Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 11, No. 2, Suumer 2015, p. 129-139

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۱۳۹-۱۲۸

اثر عصاره رزماری پوشانده شده بر فیلم پلیمری (LDPE) در جلوگیری از فساد کره

فائزه تفرشی[۱]، مجید جوانمرد داخلی[۲*]، مریم فهیم دانش[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۴/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۱۱

چکیده

بسته‌بندی ضد اکسایشی یکی از انواع بسته‌بندی فعال است که در طی نگهداری مواد غذایی با آزاد کردن پاداکسنده (آنتی‌اکسیدان) از فساد اکسایشی چربی جلوگیری می‌کند. درسال‌های اخیر کاربرد پاداکسنده‌های طبیعی به جای انواع سنتزی در این نوع بسته‌بندی‌ها مورد توجه قرار گرفته است. هدف از این تحقیق بررسی عملکرد فیلم پلیمری پوشانده شده با عصارهرزماری به عنوانپاداکسندهٔ طبیعی در جلوگیری از اکسایش چربی در کره بود. عصاره اتانولی رزماری با سه غلظت متفاوت (۰/۱٪، ۰/۱۵٪، ۰/۲٪) بر روی سطح فیلم پلی‌اتیلن با دانسیته پایین (LDPE) پوشانده شد. از فیلم فاقد عصاره به عنوان شاهد استفاده شد. مهاجرت ترکیبات فنلی از سطح فیلم‌ها به اتانول ۹۵٪ (مادهٔ مشابه چربی) در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در مدت ۱۰ ساعت اندازه‌گیری شد. با افزایش زمان و غلظت عصاره، مهاجرت به اتانول افزایش یافت ($P<0/05$). ثبات اکسایشی قطعات کرهٔ پاستوریزه بسته‌بندی شده با فیلم‌های حاوی عصاره و فاقد عصاره (نمونه شاهد) در دو دمای انجماد ($-18C^{\circ}$) و یخچال ($4C^{\circ}$) به ترتیب طی۴ ماه و۴۵ روز بررسی شد. مقدار شاخص پراکسید، اسیدهای چرب آزاد، و ویژگی‌های حسی نمونه‌ها در مدت نگهداری مورد ارزیابی قرار گرفت. در هر دو دما، پوشش عصاره بر سطح فیلم پلی‌اتیلن با دانسیته پایین سبب کاهش مقدار شاخص پراکسید و اسیدهای چرب آزاددر نمونه‌های کره شد($P<0/05$). در هر دو دما افزایش غلظت عصاره سبب تغییر طعم و بوی کره‌ها و در نتیجه کاهش مقبولیت عمومی شد($P<0/05$). فیلم با پوشش عصاره با غلظت ۰/۱٪ در بین سایر فیلم‌ها مطلوب‌ترین ثبات اکسایشی و ویژگی‌های حسی را در هر دو دما ایجاد کرد.

واژه‌های کلیدی: بسته‌بندی فعال، فیلم پلی‌اتیلن با دانسیته پایین، عصارهٔ رزماری، اکسایش کره، مهاجرت

مقدمه

بسته‌بندی فعال به تمام سیستم‌های بسته‌بندی اطلاق می‌شود که جهت افزایش زمان ماندگاری و بهبود کیفیت محصولات و حفظ ویژگی‌های حسی و سلامت آنها در طی مدت نگهداری با ماده غذایی بسته‌بندی شده یا با سطح آن، فعل و انفعال دارند (Lopez-Rubio *et al,* 2004).

از انواع مهم بسته‌بندی فعال، بسته‌بندی ضداکسایشی[۴] است که در طی نگهداری مواد غذایی حاوی چربی، با آزاد کردن پاداکسنده[۵] از فساد اکسایشی چربی جلوگیری می‌کند.در صورتی که به هر دلیلی امکان و یا اجازه افزودن مستقیم پاداکسنده(آنتی اکسیدان) به فرمولاسیون ماده غذایی وجود نداشته باشد، می‌توان از این نوع بسته‌بندی جهت جلوگیری از اکسایش محصول بسته‌بندی شده در طی نگهداری استفاده کرد (brody *et al,* 2008). تحقیقات نشان داده است که انتشار آهسته پاداکسنده از فیلم پلیمری به ماده غذایی در طی نگهداری سرعت اکسایش را کاهش می‌دهد. در این حالت پاداکسنده‌ها جهت کنترل اکسایش چربی‌ها و رنگدانه‌ها می‌توانند در ساختار فیلم پلیمری جای گیرند یا روی آن پوشانده شوند (vermeiren *et al,*1999).

پاداکسنده‌های طبیعی موادی گران‌قیمت هستند و نسبت به

۱و۳- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس تهران، ایران
۲- دانشیار گروه صنایع غذایی و تبدیلی، سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران، تهران، ایران
(* - نویسنده مسئول: Email: javanmard@irost.ir)

4- Antioxidant Packaging
5- Antioxidant

حرارت و فرآیند تولید حرارتی پلاستیک‌ها (مانند اکستروژن) حساس هستند، به همین دلیل در تحقیقات انجام شده حل کردن آنها در حلال مناسب و پوشش پلیمر با محلول ترجیح داده شده است، تا به این ترتیب از کاهش فعالیت آنها جلوگیری شود (vermeiren *et al*,1999).

Camo و همکاران (۲۰۱۲) اثر فیلم پلی‌پروپیلن پوشانده شده با یک پوشش لعابی حاوی عصارهٔ پونه با غلظت‌های مختلف را در ماندگاری گوشت تازه گاو بررسی کردند. نتایج نشان داد که بسته‌بندی ضداکسایشی حاوی عصارهٔ پونه، پایداری اکسایشی معنی داری را در نمونه‌ها نسبت به نمونهٔ شاهد ایجاد کرد. Pereira و همکاران (۲۰۱۱) قابلیت عصارهٔ سبوس جو پوشانده شده بر سطح فیلم پلی‌اتیلن با دانسیته پایین را در جلوگیری از فساد چربیِ ماهی کوسهٔ آبی[1] در دمای انجماد بررسی کردند. آنها گزارش کردند که فیلم حاوی عصاره سبوس جو در جلوگیری از هیدرولیز و اکسایش چربی فیله ماهی موثر بود. Contini و همکاران (۲۰۱۲) اثر عصاره مرکبات (شامل مخلوطی از فلاوونوئیدها با پتانسیل ضداکسایشی بالا) پوشانده شده بر روی سطح سینی‌هایی از جنس پلی‌اتیلن ترفتالات[2] (PET) را در جلوگیری از اکسایش چربی در تکه‌های گوشت پخته شده مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که پوشش عصاره مرکبات بر سطح سینی‌ها در جلوگیری از اکسایش چربی در گوشت پخته بسته‌بندی شده موثر بود. عصاره رزماری به عنوان یک آنتی اکسیدان طبیعی شناخته شده‌است. این ماده از برگ گیاه رزماری به دست می‌آید و به دلیل دارا بودن ترکیبات فنلی متعدد مانند دی ترپن‌ها و تری ترپن‌های فنلی، اسیدهای فنلیک و فلاوونوئیدها از قدرت پاداکسندگی بالایی برخوردار است و به عنوان یک جاذب رادیکال آزاد عمل می‌کند (شهیدی، ۱۹۹۷). طبق تعریف کمیسیون غذایی کدکس در سال ۱۹۷۳ کره فرآوردهٔ چربی است که منحصراً از شیر به دست می‌آید. فساد شیمیایی کره عمدتاً بر اثر دو مکانیسم صورت می‌گیرد : ۱- آزاد شدن اسیدهای چرب ۲- اکسایش باندهای مضاعف در اسیدهای چرب (Ayar *et al.*, 2010)

از آنجایی که افزودن پاداکسنده به طور مستقیم به کره مجاز نیست، بنابراین جهت کاهش سرعت اکسایش و حفظ ویژگی‌های حسی کره در مدت نگهداری می‌توان از بسته‌بندی ضداکسایشی استفاده کرد. در حال حاظر از فیلم پلی‌اتیلن با دانسیته پایین LDPE برای بسته‌بندی کرهٔ فله (۲۵ کیلویی) استفاده می‌شود.هدف از این تحقیق بررسی قابلیت عصاره رزماری پوشانده شده بر سطح فیلم پلی‌اتیلن با دانسیته پایین در جلوگیری از فساد چربی و حفظ کیفیت کره بود.

1- Blue Shark
2- Polyethylene Terphetalat

مواد و روش‌ها

مواد

برگ خشک رزماری به صورت خشک و بدون ساقه از بازار تهران تهیه شد. فیلم پلی‌اتیلن با دانسیته پایین با گرید غذایی، با ضخامت ۵۰ میکرومتر، دانسیته $922kg/m^3$ و رنگ آبی، ساخت شرکت apack، کشورنیوزیلند استفاده شد. کره پاستوریزه لاکتیکی، بدون نمک (کره فونترا) تولید شده در کشور نیوزیلند مورد استفاده قرار گرفت.

روش تهیه عصاره رزماری

ابتدا ناخالصی‌ها (چوب، ساقه، مواد زائد) از برگ جدا شده و برگ‌ها به وسیلهٔ آسیاب چکشی بامش شمارهٔ ۲ آسیاب شدند. ذرات آسیاب شده برگ رزماری به وزن ۶ گرم داخل کارتوش ریخته شد. سپس کارتوش حاوی نمونه، در ۱۲۰ میلی‌لیتر اتانول ٪۷۰ قرار گرفت (نسبت مواد جامد به حلال ۱: ۲۰). عمل استخراج با استفاده از دستگاه سوکسله چهار خانهٔ دیجیتال BUCHI ساخت کشور سوییس در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت دو ساعت انجام شد. عصارهٔ به دست آمده به روش سوکسله با استفاده از کاغذ صافی واتمن شمارهٔ ۲ و پمپ خلاء (بوخنر) فیلتر شده و به کمک تبخیرکنندهٔ تحت خلا (دستگاه روتاری) HEIDOLPH ساخت آلمان، در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد تغلیظ گردید. در نهایت عصارهٔ تغلیظ شده به مدت ۲ ساعت در آون تحت خلا، در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت تا تمامی حلال از عصاره جدا شده و عصاره کاملا خشک شود. عصاره خشک شده در شیشه تیرهٔ دربسته ریخته شد و تا زمان استفاده در یخچال و در دمای 4^oC نگهداری شد (توسلی و امام جمعه، ۲۰۱۱).

روش آماده‌سازی فیلم‌ها

در این مرحله ابتدا عصاره رزماری با سه غلظت ٪۰/۱، ۰/۱۵ و ٪۰/۲ تهیه شد و از اتانول ٪۷۰ به عنوان حلال استفاده گردید. در مرحله بعد فیلم‌های پلی‌اتیلن با دانسیته پایین در ابعاد $14\times14cm^2$ و به تعداد کافی آماده شدند و به وسیله شستشو با اتانول ٪۷۰ ضد عفونی شدند. سپس عصاره با غلظت‌های مختلف (٪۰/۱، ۰/۱۵٪، ٪۰/۲) به‌طور جداگانه روی تعداد کافی از فیلم‌ها از طریق پاشش (در شرایط یکسان) پوشش داده شد. جهت پوشش کامل سطح فیلم‌ها، پاشش عصاره ۳ بار انجام شد. فیلم‌ها پس از خشک شدن در جای تاریک نگهداری شدند(Pereira *et al.*, 2011).

روش بسته‌بندی و نگهداری کره‌ها

در این مرحله قطعات کره به وزن ۵۰ گرم با فیلم‌های LDPE پوشانده شده با سه غلظت مختلف عصاره (٪۰/۱، ۰/۱۵٪، ٪۰/۲)

بسته‌بندی شدند. جهت تهیه نمونهٔ شاهد، کره با فیلم *LDPE* فاقد عصاره بسته‌بندی شد. برای اطمینان از پوشش کامل کره‌ها لبه فیلم به وسیله چسب سلولزی مناسب چسبانده شد. برای محافظت از نمونه‌ها در مقابل نور نمونه‌های بسته‌بندی شده در کارتن‌های مقوایی قرار گرفتند. در نهایت کارتن‌های حاوی نمونه در دو دمای ۱۸- و ۴ درجه سانتی‌گراد (دمای فریزر و یخچال) قرار گرفته و نگهداری شدند. آزمون‌ها بر روی نمونهٔ کره قبل از بسته‌بندی انجام شدند. برای نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در روزهای پانزده، سی، چهل‌وپنجم و برای نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد در روزهای شصتم و صدوبیستم تکرار شدند.

روش تعیین مقدار عصاره باقی‌مانده روی فیلم‌ها

در این مرحله جهت تعیین مقدار عصاره باقی‌مانده روی فیلم‌ها، اختلاف وزن فیلم‌ها قبل و بعد از پوشش با عصاره اندازه‌گیری شد. اختلاف وزن فیلم‌ها قبل و بعد از پوشش عصاره نشان‌دهندهٔ مقدار عصاره باقی‌مانده روی فیلم است. این مقدار برحسب $^{mg}/_{dm^2}$ بیان شد (Contini *et al.*, 2012).

روش اندازه‌گیری میزان مهاجرت ترکیبات فنلی به ماده مشابه چربی(اتانول)

مقدار کل ترکیبات فنلی مهاجرت کرده از فیلم‌ها به ماده مشابه چربی (اتانول ۹۵٪) به روش رنگ‌سنجی با استفاده از معرف فولین سیوکالتیو (Folin-Ciocalteau) اندازه‌گیری شد (Corrales *et al.*, 2009).

ابتدا ۱ دسی‌متر مربع از فیلم‌های *LDPE* حاوی غلظت‌های مختلف عصاره و همچنین فیلم فاقد عصاره (فیلم شاهد) به‌طور جداگانه در لوله‌های درپوش دار حاوی ۳ میلی‌لیتر اتانول ۹۵٪ - به گونه‌ای که اتانول در تماس با فیلم باشد- قرار گرفت. از هر یک از نمونه‌ها ۲ تکرار تهیه شد. سپس تمام لوله‌ها با درپوش، در تاریکی و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. میزان مهاجرت در روزهای اول، سوم و دهم نگهداری اندازه‌گیری شد. از اتانولی که در تماس با فیلم‌های LDPE حاوی غلظت‌های مختلف عصاره بود، به عنوان نمونه استفاده شد. برای تهیه نمونه شاهد از اتانول حاوی فیلم شاهد (فاقد عصاره) استفاده شد. از اسیدگالیک به عنوان استاندارد استفاده شد.از دستگاه اسپکتروفتومتر (مرئی-ماورا بنفش) CECIL ساخت جمهوری چک استفاده شد. با استفاده از منحنی استاندارد مقدار کل ترکیبات فنلی مهاجرت کرده از یک دسی‌مترمربع فیلم به اتانول، برحسب µg GA/ml (ppm) به دست آمد ([1]EEC/۸۹/۱۰۹، ۱۹۹۸).

تعیین مقدارشاخص پراکسیدبه روش یدومتری

جهت انجام این آزمون ازاستانداردملی ایران به شمارهٔ ۴۱۷۹ (۱۳۷۷)، استفاده شدوعددپراکسیدبرحسب میلی‌اکی‌والان اکسیژن درکیلوگرم ازفرمول زیرمحاسبه شد:

$$pv = \frac{\text{مقدار میلی لیتر مصرفی تیوسولفات سدیم} \times \text{نرمالیته تیوسولفات سدیم}}{\text{وزن نمونه بر حسب گرم}} \times 1000$$

$$\text{اسیدیته برحسب اسیدلوئیک} = \frac{\text{جرم مولکولی اسیداولئیک} \left(\frac{28}{2}\right) \times \text{میلی لیتر پتاس مصرفی} \times \text{نرمالیته پتاس}}{\text{وزن نمونه بر حسب گرم}}$$

تعیین مقداراسیدیته

برای اندازه گیری اسیدیته از روش استاندارد ملی ایران شماره ۴۱۷۸ (۱۳۸۳) استفاده شد. درنهایت اسیدیته برحسباسیداولئیک بااستفاده ازفرمول زیرمحاسبه شد:

تعیین عدد پراکسید به روش رنگ‌سنجی

جهت اندازه‌گیری مقدار پراکسید در نمونه‌های کره نگهداری شده در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد، از روش *IDF* استفاده شد. جهت انجام آزمون ابتدا ۰/۳ گرم از چربی ذوب شده در ۱۰ میلی‌لیتر مخلوط کلروفرم- متانول (به نسبت ۷ به ۳) حل شد. ۵۰ میکرولیتر محلول تیوسیانات آمونیوم ۳۰٪ اضافه و به خوبی بهم زده شد. ۵۰ میکرولیتر محلول کلرید آهن II اضافه و بخوبی به هم زده شد. بعد از ۵ دقیقه نگهداری در تاریکی و در دمای اتاق جذب محلول در طول موج ۵۰۰ نانومتر به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر مرئی- ماوراء بنفش *CECIL -2040* ساخت کشور سوییس اندازه‌گیری شد. جهت تهیه نمونه شاهد تمام مواد به جز نمونه کره اضافه شد. از محلول آهن III به عنوان استاندارد استفاده شد. مقدار پراکسید موجود در نمونه با استفاده از شیب خط منحنی استاندارد و بر اساس فرمول زیر برحسب

1- European Economic Community

میلی‌اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم چربی محاسبه شد (استاندارد ایـزو شمارهٔ ۳۹۷۶ و فدراسیون بین‌المللی لبنیات شمارهٔ ۷۴، ۲۰۰۶):

$$pv = \frac{E_1 - E_0}{55.84 \times 2 \times m \times b}$$

pv: مقدار پراکسید برحسب میلی‌اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم

E_1: جذب نمونه E_0: جذب شاهد

m: وزن نمونه b: شیب منحنی استاندارد

آزمون ارزیابی حسی

جهت ارزیابی ویژگی‌های حسی نظیر طعم، رنـگ، بـو و پـذیرش عمومی از آزمون هدونیک ۵ نقطه‌ای[1] استفاده شد. در این آزمون افراد بوسیله مشخص کردن اعداد ۱ تا ۵ نظر خود را اعلام نموده، بطوریکه عدد ۵ به منزله عالی، عدد ۴ به منزله خیلی خوب، عـدد ۳ بـه منزلـه خوب، عدد ۲ به منزله متوسط وعدد۱ به منزله ضعیف از نظر شـباهت به کره تازه بود. قبل از انجام آزمون کره‌ها از یخچال یا فریـزر خـارج شدند تا دمای آنها به ۱۹تا ۲۲ درجه سانتی‌گـراد برسـد. ویژگـی‌هـای حسی توسط ۶ نفر ارزیاب آموزش دیده بـا تکمیـل پرسشـنامه، مـورد ارزیابی قرار گرفت.

روش‌ها و ابزار تجزیه وتحلیل داده‌ها:

تمام آزمون ها با دوبار تکرار انجـام شـد. بـرای تجزیـه و تحلیـل داده‌ها از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی استفاده شـد. تیمار (غلظت عصاره) و زمان فاکتورهای اصلی بودند. از آزمـون چنـد دامنه‌ای دانکن برای تعیین تفاوت بین میانگین‌ها در سـطح اطمینـان ۵٪ استفاده شد. برای تمام تجزیه و تحلیل‌هـای آمـاری از نـرم افـزار SAS 9.1 و رویه GLM استفاده شد.

بحث و نتایج

مقدار عصاره باقی مانده روی فیلم

جدول ۱- مقدار عصاره خشک شده روی فیلم بعد از سه روز(mg/dm^2)

غلظت عصاره	٪۰/۱	٪۰/۱۵	٪۰/۲
مقدار عصاره خشک شده روی فیلم	۰/۰۳^{c}±۳/۰۵	۰/۰۲^{b}±۴/۴۲	۰/۰۵^{a}±۵/۰۶

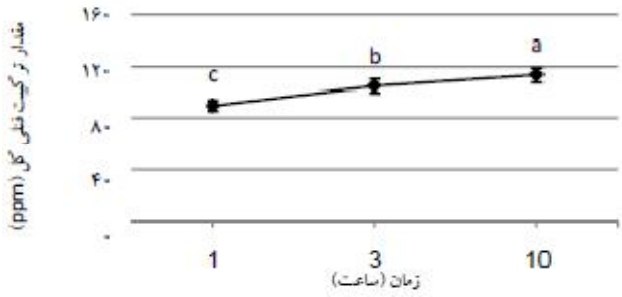
اعداد به دست آمده میانگین سه تکرار است.

حروف متفاوت نشاندهنده تفاوت آماری در سطح ۰/۰۵٪ می‌باشد($p<0/05$).

مهاجرت ترکیبات فنلی به ماده مشابه غذای چرب

با گذشت زمان میزان مهـاجرت ترکیبـات فنلـی افـزایش یافـت (شکل۱) ($p<۰/۰۵$). wessling و همکارانش در مورد مهـاجرت آلفـا توکوفرول به اتانول و روغن ذرت به نتایج مشـابهی دسـت یافتنـد. در تحقیق انجام شده توسط آنها مشخص شد که مهاجرت آلفا توکوفرول از ماتریکس فـیلم LDPE بـه اتـانول سـریعتر از روغـن آفتـابگردان صورت می‌گیرد (wessling *et al.*, 1998). مهـاجرت بـه اتـانول در تحقیق انجام شده توسط آنها کندتر از این تحقیق بود چراکـه در ایـن تحقیق ترکیبات فنلی عصاره تنها از طریـق نیروهـای وانـدروالس بـه سطح فیلم متصل شده اند بنابراین در تماس با اتانول در مـدت زمـان بسیار کوتاهی در آن حل می‌شوند.

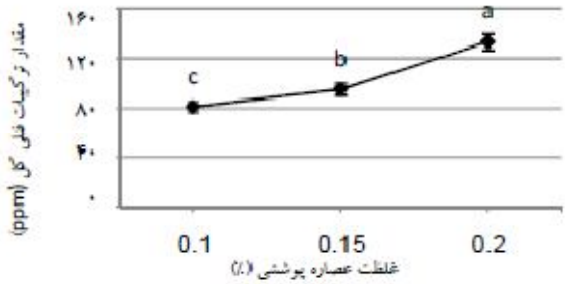
با افزایش غلظت عصاره پوششی (٪۰/۱، ٪۰/۱۵، ٪۰/۲) تفاوت معنـی‌داری در میـزان مهـاجرت بـه اتـانول مشـاهده شـد($p<۰/۰۵$) (شکل۲). مسلما با افزایش غلظت عصاره میزان ترکیبات فنلی افزایش یافته و مقدار بیشتری به اتانول راه میابد. در مورد اثر غلظت اولیه آنتی اکسیدان در مهاجرت کارواکرول از فیلم HDPE به روغن زیتـون بـه نتایج مشابهی دست یافتند.



حروف متفاوت نشاندهنده تفاوت آماری در سطح ۰/۰۵٪ می‌باشد($p<0/05$).

شکل۱- مقدار ترکیبات فنلی کل مهاجرت کرده از سطح فیلم بر اساس زمان (ppm/dm^2)

1- Five Point Hedonic



حروف متفاوت نشاندهنده تفاوت آماری در سطح ۰/۰۵٪ می‌باشد($p<0/05$).

شکل۲- مقدار ترکیبات فنلی مهاجرت کرده از سطح فیلم به اتانول بر اساس غلظت عصاره(ppm/dm^2)

نوع ماده‌ای که در تماس با پلیمر قرار می‌گیرد در رونـد مهـاجرت اثر گذار است. Wessling *et al.* (1998) بیان کردند کـه در مـدت زمان مشابه میزان مهاجرت پاداکسنده از فیلم پلیمری به اتـانول ۹۵٪ بیشتر از روغن آفتابگردان است. همچنین در میان روغن‌ها و چربی‌هـا هرچه میزان وسیکوزیته کمتر و نقطه جامد شدن پائین‌تر باشد، میـزان مهاجرت به ماده غذایی افزایش می‌یابـد (Sharma et al., 1990) . بنابراین انتظار می رود میزان مهاجرت ترکیبات فنلی بـه نمونـه کـره کمتر از میزان مهاجرت آنها به اتـانول ۹۵٪ (بـه عنـوان مـاده مشـابه غذای چرب) باشد. تحقیقات انجام شده بر روی تـاثیر دمـا بـر میـزان مهاجرت پاداکسنده از فیلم پلیمری به مواد غذایی نشان می‌دهـد کـه افزایش دما سبب افزایش میزان مهاجرت در یک زمان معین می‌گردد. بنابراین کـاهش دمـای نگهـداری از ۴°c به ۱۸°c، احتمـالا سـبب کاهش سرعت مهاجرت می‌شود (Wessling *et al.*, 1998;peltzer *et al.*, 2009)

تاثیر فیلم آنتی اکسیدانی بر روی پایداری کره پراکسید در دمای انجماد

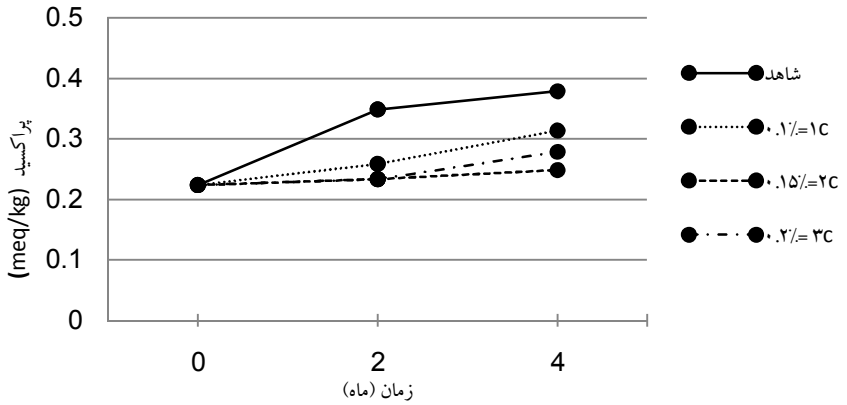
بر اساس نتایج با وجود کاهش سرعت واکنش‌هـای شـیمیایی در دمای انجماد، با گذشت زمـان اکسـایش چربـی در نمونـه‌هـای کـره صورت گرفته و مقدار پراکسید افزایش پیدا کـرده اسـت. اثـر غلظـت عصاره، زمان و همچنین اثر متقابل آنها در مقدار پراکسید نمونـه‌هـای کره موثر بود ($p<۰/۰۵$) (جدول ۲). بعد از دو ماه نگهـداری، تشـکیل پراکسید در نمونه شاهدنسبت به سایر نمونه‌ها (با بسته بنـدی حـاوی عصاره) بسیار سریعتر بود در حالیکه در دیگر نمونه‌ها تا ماه دوم مقدار پراکسید افزایش معنی‌داری نداشت. مطالعـات نشـان داده اسـت کـه عصـاره رزمـاری بـه واسـطه حضـور ترکیبـات فنلـی متعـدد هـم در چربی‌های همگن و هم در چربی‌های غیر همگـن (امولسـیون‌هـا) در جلوگیری از اکسیداسیون مؤثر می‌باشد. این ماده بـه دلیـل دارا بـودن ترکیبـات قطبـی‌تـر نظیـر اسـید کارنوزیـک و اسـید رزمارینیـک در چربی‌های همگن و به دلیل حضور ترکیبات بـا قطبیـت کمتـر نظیـر کارنوزول در امولسیون‌های روغن در آب و یا آب در روغن مؤثر اسـت (Akoh & Min, 2002).

در سایر نمونه‌ها با بسته بندی حاوی عصاره، پوشش عصاره روی سطح فیلم سبب شده تا هم عملکرد ضـد اکسایشـی ترکیبـات فنلـی عصاره در جلوگیری از اکسایش و افزایش دوره القا مؤثر باشـد و هـم انتقال اکسیژن از بیرون به درون بسته تا حدودی کـاهش پیـدا کنـد. همچنینی افزایش غلظت عصاره در افزایش عملکرد فیلم در جلوگیری از اکسایش موثر بوده است. در مورد نحوه اثر عصـاره در جلـوگیری از اکسایش کره های بسته بندی شده مـی‌تـوان گفـت ترکیبـات فنلـی پوشانده شده بر روی سطح فیلم، ابتدا به سطح و پس از آن به ساختار کره مهاجرت می‌کنند. پس از نفوذ به ساختار کره در سطح بـین آب و روغن تجمع کرده و رادیکال‌های آزاد و هیدروپراکسـیدها را از سـطح گویچه‌های چربی جذب می‌کنند. همچنین در فـاز آبـی تجزیـه اسـید کارنوزیـک بـه کـارنوزول و رزمـانول اتفـاق مـی‌افتـد و خاصـیت پاداکسندگی در طول زمان پایدار می‌ماند (Akoh & Min, 2002).

جدول۲- پراکسید نمونه‌های کره در دمای ۱۸°c- در مدت ٤ماه

زمان	پراکسید(meq/kg)			
(ماه)	شاهد	C۱	C۲	C۳
۰	۰/۰۰۷±۰/۲۲۵ ^{e}	۰/۰۰۷±۰/۲۲۵ ^{e}	۰/۰۰۷±۰/۲۲۵ ^{e}	۰/۰۰۷±۰/۲۲۵ ^{e}
۲	۰/۰۱۴±۰/۳۵ ^{ab}	۰/۰۲۸±۰/۲۶ ^{ed}	۰/۰۰۷±۰/۲۳۵ ^{e}	۰/۰۰۷±۰/۲۳۵ ^{e}
۴	۰/۰۲۱±۰/۳۸ ^{a}	۰/۰۰۷±۰/۳۱۵ ^{cb}	۰/۰۱۴±۰/۲۵ ^{ed}	۰/۰۲۸±۰/۲۸ ^{cd}

حروف متفاوت نشاندهنده تفاوت آماری در سطح ۰/۰۵٪ می‌باشد ($P<۰/۰۵$).



شکل ۳- اثر عصاره پوشانده شده بر سطح فیلم بسته بندی(LDPE) درجلوگیری از اکسایش کره در c°۱۸-

در شکل ۳ مشاهده می‌شود که در طی زمان نگهداری در دمای انجماد افزایش مقدار پراکسید در نمونه شاهد با سرعت ثابت انجام نگرفته است. به علت تجزیه هیدروپراکسیدها و تولید محصولات ثانویه اکسیداسیون، از ماه دوم تا چهارم نگهداری، سرعت تولید پراکسید در نمونه شاهد کاهش یافته است.

پراکسید در دمای یخچال

فرآیند اکسایش در کره با افزایش دمای نگهداری از انجماد به بالای صفر تسریع می‌شود. به همین دلیل در دماهای بالاتر از انجماد، فاکتورهایی نظیر حضور اکسیژن و پاداکسنده‌ها، نوع بسته‌بندی، زمان نگهداری و حضور فلزات تاثیر بیشتری بر روند اکسایش دارند (Crause *et al*., 2008).

همان طور که در جدول شماره۳ نشان داده شده است در دمای یخچال در تمام نمونه‌های مورد آزمون افزایش زمان سبب افزایش مقدار پراکسید شد (P<۰/۰۵). فیلم پلی اتیلن با دانسیته پایین دارای ساختار غیر خطی و منشعب است و کریستالینیتی نسبتا پایینی دارد به همین سبب نسبت به گازها نظیراکسیژن نفوذپذیر است و این امر در درجه حرارت های بالای صفر تاثیر بیشتری خواهد داشت (Pringer & Baner, 2000). به همین دلیل افزایش مقدار پراکسید کره بسته بندی شده با این فیلم در دمای یخچال مورد انتظار است.

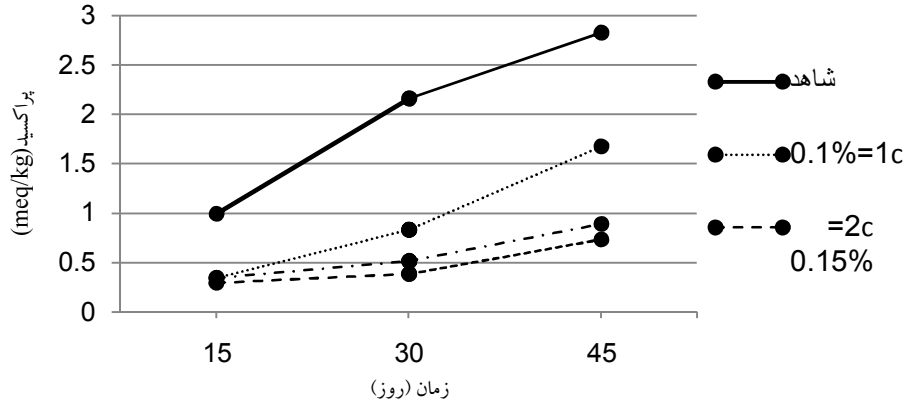
عصاره موجود بر روی فیلم جلوگیری از اکسایش موثر بود و با افزایش غلظت، اثر آنتی اکسیدانی پوشش افزایش یافت (P<۰/۰۵)(جدول۳). که علت آن مهاجرت آنتی اکسیدان به کره و تا حدودی ممانعت از عبور اکسیژن به داخل بسته توسط پوشش است. Zçegarska *et al.,* (1998) در مورد اثر عصاره رزماری با غلظت ۰/۰۵٪ و ۰/۱٪ در جلوگیری از اکسایش کره در دمای یخچال به نتایج مشابه دست یافتند. در این تحقیق همچنین اثر متقابل غلظت و زمان در میزان پراکسید نمونه‌ها در دمای یخچال معنی دار بود (P<۰/۰۵).

سرعت بالای اکسایش در نمونهٔ شاهد (فاقد عصاره) سبب شده است که با گذشت زمان افزایش سریع مقدار پراکسید اتفاق بیافتد (شکل۴). مهاجرت ترکیبات فنلی موجود بر روی سطح فیلم و عملکرد آنها به عنوان پاداکسنده، در جلوگیری از اکسایش چربی در کره موثر بوده است. به طوریکه تاروز سی‌ام نگهداری، اکسایش در نمونه‌های با بسته‌بندی حاوی عصاره بسیار کند صورت گرفته است. در روز سی‌ام اختلاف پراکسید بین نمونه فاقد عصاره و نمونه‌های حاوی عصاره بسیار بالا بود. به جهت نفوذپذیری بالای فیلم LDPE نسبت به اکسیژن، در روز چهل‌وپنجم همچنان در نمونه شاهد افزایش مقدار پراکسید دیده شد.

جدول ۳- پراکسید نمونه‌های کره در دمای ٤°C در مدت ٤٥ روز

زمان	پراکسید (meq/kg)			
(روز)	شاهد	C_1	C_2	C_3
۰	nd	nd	nd	nd
۱۵	۰/۱۴±۱ ^{d}	۰/۰۷±۰/۳۵ ^{f}	۰/۰۰±۰/۳ ^{f}	۰/۰۷±۰/۳۵ ^{f}
۳۰	۰/۰۰±۲/۱۷ ^{b}	۰/۰۷±۰/۸۴ ^{de}	۰/۰۰±۰/۳۹ ^{f}	۰/۱۸±۰/۵۲ ^{f}
۴۵	۰/۱۹±۲/۸۳۵ ^{a}	۰/۰۰±۱/۶۸ ^{c}	۰/۰۷±۰/۷۴ ^{e}	۰/۰۰۷±۰/۸۹۵ ^{de}

حروف متفاوت نشاندهنده تفاوت آماری در سطح ۰/۰۵٪ می‌باشد(P<۰/۰۵).



شکل٤- اثر عصاره پوشانده شده بر سطح فیلم بسته بندی(LDPE) درجلوگیری از اکسایش کره در ٤°C

در میان نمونه‌های با بسته‌بندی حاوی عصاره، پایین‌ترین غلظت عصاره (۰/۱٪) نسبت به سایر غلظت‌ها قدرت بازدارنگی کمتری داشت. با این حال در مدت نگهداری تفاوت معنی‌داری بین مقدار پراکسید این نمونه و نمونه شاهد مشاهده شد و این امر نشان‌دهنده اثر آنتی‌اکسیدانی مطلوب غلظت های پایین عصاره رزماری در کره می‌باشد. با وجود اینکه در تحقیقات گذشته اثر بازدارندگی عصاره رزماری در اکسایش کره گزارش شده است اما در غلظت های بالا امکان عملکرد پروکسیدانی این ماده وجود دارد. Ayar *et al.*, (2010) بیان کردند که افزودن عصاره رزماری با غلظت ۰/۲٪ به کره عملکرد پرواکسیدانی داشته و سبب افزایش مقدار پراکسید می‌شود. از این جهت مقدار عصاره راه یافته به کره باید مورد توجه قرار گیرد. در این تحقیق افزایش غلظت عصاره پوششی از ۰/۱۵ ٪ به ۰/۲ ٪ در هر دو دمای انجماد و یخچال نقشی در کاهش مقدار پراکسید نداشته و چه بسا با گذشت زمان و افزایش مهاجرت اثر پرواکسیدانی از خود نشان بدهد.

اسیدیته در دمای انجماد

با توجه به جدول ۴ با گذشت زمان در دمای انجماد مقدار اسیدیته در تمام نمونه‌ها افزایش یافت ($p<۰/۰۵$).

کره حاوی ۱۶٪ آب می‌باشد. هیدرولیز تری گلیسیریدها در حضور آب، سبب تولید اسیدهای چرب آزاد می‌گردد (Koczon *et al.*, 2008). به دلیل سرعت کم اکسایش، تجمع اسیدهای چرب تا ماه دوم نگهداری مشاهده شد. از ماه دوم تا چهارم نگهداری افزایش معنی‌داری در مقدار اسیدیته هر یک از نمونه‌ها دیده نشد. زیرا با پیشرفت اکسیداسیون، اسیدهای چرب اکسید شده و افزایش در مقدار آنها مشاهده نمی‌شود. همچنین با افزایش زمان نگهداری، تبخیر رطوبت از سطح کره سبب کاهش مقدار آب موجود در کره و کاهش هیدرولیز چربی می‌شود.

در طی مدت نگهداری مقدار اسیدیته در نمونه‌های بسته‌بندی شده با فیلم فاقد عصاره بیشتر از سایر نمونه‌ها بود. این فرضیه را می‌توان مطرح کرد که ترکیبات عصاره رزماری می‌توانند در سطح بین آب و چربی تجمع یافته و با احاطه کردن مولکول‌های آب از دسترسی آنها به چربی جلوگیری کنند.

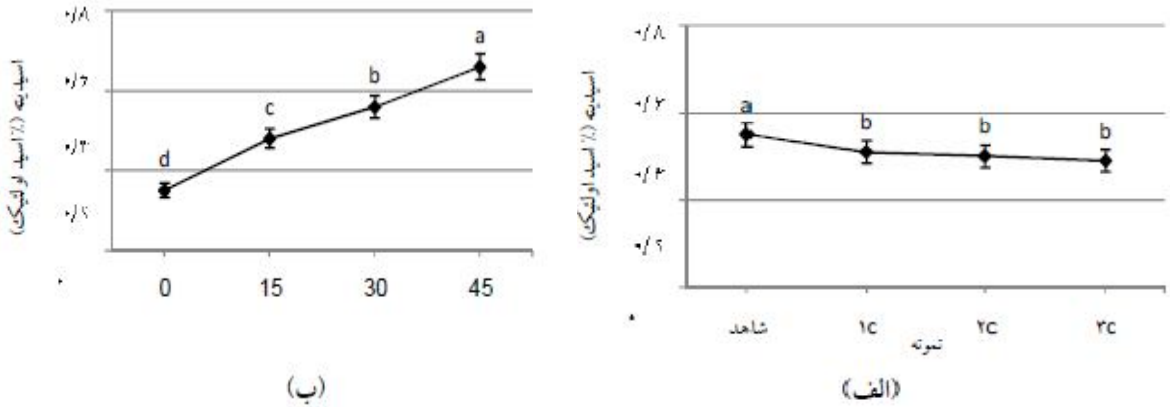
اسیدیته در دمای یخچال

در دمای یخچال نیز با افزایش زمان میزان اسیدیته نمونه‌ها افزایش یافت ($p<۰/۰۵$) (شکل۶). حضور عصاره روی فیلم تاحدودی با عث کاهش مقدار اسیدیته شد (شکل۵). که دلایل ذکرشده در بخش انجماد در این موارد هم صدق می کند. اثر متقابل زمان و غلظت عصاره در میزان اسیدیته نمونه ها معنی دار نبود($p>۰/۰۵$).

جدول ٤- اسیدیته نمونه‌های کره در ۱۸°C- در مدت ٤ ماه

زمان(ماه)	اسیدیته (oleic acid %)			
	شاهد	C۱	C۲	C۳
۰	۰/۳۵ ^{e}	۰/۳۵^{e}	۰/۳۵ ^{e}	۰/۳۵^{e}
۲	۰/۷±۰/۰۲^{a}	۰/۶۱±۰^{dc}	۰/۵۸±۰/۰۳^{d}	۰/۶۷±۰^{ab}
۴	۰/۶۸±۰/۰۲^{ab}	۰/۵۷±۰/۰۳^{d}	۰/۶۰±۰/۰^{dc}	۰/۶۴±۰/۰۴^{bc}

حروف متفاوت نشاندهنده تفاوت آماری در سطح ۰/۰۵٪ می‌باشد ($P<۰/۰۵$).



حروف متفاوت نشاندهنده تفاوت آماری در سطح ۰/۰۵٪ می‌باشد(P<۰/۰۵).

شکل ۵- اسیدیته نمونه‌های کره در ٤°C بر اساس (oleic acid %)

الف- غلظت عصاره روی فیلم، ب- در مدت ۴۵روز

ارزیابی حسی در دمای انجماد

اثر متقابل زمان و غلظت عصاره پوششی بر روی تغییرات فاکتورهای حسی طعم، رنگ، عطر و بو و پذیرش عمومی در دمای انجماد معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). فرآیندهای انجماد، اکسایش و هیدرولیز چربی می‌توانند در تغییر طعم کره در مدت زمانی نسبتاً طولانی مؤثر باشد (Decker *et al.*, 2010). در نمونه‌های بسته‌بندی شده بافیلم‌های حاوی عصاره با غلظت‌های بالا (۰/۲٪ و ۰/۱۵٪) نوعی طعم تلخ گزارش شد. تانن‌ها، دی ترپن‌ها و تری ترپن‌های فنلی از عوامل اصلی ایجاد کننده این طعم نامطلوب می‌باشند. در غلظت پایین‌تر عصاره، میزان تلخی پایین‌تر از آستانه تشخیص طعم تلخ است (Ayar *et al.*, 2010). به همین دلیل طعم نمونه‌های حاوی پایین‌ترین غلظت عصاره (۰/۱٪)، مشابه طعم نمونه فاقد عصاره و تا حدودی بهتر از آن بود. در دمای انجماد تغییر رنگ بسیار کم بود. اکسایش رنگدانه‌ها از عوامل تغییر رنگ کره به شمار می رود (Decker *et al.*, 2010). در ابتدا عطر و بوی نمونه شاهد به علت اکسایش بیشتر تغییر داشت. اما با گذشت زمان و افزایش مهاجرت عصاره به کره، بوی نمونه‌های کره تحت تاثیر بوی عصاره رزماری تغییر کرد. با افزایش غلظت عصاره پوششی، بوی رزماری در نمونه‌ها محسوس‌تر بود. در پایان مدت آزمون، نمونه C_1 (پایین ترین غلظت عصاره پوششی) بالاترین امتیاز را از نظر پذیرش عمومی در بین نمونه‌ها کسب کرد.

ارزیابی حسی در دمای یخچال

در دمای یخچال نیز اثر زمان و غلظت عصاره بر روی تغییرات فاکتورهای حسی طعم، رنگ، عطر و بو و پذیرش عمومی در دمای انجماد معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). ترکیبات مولد طعم تلخ که به آنها اشاره شد سبب کاهش کیفیت در غلظت‌های بالای عصاره شدند. در دمای یخچال ابتدا در اثر اکسایش رنگ نمونه‌ها بخصوص نمونه شاهد کاهش یافت سپس با گذشت زمان، در اثر تبخیر آب از سطح و تغییر تعادل امولسیون رنگ سطح کره‌ها به زرد تیره تغییر کرد. در این دما بوی عصاره رزماری سبب از بین رفتن بوی نامطلوب محصولات اکسیداسیون شد. در نهایت بهترین امتیاز از نظر پذیرش عمومی به نمونه C_1 (پایین ترین غلظت عصاره پوششی) رسید.

نتیجه گیری

با بررسی نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری شاخص پراکسید و مقدار اسیدهای چرب آزاد نمونه‌های کره و آزمون ارزیابی حسی مشخص شد که فیلم(LDPE) پوشانده شده با عصاره رزماری در جلوگیری از اکسایش و هیدرولیز چربی در کره و حفظ ویژگی‌های حسی محصول در دو دمای ۱۸- °C و ۴ °C موثر بود. افزایش غلظت عصاره رزماری میتواند سبب عملکرد پراکسیدانی و یا ایجاد تغییرات نامطلوب در ویژگی‌های حسی شود. بنابر این میزان بهینه عصاره باید مورد توجه قرار بگیرد. با وجود اینکه فیلم پلی اتیلن با دانسیته پایین نفوذپذیری بالا نسبت به اکسیژن دارد با جایگزین کردن سایر فیلم‌های پلیمری نتایج مطلوبتری حاصل می‌شود. از این نوع بسته بندی در محصولاتی نظیر کره که افزودن آنتی اکسیدان به طور مستقیم به آن‌ها مجاز نیست می‌توان استفاده کرد.

قدردانی

از شرکت کره یکتا و سرکار خانم مهندس لشگری به دلیل فراهم سازی کره و امکانات لازم برای بسته بندی کره سپاسگزاری

می‌گردد.

منابع

Akoh CC, Min DB. 2002. Food lipids: chemistry, nutrition, and biotechnology. In: Decker, EA (Ed). Antioxidant Mechanisms. 2th Edn. New York: Marcel Dekker Inc., pp: 535-555

Akoh CC, Min DB. 2002. Food lipids: chemistry, nutrition, and biotechnology. In: Reische DW, Lillard DA, Eitenmiller RR (Eds). Antioxidants. 2th edn., New York: Marcel Dekker Inc., pp: 512-529

Anonymous. 1383. Publication Iranian National Standard Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Edible fats and oils Determination of acidity. No: 4178.

Anonymous.1377. Iranian National Standard. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Determined the peroxide value in edible oils and fats. No:4179.

Ayar A, Sert D, Arslan D and Ozcan MM. 2010. The effect of some spice extracts on storage stability of yayik butter. World Applied Sciences Journal, 11(9): 1114-1123.

Brody AL, Bugusu B, Han JH, Koelsch Sand C, Mchugh TH. 2008. Innovative Food Packaging Solutions. Journal of Food Science, Vol. 73, Nr. 8: 107-116

Camo J, Lorés A, Djenane D, Beltrán JA, Roncalés P. 2011. Display life of beef packaged with an antioxidant active film as a function of the concentration of oregano extract. Meat Science, (88): 174-178

Contini C, Katsikogianni MG, O'Neill FT, O'Sullivan M, Dowling DP, Monahan , FJ. 2012. PET trays coated with Citrus extract exhibit antioxidant activity with cooked turkey meat. LWT Journal of Food Science and Technology, (47): 471-477.

Corrales M, Han JH, Tauscher B. 2009. Antimicrobial properties of grape seed extracts and their effectiveness after incorporation into pea starch films. International Journal of Food Science and Technology, (44): 425–433.

Decker EA, ELIAS RJ, McClements DJ. 2010 Oxidation in Foods and Beverages and Antioxidant Applications. In: Duncan S E, and Webster J B, Oxidation and Protection of Milk and Dairy Products. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Number 200 pp. 528 pp

EEC/89/109. 1988. Directive of 21 December on the approximation of the laws of the member states relating to materials and articles intended to come into contact with foodstuffs. Corrigendum O.J. n° L347 of 28.11.89, p.37

European Food Safety Authority. 2008. Scientific opinion of the panel on food additives, flavorings, processing aids and materials in contact with food on a request from the commission on the use of rosemary extracts as a food additive. The EFSA Journal, p: 1-29

Koczon p, gruczynska e, Kowalski b. 2008. Change in acid value of butter during storage at different temperatures as assessed by standard methods by ft-hr spectroscopy. American journal of food technology 3(3): 154-163

Krause AJ, Miracle RE, Sanders TH, Dean LL, Drake MA. 2008. The Effect of Refrigerated and Frozen Storage on Butter Flavor and Texture. J. Dairy Sci. 91:455–465

Lopez-Rubio A, Almenar E, Hernandez-Munoz P, Lagaròn JM, Català R, Gavara R. 2004. Overview of active polymer based technologies for food applications. Food Review International, 20 (4): 357-387.

Peltzer M, Wagner J, Jiménez A. 2009. Migration study of carvacrol as a natural antioxidant in high-density polyethylene for active packaging. Food Additives & Contaminants: Part A, 26:6, 938-946

Pereira de Abreu DA, Paseiro L, Maroto J, Cruz M. 2011. Natural antioxidant active packaging film and its effect on lipid damage in frozen blue shark (Prionace glauca). Innovative Food Science and Emerging Technologies 12: 50–55.

Piringer OG, Baner A L. 2000. Plastic Packaging Materials for Food. D-69469 Weinheim Federal Republic of Germany: WILEY-VCH Verlag GmbH, 566p.

Shahidi F. 1997. In F. Shahidi (Editor), Natural Antioxidants: Chemistry, Health Effects and Applications. AOCS Press, Champaign, Illinois.

Sharma GK, Madhura CV, Arya SS. 1990. Interaction of plastic films with foods. 2- Effect of polyethylene and polypropylene films on the stability of vegetable oils. Journal of food science technology, 27, 328-331

Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetric of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16: 144–158.

Tavassoli S, Emam Djomeh Z. 2011. Phenols, antioxidant potential and antimicrobial activity of methanol extract of rosemary (rosmarinus officinalis l.). Global Veterinaria 7 (4): 337-341.

Vermeiren L, Devlieghere F, Van Beest M, Kruijf N, Debevere J .1999. Developments in the active packaging of foods. Food Science & Technology, 10: 77±86.

Wessling C, Nielsen T, Giacin JR. 2001. Antioxidant ability of BHT- and α-tocopherol-impregnated LDPE film in packaging of oatmeal. J. Sci. Food Agric. SI, 194-201.

Wessling C, Nielsen T, Leufén A, Jägersta M. 1998. Mobility of α-tocopherol and BHT in LDPE in contact with fatty food simulants. Food Additives & Contaminants: Part A; 15: 709–715.

ZÇ egarska Z, Rafaøowski R, Amarowicz R, Karamac M, Shahidi F.1998. Stabilization of butter with deodorized rosemary extract. Z Lebensm Unters Forsch A, 206: 99±102

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 11, No. 2, Suumer 2015, p. 129-139

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۱۳۹-۱۲۸

Effect of Rosemay extract coated polymeric film (LDPE) for inhibition of butter oxidation

F.Tafreshi[1], M.Javanmard[2*] , M. Fahimdanesh[3]

Received: 30-06-2013
Accepted: 31-01-2015

Abstract

Antioxidant active packaging is one of the active packaging that prevents of lipid oxidation by releasing antioxidant during storage of food. In recent years the use of natural antioxidant instead of the synthetic variety in these packaging has been considered. The aim of this study was evaluating the performance of polymeric film coated with natural antioxidant (Rosemary Extract) to prevent lipid oxidation in butter. With three different concentrations (0.1%, 0.15%, 0.2%), the ethanolic extract of Rosemary was sprayed on the surface of low density polyethylene films (LDPE). Films without extract was used as control. Phenolic compounds migration from the surface of film to 95% ethanol (fatty food stimulant) was measured at 4ºc during 10 hours. With increasing time and extract concentration, migration to ethanol increased ($P<0.05$). Oxidative stability of pasteurized butter Components packaged with polyethylene film containing extract and without extract was evaluated in freezing (-18°c) and refrigeration (4°c) temperatures during 4 months and 45 days respectively. The index value of peroxide, free fatty acids (FFA) and sensory characteristics of the samples were investigated during storage. In both temperature, coating of extract on the surface of polyethylene film resulted in reduction of peroxide value and free fatty acids in butter samples ($P<0.05$). In both temperatures, increasing the extract concentration caused flavor changing of butter and consequently decreasing in public acceptability ($P<0.05$). Film coated with an extract concentration of 0.1% produced most desirable oxidative stability and sensory characteristics at both temperatures.

Keywords: Active Packaging, Polymeric Film, Rosemary Extract, Butter Oxidation, Migration.

1,3- Former Student and Assistant Professor, food Science and Technology Azad University, Gouds unit, Tehran, Iran
2- Associat Professor, Iranian Research Organizalion For Science and Technology, Tehran, Iran
(* - Corresponding Author Email: javanmard@irost.ir)