دوره سیزدهم ـ شماره ۱ ـ بهار ۱۳۹۶
10.22055/ivj.2017.17675.1453

تأثیر پوشش خوراکی کیتوزان - رزماری بر کیفیت و ماندگاری (shelf life) فیله‌ی تازه‌ی ماکیان در دمای یخچال

علی فضل‌آرا[۱*]، مهدی پورمهدی‌بروجنی[۲]، مهدی زارعی[۲] و طاهره کریمی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۳/۶/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۲/۲۶

چکیده

گوشت سینه‌ی ماکیان (فیله) در سرتاسر جهان مورد استقبال مصرف کنندگان بوده اما مستعد فساد سریع می‌باشد. از این رو، صنایع امروزه درصدد یافتن فناوری جدید برای افزایش مدت ماندگاری آن هستند. به علاوه، تقاضای مشتریان برای مواد غذایی سالم-تر (فاقد نگهدارنده‌های شیمیایی مرسوم) در دهه‌ی اخیر افزایش پیدا کرده است. کیتوزان یا فرم داستیله کیتین، پلی ساکاریدی است که در پوشش خارجی خرچنگ‌ها و میگوها و دیواره‌ی سلولی قارچ‌ها یافت می‌شود و ویژگی غیرسمی، زیست فروپاشی و زیست سازگاری آن به اثبات رسیده است. اسانس‌ها از گیاهان استخراج شده و طی دهه‌ها به خاطر داشتن فعالیت‌های بیولوژیکی شامل خواص آنتی-اکسیدانی، ضد سرطانی و ضد میکروبی شناخته شده هستند. مطالعه‌ی حاضر جهت ارزیابی تأثیر پوشش خوراکی کیتوزان ۲ درصد حاوی اسانس ۱ درصد رزماری روی ماندگاری و حفظ کیفیت گوشت سینه‌ی مرغ در دمای یخچال انجام گرفته است. نمونه‌ها به ۳ گروه بدون پوشش (کنترل)، تیمار شده با اسید استیک ۱ درصد و غوطه‌ور شده در محلول کیتوزان حاوی اسانس رزماری تقسیم شدند. نمونه‌ها سپس در دمای یخچال (۱±۴ درجه‌ی سانتی‌گراد) به مدت ۱۵ روز نگهداری شدند و در فواصل معین زمانی (روزهای ۰، ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵) جهت آزمایش‌های میکروبیولوژیکی (شمارش باکتری‌های مزوفیل و سایکروفیل)، شیمیایی (TVN, TBA, pH) و حسی (شکل ظاهری، میزان الاستیسیته عضلات، بو و رنگ) مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج بررسی باکتریایی دلالت بر این داشت که پوشش‌دهی اثر معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بر کاهش شمارش باکتری‌های مزوفیل و سایکروفیل با حداقل ۱۵ روز نگهداری را داشته است. همچنین نمونه-های غوطه‌ور شده در کیتوزان حاوی اسانس رزماری میزان TVN, TBA و pH کم‌تری از دو گروه دیگر در طول نگهداری نشان دادند و از نظر فاکتورهای حسی نیز نسبت به دو گروه دیگر باعث حفظ فاکتورهای حسی در سطح قابل قبول به مدت ۱۵ روز گردید.

کلمات کلیدی: اسانس رزماری، افزایش ماندگاری، پوشش دهی، فیله‌ی مرغ، کیتوزان

مقدمه

فساد گوشت خام طی نگهداری در یخچال به دنبال دو رخداد اتفاق می‌افتد: رشد میکروبی و فساد اکسیداتیو (Petrou et al. 2012). بسته‌بندی‌های زیست تخریب‌پذیر که قابلیت خوراکی بودن و مصرف به همراه ماده‌ی غذایی را دارند، به دو دسته فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی تقسیم می‌شوند. فیلم‌های خوراکی قبل از کاربرد در بسته‌بندی مواد غذایی به صورت لایه‌ای نازک تولید می‌شوند و بعد همانند پلیمرهای سنتزی برای بسته‌بندی به کار می‌روند. پوشش‌های خوراکی برخلاف فیلم‌ها، روی ماده‌ی غذایی تشکیل می‌شوند. بنابراین پوشش به عنوان بخشی از محصول بوده و موقع استفاده روی محصول باقی می‌ماند. این کار توسط روش‌هایی نظیر واکس زدن، اسپری کردن و غوطه‌ور کردن صورت می‌گیرد (Ghanbarzadeh and Oromiehi 2008).

کیتوزان تنها پلی‌ساکارید کاتیونی است که در اثر استیل‌زدایی از کیتین حاصل از پوسته‌ی سخت‌پوستانی

[۱*] استاد گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده‌ی دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز E-mail: a.fazlara@scu.ac.ir (نویسنده‌ی مسئول)
[۲] دانشیار گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز
[۳] دانش آموخته دکترای حرفه‌ای، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز

مانند انواع خرچنگ‌ها و میگو با روش‌های شیمیایی، آنزیمی و میکروبیولوژیکی تهیه می‌گردد. این پلی‌ساکارید دارای ویژگی‌های عملکردی مانند خصوصیت ضدمیکروبی، ضدقارچی و آنتی‌اکسیدانی است و ضمناً دارای خواصی مانند سازگاری با محیط، زیست تخریب‌پذیر بودن و خصوصیات فیزیکی- شیمیایی متنوعی می‌باشد. از خصوصیات عملکردی دیگر کیتوزان توانایی تشکیل فیلم، خواص چسبندگی، جاذب بودن، تصفیه‌کنندگی و کاربرد آن به عنوان فیبر غذایی می‌باشد که در صنایع غذایی، پزشکی، داروسازی، رنگ‌سازی، نساجی، آرایشی و بهداشتی و غیره نیز کاربرد دارد (No et al. 2007, Shahidi and Abuzaytoun 2005, Vasconez et al. 2009). کیتوزان در آب غیرمحلول است اما در محلول-های اسیدی ارگانیک و غیرارگانیک ضعیف شامل اسیدهای استیک، فرمیک، لاکتیک، هیدروکلریک و گلوتامیک قابل حل می‌باشد (Jeon et al. 2002).

اسانس‌ها ترکیبات فرار طبیعی استخراج شده از قسمت‌های مختلف گیاه مثل: گل‌ها، جوانه‌ها، دانه‌ها، برگ‌ها، سرشاخه‌ها و غیره هستند که ترکیبی از ساختمان-های ترپنوئیدی با فعالیت‌های گسترده را تشکیل داده‌اند. آن‌ها معمولاً به وسیله‌ی تقطیر با بخار آب و به کمک فشار به دست می‌آیند. رزماری، برگ و سرشاخه‌های گل‌دار خشک شده‌ی گیاه *Rosmarinus officinalis* از خانواده‌ی نعناعیان (*Lamiaceae*) است که حداقل دارای ۱ درصد (حجم/وزن) روغن فرار می‌باشد. خاصیت ضدمیکروبی اسانس رزماری را به وجود عناصر فنولیک غیرقطبی در آن مرتبط می‌دانند. مکانیسم ضدمیکروبی اسانس‌ها به دلیل ایجاد اختلال در غشای سیتوپلاسمی و بر هم زدن نیروی حرکتی و جریان پروتون‌ها، الکترون‌ها و انتقال فعال سلولی است و همچنین باعث انعقاد محتویات داخل سلولی و در نهایت مرگ سلولی می‌شوند (Seow et al. 2014).

با توجه به توضیحات فوق، اثر آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی کیتوزان و اسانس رزماری هر یک به تنهایی در مقالات متعدد گزارش شده است. همچنین، بر اساس جستجو در منابع، اثر ترکیبی آن‌ها نیز در برخی مقالات مورد بررسی قرار گرفته است. لذا مطالعه‌ی حاضر با هدف ارزیابی تأثیر تکنیک پوشش‌دار کردن (غوطه‌وری) توسط کیتوزان – رزماری روی ماندگاری و حفظ کیفیت گوشت سینه‌ی ماکیان (فیله) در دمای یخچال انجام گرفته است.

مواد و روش کار

اسانس رزماری از شرکت باریج اسانس که با روش اسانس‌گیری تقطیر با بخار آب و به کمک دستگاه کلونجر به مدت ۳ ساعت حاصل شده بود، با داشتن آنالیز کمی ترکیبات مؤثره‌ی اصلی آن با روش GC-MS[1] (جدول ۱)، خریداری گردید.

1- Gas Chromatography-Mass Spectrometry

جدول ۱: ترکیبات شیمیایی اصلی اسانس رزماری

شماره	زمان احتباس (برحسب دقیقه)	عناصر	درصد عناصر موجود
۱	۹/۵۱۲۶	آلفا-پینن[1]	۲۷/۰۳۰۰
۲	۱۰/۳۸۵۸	کمفن[2]	۶/۵۳۸۲
۳	۱۱/۲۰۶۷	بتا- پینن[3]	۵/۷۸۱۹
۴	۱۲/۹۷۵۰	لیمون[4]	۶/۷۱۱۷
۵	۱۳/۲۵۰۸	۱و۸-سینئول[5]	۲۰/۰۸۱۷
۶	۱۴/۴۶۸۳	پی-سیمول[6]	۳/۱۲۹۱
۷	۱۹/۴۹۶۷	کامفور[7]	۱/۸۹۰۶
۸	۲۲/۱۷۵۸	بومئول[8]	۰/۱۸۵۰

پس از استخراج کیتین از پوسته‌ی میگو و سپس تهیه‌ی کیتوزان از کیتین به دست آمده (Abdou et al. 2008, Aye and Stevens 2004, Percot et al. 2003, Rodde et al. 2008)، جهت تعیین درصد داستیلاسیون کیتوزان از روش آنالیز عنصری استفاده گردید (Xu et al. 1996). همچنین جهت تعیین وزن مولکولی کیتوزان تهیه شده از ارتباط بین ویسکوزیته‌ی ذاتی (Intrinsic viscosity) و وزن مولکولی استفاده و با کمک دستگاه ویسکومتر تعیین شد (Kasaai et al. 2000). سپس به تعداد کافی لاشه‌های ماکیان تازه به تاریخ کشتار روز تهیه و گوشت سینه‌ی آن‌ها به صورت دستی فیله شد.

فیله‌ها با وزن ۱۲۰-۱۰۰ گرم جهت انجام تیمارها آماده‌سازی شدند. به این صورت که پس از شستشو با آب فراوان، فیله‌ها را جهت آبکشی روی آبکش‌های پلاستیکی استریل شده با اشعه‌ی UV قرار داده تا آب اضافی خارج شود. سپس فیله‌ها در ۳ گروه تقسیم و تیمارهای مورد نظر به شرح ذیل روی آن‌ها انجام شد.

تیمار اول: فیله‌ی سینه‌ی مرغ غوطه‌ور شده در آب مقطر استریل به مدت ۲۰ دقیقه.

تیمار دوم: فیله‌ی سینه‌ی مرغ غوطه‌ور شده در محلول یک درصد اسید استیک به مدت ۲۰ دقیقه.

تیمار سوم: فیله‌ی سینه‌ی مرغ غوطه‌ور شده در محلول یک درصد اسید استیک حاوی ۲ درصد کیتوزان و ۱ درصد اسانس رزماری به مدت ۲۰ دقیقه.

پس از بیرون آوردن فیله‌ها از محلول مورد استفاده جهت پوشش‌دهی، کلیه‌ی فیله‌ها مدتی در زیر هود قرار گرفته تا خشک شوند و پوشش خوراکی مورد نظر روی آن‌ها تشکیل گردد. سپس هر قطعه فیله به طور جداگانه در یک ظرف پلی‌اتیلنی استریل شده به وسیله‌ی اشعه‌ی UV قرار داده شده و در یخچال با دمای ۱±۴ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۱۵ روز نگهداری شدند. نمونه‌گیری و انجام آزمایش‌ها در زمان‌های مشخص ۰، ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ روز انجام و آنالیزهای میکروبی و شیمیایی زیر بر روی نمونه‌ها صورت می‌گرفت. بدین نحو که در هر زمان نمونه‌برداری، تعداد ۳ عدد از ظروف پلی‌اتیلنی مربوط به هر تیمار از یخچال خارج و کلیه‌ی آزمایش‌ها با سه تکرار روی آن‌ها انجام می‌شد.

1- Alpha-Pinene
2- Camphene
3- Beta-Pinene
4- Limonen
5- 1,8-cineol
6- P-cymol
7- Camphor
8- Bomeol

جهت شمارش باکتری‌های مزوفیل هوازی و سایکروفیل، تحت شرایط استریل و در زیر هود آزمایشگاهی، مقدار ۵ گرم از فیله توسط پنس و قیچی استریل جدا شده و در کیسه‌های پلاستیکی استریل مخصوص قرار داده و سپس ۴۵ میلی‌لیتر آب مقطر استریل به آن افزوده و هموژنیزاسیون انجام شد. هر یک از نمونه‌ها به روش معمول رقیق‌سازی متوالی شده و روی پلیت‌های حاوی محیط کشت آگار مغذی و به روش کشت سطحی کشت داده شدند. جهت شمارش تعداد باکتری‌های مزوفیل هوازی، پلیت‌های کشت داده شده به مدت ۴۸-۲۴ ساعت در انکوباتور با دمای ۳۷ درجه‌ی سانتی‌گراد و جهت شمارش باکتری‌های سایکروفیل، پلیت‌ها به مدت ۱۰-۷ روز و در دمای ۱۰ درجه قرار داده شدند. سپس اقدام به شمارش تعداد کلنی‌ها گردید و نتایج حاصل بر اساس لگاریتم واحد تشکیل دهنده‌ی کلنی بر گرم گزارش گردید (Downes and Ito 1992).

اندازه‌گیری مواد ازته‌ی فرار با استفاده از مرحله‌ی تقطیر دستگاه کلدال اتوماتیک و در حضور کاتالیزور اکسید منیزیوم انجام گردید. سپس ظرف گیرنده‌ی حاوی اسید بوریک و معرف توشیرو با اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تیتر و مقدار مواد ازته‌ی فرار برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گوشت مرغ محاسبه گردید (پروانه ۱۳۷۷).

جهت اندازه‌گیری مواد واکنش دهنده با تیوباربیتوریک اسید (TBARs) مقدار ۵ گرم از فیله در ۱۰۰ میلی‌لیتر تری‌کلرواستیک اسید ۱۰ درصد به طور کامل هموژن و از کاغذ صافی واتمن شماره‌ی ۴۲ عبور داده شد و مجدداً با تری‌کلرواستیک اسید ۱۰ درصد به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانیده شد. ۳ میلی‌لیتر از محلول حاصل به همراه ۳ میلی‌لیتر محلول ۰/۰۲ مولار تیوباربیتوریک اسید در یک لوله آزمایش در پیچ‌دار با هم مخلوط و به مدت ۴۵ دقیقه در آون ۱۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد قرار داده شد و پس خنک شدن، میزان جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ۵۳۲ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری و میزان میلی‌گرم مالون دی‌آلدئید در هر کیلوگرم از گوشت محاسبه گردید (Ojagh et al. 2010, Wrolstad et al. 2005).

به منظور اندازه‌گیری میزان pH ، مقدار ۵ گرم از گوشت مرغ به همراه ۴۵ میلی‌لیتر آب مقطر در یک بشر ۲۵۰ میلی‌لیتری و توسط همزن برقی به طور کامل هموژن گردید و سپس توسط pH متر دیجیتالی میزان pH نمونه اندازه‌گیری شد (Benjakul et al. 1997, Fan et al. 2009).

برای ارزیابی خصوصیات حسی از پانل سه نفری که اعضای آن افراد گروه بهداشت مواد غذایی بودند و نمونه‌ها را بر حسب شکل ظاهری، میزان الاستیسیته عضلات، بو و رنگ مورد ارزیابی قرار می‌دادند، استفاده گردید و جهت ارزیابی، سیستم نمره‌دهی 3-Point Hedonics Scale (نمره ۱ بسیار بد و نمره ۳ بسیار خوب) مورد استفاده قرار گرفت (Baston and Barna 2010).

جدول ۲: درجه‌بندی فاکتورهای حسی بر اساس کیفیت و امتیاز عددی

خصوصیات					
شکل ظاهری	میزان الاستیسیته	بو	رنگ	کیفیت حسی	امتیاز یا رتبه بندی عددی
عدم وجود لعاب روی تمام سطح عضلات	برگشت سریع به حالت اولیه	بوی طبیعی مرغ	صورتی	عالی	۳
وجود لعاب روی برخی قسمت‌های سطح عضلات	برگشت آهسته به حالت اولیه	بوهای غیر معمول(بوی ملایم سولفور یا آمونیاک)	صورتی پر رنگ	قابل قبول	۲
وجود لعاب روی تمام سطح عضلات	عدم بازگشت به حالت اولیه	بوهای خارجی(ترشیدگی، اسید، گندیدگی)	صورتی کم رنگ	غیر قابل قبول	۱

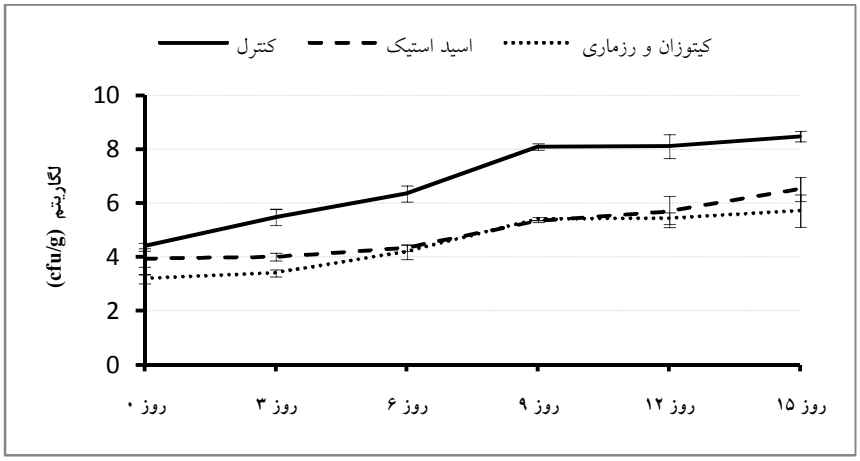
داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ به طور توصیفی و تحلیلی بررسی شد. به منظور بررسی اثر نوع تیمار و همچنین اثر زمان بر متغیرهای وابسته تحقیق یعنی تغییرات باکتریایی، شیمیایی و حسی، بعد از بررسی وجود پیش فرض‌های لازم، از آنالیز واریانس دوطرفه (Two-way analysis of variance) و آزمون تکمیلی LSD و Dunnett-C استفاده گردید همچنین تغییرات حسی با آزمون کروسکال والیس تحلیل گردید. α=۰/۰۵ مبنای قضاوت آماری لحاظ شد.

نتایج

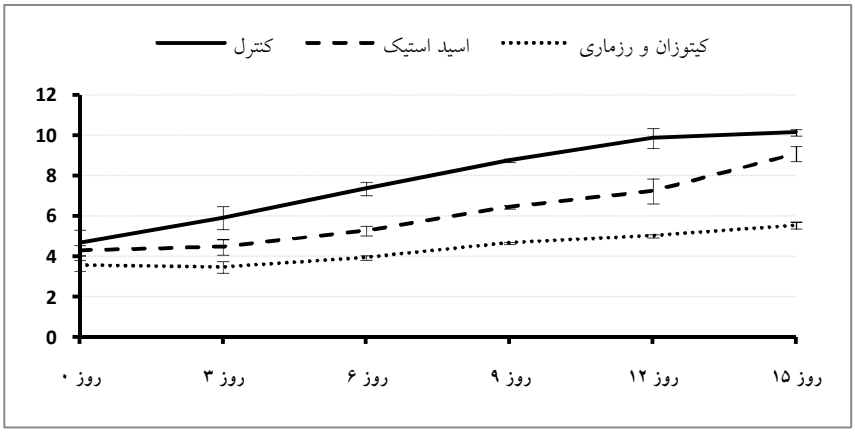
در روش آنالیز عنصری، درصد داستیلاسیون کیتوزان تهیه شده، ۷۹ درصد و همچنین وزن مولکولی کیتوزان تهیه شده حدود ۸۵۰ کیلو دالتون مشخص گردید.

نتایج حاصل از تغییرات شمارش باکتریایی

با توجه به نمودار ۱ و داده‌های آماری به دست آمده از آزمون LSD، شمارش میانگین بار باکتریایی مزوفیل نشان داد که بین گروه‌ها تا روز سوم نگهداری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. اما در روز سوم، بین هر سه گروه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. اما از روز ششم تا پانزدهم نگهداری بین گروه دوم (تیمار اسید استیک) و سوم (تیمار کیتوزان حاوی اسانس رزماری) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و تنها گروه اول (کنترل) با دو گروه دیگر اختلاف معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۰۱). بیش‌ترین میزان بار باکتریایی مزوفیل در پانزدهمین روز نگهداری در دمای یخچال، ۸/۴۷±۰/۲ log cfu/g مربوط به گروه کنترل و کم‌ترین میزان آن ۵/۷۱±۰/۶۱ log cfu/g مربوط به تیمار کیتوزان حاوی اسانس رزماری بود. در مورد شمارش میانگین باکتری‌های سایکروفیل، با توجه به نمودار ۲ و داده‌های آماری به دست آمده از آزمون LSD، تا روز سوم نگهداری اختلاف معنی‌داری بین گروه‌ها وجود نداشت. در روز سوم گروه کنترل با دو گروه دیگر و در روزهای ششم و نهم بین هر سه گروه اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. اما در روز دوازدهم گروه کنترل با دو گروه دیگر (P<۰/۰۰۱) و گروه دوم و سوم هم با یکدیگر اختلاف نشان دادند (P<۰/۰۵) و نهایتاً در روز پانزدهم بین هر سه گروه اختلاف معنی‌داری وجود داشت که این اختلاف بین گروه کنترل با گروه سوم و گروه دوم و سوم با هم بارزتر بود (p<۰/۰۰۱). همچنین بیش‌ترین میزان میانگین بار باکتریایی سایکروفیل بعد از ۱۵ روز نگهداری در دمای یخچال ۱۰/۱۵±۰/۱۶ log cfu/g مربوط به گروه کنترل و کم‌ترین میزان آن ۵/۵۴±۰/۱۷ log cfu/g مربوط به تیمار کیتوزان حاوی اسانس رزماری بود.



نمودار ۱: تغییرات میانگین (± انحراف معیار) لگاریتم باکتری‌های مزوفیل فیله‌ی مرغ در طی ۱۵ روز نگهداری در دمای یخچال



نمودار ۲: تغییرات میانگین (± انحراف معیار) لگاریتم باکتری‌های سایکروفیل فیله‌ی مرغ در طی ۱۵ روز نگهداری در دمای یخچال

نتایج حاصل از تغییرات شیمیایی

نتایج حاصل از تغییرات میزان TVN طی دوره‌ی نگهداری

طبق نتایج به دست آمده از آزمون LSD و با توجه به نمودار ۳، در روز صفر بین گروه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد و در روز سوم و ششم، گروه سوم با دو گروه دیگر اختلاف دارد (P<۰/۰۰۱). اما در روز نهم و پانزدهم با استفاده از آزمون Dunnett-C، تنها بین گروه کنترل با دو گروه دیگر اختلاف وجود دارد ولی بین گروه دوم و سوم اختلاف معنی‌دار نمی‌باشد (P>۰/۰۵).

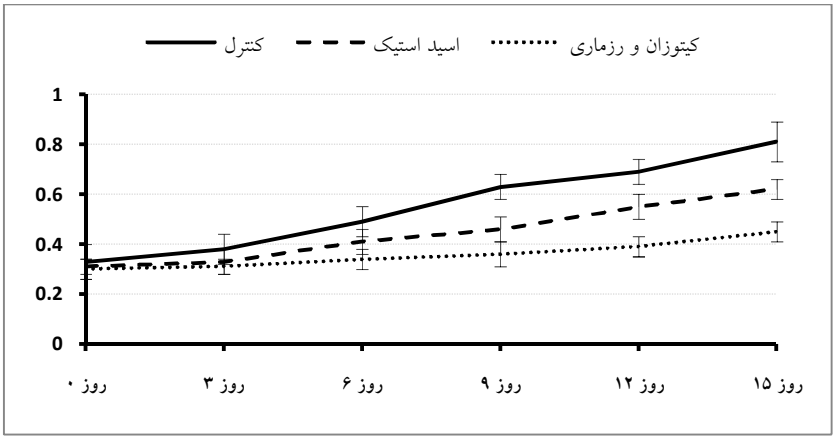
تغییرات میانگین میزان مواد ازته فرار طی دوره‌ی ۱۵ روزه نگهداری در دمای یخچال نشان‌گر یک روند افزایشی در تمام گروه‌ها بوده است به طوری که در روز پانزدهم نگهداری، بالاترین میزان آن ۱۰۰/۷۵±۷/۷۵ mg/100 مربوط به گروه کنترل و کم‌ترین میزان آن ۲۶/۹۲±۰/۷۷ 100 mg مربوط به تیمار کیتوزان حاوی اسانس رزماری می‌باشد.

نمودار ۳: تغییرات میانگین (± انحراف معیار) اندازه‌گیری مواد ازته فرار فیله‌ی مرغ در طی ۱۵ روز نگهداری در دمای یخچال

نتایج حاصل از تغییرات میزان TBA در طی نگهداری

طبق نتایج به دست آمده از آزمون LSD و با توجه به نمودار ۴، در روز صفر و سوم نگهداری اختلاف معنی‌داری بین گروه‌ها وجود ندارد (P>۰/۰۵). در روز ششم بین گروه کنترل و گروه سوم اختلاف وجود دارد و از روز نهم تا پایان دوره‌ی نگهداری ۱۵ روزه بین هر سه گروه با هم اختلاف معنی‌داری وجود دارد (p<۰/۰۰۱) و در پایان

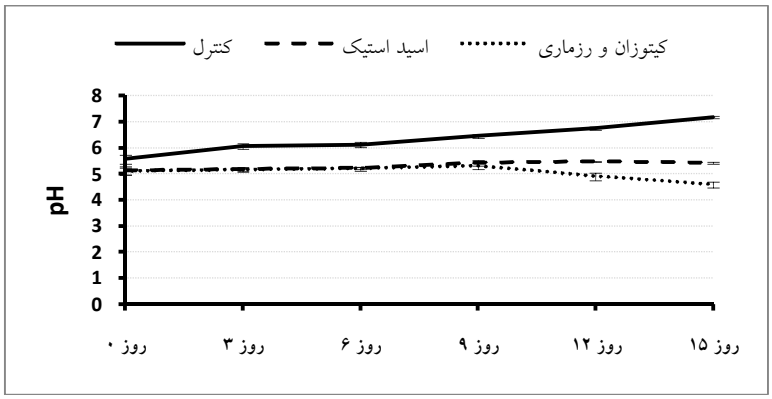
دوره‌ی نگهداری بیش‌ترین میزان تیوباربیتوریک اسید ۰/۸۱±۰/۰۸ mg MDA/kg مربوط به گروه کنترل و کم‌ترین میزان آن ۰/۴۵±۰/۰۴ mg MDA/kg مربوط به تیمار کیتوزان حاوی اسانس رزماری می‌باشد.



نمودار ۴: تغییرات میانگین (± انحراف معیار) اندازه‌گیری میزان مواد واکنش دهنده با تیوباربیتوریک اسید فیله‌ی مرغ در طی ۱۵ روز نگهداری در دمای یخچال

نتایج حاصل از تغییرات میزان pH در طی نگهداری

طبق نتایج به دست آمده از آزمون LSD و با توجه به نمودار ۵، در روز صفر اختلاف معنی‌داری بین گروه‌ها وجود دارد (p<۰/۰۰۱) و این اختلاف مربوط به گروه کنترل با دو گروه دیگر است. همین روند تا روز نهم نگهداری ادامه دارد و تنها اختلاف معنی‌داری که مشاهده می‌شود بین گروه کنترل با دو گروه دیگر است اما بین گروه دوم و سوم اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (P>۰/۰۵). در روز دوازدهم با آزمون Dunnett-C نشان داده شد که کنترل با دو گروه دیگر تفاوت دارد و بین گروه دوم و سوم هم اختلاف وجود دارد و در روز پانزدهم نیز نتیجه‌ی آزمون LSD، نشان‌گر اختلاف معنی‌داری بین هر سه گروه می‌باشد (p<۰/۰۰۱). تغییرات میانگین pH در طی یک دوره ۱۵ روزه نگهداری در دمای یخچال نشان‌گر یک روند افزایشی در گروه کنترل و تیمار اسید استیک می‌باشد در حالی که در تیمار کیتوزان حاوی اسانس رزماری تا روز نهم نگهداری یک روند افزایشی ولی در روزهای ۱۲ و ۱۵ یک افت ناگهانی در میزان pH وجود دارد و روز ۱۵ نگهداری بالاترین میزان pH، ۷/۱۸±۰/۰۵ مربوط به گروه کنترل و کم‌ترین میزان آن ۴/۵۹±۰/۱۲ مربوط به تیمار کیتوزان حاوی اسانس رزماری می‌باشد.



نمودار ۵: تغییرات میانگین (± انحراف معیار) اندازه‌گیری pH فیله‌ی مرغ در طی ۱۵ روز نگهداری در دمای یخچال

نتایج حاصل از تغییرات حسی

طبق نتایج به دست آمده از آزمون کروسکال والیس و تحلیل امتیازات داده شده از سوی افراد پانل، نشان داده شد که در روز صفر تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها وجود ندارد (P>۰/۰۵). اما در روز سوم، از نظر بو و در روز ششم، از نظر شکل ظاهری و میزان الاستیسیته و در روز نهم، از نظر دو ویژگی شکل ظاهری و بو و در روز دوازدهم و پانزدهم از نظر تمام فاکتورها با هم اختلاف دارند (P<۰/۰۵). برای ارزیابی خصوصیات فیزیکی و حسی از پانل ۳ نفری که نمونه‌ها را بر اساس شکل ظاهری، میزان الاستیسیته عضلات، بو و رنگ مورد ارزیابی قرار دادند استفاده شد و در سیستم نمره‌دهی، داشتن میانگین امتیاز بالاتر از ۲ را قابل قبول و کم‌تر از ۲ غیرقابل قبول ملاک قرار داده و همچنین داشتن امتیاز ۳ نشان دهنده‌ی بهترین کیفیت و داشتن امتیاز ۱ پائین‌ترین کیفیت در نظر گرفته شد. امتیازات داده شده توسط افراد پانل در جدول ۳ گنجانیده شده است.

جدول ۳: تغییرات میانگین (± انحراف معیار) امتیازات فاکتورهای حسی فیله‌های مرغ در طی ۱۵ روز نگهداری در یخچال

گروه	زمان	شکل	الاستیسیته	بو	رنگ
کنترل	روز ۰	۳±۰	۳ ±۰	۳±۰	۳ ±۰
اسید استیک		۳±۰	۳ ±۰	۳±۰	۳±۰
کیتوزان و رزماری		۳±۰	۳±۰	۳±۰	۳±۰
کنترل	روز ۳	۲/۷۷ ± ۰/۰۱	۳ ± ۰	۲/۴۴ ± ۰	۲/۶۶± ۰
اسید استیک		۳±۰	۳±۰	۳±۰	۳±۰
کیتوزان و رزماری		۳±۰	۳±۰	۳±۰	۳±۰
کنترل	روز ۶	۱/۵۵ ± ۰/۰۱	۱/۷۷ ± ۰/۰۰۸	۲ ± ۰	۱/۷۷ ± ۰/۰۰۸
اسید استیک		۳ ±۰	۲/۶۶ ± ۰/۰۱	۲ ±۰	۲ ±۰
کیتوزان و رزماری		۳ ±۰	۳ ±۰	۲/۸۸ ± ۰/۰۱۸	۲/۴۴ ± ۰/۰۲۹
کنترل	روز ۹	۱/۲۲ ± ۰/۰۱۶	۱/۶۶ ± ۰/۰۲۷	۱/۳۳ ± ۰	۲ ± ۰
اسید استیک		۲ ± ۰	۲/۳۳ ± ۰/۰۱۳	۲ ±۰	۲ ± ۰
کیتوزان و رزماری		۲/۵۵ ± ۰/۰۰۳	۲/۱۰ ± ۰/۰۳۹	۲ ± ۰	۲/۱۱ ± ۰/۰۰۵
کنترل	روز ۱۲	۱± ۰	۱ ± ۰	۱ ± ۰	۱ ± ۰
اسید استیک		۲/۲۲ ± ۰/۰۰۵	۱/۲۲ ± ۰/۰۱۶	۲ ± ۰	۱/۱۱ ± ۰/۰۱۹
کیتوزان و رزماری		۲ ± ۰	۲/۳۳ ± ۰/۰۱۳	۲ ± ۰	۲ ± ۰
کنترل	روز ۱۵	۱ ± ۰	۱ ± ۰	۱ ± ۰	۱ ± ۰
اسید استیک		۱/۳۳ ± ۰	۱/۱۱ ± ۰/۰۱۹	۲ ± ۰	۱/۲۲ ± ۰/۰۱۶
کیتوزان و رزماری		۲ ± ۰	۲/۳۳ ± ۰/۰۱۳	۲ ± ۰	۲ ± ۰

بحث

میانگین بار باکتریایی مزوفیل و سایکروفیل با گذشت زمان در هر سه گروه روندی افزایشی را نشان داد. اما تعداد کلنی‌ها در تیمار کیتوزان به علاوه‌ی رزماری به طور معنی‌داری کم‌تر از دو گروه دیگر بوده است. این موضوع بیان‌گر اثرات ضدمیکروبی کیتوزان و اسانس رزماری می‌باشد. محتمل‌ترین فرضیه در مورد مکانیسم ضدمیکروبی کیتوزان، تغییر در نفوذپذیری غشای سلولی به واسطه‌ی واکنش بین بار مثبت مولکول‌های کیتوزان و بار منفی غشای سلول‌های میکروبی است که منجر به نشت محتویات پروتئینی و سایر محتویات ضروری داخل سلولی و در نهایت مرگ سلول می‌شود (No et al. 2007). ضمناً با توجه به بیانیه‌ی ICMSF[1] در سال ۱۹۸۶، میزان قابل قبول TVC[2] برای گوشت تازه کم‌تر از ۷ log cfu/g و رسیدن میانگین لگاریتم باکتری‌ها به این میزان شروع فساد گوشت بیان شده است. در تحقیق حاضر از نظر بار باکتریایی سایکروفیل و مزوفیل گروه کنترل به ترتیب تا ۳ و ۶ روز پائین‌تر از ۷ log cfu/g باقی ماندند. این در حالی است که، بار میکروبی سایکروفیل و مزوفیل فیله‌های حاوی پوشش رزماری و کیتوزان تا روز پانزدهم نگهداری پائین‌تر از ۷ log cfu/g و در حد مجاز قابل مصرف بود. محققان زیادی کاهش بار باکتریایی توسط کیتوزان را گزارش کرده‌اند. Latou و همکاران در سال ۲۰۱۴ گزارش نمودند که با استفاده همزمان از کیتوزان و اتمسفر تغییر یافته در بسته‌بندی گوشت مرغ، میانگین لگاریتم باکتری‌ها پس از ۱۴ روز نگهداری در یخچال همچنان کم‌تر از ۷ log cfu/g بود در حالی که گروه کنترل بعد از ۴ روز به ۷ log cfu/g رسید. Georgantelis و همکاران نیز در سال ۲۰۰۷ با مطالعه‌ی اثر کیتوزان و اسانس رزماری و همچنین α-توکوفرول روی پارامترهای میکروبی و اکسیداسیون چربی در سوسیس تازه، علاوه بر اثبات خواص ضدمیکروبی کیتوزان و رزماری هر یک به تنهایی، به اثر هم‌افزایی این دو با هم اشاره کرده‌اند. همچنین Giatrakou و همکاران در سال ۲۰۱۰، Petrou و همکاران در سال ۲۰۱۲، Ojagh و همکاران در سال ۲۰۱۰، Yingyuad و همکاران در سال ۲۰۰۶ و حسن‌زاده و همکاران در سال ۱۳۹۰ تأثیر کیتوزان به تنهایی و یا به همراه عصاره‌های گیاهی را در کاهش بار میکروبی مواد غذایی گزارش کرده‌اند.

Gimenez و همکاران در سال ۲۰۰۲ علت اصلی افزایش میزان TVN در گوشت را تخریب پروتئین‌ها توسط باکتری‌ها و افزایش آن را هم‌سو با افزایش شمار باکتری‌ها بیان کرده است. در مطالعه‌ای که توسط Balamatsia و همکاران در سال ۲۰۰۶ انجام شده میزان TVN در حد ۲۹- ۲۸ mg/۱۰۰g را شروع فساد گوشت مرغ در نظر گرفته‌اند. در تحقیق حاضر میزان TVN در روز ۱۵ نگهداری در یخچال در تیمار کیتوزان حاوی اسانس رزماری به ۰/۷۷± ۲۶/۹۲ mg/۱۰۰g و در تیمار اسید استیک به ۱/۵۱± ۲۸/۷۹ mg/۱۰۰g رسید که این اعداد در مقایسه با گروه کنترل (۷/۷۵± ۱۰۰/۷۵ mg/۱۰۰g) که بسیار فراتر از حد فساد رفته است، کم‌تر می‌باشد. این میزان حتی کم‌تر از محدوده‌ی ذکر شده برای شروع فساد شیمیایی بوده و با نتایج حاصله از بار میکروبی تیمار مذکور در روز پانزدهم نگهداری که کم‌تر از آستانه‌ی فساد میکروبی است، منطبق می‌باشد. این موضوع را می‌توان به خاصیت آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی کیتوزان و رزماری مرتبط دانست. کاهش میزان TVN توسط کیتوزان و یا رزماری توسط محققان دیگر از جمله Amiza و Kang در سال ۲۰۱۳، Tsai و همکاران در سال ۲۰۰۲، Jeon و همکاران در سال ۲۰۰۲ و Gimenez و همکاران در سال ۲۰۰۲ نیز گزارش شده است.

میزان TBA در طول نگهداری، در تیمار کیتوزان به علاوه رزماری نسبت به دو گروه دیگر به طور معنی‌داری

1- International Commisson on Microbiological Specifications for Foods
2- Total viable count

کم‌تر بود. Petrou و همکاران در سال ۲۰۱۲، مکانیسم عمل کیتوزان را برای کاهش اکسیداسیون چربی در غذاهای گوشتی، نقش آن به عنوان یک عامل حذف کننده‌ی یون‌های فلزی مثل یون‌های آهن که مسئول شروع پروکسیداسیون لیپیدها و آغاز واکنش‌های زنجیره‌ای هستند و منجر به بد شدن طعم و بوی مواد غذایی می‌شوند، بیان کردند . Kroll و Rawel در سال ۲۰۰۱ علت خاصیت آنتی‌اکسیدانی رزماری در گوشت را به میزان بالای ترکیبات فنولی در آن که از تبدیل رنگدانه‌های قرمز (هموگلوبین) به رنگ قهوه‌ای (مت – هموگلوبین) جلوگیری می‌کند، بیان کردند. Buyn و همکاران در سال ۲۰۰۳ و Teets و همکاران در سال ۲۰۰۸ به ترتیب میزان ۲ و ۳ میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدئید در هر کیلوگرم گوشت را شروع اکسیداسیون چربی و آغاز تغییر در طعم گوشت گزارش کردند. در تحقیق حاضر میزان TBA در هر سه گروه بسیار کم‌تر از این مقادیر می‌باشد که علت آن احتمالاً میزان کم چربی گوشت سینه‌ی مرغ است. نتایج حاضر با مطالعه‌ی حسن‌زاده و همکاران در سال ۱۳۹۰ که روی کاربرد پوشش خوراکی کیتوزان حاوی عصاره‌ی دانه‌ی انگور روی کیفیت و ماندگاری گوشت مرغ در دمای یخچال انجام شد، بیش‌ترین هم‌خوانی را دارد. در مطالعاتی، تأثیر استفاده‌ی توأم از پوشش کیتوزان و عصاره‌های گیاهی را به ترتیب در گوشت مرغ، ماهی ساردین، گوشت گاو، بره و خوک در شرایط نگهداری در سرما بررسی شده‌اند (Gomez-Estaca et al. 2007, Giatrakou et al. 2010, Kanatt et al. 2008, No et al. 2007). گزارش شده است که نمونه‌های حاوی کیتوزان و عصاره‌های گیاهی نسبت به نمونه‌های فاقد پوشش، میزان TBA کم‌تری را در طول مدت نگهداری نشان داده‌اند. همچنین Seabra و همکاران نیز در سال ۲۰۱۱ با مطالعه‌ی اثر رزماری روی خصوصیات کیفی میگوی سفید در طول نگهداری در فریزر، کاهش میزان TBARs در تیمار حاوی رزماری را نسبت به گروه کنترل گزارش کردند.

میزان pH در گروه کنترل و تیمار اسید استیک روند افزایشی نشان داد. در حالی که در تیمار کیتوزان به علاوه رزماری تا روز ۹ نگهداری، روند افزایشی (۰/۱۱±۵/۲۹) و پس از آن از روز ۱۲ به طور ناگهانی کاهش پیدا کرد و در روز ۱۵ به ۰/۱۲±۴/۵۹ رسید . Economou و همکاران در سال ۲۰۰۹، محدوده‌ی طبیعی pH گوشت مرغ خام را ۶/۳–۶/۱ گزارش کرده‌اند. در دو گروه اسید استیک و کیتوزان به علاوه رزماری تا پایان نگهداری، میزان pH همچنان پائین‌تر از ۶ باقی ماند که این موضوع مربوط به خاصیت اسیدی اسید استیک و نیز محلول کیتوزان (pH=۴) و همچنین خاصیت ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی قوی کیتوزان و رزماری می‌باشد. Latou و همکاران در سال ۲۰۱۴، Georgantelis و همکاران در سال ۲۰۰۷ و Tsironi و همکاران در سال ۲۰۰۹، علت اصلی افزایش pH در گوشت مرغ خام در دمای یخچال را تولید ترکیبات قلیایی مثل آمونیاک و تری‌متیل‌آمین که ناشی از شکسته شدن پروتئین‌های گوشت توسط میکروارگانیسم‌ها، پروتئین‌های میکروبی و نیز فعالیت آنزیم‌های میکروبی و اندوژنوس می‌باشد، گزارش کردند. همچنین در مطالعات متعددی از جمله حسن‌زاده و همکاران در سال ۱۳۹۰، Fan et al. 2009 ، Latou et al. 2014 ، Seabra et al. 2011 ، Yingyuad et al. 2006 ، Vasconez et al. 2009 و خاصیت کیتوزان در کاهش میزان pH در دمای یخچال گزارش شده است.

فیله‌ی گوشت مرغ در گروه کنترل در دمای یخچال به استناد بار میکروبی سایکروفیل تا ۳ روز قابلیت استفاده داشت که با روند تغییرات فیزیکی و حسی هم مطابقت وجود داشت. در مورد فیله‌ی مرغ تیمار شده با اسید استیک، از نظر بار میکروبی سایکروفیل و فاکتورهای حسی تا روز نهم و در تیمار کیتوزان حاوی اسانس رزماری در تمام طول ۱۵ روز نگهداری، قابلیت مصرف وجود داشت که به دلیل خاصیت ضد میکروبی و همچنین آنتی‌اکسیدانی قوی کیتوزان و رزماری هر یک به تنهایی و نیز اثر هم افزایی این دو با هم می‌باشد. Latou و

همکاران در سال ۲۰۱۴ گزارش کردند که فیله‌های مرغ پوشش‌دار شده با کیتوزان به همراه بسته‌بندی در اتمسفر تغییر یافته، نسبت به گروه کنترل که تنها تا ۵ روز قابلیت مصرف داشتند، فاکتورهای حسی را تا ۱۴ روز در سطح قابل قبولی حفظ نمودند. Vasilatos و Savvaidis در سال ۲۰۱۳ با مطالعه‌ی اثر کیتوزان و اسانس رزماری روی افزایش ماندگاری گوشت بوقلمون در دمای یخچال، بهبود خصوصیات حسی مانند طعم و بو را گزارش کردند. همچنین محققان دیگر از جمله Giatrakou و همکاران در سال ۲۰۱۰، Karabagias و همکاران در سال ۲۰۱۱ و Petrou و همکاران در سال ۲۰۱۲ نتایج مشابهی را گزارش نمودند.

در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان گفت کاربرد پوشش‌های طبیعی به تنهایی و یا توأم با عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهی دارای خواص ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی، می‌تواند ضمن کاهش فرآورده‌های اکسیداسیون، گامی مؤثر در بهبود ویژگی‌های میکروبی، حفظ کیفیت ارگانولپتیکی و افزایش مدت ماندگاری گوشت بردارد و زمینه‌ی استفاده‌ی کاربردی از این ترکیبات را در مقایسه با ترکیبات ساختگی فراهم نماید.

تشکر و قدردانی

مطالعه‌ی حاضر نتایج پایان‌نامه‌ی دکترای حرفه‌ای دامپزشکی می‌باشد که هزینه‌های انجام آن از طریق پژوهانه سال ۱۳۹۲ دانشگاه شهید چمران اهواز تأمین شده است که بدین وسیله از حوزه‌ی معاونت پژوهشی دانشگاه سپاسگزاری می‌نماید.

منابع

پروانه، ویدا (۱۳۷۷). کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی مواد غذایی. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ چهارم، صفحات ۲۵۱-۲۴۹.

حسن‌زاده، پرویز؛ تاجیک، حسین و رضوی‌روحانی، سیدمهدی (۱۳۹۰). کاربرد پوشش خوراکی کیتوزان حاوی عصاره دانه انگور بر روی کیفیت و ماندگاری گوشت مرغ در دمای یخچال، نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲۱(۴)، صفحات: ۴۸۲-۴۶۷.

Abdou, E.S.; Nagy, S.A. and Elsabee, Z.M. (2008). Extraction and characterization of chitin and chitosan from local sources. Bioresource Technology, 99: 1359-1367.

Amiza, M.A. and Kang, W.C (2013). Effect of chitosan on gelling properties, lipid oxidation, and microbial load of surimi gel made from African catfish (*Clarias gariepinus*). International Food Research Journal, 20(4): 1585-1594.

Aye, N.K. and Stevens, W.F. (2004). Improved chitin production by pretreatment of shrimp shells. Journal of Chemical Technology and Biotechnology, 79: 421-425.

Balamatsia, C.C.; Rogga, Kondylia; Badeka, A.; Kontaminas, M.G. and Savvaidis, Ioannis N. (2006). Effect of low-dose radiation on microbiological, chemical, and sensory characteristics of chicken meat stored aerobically at 4 degrees C. Journal of Food Protection, 69(5) :1126-1133.

Baston, O. and Barna, O. (2010). Raw chicken leg and breast sensory evaluation. Annals. Food Science and Technology, 11(1): 25-30.

Benjakul, S.; Seymour, T.A.; Morrissey, M.T. and An, H. (1997). Physicochemical changes in pacific whiting muscle proteins during iced storage. Journal of Food Science, 62: 729-733.

Brugnerotto, J.; Lizardi, J.; Goycoolea, F.M.; Arguelles-Monal, W.; Desbrieres, J. and Rinaudo, M. (2001). An infrared investigation in relation with chitin and chitosan characterization. Polymer, 42: 3569-3580.

Buyn, J.S.; Min, J.S.; Kim, I.S.; Kim, J.W.; Chung, M.S. and Lee, M. (2003). Comparison of indicators of microbial quality of meat during aerobic cold storage. Journal of Food Protection, 66: 1733-1737.

Downes, F.P. and Ito, K. (1992). Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 3rd ed. American Public Health Association, Washington, DC., Pp:17-42.

Economou, T.; Pournis, N.; Ntzimani, A. and Savvaidis, I.N. (2009). Nisin-EDTA treatments and modified atmosphere packaging to increase fresh chicken meat shelf-life. Food Chemistry, 114: 1470-1476.

Gomez-Estaca, J.; Montero, P.; Gomez-Gimenez, B. and Guillen, M.C. (2007). Effect of functional edible films and high pressure processing on microbial and oxidative spoilage in cold-smoked sardine (*Sardina pilchardus*). Food Chemistry, 105: 511-520.

Fan, W.; Sun, J.; Chen, Y.; Qiu, J.; Zhang, Y. and Chi, Y. (2009). Effects of chitosan coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage. Food Chemistry, 115: 66-70.

Georgantelis, D.; Ambrosiadis, I.; Katikou, P.; Blekas, G. and Georgakis, S.A. (2007). Effect of rosemary extract, chitosan and α-tocopherol on microbiological parameters and lipid oxidation of fresh pork sausages stored at 4 °C. Meat science, 76: 172-181.

Ghanbarzadeh, B. and Oromiehi, A.R. (2008). Studies on glass transition temperature of mono and bilayer protein films plasticized by glycerol and olive oil. Journal of Applied Polymer Science,109: 2848-2854.

Giatrakou, V.; Ntzimani and A.; Savvaidis, I.N. (2010). Effect of chitosan and thyme oil on a ready to cook chicken product. Food Microbiology, 27: 132-136.

Gimenez, B.; Roncales, P. and Beltran, J.A. (2002). Modified atmosphere packaging of filleted rainbow trout. Journal of Science and Food Agricultural, 84: 1154-1159.

Jeon, Y.J.; Kamil, J.Y.V.A. and Shahidi, F. (2002). Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of herring and Atlantic cod. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 20: 5167-5178.

Kanatt, S.R.; Chander, R. and Sharma, A. (2008). Chitosan and mint mixture: A new preservative for meat and meat products. Food Chemistry, 107: 845-852.

Karabagias, I.; Badeka, A. and Kontominas, M.G. (2011). Shelf life extension of lamb meat using thyme or oregano essential oils and modified atmosphere packaging. Meat Science, 88: 109-116.

Kasaai, M.R.; Arul, J. and Charlet, G. (2000). Intrinsic viscosity-molecular weight relationship for chitosan. Journal of Polymer Science Polymer Physics, 38: 2591-2598.

Kroll, J. and Rawel, H.M. (2001). Reactions of plant phenols with myoglobin: influence of chemical structure of the phenolic compounds. Journal of Food Science, 66: 48-58.

Latou, E.; Mexis, S.F.; Badeka, A.V.; Kontakos, S. and Kontominas, M.G. (2014). Combined effect of chitosan and modified atmosphere packaging for shelf life extension of chicken breast fillets. LWT - Food Science and Technology, 55: 263-268.

No, H.K.; Meyers, S.P.; Prinyawiwatkul, W. and Xu, Z. (2007). Applications of chitosan for improvement of quality and shelf life of foods: A review. Journal of Food Science, 72(5): R87-R100.

Ojagh, S.M.; Rezaei, M.; Razavi, S.H. and Hosseini, S.M.H. (2010). Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. Food Chemistry, 120: 193-198.

Percot, A.; Viton, C. and Domard, A. (2003). Optimization of chitin extraction from shrimp shells. Biomacromolecules, 4:12-18.

Petrou, S.; Tsiraki, M.; Giatrakou, V. and Savvaidis, I.N. (2012). Chitosan dipping or oregano oil treatments, singly or combined on modified atmosphere packaged chicken breast meat. International Journal of Food Microbiology, 156: 264-271.

Rodde, P.H.; Einbu, A. and Varum, K.M. (2008). A seosonal study of the chemical composition and chitin quality of shrimp shells obtained from northern shrimp (*pandalus borealis*). Carbohydrate Polymers, 71: 388-393.

Seabra, L.M.J.; Damasceno, K.S.F.C.; Andrade, S.A.C.; Dantas, M.M.G.; Soares, N.K.M. and Pedrosa, L.F.C. (2011). Effect of rosemary on the quality characteristics of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Journal of Food Quality, 34: 363-369.

Seow, Y.X.; Yeo, C.R.; Chung, H.L. and Yuk, H.G. (2014). Plant essential oils as active antimicrobial agents. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 54: 625-644.

Shahidi, F. and Abuzaytoun, R. (2005). Chitin, chitosan, and co-products: chemistry, production, application, and health effects. Advances in Food and Nutrition Research, 49: 93-135.

Teets, A.S.; Sundararaman, M. and Were, L.M. (2008). Electron beam irradiated almond skin powder inhibition of lipid oxidation in cooked salted ground chicken breast. Food Chemistry, 111: 934-941.

Tsai, G.J.; Su, W.H.; Chen, H.C. and Pan, C.L. (2002). Antimicrobial activity of shrimp chitin and chitosan from different treatments and applications of fish preservation. Fisheries Science, 68: 170-177.

Tsironi, T.; Dermesonlouoglou, E.; Giannakourou, M. and Taoukis, P. (2009). Shelf lifemodelling of frozen shrimp at variable temperature conditions. LWT-Food Science and Technology, 42: 664-671.

Vasconez, M.B.; Flores, S.K.; Campos, C.A.; Alvarado, J. and Gerschenson, L.N. (2009). Antimicrobial activity and physical properties of chitosan-tapioca starch based edible films and coatings. Food Research International, 42: 762-769.

Vasilatos, G.C. and Savvaidis, I.N. (2013). Chitosan or rosemary oil treatments, singly or combined to increase turkey meat shelf-life. International Journal of Food Microbiology, 166: 54-58.

Wrolstad, R.E.; Acree, T.E.; Decker, M.H.; Reid, D.S.; Schwartz, S.J.; Shoemaker, C.F. et al. (2005). Handbook of Food Analytical Chemistry, John Wiley and Sons, USA, Pp: 547-565.

Xu, J.; McCarthy, S.P.; Gross, R.A. and Kaplan, D.L. (1996). Chitosan film acylation and effects on biodegradability. Macromolecules, 29: 3436-3440.

Yingyuad, B.S.; Ruamsin, S.; Reekprkhon, D.; Douglas, S.; Pongamphai, S. and Siripatrawan, U. (2006). Effect of chitosan coating and vacuum packaging on the quality of refrigerated grilled pork. Packaging Technology and Science, 19: 149-157.

Effect of edible chitosan-rosemary coating on quality and shelf life of refrigerated chicken fillets

Fazlara, A.[1]; Pourmahdi, M.[2]; Zarei, M.[2] and Karimi, T.[3]

Received: 06.09.2015 Accepted: 14.05.2016

Abstract

Chicken breast meat (fillet) is favored by consumers worldwide but it is prone to rapid spoilage, therefore, food industries are nowadays seeking technologies to increase its shelf-life. Spoilage of fresh poultry products is an economic burden to the producer. Furthermore, as consumer's demand for more "healthier" meals (free of conventional chemical preservatives) has increased in the last decade. Chitosan, a deacetylated form of chitin, is a polysaccharide found in the shells of crab and shrimps and the cell walls of fungi. Chitosan has been proved to be non-toxic, biodegradable and biocompatible. Essential oils derived from plants have been recognized for decades to exhibit biological activities, including antioxidant, anticancer and antimicrobial attributes. The present study was conducted to evaluate the effect of chitosan edible coating (2%) containing rosemary essential oil (1%) on the shelf life and keeping quality of chicken breast meat at refrigerated storage temperature. Samples were separated into three groups; uncoated (control), treated with acetic acid 1% and coated with chitosan containing rosemary essential oil. Samples were stored at 4±1°C up to 15 days and evaluated periodically (on days 0, 3, 6, 9, 12 and 15) for microbiological (mesophilic and psychrotrophic bacterial counts), chemical (pH, TBA, TVN) and sensory (external aspect, muscular elasticity, odor and color) characteristics. Microbial analysis indicated that coating had significant effects ($P<0.05$) in reducing the mesophilic and psychrophilic bacterial counts with at least a 15days extension of shelf life. Also, the samples coated with chitosan containing rosemary essential oil were showed lower TVN ,TBA and pH than other groups during the storage time and about of the sensorial factors. The samples coated with chitosan containing rosemary essential oil can keep on the sensorial attributes acceptably during 15 days storage time.

Key words: Rosemary essential oil, Shelf life, Coating, Chicken fillet, Chitosan

1- Professor, Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
2- Associated Professor, Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
3- DVM Graduated from Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
Corresponding Author: Fazlara, A., E-mail: a.fazlara@scu.ac.ir