مقایسه روش‌های عملی برای نگهداری پس از برداشت میوه های انار رقم 'رباب نیریز'

محمد رضا صفی زاده[*1]
استادیارگروه تولیدات گیاهی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب- دانشگاه شیراز[1]
*نویسنده مسئول: safizade@shirazu.ac.ir

چکیده

با هدف دستیابی به یک اصل منطقی برای کاهش تلفات پس از برداشت تجارتی میوه انار، شش روش نگهداری را با هم مقایسه کردیم. این روشها شامل: ۱) روکش لایه جمع شونده، ۲) پوشش واکس، ۳) روکش پوشال کاغذ، ۴) پوشش واکس + روکش لایه ، ۵) پوشش واکس + روکش پوشال کاغذ، ۶) بدون پوشش. تمام میوه ها در دمای۱± ۳/۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی حدود ۸۵ درصد برای حداکثر ۱۲ هفته نگهداری شدند. تمام پنج تیمار در مقایسه با بدون پوشش به طور معنی دار کاهش وزن را کم و فعالیت آنتی اکسیدانی میوه ها را حفظ نمودند. کاهش وزن در میوه های روکش لایه نسبت به میوه های پوشش واکس و یا روکش پوشال کاغذ به ترتیب کمتر بود. اما ترکیب پوشش واکس با روکش لایه یا روکش پوشال کاغذ باعث بهتر شدن راندمان هر کدام از روشهای تیماری روکش لایه یا روکش پوشال کاغذ نشد. بیشترین مقدار فنل کل در میوه های بدون پوشش مشاهده شد و با پیشرفت زمان کاهش یافت. مقادیر بیشتری از اتانول در میوه های پوشش با واکس نسبت به میوه هایی که بدون پوشش و یا روکش پوشال کاغذ بودند مشاهده شد. نشت الکترولیت در میوه های بدون پوشش و روکش پوشال کاغذ نسبت به میوه های پوشش واکس + روکش لایه به مقدار زیاد افزایش یافت. بهترین نتیجه در پایان دوره انبار سرد با میوه هایی که با لایه جمع شونده روکش شده بودند به دست آمد.

کلمات کلیدی: پوشش واکس؛ روکش لایه ؛ روکش پوشال کاغذ؛ نشت الکترولیت

مقدمه

تقاضای جهانی برای میوه انار به عنوان میوه تازه و انار دانه[1] به دلیل داشتن تر کیبات زیست فعال سلامت بخش از قبیل مشتقات اسید الاجیک، تانین ها، فلاوانول ها، و آنتو سیانین ها در سالهای اخیر افزایش یافته است. ترکیبات فنلی انار با داشتن فعالیت ضد التهاب و ایمن سازی عصبی اثرات جلوگیری کننده از سرطان و گرفتگی عروق قلبی را دارا هستند(Viuda-Martos *et al.*, 2010). تیمار های مختلفی برای بهبود کیفیت و افزایش ماندگاری میوه کامل و انار دانه انجام شده است. از جمله روکش با لایه های مختلف پلاستیک که باعث کم شدن کاهش وزن، سوختگی پوست، پوسیدگی قارچی(Nanda *et al.*, 2001) و حفظ اسید آسکوربیک (D'Aquino *et al.*, 2010) شده است. پوشش های واکس نیز باعث کاهش وزن، سوختگی پوست، تنفس، افزایش عمر انباری و درصد آب میوه، حفظ نمره رنگ، مزه و بافت میوه شده اند(Pareek *et al.*, 2015). روش های سنتی از قبیل نگهداری میوه ها در بین پوشال کاغذ نیز برای نگهداری میوه انجام می شود. با وجود تیمار های مختلف که در دسترس هستند، تلفات پس از برداشت زیادی هنوز روی می دهد و اغلب بیش از ۳۰ درصد در یک فصل برای یک رقم می باشد(Mphahlele *et al.*, 2014). نتیجه تلفاتی که به ویژگی های غذایی و کیفی و همچنین اقتصادی میوه انار وارد می شود به شدت سود آوری و رشد صنعت این حرفه را کاهش می دهد. بنا براین برای افزایش ماندگاری و کاهش تلفات انار پژوهش های بیشتری باید انجام شود. نیاز است پژوهش هایی بر روی تیمار های پس از برداشت و فناوری های ابتکاری برای نگهداری و یا افزایش ترکیبات غذایی و زیست حیاتی میوه انار به کار برده شوند در این پژوهش ما شش روش رایج برای نگهداری میوه انار رقم 'رباب نیریز' را با هم مقایسه کر ده ایم. این روشها قبل از این بر روی انار باهم مقایسه نشده اند.

۱- Aril

IrHC2019

مواد و روش‌ها

تعداد ۳۰۰ عدد میوه انار رقم 'رباب نیریز' به طور تصادفی به ۶ گروه تیماری ۵۰ عددی تقسیم شدند، به نحوی که هر گروه به صورت ۵ عددی در یک توری پلاستیکی قرار داده شدند. گروه ۱ بدون هیچ پوشش در نظر گرفته شدند. گروه ۲ با استفاده از امولسیون واکس ماندگاری (Citrashine, Decco, Italia) به نسبت ۱:۲ و به مدت ۱ دقیقه در محلول واکس غوطه ور شده و سپس در هوای اتاق به مدت ۲ ساعت خشک شده و سپس در توری های پلاستیکی قرار گرفتند. گروه ۳ به صورت تکی در بین لایه پلاستیک جمع شونده (Grace Italiana, Cryovac Division, Milan) به ضخامت ۱۲ میکرو متر قرار گرفتند و با دستگاه دوخت حرارتی دوخته شدند و سپس به مدت یک دقیقه در تونل حراتی(۱۵۰ درجه سلسیوس) قرار گرفتند تا پلاستیک جمع و به میوه بچسبد. گروه ۴ پس از اینکه در توری قرار گرفتند اطراف آنها به طور کامل با پوشال کاغذ پوشانده شد. گروه ۵ و ۶ پس از اینکه با واکس پوشش داده شدند به صورت تکی در پلاستیک جمع شونده قرار گرفتند و یا توسط پوشال کاغذ پوشانده شدند و همانند سایر میوه ها بسته بندی شدند. بسته های میوه در انباری با دمای ۱± ۳/۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۵-۸۰ درصد برای مدت حداکثر ۱۲ هفته نگهداری شدند. نمونه های میوه پس از ۶ و ۱۲ هفته از انبار خارج شده و پس از ۳ روز نگهداری در دمای ۲۰ درجه سلسیوس انکوباتور(Eyela, Japan) مورد ارزیابی قرار گرفتند. درصد کاهش وزن میوه بر اساس تفاوت وزن اولیه و وزن ثانویه تعیین گردید. تخمین محتوای اتانول در ۳ میلی لیتر آب میوه توسط روشSumbhate و همکاران (۲۰۱۲) سنجیده شد و به صورت میکرو لیتر اتانول در هر میلی لیتر آب میوه بیان گردید. مقدار درصد نشت الکترولیت به عنوان معیاری برای زوال پوست متاثر از سرمازدگی و پیری توسط روش اختلاف نشت یون اولیه و ثانویه انجام گرفت. محتوای فنلی کل بر اساس روش Selcuk و Erkan (۲۰۱۵) انجام شد و نتایج به صورت میلی گرم اسید گالیک در ۱۰۰ میلی لیتر آب میوه گزارش شد. درصد فعالیت آنتی اکسیدانی توسط رادیکال آزاد دی فنیل پیکریل هیدرازیل(DPPH)[۲] و با روش Kulkarni و Aradhaya (۲۰۰۵) انجام شد. این آزمایش بصورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی انجام گردید. فاکتور ها شامل دو زمان نگهداری به صورت هفتگی و فاکتور دوم شامل شش سطح تیمار بسته بندی که در پنج تکرار و در تکرار هر تیمار ۵ عدد میوه مورد استفاده قرار گرفت. داده های جمع آوری شده پس از انجام آزمایش توسط نرم افزار SAS (V9.1) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

نتایج و بحث

کاهش وزن یکی از علتهای کاهش کیفیت ظاهری میوه می باشد، از این رو برای بازار یابی یکی از معیارهای کیفیت محسوب می شود. در این پژوهش، کاهش وزن میوه های انار به صورت افزایشی با پیشرفت زمان زیاد شد اما روند کاهش وزن میوه همه تیمارها در ۶ هفته دوم نگهداری کمتر از ۶ هفته اول بود(شکل۱ A). این نتایج نشان می دهد همانند میوه گل ساعتی(Ferriera da Mota *et al.*, 2005) در ابتدا کاهش آب از پوست به طور فزاینده به سوی محیط صورت می گیرد اما پس از مدتی که پوست دچار کمبود آب می گردد، آب گوشت (انار دانه) جایگزین آن و روند کاهش آب (وزن) آهسته می گردد. میوه های بدون پوشش در طول مدت نگهداری (شکل۱ A) و همچنین پس از ۱۲ هفته (جدول ۱) دارای بیشترین مقدار کاهش وزن بودند (۹/۸۸) اما سایر پوشش ها به طور معنی دار کاهش وزن میوه ها را نسبت به میوه های بدون پوشش کم کردند. نتیجه بیانگر این است که نگهداری سنتی انار بدون هیچ پوششی در سردخانه روشی مطلوب برای نگهداری انار نیست. میوه های روکش شده با پلاستیک جمع شونده کمترین مقدار کاهش وزن(۱/۱۶) را داشتند. گزارش شده است که بسته بندی میوه های شادآب در لایه پلاستیک، انتشار بخار آب را محدود می سازد و در نتیجه یک فشار بخار و رطوبت نسبی زیاد در داخل پاکت ایجاد می شود(Pareek *et al.*, 2015). کم شدن کاهش وزن انارها در لایه جمع شونده پلاستیک مربوط به ویژگی کم گذر پذیری لایه پلاستیکی به حرکت بخار آب می باشد که باعث افزایش رطوبت نسبی و تراکم بخار آب در داخل بسته ها شده است. شبیه به این نتایج برای انارهای رقم 'گانش' (Nanda *et al.*, 2010) و رقم 'پریموزول'(D'Aquino *et al.*, 2010) که در لایه های جمع شونده نهاده شده بودند نیز گزارش شده است. استفاده از پوشال در اطراف میوه به طور رایج برای

[۲] - 2,2,-Diphenyl-1-pycril-hydrazil

IrHC2019

حفاظت از آسیب در حمل و نقل استفاده می شود. نتایج نشان داد پوشال کاغذ با جذب رطوبت و ایجاد یک میکرو اتمسفر مرطوب در اطراف میوه به طور موثر تبخیر و تعرق را کاهش داده است و باعث کم شدن کاهش وزن شده است. پوشش واکس باعث براق شدن میوه ها شد و نسبت به میوه های بدون پوشش و یا روکش پوشال کاغذ کاهش وزن میوه را به طور موثر کم نمود، اما کاربرد واکس به تنهایی و یا کاربرد واکس+ پوشال و یا واکس + روکش لایه پلاستیک، برتر از روکش لایه پلاستیک تنها نبود. بر تر بودن لایه پلاستیک برای کم کردن کاهش وزن در مقایسه با واکس ها در میوه گل ساعتی(Ferriera da Mota *et al.*, 2005) و همچنین در دو رقم سیب (Saftner, 1999) نیز گزارش شده است. میوه های بدون پوشش و روکش شده با پوشال کاغذ نسبت به میوه های واکس زده کمترین میزان اتانول را دارا بودند؛ اما میزان اتانول میوه سایر تیمارها تفاوت معنی داری با میزان اتانول میوه های واکس زده نشان نداد (جدول ۱). بزرگترین عیب پوشش واکس و روکش با لایه پلاستیک برای میوه ها ایجاد شرایط بی هوازی است که غلظت های زیاد Co_2 و کاهش O_2 باعث ایجاد تنفس بی هوازی و تجمع اتانول و استات اتیل و بد مزه گی میوه می گردند(Hagenmaier and Shaw, 1992). شرایط بی هوازی به طور طبیعی اغلب در طی فرایند رسیدن و شرایط نگهداری برای مثال طی پوشش با واکس یا روکش لایه پلاستیک یا شرایط اتمسفر تغییر یافته اتفاق می افتد(Pesis, 2005). در این پژوهش نمره های تست پانل مزه و طعم تفاوت های معنی دار و هر نوع بد مزه گی و بد بویی را بین میوه تیمار های مختلف نشان ندادند (داده ها آورده نشدند). اما باید توجه نمود که پوشش واکس ضمن اینکه ویژگی براق نمودن تجارتی و کم گذر پذیری بخار آب را فراهم می نماید نسبت به Co_2 و O_2 گذر پذیری بالایی داشته باشد(Saftner, 1999). کمترین میزان نشت الکترولیت در میوه هایی با پوشش واکس + روکش لایه پلاستیک و بیشترین مقدار نشت الکترولیت در میوه های بدون پوشش و یا روکش با پوشال مشاهده گردید(جدول ۱). نشت یون یک معیار قابل اعتماد می باشد که به طور گسترده توسط پژوهشگران برای رد یابی پیوستگی غشاء استفاده می شود و افزایش نشت یون به عنوان وقوع آسیب سرمازدگی در طی دوره انبار مانی سرد که بیانگر به هم خوردن پیوستگی غشاء می باشد مورد قبول عموم قرار گرفته است(Aghdam and Bodbodak, 2013). پوشش واکس+ روکش لایه پلاستیک و تا اندازه ای هرکدام به تنهایی باعث کاهش نشت الکترو لیت شدند. به عبارت دیگر شرایط اتمسفر تغییر یافته به دلیل اثر لایه واکس و پلاستیک باعث پایداری غشاء و تعدیل سرمازدگی خفیف در میوه های انار شده است. تعدیل سرمازدگی میوه انار توسط بسته بندی با اتمسفر تغییر یافته، پوشش با واکس تجارتی و یا واکس خوراکی نیز گزارش شده است(Pareek *et al.*, 2015).

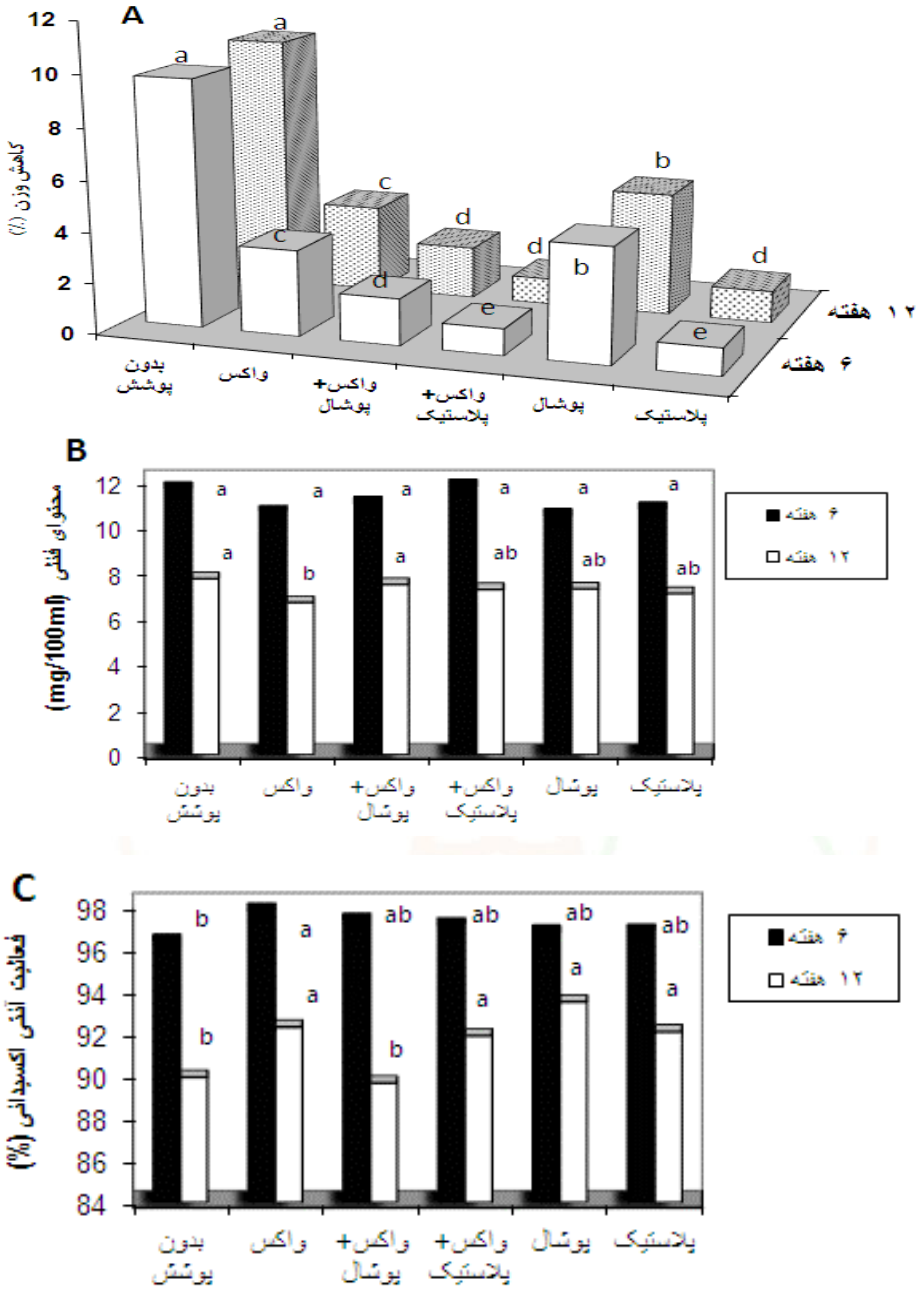
«جدول۱»- کاهش وزن، فعالیت آنتی اکسیدانی، محتوای فنلی کل، نشت الکترولیت و مقدار اتانول انارهای رقم 'رباب نیریز' پس از ۱۲ هفته نگهداری در دمای ۳/۵ در جه سلسیوس افزون بر ۳ روز در دمای ۲۰ درجه سلسیوس.

تیمار (نوع پوشش)	کاهش وزن (%)	فعالیت آنتی اکسیدانی (%)	محتوای فنلی کل ($mg100\ ml^{-1}$)	نشت الکترولیت (%)	اتانول ($\mu L\ ml^{-1}$)
بدون پوشش	۹/۸۸ a	۹۳/۰۸ c	۱۰/۶۸ a	۶۳/۲۱ a	۱۰/۴۵ b †
واکس	۳/۴۱ c	۹۴/۹۸ a	۸/۶۴ b	۵۸/۵۱ ab	۱۱/۰۵ a
واکس+ پوشال	۱/۹۶ d	۹۴/۳۲ ab	۹/۲۴ b	۵۷/۰۱ ab	۱۰/۶۸ ab
واکس+ پلاستیک	۱/۱۸ e	۹۴/۴۳ ab	۹/۵۱ b	۵۶/۱۶ b	۱۰/۷۵ ab
پوشال	۴/۶۶ b	۹۵/۰۶ a	۸/۸۸ b	۶۲/۶۷ a	۱۰/۵۰ b
پلاستیک	۱/۱۶ e	۹۴/۳۸ ab	۸/ ۹۲ b	۵۹/۲۲ ab	۱۰/۹۱ ab

†مقا دیر هر ستون که دارای حروف متفاوت می باشند بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد بطور معنی دارمتفاوت هستند.

IrHC2019

«شکل۱»- اثر پوشش های مختلف بر تغییرات مقدار کاهش وزن(A)، محتوای فنلی کل (B) و فعالیت آنتی اکسیدانی(C) انار رقم 'رباب نی ریز' در طی نگهداری در دمای۳/۵ در جه سلسیوس افزون بر ۳ روز نگهداری در دمای ۲۰ درجه سلسیوس.



†مقا دیر هرگروه ستون که دارای حروف متفاوت می باشند بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد بطورمعنی دارمتفاوت هستند.

محتوای فنلی کل میوۀ همه تیمارها با افزایش زمان نگهداری در دمای سرد کاهش یافت(شکل۱B). کاهش محتوای فنلی ممکن است به عنوان جزئی از روند پیری به علت زوال ساختار سلولی در طول مدت نگهداری و یا به علت اکسیداسیون مواد فنلی در اثر فعالیت آنزیم های پلی فنل اکسیداز و پر اکسیداز باشد(Ghasemnezhad *et al.*, 2013). کاهش محتوای فنلی کل در انار رقم 'ملس ساوه' در طول ۱۲۰ روز نگهداری در دمای ۴/۵ درجه سلسیوس توسط میغانی و همکاران(۲۰۱۳) و همچنین در انار رقم 'واندرفول' در طول ۳ ماه نگهداری در دمای ۷ درجه سلسیوس(Mphahlelea *et al.*, 2016) *نیز گزارش شده است. میوه های بدون پوشش نسبت به میوه های پوشش دار پس از ۱۲ هفته نگهداری در دمای سرد دارای بیشترین محتوای فنلی کل بودند (جدول۱). این موضوع به احتمال مربوط به اثر غلظت می باشد که بر گرفته از کاهش آب زیاد میوه*

IrHC2019

های بدون پوشش است. بر اساس نتایج Mphahlelea و همکاران(۲۰۱۴) نیز انارهای شاهد که در هوای رو باز قرار داشتند نسبت به آنهایی که در بسته بندی تغییر یافته و تکی در پلاستیک جمع شونده قرار گرفته بودند دارای محتوی فنلی کل بیشتر بودند. انار ها اصولاً به دلیل داشتن مقادیر زیاد محتوا های فنلی کل که شامل فلاونوئید ها، آنتوسیانین ها و سایر ترکیبات فنلی است فعالیت آنتی اکسیدانی خوبی را بروز می دهند (Kulkarni and Aradhaya, 2005). فعالیت آنتی اکسیدانی انارها در تمام تیمار ها با پیشرفت زمان کاهش یافت(شکل ۱ C). شبیه به این نتایج، Arends و همکاران(۲۰۱۴) کاهش سریع در فعالیت آنتی اکسیدانی رقم 'واندر فول' از ماه دوم و تا ۵ ماه نگهداری در دماهای ۵، ۷/۵ و ۱۰ درجه سلسیوس را مشاهده نمودند. بر اساس گزارش Selcuk و همکاران(۲۰۱۵) یک رابطه مثبت بین فعالیت آنتی اکسیدانی و محتوای فنلی کل در میوه انار وجود دارد. مطالعه کنونی ما ضمن تائید نتایج آنها مشخص می سازد همراه با کاهش محتوای فنلی انارها با پیشرفت زمان(شکل۱ B) فعالیت آنتی اکسیدانی انارها نیز کاهش یافته است. میوه های بدون پوشش نسبت به میوه های پوشش داده شده پس از ۱۲ هفته کمترین فعالیت آنتی اکسیدانی را نشان دادند. حدس زده می شود شرایط بهبود کاهش تعرق و حفظ رطوبت و همچنین تغییر اتمسفر داخلی در میوه های پوشش داده شده شرایط مناسب برای حفظ بیشتر فعالیت آنتی اکسیدانی را فراهم نموده است. حفظ ترکیبات زیست فعال و فعالیت آنتی اکسیدانی انار توسط پوشش واکس و یا لایه پلاستیک به طور مفصل توسط Mphahlele و همکاران (۲۰۱۴) نیز گزارش شده است. تفاوت معنی داری بین فعالیت آنتی اکسیدانی میوه های پوشش داده شده مشاهده نگردید. بر اساس نتایج D'Aquino و همکاران(۲۰۱۰) نیز هیچگونه تغییرات معنی دار در فعالیت آنتی اکسیدانی انار رقم 'پریموزول' در اتمسفر تغییر یافته و پلاستیک جمع شونده مشاهده نشد.

منابع

میغانی، ح.، قاسم نژاد، م. و بخشی، د. ۱۳۹۵. تاثیر پوششهای مختلف پس از برداشت بر میزان رنگ و آنتوسیانین انار 'ملس ساوه' در دوره انبارداری سرد. علوم باغبانی ایران. ۷۶۲-۷۵۳ :۴۷.

Aghdam, M.S. and Bodbodak, S. 2013. Physiological and biochemical mechanisms regulating chilling tolerance in fruits and vegetables under postharvest salicylates and jasmonates treatments. Scientia Horticulturae 156: 73–85.

Arends, E., Fawole, O.A. and Opara, U.L. 2014. Effects of postharvest storage conditions on phytochemical and radical-scavenging activity of pomegranate fruit (cv. Wonderful). Scientia Horticulturae 169: 125-129.

D'Aquino, S., Palma, A., Shirra, M., Continella, A., Tirbulato, E. and La Malfa, S. 2010. Influence of film wrapping and fludoxionil application on quality of pomegranate fruit. Postharvest Biology and Technology 55: 121-128.

Ferriera da Mota, W., Chamhum Salomao, L.C., Cicon, P.R. and Finger, F.L. 2005. Waxes and plastic film relation to the shelf life of yellow passion fruit. Scientia Agricola 60: 51-57.

Ghasemnezhad, M., Zareh, S., Rassa, M. and Sajadi, R.H. 2013. Effect of chitosan coating on maintenance of aril quality, microbial population and PPO activity of pomegranate (*Punica granatum* L. cv. 'Tarom') at cold storage temperature. Journal of the Science of Food and Agriculture. 93: 368-374.

Hagenmaier, R.D. and Shaw, P.E. 1992. Gas permeability of fruit wax coating. Journal of American Society for Horticulture Science 117: 105-109.

Kulkarni, A.P. and Aradhaya, S.M. 2005. Chemical changes and antioxidant activity in pomegranate arils during fruit development. Food Chemistry 93: 319- 323.

Mphahlelea, R.R., Fawolea, O.A. and Opara, U.L. 2016. Influence of packaging system and long term storage on physiological attributes, biochemical quality, volatile composition and antioxidant properties of pomegranate fruit. Scientia Horticulturae 211: 140-151.

IrHC2019

Mphahlelea, R.R., Fawolea, O.A., Standerce, M.A. and Opara, U.L. 2014. Preharvest and postharvest factors influencing bioactive compounds of pomegranate (*Punica granatum* L.). A review. Scientia Horticulturae 178: 114-123.

Nanda, S., Sudhakar Rao, D.V., Krishnamurthy, S., 2001. Effects of shrink film wrapping and storage temperature on the shelf life and quality of pomegranate fruits cv. Ganesh. Postharvest Biology and Technology 22: 61-69.

Pareek, S., Valero, D. and Serrano, M. 2015. Postharvest biology and technology of pomegranate.). A review : Journal of the Science of Food and Agriculture 95: 2360-2379.

Pesis, E. 2005. The role of the anaerobic metabolites, acetaldehyde and ethanol, in fruit ripening, enhancement of fruit quality and fruit deterioration. Postharvest Biology and Technology 37: 1-19.

Saftner, R.A. 1999. The potential of fruit coating and film treatments for improving the storage and shelf-life qualities of 'Gala' and 'Golden delicious' apples. Journal of American Society for Horticulture Science 124: 682-689.

Selcuk, N. and Erkan, M. 2015. Changes in phenolic compounds and antioxidant activity of sour-sweet pomegranates cv. 'Hicaznar' during long- term storage under modified atmosphere packaging. Postharvest Biology and Technology 109: 30-39.

Sumbhate, S., Nayak, S., Goupale, D., Tiwari, A. and Gadon, R.S. 2012. Colorimetric method for the estimation of ethanol in alcoholic-drinks. Journal of Analytical Techniques 1: 1-6.

Viuda-Martos, M., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J.A., 2010. Pomegranate and its many functional components as related to human health: a review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 9: 635–665.

Comparison of practical methods for postharvest preservation of pomegranate fruits cv. Rabab Ney-Riz

Mohammad Reza Safizadeh[1*]

[1] Department of Plant Production, College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University, Darab, Iran

*Corresponding author: safizade@shirazu.ac.ir

Abstract

To discover a rational basis for reducing postharvest commercial loss of pomegranate fruit, we compare six methods of preservation. These includes: 1) wrapping with shrink film, 2) wax coating, 3) paper packing, 4) wax coating plus film-wrapping, 5) wax coating plus paper packing, 6) uncovered. All fruits were stored at 3.5 ±1°C and about 85% relative humidity for up to 12 weeks. Compared with uncovered, all five treatments significantly reduced the weight loss and maintained antioxidant activity of fruits. Weight loss was lower in film-wrapped fruits than those of wax coated and/or paper-packed fruits, respectively. However, the combination of wax coating with film-wrapping or with paper packing did not improve the efficiency of treatment methods as either film-wrapping or paper packing. Highest contents of total phenol were observed in uncovered fruits which decreased with storage time. Higher levels of ethanol were observed in wax coated fruits than those which were uncovered and/or paper-packed fruits. Electrolyte leakage greatly enhanced in uncovered and paper-packed than in wax-coated plus film- wrapped fruits. The best results were achieved with fruits sealed with shrink film at the end of cold storage.

Key words: Electrolyte leakage; Film-wrapping; Paper packing; Wax coating

IrHC2019