بررسی تاثیر پوشش نانو ذرات بر خواص انبارمانی پرتقال تامسون

محمد هادی خوش تقاضا[1*] و ابراهیم تقی نژاد[2]

١- دانشیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه تربیت مدرس

٢- استادیار گروه مهندسی ماشین های کشاورزی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان، دانشگاه محقق اردبیلی

(تاریخ دریافت: ٩٤/٧/٦ تاریخ پذیرش: ٩٤/٩/١٠)

چکیده

استفاده از پوشش های طبیعی به منظور افزایش کیفیت ماندگاری پرتقال از اهمیت زیادی برخوردار است. در این تحقیق کیفیت پرتقال تامسون با پوشش خوراکی نانو کامپوزیت کیتوسان- رس و مه پاش- واکس(تولید مه از قارچ کش اورتوفنیل فنول توسط دستگاه مه پاش الکتریکی با ابعادی در حد نانو) در مقایسه با نمونه بدون پوشش مورد ارزیابی قرار گرفت. ارزیابی خواص کیفی پرتقال طی ٣ ماه انبار در سردخانه با دمای $6^{o}C$ و رطوبت نسبی ٩٠-٨٥ درصد انجام شد. نتایج نشان داد که نمونه با پوشش کیتوسان- رس دارای pH، ضریب رنگ، رطوبت پوست و سفتی بالاتری نسبت به بقیه نمونه ها داشت. بنابراین پوشش نانویی موجب افزایش مقاومت میوه به حملات قارچی، حفظ کیفیت رنگ پوست میوه و موجب حفظ استحکام بافت درونی نمونه ها طی انبار می گردد. مقدار مواد جامد محلول و اسید قابل تیتر آب میوه با پوشش مه پاش- واکس با گذشت دوره انبار به ترتیب روند کاهشی و افزایشی داشته است که این می‌تواند نشان دهنده پدیده تخمیر در میوه باشد. بنابراین استفاده از پوشش خوراکی نانو کامپوزیت کیتوسان- رس جهت حفظ خواص کیفی میوه تامسون، طی انبار در سردخانه پیشنهاد می گردد.

کلید واژگان: انبارمانی، نانو کامپوزیت، مه پاشی، مرکبات، خواص کیفی

* مسئول مکاتبات: khoshtag@modares.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه

در بین کشورهای جهان، جمهوری اسلامی ایران، با سطح زیر کشت حدود ۲٤۰ هزار هکتار و تولید حدود ٤/۰۲ میلیون تن مرکبات در سال، از نظر سطح زیر کشت رتبه نهم و از نظر تولید رتبه هفتم را دارا است [۱]. وقفه طولانی بین زمان برداشت و مصرف مرکبات، ضایعات زیادی را از طریق بیماری‌های قارچی، باکتریایی و فیزیولوژیکی سبب شود [۲].

فناوری پوشش نانو، برای بهبود طعم و مزه محصولات غذایی استفاده می‌شود و با نگهداری آن‌ها در بسته‌هایی با پوشش نانو می‌توان یک‌سددرمقابل انتقال‌مواد (آب، گاز،چربی‌ها) از جمله اکسیژن ایجاد کرد و در نتیجه مدت نگهداری آن را بالا برد [۳]. اثر مواد بسته نانویی[1] بر روی کیفیت نگهداری عناب چینی[2] در دمای اتاق مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که بسته‌های تولید شده توسط فناوری نانو در مقایسه با بسته-های معمولی تاثیر کاملاً مفیدی بر خواص فیزیکی- شیمیایی (کیفی- حسی) در طی نگهداری این محصول داشته است و موجب افزایش انبارمانی عناب گردید [٤].

کیتوسان از کتین مشتق می‌شود و کتین یک بیو پلیمر است که خیلی زیاد در طبیعت یافت می‌شود. برای تولیدات تجاری از حلزون صدفدار گرفته می‌شود[٥]. از کیتوسان برای پوشش محصولاتی همچون نارنگی[3]، توت فرنگی و گیلاس استفاده شده است [٦، ۷ و ۸]. این ماده علاوه بر خوراکی بودنش، قادر است فعالیت ضد باکتری از خود نشان دهد[۹]. کیتوسان با وزن مولکولی کم، تاثیر بسزایی در فعالیت ضد قارچی دارد و بیشتر در حفظ کیفیت مرکبات موثر است[۱۰].

کامپوزیت ترکیبی است که از لحاظ میکروسکوپی از چند ماده متمایز ساخته شده باشد به طوری که این اجزا به آسانی از یکدیگر قابل تشخیص باشند. هدف از ایجاد کامپوزیت، بدست آوردن ماده‌ای ترکیبی با خواص مورد انتظار می باشد. به طور نمونه، ترکیب کیتوسان- رس یک نانو کامپوزیت است که برای کاهش نفوذپذیری کیتوسان، رس را با آن ترکیب می‌کنند زیرا نفوذ پذیری زیاد کیتوسان به بخار آب موجب کاهش وزن زیاد میوه طی انبارمانی می گردد [۱۱ و ۱۲]. بنابراین برای کاهش رطوبت از دست داده‌ی میوه، در این تحقیق، رس به همراه کیتوسان، جهت پوشش دهی میوه استفاده شد.

مطالعات بسیار زیادی در مورد تاثیر نانو رس بر کاهش نفوذ اکسیژن [۱۳] و بخار آب [۱٤] گزارش شده است. بررسی‌های صورت گرفته نشان می‌دهد که پوشش کیتوسان- رس (کیتوسان ۲٪ و رس ۱٪) کمترین نفوذپذیری به اکسیژن و بیشترین نفوذپذیری به دی اکسید کربن را در میان ترکیبات دیگر کیتوسان- رس دارا می‌باشد [۱٥]. تا کنون از ترکیب کیتوسان- رس به عنوان پوشش بر مرکبات استفاده نشده است. بکارگیری پلیمرهای آغشته شده به نانو ذرات خاک رس در صنعت بسته بندی، موجب طولانی تر شدن زمان رسیدن هوا به محصولات کشاورزی شده و فساد آن را به تاخیر می اندازد [۱٦]. استفاده از بسته‌بندی های نانو و کاهش ضایعات محصولات کشاورزی، سالانه ۱۶۴ تا ۱۸۷ میلیون دلار صرفه جویی اقتصادی را در کشور به همراه خواهد داشت [۱۷].

امروزه استفاده از تیمارهای شیمیایی از نظر اقتصادی ارزانترین و بیشترین تاثیر اندازه‌گیری شده را در کنترل پوسیدگی قارچی مرکبات دارد [۱۸]. پوشش واکس به عنوان یکی از تیمارهای متداول شیمیایی برای جلوگیری از کاهش وزن میوه به کار می‌رود. استفاده از پوشش واکس عمر انبارمانی مرکبات را افزایش داده [۱۰] و موجب بهبود ظاهر و کاهش وزن از دست داده آن می‌شود [۱۹].

سال‌های بسیار زیادی است که در فرانسه از دستگاه الکتروفاگر برای تمیز و گندزدایی کردن محیط کتابخانه استفاده می‌شود. در بررسی صورت گرفته با استفاده از دستگاه الکتروفاگر در محیط کتابخانه به این نتیجه رسیدند که ضدعفونی کردن با مقدار خیلی کمی از قارچ کش صورت گرفت. بنابراین از نظر بهداشتی هیچ اثر سوئی نخواهد داشت و تاثیر آن بر تخمک قارچ مضاعف بوده است [۲۰]. از دستگاه مه پاش حرارتی برای ضدعفونی کردن سیب ذخیره شده در جعبه های چوبی استفاده شد، که در آن توزیع و تاثیر ذرات(مه) تولید شده از قارچ کش تیابندازول مورد بررسی قرار گرفت و نتیجه گرفتند که نشست ذرات در قسمت بالایی میوه بیشتر از قسمت پایینی آن است و همچنین نشست برای کل میوه در جعبه یکنواخت می باشد. از نظر تاثیر، تیمار مه پاش حرارتی بیشترین تاثیر را نسبت به تیمارهای دیگر که به روش غوطه وری از قارچ کش استفاده می کنند، دارا می باشد [۲۱].

در این تحقیق خواص کیفی میوه پرتقال به همراه پیش تیمار مه پاش- واکس و کیتوسان- رس طی سه ماه انبار در سردخانه در

1. Nano- Packing Material
2. Chinese jujube
3. Mandarin

Archive of SID

www.SID.ir

مقایسه با نمونه بدون پوشش مورد بررسی قرار گرفت. تا اینکه تاثیر پوشش جدید نانو کامپوزیت کیتوسان- رس و مه پـاش- واکس در مقایسه با نمونه شاهد مشخص گردد.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- تهیه و نگهداری نمونه‌ها

میوه پرتقال تامسون ناول از قطعه باغ موسسه تحقیقات و مرکبات کشور واقع در رامسر به طور تصادفی از ۱۰ درخت بصورت دستی برداشت شد. میوه‌ها، پس از برداشت در جعبه-۲۵ ×های پلاستیکی لانه زنبوری شکل یک ردیفه به ابعاد ۳۵ سانتی‌متر قرار گرفته و پس از پوشش دهی تیمارها برای ٦ و رطوبت نسبی ۸۵ تا۹۰ ^{o}Cنگهداری به سردخانه با دمای . در پایان]۲۲[درصد منتقل و برای مدت ۳ ماه نگهداری شدند هر ماه انبارمانی، ارزیابی بر روی ۳ پیش تیمار کیتوسان- رس، مه پاش – واکس و بدون پوشش (شاهد) با انجام آزمون های شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی در موسسه تحقیقات مرکبات کشور- رامسر صورت گرفت.

۲-۲- تهیه پوشش و پوشش دهی

پوشش کیتوسـان- رس از ترکیـب رس۱٪، کیتوسـان۲٪ و ۱۵ سی سی توئین۸۰ (Tween 80) در یک لیتر آب مقطر بدست می آید[۱۵]. با ترکیب کیتوسان و رس، ذرات کیتوسان در بین ذرات رس قرار گرفته، در نتیجه با افـزایش فاصـله ذرات رس، ترکیب نـانو کامپوزیـت تولیـد خواهـد شـد [۲۳]. اسـتفاده از توئین۸۰ در ترکیـب کیتوسـان- رس موجـب افـزایش کـشش سطحی ترکیب مذکور شده، بنابراین پوششی مناسب را بر روی پوست پرتقال ایجاد خواهد کرد. عمل پوشش دهی بر میوه بـه صورت غوطه وری صورت گرفته و خشک شـدن میـوه‌هـا در دمای محیط انجام شد.

جهت مه پاشی از دستگاه مه پاش حرارتی، ساخت شرکت Xeda فرانسه استفاده شد [۲۰]. میوه ها در سردخانه کاملاً عایق بندی شده قرار گرفت و سپس ذرات بسیار ریز تولید شده توسط دستگاه، در حد نانو ترکیب XEDOL AEROSOL با اورتو فنیل فنول ۱۵/۵ درصد، در محیط سردخانه پخش شده است که سطح همه میوه‌ها را به طور یکسان و مستقل از موقعیت آن می‌پوشاند [۲٤]. دستگاه های رطوبت ساز و سرمایشی را ۱۲ ساعت بعد از مه پاشی روشن کرده و تا پایان دوره انبار نیاز به مه پاشی مجدد نمی باشد[۲۵]. بعد از اتمام ضدعفونی توسط دستگاه مه پاش حرارتی در محیط انبار، میوه‌ها در واکس کارنوبا[1] غوطه ور شده تا لایه نازکی از واکس، سطح میوه را پوشش دهد و پس از خشک شدن پوشش و تشکیل پوشش مه پاش- واکس میوه ها به سردخانه جهت انبارمانی منتقل شده اند.

۲-۳- خواص اندازه گیری شده

خواص اندازه گیری شده شامل خواص فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی می باشد که این خواص برخی از ویژگی های کیفی میوه را نشان می دهد و به ترتیب در ذیل توضیح داده شده است:

اندازه‌گیری خواص شیمیایی که شامل اندازه گیری pH، اسید قابل تیتر(2TA) و غلظت مواد جامد محلول(۳TSS) بوده در دمای ۲۰oC بر روی ترکیب عصاره میوه حاصل از ٤ نمونه در هر تیمار صورت گرفت. به منظور اندازه‌گیری pH عصاره، از pH متر دیجیتالی مدل Inolab pH 720 ساخت کشور آلمان استفاده شد. برای اندازه‌گیری اسید قابل تیتر، سود یک دهم نرمال در حضور شناساگر فنل فتالئین بر روی مخلوط ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره میوه با ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر ریخته و تا ظهور رنگ صورتی روشن، توسط دستگاه Burette Digital تیتر گردید[۲٦]. میزان مواد جامد محلول بر حسب درصد، توسط دستگاه رفراکتومتر چشمی مدل Atago- ATC- 20 E ساخت ژاپن و در دامنه ۲۰ -۰ درصد اندازه گیری شد.

اندازه گیری خواص فیزیکی شامل اندازه گیری رنگ و رطوبت پوست می باشد. رنگ پوست میوه توسـط دسـتگاه کرومـومتر مدل Minolta – CR 400 ساخت کشور آلمان، در سه نقطه

۱. واکس کارنوبا ساخت شرکت فرانسوی XEDA است که از برگ درخت نخل برزیلی استخراج گردیده و از شرکت زیست پژوهان خاورمیانه (واقع در پارک فناوری دانشگاه تهران) خریداری گردید.

2. Titratable Acidity
3. Total Soluble Solid

Archive of SID
www.SID.ir

میوه اندازه گیری شد. مقادیر L* (روشنایی)، a* (سبزی(-) به قرمزی(+)) و b* (آبی(-) به زردی(+)) ثبت شد. با استفاده از این داده‌ها می‌توان ضریب رنگ کروما را طی رابطه (۱) محاسبه نمود[۲۷].

$$Chroma = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (۱)$$

به منظور تعیین میزان رطوبت پوست میوه، یک تکه پوست به مساحت ۲ سانتی متر مربع از هر میوه جدا شده و پس از توزین به مدت ۲٤ ساعت در آون در دمای ۸۰°C قرار داده شد [۲۸]. نمونه برداری بر روی ۳ میوه در هر تکرار و کلاً در ٤ تکرار برای هر تیمار صورت گرفته است. پس از آن، نمونه‌ها را وزن کرده و سپس با استفاده از رابطه (۲) میزان رطوبت محصول بر پایه خشک، برای هر نمونه محاسبه شد [۲۹]. مقادیر رطوبت ۳ میوه از هر تکرار، میانگین گرفته شد.

$$M_d = \frac{W_t - W_d}{W_d} \times 100 \quad (۲)$$

M_d= درصد رطوبت برپایه خشک

W_t=جرم اولیه نمونه (وزن تر)

W_d =جرم ثانویه نمونه (وزن خشک) می باشد.

از مهمترین خواص مکانیکی میوه آزمون سفتی آن می باشد که میوه طبق شکل (۱)، توسط دستگاه آزمون مواد، مدل H 50 K-S، ساخت شرکت هانسفیلد کشور انگلستان با سرعت ٦۰mm/min اندازه گیری شد. برای این آزمون، میوه بین دو صفحه ثابت و متحرک قرار گرفته و صفحه متحرک به لودسل دستگاه متصل است. با حرکت صفحه متحرک به سمت صفحه ثابت، میوه تحت نیروی فشاری شکسته می شود[۲۸]. لازم به ذکر است که محور عبوری از ساقه میوه، عمود بر جهت حرکت صفحه فشار دهنده می‌باشد [۳۰]. آزمون نیروی شکست در چهار تکرار برای هر تیمار انجام شد و در هر تکرار یک نمونه پرتقال تامسون مورد استفاده قرار گرفت.

شکل ۱ نحوه آزمون نیروی شکست توسط دستگاه آزمون مواد

۲-٤- تحلیل داده ها

در این تحقیق تاثیر نوع پوشش طی انبارمانی بر خواص کیفی پرتقال توسط آزمایش فاکتوریل(دو فاکتوره ٤×۳، با ۳ پیش تیمار و ٤ سطح زمان انبار) با ٤ تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده ها توسط نرم افزار SPSS، مقایسه میانگین ها با آزمون دانکن در سطح ۵٪ و رسم نمودار ها توسط نرم افزارExcel 2003 صورت گرفت.

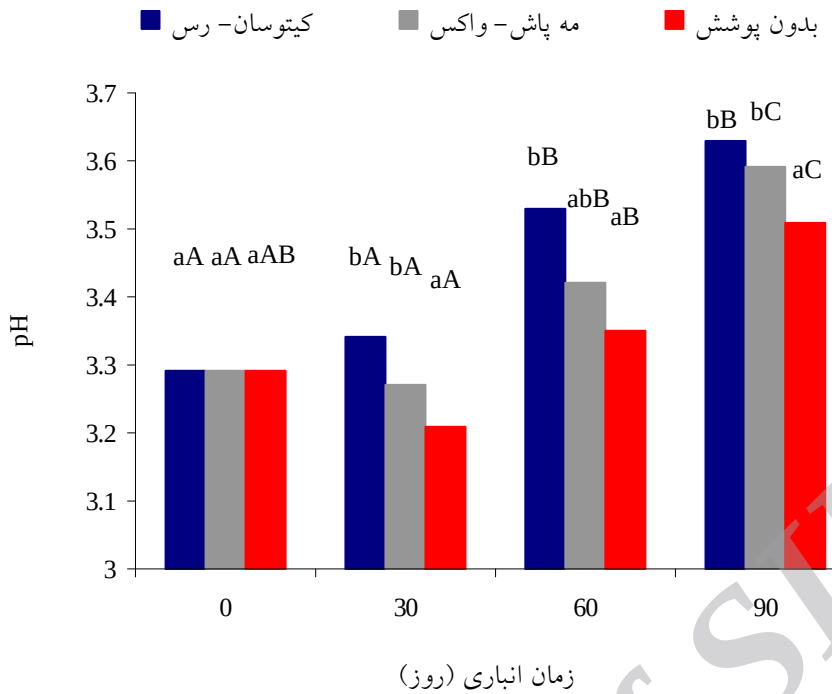
۳- نتایج و بحث

pH آب میوه

طبق شکل (۲)، روند تغییرات pH برای تمامی پیش تیمارها در دوره‌های صفر و ۳۰ روز معنی دار نبوده، اما برای دوره های ٦۰ و ۹۰ روز نسبت به دوره‌های قبل، در سطح ۵٪ معنی دار بوده است. همچنین pH آب میوه پرتقال با پوشش‌های مختلف، در هر دوره انبارمانی مورد مقایسه قرار گرفت. pH نمونه با پیش تیمار کیتوسان- رس (۳/۲۹ تا ۳/٦۳) به طور معنی داری بیشتر از pH نمونه ها شاهد می‌باشد. pH آب میوه با پیش تیمار مه پاش- واکس و کیتوسان- رس، در تمامی دوره ها اختلاف معنی داری ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲ اثر زمان نگهداری و نوع پوشش بر pH آب میوه **تامسون** (میانگین‌های دارای حرف مشترک بزرگ برای هر پوشش در زمان های مختلف انبارمانی نشان می دهد که تاثیر زمان انبارمانی بر آن پیش تیمار معنی دار نبوده ومیانگین‌های دارای حرف مشترک کوچک در هر زمان انبارمانی نشان می دهد که تاثیر نوع پوشش از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد)

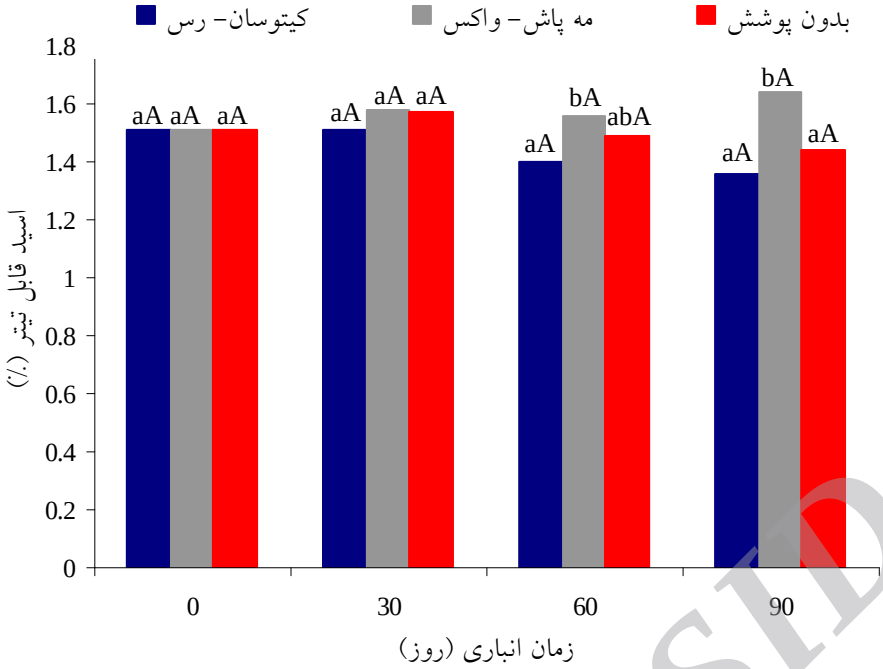
افزایش pH آب میوه با گذشت زمان انبارمانی و تغییرات کلی آن بین ۳/۲۱ تا ۳/٦۳ در دوره ها ی مختلف انبارمانی با نتایج Martin-Diana و همکاران [۳۱] سازگار است. آن‌ها از غلظت های مختلف کیتوسان برای پوشش دهی پرتقال استفاده کرده‌اند و نتیجه گرفتند که هر چه غلظت کیتوسان بیشتر باشد، آب میوه دارای pH بالاتری خواهد بود و محدوده تغییرات pH پرتقال را بین ۳/۲ و ٤/۲ اعلام کرده‌اند. تاثیر کیتوسان می تواند موجب افزایش pH و کاهش اسیدیته آب میوه شود [۳۲]. هر چه pH آب میوه کمتر باشد، هجوم حملات قارچی بیشتر خواهد بود در نتیجه با افزایش pH در طی دوره های مختلف انبارمانی، مقاومت میوه در برابر هجوم حملات قارچی زیاد می‌شود [۳۳ و ۳٤] . بنابراین استفاده از پیش تیمار کیتوسان- رس مقاومت میوه را در برابر هجوم بیماری‌های قارچی افزایش داده و تاثیر بسزایی در جلوگیری از کاهش کیفیت میوه داشته است زیرا هر چه میوه در مقابل بیماری‌های قارچی مقاوم باشد، کیفیت آن بیشتر حفظ خواهد شد.

اسیدیته[1] یا اسید کل آب میوه

در شکل (۳)، تغییر اسید کل آب میوه برای هر پیش تیمار با گذشت زمان انبار نشان داده شده که مدت انبار بر مقادیر اسید کل آب میوه تمامی پیش تیمارها هیچ تاثیر معنی داری نداشته است. همچنین مقایسه میانگین اسید قابل تیتر (درصد) تیمارهای متفاوت در زمان های مختلف می توان نتیجه گرفت که بین اسید قابل تیتر آب میوه با پیش تیمار کیتوسان- رس و پیش تیمار های دیگر، در دوره های ٦۰ و ۹۰ روز انبار اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ وجود دارد.

1 . Titratable acidity

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۳ اثر زمان نگهداری و نوع پوشش بر اسید قابل تیتر (٪) آب میوه تامسون (میانگین‌های دارای حرف مشترک بزرگ برای هر پوشش در زمان های مختلف انبارمانی نشان می دهد که تاثیر زمان انبارمانی بر آن پیش تیمار معنی دار نبوده ومیانگین‌های دارای حرف مشترک کوچک در هر زمان انبارمانی نشان می دهد که تاثیر نوع پوشش از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد)

مقدار اسید قابل تیتر آب میوه با پیش تیمار کیتوسان- رس (۱/۵۱ به ۱/۳٦) و نمونه بدون پوشش(۱/۵۱ به ۱/٤٤) طی دوره انبار روند کاهشی داشته، اما مقدار اسید قابل تیتر آب میوه با پیش تیمار مه پاش- واکس (۱/۵۱ به ۱/٦٤) در دوره های مختلف انبار یک روند افزایشی داشته است. کاهش مقدار اسید برای دو نمونه بدون پوشش و کیتوسان- رس با نتایج El- Zeftawi [۳۵] مطابقت دارد او با نگهداری پرتقال در سردخانه نتیجه گرفت که در دوره انبارمانی مقادیر اسید کاهش یافته و بر مقدار قند افزوده می‌شود. افزایش در مقدار اسید برای میوه با پیش تیمار مه پاش- واکس با نتایج Pinthong و Supraditareporn [۳٦]، مطابقت دارد، آن ها با بوجود آوردن تغییرات میکروبیولوژیکی در دوره انبار پرتقال، میزان اسید قابل تیتر را اندازه گیری کرده اند و نتیجه گرفتند که مقدار آن در طول دوره نگهداری پرتقال افزایش یافته و در نتیجه پدیده تخمیر اتفاق می‌افتد. بنابراین پیش تیمار مه پاش- واکس به علت افزایش مقدار اسید آب میوه و ایجاد تخمیر در میوه به عنوان پیش تیمار مناسب نخواهد بود و پیش تیمار کیتوسان- رس توانسته، مقادیر اسید قابل تیتر آب میوه را نسبت به نمونه بدون پوشش، بیشتر حفظ کند.

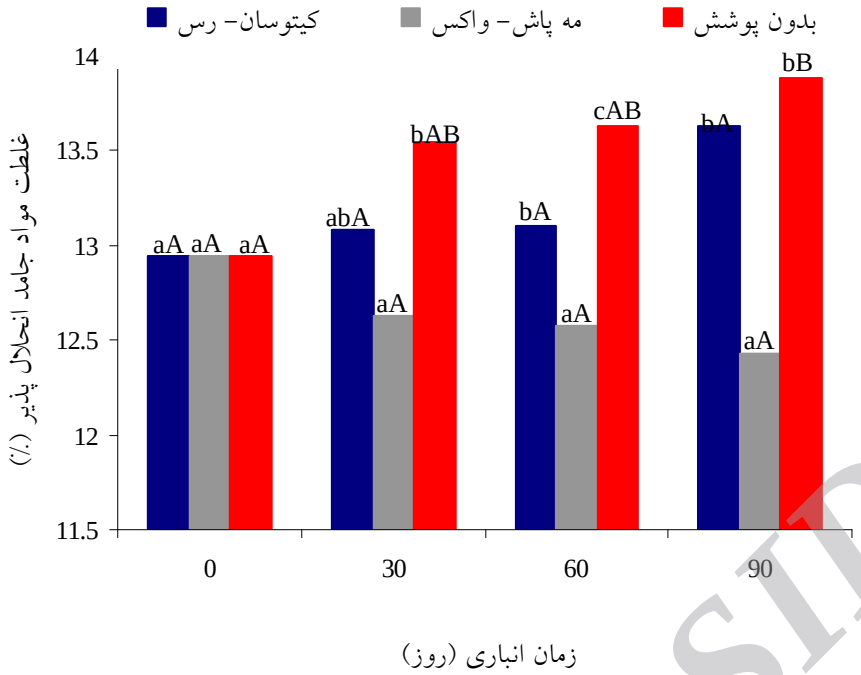
درصد کل مواد جامد انحلال پذیر[1] (بریکس)

طبق شکل (٤)، تاثیر دوره های مختلف انبار بر مقادیر بریکس آب میوه با پیش تیمار های مختلف معنی دار نبوده جز برای نمونه بدون پوشش در ۹۰ روز انبار تاثیر معنی داری ($p<۰/۰۵$) نسبت به شروع زمان انبار داشته است. همچنین در دوره ٦۰ و ۹۰ روز انبار، بین نمونه ها با پیش تیمار کیتوسان- رس و نمونه مه پاش- واکس اختلاف معنی داری ($p<۰/۰۵$) وجود داشته است. نمونه بدون پوشش در دوره انبارمانی ۳۰، ٦۰ و ۹۰ روز با نمونه مه پاش- واکس اختلاف معنی داری ($p<۰/۰۵$) دارد. در نتیجه نمونه با پیش تیمار کیتوسان- رس در مقایسه با بقیه نمونه‌ها، بریکس آب میوه را بهتر حفظ کرده است.

نمونه بدون پوشش (۱۲/۹۵ تا ۱۳/۸۸) با گذشت زمان انبار روند افزایشی داشته اما برای پیش تیمار مه پاش- واکس (۱۲/۹۵ تا ۱۲/٤۳) روند کاهشی داشته است. افزایش مقدار بریکس درنمونه بدون پوشش و نمونه با پیش تیمار کیتوسان- رس در طول مدت نگهداری با نتایج زارعی و همکاران [۳۷] مطابقت دارد.

1 . Total Soluble Solid or Brixo

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ٤ اثر زمان نگهداری و نوع پوشش بر غلظت مواد جامد انحلال پذیر (٪) آب میوه تامسون (میانگین‌های دارای حرف مشترک بزرگ برای هر پوشش در زمان های مختلف انبارمانی نشان می دهد که تاثیر زمان انبارمانی بر آن پیش تیمار معنی دار نبوده ومیانگین‌های دارای حرف مشترک کوچک در هر زمان انبارمانی نشان می دهد که تاثیر نوع پوشش از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد)

این محققان با بررسی تاثیر شرایط مختلف نگهداری شامل انبار سرد و معمولی بر بریکس آب میوه پرتقال به این نتیجه رسیده اند که بریکس آب میوه در انبار معمولی نسبت به انبار سرد بیشتر است زیرا در انبار معمولی با کاهش رطوبت میوه نسبت به انبار سرد، غلظت مواد جامد انحلال پذیر در آب میوه زیادترخواهد بود. کاهش مقدار بریکس پیش تیمار مه پاش- واکس در طی دوره انبارمانی با نتایج Echeverria [۳۸]، مطابقت دارد. این محققان با بررسی تاثیر واکس بر روی پرتقال در دوره های مختلف انبارمانی در مقدار بریکس روند کاهشی مشاهده کرده‌اند و این نتیجه را گرفتند که کاهش در بریکس نشان دهنده کاهش کیفیت درونی میوه پوشش داده شده با واکس نسبت به نمونه بدون پوشش می‌باشد. زیرا واکس ممکن است با تغییر اتمسفر درونی میوه، موجب سوخت و ساز مواد جامد محلول گردد. میوه های بدون پوشش دارای بریکس بیشتری از میوه های پوشش‌دار هستند [۳۹]. از دست رفتن طعم پرتقال با کاهش سریع قند به اسید در طی دوره انبارمانی مرتبط است [۳۵]. بنابراین مقدار بریکس میوه با پیش تیمار مه پاش- واکس در طی انبار در اثر سوخت و ساز به اسید تبدیل شده و از مقدار آن با گذشت زمان انبار کاسته می‌شود که موجب از دست رفتن طعم میوه و افت کیفیت آن خواهد شد. پس افزایش مقدار بریکس آب میوه در طی انبار (در نمونه بدون پوشش و کیتوسان- رس) یک فرآیند مطلوب و کاهش آن یک فرآیند غیر مطلوبی می باشد. مقدار بریکس آب میوه با پیش تیمار کیتوسان- رس در طول مدت نگهداری کمتر از نمونه بدون پوشش بوده که نشان دهنده تنفس و از دست دادن رطوبت کمتر نسبت به نمونه بدون پوشش می‌باشد. در نتیجه افزایش بریکس نمونه‌ها با پیش تیمار کیتوسان- رس در طی مدت انبار و پایین بودن مقدار آن نسبت به نمونه بدون پوشش، موجب حفظ کیفیت این نمونه‌ها نسبت به نمونه‌های دیگر گردیده است.

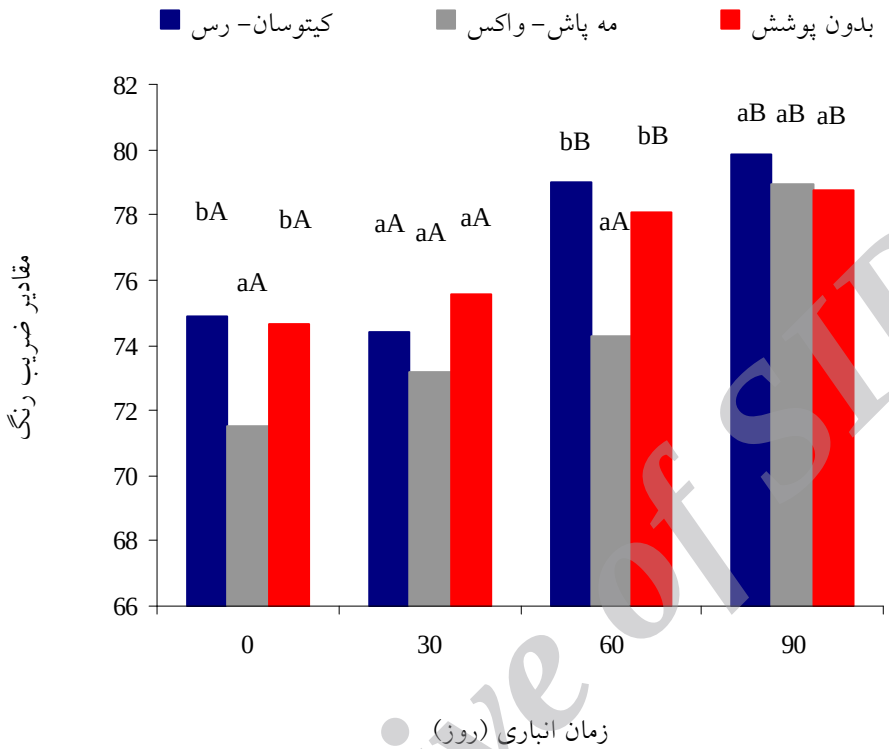
رنگ پوست میوه

با افزایش ضریب رنگ[1]، رنگ روشن و شفاف‌تری خواهیم داشت و یا به عبارت دیگر کیفیت رنگ بالاتر خواهد بود [۲۷]. طبق شکل (۵)، مقدار کرومای نمونه با پیش تیمار کیتوسان- رس به طور معنی داری ($p<۰/۰۵$) بیشتر از نمونه

1. Chroma

Archive of SID
www.SID.ir

با پیش تیمار مه پاش- واکس در دوره های ۰، ٦۰ روز است. کرومای نمونه ی بدون پوشش و کیتوسان- رس هیچ اختلاف معنی داری ندارد. نمونه‌ها با پیش تیمار کیتوسان – رس و بدون پوشش در دوره ی ۳۰ و ٦۰ روز و در نمونه دیگر در دوره ی ۹۰ روز انبارمانی، افزایش معنی داری در مقدار کروما مشاهده شد. در نتیجه پیش تیمار کیتوسان – رس کیفیت رنگ پوست میوه را بهتر از پیش تیمارهای دیگر حفظ کرده است.



شکل ۵ اثر زمان نگهداری و نوع پوشش بر مقدار ضریب رنگ پوست میوه تامسون (میانگین‌های دارای حرف مشترک بزرگ برای هر پوشش در زمان های مختلف انبارمانی نشان می دهد که تاثیر زمان انبارمانی بر آن پیش تیمار معنی دار نبوده ومیانگین‌های دارای حرف مشترک کوچک در هر زمان انبارمانی نشان می دهد که تاثیر نوع پوشش از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد)

رطوبت پوست

شکل (٦)، مقادیر رطوبت پوست میوه پرتقال برای پیش تیمار-های مختلف در طی دوره نگهداری را نشان می‌دهد. رابطه مقدار رطوبت پوست میوه و مدت انبار برای پیش تیمارهای مختلف با روابط (٤ تا ٦) بیان می‌شود. W_d، درصد رطوبت بر پایه خشک و t مدت انبار (روز) می‌باشد.

کیتوسان- رس:

$$W_d = 0.0025t^2 - 0.7365t + 287.35 \quad (٤)$$

$$R^2 = 0.99$$

بدون پوشش:

$$W_d = 0.0016t^2 - 0.9185t + 286.45 \quad (٥)$$

$$R^2 = 0.98$$

مه پاش- واکس:

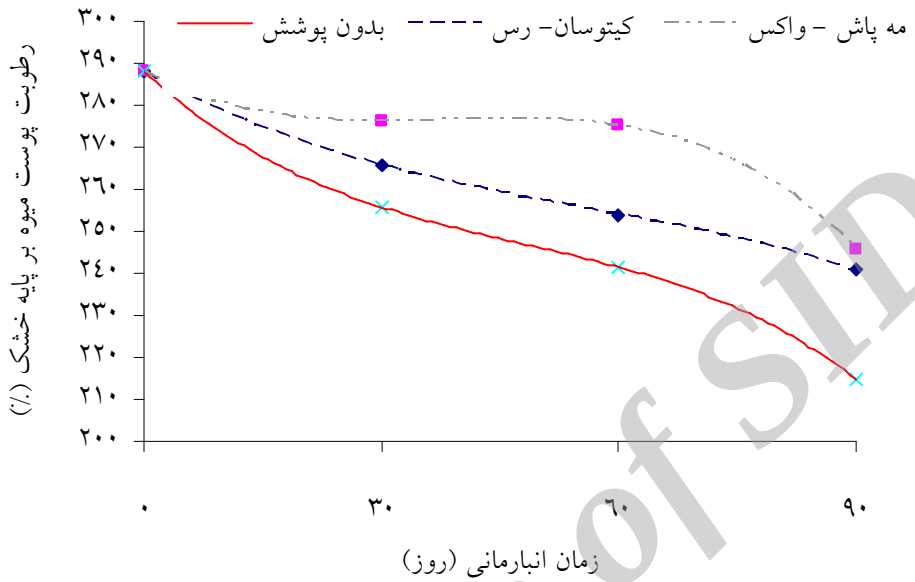
$$W_d = -0.0049t^2 + 0.0134t + 286.02 \quad (٦)$$

$$R^2 = 0.92$$

محتوای رطوبت پوست پرتقال بر پایه خشک در شروع مدت انبار، ۲۸۷/۹۷ درصد بر پایه خشک بود. طبق شکل (۸)، نمونه با پیش تیمار مه پاش- واکس و بدون پوشش به ترتیب،

Archive of SID
www.SID.ir

کمترین (١٤/٦٪) و بیشترین (٢٥/٤٪) درصد کاهش رطوبت را پس از ٩٠ روز انبار داشته‌اند. با توجه به نتایج تست شیمیایی، بالا بودن رطوبت پوست در نمونه با پیش تیمار مه پاش- واکس، فرآیند مثبتی نمی‌باشد بلکه به خاطر ایجاد نفوذپذیری خیلی پایین اتفاق افتاده است. در نتیجه پیش تیمار کیتوسان- رس بعد از پیش تیمار مه پاش- واکس بهترین تاثیر را در حفظ رطوبت پوست داشته که مقدار کاهش رطوبت پوست میوه بدون پوشش ١/٥٥ برابر نمونه کیتوسان- رس می-باشد.



شکل ٦ مقادیر رطوبت پوست میوه پرتقال برای پیش تیمارهای مختلف در طی دوره نگهداری

سفتی میوه

جدول (١)، مدت انبار را بر نیروی سفتی میوه پرتقال نشان می‌دهد، که میانگین حداکثر نیروی فشار میوه پرتقال با گذشت زمان کاهش می یابد و این کاهش در نمونه های پیش تیمار شده با کیتوسان- رس و مه پاش- واکس معنی دار نمی باشد. بعد از پایان مدت نگهداری، مقدار کاهش نیروی سفتی برای نمونه با پیش تیمار کیتوسان- رس (١٤/٩٠٪) و نمونه بدون پوشش (٤٥/٨٠٪) به ترتیب کمترین و بیشترین کاهش را داشته اند. همچنین نیروی سفتی در نمونه با پیش تیمار کیتوسان- رس نسبت به نمونه های دیگر در دوره های ٦٠ و ٩٠ روز انبار اختلاف معنی داری در سطح ٥٪ دارا می باشد و همچنین در دوره ی ٣٠ روز به طور معنی داری ($p<0.05$) بیشتر از نمونه ی بدون پوشش است.

مطابق جدول (١)، با گذشت زمان انبار از مقدار سفتی میوه کاسته می شود که با نتایج Fidelibus *et al.* [٤٠] مطابقت دارد. این کاهش در نمونه هایی با پیش تیمار کیتوسان - رس نسبت به نمونه های دیگر خیلی ناچیز بوده و در نتیجه پیش تیمار کیتوسان- رس تاثیر چشمگیری در حفظ سفتی بافت میوه پرتقال داشته است. بنابراین استفاده از پیش تیمار نانویی بر سطوح پرتقال موجب حفظ، استحکام بافت درونی میوه می‌شود.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱ اثر زمان نگهداری و نوع پوشش بر نیروی سفتی میوه تامسون

نوع پوشش	زمان انبارمانی(روز)			
	صفر	۳۰	٦۰	۹۰
کیتوسان- رس	۲۳۵/۸۵ ^{Aa}	۲۳٦/٦۰ ^{aA}	۱۹۹/٤۳ ^{aA}	۲۰۰/۷۰ ^{aA}
مه پاش - واکس	۲۳۵/۸۵ ^{aA}	۱۷۹/۵۳ ^{abA}	۱٦۸/۸۱ ^{bA}	۱۵۹/۷۳ ^{bA}
بدون پوشش	۲۳۵/۸۵ ^{aA}	۱٤۵/۸۸ ^{bB}	۱۳۹/۳۹ ^{cB}	۱۲۷/۸۳ ^{bB}

*مقادیر دارای حروف انگلیسی کوچک مشترک در هر ستون از نظر آماری معنی دار نمی باشند.
*مقادیر دارای حروف انگلیسی بزرگ مشترک در هر ردیف از نظر آماری معنی دار نمی باشند.

٤- نتیجه گیری

طی دوره ی انبارمانی، میوه با پیش تیمار کیتوسان- رس، بخاطر pH بالاتر، دارای مقاومت بیشتری نسبت به بقیه پوشش‌ها در برابر هجوم بیماری‌های قارچی داشت. همچنین مقدار اسید قابل تیتر و غلظت مواد جامد انحلال پذیر نمونه‌ها با پیش تیمار مه پاش- واکس طی دوره ی نگهداری، به ترتیب روند افزایشی و کاهشی داشته است. در نتیجه کیفیت درونی این نمونه ها با گذشت زمان انبار به علت ایجاد پدیده ی تخمیر کاهش یافت. و نمونه با پیش تیمار کیتوسان- رس ، مقادیر اسید قابل تیتر آب میوه را نسبت به نمونه شاهد، بیشتر حفظ کرده و همچنین مقدار بریکس آب میوه آن، در طول مدت نگهداری کمتر از نمونه شاهد بوده است. در نتیجه کیفیت میوه با پیش تیمار کیتوسان- رس نسبت به پوشش‌های دیگر بیشتر حفظ شده است. مقدار شاخص رنگ (Chroma) نمونه با پیش تیمار کیتوسان – رس در سطح بالاتری از بقیه پوشش‌ها قرار داشت و در نتیجه پیش تیمار کیتوسان – رس کیفیت رنگ پوست میوه را بهتر از پوشش‌های دیگر حفظ کرده است. پیش تیمار کیتوسان- رس بعد از پیش تیمار مه پاش- واکس بهترین تاثیر را در حفظ رطوبت پوست داشته و مقدار کاهش رطوبت پوست میوه شاهد (بدون پوشش) ، ۱/۵۵ برابر نمونه با پیش تیمار کیتوسان- رس بوده است. نمونه با پوشش کیتوسان- رس سفتی (۲۳۵/۸۵ تا ۲۰۰/۷۰ نیوتن)، بیشتری نسبت به بقیه پوشش‌ها داشت. در نتیجه میوه با پیش تیمار کیتوسان- رس استحکام، سفتی بافت، تازگی و طراوت بیشتری خواهد داشت. در نتیجه پیش تیمار کیتوسان- رس به عنوان پیش تیمار مناسب، در حفظ کیفیت میوه تاثیر بسزایی داشت.

۵- سپاسگزاری

از مرکز تحقیقات مرکبات کشور (رامسر)، به خاطر در اختیار قرار دادن نمونه ها و تجهیزات آزمایش های شیمیایی و فیزیکی، از مدیر عامل شرکت زیست پژوهان خاورمیانه با در اختیار قرار دادن دستگاه مه پاش حرارتی و از منشی گروه مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس جناب آقای مهندس رضائی کیا با همیاری در انجام تست سفتی قدردانی می گردد.

٦- منابع

[1] FAO. 2010. Citrus fruit – fresh and processed, annual statistics, 2009. Commodities and Trade Division, FAO of the UN, Rome.
[2] Wardowski, W., Nagy, S. and Grierson, W. 1986. Fresh citrus fruits. AVI Publishing Company, INC, United Kingdom pp.571.
[3] Satari, M. 2009. Investigate the properties of nano-films and their effects on loaf bread staling and shelf. M.Sc. thesis, Agricultural Machinery Mechanic, Tarbiat Modarres University, Page: 9-25 (in Farsi).
[4] Li, H., Li, F., Wang, L., Sheng, J., Xin, Z., Zhao, L., Xiao, H., Zheng, Y. and Hu, Q. 2009. Effect of nano- packing on preservation quality of Chinese jujube (Ziziphus jujube Mill. Var. inermis (Bunge) Rehd). Food Chemistry, 114(2): 547-552.
[5] Galed, G., Fernandez-Vall, M. E., Martınez, A. and Heras, A. 2004. Application of MRI to monitor the process of ripening and decay in citrus treated with chitosan solutions. Magnetic Resonance Imaging, 22: 127-137.

Archive of SID
www.SID.ir

concentrations. Food Hydrocolloids, 23: 1895–1902.
[16] Jahanshahi, M. (2004). Applications classified of Nanotechnology in the biotechnology category. Available in http://www.irannano.org (in Farsi).
[17]Taj al-Din, B. 2003. Prevent of food loss by proper packaging. Prevent of bread and food loss, page: 333.
[18] Chandra, S., Tiwari, R. and Dixit, V. 1995. Development of a botanical fungicide against blue mould of mandarin. Journal of Stored Production Research, 31(2): 165- 172.
[19]Chen, S. and Nussinovitch, A. 2001. Permeability and roughness determinations of wax-hydrocolloid coatings, and their limitations in determining citrus fruit overall quality. Food Hydrocolloids, 15: 127-137.
[20] Rakotonirainy, M.S., Fohrer, F. and Flieder, F. 1999. Research on fungicides for aerial disinfection by thermal fogging in libraries and archives. International Biodeterioration, 44: 133-139.
[21]Bertolini, P., Guarnieri,A. and Venturi.P. 1994. Post-harvest fog treatment of apples: deposition patterns and control of Phlyctaena vagabunda and superficial scald. Department of Protection and Improvement of Agricultural Food Products, 14(5): 345-348.
[22] Kitinoja. L. and Kader. A. A. 2002. Small-Scale Postharvest Handling Practices:A Manual for Horticultural Crops (4th Edition), Postharvest Horticulture Series No. 8E, University of California, Davis, p: 267.
[23] Darder, M., Colilla, M. and Ruiz-Hitzky, E. 2003. Biopolymer-Clay Nanocomposites Based on Chitosan Intercalated in Montmorillonite. Chemistry Material, 15: 3774-3780.
[24] Anonymous. 2009. Post harvest treatment by thermal fogging. Chemicals and machines conceived and patented by XEDA international, www.xeda.com.
[25] Khalili, F. 2010. Solutions used in gas treatment device using electro-fogger. Publishing of Scholars Biology Company of Middle East, Tehran, p. 24. (in Farsi).
[26] AOAC. 1995. Official Method of Analysis of AOAC International, 16th edition. The United States of America, DC.
[27] Li-ying, N., Ji-hong, W. U., Xiao-jun, L., Fang, C., Zheng-fu, W., Guang-hua, Z. and Xiaosong, H. 2008. Physicochemical characteristics of orange juice samples from
[6] Fornes, F., Almela, V., Abad, M. and Manuel Agusti, M. 2005. Low concentrations of chitosan coating reduce water spot incidence and delay peel pigmentation of Clementine mandarin fruit. Journal of the Science of Food and Agriculture, 85: 1105–1112.
[7] Martınez -Romero, D., Alburquerque, N., Valverde, J. M., Guillen, F., Castillo, S. and Valero, D. 2006. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment: a new edible coating. Postharvest Biology and Technology, 39: 93–100.
[8] Ribeiro, C., Vicente, A., Teixeira, J. A. and Miranda, C. 2007. Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence. Postharvest Biology and Technology, 44: 63–70.
[9] Xu, Yixiang., Ren, Xi. and Hanna, M. A. 2005. Chitosan/Clay Nanocomposite Film Preparation and Characterization. Journal of Applied Polymer Science, 99: 1684–1691.
[10] Chien, P. J., Sheu, F. and Lin, H. R. 2007. Coating citrus (Murcott tangor) fruit with low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life. Food Chemistry, 100: 1160–1164.
[11] Butler, B. L., Vergano, P. J., Testin, J. M., Bunn, J. M. and Wiles, J. L. 1996. Mechanical and barrier properties of edible chitosan films as affected by composition and storage. Journal of Food Science, 61(5): 953–955.
[12] Caner, C., Vergano, P. J. and Wiles, J. L. 1998. Chitosan film mechanical and permeation properties as affected by acid, plasticizer and storage. Journal of Food Science, 68(6): 1049–1053.
[13] Lotti, C., Isaac, C. S., Branciforti, M. C., Alves, R. M. V., Liberman, S. and Bretas, R. E. S. 2008. Rheological, mechanical and transport properties of blown films of high density polyethylene nanocomposites. European Polymer Journal, 44: 1346–1357.
[14] Jawahar, P. and Balasubramanian, M. 2006. Preparation and properties of polyesterbased nanocomposite gel coat system. Journal of Nanomaterials, 4 [article ID 21656].
[15] Casariego, A., Souza, B. W. S., Cerqueira, M. A., Teixeira, J. A., Cruz, L., Dıaz, R. and Vicente, A. A. 2009. Chitosan/clay films' properties as affected by biopolymer and clay micro/nanoparticles'

Archive of SID
www.SID.ir

seven cultivars. Agricultural Sciences in China, 7(1): 41-47.

[28] Singh, K.K. and Reddy, B.S. 2006. Post-harvest physico-mechanical properties of orange peel and fruit. Journal of Food Engineering, 73: 112–120.

[29] Askariasliarde, A. 2005. Post-harvest technology of cereals, pulses, fruits and vegetables (Author amalnd and Chakraverty). Cultural institutions and publishing of Yavaran, page: 464.

[30] Churchill, D.B., Sumner, H.R. and Whitney, J.D. 1980. Peel Strength properties of three orange varieties. Transactions of the ASAE, 23 (1), pp. 173–176.

[31] Martin-Diana, A. B., Rico, D., Barat, J.M. and Barry-Ryan, C. 2009. Orange juices enriched with chitosan: Optimisation for extending the shelf-life. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 10:590–600.

[32] Imeri, A. G. and Knorr, D. 1988. Effect of chitosan on yield and compositional data of carrot and apple juice. Journal of Food Science, 53: 1707–1709.

[33] Cortés, C., Esteve, M. J. and Frigola, A. 2008. Colour of orange juice treated by high intensity pulsed lectric fields during refrigerated storage and comparison with pasteurized juice. Food Control, 19: 151–158.

[34] Del Caro, A., Piga, A., Vacca, V. and Agabbio, M. 2004. Changes of flavonoids, vitamin C and antioxidant capacity in minimally processed citrus segments and juices during storage. Food Chemistry, 84: 99–105.

[35] El-Zeftawi, B.M. 1976. Cool storage to improve the quality ofValencia oranges. J. Hortic. Sci, 51: 411–418.

[36] Supraditareporn, W. and Pinthong. R. 2007. Physical, Chemical and Microbiological Changes during Storage of Orange Juices cv. Sai Nam Pung and cv. Khieo Waan in Northern Thailand. International Journal of Agricultural and Biology, 9(5): 726-730.

[37] Zarei, H., Shrifany, M., Razavi, S. and Maghsoudlou, Y. 2005. Effect of physical and chemical treatments on shelf life of orange. Journal of Agriculture and Natural Resources, 1: 37-45 (in Farsi).

[38] Echeverria, E., Burns, J.K. and Wicker, L. 1989. Effect of cell wall hydrolysis on Brix in citrus fruit. Proc. Florida State Hort. Soc, 101: 150–154.

[39] Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M., Shaw, P.E. and Burns, J.K. 1995. Effect of coatings and prolonged storage conditions on fresh orange flavor volatiles, degrees brix and ascorbic acid levels. J. Agric. Food Chem, 43: 1321-1331.

[40] Fidelibus, M.W., Teixeira,A.A. and Davis, F.S. 2002. Mechanical properties of orange peel and fruit treated pre- harvest with Gibberellic acid. American society of agricultural engineers, 45(4): 1057-1062.

Archive of SID

www.SID.ir

Investigation effect of particle Nano coating on storage quality properties of Thomson orange

Khoshtaghaza, M. H. [1*] , Taghinezhad, E.[2]

1. Biosystems Engineering Department, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
2. Moghan College of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

(Received: 94/7/6 Accepted: 94/9/10)

It is important to increase storage quality of orange by using of natural coatings. In this research, quality of Thomson oranges coated with chitosan-clay nano composite edible coating and fogger - wax (fog production from Ortho Phenil Phenol by electro fogger with nano dimension) was compared with the sample without coating during storage. Orange quality properties were evaluated during storage for 3 months in a cold storage at 6^{o}C temperature and 85-90% relative humidity. Results showed that fruits coated with chitosan-clay had highest pH, chroma, peel moisture and firmness compared to the other samples. Therefore, this nano coating increased fruit resistance to fungal diseases, retained peel fruit color and inner texture strength during storage. Amount of total soluble solid and acid total of fruit juice for fogger - wax coating decreased and increased during storage, which this trend could indicate fermentation phenomenon in the fruit. So using of chitosan-clay nano composite edible coating can be offered for prevention of decrease fruit quality during storage.

Key words: Storage; Nano composite; Fogging; Citrus; Quality properties

Archive of SID

*Corresponding Author E-Mail Address: khoshtag@modares.ac.ir

www.SID.ir