مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال نهم، شماره 1، بهار 1393، صفحات 100-93

اثر بسته‌بندی نان تست با فیلم نانوکامپوزیت پلی‌اتیلن-رس بر کیفیت و ماندگاری آن

فاطمه کشاورزیان[1]، فوژان بدیعی[2]، سید مهدی سیدین اردبیلی[3]، مریم هاشمی[4]، زاهد احمدی[5] ، سید ابراهیم حسینی[6]

1- نویسنده مسئول: دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
پست الکترونیکی: Fatima_9644@yahoo.com
2- نویسنده مسئول: دانشیار پژوهشی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج، ایران، پست الکترونیکی: fjbadii@gmail.com
3- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
4- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقاتی بیوتکنولوژی میکروبی و ایمنی زیستی، پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران، کرج، ایران
5- استادیار پژوهشکده رنگ و پلیمر دانشگاه صنعتی امیرکبیر ، تهران، ایران
6- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: 92/2/25 تاریخ پذیرش: 92/5/20

چکیده

سابقه و هدف: استفاده از بسته‌بندی مناسب، روشی مؤثر بر کاهش روند بیاتی نان و سایر فرآورده‌های نانوایی است. در این پژوهش اثر بسته‌بندی با دو فیلم نانوکامپوزیت پلی‌اتیلن-رس با ضخامت‌های 45 و 50 میکرومتر بر کاهش بیاتی و افزایش ماندگاری نان تست معمولی بررسی شد.

مواد و روش‌ها: میزان رطوبت، سفتی بافت، خواص حرارتی (آنتالپی ذوب یخ و انتالپی ذوب نشاسته رتروگرید شده) و گسترش آلودگی کپکی نان‌های بسته‌بندی شده در فیلم‌های نانوکامپوزیت هر دو روز یک بار در مدت 10 روز نگهداری در دمای محیط اندازه‌گیری و با نان نگهداری شده در بسته‌بندی معمولی (شاهد) مقایسه شد.

یافته‌ها: نتایج به دست آمده نشان داد که استفاده از فیلم‌های نانوکامپوزیت برای بسته‌بندی نان تست، باعث افزایش ماندگاری رطوبت نسبت به نمونه شاهد می‌شود. مطالعه خواص حرارتی نان‌های تست نشان داد که آنتالپی ذوب یخ در نان شاهد کمتر از سایر نمونه‌ها بود ولی آنتالپی ذوب کریستال‌های تشکیل‌شده در اثر بیاتی در نان‌های شاهد نسبت به نمونه‌های بسته‌بندی شده در فیلم‌های نانوکامپوزیت افزایش یافت که این نشان‌دهنده گسترش بیشتر بیاتی در نان شاهد است. رشد کپک‌ها در پایان زمان نگهداری در کلیه نمونه‌ها افزایش یافت و فیلم‌های نانوکامپوزیت به دلیل حفظ بیشتر رطوبت نان قادر به مهار کپک‌ها نبودند.

نتیجه گیری: فیلم‌های نانوکامپوزیت پلی‌اتیلن-رس بیاتی نان تست را به تأخیر انداختند ولی نتوانستند رشد کپک‌ها را در نان کنترل کنند. بنابراین در صورت استفاده از این نوع بسته‌بندی‌ها برای نان و محصولات مشابه، افزودن ترکیبات ضدمیکروبی به فرمولاسیون فیلم نانوکامپوزیت ضروری است.

واژگان کلیدی: بیاتی، فیلم نانوکامپوزیت، بسته‌بندی نانوکامپوزیتی، نان تست، آنتالپی ذوب

• مقدمه

نان و سایر محصولات نانوایی جایگاه ویژه‌ای در تغذیه انسان دارند و منبع اصلی تأمین‌کننده انرژی در بسیاری از نقاط دنیا هستند. بیاتی از عوامل مهم ایجاد ضایعات نان است و به مجموعه تغییرات فیزیکوشیمیایی مختلفی اطلاق می‌شود که پس از فرآیند پخت در محصولات صنایع نانوایی روی می‌دهد و باعث کاهش طعم و مزه، افزایش سفتی مغز نان، افزایش تبلور نشاسته، کاهش ظرفیت جذب آب مغز نان، تغییر در ویژگی های گرمایی و بطورکلی عدم پذیرش نان و محصولات نانوایی توسط مصرف‌کننده در مدت نگهداری می‌شود (2، 1). سرعت بیاتی و تبلور نشاسته با استفاده از روش‌های فیزیکوشیمیایی مختلفی بررسی می‌شود. اندازه‌گیری مقدار تغییر آنتالپی و افزایش آن در مدت نگهداری نان، روشی مناسب برای مطالعه بیاتی نان و محصولات نانوایی است و

Archive of SID
www.SID.ir

به کمک دستگاه کالریمتری روبشی افتراقی DSC (Differential Scanning Calorimetry) می‌توان خواص میکروسکوپی نان را در مدت نگهداری اندازه‌گیری کرد (4، 3).

راه‌های مختلفی برای جلوگیری و یا کاهش بیاتی نان بکار می‌رود. در این میان کاربرد بسته‌بندی مناسب روشی کارآمد و مطلوب برای کاهش بیاتی نان و فرآورده‌های نانوایی می‌باشد. *Venkateswara* و همکاران در سال 1986 نشان دادند که نان بسته بندی شده با کاغذ مومی و نان بسته بندی شده با پلی‌اتیلن در مدت نگهداری نسبت به نان بسته‌بندی نشده، رطوبت کمتری را ازدست می‌دهد (5). *Prasad* و همکاران در سال 1986 با بکارگیری2درصد اسید سوربیک و بسته‌بندی دو لایه پلی‌اتیلن عمر ماندگاری نان را تا 10روز افزایش دادند (6). *Castle* و همکاران در سال 1994 بیان داشتند که کاغذ مومی برای بسته‌بندی و نگه‌داری کوتاه مدت نان ساندویچی مناسب است ولی استفاده از آن به‌دلیل نفوذ پذیری بالا نسبت به رطوبت و هزینه زیاد محدود است (7).

مقدادیان و همکاران در سال 1383 نشان دادند که استفاده از لایه های غیر قابل نفوذتر به بخار آب مانند پلی‌پروپیلن جهت‌دار شده و پلی‌پروپیلن و فیلم‌های مرکب و چند لایه تا حدود زیادی، خواص کیفی نان از جمله درصد رطوبت، میزان بیاتی و امتیاز نهایی نان را بهبود می‌بخشد، اما به دلیل مناسب بودن محیط برای رشد اسپور کپک‌ها، مقاومت در برابر کپک‌زدگی این نمونه ها کمتر بود (8).

یوسفلی در 1385 نشان داد که نان‌های سنگک و بربری بسته‌بندی شده با پلی اتیلن حداقل بیاتی و حداکثر ماندگاری را پس از 24 ساعت نگهداری در دمای 10 درجه سانتی‌گراد داشتند (9). احمدی و همکاران در سال 1389 نشان دادند که استفاده از فیلم‌های متیل سلولزی، بیاتی نان باگت را فقط یک روز به تأخیر انداخت (10). *Rasmussen* و *Hansen* در سال 2001 نشان دادند که بسته‌بندی نان در اتمسفری حاوی CO_2 افزایش یافته باعث افزایش ماندگاری نان از نظر میکروبی می‌شود ولی اثری بر سرعت بیاتی نان سفید ندارد (11).

کاربرد نانوتکنولوژی در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی در سال‌های اخیرگسترش زیادی یافته و در حال تجاری شدن است. افزودن مواد نانویی باعث بهبود خواص ممانعت‌کنندگی پلیمرها در برابر گازهایی نظیر اکسیژن و دی‌اکسید کربن، افزایش ممانعت‌کنندگی در برابر اشعه ماوراءبنفش، استحکام مکانیکی، سفتی، پایداری و مقاومت حرارتی پلیمر پایه می‌شود. علاوه بر ویژگیهای فوق، بهداشتی بودن، قیمت مناسب و قابل رقابت بودن با بسته‌بندی‌های معمولی از عوامل مهم در کاربرد صنعتی بسته‌بندی‌های نانویی است. به همین دلایل کاربرد نانوتکنولوژی در صنعت بسته‌بندی رو به افزایش است (12). نانوکامپوزیت‌ها موادی چند فاز هستند که حداقل در یکی از فازهای آن یک بعد در اندازه زیر 100 نانومتر وجود داشته باشد. نانو کامپوزیت‌های رس نوعی از نانوکامپوزیت‌ها هستند که در آنها لایه‌های نانو رس در بستر پلیمری قرار می‌گیرند. وارد کردن صفحات نانویی رس به درون پلیمر، مسیر زیگزاگی را بوجود می‌آورد که عبور آب، اکسیژن، آروما و ترکیبات رنگی را به تأخیر می‌اندازد و بنابراین سرعت نفوذ را کاهش می‌دهد. (13). ستاری نجف آبادی و همکاران در سال 1388 به این نتیجه رسیدند که با به کار بردن فیلم‌های حاوی نانوذرات نقره، تعداد کلی میکروب‌ها و کپک‌ها به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت (14).

در این پژوهش از دو فیلم نانوکامپوزیت پلی‌اتیلن-رس با ضخامت‌های 45 و 50 میکرومتر برای بسته‌بندی نان تست معمولی استفاده شد و اثر این بسته‌بندی‌ها بر ماندگاری، میزان گسترش بیاتی و خواص حرارتی نان تست بررسی و با نان در بسته‌بندی معمولی (شاهد) مقایسه شد.

• مواد و روش‌ها

تهیه فیلم های مورد استفاده در بسته‌بندی: فیلم‌های نانوکامپوزیت پلی‌اتیلن-رس در پژوهشکده رنگ و پلیمر دانشگاه صنعتی امیرکبیر تهیه شد. پلی اتیلن 0075 تولید پتروشیمی بندر امام و نانورس Closite 30B از شرکت Southern Clay (بدون تیمار سطحی) تهیه شد. آمیزه کامپوزیت پلی اتیلن نانو رس با استفاده از دستگاه آمیزه سازی Brabender ساخت آلمان تولید شد و فیلم سه لایه پلی‌اتیلن با دانسیته پایین حاوی 1درصد نانو رس به روش اکسترود کردن توسط دستگاه اکسترودر مدل Kiefel ساخت آلمان با دو ضخامت 45 و 50 میکرومتر تولید شد. ضخامت فیلم‌ها با استفاده از میکرومتر دیجیتالی ساخت شرکت Mitutoyo کشور ژاپن با دقت 0/001 میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

بسته‌بندی نان: نان تست معمولی از شرکت تولیدی نان آوران تهیه گردید. نان تست در سه نوع فیلم پلیمری به ترتیب زیر بسته‌بندی شد: فیلم بسته بندی رایج در بازار از

Archive of SID
www.SID.ir

جنس پلی اتیلن با دانسیته پایین با ضخامت 45 میکرومتر (فیلم شاهد)، پلی اتیلن سه لایه با ضخامت 45 میکرومتر حاوی1درصد نانو رس (فیلم شماره یک) و پلی اتیلن سه لایه با ضخامت 50 میکرومتر حاوی 1درصد نانو رس (فیلم شماره دو). نمونه‌های نان پس از بسته‌بندی در خط تولید فورا به مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی- کرج انتقال یافتند و در دمای محیط نگهداری شدند و هر دو روز یک بار آزمایش‌های زیر روی نمونه‌ها صورت گرفت:

آزمون میکروبی: این آزمون طبق روش AACC به شماره 42-50 صورت می‌گیرد. شمارش کپک‌ها در سه تکرار با استفاده از پورپلیت روی محیط کشت پوتیتو دکستروز آگار انجام گرفت. پرگنه ها پس از 3 روز قرار گرفتن درون گرمخانه در دمای 25 درجه سانتی‌گراد شمارش شدند (15).

اندازه گیری درصد رطوبت: رطوبت نان بر اساس استاندارد AACC به شماره A 15-44 در دمای 105 درجه سانتی‌گراد به مدت 24 اندازه‌گیری شد (16).

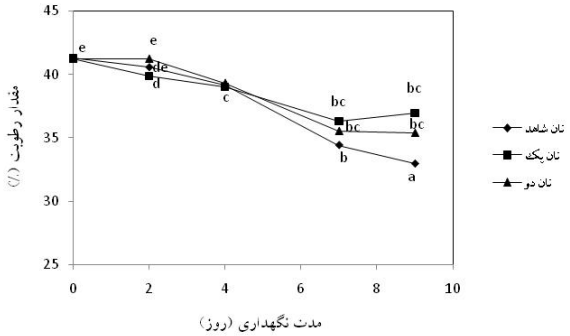
اندازه‌گیری سفتی بافت نان: این آزمون مطابق استاندارد AACC به شماره 09-74 و با استفاده از بافت سنج اینسترون مدل H5SK–Hounsfield ساخت انگلستان اجرا شد. ابتدا نان به صورت قطعات یکسان با ابعاد 5×5 سانتی متر روی صفحه نگهدارنده قرار داده شد و از لود سل 500 کیلو نیوتن استفاده شد. پروپ استوانه‌ای شکل به قطر 50 میلی متر و با سرعت 100 میلی متر در دقیقه بافت نان را به میزان 4 میلی متر فشرده ساخت و حداکثر نیروی لازم جهت فشرده کردن بافت نان (F_{max}) تعیین گردید که بیانگر میزان سفتی بافت نان بود. این عمل برای سه قطعه نان در یک بسته انجام گرفت و پس از تعیین میانگین، نتایج حاصل برای هر نمونه گزارش شد (17).

تعیین خواص حرارتی نان تست با روش کالریمتری روبشی افتراقی (DSC): حدود 5 میلی‌گرم نمونه در ظروف کوچک DSC از جنس آلومینیوم پر و کاملاً دربندی شد. ابتدا DSC ساخت شرکت Mettler Toledo سوئیس از نظردما و انتالپی با ایندیوم ($T_{m,onset}$=156.6ºC, ΔH=28.45J/g) کالیبره شد. ظرف کوچک خالی DSC از جنس آلومینیوم به عنوان معرف در نظر گرفته شد. نمونه‌ها از 50°C- تا 180°C با سرعت 5 °C/min گرم شدند. آنتالپی ذوب (ΔH_m) با محاسبه سطح زیر منحنی ذوب توسط نرم افزار STAR^e system محاسبه شد (18).

ارزیابی آماری داده‌ها : آزمایش‌ها در قالب طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد و داده های آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار SPSS تجزیه و تحلیل شدند. در این پژوهش برای مقایسه میانگین ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن با حداکثر خطای قابل قبول 1درصد ($p<0.01$) استفاده شد.

• یافته‌ها

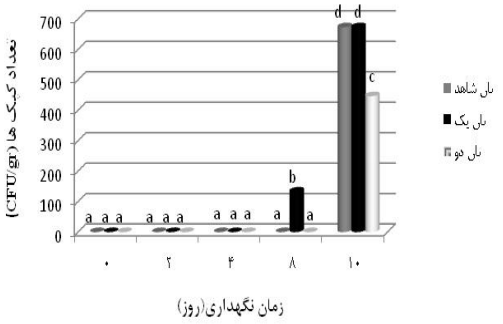
مقدار رطوبت نان تست: شکل1 نشان می‌دهد که نوع بسته‌بندی‌های به کار رفته بر میزان رطوبت در مدت نگهداری اثر داشته‌اند. بدین ترتیب که در ابتدای نگهداری تا روز چهارم رطوبت نان در تمام بسته‌ها وضعیت یکسانی داشته است ولی بعد از روز ششم و تا پایان زمان نگهداری مقدار رطوبت نان داخل بسته‌های شماره1 و شماره 2 افزایش معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد نشان داده است. مقدار رطوبت در بسته شماره 1 و 2 در پایان مدت نگهداری با یکدیگر اختلاف آماری نداشتند.



شکل 1. مقایسه تغییر مقدار رطوبت بافت نان تست بسته‌بندی شده در فیلم‌های نانویی و فیلم معمولی در مدت نگهداری (حروف متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف آماری معنی دار در سطح 5درصد می باشد)

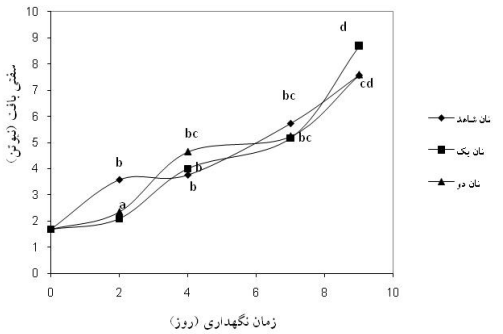
میزان رشد کپک‌ها در نان تست: تأثیر فیلم‌های نانوکامپوزیت بر تعداد کپک‌ها درشکل 2 نشان داده شده است. همان گونه که مشاهده می‌شود رشد کپک‌ها در نان تست در بسته شماره 1 از روز هشتم به طور معنی‌داری افزایش نشان داده است. در پایان زمان نگهداری نان بسته-بندی شده در فیلم معمولی (شاهد) از نظر گسترش آلودگی وضعیت مشابهی با نان بسته بندی شده در فیلم شماره 1 داشت ولی میزان آلودگی نان داخل بسته شماره 2 به طور معنی‌داری کمتر از سایر بسته‌ها بود.

Archive of SID
www.SID.ir



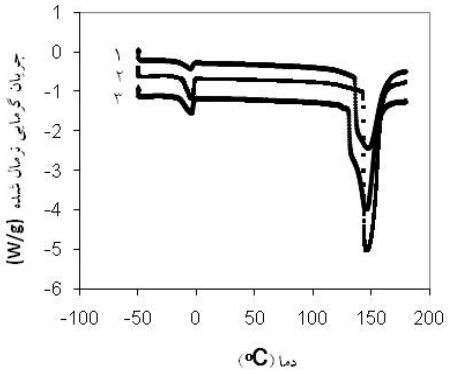
شکل 2. مقایسه شمارش کپک نان تست بسته‌بندی شده در فیلم‌های نانویی و فیلم معمولی در مدت نگهداری
(حروف متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌دار در سطح 5درصد می‌باشد)

سفتی بافت نان تست معمولی: مطابق شکل3 در مدت نگهداری سفتی بافت نان بسته‌بندی شده در فیلم‌های نانوکامپوزیت و نمونه شاهد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند و روند تغییر سفتی بافت در تمام نمونه‌ها یکسان است.



شکل 3. مقایسه تغییر سفتی بافت نان تست بسته‌بندی شده در فیلم‌های نانویی و فیلم معمولی در مدت 10 روز نگهداری
(حروف متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف آماری معنی دار در سطح 5درصد می‌باشد)

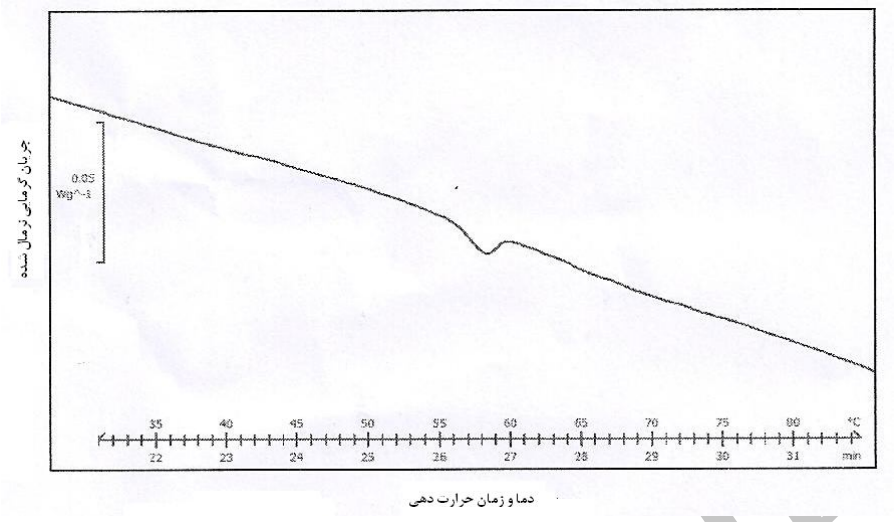
خواص حرارتی نان تست: شکل 4 دمانگاشت DSC بدست آمده برای نان تست معمولی را نشان می‌دهد. در این دمانگاشت سه پدیده مهم گرمایی مشاهده شد. ابتدا تغییر گرماگیری با دمای ابتدایی حدود ^{o}C 12- و دمای پایانی در اطراف صفر درجه سانتی‌گراد ظاهر شد که عمدتاً به دلیل تغییر حالت فیزیکی آب آزاد در نان و ذوب شدن آن می‌باشد. نتایج مشابهی قبلاً توسط *Rasmussen and Hansen* در سال 2001 و *Ribotta and Le Bail* در سال 2007 گزارش شده‌است (11، 2). در ادامه حرارت‌دهی پیک گرماگیر بسیار کوچکتری به دست آمد که به دلیل ژلاتینه شدن نشاسته رتروگرید شده در مدت نگهداری است ولی به دلیل کوچک بودن آن در این دمانگاشت قابل رؤیت نیست. این پیک در محدوده دمایی 50 تا 70 درجه سانتی‌گراد مشاهده شد که با بزرگ کردن تصویر تا چهار برابر تصویر اولیه قابل رویت است (شکل5). در ادامه پیک گرماگیر بسیار بزرگتری با دمای ابتدایی حدود ^{o}C 130رؤیت شد که مربوط به ذوب شدن کمپلکس آمیلوز-لیپید است. آمیلوز کمپلکس‌هایی را با ید، الکل‌ها و اسیدهای چرب تشکیل می‌دهد. این کمپلکس در نان و سایر محصولات نانوایی که حاوی چربی و امولسیفایرها هستند، تشکیل می‌شود. در اثر حرارت‌دهی نان در DSC کریستال‌های نوع Vکمپلکس آمیلوز- لیپید ذوب و روی دمانگاشتDSC بصورت پیک گرماگیری در دمایی بالاتر از دمای ژلاتینه‌شدن نشاسته ظاهر می‌شود (11).



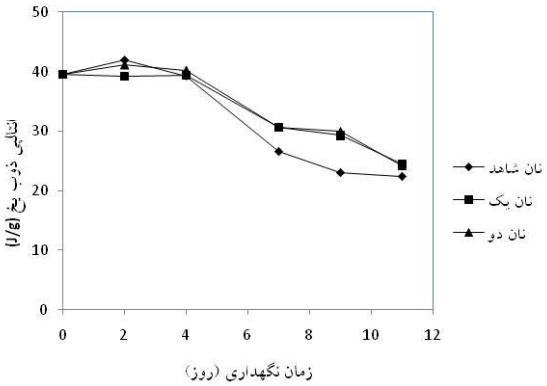
شکل4. دمانگاشت‌های گرماسنج پویشی تفاضلی برای نان تست بسته‌بندی شده در فیلم‌های نانویی و فیلم معمولی پس از 4 روز نگهداری در 25 درجه سانتی‌گراد

تغییر آنتالپی پدیده‌های گرماگیر مشاهده شده روی دمانگاشت DSC، با محاسبه سطح زیر منحنی‌های آنها به کمک نرم‌افزار دستگاه تعیین شد. شکل 6 آنتالپی مربوط به تغییر حالت فیزیکی آب در نان تست بسته‌بندی شده در فیلم‌های نانویی و نان شاهد را نشان می‌دهد. در تمام نمونه‌ها با افزایش زمان نگهداری آنتالپی ذوب یخ در نان کاهش یافت و نشان می‌دهد که با ادامه نگهداری و افزایش بیاتی نان، مقدار آب آزاد در نان کاهش یافته است. مطابق این شکل از روز ششم نگهداری مقدار آنتالپی ذوب یخ در نان شاهد نسبت به دو نمونه دیگر کاهش یافته است.

Archive of SID
www.SID.ir

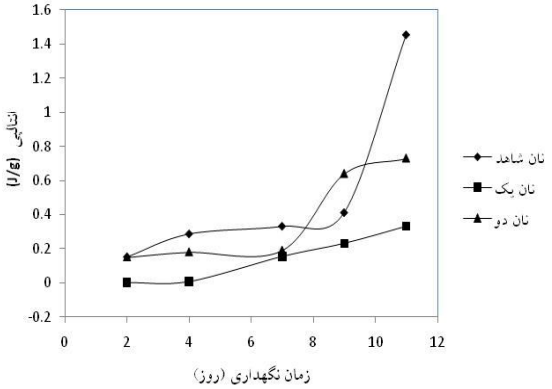


شکل5. تغییر گرماگیر مربوط به ذوب نشاسته رتروگرید شده برای نان تست بسته‌بندی شده در فیلم نانویی شماره 2 پس از 4 روز نگهداری در 25 درجه سانتی‌گراد



شکل6. آنتالپی ذوب یخ در نان تست بسته‌بندی شده در فیلم‌های نانویی و فیلم معمولی در مدت 10 روز نگهداری

همان طور که قبلاً اشاره شد، پیک گرماگیر دوم مربوط است به ذوب شدن بخشی از نشاسته که در اثر فرآیند بیاتی از حالت آمورف به شکل کریستال تبدیل شده است. سطح زیر این منحنی گرماگیر نشان‌دهنده انتالپی ذوب کریستال‌های تشکیل شده در اثر رتروگراداسیون نشاسته در مدت نگهداری است. شکل 7 اثر نوع بسته‌بندی و زمان نگهداری را بر انتالپی ذوب نشاسته رتروگرید شده نشان می‌دهد. با افزایش زمان نگهداری در تمام نمونه‌ها به تدریج آنتالپی افزایش می‌یابد ولی در مورد نان تست در بسته‌بندی معمولی مقدار انتالپی ذوب بویژه در پایان زمان نگهداری به شدت افزایش یافته‌است و نشان می‌دهد که بیاتی در این نمونه نسبت به نان در سایر بسته‌بندی‌ها گسترش بیشتری داشته است.



شکل 7. آنتالپی رتروگراداسیون نشاسته در نان تست بسته‌بندی شده در فیلم‌های نانویی و فیلم معمولی در مدت 10 روز نگهداری

www.SID.ir

• بحث

در این پژوهش از دو فیلم نانوکامپوزیت پلی‌اتیلن-رس با ضخامت‌های 45 و 50 میکرومتر برای بسته‌بندی نان تست معمولی شرکت نان‌آوران استفاده شد و اثر این نوع بسته‌بندی بر تغییر خواص فیزیکوشیمیایی، روند بیاتی و گسترش آلودگی میکروبی نان در مدت 10 روز نگهداری بررسی گردید.

بسته‌بندی نان تست با فیلم‌های نانوکامپوزیت باعث افزایش معنی‌دار ماندگاری رطوبت و حفظ تازگی نان نسبت به نان بسته‌بندی شده در فیلم معمولی (شاهد) می‌شوند. پخش شدن لایه‌های نانورس در ماتریکس پلیمری مسیرهای پرپیچ و خمی برای عبور مولکول‌های بخارآب و گازها ایجاد می‌کند و سرعت انتقال بخارآب را کاهش می‌دهد (13، 12). هرچه پخش‌شدگی نانوذرات رس در پلیمر زمینه بیشتر و یکنواخت‌تر باشد سرعت عبور بخارآب و گازها کمتر می‌شود. به‌همین دلیل میزان رطوبت نان در بسته‌های نانوکامپوزیتی بطور معنی‌داری (بویژه در پایان زمان نگهداری) نسبت به نان شاهد افزایش یافته است. افزایش رطوبت نان در داخل بسته باعث حفظ تازگی نان می‌شود. گرچه رطوبت بیشتری در بسته‌های نانوکامپوزیت حفظ شده است ولی سفتی بافت نان تست در تمامی بسته‌ها بایکدیگر اختلاف آماری نداشتند. نتایج آنالیز حرارتی نان تست با استفاده از دستگاه DSC نشان داد که از روز ششم تا پایان زمان نگهداری میزان آنتالپی ذوب یخ در نان‌های شاهد کمتر از سایر نمونه-هاست و نشان می‌دهد که آب آزاد در نان بسته‌بندی شاهد نسبت به دو نمونه دیگر کمتر است. نان تست معمولی طی فرآیند پخت کاملاً ژلاتینه شد زیرا تغییر گرماگیر مربوط به ژلاتینه‌شدن نشاسته در نان تازه طی حرارت‌دهی در DSC مشاهده نشد. در مدت نگهداری نان، نشاسته ژلاتینه شده، به تدریج رتروگرید (Retrogradation) شده و مجدداً تشکیل کریستال می‌دهد که در اثر حرارت‌دهی در DSC و ذوب کریستال‌ها به صورت تغییر گرماگیر نشان داده می‌شود. با افزایش زمان نگهداری سطح زیر منحنی گرماگیر مربوط به ذوب کریستال‌های نشاسته بزرگتر می‌شود و نشان‌دهنده تغییر انرژی حاصل از ذوب کریستال‌های آمیلوز و آمیلوپکتین است که در اثر رتروگرید شدن نشاسته در مدت نگهداری تشکیل شده‌اند. نتایج مشابهی توسط *Shaikh* و همکاران در سال 2007 نیز گزارش شده‌است (3). نتایج نشان داد که آنتالپی ذوب کریستال‌های تشکیل‌شده و در نتیجه بیاتی در نان شاهد نسبت به نمونه‌های بسته‌بندی شده در فیلم‌های نانوکامپوزیت بیشتر است.

نتایج آزمون میکروبی نشان داد که در بسته نانوکامپوزیت شماره1 که میزان رطوبت بالاتری دارد، رشد کپک‌ها از روز هشتم نگهداری شروع می‌شود و در پایان زمان نگهداری گسترش کپک‌ها در بسته شماره1 و فیلم شاهد، مشابه یکدیگرند. حضور نانوذرات رس داخل فیلم پلیمری باعث کاهش نفوذپذیری و عدم خروج بخار آب از درون بسته‌ها می‌شود و درنتیجه کاهش میزان خروج بخار آب و کندانس شدن آن در داخل بسته شرایط را برای رشد کپک‌ها مساعد می‌کند. مشابه این نتایج را نجف آبادی در سال 1388 به دست آورده بود (14).

نتایج نشان داد که استفاده از فیلم‌های نانوکامپوزیت پلی‌اتیلن-رس برای بسته‌بندی نان، باعث کاهش میزان انتقال بخار آب و خروج آب از بسته شد. این امر باعث بهبود خواص نان و حفظ تازگی آن در مدت نگهداری گردید ولی از طرفی با افزایش رطوبت داخل بسته شرایط برای رشد کپک‌ها فراهم شد و فیلم‌های نانوکامپوزیت به‌تنهایی قادر نبودند که رشد کپک‌ها را در داخل بسته مهار کنند. بنابراین درصورت استفاده ازاین نوع بسته‌بندی‌ها برای نان و محصولات مشابه، افزودن ترکیبات ضدمیکروبی به فرمولاسیون فیلم نانوکامپوزیت ضروری می‌باشد (19).

Archive of SID

www.SID.ir

References

1.Majzoobi M, Mesbahi GH, Sariri F, Farahnaky A, Jamalian J. Effect of sugar beet pulp on the qulity of Barbari bread. Res J Food Sci Tech 2009; 1: 6-14 [in Persian].

2.Ribotta P, Le Bail A. Thermo-physical assessment of bread during stailing. LWT 2007; 40: 879-84.

3.Shaikh IM, Ghodke SK, Ananthanarayan L. Stailing of chapatti (Indian unleavened flat bread). Food Chem 2007; 101: 113-19.

4. Roos YH. Phase transitions in foods. Academic Press 1995. P. 288-240.

5.Venkateswara GR, Leelavathi K, Haridas RP, Shurpalekar SR. Changing in the quality characteristics of chapati during storage. Cereal Chem 1986; 63: 131-135.

6.Prasad N, Santhanam K, Roa M. Protein quality of preserved bread. Nutri Report Inter 1986; 33: 1005-11.

7.Castle L, Nichol G, Gilbert Y. Migration of mineral hydrocarbons into foods. IV: Waxed paper for packaging dry food including bread, confectionary and domestic use including microwave cooking. Food Addit Contamin 1994; 11: 79-80.

8.Meghdadian N, Shahedi M, Kabir GH. Optimization of Taftoon bread shelflife using different packaging. J Sci and Technol Agricul Natur Resour, Water Soil Sci 2004; 8: 157-70 [in Persian].

9.Yusefli M. Investigation on different methods in packaging and storage of flat bread in order to decrease losses [final report]. Karaj: Agricultural Engineering Research Institute; 2006, 87/251[in Persian].

10.Ahmadi E, Azizi MH, Hadian Z. Effect of ultrasound treatment on methylcellulose film properties and application of modified films in packaging of baguette bread. Iranian J Nutr Sci Food Tech 2010; 5: 11-18 [in Persian].

11.Rasmussen PH, Hansen A. Staling of wheat bread stored in modified atmosphere. LWT 2001; 34: 487-91.

12.Silvestre, C., Duraccio, D. adnd Cimmino, S. 2011. Food packaging based on polymer nanomaterials. Progress in Polymer Science, 36(12), 1629-782.

13.Alexander M, Dubois P. Polymer-layered silicate nanocomposites: preparation, properties and uses of a new class of materials. Materials Science and Engineering 2000; 28: 1-63.

14.Sattari M, Minaee S, Azizi MH, Afshari H. Effects of nanofilms packaging on organoleptic and microbial properties of bread. Iranian J Nutr Sci Food Tech 2010; 4: 65-74 [in Persian].

15.AACC. American Association of Cereal Chemists. Approved Method of the AACC. Compailed and Published by the Approved Methods Committee. Method 42-50.The Association St. Paul, MN. 1988.

16.AACC. American Association of Cereal Chemists. Approved Method of the AACC. Compailed and Published by the Approved Methods Committee. Method 44-15A.The Association St. Paul,MN. 1976.

17.AACC. American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of the AACC. Compailed and Published by the Approved Methods Committee. Method 74-09. The Association St Paul, MN. 1995.

18.Behlau, L and Widmann, G. Collection applications thermal analysis, food. Mettler Tolledo 2008; 15-16.

19.Rodriguez A, Nerin C, Battle R. New cinemmon-based active paper packaging against Rhizopusstolonifer food spoilage. J. Agric. Food Chem. 2008; 56: 6364–69.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of packaging in polyethylene-clay nanocomposite film on quality and storage life of sliced bread

Keshavarzian F[1], Badii F*[2], Seyedain Ardebili S.M[3], Hashemi M[4], Ahmadi Z[5], Hosseini S.A[6]*

*1- *Corresponding author: M.Sc. Graduate of Food Science & Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, E-mail:*Fatima_9644@yahoo.com

*2-*Corresponding author: Associate Prof, Agricultural Engineering Research Institute, Karaj, Iran,*

E-mail: fjbadii@gmail.com

3- Assistant Prof, Faculty of Agricultural, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

4- Assistant Prof. Dept. of Microbial Biotechnology & Biosafety, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran (ABRII), Karaj, Iran

5- Assistant Prof. of Color and Polymer Research Center, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran

6- Assistant Prof, Faculty of Agricultural, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Received 15 May, 2013 **Accepted 11 Aug, 2013**

Background and Objectives: Packaging is an effective way to decrease staling of bread and other bakery products. This study determined the effect of two types of polyethylene-clay nanocomposite film with thicknesses of 45 and 50 µm on the decrease in staling and increase in the shelf-life of sliced bread.

Materials and Methods: Sliced bread was packed in polyethylene (control) or nanocomposite film and stored at 25°C for 10 d. The water content, hardness, thermal properties (melting enthalpy of ice and retrograde starch), and microbial stability of the bread samples were measured at 2 day intervals.

Results: Water retention was higher for samples packed in nanocomposite film. The melting enthalpy of ice measured by DSC was lower, but the melting enthalpy of starch was higher for the control, indicating that nanocomposite packaging delayed the staling of the bread samples. The growth of mold was high in all samples. The nanocomposite film could not control mold growth because of the higher moisture content inside this type of packaging.

Conclusion: The nanocomposite film retarded staling of sliced bread; however, it did not control mold growth. The addition of anti-microbial agents to the nanocomposite film is required to take advantage of the increased preservation of freshness from this type of packaging.

Keywords: Staling, Nanocomposite film, Nanocomposite packaging, Sliced bread, Melting enthalpy

Archive of SID

www.SID.ir