

ارزیابی اثر بسته‌بندی با فیلم‌های زیست تخریب پذیر کیتوزان و فرموله شده با اسانس سیر (*Allium sativum* L.) بر ویژگی‌های شیمیایی فیله مرغ

ابراهیم مولایی آقایی^۱، ابوالفضل کامکار^{۲*}، افشین آخوندزاده بستی^۳، علی خنجری^۴، مایکل کونتومیناس^۵

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۷/۰۱

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۴/۰۳

چکیده:

زمینه و هدف: با توجه به مشکلات بسته‌بندی‌های پلاستیکی موجود برای محیط زیست، فیلم‌های خوراکی و زیست تخریب پذیر می‌توانند گسترش یافته و در کنترل ویژگی‌های شیمیایی و میکروبی مواد غذایی نیز موثر باشند. به ویژه در صورتی که اثر آنها با اضافه کردن ترکیبات طبیعی آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی نظیر اسانس‌های گیاهی تقویت یابد. در این مطالعه، اثر پوشش با فیلم کیتوزان حاوی اسانس سیر بر تغییرات شیمیایی فیله مرغ طی نگهداری در دمای یخچال مورد نظر بود.

روش بررسی: درصدهای مختلف اسانس سیر (۰، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد) در تهیه فیلم کیتوزان بکار برده شد. با روش کستینگ و با استفاده از گلیسرول (پلاستیسایزر) و توپین ۸۰ (امولسیفایر) پس از هموزن کردن و قالب‌گیری فیلم‌ها تهیه شدند. آزمون‌های گوناگون شیمیایی در روزهای ۰، ۲، ۴، ۷، ۱۰ و ۱۴ بر روی فیله‌های مرغ پوشش داده شده با فیلم‌های مختلف و نگهداری شده در ۴°C و آنالیز آماری بوسیله نرم افزار SPSS انجام گرفت. **یافته‌ها:** نمونه‌های پوشش داده شده با فیلم‌های مختلف در طول مطالعه نسبت به نمونه‌های کنترل مقادیر پایین تری از pH، ازت فرار کل، ترکیبات واکنش تیوباربیتوریک اسید و اندیس پراکسید نشان دادند ($p \leq 0.05$) و به طور کلی روند وابسته به دوزی در اثر افزودن اسانس مشاهده شد. **نتیجه‌گیری:** بسته‌بندی مرغ با فیلم کیتوزان بویژه با افزودن سطوح مختلف اسانس سیر تاثیر بازدارندگی در افزایش عوامل مهم موثر در فساد شیمیایی آن دارد. با توجه به اثر مهارکنندگی نسبتاً مشابه مقادیر ۱ و ۲ درصد و نیز صرفه اقتصادی، میزان اسانس ۱ درصد می‌تواند دوز بهینه‌ای باشد.

واژگان کلیدی: فیلم کیتوزان، اسانس سیر، فیله مرغ

akamkar@ut.ac.ir

- ۱- دانشجوی دکترای تخصصی بهداشت و کنترل مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران
- ۲- (نویسنده مسئول): دکترای بهداشت و کنترل مواد غذایی، دانشیار دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران
- ۳- دکترای بهداشت و کنترل مواد غذایی، استاد دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران
- ۴- دکترای بهداشت و کنترل مواد غذایی، استادیار دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران
- ۵- دکترای شیمی مواد غذایی، استاد دانشکده تکنولوژی و شیمی مواد غذایی، دانشگاه یونینا یونان

مقدمه

فیلم‌های پلیمری شیمیایی و سنتتیک مانند پلی پروپیلن، پلی اتیلن، پلی وینیل کلراید، پلی استایرن و غیره در صنایع غذایی با توجه به ویژگی‌های مطلوبشان نظیر سبکی، نرمی و شفافیت مورد استفاده قرار می‌گیرند. گرچه اثرات منفی زیست محیطی ناشی از عدم تجزیه پذیری، سوزاندن آنها در محیط همراه با ایجاد ترکیبات سمی برای انسان و محیط زیست از جمله دیوکسین‌ها، بی فنیل‌های پلی کربناته (PCBs)، منومرهای مانند استایرن و فوران‌ها و همین‌طور محدودیت‌های بهداشتی استفاده مجدد، معضل عمده‌ای برای آنها محسوب می‌شود (۱). با افزایش نگرانی‌های زیست محیطی در رابطه با انباشت و تجمع پلاستیک‌ها و همین‌طور تقاضای مصرف‌کنندگان برای محصولات غذایی سالم با زمان ماندگاری بالا، صنایع بسته‌بندی مواد غذایی توجه روز افزونی طی دو دهه اخیر به بیوپلیمرها و فیلم‌های خوراکی داشته است (۳).

بیوپلیمرهای زیست تخریب پذیر با داشتن خصوصیتی نظیر تجزیه پذیری، امکان تولید از ضایعات و سازگاری با محیط زیست اثرات مطلوبی به همراه داشته (۴) و فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی حاصل از آنها به منظور بسته‌بندی ماده غذایی به صورت لایه پوششی نازکی روی سطح آن قرار گرفته و از این طریق تغییرات فیزیکی، شیمیایی و میکروبی را کنترل می‌کنند (۵). همچنین می‌توانند به عنوان حامل بسیاری از افزودنی‌ها نظیر ترکیبات آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی عمل کنند (۶).

امروزه پلی ساکاریدهای مختلفی مانند سلولز، پکتین، مشتقات نشاسته، جلبک‌های دریایی و صمغ‌ها در تولید فیلم به کار می‌روند (۷). از جمله آنها، کیتین یک پلی ساکارید متشکل از واحدهای N-استیل - D - گلوکز آمین و دومین بیوپلیمر فراوان در زمین بوده که عمدتاً در بی مهرگان، حشرات، دیاتومه‌های دریایی، جلبک‌ها و قارچ‌ها یافت می‌شود. کیتین طی دی استیلاسیون در محلول غلیظ قلیایی به کیتوزان تبدیل می‌شود (۸). کیتوزان یک پلیمر ایمن، طبیعی، غیر آلرژن و زیست سازگار است (۹). زیست تخریب پذیری، زیست

سازگاری و فعالیت زیستی، ویژگی‌های ضد میکروبی و تاخیر در اکسیداسیون از جمله ویژگی‌های آن می‌توان نام برد. همچنین از دست دادن رطوبت ماده غذایی را با وجود نفوذپذیری به بخار آب می‌تواند به تاخیر بیاندازند (۷، ۱۰، ۱۱).

یکی از روش‌های موجود جهت طراحی بسته‌بندی‌های فعال غذایی، افزودن ترکیبات فعال از جمله عوامل ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی به ترکیبات بسته‌بندی است. از سویی، نگرانی راجع به احتمال خطر بالقوه افزودنی‌های سنتتیک منجر به تحقیقاتی در زمینه توسعه بسته‌بندی‌های فعال غذایی بر پایه ترکیبات طبیعی شده است (۶). ترکیبات طبیعی متعددی نظیر اسانس‌های گیاهی وجود دارند که به فیلم‌های خوراکی اضافه می‌شوند و اثرات آنتی اکسیدانی یا ضد میکروبی برجا می‌گذارند (۱۲). استفاده از پوشش‌های خوراکی به منظور حمل اسانس‌های گیاهی می‌تواند منجر به کاهش مقدار مورد نیاز اسانس در اثر انکپسوله شدن در شبکه پلیمری شود، لذا منجر به کاهش تاثیر منفی احتمالی اسانس مانند آرومای شدید و تغییرات ارگانولپتیکی می‌شود (۶، ۱۳). از جمله این گیاهان، سیر (*Allium sativum* L.) بوده که دارای ترکیبات ارگانوسولفور نظیر تیوسولفات‌ها به خصوص آلینین هست و فعالیت ضد باکتریایی و آنتی اکسیدانی دارد. اسانس سیر در فرمولاسیون سوسیس و کالباس کاربرد دارد و نیز با افزودن مکمل اسانس سیر به گوشت ران و سینه مرغ، تشکیل محصولات اکسیداسیون اولیه و ثانویه کاهش می‌یابد (۱۴، ۱۵).

گوشت مرغ تازه به فساد ناشی از رشد میکروبی و واکنش‌های اکسیداسیون بسیار حساس است. میزان بالای پروتئین و رطوبت سبب فساد میکروبی گوشت شده در حالی که شرایط هوازی موجب افزایش اکسیداسیون لیپید و پروتئین می‌شود. کاهش رشد میکروبی و تاخیر در اکسیداسیون لیپید و پروتئین در طول نگهداری می‌تواند منجر به افزایش ماندگاری گوشت شود (۱۶). با در نظر گرفتن تغییرات میکروبی و شیمیایی، اثرات نامطلوب ناشی از اکسیداسیون، انتقال رطوبت، نفوذ

روی استیرر مخلوط شد. pH محلول با استفاده از سود (مرک- آلمان) در حدود ۵/۸ تنظیم شد. بعد از اضافه کردن سطوح مورد نظر غلظت اسانس سیر (۰، ۵/۰، ۱ و ۲ درصد حجمی- حجمی) و هموزن کردن آن در هموزنایزر مدل (WiseTis HG-15D-کره جنوبی) فیلم‌ها به روش کستینگ در صفحات تفلون قالب‌گیری شد و به مدت ۳۶ تا ۴۸ h در دمای $\pm 2^{\circ}\text{C}$ خشک شد. فیلم‌های آماده ۴۸ h پیش از استفاده جهت تعادل رطوبتی در دسیکاتور حاوی بریمید سدیم (دمای $\pm 2^{\circ}\text{C}$ و رطوبت نسبی 50 ± 2 درصد) نگهداری شدند (۱۸).

آماده‌سازی نمونه‌ها

نمونه‌های فیله مرغ از کشتار روز تهیه شد و به سرعت در کنار یخ به آزمایشگاه انتقال داده شد و بعد با فیلم‌های مختلف کیتوزان و تهیه شده از قبل، نمونه‌ها بسته‌بندی شدند، به طوری که قطعات مساوی فیله‌های مرغ هریک درون یک فیلم که به حالت پلاستیکی شکل است قرار داده و به صورت کامل با آن محصور و پوشانده شدند و هیچ منفذ تبدالی وجود نداشت. سپس تیمارهای مختلف در انکوباتور 4°C جهت انجام آزمون‌های شیمیایی در روزهای ۲، ۴، ۷، ۱۰ و ۱۴ نگهداری شدند. تیمارهای مورد مطالعه شامل فیله‌های مرغ بسته بندی شده با فیلم‌های مختلف یعنی کیتوزان بدون اسانس، کیتوزان با ۵/۰، ۱ و ۲ درصد اسانس و نیز نمونه‌های مرغ بدون پوشش فیلم به عنوان کنترل بود. همچنین استفاده از تیمار نمونه با فیلم کیتوزان بدون اسانس به عنوان شاهد در برابر بکار بردن دوزهای مختلف اسانس در فیلم در سایر تیمارها می‌تواند باشد. در مجموع ۵ گروه و در هر گروه به تعداد روزهای مطالعه و برای هر روز دو نمونه جهت انجام آزمایش در نظر گرفته شد.

آزمون‌های شیمیایی

- اندازه‌گیری چربی و پروتئین

بعد از تهیه نمونه‌ها و در همان روز صفر، مقدار چربی و پروتئین نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. میزان چربی نمونه با روش سوکسله اندازه‌گیری شد. قسمت مورد آزمون با اسید کلریدریک رقیق برای آزاد کردن چربی‌های غیرآزاد جوشیده و ترکیب شده، توده

اکسیژن، از دست دادن یا جذب بو و سایر مشکلات احتمالی، صنایع بسته‌بندی نیاز به بهبود دارد. همچنین، به کار بردن مقادیر کنترل شده مواد ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی طبیعی در پوشش بسته‌بندی می‌تواند باعث افزایش زمان ماندگاری ماده غذایی گردد. با توجه به مصرف بالای گوشت مرغ و مستعد بودن آن به فساد شیمیایی و میکروبی و از سوی دیگر مسائل زیست محیطی ترکیبات مورد استفاده در بسته‌بندی‌های متداول سنتتیک، اهداف مورد نظر از انجام این مطالعه ایجاد پوششی طبیعی برای بسته‌بندی گوشت مرغ و همین‌طور بهبود ویژگی‌های آنتی اکسیدانی آن و کنترل عوامل شیمیایی موثر بر روند فساد ماده غذایی با افزودن سطوح مختلف اسانس سیر بود.

مواد و روش‌ها

تهیه اسانس

اسانس‌گیری با روش تقطیر با بخار آب و استفاده از دستگاه کلونجر از حبه‌های سیر اسانس انجام شد. در بالن ژوژه کلونجر حبه‌های سیر پوست‌گیری و آسیاب شده ریخته و حدود سه برابر آن آب مقطر اضافه شد، سپس با بستن اتصالات بالن و مبرد و باز نمودن جریان آب سرد مرتبط به مبرد و حرارت دادن بالن استحصال اسانس صورت گرفت. اسانس‌های به دست آمده با سولفات سدیم بدون آب، آبگیری شد و بعد از مخلوط شدن با استفاده از سانتریفیوژ اسانس خالص جداسازی شد و در دمای 4°C نگهداری شد (۱۷).

تهیه فیلم

برای این منظور، پودر کیتوزان (سیگما آلدریج-امریکا) با وزن مولکولی و درجه داستیلاسیون بالا را در اسید استیک ۱ درصد (مرک-آلمان) حل کرده تا محلول ۲ درصد بدست آید. سپس به مدت یک شب در دمای اتاق روی همزن مغناطیسی هم زده و با کاغذ صافی شماره ۳ صاف شد. سپس گلیسرول (مرک-آلمان) به مقدار ۵/۰mL به ازای هر گرم کیتوزان به عنوان پلاستیسایزر و توئین ۸۰ (سیگما-امریکا) به مقدار ۰/۲۵ درصد به عنوان امولسیفایر اضافه شد و 30 min در دمای اتاق

دیگری با ۱/۵ mL محلول آماده شده (Thiobarbituric acid) TBA مخلوط و هموژن شد. در مرحله بعد در بن ماری °C ۷۵ به مدت ۳۰ min قرار داده شد تا واکنش تکمیل گردد. نمونه‌ها پس از سرد شدن با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل (Jenway-M:6100، انگلستان) در طول موج ۵۳۲nm قرائت شدند. مقادیر خوانده شده در رابطه بدست آمده از منحنی استاندارد تهیه شده قرار داده شدند و به عنوان عدد TBA بر حسب $\mu\text{g MDA/kg}$ نمونه گزارش شدند (۲۰).

– اندازه‌گیری اندیس پراکسید (PV - Peroxide Value)

به منظور استخراج چربی نمونه‌های فیله مرغ از روش Soyer و همکاران (۲۰۱۰) با کمی تغییرات استفاده شد. مقدار ۱۰g نمونه با ۵۰mL مخلوط ۲ به ۱ حجمی/حجمی کلروفرم/متانول به مدت ۲min در استومیکر مدل (Inter science-W-فرانسه) هموژن شد. سپس محلول هموژن شده با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۱ بر روی قیف سپراتور فیلتر شد. مقدار ۲۰mL محلول ۰/۵ درصد NaCl به منظور جدا شدن بهتر محلول به دو فاز اضافه شد و بعد از چند بار تکان دادن تا دو فاز شدن کامل ثابت قرار داده شد. فاز آبی – متانول دور ریخته شد و فاز کلروفرمی برای تبخیر حلال و باقیماندن چربی بدست آمده مورد استفاده قرار گرفت (۲۱). به مقدار مشخص چربی بدست آمده ۲۵ mL مخلوط کلروفرم-اسید استیک به نسبت ۲ به ۳ اضافه شد و بعد از مخلوط کردن و تکان دادن ۱ mL محلول اشباع یدید پتاسیم اضافه شد و ۵min در تاریکی نگهداری شد. بعد از افزودن ۷۵mL آب مقطر و ۰/۵mL معرف چسب نشاسته، محلول حاصل با تیوسولفات پتاسیم ۰/۰۱ N تیترا شد. میزان عدد پراکسید بر مبنای meq peroxide/kg چربی استخراج شده بدست آمد (۲۲).

آنالیز آماری

بررسی‌های آماری توسط آزمون آنالیز واریانس (Anova) و تست تکمیلی Tukey HSD در SPSS ویرایش ۲۲ انجام گرفت و سطح معناداری ۰/۰۵ لحاظ شد. همین‌طور جهت تغییرات فاکتورهای شیمیایی اندازه‌گیری شده در روزهای متوالی آزمایش در هر دسته از تیمارها از آزمون Repeated

حاصل صاف و خشک شد و سپس استخراج چربی باقیمانده روی کاغذ صافی با n-هگزان یا پترولیوم سبک انجام گرفت. میزان پروتئین نمونه با روش ماکروکلدال اندازه‌گیری شد. مواد آلی در برابر اسید سولفوریک غلیظ و کاتالیزورهای سولفات پتاسیم و اکسید سلنیوم هضم شده و مواد از ته آلی به ماده از ته معدنی تبدیل شد. سپس با انجام مرحله تقطیر و اندازه‌گیری مقدار ازت با در نظر گرفتن ضریب پروتئینی (۶/۲۵) مقدار پروتئین تام بر حسب ازت محاسبه شد (۱۹).

– اندازه‌گیری pH

مقدار ۱۰g نمونه با ۹۰mL آب مقطر در استومیکر مخلوط شده، سپس با استفاده از دستگاه pH متر مدل (Istek-کره جنوبی) قرائت انجام گرفت.

– اندازه‌گیری مواد از ته فرار (TVN)

مواد از ته فرار نمونه‌ها در اثر تجزیه مولکول‌های پروتئینی به وجود می‌آیند. مقدار ۱۰g از نمونه را همراه با ۲g اکسید منیزیم به عنوان کاتالیزور و ۳۰۰mL آب مقطر و چند عدد پرل شیشه‌ای در داخل بالن هضم کلدال ریخته شد. در ارلن گیرنده مقدار ۲۵ mL اسید بوریک ۲ درصد و چند قطره معرف متیل اورانژ ۰/۱ درصد الکلی قرار داده شد. با حرارت دادن بالن هضم و انجام عمل تقطیر بازهای فرار در نمونه، تقطیر و جذب محتویات ارلن گیرنده شد. محلول تقطیر شده به وسیله اسید سولفوریک ۱N / ۰ تا ظهور رنگ قرمز تیترا شد. با توجه به اینکه هر میلی لیتر اسید سولفوریک ۱N / ۰ معادل ۰/۰۰۱۴g و یا ۱/۴mg ازت است. مقدار بازهای فرار بر حسب میلی گرم درصد از رابطه زیر محاسبه شد (۱۹):

$$\text{TVN} = 100 \times \frac{1}{4} \times \text{مقدار مصرفی اسید} \times 0.1 \text{ برای نمونه}$$

– اندازه‌گیری ترکیبات واکنش تیوباریتوریک اسید (TBAR_s - Thiobarbituric acid-reactive substances)

مقدار ۱g از هر نمونه با ۵ mL محلول ۰/۵٪ اسید استیک و ۵ mL محلول آماده شده (Butylated Hydroxy Anisole) BHA مخلوط و هموژن شد. سپس به مدت ۱۰ min با دور ۳۰۰۰ rpm سانتیفریوژ انجام گرفت. آنگاه فاز رویی دور ریخته و مقدار ۲/۵ mL از فاز زیری برداشته شد و در لوله

چربی در کیفیت و فساد شیمیایی نمونه‌های فیله مرغ، مقادیر اندازه‌گیری شده آنها در ابتدای مطالعه و روز صفر به ترتیب برابر ۲۱/۳۵ و ۳/۱ درصد بود.

اندازه‌گیری pH

مقادیر pH نمونه‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. در پایان مطالعه بیشترین افزایش میزان pH به ترتیب در نمونه‌های کنترل (۶/۵۲) نمونه‌های با فیلم فاقد اسانس (۶/۳۷) و سپس نمونه‌های با ۰/۵ درصد اسانس (۶/۲۳) مشاهده گردید. در نمونه‌های فیله مرغ بسته‌بندی شده با فیلم‌های حاوی ۱ و ۲ درصد اسانس سیر مقدار pH به طور کلی افزایش خاصی نشان نداد و حتی عمدتاً کمتر از میزان اولیه اندازه‌گیری شد. کمترین pH ثبت شده در روز ۱۰ برای نمونه‌های با فیلم ۲ درصد برابر ۵/۹۳ بود که با روزهای پیشین خود اختلاف قابل توجهی داشت و سپس در روز آخر با کمی افزایش مواجه شد. در مجموع میانگین مقدار pH در فیله‌های مرغ بسته‌بندی شده با انواع پوشش‌ها در طول مطالعه اختلاف آماری معناداری با گروه کنترل داشت ($p \leq 0/05$). همین‌طور در روز آخر نیز تفاوت معناداری ($p \leq 0/05$) میان انواع گروه‌ها به جز تیمارهای با فیلم ۱ و ۲ درصد اسانس مشاهده شد که کمترین میزان مربوط به نمونه با فیلم ۱ درصد بود.

Measure Anova استفاده شد. نمودارها نیز در نرم افزار Excel رسم شدند.

برای پی بردن به تفاوت معنی دار بین داده‌ها در جداول خروجی (output) آزمون Anova و Post Hoc Tests (Tukey HSD) جهت مقایسه میانگین هر یک از عوامل شیمیایی اندازه‌گیری شده در تیمارهای مختلف در هر روز به ستون تحت عنوان sig. (سطح معنی‌داری) مراجعه شد و اگر عدد مربوطه کوچکتر/مساوی ۰/۰۵ بود، نشان از وجود اختلاف معنادار و رد فرضیه H_0 داشت. همچنین در مورد بررسی تفاوت معنی‌داری در یک گروه نمونه برای مثال نمونه‌های کنترل، در روزهای متوالی آزمایش و مربوط به یکی از عوامل شیمیایی مانند اندیس پراکسید، با استفاده از آزمون Repeated Measure Anova در خروجی آزمون برای هر سطح (level) در مقایسه با سطح قبلی (previous level) که در اینجا سطوح بیانگر روزهای آزمون بودند، با مراجعه به ستون sig. مانند بالا عمل شد.

یافته‌ها

مقادیر عوامل شیمیایی اندازه‌گیری شده در نمونه‌ها در روزهای مختلف در ادامه آورده شده است. باتوجه به اهمیت پروتئین و

جدول ۱- مقادیر PH نمونه‌های کنترل و پوشش داده شده با فیلم بدون اسانس (۰ درصد) و فیلم‌های با سطوح مختلف اسانس سیر در روزهای مختلف

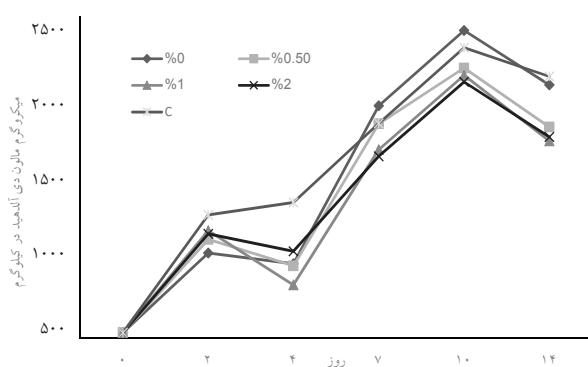
تیمار / روز	۰	۲	۴	۷	۱۰	۱۴
%۰	۶/۱۷±۰/۰۲۱	۶/۰۹±۰/۰۱۴	۶/۱±۰/۰۱۴	۶/۰۹±۰/۰۰۷	۶/۰۲±۰/۰۱۴	۶/۳۷±۰/۰۲۱
%۰/۵	۶/۱۷±۰/۰۲۱	۶/۱۷±۰/۰۰۷	۶/۱۵±۰/۰۰۷	۶/۰۹±۰/۰۰۷	۶/۰۷±۰/۰۰۷	۶/۲۳±۰/۰۱۴
%۱	۶/۱۷±۰/۰۲۱	۶/۰۵±۰/۰۲۱	۶/۱۳±۰/۰۲۱	۶/۱۹±۰/۰۱۴	۶/۰۸±۰/۰۰۷	۶/۱۱±۰/۰۱۴
%۲	۶/۱۷±۰/۰۲۱	۶/۲۱±۰/۰۱۴	۶/۱۳±۰/۰۲۱	۶/۱۳±۰/۰۱۴	۵/۹۳±۰/۰	۶/۱۶±۰/۰۰۷
کنترل	۶/۱۷±۰/۰۲۱	۶/۱۳±۰/۰۰۷	۶/۱۵±۰/۰۲	۶/۲۶±۰/۰۰۷	۶/۱۸±۰/۰۱	۶/۵۲±۰/۰۱۴

اندازه‌گیری TVN

بدون اسانس مشاهده شد، به طوری که در روز آخر به ترتیب به ۴۶/۹ و ۳۶/۴ mg/۱۰۰g افزایش یافت (نمودار ۱). در مجموع اختلاف بین نمونه‌های کنترل با سایر گروه‌ها طی انجام

در طول مطالعه و پس از روز صفر همواره بالاترین میزان TVN در نمونه‌های کنترل و سپس نمونه‌های با پوشش فیلم

اندازه‌گیری شده، مربوط به نمونه‌های دارای فیلم فاقد اسانس بود که البته طی روزهای باقیمانده روند متفاوتی مشاهده گردید. در طول مطالعه میزان TBARS بین نمونه‌های حاوی فیلم با سطوح مختلف اسانس اختلاف چندانی زیاده نسبت به یکدیگر نداشتند. همچنین در روز پایانی، تفاوت قابل توجه آماری میان گروه‌های مختلف نمونه‌ها دیده نشد ($p > 0/05$). اما کمترین مقادیر به دست آمده مربوط به نمونه‌های بسته‌بندی شده با فیلم‌های حاوی ۱ و ۲ درصد اسانس و به ترتیب $1786/44$ و $1811/60$ $\mu\text{g MDA/kg}$ بود، در حالی‌که بالاترین میزان متعلق به نمونه‌های کنترل با مقدار $2206/46$ $\mu\text{g MDA/kg}$ و پس از آن نمونه‌های پوشش داده شده با فیلم فاقد اسانس و فیلم حاوی ۰/۵ درصد اسانس قرار داشتند.

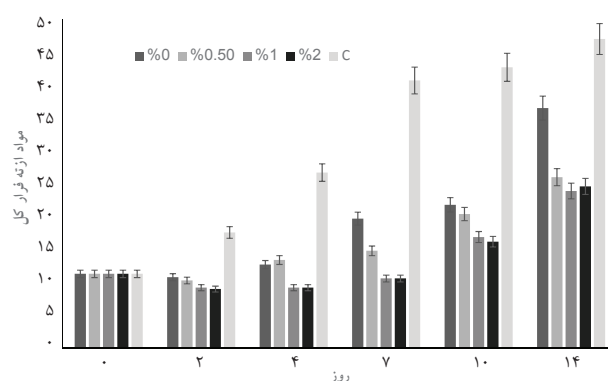


شکل ۲- مقادیر TBARS نمونه‌های کنترل و پوشش داده شده با فیلم بدون اسانس (۰ درصد) و فیلم با سطوح مختلف اسانس سیر در زمان‌های مختلف آزمایش

اندازه‌گیری PV

مقادیر اندازه‌گیری شده اندیس پراکسید در نمونه‌ها در نمودار ۳ نشان داده شده است. در نمونه‌های کنترل نسبت به سایر نمونه‌ها مقادیر بالاتری از پراکسید در طول مطالعه مشاهده گردید و این اختلاف معنادار بود ($p \leq 0/05$). از روز چهارم تا هفتم آزمایش روند افزایشی بسیار کند و بعضاً در مورد نمونه‌های پوشش داده شده با فیلم حاوی ۰/۵ و ۲ درصد اسانس سیر نزولی مشاهده شد. در روز دهم مقادیر PV

مطالعه از نظر آماری معنادار بود ($p \leq 0/05$) و همین طور در نمونه‌های کنترل از روز دوم به بعد میزان TVN به صورت قابل ملاحظه‌ای نسبت به روزهای پیشین خود افزایش نشان داد و در پایان به بیش از ۴ برابر مقدار اولیه ($11/2 \text{ mg}/100 \text{ g}$) رسید. از سوی دیگر، میان نمونه‌های با پوشش فیلم کیتوزان که دارای سطوح اسانس ۱ و ۲ درصد بودند اختلاف معناداری دیده نشد ($p > 0/05$) و همان گونه که در نمودار ۱ مشخص است مقادیر اندازه‌گیری شده برای آنها در روز آخر مطالعه با اختلاف کمی نسبت به یکدیگر پایین‌تر از $25 \text{ mg}/100 \text{ g}$ است و کماکان در محدوده قابل پذیرش وجود دارد. همچنین مقدار TVN در این دو تیمار تا روز ۷ مطالعه کمتر از مقدار روز صفر اندازه‌گیری شد. البته اثر فیلم‌های کیتوزان حاوی اسانس ۰/۵ درصد هم درخور اهمیت است. در پایان مطالعه نیز اختلاف قابل توجه آماری میان نمونه‌های حاوی فیلم بدون اسانس با سایر نمونه‌ها مشاهده گردید ($p \leq 0/05$).



شکل ۱- مقادیر TVN نمونه‌های کنترل و پوشش داده شده با فیلم بدون اسانس (۰ درصد) و فیلم با سطوح مختلف اسانس سیر در زمان‌های مختلف آزمایش

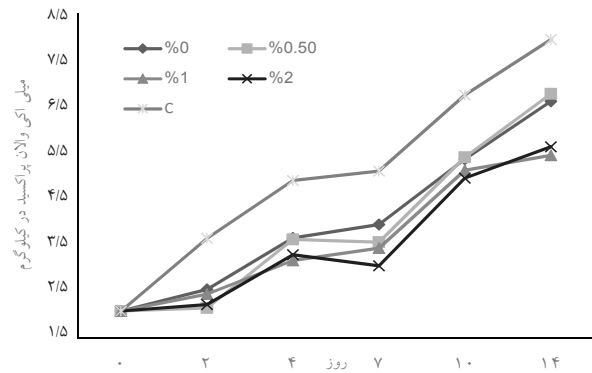
اندازه‌گیری TBARS

میانگین مقدار TBARS در تمام نمونه‌ها همان‌طور که در نمودار ۲ نشان داده شده روند افزایشی به جز در روزهای چهارم و آخر در مقایسه با روزهای ماقبل خود پیدا کرد، به طوری که در همان روز ۲ اختلاف معناداری نسبت به ابتدای مطالعه ثبت شد ($p \leq 0/05$). نکته جالب این که کمترین میزان

نمونه داشته باشد. همین طور افزودن اسانس سیر بویژه در سطوح بالاتر نیز تاثیر هم افزایی در این رابطه دارد، به طوری که روند وابسته به دوزی مشاهده شد. کمترین افزایش در مقادیر عوامل شیمیایی در نمونه‌های بسته‌بندی شده با بیشترین سطح اسانس، ۲ درصد و نیز ۱ درصد به دست آمد. نمونه‌های کنترل تقریباً از روز چهارم عوامل شیمیایی بالایی را نشان دادند که می‌تواند آنها را غیرقابل مصرف کند. البته در این تحقیق انجام آزمایش‌ها در روز سوم، جزء روزهای مطالعه نبود که در این صورت قضاوت بهتری از وضعیت نمونه‌های کنترل به دست می‌آید. همچنین سطح اسانس بین ۱ و ۲ درصد نیز می‌تواند در رسیدن به دوز بهینه مناسب‌تر کمک کند. این دو مورد می‌تواند از محدودیت‌ها و کاستی‌های مطالعه حاضر تلقی شوند که برای مطالعات تکمیلی قابل توجه است.

امروزه به منظور بهبود ویژگی‌های فیلم از جمله ممانعت از نفوذ آب، معمولاً ترکیبات هیدروفیل نظیر لپیدها و نیز اسانس‌ها به شبکه پلیمری اضافه می‌شوند (۲۳). اسانس‌های گیاهی منابع غنی از ترکیبات فنولیک بوده و طیف گسترده‌ای از اثرات بازدارندگی را در فیلم‌ها نشان می‌دهند (۲۴). ترکیبات زیستی فیلم‌ها حامل مناسبی برای افزودنی‌های غذایی از جمله آنتی‌اکسیدان‌ها و مواد ضد میکروبی مانند ترکیبات سیر هستند (۲۵، ۲۶). برای مثال Moradi و همکاران (۲۰۱۱) خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی فیلم‌های کیتوزان حاوی اسانس آویشن شیرازی و عصاره هسته انگور را در کالباس نشان دادند (۲۷). فعالیت آنتی‌اکسیدانی فیلم کیتوزان به تنهایی در بررسی با روش DPPH (۲ و ۲ دی فنیل -۱- پیکریل هیدرازیل) بواسطه به دام انداختن رادیکال‌های DPPH در اثر واکنش گروه‌های آمینوی آزاد کیتوزان با رادیکال‌های آزاد جهت تشکیل رادیکال‌های ماکرومولکولار پایدار و در نتیجه گروه‌های آمونیم شکل یافته توسط جذب یون هیدروژن از محلول بیان شده است (۲۸). در مطالعه Genskowsky و همکاران (۲۰۱۵) به منظور بررسی اثر فیلم کیتوزان همراه با عصاره گیاه Maqui berry فیلم حاوی عصاره فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری در تمام غلظت‌های بکار برده شده

تمام نمونه‌ها با افزایش قابل توجهی مواجه شد و تا روز آخر ادامه یافت که البته در نمونه‌های با فیلم حاوی بالاترین سطوح اسانس این روند با شیب ملایم‌تری پیش رفت. اختلاف میان نمونه‌های بسته‌بندی شده با فیلم بدون اسانس و فیلم حاوی ۰/۵ درصد اسانس در روز آخر و نیز در طول مطالعه معنادار نبود ($p > 0/05$) و همان‌طور که در بالا اشاره شد بالاترین میزان اندیس پراکسید همواره در نمونه‌های کنترل مشاهده گردید و در پایان به $7/93 \text{ meq peroxide/kg}$ رسید. در پایان مطالعه کمترین مقدار پراکسید برای نمونه‌های با فیلم ۱ درصد اسانس مشاهده شد ($5/44 \text{ meq peroxide/kg}$) گرچه اختلاف آن با نمونه‌های دارای فیلم ۲ درصد ($5/62 \text{ meq peroxide/kg}$) معنادار نبود ($p > 0/05$). در حالی که اختلاف مقدار پراکسید اندازه‌گیری شده برای نمونه‌های پوشش داده شده با فیلم بدون اسانس با نمونه‌های دارای فیلم سطوح ۱ و ۲ درصد اسانس و نیز تفاوت میان نمونه‌های با فیلم ۰/۵ درصد اسانس با نمونه‌های بسته‌بندی شده با دو نوع فیلم مذکور از لحاظ آماری قابل توجه بود ($p \leq 0/05$).



شکل ۳- مقادیر PV نمونه‌های کنترل و پوشش داده شده با فیلم بدون اسانس (۰ درصد) و فیلم با سطوح مختلف اسانس سیر در زمان‌های مختلف آزمایش

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که بسته‌بندی فیله مرغ با فیلم کیتوزان در مقایسه با نمونه‌های بدون فیلم می‌تواند اثر بازدارندگی در افزایش عوامل تاثیرگذار شیمیایی در پذیرش

(۵/۰ درصد و ۱ درصد) نشان داد و این فعالیت وابسته به دوز بود (۱۲). در مطالعه حاضر نیز در اثر استفاده از دوزهای بالاتر اسانس سیر در فیلم‌های کیتوزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی به علت افزایش میزان ترکیبات مشتقات گوگردی موجود در اسانس افزایش یافت، به طوری که فیلم‌های غنی شده با ۱ و ۲ درصد اسانس در کاهش روند اکسیداسیون نمونه‌ها فعالیت موثرتری نشان دادند. اختلاف نمونه‌های کنترل به غیر از نمونه‌های دارای فیلم بدون اسانس، با سایر نمونه‌های پوشش داده شده با فیلم کیتوزان حاوی سطوح مختلف اسانس در اندازه‌گیری‌های TBARS و P.V معنادار بود ($p \leq 0/05$).

خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی ترکیبات ارگانوسولفور مشتمل سیر (دی‌آلیل سولفید، دی‌آلیل دی‌سولفید، S-اتیل سیستئین و n-استیل سیستئین) در گوشت چرخ کرده گوساله در تحقیق Yin و همکار (۲۰۰۳) مورد مطالعه قرار گرفت. همگی اکسیداسیون لیپیدی را به تأخیر انداخته و خواص آنتی‌اکسیدانی بیشتری نسبت به آلفا توکوفرول نشان دادند (۲۹). در تحقیق Bazargani و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از ترکیب عصاره انار و پوشش کیتوزان غنی شده با اسانس آویشن در ماندگاری سینه مرغ، اندیس پراکسید، TBARS و اکسیداسیون پروتئین‌ها در نمونه‌های تیمار بطور قابل توجهی پایین‌تر از گروه کنترل بود (۳۰). نتایج کار بر روی سوسیس‌های کم چربی (۳۱)، محصولات مرغ آماده طبخ حاوی کیتوزان و اسانس (۳۲) و پتی‌های مرغ پخته شده (۳۳) نیز مشابه نتایج مطالعه فوق بود. در تحقیق کنونی نیز نتایج مربوط به عوامل اندیس پراکسید و TBARS در نمونه‌های کنترل بالاتر از نمونه‌های تیمار شده با فیلم‌های مختلف بود. افزایش پراکسید می‌تواند به علت نرخ سریع‌تر تشکیل پراکسیدها در طول روزهای ۵ و ۱۰ نگهداری در مقایسه با تجزیه پراکسیدها به محصولات ثانویه اکسیداسیون باشد. تجزیه پراکسیدها در سینه مرغ بعد از روزهای ۵ و ۱۰ نگهداری مشاهده شد. نمونه‌های با پوشش فیلم حاوی ۲ درصد اسانس بیشترین کاهش پراکسید را در نمونه‌ها نشان دادند (۳۰) که همسو با نتایج تحقیق حاضر است. روند مشابهی در مطالعات دیگر محققان روی سینه مرغ

چرخ شده خام و نمک زده (۳۴) و گوشت سینه مرغ خام (۲۱) در طول نگهداری در فریزر گزارش شد. در این تحقیق نیز اندازه‌گیری پراکسید در نمونه‌های گوشت مرغ حاکی از افزایش عامل پراکسید در روزهای ۴ و ۱۰ بوده، گرچه روند افزایشی کماکان تا روز ۱۴ در نمونه‌های مختلف با نرخ نسبتاً ملایم‌تری مشاهده شد. در بررسی‌های Bazargani و همکاران (۲۰۱۵) در آزمون TBARS تیمارهای مختلف منجر به کاهش مالون دی‌آلدهید (MDA) در مقایسه با کنترل شدند. در نمونه‌های کنترل و در تمام تیمارها یک روند افزایشی در مقادیر TBARS به ترتیب تا روز ۵ و ۱۵ و به دنبال آن کاهش تا روز ۲۰ نگهداری مشاهده شد. این روند مشابه است با آنچه در تحقیق دیگری که روی گوشت مرغ گزارش شده (۳۵) که می‌تواند به علت تشکیل اولیه MDA و تجزیه احتمالی آن طی مراحل بعدی نگهداری باشد (۳۰). این در حالی است که در مطالعه ما مقادیر اندازه‌گیری شده TBARS در روز چهارم بعد از شروع مطالعه و روز ۱۴ با کاهشی نسبت به اندازه‌گیری ما قبل خود همراه بودند. همچنین در بین نمونه‌های پوشش داده شده با انواع فیلم‌ها اختلاف معناداری مشاهده نگردید.

فیلم کیتوزان حاوی پلی فنول جای در پتی‌های گوشت خوک در تحقیق Qin و همکاران (۲۰۱۳) باعث کاهش pH نهایی در زمان نگهداری نسبت به گروه کنترل شد. همچنین با تأخیر در افزایش TBARS منجر به پایداری لیپیدها شده و رشد میکروبی نیز کاهش نشان داد و ماندگاری محصول تا ۶ روز افزایش یافت (۳۶). در مطالعه کنونی نیز با افزودن سطوح مختلف اسانس سیر، عامل pH محصولات در طول مطالعه نسبت به گروه کنترل کاهش یافت، به طوری که در نمونه‌های با فیلم حاوی بالاترین سطوح اسانس یعنی ۱ و ۲ درصد، مقدار pH نهایی به کمتر از میزان اولیه کاهش یافت و اختلاف معناداری با نمونه‌های کنترل داشتند ($p \leq 0/05$). در مطالعه Bazargani و همکاران (۲۰۱۵) مقادیر pH نمونه‌های کنترل در طول نگهداری افزایش یافت، در حالی که سایر نمونه‌ها روند کاهشی نشان دادند که به علت وجود تیمارهای ضد میکروبی اسیدی شده مانند عصاره انار، کیتوزان و اسانس

فعالیت آنزیم‌های میکروبی یا اندوژن مانند پروتئازها و لیپاز باشد که منجر به افزایش بازهای فرار طی نگهداری طولانی می‌شود (۳۹).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، استفاده از فیلم کیتوزان در بسته‌بندی فیله‌های مرغ سبب جلوگیری از افزایش عوامل تاثیرگذار در فساد شیمیایی آن می‌شود. بویژه افزودن سطوح مختلف اسانس سیر در فرمولاسیون فیلم‌ها اثر هم افزایی و وابسته به دوز در این رابطه دارد. اما با توجه به اثر بازدارندگی نسبتاً مشابه مقادیر ۱ و ۲ درصد و نیز در نظر گرفتن صرفه اقتصادی، میزان اسانس ۱ درصد در فیلم می‌تواند دوز بهینه‌ای باشد. مدت ماندگاری محصول از لحاظ عوامل شیمیایی مورد بررسی در این مطالعه به حداقل دو برابر زمان ماندگاری معمول و بعضاً بیشتر که در شرایط نگهداری در دمای یخچالی 4°C به مدت ۳ روز تعیین شده، قابلیت افزایش دارد. با توجه به گرایش روزافزون به ترکیبات طبیعی کاربرد این نوع فیلم‌ها همراه با اسانس‌های گیاهی در صنایع می‌تواند گسترش یابد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از پایان‌نامه باکد ۶۲۱ با عنوان "مطالعه ویژگی‌های فیلم زیست تخریب‌پذیر بر پایه بیوپلیمر کیتوزان حاوی اسانس اسانس سیر جهت کاربرد در صنایع بسته‌بندی گوشت مرغ" در مقطع دکترای تخصصی در سال ۱۳۹۴ است که با حمایت دانشگاه تهران اجرا شده است.

منابع

1. Motedayen AA, Khodaiyan F, Salehi EA. Development and characterisation of composite films made of kefir and starch. Food Chemistry. 2013;136(3):1231-38.
2. Bastioli C. Handbook of Biodegradable Polymers. Shropshire, UK: Rapra Technology; 2005.
3. López-Rubio A, Almenar E, Hernandez-Muñoz P, Lagarón JM, Catalá R, Gavara R. Overview of

آویشن شیرازی می‌تواند باشد. در مطالعه خواص ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی سیر بر روی کالباس مرغ توسط Salam و همکاران (۲۰۰۴) از سه حالت مختلف سیر تازه، پودر سیر و اسانس سیر استفاده شد که هیچ‌کدام اثر خاصی بر تغییرات pH این فراورده نداشتند. شاخص TBA در تیمارهای حاوی هر کدام از سه حالت مذکور سیر نسبت به کنترل به طور معنی‌داری کمتر بود و در مورد عدد پراکسید هم نتایج مشابهی بدست آمد (۳۷). در مطالعه Ojagh و همکاران (۲۰۱۰) مقدار اولیه ازت فرار کل در نمونه‌های کنترل و نمونه‌های پوشش داده شده با گذشت زمان نگهداری در دمای 4°C به طور قابل توجهی افزایش یافت. در پایان مطالعه (روز ۱۶) نمونه‌های ماهی پوشش داده شده با کیتوزان و دارچین به مقدار قابل ملاحظه کمتر ($14/23 \text{ mg N}$ در 100 g) نسبت به نمونه‌های پوشش داده شده با کیتوزان و یا کنترل رسیدند که به ترتیب مقادیر بالای $22/86$ و $42/93$ را نشان دادند (۷). مقادیر پایین TVN در نمونه‌های تیمار شده با فیلم می‌تواند به دلیل کاهش سریع تر جمعیت باکتریایی یا ظرفیت کاهش یافته باکتری‌ها برای د-آمیناسیون اکسیداتیو ترکیبات نیتروژن‌دار غیر پروتئینی و یا هر دو مورد باشد (۳۸). در مطالعه کنونی با افزودن سطوح مختلف اسانس سیر، فاکتورهای pH و TVN محصولات در طول مطالعه نسبت به گروه کنترل همراه با کاهش بود. این موضوع نشان می‌دهد که فیلم کیتوزان بویژه همراه با اسانس تا حدود زیادی قادر به جلوگیری از ایجاد و توسعه ترکیبات آمینی و نیتروژن دار عامل فساد در فیله‌های مرغ بسته‌بندی شده است. افزایش pH در نمونه‌های کنترل می‌تواند ناشی از

- active polymer-based packaging technologies for food applications. Food Reviews International. 2004;20(4):357-87.
4. Osés J, Fabregat-Vázquez M, Pedroza-Islas R, Tomás SA, Cruz-Orea A, Maté JI. Development and characterization of composite edible films based on whey protein isolate and mesquite gum. Journal of Food Engineering. 2009;92(1):56-62.

5. Debeaufort F, Quezada-Gallo J-A, Voilley A. Edible films and coatings: tomorrow's packagings: a review. *Critical Reviews in Food Science*. 1998;38(4):299-313.
6. Shen Z, Kamdem DP. Development and characterization of biodegradable chitosan films containing two essential oils. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2015;74:289-96.
7. Ojagh S, Rezaei M, Razavi S, Hosseini S. Development and evaluation of a novel biodegradable film made from chitosan and cinnamon essential oil with low affinity toward water. *Food Chemistry*. 2010;122:161-66.
8. Maghsoudlou A, Maghsoudlou Y, Khomeiri M, Ghorbani M. Evaluation of anti-fungal activity of chitosan and its effect on the moisture absorption and organoleptic characteristics of pistachio nuts. *International Journal of Advanced Science Engineering Information Technology*. 2010;2(4):65-69.
9. Bornet A, Teissedre P. Chitin, chitosan, and their derivatives in beverage industry. In: Kim S-K, editor. *Chitin, chitosan, oligosaccharides and their derivatives: Biological activities and applications*. Boca Raton: CRC Press; 2011.
10. Bourtoom T. Edible films and coatings: Characteristics and properties. *International Food Research Journal*. 2008;3:237-48.
11. Zhao L, Shi L, Zhang Z, Chen J, Shi D, Yang J, et al. Preparation and application of chitosan nanoparticles and nanofibers. *Brazilian Journal of Chemistry Engineering*. 2011;28(3):353-62.
12. Genskowsky E, Puente L, Pérez-Álvarez J, Fernández-López J, Muñoz L, Viuda-Martos M. Assessment of antibacterial and antioxidant properties of chitosan edible films incorporated with Maqui berry (*Aristotelia chilensis*). *LWT - Food Science and Technology*. 2015;64(2):1057-62.
13. Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas Y, Fernández-López J, Pérez-Álvarez JA. Antibacterial activity of different essential oils obtained from spices widely used in Mediterranean diet. *International Journal of Food Science & Technology*. 2008;43(3):526-31.
14. Serge A, David M. Antimicrobial properties of allicin from garlic. *Microbes Infect*. 1999;1:125-29.
15. Rohani S, Moradi M, Mehdizadeh T, Saei-Dehkordi S, Griffiths M. The effect of nisin and garlic (*Allium sativum* L.) essential oil separately and in combination on the growth of *Listeria monocytogenes*. *LWT-Food Science Technology*. 2011;44:2260-65.
16. Vaithyanathan S, Naveena B, Muthukumar M, Girish P, Kondaiah N. Effect of dipping in pomegranate (*Punica granatum*) fruit juice phenolic solution on the shelf life of chicken meat under refrigerated storage (4 C). *Meat Science*. 2011;88(3):409-14.
17. Taherkhani P, Noori N, Akhondzadeh Basti A, Gandomi H, Alimohammadi M. Antimicrobial effects of Kermanian black cumin (*bunium persicum* boiss.) essential oil in gouda cheese matrix. *Journal of Medical Plants*. 2014;54(2):76-86 (in Persian).
18. Moradi M, Tajik H, Razavi Rohani S, Oromiehie A. Effectiveness of *Zataria multiflora* Boiss essential oil and grape seed extract impregnated chitosan film on ready-to-eat mortadella-type sausages during refrigerated storage. *Journal of Science & Food Agriculture*. 2011;91:2850-57.
19. Parvaneh V. *Quality Control and Chemical Analysis of Food*. 6th ed. Tehran: Tehran University Press; 2011 (in Persian).
20. Jebelli Javan A, Ghazvinian K, Mahdavi A, Javaheri Vayeghan A, Steji H, Ghaffari Khaligh S. The effect of dietary *Zataria multiflora* Boiss. essential oil supplementation on microbial growth and lipid peroxidation of broiler breast fillets during refrigerated storage. *Journal of Food Processing Preservation*. 2013;37 (5):881-88.
21. Soyer A, Özalp B, Dalmis U, Bilgin V. Effects of freezing temperature and duration of frozen storage on lipid and protein oxidation in chicken meat. *Food Chemistry*. 2010;120:1025-30.
22. Jebelli Javan A, Saberi M, Javaheri Vayeghan A, Ghaffari Khaligh S, Rezaian H, Nejabat N. The effect of dietary Aloe vera gel extract supplementation on lipid peroxidation of broiler breast fillets during frozen storage. *Journal of Veterinary Research*. 2013;68(3):233-40 (in Persian).
23. Ruiz-Navajas Y, Viuda-Martos M, Sendra E, Perez-Alvarez J, Fernández-López J. In vitro antibacterial and antioxidant properties of chitosan edible films incorporated with *Thymus moroderi*

- or *Thymus piperella* essential oils. *Food Control*. 2013;30(2):386–92.
24. Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology* 2004;94:223–53.
25. Seydim A, Sarikus G. Antimicrobial activity of whey protein based edible films incorporated with oregano, rosemary and garlic essential oils. *Food Research International*. 2006;39:639-44.
26. Ramos Ó, Silva S, Soares J, Fernandes J, Poças M, Pintado ME, Malcata FX. Features and performance of edible films obtained from whey protein isolate formulated with antimicrobial compounds. *Food Research International*. 2012;45:351-61.
27. Moradi M, Tajik H, Razavi Rohani S, Oromiehie A, Malekinejad H, Ghasemmahdi H. Development and evaluation of antioxidant chitosan film incorporated with grape seed extract. *Journal of Medical Plants*. 2012;2(42):43-52 (in Persian).
28. Siripatrawan U, Harte B. Physical properties and antioxidant activity of an active film from chitosan incorporated with green tea extract. *Food Hydrocolloids*. 2010;24(8):770-75.
29. Yin M, Cheng W. Antioxidant and antimicrobial effects of four garlic-derived organosulfur compounds in ground beef. *Meat Science*. 2003;63:23-28.
30. Bazargani-Gilani B, Aliakbarlu J, Tajik H. Effect of pomegranate juice dipping and chitosan coating enriched with *Zataria multiflora* Boiss essential oil on the shelf-life of chicken meat during refrigerated storage. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2015;29:280-87.
31. Lin K-W, Chao J-Y. Quality characteristics of reduced-fat Chinese-style sausage as related to chitosan's molecular weight. *Meat Science*. 2001;59(4):343-51.
32. Giatrakou V, Ntzimani A, Savvaidis I. Combined chitosan–thyme treatments with modified atmosphere packaging on a ready-to-cook poultry product. *Journal of Food Protection*. 2010;73(4):663-69.
33. Naveena B, Sen A, Vaithyanathan S, Patil G, Kondaiah N. Antioxidant potential of pomegranate juice in cooked chicken patties. *Journal of Muscle Foods*. 2010;21(3):557-69.
34. Teets AS, Were LM. Inhibition of lipid oxidation in refrigerated and frozen salted raw minced chicken breasts with electron beam irradiated almond skin powder. *Meat Science*. 2008;80(4):1326-32.
35. Chouliara E, Karatapanis A, Savvaidis I, Kontominas M. Combined effect of oregano essential oil and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of fresh chicken breast meat, stored at 4 C. *Food Microbiology*. 2007;24(6):607-17.
36. Qin Y-Y, Yang J-Y, Lu H-B, Wang S-S, Yang J, Yang X-C, et al. Effect of chitosan film incorporated with tea polyphenol on quality and shelf life of pork meat patties. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2013;61:312-16.
37. Sallam KI, Ishioroshi M, Samejima K. Antioxidant and antimicrobial effects of garlic in chicken sausage. *LWT-Food Science and Technology*. 2004;37(8):849-55.
38. Fan W, Chi Y, Zhang S. The use of a tea polyphenol dip to extend the shelf life of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) during storage in ice. *Food Chemistry*. 2008;108(1):148-53.
39. Chaijan M, Benjakul S, Visessanguan W, Faustman C. Changes of pigments and color in sardine (*Sardinella gibbosa*) and mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) muscle during iced storage. *Food Chemistry*. 2005;93(4):607-17.

Effect of packaging with Chitosan biodegradable films formulated with Garlic essential oil (*Allium sativum* L.) on chemical properties of chicken fillet

E. Molaee Aghae¹, A. Kamkar^{1*}, A. Akhondzadeh Basti¹, A. Khanjari¹, M.G. Kontominas²

¹ Department of Food Hygiene & Control, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran

² Department of Food Technology & Chemistry, Faculty of Food Sciences, University of Ioannina, Greece

Received: 24 June 2015; Accepted: 23 September 2015

ABSTRACT

Background and Objective: Considering the environmental problems raised from current plastic packaging, edible and biodegradable films could be developed and also be effective in controlling the chemical and microbial properties of food; especially if their effect be strengthened by adding natural antioxidant and antimicrobial agents like herbal essential oils. This study aimed at assessing the effect of packaging with chitosan film containing garlic essential oil on the chemical changes of chicken fillet during storage at refrigeration temperature.

Materials and Methods: Different levels of garlic essential oil (0, 0.5, 1 and 2%) were used in chitosan film preparation. Through casting method and using glycerol as plasticizer and tween 80 as emulsifier, different films were prepared after homogenization and molding. Chemical tests were conducted in days 0, 2, 4, 7, 10, and 14 on chicken fillets covered with different films and stored at 4 °C. Statistical analysis was performed using SPSS software.

Results: Samples covered with different films showed lower values for pH, total volatile nitrogen (TVN), Thiobarbituric acid-reactive substances (TBARs), and peroxide index (P.V) compared with controls during the study ($p \leq 0.05$). Generally, a dose-dependent trend was observed by essential oil addition.

Conclusion: Chicken packaging with chitosan film especially by adding various levels of garlic essential oil could had a preventive effect on major chemical spoilage factors. Considering the relatively similar preventive effect of 1 and 2 % essential oil levels and also economic aspects, optimum dose for essential oil could be 1 % in the film.

Keywords: Chitosan film, Garlic essential oil, Chicken fillet

*Corresponding Author: akamkar@ut.ac.ir

Mob: +989126485459