتی گروه BHT به عنوان کنترل مثبت بود که می‌تواند به دلیل عملکرد آنتی‌اکسیدانی کیتوزان در کاهش اکسیداسیون چربی‌ها در فیله ماهی و حذف یون‌های فلزی مانند آهن و در نهایت جلوگیری از پراکسیداسیون چربی‌ها (۲۸) و نیز خواص آنتی‌اکسیدانی و تأثیر توأم اسانس و کنسانتره آب نارنج دانست. طبق نتایج گروه‌های پوشش داده شده با کیتوزان یا نمونه حاوی اسانس و یا کنسانتره میزان TBA کمتری را در مدت زمان نگهداری نشان دادند. با گذشت زمان میزان افزایش داشت اما در برخی زمان‌ها این روند کاهشی بوده که برخی مطالعات نیز روند کاهش در میزان TBA را گزارش کرده‌اند (۵) و علت آن را واکنش بین مالون آلدهید و ترکیباتی مانند اسید آمینه عنوان کرده‌اند (۲۹). در تحقیق حاضر میزان این شاخص در تمام گروه‌ها کم‌تر از مقادیر بیان شده بود. نتایج حاصل از این تحقیق همسو با کار دیگر محققین در ارتباط با تأثیر پوشش کیتوزان در کاهش اکسیداسیون چربی گوشت می‌باشد. Yingyuad و همکاران در سال ۲۰۰۶ نشان دادند که پوشش باعث کاهش قابل توجه اکسیداسیون و افزایش کیفیت و افزایش مدت ماندگاری گوشت می‌گردد (۳۸) و با نتایج بدست آمده از کارهای بسیاری از محققین نظیر Ojagh و همکاران (۲۵) و Jouki و همکاران مطابقت داشت (۱۶).

آزمون اندازه‌گیری اسیدهای چرب آزاد FFA: در مطالعه حاضر تیمارهای مختلف به عنوان آنتی‌اکسیدان به فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با یا بدون پوشش کیتوزان اضافه گردید. مقدار اسیدهای چرب آزاد شاخص مستقیم افت کیفیت محسوب نمی‌شود اما افزایش مقادیر آن سبب افزایش اکسایش چربی‌ها و توسعه طعم نامطلوب می‌گردد، چراکه اسیدهای چرب آزاد در مقایسه با اشکال استری بیشتر مستعد به اکسایش هستند (۳۱). با توجه به نتایج، با گذشت زمان، میزان FFA در تمام تیمارها روند افزایشی داشته است که این روند افزایشی در تشکیل اسیدهای چرب آزاد در دوره‌ی ۲۰ روزه نگهداری در یخ برای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان توسط Rezaei و همکاران در سال ۲۰۰۸ نیز گزارش شده است (۳۰). کمترین میزان این شاخص در نمونه پوشش داده شده با کیتوزان

www.SID.ir

Archive of SID

حاوی اسانس شنبلیله ۲ درصد و کنسانتره آب نارنج بوده است که می‌تواند ناشی از اثر آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌میکروبی پوشش کیتوزان حاوی اسانس به دلیل افزایش میزان ترکیباتی نظیر دلتا-کادینن و آلفا کادینول موجود در اسانس باشد که روند هیدرولیز اسیدهای چرب و اکسیداسیون نمونه‌ها را کاهش داد. برخی از محققان بر این عقیده‌اند که ترکیبات موجود در اسانس‌ها با تغییر در ساختار غشای سلولی باکتری‌ها باعث تراوش آنزیم‌ها و مواد مغذی مختلف و سبب کاهش رشد میکروبی و کاهش هیدرولیز چربی می‌شوند (۱۲) و تأثیر سینرژیستی آن‌ها با کیتوزان و کنسانتره آب نارنج روند هیدرولیز و نهایتاً اکسیداسیون چربی را به تأخیر می‌اندازد که می‌توان سبب کاهش شاخص‌های اکسیداسیون در این تیمار شود. کیتوزان با کاهش PH (۴/۵۸-۴/۶۳ = PH) در سطح گوشت مهار رشد میکروبی را ایجاد کرده و کنسانتره آب نارنج نیز با داشتن ترکیبات فنولیک و PH پایین تا حدود زیادی از رشد میکروارگانیسم‌ها و در نهایت هیدرولیز چربی جلوگیری کرده است و استفاده از کیتوزان حاوی اسانس به همراه کنسانتره آب نارنج تأثیر هم‌افزایی در کاهش هیدرولیز چربی و نهایتاً اکسیداسیون داشت. محققان دیگر نیز به بررسی اثر پوشش‌های خوراکی و اسانس و عصاره‌های گیاهی پرداخته‌اند. در مطالعه Nowzari و همکاران در سال ۲۰۱۳ میزان اسیدچرب آزاد در نمونه پوشش داده شده به طور معنی‌داری کمتر از نمونه کنترل گزارش گردید (۲۷). Etemadi و همکاران در سال ۲۰۰۹ و Hamzeh و همکاران در سال ۲۰۱۱ به ترتیب بر اثر عصاره رزماری (۷) و پوشش آلژینات سدیم حاوی ۱/۵ و ۱ درصد اسانس آویشن شیرازی (۱۳) بر کاهش میزان FFA و افزایش عمر ماندگاری اشاره کردند. Pereira-de-Abreu و همکاران گزارش کردند که افزودن ترکیبات آنتی اکسیدان استخراج شده از پوسته‌ی جو در فیلم‌های پلی اتیلنی با دانسیته‌ی پایین اسیدهای چرب آزاد در ماهی سالمون منجمد را کاهش می‌دهد (۶).

ارزیابی حسی: نتایج ارزیابی حسی در تصویر ۸ نشان داده شده است. در ارزیابی نمونه‌ها تا زمانی که امتیاز ارزیابی حسی (پذیرش کلی) کمتر از ۶ نبود از مقبولیت برخوردار بوده و برای مصرف مناسب بودند. نتایج آنالیز آماری نشان داد که امتیاز رنگ، بو، بافت به طور کلی پذیرش کلی در گروه کنترل در چهارمین روز نگهداری از مقبولیت خارج گردید و به امتیاز کمتر از ۶ رسید که این نتایج منطبق با نتایج شاخص‌های شیمیایی و میکروبی بود. به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی کنسانتره آب نارنج، اسانس شنبلیله و پوشش کیتوزان با حفظ رنگ، بو و بافت تا روز ۱۲ باعث ماندگاری و حفظ کیفیت ماهی تا پایان دوره نگهداری گردید. به همین دلیل نمونه دارای پوشش کیتوزان حاوی اسانس شنبلیله و کنسانتره آب نارنج تا روز پایانی نگهداری از محدوده مورد نظر خارج نگردید و قابل قبول بود. Fan و همکاران در سال ۲۰۰۹ (۹) و Sathivel و همکاران در سال ۲۰۰۷ (۳۴) نیز به نتایج مشابهی در ارتباط با استفاده از پوشش به همراه سایر ترکیبات بر روی مواد غذایی دست یافتند.

نتیجه گیری: نتایج مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از پوشش کیتوزان در ترکیب اسانس با شنبلیله و کنسانتره آب نارنج روشی کارآمد در کاهش اکسیداسیون و بهبود خواص حسی فیله ماهی قزل آلا در مدت زمان نگهداری در یخچال می‌باشد و موجب افزایش زمان ماندگاری و بهبود کیفیت فیله ماهی می‌گردد.

سپاسگزاری

این طرح تحقیقاتی با استفاده از اعتبارات ویژه پژوهشی (گرنت شماره ۸/۳۸۳/پ) دانشگاه تخصصی فناوری‌های نوین آمل انجام شده است، بدینوسیله از حمایت‌های مالی مدیر محترم پژوهشی و فناوری دانشگاه تخصصی فناوری نوین آمل صمیمانه قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

بین نویسندگان تعارض در منافع گزارش نشده است.

References

1. Adams, R. P., SParkman, O. D. (2005). Identification of essential oil components by gas chromatography-quadropole Mass spectroscopy. J Am Soc Mass Spectrom, 16, 1902-1903. https:10.1016/j.jasms.2005.07.008
2. Ahmadiani, A., Rustaiyan, A., Karimian, M., Kamalinejad, M. (2004). Volatile constituents from the oil of trigonella foenum-graecum L. J Essent Oil Res, 16(4), 356-357. https://doi.org/10.1080/10412905.2004.9698741
3. Amiri, S., Niakousari, M. (2008). Shelf life of unpasteurized sour orange juice in Iran. Fruits, 63(1), 11-18. https://doi.org/10.1051/fruits:2007040

www.SID.ir

Archive of SID

4. Amiza, M., Kang, W. (2013). Effect of chitosan on gelling properties, lipid oxidation, and microbial load of surimi gel made from African catfish (*Clarias gariepinus*). Int Food Research J, 20(4), 1585-1594.
5. Arashisar, Ş., Hisar, O., Kaya, M., Yanik, T. (2004). Effects of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout (*Oncorynchus mykiss*) fillets. Int J Food Microbiol, 97(2), 209-214. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.05.024 PMID:15541807
6. De Abreu, D. P., Losada, P. P., Maroto, J., Cruz, J. (2010). Evaluation of the effectiveness of a new active packaging film containing natural antioxidants (from barley husks) that retard lipid damage in frozen Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Food Research Int, 43(5), 1277-1282. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.03.019
7. Etemadi, H., Rezaei, M.,Abedian Kenary, A. M. (2009). Antibacterial and antioxidant potential of rosemary extract(*Rosmarinus officinalis*) on shelf life extension of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). J Food Sci Technol, 5(4), 67-77.
8. 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 Chem, 108(1), 148-153.
9. Fan, W., Sun, J., Chen, Y., Qiu, J., Zhang, Y., Chi, Y. (2009). Effects of chitosan coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage. Food Chem, 115(1), 66-70. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.11.060
10. Frankel, E. (1980). Lipid oxidation. Progress in lipid research, 19(1-2), 1-22. https://doi.org/10.1016/0163-7827(80)90006-5
11. Gao, M., Feng, L., Jiang, T., Zhu, J., Fu, L., Yuan, D., Li, J. (2014). The use of rosemary extract in combination with nisin to extend the shelf life of pompano (*Trachinotus ovatus*) fillet during chilled storage. Food Control, 37, 1-8. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.09.010
12. Goulas, 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 chem, 93(3), 511-520. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.09.040
13. Hafsa, J., ali Smach, M., Khedher, M. R. B., Charfeddine, B., Limem, K., Majdoub, H., Rouatbi, S. (2016). Physical, antioxidant and antimicrobial properties of chitosan films containing *Eucalyptus globulus* essential oil. J Food Sci Technol, 68, 356-364. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.12.050
14. Hamzeh, A., Rezaei, M. (2011). Antioxidant and antibacterial effects of sodium alginate coating enriched with thyme essential oil on rainbow trout fillets during refrigerated storage. J Nutri Food Technol, 6, 11-20.
15. Huang, B., He, J., Ban, X., Zeng, H., Yao, X., Wang, Y. (2011). Antioxidant activity of bovine and porcine meat treated with extracts from edible lotus (*Nelumbo nucifera*) rhizome knot and leaf. Meat Sci, 87(1), 46-53. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.09.00 PMID:20869815
16. Jeon, Y.-J., Kamil, J. Y., Shahidi, F. (2002). Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of herring and Atlantic cod. J Agric Food Chem, 50(18), 5167-5178. https://doi.org/10.1021/jf011693l PMID: 12188625
17. Jouki, M., Yazdi, F. T., Mortazavi, S. A., Koocheki, A., Khazaei, N. (2014). Effect of quince seed mucilage edible films incorporated with oregano or thyme essential oil on shelf life extension of refrigerated rainbow trout fillets. Int J Food Microbiol, 174, 88-97. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.01.001 PMID: 24463155
18. Kinsella, J., Frankel, E., German, B., Kanner, J. (1993). Possible mechanisms for the protective role of antioxidants in wine and plant foods. *Food technol*, 47,85-89.
19. Lu, F., Ding, Y., Ye, X., Liu, D. (2010). Cinnamon and nisin in alginate–calcium coating maintain quality of fresh northern snakehead fish fillets. LWT-Food Sci and Technol, 43(9), 1331-1335. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.05.003

Mahmoodi, M., Shamsi-Meimandi, M., Foroumadi, A., Raftari, S., Asadi Shekari, M. (2005). Antidepressant effect of sour orange flowers extract on lipopolysaccharide-induced depressive-like behaviors in rat. J Kerman Uni Med Sci, 12(4), 244-251. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.05.003

20. Mahmoud, B. S., Yamazaki, K., Miyashita, K., Il-Shik, S., Dong-Suk, C., Suzuki, T. (2004). Bacterial microflora of carp (*Cyprinus carpio*) and its shelf-life extension by essential oil compounds. Food Microbiol, 21(6), 657-666. https://doi.org/10.1016/j.fm.2004.03.001
21. Mexis, S., Chouliara, E., Kontominas, M. (2009). Combined effect of an oxygen absorber and oregano essential oil on shelf life extension of rainbow trout fillets stored at 4 C. Food Microbiol, 26(6), 598-605. https://doi.org/10.1016/j.fm.2009.04.002 PMID: 19527835
22. Mirzaei, A., Mohammadi, J., Mirzaei, N., Mirzaei, M. (2011). The Antioxidant Capacities and Total Phenolic Contents of Some Medicinal Plants in Iran. J of Fasa Uni of Med Sci, 1(3), 160-167.
23. No, H., Meyers, S., Prinyawiwatkul, W., Xu, Z. (2007). Applications of chitosan for improvement of quality and shelf life of foods: a review. J Food Sci, 72(5), 87-100. https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00383.x PMID: 17995743
24. Nowzari, F., Shábanpour, B., Ojagh, S. M. (2013). Comparison of chitosan–gelatin composite and bilayer coating and film effect on the quality of refrigerated rainbow trout. Food Chem, 141(3), 1667-1672. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.03.022 PMID: 23870876
25. Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H., Hosseini, S. M. H. (2010). Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. Food Chem, 120(1), 193-198. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.10.006
26. Özogul, F., Kus, B., Kuley, E. (2013). The impact of strawflower and mistletoe extract on quality properties of rainbow trout fillets. Int J Food Sci, 48(11), 2228-2238. https://doi.org/10.1111/ijfs.12209
27. Pearson, D. (1976). The chemical analysis of foods (7th ed.). Longman GrouP Ltd.; New York, USA. p. 516-575.
28. Petrou, S., Tsiraki, M., Giatrakou, V., Savvaidis, I. (2012). Chitosan dipping or oregano oil treatments, singly or combined on modified atmosphere packaged chicken breast meat. Int J Food Microbiol, 156(3), 264-271. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.04.002 PMID: 22534355
29. Pezeshk, S., Rezaei, M., Hosseini, H. (2011). Effects of turmeric, shallot extracts, and their combination on quality characteristics of vacuum-packaged Rainbow trout stored at 4±1°C. J Food Sci, 76(6), 387-391. https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02242.x PMID: 21729071
30. Rezaei, M., Hosseini, S. F., Langrudi, H. E., Safari, R., Hosseini, S. V. (2008). Effect of delayed icing on quality changes of iced rainbow trout (*Onchorynchus mykiss*). Food chem, 106(3), 1161-1165. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.07.052
31. Rostamzad, H., Shabanpour, B., Kashaninejad, M., Shabani, A. (2010). Inhibitory impacts of natural antioxidants (ascorbic and citric acid) and vacuum packaging on lipid oxidation in frozen Persian sturgeon fillets. Iranian J Fisheries Sci, 9(2), 279-292.

www.SID.ir

Archive of SID

32. Şahin, F., Güllüce, M., Daferera, D., Sökmen, A., Sökmen, M., Polissiou, M., Özer, H. (2004). Biological activities of the essential oils and methanol extract of *Origanum vulgare* ssp. vulgare in the Eastern Anatolia region of Turkey. Food Control, 15(7), 549-557. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2003.08.009
33. Sallam, K. I. (2007). Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. Food Control, 18(5), 566-575. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2006.02.002 PMID: 17471315
34. Sathivel, S., Liu, Q., Huang, J., Prinyawiwatkul, W. (2007). The influence of chitosan glazing on the quality of skinless pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) fillets during frozen storage. J Food Eng, 83(3), 366-373. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.03.009
35. Shantha, N. C., Decker, E. A. (1994). Rapid, sensitive, iron-based spectrophotometric methods for determination of perorlride values of food lipids. J AOAC Int, 77(2), 421-424. PMID: 8199478
36. Tribble, D. L. (1999). Antioxidant consumption and risk of coronary heart disease: emphasis on vitamin C, vitamin E, and β-carotene. Circulation, 99(4), 591-595. https://doi.org/10.1161/01.CIR.99.4.591
37. Yin, M.-c., Cheng, W.-s. (2003). Antioxidant and antimicrobial effects of four garlic-derived organosulfur compounds in ground beef. Meat Sci, 63(1), 23-28. https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00047-5 PMID: 22061980
38. Yingyuad, S., Ruamsin, S., Reekprkhon, D., Douglas, S., Pongamphai, S., Siripatrawan, U. (2006). Effect of chitosan coating and vacuum packaging on the quality of refrigerated grilled pork. Packaging Technol and Sci, 19(3), 149-157. https://doi.org/10.1002/pts.717

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Veterinary Research
J Vet Res, Volume 75, Number 2, 2020
Original Article

Effect of Orange (*Citrus aurantium*) Juice Concentrate and Chitosan Coating Enriched With Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) Essential Oil on The Quality and Shelf Life of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fillet During Storage in a Refrigerator

Fahimeh Tooryan, Maryam Azizkhani

Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Amol University of Special Modern Technologies(AUSMT), Amol, Iran

10.22059/jvr.2018.259911.2809

Received: *20 November 2019*, ***Accepted:*** *21 January 2020*

Abstract

BACKGROUND: Many herbs such as fenugreek and orange have compounds with antioxidant properties, which can increase the shelf life of foods. Considering that fish are a popular food among consumers, they are susceptible to rapid corruption.

OBJECTIVES: In this study, to improve rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet shelf life at refrigerated condition, orange juice concentrate and chitosan coating enriched with Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) essential oil was used.

METHODS: In the present study, 8 treatments were evaluated for 12 days at refrigerator temperature for Chemical indicators PH value, Total volatile nitrogen (TVN), Thiobarbituric Acid (TBA), Peroxide value (PV), Free Fatty Acid (FFA), and Sensory Properties.

RESULTS: According to statistical results, fish fillets coated with chitosan enriched with 2% fenugreek essential oil and immersed in orange juice concentrate were lower than other groups for all chemical indicators and had a significant difference with the control group ($P<0.05$). In the DPPH test, the most inhibitory effect after BHT (butylated hydroxy toluene) was orange juice with 1.39 brix and then black pepper 2%, respectively. In the RP test, the absorbance of the coated sample with chitosan containing fenugreek essential oil and orange juice concentrate with BHT did not show any significant difference ($P>0.05$). Sensory evaluation also showed that the chitosan-coated sample containing fenugreek essential oil and orange juice concentrate improved the sensory index during storage compared to other groups, especially the control group.

CONCLUSIONS: According to the results, it can be stated that the use of orange juice concentrate, chitosan coating and fenugreek essential oil have a significant effect on reducing the oxidation process of rainbow trout fillet at refrigerator temperature.

Keywords: Essential oil, Fenugreek, Rainbow trout, Chitosan, Orange juice concentrate

Copyright © 2020. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution- 4.0 International License which permits Share, copy and redistribution of the material in any medium or format or adapt, remix, transform, and build upon the material for any purpose, even commercially.

Corresponding author's email: f.tooryan@ausmt.ac.ir: Tel/Fax: 011-44271057 / 011-44271054

How to cite this article:

Tooryan, F., Azizkhani, M. (2020). Effect of Orange (*Citrus aurantium*) Juice Concentrate and Chitosan Coating Enriched With Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) Essential Oil on The Quality and Shelf Life of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fillet During Storage in a Refrigerator. J Vet Res, 75(2), 173-184. https://doi.org/10.22059/jvr.2018.259911.2809

Figure Legends and Table Captions

Figure 1. Free radical scavenging activity measured in DPPH assay.
Figure 2. The treatments reducing power compared to BHT.
Figure 3. pH variations of different samples during the storage period of 12 days at the refrigerator temperature.
Figure 4. TVN variations of different samples during the storage period of 12 days at the temperature refrigerator.
Figure 5. PV variations of different samples during the storage period of 12 days at the refrigerator temperature.
Figure 6. TBA variations of different samples during the storage period of 12 days at the refrigerator temperature.
Figure 7. FFA variations of different samples during the storage period of 12 days at the refrigerator temperature.

www.SID.ir

Archive of SID

Figure 8. Total acceptance of different samples during storage for 12 days at a refrigerated temperature.

www.SID.ir