Archive of SID

نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۸ شماره ۳/ سال ۱۳۹۷/ صفحات ۱ تا ۱۳

اثرتیمارهای اتانل، نانونقره، واکس یا متیل سلولز- واکس بر روی ویژگی کیفی پرتقال تامسون ناول

فاطمه زهرا رحمتیان[۱]، محمدرضا کسائی*[۲] و علی معتمدزادگان[۲]

تاریخ دریافت : ۹۳/۱۲/۲۹ تاریخ پذیرش : ۹۵/۷/۲٤

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات مازندران، دانشگاه آزاد اسلامی
[۲] دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
* مسئول مکاتبه: E-mail: reza_kasaai@hotmail.com

چکیده

در این پژوهش اثر هر یک از ترکیبات (اتانل، نانونقره، قارچ‌کش بنومیل ۱۵٪، متیل سلولز- واکس، واکس یا اثر ترکیبی آنها) بر شیوع پوسیدگی، کیفیت بافت و خواص حسی پرتقال تامسون ناول طی ۱۶ هفته نگهداری در دمای ۸C ° مورد بررسی قرار گرفت. پرتقال‌ها پس از شستشو، بوسیله اتانل ۷۰٪، نانونقره ppm ۵ یا قارچ‌کش بنومیل ۱۵٪ ضدعفونی گردیدند. میوه‌ها توسط واکس تجاری یا واکس متیل سلولز- واکس (با نسبت ۹ به ۱۰ وزنی / وزنی) به روش غوطه‌وری پوشش یافتند و سپس در هوای آزاد خشک گردیدند. نمونه‌های بدون پوشش به عنوان نمونه‌های کنترل، در نظر گرفته شدند. این پژوهش با استفاده از طرح آزمایشی فاکتوریل با ۵ تکرار در سطح اطمینان ۹۵٪ انجام یافت. در طول نگهداری، کمترین و بیشترین میزان شیوع پوسیدگی به ترتیب در تیمارهای نانونقره و اتانل مشاهده گردید. میزان پوسیدگی نمونه شاهد کمتر از اتانل بود. تفاوت معنی‌داری از لحاظ در صد پوسیدگی بین میوه‌های پوشش داده شده با واکس و متیل سلولز- واکس دیده نشد (P>۰/۰۵). پوشش‌های مذکور باعث حفظ بیشتر سفتی بافت، در مقایسه با نمونه‌های کنترل و میوه ضدعفونی شده گردیدند (P<۰/۰۵). ارزیاب‌ها بیشترین و کمترین ویژگی ارگانولیپتیکی را به ترتیب در تیمار متیل سلولز- واکس و واکس گزارش نمودند (P<۰/۰۵). از نظر طراوت ظاهری نیز اختلاف معنی‌داری بین دو نوع پوشش به کار رفته، مشاهده نشد.

واژ گان کلیدی: پرتقال تامسون ناول، متیل سلولز، نانونقره، زمان ماندگاری

مقدمه

پرتقال تامسون ناول به علت مقاوم بودن در برابر سرما، پرمحصول بودن، بازارپسندی خوب و عمر انباری بالا، سطح زیر کشت وسیعی را به خود اختصاص داده است (آنونیموس ۲۰۰۸). با این حال آلودگی میوه‌ها به قارچ-هایی مانند گونه‌های *پنی‌سیلیوم* در مناطقی که دما و رطوبت نسبی محیط بالا است، به سرعت صورت می-گیرد. ضدعفونی کردن و پوشش دادن سطح میوه‌ها پیش از نگهداری در دمایی کمتر از دمای محیط، روشی معمول برای افزایش زمان ماندگاری مرکبات می‌باشد (باتیستا- بانوس و همکاران ۲۰۰۶ و بورتوم ۲۰۰۸). در حال حاضر استفاده از تیمارهای شیمیایی در غلظت‌های بسیار پایین برای کنترل بیماری‌های پس از برداشت مرکبات رایج است (شاه‌بیک ۱۳۷۸ و گلشن تفتی و شاه-

www.SID.ir

Archive of SID

بیک ۱۳۸۳). تداوم و افزایش مصرف قارچ‌کش‌های شیمیایی (نظیر تیابندازول، بنومیل و ....) نگرانی‌های بشر و محیط زیست را افزایش داده که این امر منجر به تحقیق برای یافتن روش‌های جدید شده است (چین و همکاران ۲۰۰۷). قارچ‌کش بنومیل یکی از قارچ‌کش‌های مورد استفاده در ایران است. بنومیل یک قارچ‌کش سیستمیک از خانواده بنزیمیدازول[1] می‌باشد که در فعالیت‌های سلولی از قبیل تقسیم سلولی و حمل و نقل مواد در داخل سلول دخالت می‌کند و مشکلاتی را برای ادامه حیات آنها به وجود می‌آورد.در سال‌های اخیر کشف تکنولوژی نانو و استفاده از نانونقره، امیدهای فراوانی را به منظور کم کردن مصرف مواد شیمیایی و داشتن محیطی سالم‌تر ایجاد نموده که در این زمینه تحقیقات فراوانی در دنیا در حال انجام است. در چند دهه اخیر، به دلیل کارایی بالای نانوذرات غیرارگانیک نسبت به توده جامد مواد و طیف وسیع میکروب‌کشی برخی از آن‌ها، توجهات زیادی برای بکارگیری این مواد، در شاخه‌های مختلف نظیر پزشکی، بیولوژیکی، کشاورزی و صنایع بسته‌بندی معطوف شده است. در این میان، نانوذرات نقره دارای چندین عملکرد میکروبی برای کنترل پاتوژن‌های گیاهی مختلف میباشند (کانان و سابالاکسمی ۲۰۱۱ و بیسوال و همکاران ۲۰۱۲ و جو و کیم ۲۰۰۹). همچنین امروزه استفاده از ترکیبات طبیعی به منظور افزایش زمان نگهداری، پس از برداشت مرکبات مورد توجه قرار گرفته است. اتانل نیز یک ترکیب آلی طبیعی زیست تجزیه‌پذیر و دارای خاصیت ضدمیکروبی می‌باشد که در بسته‌بندی‌های غذایی مصرف می‌شود. پوشش‌های خوراکی قادرند میزان نفوذپذیری بخار آب، اکسیژن و دی‌اکسیدکربن محصول را تنظیم نموده، در نتیجه نسبت اجزای گازها، روند فعالیت تنفسی و ویژگی‌های کیفی میوه‌ها را تحت تأثیر قرار دهند (چن و ناسموویچ ۲۰۰۱ و هاگنمایر ۲۰۰۲ و مفتون آزاد و همکاران ۲۰۰۸). از این گروه می‌توان به واکس‌ها اشاره کرد که مصرف آن‌ها به منظور بهبود وضع ظاهری و کنترل افت وزنی میوه‌ها در صنایع بسته‌بندی مرکبات بسیار رایج می‌باشد. با این وجود، این پوشش‌ها می‌توانند موجب بدطعمی (طعم تخمیری) در میوه‌ها شوند که به عدم تبادل اکسیژن و دی‌اکسیدکربن توسط این پوشش نسبت داده می‌شود. پوشش‌های تشکیل شده از هیدروکلوئیدها برعکس پوشش‌های لیپیدی، در برابر رطوبت مقاوم نیستند اما در مقابل گازها از جمله اکسیژن مقاوم می‌باشند (به دلیل تأخیر در رسیدگی میوه بدون القاء فعالیت بی‌هوازی در آن‌ها) (ناوارو– تارازاگا و همکاران ۲۰۱۱ و باتیستا- بانوس و همکاران ۲۰۰۶). متیل سلولز[2] پلیمر زیست تجزیه‌پذیر بوده و به دلیل قابلیت‌های عملکردی وسیع و فرایندپذیری آسان آن، در صنعت بسته‌بندی مورد توجه می‌باشد (ناوارو- تارازاگا و همکاران ۲۰۱۱ و بورتوم ۲۰۰۸). به منظور بهبود خواص عملکردی این پوشش‌ها در برابر رطوبت و گازها می‌توان از پوشش‌های کامپوزیت استفاده نمود که ترکیبی از پوشش‌های لیپیدی و هیدروکلوئیدی است. هدف‌های این مطالعه عبارتند از: (۱) مقایسه اثر قارچ‌کش نانونقره، اتانل و بنومیل؛ (۲) اثر پوشش واکس یا پوشش ترکیبی متیل سلولز– واکس بر زمان ماندگاری و خواص کیفی پرتقال تامسون؛ و (۳) اثر متقابل اتانل (یا نانونقره) و پوشش واکس (یا متیل سلولز- واکس) بر روی زمان ماندگاری، کیفیت بافت و ویژگی‌های حسی پرتقال تامسون ناول. مطالعه مذکور در طول ۱۶ هفته ودر ۸C° انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

مواد مورد استفاده شامل مواد ضدعفونی کننده‌ی محلول نانوذرات نقره با غلظت ppm ۵ (سینا سون، ساری، ایران)، قارچ‌کش تجاری بنومیل (مشکفام فارس، ایران)، اتانل ٪۷۰ (پارسیان شیراز، ایران) و مواد پوشش‌دهنده شامل واکس (W) (Citrashin ®, Decco, Italy) که حاوی رزین‌های طبیعی، امولسیفایر، مواد قابل حل در آب و ٪۱۸ ماده خشک بود و متیل سلولز (MC; (M7140, DS=1.5-1.9 (Sigma Aldrich ,USA) بودند.

[1] Benzimidazole

[2] Methyl Cellulose (MC)

www.SID.ir

Archive of SID

آماده‌سازی میوه‌ها

میوه‌های پرتقال تامسون ناول در دی ماه از قسمت‌های مختلف ۱۰ درخت پرتقال تامسون ناول در یک واحد زراعی واقع در مازندران، با استفاده از قیچی باغبانی، جمع‌آوری و از نظر وضعیت ظاهری، عاری بودن از هر گونه بیماری و صدمات پوستی (خراشیدگی و له شدگی) مورد بازرسی قرار گرفت و میوه‌های سالم و تقریباً هم-اندازه انتخاب شدند. سپس میوه‌ها در حوضچه آب معمولی جهت زدودن آفات و گرد و غبار، شستشو و بر روی یک سطح توری در معرض هوای آزاد، خشک گردیدند.

آماده‌سازی محلول‌ها

قارچ‌کش بنومیل نیز با غلظت ۱۵٪ آماده شد. پوشش واکس به صورت آماده با ماده خشک ۱۸٪ مورد استفاده قرار گرفت و قبل از مصرف به مدت ۱۰ دقیقه تکان داده شد. برای تهیه پوشش ترکیبی متیل سلولز- واکس با نسبت خشک (با نسبت ۹ به ۱۰ وزنی / وزنی)، ابتدا محلول ۵٪ متیل سلولز (۵ گرم متیل سلولز در ۱۰۰ گرم آب مقطر) تهیه گردید و سپس با محلول واکس به نسبت (۴ به ۱ حجمی / حجمی) مخلوط و یکنواخت شد.

پوشش دادن میوه‌ها توسط محلول‌های ضدعفونی کننده و پوشش دهنده

تعدادی از پرتقال‌ها با محلول‌های ضدعفونی کننده به روش غوطه‌وری و به مدت ۲ دقیقه، شستشو داده شده و در هوای آزاد به مدت ۲۰ دقیقه خشک گردیدند. تعدادی دیگر نیز به روش غوطه‌وری و به مدت ۳۰ ثانیه توسط واکس یا متیل سلولز- واکس پوشش یافتند و پس از پوشش‌دهی بر روی سطح توری، در شرایط محیط خشک شدند. میوه‌های بدون پوشش، به عنوان نمونه‌های کنترل مدنظر قرار گرفتند. همه نمونه‌ها به صورت یک ردیف ۵ تایی از میوه در هر جعبه توری جای گرفته و به سردخانه (دمای ۸C ° و رطوبت نسبی ٪۹۵-۹۰) انتقال داده شدند.

زمان ماندگاری (میزان شیوع پوسیدگی)

برای تعیین میزان شیوع و پراکندگی پوسیدگی، میوه‌ها به ۵ گروه ۲۰ تایی برای هر تیمار تقسیم گردیدند و هر گروه به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد. درصد پوسیدگی از طریق مشاهده کپک‌های سبز و آبی بر روی میوه‌ها، هر دو هفته یک‌بار مشخص و مورد شمارش قرار گرفت و میوه‌های تخریب شده به صورت درصد بیان گردیدند.

آزمون بافت

میزان سفتی بافت توسط دستگاه آنالیز بافت (Brook Textural Analyzer, field CT3, USA) مجهز به (Load cell) ۱۰ کیلوگرمی، در آزمایشگاه واحد فناوری طبرستان (ساری، ایران)، اندازه‌گیری شد. مقاومت بافت در برابر نیروی فشاری وارده، به صورت تغییرات نیرو بر واحد سطح ثبت شد. بالاترین نقطه منحنی نیز نشان دهنده میزان سفتی بافت (بیشترین میزان مقاومت بافت) برحسب حداکثر میزان گرم نیروی وارد شده جهت ایجاد اولین پارگی (نقطه شکست) در سطح بافت میوه بود.

آزمون‌های حسی

ارزیابی حسی نمونه‌ها جهت تعیین خصوصیات ارگانولپتیکی پرتقال‌های تامسون ناول نظیر پذیرش کلی طعم[1] بدطعمی[2] ظاهر میوه (طراوت و شادابی) توسط حداقل ۵ نفر ارزیاب (۲ مرد و ۳ زن، در فاصله سنی ۲۲ تا ۲۷ سال) انجام یافت. جهت اجرای آزمون حسی، میوه‌ها پوست‌گیری و به قسمت‌های مساوی تقسیم شدند. هر تیمار مخلوطی از قسمت‌های جدا شده از ۲ میوه مختلف بود که در ظرف‌هایی مشابه با کد مخصوص جهت ارزیابی قرار داده شدند. آزمون‌های مطلوبیت طعم و شکل میوه در مقیاس ۵ نقطه‌ای (هدونیک) (امتیاز ۱= بسیار نامطلوب، امتیاز ۵= بسیار مطلوب) و آزمون بدطعمی در یک مقیاس ۴ نقطه‌ای (هدونیک) (امتیاز ۱= عدم حضور طعم بد و امتیاز ۴= حداکثر طعم بد) انجام یافتند.

آنالیز آماری

این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی، با ضریب اطمینان ٪۹۵، در ۵ تکرار (آزمون بافت با ۳ تکرار) انجام گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها بر

[1] Flavor, [1] Off flavor
[2] Off flavor

www.SID.ir

Archive of SID

اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن با استفاده از نرم‌افزار SPSS 17 انجام و کلیه شکل‌ها نیز با نرم‌افزار Microsoft Excell (2007) رسم شدند. نمونه‌برداری به صورت تصادفی، هر دو هفته یک‌بار انجام یافت و برای مدت ۱۶ هفته ادامه پیدا کرد.

نتایج و بحث

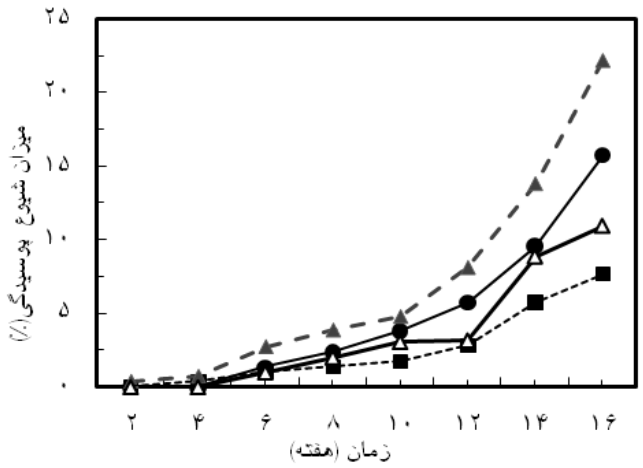
زمان ماندگاری (میزان شیوع پوسیدگی)

به طور کلی بررسی اثر نانونقره، اتانل و قارچ‌کش بنومیل بر میزان شیوع کپک‌های سبز و آبی نشان داد که میزان پوسیدگی در طول دوره نگهداری، در همه تیمارها افزایش یافت. کمترین پوسیدگی مربوط به تیمار نانونقره بود که می‌تواند به دلیل اثر ضدمیکروبی قوی‌تر این تیمار بر قارچ‌های عامل پوسیدگی مرکبات در دوره نگهداری باشد و بیشترین میزان پوسیدگی نیز در نمونه‌های کنترل مشاهده گردید ($P<۰/۰۵$). تفاوت معنی‌داری بین تیمار نانونقره و اتانل تا هفته دهم نگهداری دیده نشد ($P>۰/۰۵$). اتانل با دارا بودن فشار بخار نسبتاً بالا و تبخیر سطحی در طول دوره نگهداری میوه اثر کمتری نسبت به محلول نانونقره و قارچ‌کش بنومیل در جلوگیری از پوسیدگی دارا است. میزان پوسیدگی میوه‌های تیمار شده با نانونقره و قارچ‌کش بنومیل ۱۵٪، تا هفته ۱۲ نگهداری تقریباً به یک اندازه بود و اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ($P>۰/۰۵$). اختلاف در میزان پوسیدگی این دو تیمار، از هفته ۱۲ نگهداری دیده شد که میزان ضایعات میوه‌های ضدعفونی شده با نانونقره، نسبت به تیمار قارچ‌کش کمتر بود و این تیمار توانست به میزان ۲ هفته، ماندگاری میوه‌ها را افزایش دهد (شکل ۱).

مطالعات مختلفی در رابطه با اثر نانونقره در مقایسه با قارچ‌کش‌ها صورت گرفته است. علوی و دهپور (۲۰۰۹) اثر قارچ‌کشی قوی‌تر نانونقره را در مقایسه با سم مانکوزب بر بیماری قارچی سفیدک درونی (سفیدک کاذب) خیار گلخانه‌ای در شمال ایران گزارش نمودند. همچنین در تحقیقی مشابه، اثر بازداری محلول نانونقره بر رشد کپک سطحی خیار و کدو تنبل (*Sphaerotheca fusca, golovinomyces cichoracearum*) توسط لامسال و همکاران (۲۰۱۱) اعلام گردید. کتولی و رهنما (۱۳۸۶) نیز به بررسی اثر نانوذرات نقره بر رشد ریسه‌های قارچ *Fusarium manilifarme* (عامل پوسیدگی خوشه و طوقه ذرت و برنج) پرداختند و مشاهده کردند که نانونقره در مدت زمان کوتاه، اثر چشمگیری بر کاهش رشد قارچ مذکور داشته است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- درصد افت میوه‌های ضدعفونی شده برحسب زمان ماندگاری

(اتانل ●—●، نانونقره ■···■، کنترل ▲- -▲، قارچ‌کش △—△ (دما: ۸ ^{0}C و رطوبت نسبی (RH): ۹۰-۹۵٪)، ($\alpha \leq ۰/۰۵$)

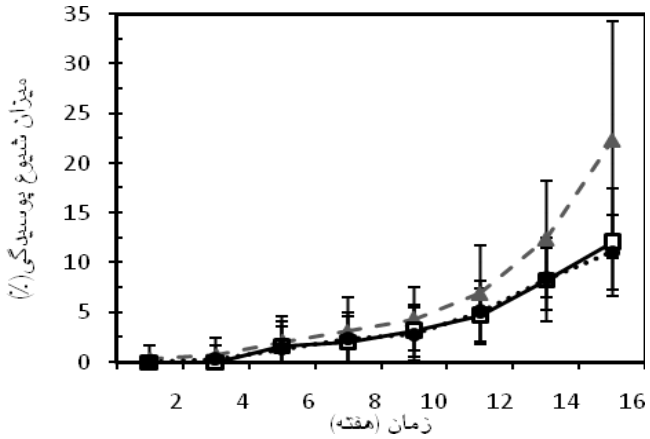
جدول ۱ و شکل ۲، اثر پوشش دهنده‌ها بر روی میزان ماندگاری پرتقال تامسون را نشان می‌دهد. در طول دوره نگهداری، کمترین پوسیدگی در تیمارهای واکس و متیل سلولز- واکس مشاهده شد و بیشترین پوسیدگی مربوط به نمونه‌های کنترل بود. بعد از هفته دهم نگهداری، تفاوت معنی‌داری بین شاهد و تیمارها دیده شد ($P<۰/۰۵$). تفاوت معنی‌داری بین دو پوشش واکس و متیل سلولز- واکس بر روی ماندگاری پرتقال تامسون در طول دوره نگهداری مشاهده نگردید ($P>۰/۰۵$). با توجه به نتایج حاصله، پوشش‌های به کار رفته باعث تأخیر در ایجاد فساد قارچی و افزایش ماندگاری پرتقال‌های تامسون ناول شدند. در رابطه با تأثیر پوشش دهنده‌ها، اثر پوشش ترکیبی هیدروکسی پروپیل متیل سلولز- لیپید[1] در کاهش شیوع کپک‌های سبز و آبی نارنگی‌ها (*Clemenus*) به مدت ۱۵ روز نگهداری در دمای ۵ ^{0}C توسط والنسیا- کامارو[2] و همکاران (۲۰۱۱) گزارش گردید. در تحقیقی دیگر پوشش‌های تجاری واکس باعث کاهش شیوع کپک‌های سبز و آبی در پرتقال‌های والنسیا[3] و تاراکو[4] و نیز نارنگی کمون[5] شدند. ساسدو- پومپا و همکاران (۲۰۰۹) نیز اثر واکس کاندلیلا[6] بر کاهش شیوع پوسیدگی در میوه آووکادو را اعلام نمودند. تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که اثر متقابل ماده ضدعفونی کننده اتانل و نانونقره و پوشش دهنده بر میزان پوسیدگی پرتقال تامسون ناول معنی‌دار بوده است. مطابق شکل ۳، پوشش‌هایی که به همراه نانونقره استفاده شدند، نسبت به سایر تیمارها، باعث ماندگاری بیشتر محصول گردیدند. این موضوع می‌تواند به علت توأم شدن اثر قارچ‌کشی نانونقره و بازدارندگی پوشش‌ها در برابر نفوذ عوامل فساد بر روی پوست میوه باشد. میزان تأثیر این تیمارها در کنترل ضایعات، به عواملی از قبیل اسپورهای اولیه و مدت زمانی که میوه پس از برداشت در معرض محلول ضدعفونی کننده قرار می‌گیرد نیز بستگی دارد (لی و همکاران ۱۳۷۷). نتایج مشابهی از تأثیر به کار بردن توأم قارچ‌کش تیابندازول و پوشش دهنده پلی‌اتیلنی در کنترل پوسیدگی پرتقال‌های والنسیا و محلی جیرفت گزارش شد (گلشن تفتی و شاه‌بیک ۱۳۸۳). میزان شیوع فساد در مرکباتی که توسط واکس به همراه نمک‌هایی مانند سوربات پتاسیم و بی‌کربنات سدیم، پوشش داده شدند به طور معنی‌داری کمتر از مرکبات پوشش داده شده با واکس و نمونه کنترل (بدون پوشش) بود (یوسف و همکاران ۲۰۱۲). نتایج مطالعه والنسیا- کامارو و همکاران (۲۰۱۱) بر روی اثر عملکرد پوشش دهنده هیدروکسی پروپیل

[1] Hydroxy propyle methylcellulose (HPMC-Lipid)
[2] Valencia-chammarro
[3] *Valencia*
[4] *Tarrocco*
[5] *Comune*
[6] *Candelilla*

www.SID.ir

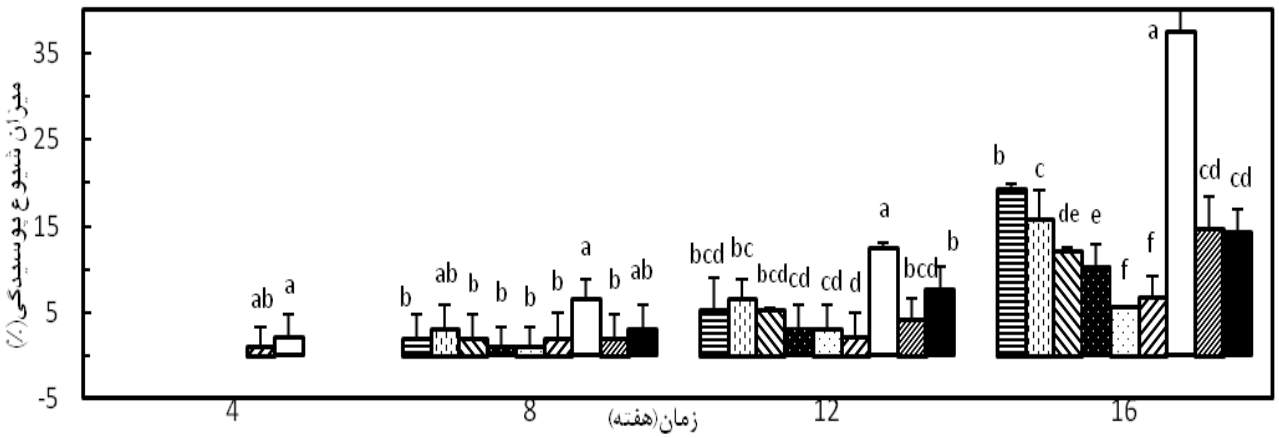
Archive of SID

متیل سلولز- لیپید به همراه برخی از ترکیبات ضدقارچی سوربات پتاسیم و بنزوات سدیم بر نارنگی‌های *Clemenules* نشان داد که این ترکیب، در کاهش شیوع کپک‌های سبز نسبت به سایر تیمارهای بدون مواد ضدقارچی، مؤثرتر واقع گردید.



شکل ۲- درصد افت میوه‌های تیمار شده توسط محلول‌های پوشش دهنده واکس و متیل سلولز- واکس، برحسب زمان ماندگاری

(متیل سلولز- واکس: ●••، واکس: ▭، کنترل: ▲ -) (دما: ۸ ^{0}C و رطوبت نسبی (RH): ۹۰-۹۵٪)، ($\alpha \leq$ ۰/۰۵)



شکل ۳- مقایسه میانگین درصد پوسیدگی پرتقال‌های تامسون ناول پوشش یافته با ضدعفونی کننده‌های اتانل، نانونقره و پوشش دهنده‌های واکس و متیل سلولز- واکس، طی ۱۶ هفته نگهداری در دمای ۸C ^{o} و رطوبت نسبی ٪۹۵-۹۰

حروف مشابه در هر یک از زمان‌های نگهداری بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد ($\alpha \leq$ ۰/۰۵). اتانل: ▤،اتانل-واکس: ▣،اتانل- متیل سلولز- واکس: ▨، نانونقره: ■، نانونقره- واکس: ⁘، نانونقره- متیل سلولز- واکس: ▨، کنترل: □،واکس: ▨، متیل سلولز- واکس: ■

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- میانگین درصد پوسیدگی در طول ۱۶ هفته نگهداری میوه‌های تیمار شده توسط محلول‌های پوشش دهنده

ماده ضدعفونی	هفته ۶	هفته ۸	هفته ۱۰	هفته ۱۲	هفته ۱۴	هفته ۱۶
	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$
واکس	۱/۶۷±۲/۴۴^{a}	۲/۰۱±۲/۵۶^{a}	۳/۱۲±۲/۶۴^{a}	۴/۶۲±۲/۷۴^{b}	۸/۲۸±۴/۲۴^{b}	۱۲/۰۲±۵/۴۱^{b}
متیل سلولز- واکس	۱/۳۳±۲/۳^{a}	۲/۳۷±۲/۶۲^{a}	۲/۸±۲/۷^{a}	۵/۰۱±۳/۱۵^{b}	۸/۳۵±۳/۱۴^{b}	۱۱/۰۶±۳/۷۳^{b}
کنترل	۲/۰۳±۲/۵۸^{a}	۳/۱۴±۳/۳۲^{a}	۴/۳۲±۳/۱۶^{a}	۶/۹۳±۴/۸^{a}	۱۲/۳۹±۵/۸۲^{a}	۲۲/۳۷±۱۱/۹۳^{a}

حروف‌های مشابه بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین صفت موردنظر است (دما: ^{0}C ۸ و رطوبت نسبی (RH): ۹۰-۹۵٪)، ($\alpha \leq$۰/۰۵)

تغییرات بافت در طول دوره نگهداری

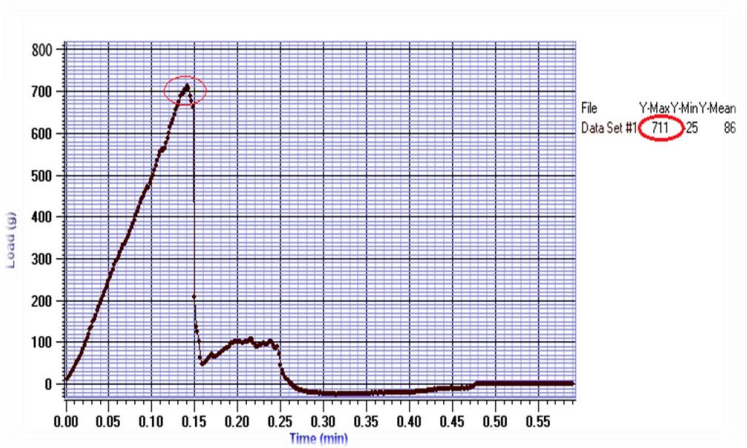
همان طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، بیشینه نیروی فشاری در نقطه پارگی بافت میوه، مقیاسی جهت بررسی سفتی بافت پرتقال‌ها در نظر گرفته شد.سفتی بافت، یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های ارگانولپتیکی مرکبات محسوب می‌شود. سفتی گوشت میوه باعث ایجاد احساس دهانی مطلوب در هنگام مصرف آن می‌گردد. با توجه به نتایج، میزان سفتی بافت در تمامی تیمارها در طول دوره نگهداری کاهش یافت (شکل ۵ و ۶). میزان تغییرات سفتی بافت نیز با میزان سفتی بافت در اولین آزمون (پس از دو هفته نگهداری) مقایسه شد و در پایان دوره نگهداری، کمترین سفتی بافت در نمونه‌های کنترل مشاهده گردید . محلول‌های ضدعفونی به کار رفته، در مقایسه با نمونه-های کنترل، در حفظ سفتی بافت میوه‌ها مؤثر نبودند و میزان سفتی بافت این نمونه ها با اختلاف ٪۳۰-۲۰ کمتراز نمونه‌های پوشش داده شده با واکس و پوشش ترکیبی بود. پوشش‌ها باعث حفظ سفتی بافت در طول دوره نگهداری شدند(شکل ۵). تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌های پوشش داده شده با واکس و متیل سلولز- واکس در طول دوره مشاهده نگردید (P>۰/۰۵). پوشش متیل سلولز-واکس وواکس توانستند با اختلاف بسیار جزئی نسبت به هم، باعث حفظ سفتی بافت میوه‌ها به مدت ۶ هفته بیشتر از نمونه‌های کنترل شوند.در بررسی اثر متقابل ضدعفونی کننده(نانونقره یا اتانل)و متیل سلولز (یا واکس) تیمار نانونقره- متیل سلولز بیشترین میزان سفتی بافت را در پرتقال‌های تامسون در طول دوره حفظ نمودند. در این مطالعه پوشش‌های بکار رفته باعث حفظ بیشتر سفتی بافت نسبت به نمونه‌های کنترل، در طول دوره نگهداری شدند که می‌تواند به علت اثر پوشش‌ها در کاهش میزان تنفس و به دنبال آن، کاهش فعالیت آنزیم‌هایی نظیر پکتین استراز و پلی‌گالاکتروناز باشد. این آنزیم‌ها باعث تجزیه پروتوپکتین نامحلول به اسید پکتیک و پکتین محلول و نرم شدن بافت میوه می-شوند (جلیلی مرندی ۱۳۸۳ و مفتون آزاد و همکاران ۲۰۰۸). میوه‌هایی که به وسیله متیل سلولز- واکس پوشش داده شدند دارای بافت سفت‌تری در طول دوره نگهداری نسبت به پوشش‌های واکس بودند که می‌تواند ناشی از اثر این پوشش بر تعدیل فعالیت تنفسی میوه و به دنبال آن، کاهش فعالیت آنزیم‌های ذکر شده در بالا و در نتیجه حفظ ساختمان سلولی در مقایسه با پوشش واکس گردد. از سوی دیگر، شرایط بی‌هوازی باعث تولید متابولیسم‌های بی‌هوازی نظیر اتانل و استالدئید در میوه می‌گردد که می‌تواند بر میزان رسیدگی و خواص حسی میوه تأثیرگذار باشد (کلی و سالتیت ۱۹۸۸).اثر مشابهی در حفظ سفتی بافت میوه‌های توت فرنگی پوشیده شده با کیتوسان (هرناندز- مونوز و همکاران ۲۰۰۸) و میوه-های انبه پوشش یافته با سمپرفرش[1](کاریلو- لوپز و همکاران ۲۰۰۰) مشاهده شد. شکل ۷ نشان‌دهنده میزان مطلوبیت طعمی در تیمارهای واکس و متیل سلولز- واکس در مقایسه با نمونه‌های کنترل می‌باشد. از هفته هشتم تا هفته چهاردهم نگهداری، تیمار متیل سلولز- واکس، بیشترین امتیاز و تیمار واکس، کمترین امتیاز را از نظر مطلوبیت طعم دارا بود. نتایج به دست آمده از ارزیابی حسی نشان می‌دهد که متیل سلولز- واکس، امتیاز طعمی بالاتری نسبت به تیمار واکس نشان دادند. استفاده از هیدروکلوئیدها در فرمولاسیون پوشش‌ها

[1] Semperfresh

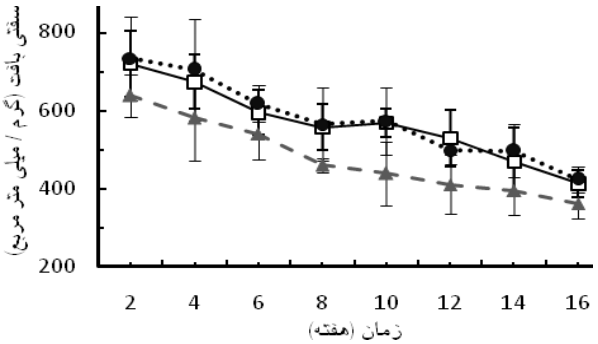
www.SID.ir

Archive of SID

می‌تواند باعث تنظیم تبادل گازهای اکسیژن و دی‌اکسید-کربن در سطح میوه شود(چن و ناسموویچ ۲۰۰۱)واز این طریق می‌تواند به بهبود طعم میوه کمک نماید.اوبنلند و همکاران (۲۰۰۸) مشاهده کردند که پوشش پرتقال‌های تامسون ناول توسط واکس و نگهداری آن‌ها در دماهای پایین‌تر از دمای محیط باعث افت مطلوبیت طعمی میوه‌ها گردید.

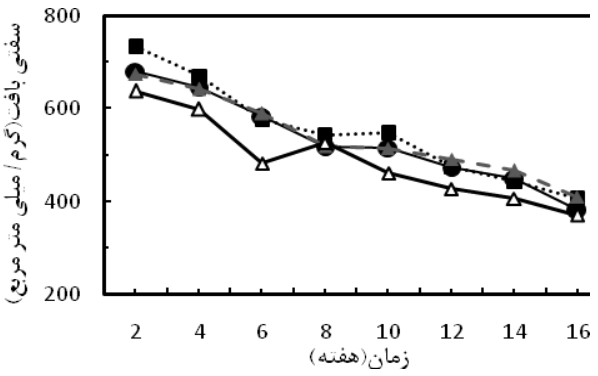


شکل ۴- منحنی تغییرات نیرو در آنالیز بافت توسط دستگاه آنالیز گر بافتBrook filed



شکل ۵- مقایسه میانگین سفتی بافت، پرتقال‌های تامسون پوشش یافته با واکس و متیل سلولز- واکس، در طول ۱۶ هفته نگهداری

(متیل سلولز- واکس: ●••، واکس: □—، کنترل: ▲ -) (دما؛ ۸ ^{o}C و رطوبت نسبی (RH): ۹۰-۹۵٪)، ($\alpha\leq$۰/۰۵)



شکل ۶- مقایسه میانگین سفتی بافت پرتقال‌های تامسون ضدعفونی شده، در طول ۱۶ هفته نگهداری

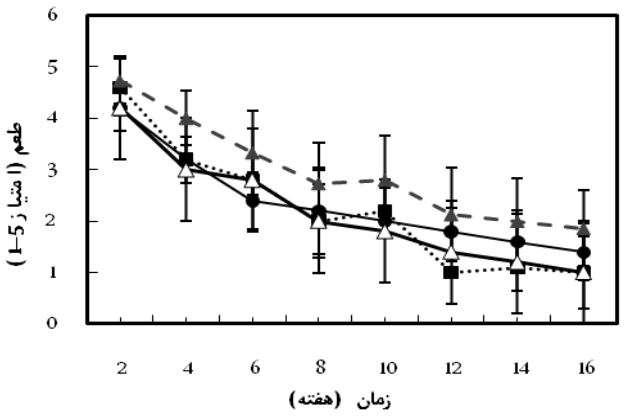
(اتانل: ●—، نانونقره: ■···، قارچ‌کش: △—، کنترل: ▲ -) (دما؛ ۸ ^{o}C و رطوبت نسبی (RH): ۹۰-۹۵٪)، ($\alpha\leq$۰/۰۵)

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی ارزیابی حسی

در بررسی اثر محلول‌های ضدعفونی کننده بر میزان مطلوبیت طعمی، تفاوت معنی‌داری بین این تیمارها و نمونه‌های کنترل مشاهده نگردید ($P>0/05$) (شکل ۷). در خصوص ارزیابی بدطعمی نمونه‌ها، بیشترین میزان بدطعمی در میوه‌هایی که دارای پوشش واکس بودند، دیده شد (شکل ۸). واکس تجاری مورد استفاده، حاوی ترکیبات غیرقطبی بوده و این ترکیبات، ممانعت بیشتری در برابر تبادل اکسیژن، دی‌اکسیدکربن و رطوبت در میوه ایجاد می‌نمایند (چن و ناسموویچ ۲۰۰۱ و بورتوم ۲۰۰۸). بنابراین پوشش واکس نسبت به پوشش ترکیبی متیل سلولز- واکس ایجاد شرایط بی‌هوازی و بدطعمی بیشتری می‌نماید. در واقع، پوشش ترکیبی متیل سلولز- واکس در مقایسه با پوشش واکس باعث نگهداری بیشتر طعم در پرتقال‌های تامسون ناول به میزان ۶ هفته گردید. طعم طبیعی میوه ارتباط تنگاتنگی با نسبت اسیدیته به مواد جامد قابل حل دارد که در زمان برداشت پرتقال تامسون، این میزان بین ۷-۶ است و تغییر در مقدار نسبت باعث تغییر به سمت شیرین‌تر یا ترش‌تر شدن طعم میوه‌ها می‌شود (جلیلی مرندی، ۱۳۸۳).با استناد به تحقیقات مشابه گذشته، گزارش شده است که میزان O_2 ٪۴> و CO_2 ٪۱۴> می‌تواند منجر به افزایش سطح اتانل در میوه مرکبات شود (هاگنمایر ۲۰۰۲ و اوبنلند و همکاران ۲۰۰۸) و سطح بسیار بالای اتانل در پرتقال‌ها می‌تواند در ایجاد مزه تخمیری سهیم باشد که منجر به کاهش خواص مطلوب ارگانولپتیکی میوه گردد (اوبنلند و همکاران ۲۰۰۸). همچنین سطح اتانل بیشتر از ۱۵۰۰ میکرولیتر در لیتر باعث می‌شود تا کیفیت طعم در پرتقال‌های والنسیا کاهش یابد (هاگنمایر ۲۰۰۲). در آزمون هاگنمایر (۲۰۰۲) بر روی پوشش نارنگی‌های هیبرید تحت تیمار واکس- رزین، مشاهده گردید نمونه-های پوشش یافته‌ای که حاوی O_2<۴٪ ، CO_2>۱۴٪ و محتوای اتانل بیشتر از ppm ۱۵۰۰ بودند، بعد از ۷ روز نگهداری در دمای ۲۱C ^{o} دچار تغییرات طعمی شدند. پوشش‌های حاوی رزین نیز دارای بیشترین میزان بدطعمی بودند. حسنی و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند پذیرش طعم میوه‌های کیوی پوشش یافته با کنسانتره پروتئین آب پنیر و روغن سبوس برنج، نسبت به نمونه-های بدون پوشش بیشتر بوده است. در بررسی اثر محلول‌های ضدعفونی کننده بر میزان مطلوبیت طعم، تفاوت معنی‌داری بین این تیمارها و نمونه‌های کنترل مشاهده نشد ($P>0/05$). این مسئله نشان می‌دهد پوشش‌های واکس و متیل سلولز- واکس، در مقایسه با محلول ضدعفونی کننده تأثیر بیشتری بر تغییرات طعم داشتند که می‌تواند به علت خاصیت بازدارندگی پوشش‌ها و تأثیر آن‌ها بر تبادلات گازی بین داخل میوه و خارج آن باشد.

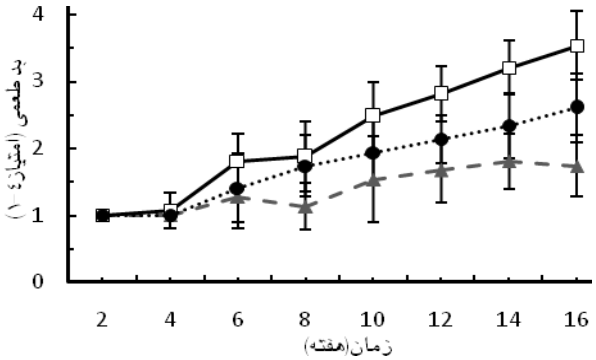


شکل ۷- تغییرات مطلوبیت طعم میوه‌های ضدعفونی شده برحسب زمان نگهداری

(اتانل: ●—●، نانونقره: ■···■، قارچکش: △—△، کنترل: ▲ – ▲) (دما؛ ۸ ^{o}C و رطوبت نسبی (RH): ۹۰-۹۵٪)، ($\alpha\leq0/05$)

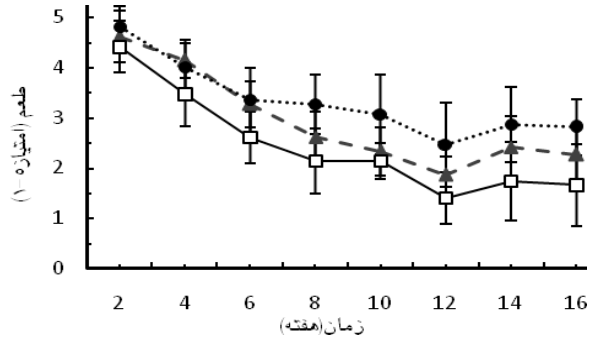
www.SID.ir

Archive of SID



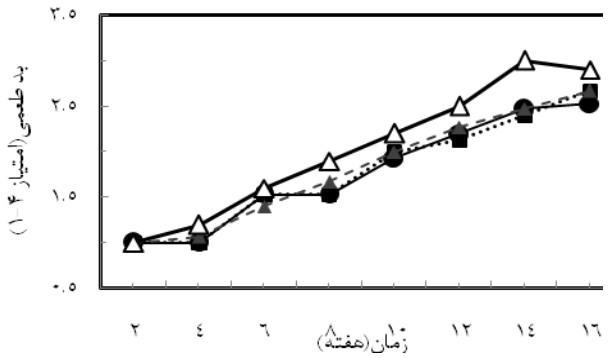
شکل ۸- افزایش بدطعمی میوه‌های پوشش داده شده توسط واکس و متیل سلولز- واکس برحسب زمان نگهداری

(متیل سلولز- واکس: ●●●، واکس: □، کنترل: ▲) (دما؛ ۸ °C و رطوبت نسبی (RH): ۹۰-۹۵٪)، ($\alpha \leq ۰/۰۵$)



شکل ۹- تغییرات مطلوبیت طعم میوه‌های پوشش داده شده توسط واکس و متیل سلولز- واکس برحسب زمان نگهداری

(متیل سلولز- واکس: ●●●، واکس: □، کنترل: ▲) (دما؛ ۸ °C و رطوبت نسبی (RH): ۹۰-۹۵٪)، ($\alpha \leq ۰/۰۵$)



شکل ۱۰- افزایش بدطعمی میوه‌های ضدعفونی شده برحسب زمان نگهداری

(اتانل: ●، نانونقره: ■، قارچ‌کش: △، کنترل: ▲) (دما؛ ۸ °C و رطوبت نسبی (RH): ۹۰-۹۵٪)، ($\alpha \leq ۰/۰۵$)

در خصوص ارزیابی بدطعمی در نمونه ها، از هفته دهم نگهداری، پوشش واکس بیشترین و نمونه‌های کنترل کمترین میزان بدطعمی را دارا بودند ($P<۰/۰۵$). واکس تجاری حاوی ترکیبات غیرقطبی از قبیل رزین‌های چوبی، شلاک و پلی‌اتیلن است که بازدارنده قوی در برابر تبادل O_2 و CO_2 در سطح میوه محسوب می‌شود (بورتوم ۲۰۰۸ و چن و ناسموویچ ۲۰۰۱) و سبب ایجاد شرایط بی‌هوازی قوی‌تر و افزایش سطح اتانل در میوه‌ها می‌گردد. در مقایسه‌ای که بین ضدعفونی کننده اتانل، نانونقره وقارچ‌کش بنومیل صورت گرفت، میزان بدطعمی

www.SID.ir

Archive of SID

در میوه‌های ضدعفونی شده با بنومیل، از هفته هشتم نگهداری بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داد (شکل ۱۰) ($P<۰/۰۵$).در تحقیقی مشابه که بر روی پرتقال‌های والنسیا با استفاده از پوشش‌های تجاری مختلف واکس و پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز (HPMC) انجام یافت، مشاهده گردید که پوشش‌های حاوی واکس موجب حفظ ظاهری میوه‌ها نسبت به پوشش‌های دیگر شدند (ناوارو- تارازاگا و همکاران ۲۰۰۷).

نتیجه گیری کلی

اگرچه تمام تیمارها در کاهش کپک‌های سبز و آبی مرکبات مؤثر واقع شدند اما تیمار نانونقره نسبت به سایر تیمارها مؤثرتر عمل نمود. نتایج نشان داد که استفاده توأم محلول ضدعفونی کننده (نانونقره یا اتانل) و پوشش (متیل سلولز-واکس یا واکس) می‌تواند منجر به کنترل بهتر شیوع کپک‌های سبز و آبی در پرتقال‌های تامسون ناول شود. اثر نانونقره نسبت به ضدعفونی کننده اتانل در حفاظت از پرتقال‌ها در مقابل عوامل ایجاد کننده فساد، مؤثرتر بوده است. این مسئله بیان کننده اثر ضدقارچی قوی‌تر نانونقره در مقایسه با اتانل می‌باشد.

پوشش‌های به کار رفته در این مطالعه باعث حفظ سفتی بیشتر بافت در مقایسه با نمونه‌های کنترل، در طول دوره نگهداری گردیدند. میوه‌های پوشش داده شده با متیل سلولز- واکس نسبت به پوشش واکس، دارای سفتی بافت بیشتری در طول دوره نگهداری بودند. با توجه به ارزیابی‌های حسی، بیشترین میزان بدطعمی در تیمار دارای واکس گزارش شد ($P<۰/۰۵$). پوشش ترکیبی متیل سلولز- واکس در مقایسه با پوشش واکس باعث نگهداری بیشتر طعم در پرتقال‌های تامسون ناول به میزان ۶ هفته گردید. پوشش واکس و متیل سلولز- واکس نسبت به نمونه‌های کنترل، به میزان قابل توجهی باعث حفظ کیفیت ظاهری (طراوت و شادابی) پرتقال در طول دوره نگهداری شدند. با توجه به نتایج، در مجموع کیفیت ظاهری تمامی تیمارها در طول دوره نگهداری کاهش یافت. به طور کلی پوشش ترکیبی متیل سلولز- واکس می‌تواند پوشش مناسبی جهت حفظ خواص کیفی و افزایش ماندگاری پرتقال تامسون ناول معرفی شود. همچنین محلول نانونقره نیز از پتانسیل مناسبی جهت کنترل و جلوگیری از رشد کپک‌های پنیسلیوم مرکبات در دوره انبارداری برخوردار می‌باشد.

منابع مورد استفاده

جلیلی مرندی ر، ۱۳۸۳. فیزیولوژی پس از برداشت (جابجایی و نگهداری میوه و سبزی گیاهان زینتی). انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه، ۱۲۰-۵۶.

حسنی ف، جوانمرد م و گروسی ف، ۱۳۸۹. بررسی ماندگاری میوه کیوی پوشش داده شده با کنسانتره پروتئین آب پنیر و روغن سبوس برنج، پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ۶، ۳، ۱۶۷-۱۵۸.

شاه‌بیک م ع، ۱۳۷۸. آثار تیمارهای قرنطینه‌ای گرما و اتمسفر اصلاح در بسته‌های میوه بر روی عمر انباری پرتقال‌های واشنگتن ناول والنسیا، علوم کشاورزی ایران، ۱، ۰، ۱۰۲-۹۳.

گلشن تفتی ا و شاه‌بیک م ع، ۱۳۸۳. اثر تیمارهای فیزیکی و شیمیایی در عمر انبارداری پرتقال‌های والنسیا، مارس ارلی و محلی جیرفت، علوم کشاورزی ایران، ۳۵، ۳، ۷۲۰-۷۱۳.

کتولی ن و رهنما ک، ۱۳۸۶. بررسی اثر نانوسیلور بر روی رشد ریسه‌های قارچ *fusarium moniliforme* عامل بیماری پوسیدگی خوشه و طوقه ذرت و برنج، گیاهپزشک و غذا، ۱، ۱۴-۶.

لی و، مک گلاسون گ و هال و، ۱۳۷۷. فیزیولوژی پس از برداشت، مقدمه‌ای بر فیزیولوژی و جابجایی میوه و سبزی‌ها، ترجمهٔ مجید راحمی، انتشارات دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

Alavi SV, and Dehpour, AA, 2009. Evaluation of the nanosilver colloidal solution in comparision with the registered fungicide to control greenhouse cucumber downy mildew disease in the north of Iran. Journal of ISHS Acta Horticulture 877: 1643-1646

www.SID.ir

Archive of SID

Bautista-Banos S, Hernandez- Lauzardo AN, Velazquez- de valle MG, Hernandez-Lopez M and Bourtoom T, 2008. Edible films and coatings: characteristics and properties**.** Review International Food Research Journal 15(3): 237-248.

Biswal SK, Nayak AK, Parida UK, and Nayak PL, 2012. Application of nanotechnology in agriculture and food science. International Journal of Science Innovations and Discoveries (IJSID) 2(1): 21-36.

Carrillo-Lopez A, Ramirez-Bustamante F, Valdez-Torres JB and Rojas-Villegas, R, 2000. Ripening and quality changes in mango fruit as affected by coating with an edible film. Journal of Food Quality 23: 479-486.

Chen, S and Nussmovitch, A, 2001. Permeability and roughness determination of wax-hydrocolloid coatings and their limitations in determining citrus fruit overall quality. Journal of Food Chemistry 93: 1037-1043.

Chien PJ, Sheu F and Lin HR, 2007. Coating citrus (Murcott tangor) fruit with Low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life. Journal of Food Chemistry 100: 1160-1164.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2008. FAO statistics, Available at: www.fao.org.

Hagenmaier RD, 2002. The flavor of mandarin hybrids with different coatings. Journal of Postharvest Biology and Technology 24: 79-87.

Hernández-Mun˜oz, P, Almenar E, Del Valle V, Velez D and Gavara R, 2008. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatmenton strawberry (Fragaria _ ananassa) quality during refrigerated storage. Journal of Food Chemistry 110: 428-435.

Jo YK and Kim BH, 2009. Antifungal activity of silver ions and nanoparticles on phytopathogenic fungi. Journal of Plant Disease 93: 1037-1043.

Kannan N, and Subbalaxmi, S, 2011. Biogenesis of nanoparticles- A Current Perspective. Journal of Reviews on Advanced Materials Science 27: 99-114.

Kelly MO and Salteit ME, 1988. Effect of endogenously synthesized and exogenously applied ethanol on tomato fruit ripening. Journal of Plant Physiology 88: 143-147.

Lamsal K, Kim SW, Jung JH, Kim YS, Kim KS and Lee YS, 2011. Inhibition effects of silver nanoparticles against powdery mildews on cucumber and pumpkin. Journal of Mycobiology 39(1): 26-32.

Maftoonazad N, Ramaswamy H and Marcotte, M, 2008. Shelf life extention of peaches through sodium alginate and methyl cellulose edible coating. Journal of Food Science and Technology 43(6): 951-957.

Navarro-Tarazaga ML, Massa A and Pérez-Gago MB, 2011. Effect of beeswax content on hydroxypropyl methylcellulose-based edible film properties and postharvest quality of coated plums (CV. Angeleno). Journal of LWT. Food Science and Technology 44: 2328-2334.

Navarro-Tarazaga ML, Perez Gago MB, Goodner K and Platto A, 2007. A New Composite Coating Containing HPMC, Beeswax, and Shellac for Valencia Oranges and Marisol Tangerines. Proceedings of Florida State. Journal of Horticultural Society 120: 228-234.

Obenland D, Collin S, Sievert J, Fjeld K, Doctor J and Arpaia ML, 2008. Commercial packing and storage of navel oranges alters aroma volatiles and reduces flavor quality. Journal of Postharvest Biology and Technology 47: 156-167.

Saucedo-Pompa S, Rojas-Molina R, Aguilera-Carbó AF, Saenz-Galindo A, La Garza H, Jasso-Cant D and Aguilar C, 2009. Edible film based on candelilla wax to improve the shelf life and quality of avocado. Journal of Food Research International 42: 511-515.

Valencia Chamorro SA, Palou L, Angel Del Río M and Perez-Gago MB, 2011. Performance of hydroxypropyl methylcellulose (HPMC)-Lipid Edible Coating with antifungal food additives during cold storage of *clemenules* mandarins. Journal of LWT- Food Science and Technology 44: 2342-2348.

Youssef k, Ligorio A, Nigro F and Ippolito A, 2012. Activity of salts incorporated in wax in controlling postharvest diseases of citrus fruit. Journal of Postharvest Biology and Technology 65: 39-43.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of silver nano-particles, ethanol, wax or methylcellulose-wax on shelf life and qualitative properties of Thomason navel oranges

FZ Rahmatian[1], MR Kasaai[2*] and A Motamedzadegan[2]

Received: March 20, 2015 Accepted: October 15, 2016

[1]MSc Student, Department of Food Science and Technology, Mazandaran Science and Research Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran
[2]Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
[*]Corresponding author: Email: reza_kasaai@hotmail.com

Abstract

In this study, effect of individual substance [ethanol 70%, colloidal silver Nano-particles (Nps) (0.5 ppm), benomyl 15%, wax or methylcellulose-wax] or their combinations at 8 °C was evaluated on prevalence of decay, textural and organo-leptic properties of Thomson novel oranges. Quality and sensory attributes were evaluated every two weeks for 16 weeks. After rinsing, fruits were treated by ethanol 70%, silver Nano-particles (0.5 ppm), or Benomyl 15%. Fruits were coated by commercial wax or methylcellulose- wax [MC-lipid (9:10, w/w)] using immersion method, and then were dried at ambient temperature. Uncoated fruits were used as the control ones. This research was performed using a factorial experimental model in a completely randomized design with 5 replications at an accuracy rate of 95%. During storage, the minimum and maximum of decay were observed for the fruits treated by nanosilver and ethanol, respectively. The percent of decay for the control fruits was smaller than that of the fruits treated by ethanol. No significant changes were observed between the fruits coated by wax and methylcellulose ($P>0.05$). Texture analysis showed that the fruits coated by wax or methylcellulose-wax had much better firmness in comparison with the control or disinfected fruits ($P<0.05$). The panelists reported that the highest and lowest organoleptic properties for methylcellulose and wax, respectively. No significant difference was observed between the two types of coatings in their appearances.

Key words: Methyl Cellulose, Silver Nanoparticles, Thomson navel Orange, Shelf life

www.SID.ir