اثر پوشش خوراکی آلژینات سدیم بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فنل، پوسیدگی و کیفیت پس ازبرداشت میوه انار

سیدمحمد حسینی ملا*[۱]، سمیه رستگار[۱]، ولی اله قاسمی عمران[۲]، اورنگ خادمی[۳]، محمدعلی عسکری سرچشمه[۵]

[۱*] گروه علوم باغبانی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس.

[۲] پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری.

[۳] گروه علوم باغبانی، دانشگاه شاهد، تهران.

[۴] گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشگاه تهران، کرج.

نویسنده مسئول: s.m.hosseini.molla@gmail.com

چکیده

در این مطالعه اثر پوشش خوراکی آلژینات سدیم جهت کنترل فعالیت فیزیولوژیکی پس از برداشت انار و به‌منظور حفظ کیفیت پس از برداشت در طی نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد تا ۱۲۰ روز مورد ارزیابی قرار گرفت. اثربخشی پوشش بر تغییرات برخی از پارامترهای فیزیکوشیمیایی میوه مانند اسیدیته قابل تیتر، مواد جامد محلول، pH، نشت یون، فنل کل ، شاخص پوسیدگی، تولید اتیلن، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و درصد کاهش وزن تعیین شد. با توجه به نتایج بدست آمده، تیمار آلژینات سدیم یک درصد بطور معنی‌داری باعث کاهش نشت یونی، و ازدست دادن آب میوه شد. میوه‌های تیمار شده دارای ظرفیت آنتی اکسیدانی بالاتری نسبت به شاهد بودند. تا ۸۰ روز بعد از انبارمانی نقش موثری در جلوگیری از آسیب سرمازدگی نشان داد. پوشش آلژینات سدیم تاثیر معنی‌داری بر کاهش اتیلن و میزان پوسیدگی میوه نداشت.

کلمات کلیدی: پوسیدگی میوه ، پوشش خوراکی، سرمازدگی، قهوه‌ای شدن پوست، کیفیت.

مقدمه

انار با نام علمی *Punica granatum* L. یکی از قدیمی‌ترین میوه‌های خوراکی متعلق به خانواده Punicaceae است. انار از میوه‌های مهم مناطق نیمه گرمسیری می‌باشد. منشاء آن ایران و افغانستان بوده و از آن‌جا به سرزمین‌های شرقی و چین و سرزمین‌های غربی تا کشورهای مدیترانه‌ای گسترش یافته است. و کشور ایران به عنوان مهم‌ترین تولید کننده و صادر کننده میوه انار در سطح جهان به شمار می‌آید. (Pareek *et al*., 2015). این میوه از لحاظ رفتار تنفسی و تولید اتیلن در گروه میوه-های نافرازگرا و تولید اتیلن درونی آن اندک بوده، منتهی پیری آن با حضور اتیلن تسریع می‌شود (خادمی و همکاران، ۱۳۹۶).

از جمله فاکتورهای محدود کننده عمر انبارمانی میوه انار عارضه خشک شدن سطح پوست و اسکالد یا قهوه‌ای شدن پوست می‌باشد، که درنتیجه‌ی نگهداری طولانی مدت اتفاق می‌افتد. علائم اسکالد شامل قهوه‌ای شدن پوست که معمولاً از قسمت سر میوه شروع شده و در موارد شدید به طرف انتهای میوه گسترش می‌یابد. علاوه بر این، اسکالد سبب حساسیت بیشتر میوه به پوسیدگی می‌شود. این نابسامانی در اثر اکسید شدن ترکیبات فنلی موجود بر روی پوست ایجاد می‌شود و زمانی این عمل اتفاق می‌افتد که میوه‌ها در دماهای بالاتر از ۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌شوند (Pareek *et al*., 2015).

افزایش نگرانی مصرف کنندگان در مورد ایمنی مواد غذایی منجر به توسعه فیلم‌های قابلیت زیست تخریب پذیری، خوراکی و تجدید پذیر و پوشش های مناسب برای بسته بندی مواد غذایی و غیرغذایی شده است(Espitia *et al*., 2014). پلیمرها مانند پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌ها و لیپیدها می‌توانند برای ساخت فیلم‌های خوراکی و پوشش‌ها بکارگرفته شوند (Espitia *et al*., 2014). همچنین، آن‌ها می‌توانند به عنوان مکمل یا جایگزین مواد سنتی به‌منظور کاهش بسته بندی‌های سنتی بکارگرفته شوند. قابلیت تجزیه زیستی ازجمله مزیت سودمندترین فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی است. پوشش‌های خوراکی براساس پلیمرهای زیستی مانند کیتوزان و آلژینات سدیم پتانسیل حفظ کیفیت و افزایش عمر مفید محصولات باغبانی را نشان داده‌اند؛ چرا که آن‌ها مانع از دست دادن آب و تبادل گاز می‌شوند، بطوری که سبب ایجاد فضای میکراتمسفر

IrHC2019

تغییر یافته برای محصولات می‌گردند (Duan *et al*., 2011). اخیراً توجه زیادی به آلژینات به عنوان منبع مواد تشکیل دهنده فیلم وجود دارد.

آلژینات سدیم یک پلی ساکارید خطی محلول در آب و از مشتقات آلژینیک اسید است، که از چندین گونه جلبک قهوه‌ای استخراج می‌شود. به دلیل غیر سمی بودن، تجزیه پذیری زیستی، سازگاری با محیط زیست و قیمت پایین آن، ترکیب جذابی است که میل به استفاده از آن بجهت پوشش‌دهی بر سطح میوه افزایش یافته است. طبق بررسی‌های صورت گرفته توسط محققین مختلف، خصوصیات عملکردی آن، ضخیم شدن، تثبیت، تعلیق، تولید فیلم، تولید ژل(توانایی ژلاتیناسیون در آب سرد) و امولسیون تثبیت شده به خوبی مورد بررسی قرار گرفته است (Dhanapal *et al*., 2012). علاوه بر این، کاربرد آلژینات سدیم با مواد خاص، به‌طور گسترده‌ای در تکنولوژی نگهداری مواد غذایی ثبت شده است. در این مطالعه اثر پوشش خوراکی آلژینات سدیم به عنوان یک روش حفاظت کارآمد و ایمن، برای کنترل فعالیت فیزیولوژیک پس از برداشت انار و حفظ کیفیت پس از برداشت میوه در طی نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد تا ۱۲۰ روز بر میوه انار رقم "ملس ساوه" ارزیابی شد.

مواد و روش‌ها

جهت انجام آزمایش میوه‌های انار رقم "ملس ساوه" از یک باغ الگویی انار واقع در روستای صاحبی شهرستان ساری، استفاده شد. این تحقیق در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور پوشش خوراکی ژل سدیم آلژینات (شاهد(بدون پوشش)، ۱% و ۲%) و زمان انبارداری (صفر(زمان برداشت)، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰روز پس از برداشت) و در سه تکرار انجام شد. پس از اعمال پوشش‌دهی، میوه‌ها در دمای اتاق خشک شدند و به سردخانه با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی حدود ۸۵-۸۰ درصد منتقل و در مدت نهایی۱۲۰روز انبار شدند. پارامترهای فیزیکوشیمیایی آریل میوه مانند اسیدیته قابل جذب، جامدات محلول در محلول، pH، نشت یون، فنل کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در آریل، کاهش وزن میوه، شاخص سرمازدگی و پوسیدگی سطح میوه بر اساس روش Sayyari و همکاران (۲۰۱۰) ارزیابی شدند. تولید اتیلن میوه با روش حسینی ملا و همکاران (۱۳۹۴) با استفاده از دستگاه کروماتوگراف گازی Shimadzo مدل ۱۰۲ ساخت کشور ژاپن، اندازه‌گیری شد. داده‌های حاصل از آزمایش به وسیله نرم افزار SAS (نسخه ۹) و MSTAT-C، مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت، مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ و رسم نمودارها با نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر زمان بر شاخص‌های مورد ارزیابی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار نشان داد و اثر تیمار نیز بر کلیه شاخص‌ها بجز pH، TSS، TA، شاخص طعم و کاهش وزن معنی‌دار شد. اثر متقابل تیمارها فقط بر میزان فنل کل، تولید اتیلن و شاخص‌های سرمازدگی و پوسیدگی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. برطبق نتایج مقایسه میانگین (جدول۱)، با گذشت زمان انبارداری مقدار نشت یونی(الکترولیت) پوست و شاخص طعم آریل افزایش یافت و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آریل و درصد کاهش وزن میوه و مقدار اسید قابل تیتراسیون آریل با روند کاهشی مواجه بودند. از طرفی pH و مواد جامد محلول تا زمان بررسی ۸۰ روز اول، روندی افزایشی از خود نشان دادند و روز ۱۲۰ نمونه برداری میزان آن نسبت به دوره قبل کمی کاهش یافت. بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر ساده تیمار پوشش (جدول۲) نشان داد که مقدار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های هر دو غلظت آلژینات سدیم، بدون اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر، به‌طور معنی‌داری بیشتر از مقدار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در آریل نمونه‌های شاهد (بدون پوشش) بود. و بیشترین میزان نشت یونی پوست مربوط به میوه‌های بدون پوشش(۶۳٪) و کمترین میزان نشت یونی پوست (۵۴٪) در تیمار پوشش آلژینات سدیم یک درصد مشاهده شد (جدول ۲).

IrHC2019

جدول«۱» اثر زمان بررسی بر درصد نشت یونی، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، کاهش وزن و برخی صفات ارگانولپتیک میوه انار رقم ملس ساوه طی نگهداری در دمای سرد ۴ درجه سانتی‌گراد برای ۱۲۰ روز .

زمان انبارداری	نشت الکترولیت(%)	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی(%)	کاهش وزن(%)	pH	TSS (Brixº)	TA (%)	TSS/TA
روز صفر	۳۷/۷۱^{c}	۸۱/۶۱^{a}	–	۳/۱۷^{c}	۱۵/۸۳^{b}	۱/۱۳۹^{a}	۱۳/۹۲^{d}
۴۰ روز	۵۷/۹۰^{b}	۷۴/۵۰^{b}	۷/۵۳^{c}	۳/۵۰^{b}	۱۷/۳۴^{a}	۱/۱۳۰^{a}	۱۵/۳۵^{c}
۸۰روز	۶۴/۴۲^{ab}	۶۲/۷۹^{c}	۸/۵۴^{b}	۳/۶۱^{a}	۱۷/۶۲^{a}	۱/۰۶۶^{b}	۱۶/۵۲^{b}
۱۲۰ روز	۷۲/۱۷^{a}	۴۶/۱۵^{d}	۱۱/۰۹^{a}	۳/۵۲^{ab}	۱۶/۹۶^{a}	۰/۸۹۰^{c}	۱۹/۰۷^{a}

میانگین‌هایی با حروف مشترک اختلاف معنی‌داری نسبت به یکدیگر از نظر آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

جدول«۲» اثر تیمار پوشش خوراکی آلژینات سدیم بر درصد نشت یونی(الکترولیت) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه انار رقم ملس ساوه طی نگهداری در دمای سرد ۴ درجه سانتی‌گراد برای ۱۲۰ روز.

تیمار / شاخص	شاهد (بدون پوشش)	سدیم آلژینات (%۱)	سدیم آلژینات (%۲)
نشت الکترولیت (%)	۶۳/۱۳^{a}	۵۴/۸۴^{b}	۵۶/۱۸^{ab}
ظرفیت آنتی‌اکسیدانی(%)	۶۰/۹۰^{b}	۶۸/۹۲^{a}	۶۸/۹۶^{a}

میانگین‌هایی با حروف مشترک اختلاف معنی‌داری نسبت به یکدیگر از نظر آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

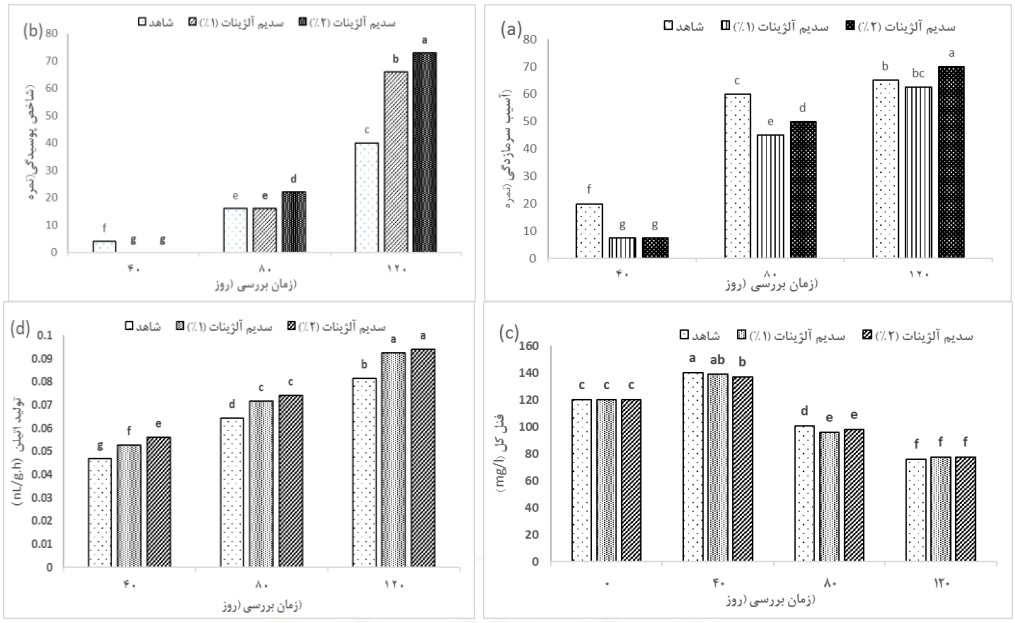
بنابراین، پوشش‌دهی میوه انار با آلژینات سدیم سبب کاهش نشت یونی(الکترولیت) پوست میوه و درنتیجه حفظ ثبات تمامیت غشاء و از طرف دیگر سبب حفظ میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی آریل‌ها گردید.

نتایج مقایسه میانگین برهمکنش بین تیمار و زمان بررسی نشان داد که در زمان بررسی ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰روز اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌های شاهد و تیمارهای آلژینات سدیم در هر دو غلظت یک و دو درصد از نظر میزان آسیب سرمازدگی پوست، مشاهده شد. در این زمان‌های مورد بررسی کمترین مقدار سرمازدگی پوست در نمونه‌های تیمار آلژینات سدیم یک درصد مشاهده شد، بیشترین میزان سرمازدگی پوست در ۴۰ و ۸۰ روز مربوط به تیمار شاهد و در زمان ۱۲۰ روز بیشترین میزان خسارت سرمازدگی و قهوه‌ای شدن با اختلاف معنی‌دار مربوط به تیمار آلژینات سدیم دو درصد است (شکل۱). طبق نتایج تجزیه واریانس، میزان پوسیدگی طی ۴۰ روز اول انبارمانی فقط در میوه‌های شاهد رویت شد. بعد از این دوره زمانی (روز ۴۰ام) میزان پوسیدگی تمامی نمونه‌ها با گذشت زمان انبارداری به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. بطوری‌که بیشترین رویت علایم پوسیدگی ظاهر پوست میوه طی۸۰ و ۱۲۰روز انبارمانی، مربوط تیمار آلژینات سدیم دو درصد بود، که این تیمار اختلاف معنی‌داری نیز با تیمار شاهد و آلژینات سدیم یک درصد از خود نشان داد (شکل۱). بنابر نتایج بدست آمده از لحاظ کنترل پوسیدگی، تیمار آلژینات سدیم تیمار مناسبی نبود. چرا که از زمان بررسی ۸۰ روز به بعد میزان شیوع کپک و پوسیدگی را افزایش داد.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها مقدار فنل کل آریل در تمامی نمونه‌ها تا دوره ۴۰ روز نمونه‌برداری از روند افزایشی برخوردار بود و با گذشت زمان انبارداری، از میزان آن کاهش یافت. بین زمان‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری بود، نکته جالب آنکه مقدار فنل کل نمونه‌ها تیمار شده با هر دو غلظت آلژینات سدیم در بررسی ۸۰ روز به‌طور معنی‌داری کمتر از مقدار فنل کل نمونه‌های شاهد بود و در بررسی ۱۲۰ روز، اختلاف معنی‌داری بین تیمارها از لحاظ مقدار فنل کل یافت نشد (شکل۱).

بر طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها مقدار تولید اتیلن تمامی نمونه‌ها با گذشت زمان انبارداری افزایش یافت و در هر دوره کمترین میزان تولید اتیلن مربوط به میوه‌های بدون پوشش (شاهد) بود. در ۴۰ روز اول بیشترین میزان تولید اتیلن

IrHC2019



شکل«۱» اثر برهمکنش تیمارهای سدیم آلژینات و زمان‌های بررسی برآسیب سرمازدگی(a)، شاخص پوسیدگی(b)، مقدار فنل(c) و تولید اتیلن(d) میوه انار رقم ملس ساوه طی نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد برای ۱۲۰ روز.

مربوط میوه‌های پوشش داده‌شده با آلژینات سدیم دو درصد مشاهده شد. بین نمونه‌های تیمار شده با آلژینات سدیم در هر دو غلظت یک و دو درصد اختلاف معنی‌داری از نظر مقدار تولید اتیلن در روز ۸۰ و ۱۲۰ مشاهده نشد (شکل۱).

فیلم‌های خوراکی می‌توانند فضای داخلی (O_2 و CO_2) محصولات پوشش داده‌شده را تغییر دهند و سبب تأخیر در تغییرات متابولیک مرتبط با فرآیند رسیدن میوه‌ها و درنتیجه، گسترش عمر مفید آن‌ها شوند. Reyes-Avalos و همکاران (۲۰۱۹) با بررسی استفاده از پوشش آلژینات-کیتوسان در طول دوره ذخیره‌سازی انجیر، گزارش دادند که، ظرفیت آنتی‌اکسیدان انجیر پوشش داده‌شده حفظ شد. درنهایت باید توجه داشت که کاربرد پوشش آلژینات-کیتوسان موجب حفظ کارآیی کلی کیفیت حسی میوه در طول ذخیره‌سازی می‌شود، به‌خصوص زمانی که انجیر در مراحل بلوغ مرحله چهارم پوشش داده می‌شود. به‌طورکلی، ویژگی‌های حسی میوه‌های مورد ارزیابی به میزان قابل‌توجهی در طول انبارمانی، کاهش می‌یابد، زیرا زمان ذخیره‌سازی افزایش می‌یابد و کیفیت کلی میوه‌ها کاهش می‌یابد. نتایج مشابهی با تحقیق حاضر، برای توت‌فرنگی‌های پوشش داده‌شده با فیلم مبتنی بر کیتوزان (Valenzuela *et al*. 2015) و برای آناناس‌های پوشش داده‌شده با فیلم آلژینات (Mantilla *et al*. 2013)، در هنگام ذخیره‌سازی در دمای پایین (کمتر از ۶ درجه سانتی‌گراد) مشاهده‌شده است. بنابراین، این نتایج نشان داد که استفاده از پوشش آلژینات می‌تواند از دست‌دادن ویژگی حسی را تا مدتی حفظ و بعد از آن کاهش دهد.

بر اساس نتایج این تحقیق می‌توان گفت بین غلظت‌های آلژینات سدیم در مقایسه با میوه انار بدون پوشش، غلظت یک درصد آلژینات سدیم به‌عنوان پوشش مناسب برای حفظ خصوصیات کیفی پس از برداشت و ظاهر میوه البته تا ۸۰ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قابل توصیه است. گرچه این تیمار سبب کاهش نشت یونی و حفظ ظرفیت آنتی اکسیدانی گردید و میزان آسیب سرمازدگی را کنترل نمود اما تاثیری بر کاهش پوسیدگی میوه نشان نداد، حتی در غلظت بالاتر باعث افزایش پوسیدگی سطح میوه شد. که این مسئله به لحاظ ظاهر میوه، قطعاً در انتخاب خریدار تأثیر منفی خواهد گذاشت. طبق نتایج حاصل این تحقیق، پیشنهاد می‌شود برای کاهش میزان پوسیدگی و افزایش اثربخشی این پوشش، استفاده از پوشش آلژینات با اسانس و یا ترکیبات طبیعی کاهش دهنده فعالیت میکروبی (قارچکش طبیعی) ارزیابی شوند.

منابع

حسینی ملا، س م.، رضایی، آ.، عسکری سرچشمه، م ع و خادمی، ا. ۱۳۹۴. اثر محلول‌پاشی آهن بر برخی خصوصیات کیفی و فیزیولوژیکی میوه هلو (*Prunus persica* CV. Alberta). مجله فرآیند و کارکرد گیاهی، ۴ (۱۴): ۱۱۵-۱۲۴.

IrHC2019

خادمی، ا.، حسینی ملا، س م.، طالعی، د و سپهوند، ع. ۱۳۹۶. تأثیر اتیلن و ۱-متیل‌سیکلوپروپن بر عمر انبارمانی میوه انار رقم 'ملس یوسف‌خانی'. تولیدات گیاهی، ۴۰(۲)، ۲۵-۳۶.

Dhanapal, A., Sasikala, P., Rajamani, L., Kavitha, V., Yazhini, G., & Banu, M. S. 2012. Edible films from polysaccharides. Food Science and Quality Management, 3, 9-18.

Duan, J., Wu, R., Strik, B. C., & Zhao, Y. 2011. Effect of edible coatings on the quality of fresh blueberries (Duke and Elliott) under commercial storage conditions. Postharvest Biology and Technology, 59(1), 71–79.

Espitia, P. J. P., Du, W., Avena-Bustillos, R de J., Soares, N de F. F., and McHugh, T. H. 2014. Edible films from pectin: Physical-mechanical and antimicrobial properties -A review. Food Hydrocolloids, 35, 287-296.

Mantilla, N., Castell-Perez, M. E., Gomes, C., and Moreira, R. G. 2013. Multilayered antimicrobial edible coating and its effect on quality and shelf-life of fresh-cut pineapple (*Ananas comosus*). LWT - Food Science and Technology, 51(1), 37–43.

Pareek, S., Valero, D and Serrano, M. 2015. Postharvest biology and technology of pomegranate. Journal of the Science of Food and Agricultur.

Reyes-Avalos, M.C., Minjares-Fuentes, .A R., Femenia Contreras-Esquive, Quintero-Ramos, lA., Esparza-Rivera , J.R. and Meza-Velázquez J.A. 2019. Application of an Alginate–Chitosan Edible Film on Figs (*Ficus carica*): Effect on Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity Food Bioprocess Technol 12(3): 499-511.

Sayyari M., Valero D., Babalar M., Kalantari S., Zapata P. J. and Serrano M. 2010. Prestorage oxalic acid treatment maintained visual quality, bioactive compounds, and antioxidant potential of pomegranate after long-term storage at 2°C. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 58: 6804-6808.

Valenzuela, C., Tapia, C., López, L., Bunger, A., Escalona, V., and Abugoch, L. 2015. Effect of edible quinoa protein-chitosan based films on refrigerated strawberry (*Fragaria×ananassa*) quality. Electronic Journal of Biotechnology, 18(6), 406–411.

Effect of sodium alginate edible coating on antioxidant capacity, phenol, decay and postharvest fruit quality of pomegranate

seyed mohammad hosseini molla [1]*, Somayeh Rastegar [1], Vali Alah Ghasemi Omran [2], Orang Khademi [3], Mohammad Ali Askari Sarcheshmeh [4]

[1] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Hormozgan University, Bandar Abbas. [2]Genetics and agricultural biotechnology institute of tabarestan, sari agricultural sciences and natural resources university, sari. [3] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran.

[4]Department of Horticulture and landscape, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Tehran University, Karaj.

[*] *s.m.hosseini.molla@gmail.com*

Abstract

In this study, the effect of sodium alginate edible coating evaluated for controlling the postharvest physiological activity of pomegranate and preservation postharvest quality during storage at 4 °C to 120 day. The effectiveness of the coating against changes in some fruit physiochemical parameters such as titratable acidity, total soluble solids, pH, ion leakage, total phenol, decay index, ethylene production, antioxidant capacity and weight loss percentage was assessed. According to these results, sodium alginate (1%) significantly decreased ion leakage and water loss in treated fruit. The treated fruits had a higher antioxidant capacity than control. Up to 80 days after storage, they had a significant role in preventing chilling injury. Sodium alginate coating had no significant effect on the reduction of ethylene and fruit decay.

***Keywords*:** Chilling, Edible coating, Fruit decay, Husk browning, Quality.

IrHC2019