تاثیر فیلم‌های کامپوزیتی نانولوله کربنی و نانوذرات اکسیدروی بر خواص حسی و آلودگی میکروبی خرمای مضافتی

پری‌ناز عسگری[a*]، امید مرادی[b]، بهجت تاج الدین[c]

[a]دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[b] استادیار گروه علوم پایه، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[c]استادیار، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۱۰/۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۱۱/۲۳

چکیده

مقدمه: خرما یکی از محصولات بسیار مهم ایران است که نقش مهمی در تغذیه مردم دارد. حدود ۳۵ درصد از میزان کل خرمای تولیدی کشور به دلایل مختلف از جمله بسته‌بندی نامناسب، غیر علمی و غیر بهداشتی به ضایعات تبدیل می‌گردد که با توجه به ارزش اقتصادی این محصول، همچنین اهمیت نانوتکنولوژی در افزایش کارایی بسته‌بندی در نگهداری موادغذایی، اثر فیلم‌های کامپوزیتی نانولوله کربنی و نانوذرات اکسیدروی بر روی خواص حسی و آلودگی میکروبی خرمای مضافتی بررسی شد.

مواد و روش‌ها: خرمای مضافتی از بازار تهران خریداری گردید و در بسته‌های پلی‌اتیلنی خالص (نمونه شاهد، w) و فیلم‌های حاوی نانو لوله‌های کربنی و نانو ذرات اکسیدروی (CZ)، در سه سطح (۲، ۱ و ۰/۱ درصد) بسته‌بندی و در فواصل زمانی ۹۰ روزه مورد آزمون واقع شد. نتایج با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: مشخص شد که بار میکروبی، در صورت استفاده از فیلم‌های کامپوزیتی نانولوله کربنی و نانوذرات اکسیدروی، به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد، در واقع تعداد باکتری‌های لاکتیکی در نمونه حاوی نانولوله کربنی و نانو ذرات اکسید روی در سطح ۲ درصد ۰/۸۳ سیکل لگاریتمی کاهش نشان داد.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد، در صورت استفاده از فیلم فوق می‌توان مدت ماندگاری خرمای مضافتی را بدون اثر نامطلوب بر روی ویژگی‌های حسی افزایش داد. در این پژوهش، بهترین نتیجه مربوط به فیلم‌های ترکیبی نانولوله کربنی و نانوذرات اکسیدروی با ۲ درصد اکسیدروی (CZ۱) می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: *نانو لوله‌های کربنی، نانوذرات اکسیدروی، بسته‌بندی، خرمای مضافتی*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: Asgari.parinaz@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

سالانه ۳۰ درصد از محصولات کشاورزی تولید شده در کشور به ضایعات تبدیل می شود که۷ تا ۸ درصد آن به علت بسته بندی نامناسب است (میرنظامی ضیابری، ۱۳۸۷). امروزه جهت بسته‌بندی خرما با روش‌های جدید، احتیاج به کارگاه‌های بسیار مجهز و بهداشتی می‌باشد. آنچه در حال حاضر در ایران برای بسته‌بندی خرما معمول است بسته‌بندی در سبدی از برگ خرما، جعبه‌های چوبی، کیسه‌های پلاستیکی و کنفی، حلب و قوطی‌های مقوایی، فلزی و جدیدا نیز بسته‌بندی پلاستیکی می‌باشد (سرائی، ۱۳۷۵). خرمای مضافتی رقم غالب در بم و دارای درصد بالایی از رطوبت (بیش از ۲۰ درصد) می باشد، بنابراین می‌تواند مورد تهاجم میکروارگانیزم‌ها قرار گیرد که درنتیجه قند موجود در آن به اسید (اسید لاکتیک و اسید استیک) تبدیل می‌شود و منجر به فساد آن می‌شود و به دلیل ایجاد طعم ترش، آن را غیر قابل مصرف می‌کند (اشرف جهانی، ۱۳۸۱).

یکی از عوامل مهم در بازاریابی مواد غذایی نحوه عرضه آنها به بازار می‌باشد. اولین چیزی که مصرف کننده هنگام خرید به آن توجه می‌کند بسته‌بندی محصول است (سرائی، ۱۳۷۵). بسته‌بندی به عنوان صنعتی با اهمیت در صنایع غذایی مطرح است. اصولا فیلم یا پوشش به عنوان لایه‌ای یکپارچه بر روی مواد غذایی قرار داده می‌شود. در واقع پوشش همان فیلمی است که برای ماده غذایی به کار برده می‌شود. عملکرد آنها، ایجاد یک سد در مقابل انتقال مواد (آب، گاز و چربی)، حفظ و انتقال اجزای مواد غذایی و افزودنی‌ها (رنگ‌ها، طعم دهنده‌ها و نظایر آنها)، جلوگیری از رشد میکروارگانیزم‌ها در سطح ماده غذایی و نیز حفاظت مکانیکی آنها می‌باشد (مقصودلو و همکاران، ۱۳۸۴؛ میرنظامی ضیابری، ۱۳۸۷).

مواد اولیه بسته بندی از نظر جنس مصرفی برای مواد غذایی عبارتند از: فلز، شیشه، کاغذ، پلاستیک، فویل و جعبه‌های چوبی (Vaclavic & Christian, 2008). پلاستیک ها پلیمری از ترکیبات هیدروکربنه مشتق شده از نفت خام و گاز می‌باشند (Akelah, 2013). فیلم‌های پلیمری بر اساس استفاده برای بسته‌بندی مواد غذایی شامل انواع مختلف هستند مانند PE (پلی اتیلن)، که معمولا به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند و عبارتند از: HDPE (پلی اتیلن با دانسیته بالا) و LDPE (پلی اتیلن با دانسیته کم)؛ PP (پلی پروپیلن)، PVC (پلی وینیل کلراید) و غیره(Akelah, 2013).

هر چند پلیمرها انقلابی را در صنایع غذایی ایجاد کردند و دارای مزایای متعددی هستند اما، اشکال عمده آنها نفوذپذیری به گازها و مولکول های کوچک دیگر می‌باشد. برخی از پلیمرها نسبت به پلیمرهای دیگر در این موارد بهتر عمل می‌کنند، به عنوان مثال، PET (پلی اتیلن ترفتالات) بازدارنده خوبی برای اکسیژن است، درحالی که HDPE قابلیت بازدارندگی قابل توجهی در برابر بخار آب در مقایسه با PET نشان می‌دهد. در پلیمرهای زیستی مشتق شده از پلی ساکاریدها مانند نشاسته، نفوذپذیری آنها وابستگی بیشتری به رطوبت دارد، که سودمندی این نوع فیلم‌ها را به شدت محدود کرده است. استفاده از فیلم‌های بیوپلیمری به دلیل مشکلات مرتبط با عملکرد آنها، حساسیت ذاتی به آب و مقاومت نسبتا کم به ویژه در محیط‌های مرطوب با محدودیت‌هایی همراه است(Rhim & Ng, 2007; Azeredo, 2009; Arora & Padua, 2009; Duncan, 2011). کیتوزان نیز از این خصوصیت مستثنی نبوده و ویژگی آبدوستی و درنتیجه خصوصیات مکانیکی ضعیف آن در محیط های مرطوب و ناکافی بودن مقاومت حرارتی و سختی، کاربرد تنهای آن را در صنعت بسته بندی با مشکل روبرو کرده است .بنابراین ممکن است جهت استفاده مستقیم درتماس با غذا مناسب نباشد(Rhim, 2006).

همانطور که گفته شد فیلم‌ها دارای نقش حفاظت کنندگی هستند که می‌توان بواسطه افزودن ترکیبات تقویت کننده و یا کامپوزیت کردن، ویژگی‌های فیلم‌ها را بهبود داد. به منظور حفظ کیفیت، کاهش ضایعات و افزایش بهره‌وری زمینه‌های علمی مختلفی از جمله نانو تکنولوژی مورد توجه قرار گرفتند (امامی‌فر و همکاران، ۱۳۸۹؛ عبدالهی و همکاران، ۱۳۹۰؛ Azeredo, 2009; Sorrentino, 2007). نانو تکنولوژی فناوری جدیدی است که تمام دنیا را فراگرفته است و به تعبیر دقیق‌تر نانو تکنولوژی بخشی از آینده نیست بلکه تمام آینده است. فناوری نانو واژه‌ای است کلی، که به تمام فناوری‌های پیشرفته در عرصه کار در مقیاس نانو اطلاق می‌شود (۱-۱۰۰ نانومتر) (Greiner, 2009; Azeredo, 2009)

Archive of SID

www.SID.ir

(Langer &Hosseini, 2006). می‌توان گفت فناوری نانو انقلاب صنعتی دیگری خواهد بود(Bhushan, 2010). منظور از نانوذره، همانگونه که از نام آن مشخص است، ذراتی با ابعاد نانومتری می‌باشد (امامی‌فر و همکاران، ۱۳۹۰). نانوذرات براساس این که چه تعداد از ابعاد آنها در مقیاس نانو باشد به سه گروه نانوکره‌های سه بعدی، نانولوله‌های دو بعدی و نانولایه‌های تک بعدی تقسیم می‌شوند (Azeredo, 2009؛ امامی‌فر و همکاران، ۱۳۸۹). نانولوله‌های کربنی در سال ۱۹۹۱ کشف شدند و در حقیقت لوله‌هایی از گرافیت می‌باشند. اگر صفحات گرافیت را پیچیده و به شکل لوله در بیاوریم، به نانولوله‌های کربنی می‌رسیم. این نانولوله‌ها دارای اشکال و اندازه‌های مختلفی هستند و می‌توانند تک دیواره یا چند دیواره باشند (ستاری نجف آبادی و همکاران، ۱۳۸۸).

مسئله دیگری که در رابطه با فناوری نانو مورد توجه قرار گرفت، تاثیر بر سلامت انسان است. نگرانی استفاده از نانو مواد برای بسته‌بندی مواد غذایی ناشی از درمعرض قرارگرفتن غیر مستقیم و مهاجرت نانوذرات از ماده بسته‌بندی می‌باشد. برای مصرف کنندگان نهایی همانطور که گفته شد بخش عمده نگرانی‌ها در مورد مهاجرت نانوذرات به ماده غذایی می‌باشد، که بنا به گزارش‌های بدست آمده از میزان مهاجرت یون‌های نقره و اکسید روی در آب پرتقال بسته بندی شده در فیلم‌های کامپوزیتی نانوذرات نقره و اکسیدروی، نشان داده شد که میزان مهاجرت یون‌های نقره و اکسید روی درون آب پرتقال کمتر از حد از مجاز بود، میزان مهاجرت یون های روی به آب پرتقال بیشتر از نقره گزارش شده است که با توجه به ایمن بودن روی در کاربرد های غذایی، برای مصرف کننده مخاطره بر انگیز تلقی نمی‌شود (امامی فر و همکاران، ۱۳۹۰). در آخرین گزارش‌های منتشر شده از FDA[1] آمریکا و EFSA[2] اروپا به ارزیابی خطرات بالقوه فناوری نانو پرداخته شد و در حال حاضر ابهامات خاص و اطلاعات محدودی برای ارزیابی خطرات ممکن در مواد غذایی وجود دارد(Silvestre, 2011). مطالعات انجام شده در سال ۲۰۰۵ برای سبزیجات در تماس با فیلم های نانوکامپوزیتی رس / نشاسته هیچ روند کاهش در محتوای آهن و منیزیم، را نشان نداد. Avella و همکاران (۲۰۰۵) ادعا کردند که نتایج هیچگونه مهاجرت قابل توجهی از عناصر تشکیل دهنده نانوکامپوزیت‌های رس به ماده غذایی را نشان نداده است. تحقیقات ایمنی در مورد بدن در این زمان پراکنده و ناقص است. تیمارهای نظری پیش‌بینی کرده است که ذرات مونتموریلونیت با اصلاح سطح جاسازی شده در ماتریس پلیمرهای مختلف، و مهاجرت پلیمرهای نانوکامپوزیتی در تماس با مواد غذایی بعید می باشد.

همانطور که اشاره شد اخیرا وضعیت تجاری و درک مفاهیم بهداشتی این فن آوری نیزمورد بحث قرار گرفته است. این کاربردها انتخاب شدند چرا که در آنها نانوذرات بطور مستقیم به مواد غذایی قابل مصرف افزوده نمی‌شوند و در نتیجه احتمال بیشتری برای عرضه آنها در کوتاه مدت به بازار وجود دارد.

علیرغم رشد بسیار زیاد در این زمینه، فناوری نانو در زمینه مواد غذایی، هنوز یک رشته ناشناخته است. مهمترین کاربرد آن در حوزه غذا در صنعت بسته بندی خواهد بود (Bouwmeester, 2009). نانو کامپوزیت‌ها جایگزین مناسبی برای پلیمرهای سنتی و بهبود ویژگی آنها می‌باشد (Arora & Padua, 2009). بنابراین هدف از تحقیق حاضر تاثیر فیلم‌های کامپوزیتی نانولوله کربنی و نانوذرات اکسیدروی بر خواص حسی و آلودگی میکروبی خرمای مضافتی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

- تهیه فیلم پلی‌اتیلنی حاوی نانولوله‌های کربنی و نانوذرات اکسیدروی

گرانول‌های پلی‌اتیلن سبک (شاخص جریان ذوبی ۲ گرم در هر ۱۰ دقیقه و دانسیته ۰/۹۲ گرم بر میلی‌لیتر) و ترکیبات نانولوله کربنی و نانوذرات اکسیدروی با قطر متوسط ۳۰ نانومتر و درجه خلوص ۹۹ درصد از شرکت پیشگامان نانو در مشهد و زایلن (با وزن مخصوص ۰/۸۷۵ و نقطه جوش ۱۳۷-۱۴۳) تهیه گردید. ظرف حاوی مخلوط زایلن و پلی‌اتیلن سبک بر روی هیتر مگنت در درجه حرات ۹۰c° و سرعت ۲۴۰ دور در دقیقه به مدت ۱ ساعت و ۳۰ دقیقه قرار گرفت، سپس مخلوط نانولوله و نانوذرات

[1] Food and Drug Administration

[2] European Food Safety Authority

Archive of SID
www.SID.ir

اکسیدروی همگن شده به آن اضافه و مجددا همگن گردید. مخلوط حاصل درون ظروف ریخته و به مدت ۴۸ ساعت در دمای محیط و آون تحت خلاء قرار داده شد.

- بسته‌بندی و انبارمانی

خرمای مضافتی (صادراتی بم) از بازار تهران خریداری و درون فیلم‌های تهیه شده با ضخامت ۵۰ میکرومتر بسته‌بندی گردید و در دمای محیط برای ۹۰ روز نگهداری شد. آزمون‌های میکروبی و ارزیابی حسی در روزهای صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ پس از انبارمانی انجام شد.

- آزمون‌های میکروبی

آماده سازی محیط کشت MRS جامد[1] جهت شمارش باکتری های لاکتیکی مطابق استاندارد ملی ایران، شماره ۱۱۳۲۵؛ آماده سازی محیط کشت پلیت کانت آگار[2] مطابق استاندارد ملی ایران، شماره ۵۲۷۲ و همچنین آماده سازی محیط کشت دیکلران-۱۸٪ گلیسرول آگار[3] (DG18) مطابق استاندارد ملی ایران، شماره ۲-۱۰۸۹۹، انجام شد.

۲۵ گرم از نمونه خرما به ۲۲۵ میلی‌لیتر محلول رقیق کننده سرم فیزیولوژی منتقل شد تا رقت 10^{-1} حاصل شود، از آن برای درست کردن رقت‌های تا 10^{-5} استفاده شد. برای شمارش میکروب‌ها از هریک از رقت‌های ساخته شده به میزان ۰/۱ میلی‌لیتر با پی‌پت استریل بر روی محیط کشت منتقل و به شکل سطحی کشت داده شد و پس از ۲۴ تا ۴۸ ساعت گرمخانه گذاری در انکوباتور(Binder، آمریکا)، کلنی‌های حاصله توسط دستگاه کلنی شمار مورد شمارش قرار گرفت.

- آزمون‌های حسی

آزمون حسی با کمک ۱۰ نفر پانلیست و با استفاده آزمون ناپارامتری کریسکال والیس[4] برای خرمای مضافتی در طی انبارمانی انجام شد. در این آزمون خواسته شد تا محصول را از نظر بافت، عطر و طعم و مقبولیت عمومی با استفاده از درجه بندی کیفی ۵ امتیازی(۵ برای خیلی خوب و ۱ برای خیلی بد) امتیاز دهی نمایند.

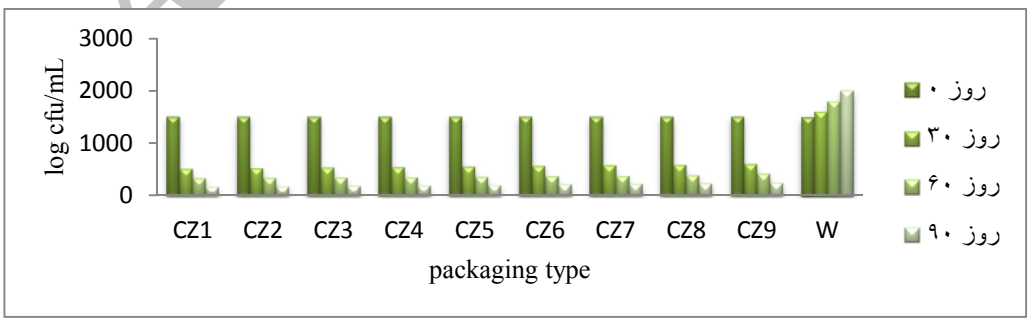
- تجزیه و تحلیل آماری

به منظور تجزیه و تحلیل آماری نتایج به دست آمده بوسیله آزمون‌های آماری چند دامنه‌ای دانکن با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ مقایسه شد.

یافته‌ها

- شمارش میکروبی

مشاهدات حاصل از شمارش میکروبی نشان داد (نمودارهای ۱، ۲ و ۳) که جمعیت میکروبی در نمونه‌های شاهد برای تمام گروه‌ها، در مدت زمان نگهداری افزایش یافت. به ترتیب، در طی ۹۰ روز نگهداری افزایشی معادل ۰/۲۵ و ۰/۱۱ سیکل لگاریتمی در شمارش باکتری‌های لاکتیکی(نمودار ۲) و شمارش کلی (نمودار ۳)، مشاهده شد. همچنین تعداد کپک و مخمر برای فیلم های ترکیبی نانولوله کربنی و نانوذرات اکسید روی، در مدت زمان نگهداری، ۰/۹۴ سیکل لگاریتمی کاهش نشان داد (نمودار ۱).



نمودار ۱- شمارش کپک‌ها و مخمرها در طی ۹۰ روز نگهداری در دمای محیط

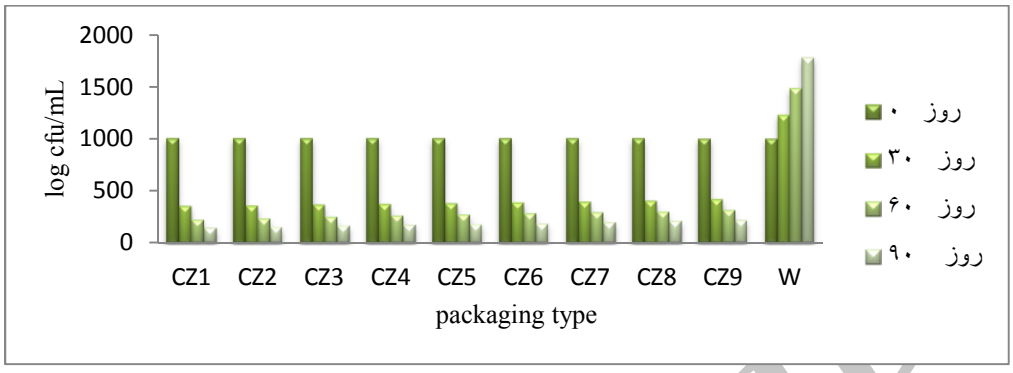
[1] de Man-Rogasa-Sharpe [2] Plate Count Aagar [3] Dichloran 18% mass fraction Glycerol Agar [4] Kruskal Walis

Archive of SID

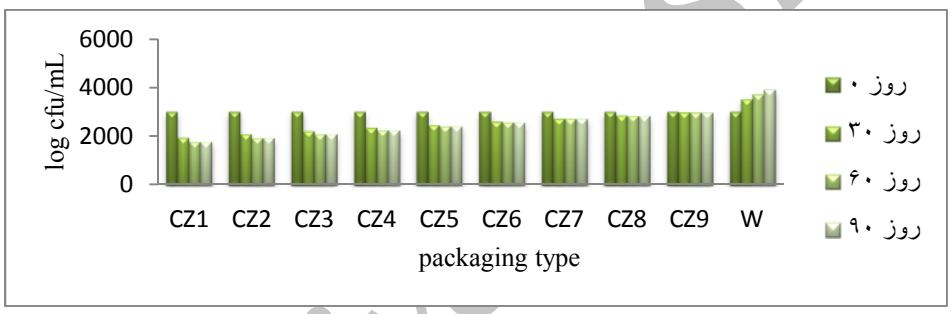
www.SID.ir

- **ارزیابی حسی**

نتایج ارزیابی حسی نمونه شاهد و فیلم های حاوی نانوذرات اکسید روی و نانولوله کربنی به تفکیک در جداول ۱، ۲ و ۳ آورده شده است. نتایج نشان داد که برای تمام نمونه‌ها در طی ۳۰ روز نگهداری تفاوت معنی‌داری از نظر آماری در عطر و طعم، بافت و مقبولیت عمومی مشاهده نشد ($P < 0.05$).



نمودار ۲- شمارش باکتری‌های لاکتیکی در طی ۹۰ روز نگهداری در دمای محیط



نمودار ۳- شمارش کلی میکروارگانیزم‌ها در طی ۹۰ روز نگهداری در دمای محیط

جدول ۱- عطر و طعم

	عطر و طعم(روز ۰)	عطر و طعم(روز ۳۰)	عطر و طعم(روز ۶۰)	عطر و طعم(روز ۹۰)
Chi-Square	۰	۱۲/۰۲۹	۱۹/۹۵۰	۶۰/۸۱۰
درجه آزادی	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱
Sig	۱	۰/۹۳۹	۰/۵۲۴	۰

جدول ۲- بافت

	بافت(روز ۰)	بافت(روز ۳۰)	بافت(روز ۶۰)	بافت(روز ۹۰)
Chi-Square	۰	۹/۱۹۸	۱۶/۹۳۴	۲۸/۰۱۶
درجه آزادی	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱
Sig	۱	۰/۹۸۸	۰/۷۱۵	۰/۱۴۰

جدول ۳- مقبولیت عمومی

	مقبولیت عمومی(روز ۰)	مقبولیت عمومی(روز ۳۰)	مقبولیت عمومی(روز ۶۰)	مقبولیت عمومی(روز ۹۰)
Chi-Square	۰	۱۵/۶۷۹	۲۴/۹۴۸	۴۲/۱۰۸
درجه آزادی	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱
Sig	۱	۰/۷۸۷	۰/۲۴۹	۰/۰۴

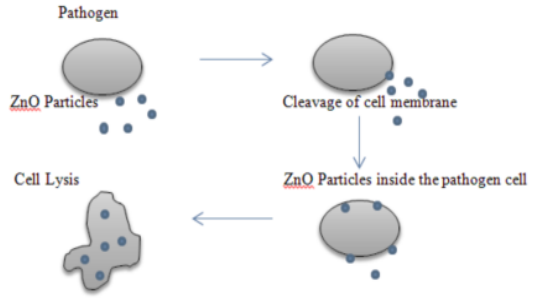
Archive of SID

www.SID.ir

بحث

- شمارش میکروبی

باتوجه به نتایج به دست آمده، مشاهده شد که در نمونه شاهد در طی ۹۰ روز نگهداری تعداد کپک و مخمر ۰/۱۲ سیکل لگاریتمی افزایش یافت، در حالی که در فیلم‌های ترکیبی نانو لوله کربنی و نانوذرات اکسید روی ۰/۹۴ سیکل لگاریتمی کاهش دیده شد (نمودار ۱)، همچنین برای باکتری‌های لاکتیکی ۰/۸۳ (نمودار ۲) و برای شمارش کلی ۰/۲۳ (نمودار ۳) سیکل لگاریتمی، کاهش در فیلم‌های ترکیبی نانولوله کربنی و نانوذرات اکسید روی مشاهده شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که روند تغییرات میکروبی در طی مدت نگهداری در سطح یک درصد از نظر آماری معنادار است ($P> 0.05$). در این آزمایش بیشترین اثر ضد میکروبی مربوط به نمونه CZ۱ و در نهایت نمونه شاهد (W) بود. نتایج نشان داد با افزایش غلظت اکسیدروی در فیلم‌های نانویی ترکیبی اکسیدروی و نانولوله کربنی با افزایش غلظت اکسیدروی و نانولوله کربنی خاصیت ضد میکروبی نیز افزایش یافت و در این بین، فیلم حاوی ۲ درصد اکسیدروی (CZ۱)، مؤثرتر بود. نتایج به دست آمده با نتایج امامی‌فر و همکاران (۱۳۸۹)، متفاوت است، آنها بیان داشتند با افزایش غلظت نانو اکسیدروی تا ۱ درصد، فعالیت ضد میکروبی کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد علت این تفاوت، همپوشانی نانوذرات اکسید روی و نانولوله کربنی و همچنین اختلاف در قطر نانوذرات می‌باشد. هرچه اندازه ذرات کوچکتر باشد سطح تماس بیشتر خواهد بود. به نظر می‌رسد توزیع یکنواخت نانوذرات در ماتریس پلیمری و افزایش سطح تماس آنها بر عملکرد ضد میکروبی این مواد موثر می‌باشد. برخی از ذرات فلزی مانند نقره، رس و اکسیدروی گرایش زیادی برای اتصال به گروه‌های سولفیدریل پروتئین‌ها در سلول‌های زنده میکروبی و درنتیجه بر رشد سلول اثر مخرب دارند (امامی‌فر و همکاران، ۱۳۸۹). ممکن است رهاسازی یون‌های روی مسئول فعالیت ضد میکروبی به واسطه اتصال به غشاء میکروارگانیزم‌ها باشد (امامی‌فر و همکاران، ۱۳۸۹؛ Gajjar *et al.*, 2009). اثر ضد میکروبی نانو اکسید روی بر روی لیستریا مونوسیتوژنز و سالمونلا اینتریدیس در سفیده تخم مرغ مایع و محیط میانی توسط جین و همکاران (۲۰۰۹) گزارش شده است. مکانیزم‌هایی برای اثر ضد میکروبی نانوذرات اکسیدروی پیشنهاد شده است که نانوذرات اکسیدروی مطابق شکل ۱ قادر هستند از غشای سلولی عبور کرده و وارد آن شوند و در نتیجه سبب لیز شدن غشای سلولی و اختلال در عملکرد غشاء شوند.



شکل ۱- شماتیک اثر ضد میکروبی نانوذرات اکسید روی

یکی از مهمترین دلایل ضد میکروبی نانوذرات اکسید روی تولید گونه‌های اکسیژن فعال است (Adams LK, 2006). نانولوله‌های کربنی نیز قادر به آسیب‌های برگشت‌ناپذیر به سلول‌های میکروبی و اختلال در عملکرد سلول می‌باشد. با توجه به نمودارها، برای آزمون‌های میکروبی برای تمام نمونه‌های حاوی نانوذرات اکسیدروی و نانولوله کربنی در طی مدت زمان نگهداری کاهش مشاهده شد، اما برای نمونه شاهد، در طی مدت نگهداری افزایش چشمگیری مشاهده می‌شود که می توان نتیجه گرفت در نمونه شاهد سرعت رشد و افزایش تعداد میکروارگانیزم ها به مراتب بیشتر است، ضمن اینکه خاصیت ضدمیکروبی نیز ندارد. می توان نتیجه گرفت نانو ذرات اکسید روی و نانولوله کربنی بر کپک‌ها و مخمرها در مقایسه با باکتری‌ها موثرتر هستند.

- آزمون ارزیابی حسی

بر اساس نتایج به دست آمده از ارزیابی حسی توسط ارزیابان پس از ۹۰ روز انبارمانی، (مطابق جداول۱، ۲ و ۳) مشاهده شد که خرمای مضافتی در بسته‌های حاوی نانو لوله کربنی و نانوذرات اکسیدروی در مقایسه با نمونه شاهد امتیاز بالاتری را دارا می‌باشد. خرماهای شاهد به دلیل تغییر طعم و بو (ترش شدن) قابلیت مصرف را نداشتند. این یافته‌ها با نتایج پژوهش دهقان‌شعار و حمیدی اصفهانی (۱۳۸۵) در رابطه با ارزیابی حسی برای خرمای موجود در بسته هایی با اتمسفر تغییر یافته مشابهت داشت. به نظر می‌رسد دلیل این امر ناشی از فعالیت های بیولوژیکی

Archive of SID

www.SID.ir

خصوصا میکروبی و در نتیجه آن کاهش میزان pH و افزایش میزان اسیدیته در نمونه‌های شاهد می‌باشد.

همانگونه که از نتایج بر می‌آید برای تمام نمونه‌ها در طی ۹۰ روز انبارمانی تفاوت معناداری از نظر آماری برای بافت مشاهده نمی‌شود، همچنین برای پارامترهای عطر و طعم و مقبولیت عمومی تا روز سی‌ام برای هیچ‌یک از نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، اما در روز ۹۰ این تفاوت‌ها از نظر آماری معنادار بود. نتایج آماری مقایسه عطر و طعم و مقبولیت عمومی خرمای مضافتی بسته‌بندی شده پس از ۹۰ روز انبارمانی حاکی از دریافت بالاترین امتیاز حسی برای بسته‌های پلی‌اتیلنی ترکیبی با ۲ درصد اکسید روی است. گرچه در آزمون بافت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد اما نمونه موجود در فیلم ترکیبی با ۲ درصد اکسید روی بالاترین امتیاز را دارد. ویژگی‌های حسی به میزان زیادی تحت تاثیر فعالیت‌های میکروبی و در نتیجه تولید متابولیت‌های حاصل از آن می‌باشد. یافته‌های فوق با تغییرات و قدرت ضد میکروبی این بسته‌ها هماهنگی دارد. بنایراین می‌توان نتیجه گرفت در صورت استفاده از فیلم‌های نانویی ترکیبی می‌توان مدت ماندگاری خرمای مضافتی را بدون اثر منفی بر روی پارامترهای حسی افزایش داد.

نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر نشان داد که افزودن نانوذرات اکسیدروی و نانولوله کربنی در سطوح ذکر شده به پلی‌اتیلن خالص می‌تواند به طور قابل ملاحظه‌ای بر سرعت رشد و تعداد میکروارگانیزم‌ها موثر باشد. همچنین آزمون‌های ارزیابی حسی نشان داد که استفاده از فیلم‌های ترکیبی حاوی نانوذرات اکسید روی و نانولوله کربنی بر ویژگی‌های حسی اثر نامطلوبی ندارد. با توجه به نتایج این مطالعه به نظر می‌رسد نانوکامپوزیت پلی‌اتیلنی نانواکسید روی و نانولوله کربنی پتانسیل‌های فراوانی را جهت کاربرد در بسته‌بندی مواد غذایی دارد، بنابراین توصیه می‌شود اثر آن بر رنگدانه‌های خرمای مضافتی در تحقیقی جداگانه مورد بررسی قرار گیرد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از آزمایشگاه تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس، کارخانه شکو پروستو و مهر طلایی به پاس همکاری، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

اشرف‌جهانی، آ. (۱۳۸۱). خرما میوه زندگی. چاپ اول، نشر علوم کشاورزی.

امامی‌فر، آ.، کدیور، م.، سلیمانیان زاد، ص. و شاهدی، م. (۱۳۸۹). اثر بسته‌بندی‌های نانوکامپوزیتی حاوی نقره و اکسید روی بر عمر نگهداری آب پرتقال تازه. پایان‌نامه دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

امامی‌فر، آ.، کدیور، م.، سلیمانیان زاد، ص. و شاهدی، م. (۱۳۹۰). ارزیابی اثر بسته‌بندی‌های نانوکامپوزیتی حاوی نقره و اکسید روی بر عمر نگهداری آب پرتقال تازه. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال ششم، شماره ۱، صفحات ۵۷-۶۷.

بی نام. (۱۳۸۶). موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام - روش جامع برای شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها در ۳۰ درجه سلیسیوس. استاندارد ملی ایران شماره ۵۲۷۲.

بی نام. (۱۳۸۷). موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام - روش جامع برای شمارش کپک‌ها و مخمرها - قسمت دوم - روش شمارش کلنی در فراورده‌های با فعالیت آبی(aw) مساوی یا کمتر از ۰/۹۵. استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۰۸۹۹.

بی نام. (۱۳۸۷). موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ماست پروبیوتیک – ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۳۲۵.

دهقان شعار، ز . و حمیدی اصفهانی، ز. (۱۳۸۵). بسته بندی خرمای سایر تحت اتمسفر اصلاح شده. پایان نامه کارشناسی ارشد، علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

ستاری نجف آبادی، م.، مینایی، س.، عزیزی، م. وافشاری، ح. (۱۳۸۸). تاثیر بسته‌بندی با فیلم‌های نانویی بر ویژگی‌های ارگانولپتیکی و میکروبی. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال چهارم، شماره ۴، صفحات ۶۵ – ۷۴.

سرائی، ج. (۱۳۷۵). فرآیند خرما و عمل آوری-تولید

Archive of SID

www.SID.ir

فرآورده‌های جنبی، انتشارات بارثاوا.

عبدالهی، م.، رضایی، م. و فرزی، غ. ع. (۱۳۹۰). تهیه و ارزیابی خصوصیات نانوکامپوزیت زیست تخریب پذیر کیتوزان/نانو رس جهت کاربرد در بسته بندی مواد غذایی. نشریه پژوهش های علوم و صنایع غذایی، جلد ۷، شماره۱، صفحات ۷۱-۷۹.

مقصودلو، ی.، معتمدزادگان، ع.، اسماعیل زاده کناری، ر. و حمزه، ش. (۱۳۸۴). بررسی ترکیبات غذایی و محتوای انرژی سه واریته متداول خرمای ایرانی. علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال دوازدهم، شماره ۱، ۴۷-۵۱.

میرنظامی ضیابری، ح. (۱۳۸۷). اصول بسته‌بندی مواد غذایی. نشر علوم کشاورزی، چاپ سوم.

Adams, L. K., Lyon, D. Y. & Alvarez, P. J. J. (2006). Comparative ecotoxicity of nanoscale TiO2, SiO2, and ZnO water suspensions. Watter Res. 40:3527-3532.

Akelah, A. (2013). Functionalized Polymeric Materials in Agriculture and the Food Industry, Springer.

Arora, A. & Padua, G. (2009). Review: Nanocomposites in Food Packaging. Journal of Food Science, 75(1), 43-49.

Avella, M., De Vlieger, J. J., Errico, M. E., Fischer, S., Vacca, P. & Volpe, M. G. (2005). Food Chem. 93-467.

Azeredo, H. (2009). Nanocomposites for food packaging applications. Food Research International, 42, 1240-1253.

Barreveld, W. H. (1994). Date palm products. FAO Agricultural Services Bulletin, 216 PP.

Bhushan, B. (2010). Handbook of Nanotechnology, Springer, third edition.

Bouwmeester, H., Dekkers, S., Noordam, M., Hagens, W., Bulder, A., de Heer, C., ten Voorde, S., Wijnhoven, S., Marvin, H. & Sips, A. (2009). Review of health safety aspects of nanotechnologies in food production. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 53(1), 52-62.

Duncan, T. V. (2011). Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: Barrier materials, antimicrobials and sensors. Journal of Colloid and Interface Science, Elsevier, 1-24.

Gajjar, P., Pettee, B., Britt, D.W., Huang, W., Johnson, W. & Anderson, A. J. (2009). Antimicrobial activities of commercial nanoparticles against an environmental soil microbe, Pseudomonas putida KT2440, Jounnal of Biological Engineering, 3(9), 1183−1189.

Greiner, R. (2009). Current and project applications of nanotechnology in the food sector, Sáo Paulo,SP,v.34,n.1 ,243-260.

Hosseini, Kh. & Langer, R. (2006). Nanobiotechnology: drug delivery and tissue engineering, Chemical Engineering Progress, 102(2), 38-42.

Jin, T., Sun, D., Su, J. Y., Zhang, H. & Sue, H. J. (2009). Antimicrobial efficacy of zinc oxide quantum dots against Listeria monocytogenes, Salmonella enteritidis, and Escherichia coli O157:H7. Journal of Food Science, 74(1), 46−52.

Rhim, J., Hong, S., Park, H., & Ng, P. (2006). Preparation and characterization of chitosan-based nanocomposite films with antimicrobial activity. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 54(16), 5814-5822.

Rhim, J. & Ng, P. (2007). Natural biopolymer-based nanocomposite films for packaging applications. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 47(4), 411-433.

Silvestre, C., Duraccio, D. & Cimmino, S. (2011). Food packaging based on polymer nanomaterials. Progress in Polymer Science, Elsevier, 1-17.

Sorrentino, A., Gorrasi, G. & Vittoria, V. (2007). Potential perspectives of bio-nanocomposites for food packaging applications. Trends in Food Science & Technology, 18(2), 84-95.

Vaclavic, V. A. & Christian, E. W. (2008). Essentioals of food science, Springer, third edition.

Archive of SID

www.SID.ir