

تأثیر پوشش خوراکی پکتین همراه با اسانس مرکبات روی کیفیت میوه توت‌فرنگی در زمان انبارمانی و عمر قفسه‌ای

سوما عبدی^۱، زینب روئین^{۲*}، جواد عرفانی مقدم^۲ و سمیه عزیزنیا^۳

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۲/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۷/۱۰)

چکیده

ماندگاری کوتاه پس از برداشت میوه توت‌فرنگی غالباً به دلیل برخورداری از محتوای نسبتاً بالای آب، فعالیت متابولیک بالا و حساسیت به قارچ‌ها است. در راستای افزایش کیفیت و عمر انباری میوه توت‌فرنگی، اثر غلظت‌های مختلف اسانس پوست لیمو و پرتقال به‌همراه پوشش پکتین در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد (عمر قفسه‌ای) به‌مدت ۶ روز و دمای ۵ درجه سانتی‌گراد (زمان انبارمانی) به‌مدت ۱۲ روز مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش با شش تیمار شامل شاهد بدون پوشش‌دهی (آب مقطر)، پکتین یک درصد، پکتین با اسانس پوست پرتقال و پوست لیمو هر کدام با دو غلظت نیم و یک درصد، در سه تکرار بر پایه طرح کاملاً تصادفی انجام شد. کیفیت میوه به‌وسیله بازارپسندی، درصد کاهش وزن، میزان آنتوسیانین، میزان ویتامین C، پروتئین و کلروفیل کاسبرگ هر سه روز یکبار اندازه‌گیری شد. براساس نتایج، تیمار پوشش پکتین به‌همراه اسانس مرکبات منجر به تأخیر در تخریب پروتئین و آنتوسیانین، همچنین حفظ ویتامین C و کلروفیل کاسبرگ گردید. تمامی تیمارهای پوششی کاهش وزن میوه را با کنترل از دست دادن رطوبت میوه در دو شرایط انبارمانی و عمر قفسه‌ای به تأخیر انداختند. بهترین نتیجه در تیمار پکتین با اسانس لیمو یک درصد در هر دو دمای ۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد به‌ترتیب با ۱۸/۵ و ۱۳/۸ درصد کاهش افت وزنی به‌دست آمد. به‌علاوه پوشش غنی شده پکتین به‌همراه اسانس لیمو اثر مثبتی روی حفظ کیفیت ظاهری میوه در طی دوره انبارمانی داشت. همچنین بیشترین میزان ویتامین C و آنتوسیانین برای تیمار پوششی مذکور در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۲ روز به‌دست آمد. نتایج نشان داد که افزایش غلظت اسانس پرتقال به یک درصد در پوشش پکتینی در مقایسه با اسانس لیمو نتوانست تأثیر قابل توجهی در حفظ آنتوسیانین و پروتئین داشته باشد. علاوه بر آن سبب تسریع پوسیدگی و کاهش وزن میوه شد. براساس نتایج، پوشش پکتین به‌همراه اسانس لیمو یک درصد تیمار مناسبی جهت حفظ کیفیت عمر قفسه‌ای و انبارمانی میوه توت‌فرنگی رقم پاروس بود. با این حال، در زمینه کاهش طعم ناشی از کاربرد اسانس مرکبات روی میوه پژوهش‌های بیشتری لازم است.

واژه‌های کلیدی: اسانس پرتقال، اسانس لیمو، توت‌فرنگی، دما، کاهش وزن

۱ و ۲. به‌ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیاران، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

۳. مربی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: z_roein@yahoo.com

مقدمه

توت‌فرنگی با نام علمی *Fragaria ananassa Duchesne* یکی از اعضای خانواده *Rosacea* است (۳۹). توت‌فرنگی میوه‌ای نافرازگرا است که شدت تنفس آن بسیار زیاد است (۱۲). پوشش سطح میوه توت‌فرنگی بسیار نرم و نازک است که به آسانی صدمه می‌بیند. هر نوع صدمه می‌تواند باعث هجوم عوامل فساد کننده و کاهش کیفیت تازه‌خوری و انبارمانی میوه توت‌فرنگی شود (۲۵). یکی از روش‌های مناسب و عملیاتی برای افزایش ماندگاری میوه توت‌فرنگی و جلوگیری از آسیب بافت آن، کاربرد پوشش‌های تهیه شده بر پایه پلیمرهای طبیعی است (۲۴). پکتین پلی ساکاریدی محلول در آب است که به‌عنوان پوشش خوراکی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به ماهیت آب دوست بودن پکتین، کارایی کمی در مقابل از دست دادن رطوبت دارد، اما مانع مناسبی را به‌منظور جلوگیری از تبدلات گازی ایجاد می‌کند (۳۳). حفظ کیفیت و اثرات مثبت استفاده از پوشش خوراکی پکتین، نشاسته و کیتوزان بر روی میوه‌های تازه برش خورده مانگو (۹)، موز (۷)، هلو (۲۹)، طالبی (۳۵) و آلو (۱۵) گزارش شده است. یوسف (۲۰۱۴) اثر چهار نوع پوشش خوراکی پکتین، گلوتن، نشاسته و پروتئین سویا را روی سطح میوه توت‌فرنگی، به مدت ۱۶ روز در دمای ۷ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد مقایسه نمود. نتایج نشان داد که پوشش پکتین در طی ۱۶ روز نسبت به بقیه پوشش‌ها مناسب‌تر بود. کاربرد پوشش‌های خوراکی موسیلاژ کاکتوس، آلوئه ورا و آب پنیر به‌منظور افزایش عمر فقسه‌ای توت‌فرنگی توسط راجی و همکاران (۲۰۱۵) انجام شد که تیمار موسیلاژ کاکتوس به‌عنوان بهترین تیمار معرفی شد. استفاده از اسانس‌های گیاهی در کنترل بیماری‌های پس از برداشت به‌عنوان روشی جدید در چند سال اخیر مطرح شده است. این ترکیبات نه تنها اثرات جانبی نداشته، بلکه به‌علت خواص آنتی‌اکسیدانی کیفیت و طول دوره انبارداری میوه‌ها را افزایش می‌دهند. اسانس پوست مرکبات یکی از عمده‌ترین مواد اولیه طعم دهنده خوراکی‌ها و نوشیدنی‌ها به‌شمار می‌رود، اگرچه تولید آن به‌گونه‌ای است که

بدون بهینه‌سازی (ترپن‌زدایی)، امکان استفاده مستقیم در مواد غذایی را نمی‌دهد (۳۲). یافته‌ها نشان می‌دهد که امکان استفاده از اسانس مرکبات به‌عنوان مهارکننده رشد پاتوژن‌ها در بیماری‌های پس از برداشت وجود دارد (۱۳). پردونز و همکاران (۲۰۱۲) میوه توت‌فرنگی را با کیتوزان و اسانس لیمو پوشش دادند و گزارش کردند که توت‌فرنگی‌های شاهد در مدت کوتاه‌تری نسبت به نمونه پوشش یافته از بین رفتند. دانگ و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که ترکیبی از اسانس لیمو، پرتقال و ترنج می‌تواند در مقابل بسیاری از پاتوژن‌ها مؤثر واقع شدند. شرایط نگهداری محصول از جمله دما و رطوبت در گسترش بیماری‌ها تأثیر به‌سزایی دارد. برخی از قارچ‌ها در دامنه وسیع دمایی قادر به رشد می‌باشند. میوه‌های توت‌فرنگی برداشت شده تحت تأثیر درجه حرارت‌های بالا مخصوصاً در ۲۰ درجه سانتی‌گراد سریعاً در اثر حمله بعضی از قارچ‌ها فاسد می‌شوند (۵). مزیت اصلی دمای پائین کاهش تولید و حساسیت به اتیلن است، این امر در محصولات فرازگرا که حساس به اتیلن هستند، منجر به حفظ کیفیت و ماندگاری، کنترل رسیدگی و حفظ پارامترهایی مثل رنگ، بافت و اسیدیته می‌گردد (۴۳). در تحقیقی که توسط ارکان و همکاران (۲۰۰۸) انجام شد اثر دماهای مختلف و رطوبت نسبی متفاوت را بر انبارمانی توت‌فرنگی بررسی کردند. نتایج آشکار نمود که هرچه دمای انبار بالاتر رود و رطوبت نسبی کاهش یابد، توت‌فرنگی رطوبت خود را سریع‌تر از دست می‌دهد و کیفیت آن به‌طور محسوسی کاهش می‌یابد. در هر صورت اثرات منفی دمای بالا بیش‌تر از اثرات مثبت آن خواهد بود، چرا که کیفیت و ظاهر توت‌فرنگی نقش به‌سزایی در خرید آن توسط مصرف کننده دارد (۱۸). هدف اصلی این بررسی ارزیابی تأثیر پوشش پکتین غنی شده با اسانس پرتقال و لیمو به‌عنوان پوشش خوراکی بر ویژگی‌های بازاریابندی و صفات فیزیکی‌شیمیایی توت‌فرنگی رقم پاروس در دو دمای انبارمانی، دمای ۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ روز و دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ روز است.

مواد و روش‌ها

جهت انجام پژوهش حاضر میوه‌های توت‌فرنگی رقم پاروس از یکی از باغات توابع شهرستان سنندج تهیه شدند. در کوتاه‌ترین زمان ممکن به آزمایشگاه انتقال یافتند. سپس میوه‌های سالم انتخاب و با آب مقطر شستشو داده شدند. پژوهش به صورت دو آزمایش جداگانه در دو دمای ۵ درجه سانتی‌گراد و ۲۰ درجه سانتی‌گراد در قالب طرح کامل تصادفی با شش تیمار شاهد (آب مقطر)، پکتین یک درصد، پکتین با اسانس پوست پرتقال نیم و یک درصد و پکتین با اسانس پوست لیمو نیم و یک درصد، با سه تکرار و ۲۰ نمونه میوه مورد بررسی قرار گرفت. پکتین مورد استفاده از شرکت سیگما (P9561-25G) و اسانس مرکبات از شرکت اسانس گیاه گرگان تهیه شد.

جهت حل کردن یک گرم پکتین در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر مدت ۳۰ دقیقه به‌طور پیوسته در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد مخلوط گردید، سپس ۰/۰۲ درصد گلیسرول (به‌عنوان نرم کننده پوشش) به محلول پکتین اضافه گردید (۳۲). به‌منظور تهیه محلول اسانس پوست پرتقال و لیمو در غلظت یک و نیم درصد، مقدار مورد نظر از هر یک از اسانس‌ها در یک میلی‌لیتر اتانول حل کرده، سپس به ژل پکتین اضافه شد. اندازه‌گیری صفات در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد (روزهای سوم، ششم، نهم و دوازدهم) و در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد (روزهای سوم و ششم) انجام گرفت. جهت ارزیابی شاخص بازارپسندی از روش نمره‌دهی میوه‌های توت‌فرنگی استفاده شد. میوه‌ها در پنج دسته طبقه‌بندی شده و نمرات ۱ تا ۵ به آنها اختصاص داده شد. به طوری که عدد ۱ = غیر قابل قبول، ۲ = بد، ۳ = قابل قبول، ۴ = خوب و ۵ = عالی در نظر گرفته شد (۳). برای تعیین درجه بازارپسندی میوه‌ها از ارزیابی شکل ظاهری میوه، کاهش وزن، مشاهده علائم ظاهری پوسیدگی قارچی، زرد شدن کاسبرگ، جدا شدن کاسبرگ از میوه استفاده شد. میوه‌های که فاقد ناهنجاری و وضعیت ظاهری سالم و مناسبی داشتند دارای درجه بازارپسندی بالاتری بودند. جهت اندازه‌گیری درصد کاهش وزن از رابطه وزن اولیه - وزن ثانویه / وزن اولیه $\times 100$

(۳۱)، برای اندازه‌گیری آنتوسیانین کل از روش اختلاف جذب در pHهای مختلف (۱۸)، ویتامین C از روش تیتراسیون با ای‌او‌ای سی (۲۰۰۰)، پروتئین کل با استفاده از روش برادفورد (۱۹۷۶) و کلروفیل کل با استفاده از روش لیچنتنالر و بوسچمن (۲۰۰۱) استفاده شد.

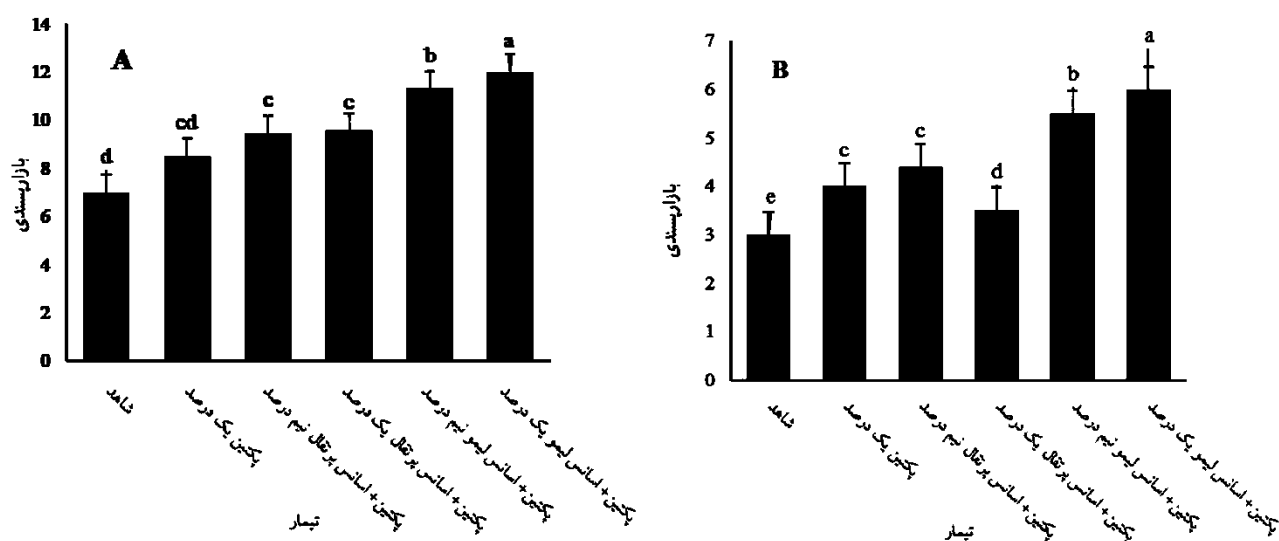
ارزیابی هر دو دمای ۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد به صورت جداگانه و در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار و سه تکرار و ۲۰ نمونه برای هر تکرار انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

بازارپسندی

براساس نتایج به دست آمده در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد میوه‌های تیمار شده با پوشش پکتین به همراه اسانس لیمو نیم و یک درصد وضعیت ظاهری و بازارپسندی بهتری داشتند، به طوری که در روز دوازدهم همچنان از کیفیت مناسبی برخوردار بودند. تیمارهای پوشش پکتین به همراه اسانس پرتقال نیم درصد و تیمار پکتین یک درصد از لحاظ شاخص بازارپسندی در یک سطح قرار داشتند. همچنین تیمار شاهد دارای کمترین میزان بازارپسندی بود (شکل ۱).

براساس نتایج به دست آمده در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین میزان بازارپسندی مربوط به تیمار پکتین همراه با اسانس لیمو در غلظت یک و نیم درصد بود. از طرف دیگر تیمار پکتین به همراه اسانس پرتقال نیم درصد و تیمار پکتین یک درصد از نظر بازارپسندی تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند (شکل ۱). لیمونین، والنسن و اسمین موجود در اسانس لیمو خاصیت ضد قارچی و ضد میکروبی داشته و به‌عنوان افزودنی مواد غذایی و طعم دهنده در صنعت مواد غذایی کاربرد دارند (۳۶). براساس نتایج، در تیمار پکتین غنی شده با اسانس پرتقال یک درصد پوسیدگی بیشتر و سریع‌تر از تیمار پکتین با اسانس پرتقال نیم درصد اتفاق افتاد. این امر می‌تواند ناشی از بالا بودن



شکل ۱. اثر تیمارهای مختلف پوشش دهی پکتین غنی شده با اسانس مرکبات (پرتقال و لیمو) بر بازارپسندی میوه. توت فرنگی در دمای ۵ درجه سانتی گراد (A) و دمای ۲۰ درجه سانتی گراد (B). حروف غیر مشابه و میله‌های روی هر ستون (Error Bars) به ترتیب بیانگر اختلاف معنی دار براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد و خطای استاندارد (Mean \pm SEM) می‌باشند.

مزه و بو میوه‌های پوشش داده شده با پکتین به همراه اسانس پرتقال یک درصد به مقدار خیلی اندک مزه ترش خفیفی به خود گرفته بودند، اما در مورد تیمارهای پکتین به همراه اسانس لیمو نیم و یک درصد تغییر خاصی در بو و مزه میوه توت فرنگی احساس نشد. با توجه به نتایج حاصل از پژوهش حاضر، روند پیری و تخریب میوه‌های نگهداری شده در دمای ۵ درجه سانتی گراد بسیار کندتر از دمای ۲۰ درجه سانتی گراد بود که همین امر منجر به افزایش و حفظ بازارپسندی میوه‌های موجود در دمای ۵ درجه سانتی گراد در مقایسه با دمای ۲۰ درجه سانتی گراد شد. ویو و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که لیمونین استخراج شده از اسانس لیمو به همراه پوشش کیتوزان منجر به حفظ کیفیت میوه توت فرنگی می‌گردد. نتایج مشابهی در مورد حفظ بازارپسندی میوه توت فرنگی توسط جیانگ و همکاران (۲۰۰۱) ارائه شده است.

کاهش وزن

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها در روز سوم در دمای ۵

غلظت ترکیبات موجود در پرتقال مانند والنسن، پنتادکان، دکانال، آلفا توجن، سیترونال، مارسین، آلفا پینن و لیمونین باشد که به جای خاصیت ضد میکروبی سبب تخریب بافت میوه و ایجاد سمیت شده است (۵). در تیمار پکتین یک درصد تا حدودی به دلیل وجود پوشش پکتین در برابر کاهش وزن از خود مقاومت نشان داد، اما به دلیل عدم وجود اسانس در نهایت با شدت بیشتری علائم پوسیدگی را نشان داد. در کل تیمار پکتین با اسانس لیمو یک درصد در طی ۶ روز نگهداری در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد توانست با حفظ کیفیت ظاهری و عدم پوسیدگی نسبت به سایر تیمارها مدت زمان بیشتری دوام بیاورد. در طول نگهداری در انبار در اثر تداوم تنفس سلولی و فعالیت آنزیمی، میوه توت فرنگی در ابتدا نرم شده و سپس حالت لهیده پیدا می‌کند. با ادامه این روند به دلیل حل شدن پکتین دیواره سلولی در مایع درون سلولی کپک‌زدگی مشاهده می‌شود (۱۷). یکی دیگر از معیارهای شاخص بازارپسندی می‌توان به تأثیر تیمارها بر طعم و مزه میوه‌های پوشش داده شده از نظر ذائقه مصرف کننده اشاره کرد. در پژوهش حاضر

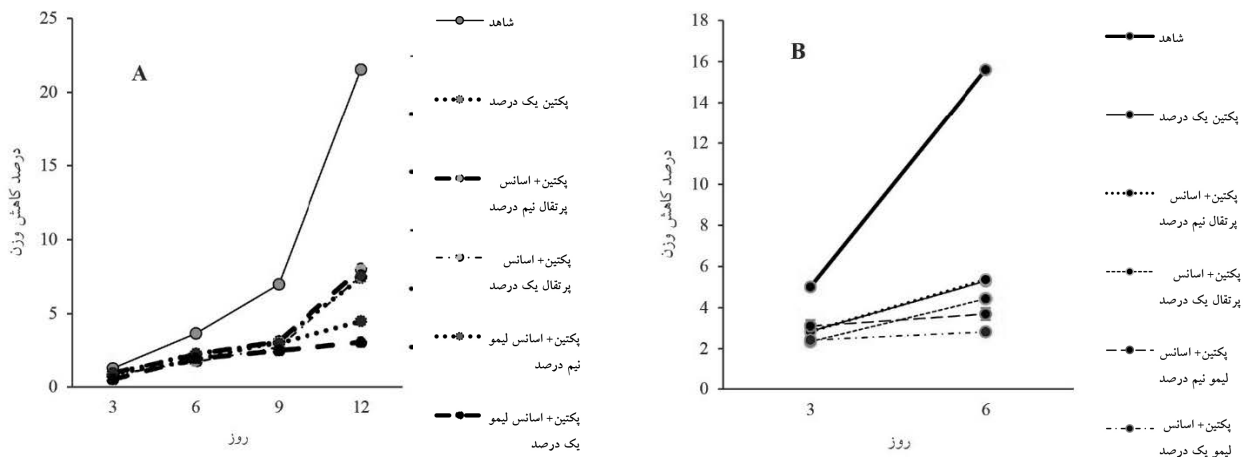
همراه با اسانس لیمو یک درصد (۰/۰۵۷ میلی گرم بر گرم وزن تر) بود. در روز دوازدهم بین تیمار پکتین همراه اسانس پرتقال نیم و یک درصد تفاوت معنی داری وجود نداشت. همچنین کمترین میزان آنتوسیانین مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۳). از طرف دیگر، مقایسه میانگین داده‌ها در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در روز سوم نشان داد که میزان آنتوسیانین در تیمار شاهد (۰/۰۲۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) کمتر از بقیه تیمارها بود (شکل ۳). آنتوسیانین‌ها نقش مهمی در تشخیص رنگ میوه‌های مرغوب توت‌فرنگی بازی می‌کنند. رنگ قرمز میوه‌های توت‌فرنگی ناشی از دو نوع آنتوسیانیدین به نام‌های پلارگونیدین ۳- گلیکوزید و سیانیدین ۳- گلیکوزید می‌باشد. بنابراین تغییر در آنتوسیانین با بازارپسندی میوه توت‌فرنگی ارتباط مستقیم دارد (۱). در زمان رسیدن میوه میزان آنتوسیانین‌ها افزایش می‌یابد، اما به تدریج بعد از برداشت به دلیل تسریع فرآیندهای تخریبی و پیری، میزان آنتوسیانین روند کاهشی پیدا می‌کند (۴۲). لازم به ذکر است دمای انبارداری میوه نیز در سرعت این روند نقش به‌سزایی دارد، به طوری که این روند در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت بیشتری صورت گرفت. کاهش آنتوسیانین در میوه‌های شاهد می‌تواند به دلیل وقوع پوسیدگی زیاد در میوه‌ها و از بین رفتن آنتوسیانین در فرآیندهای شیمیایی مرتبط با فعالیت پاتوژن‌ها باشد (۱). براساس نتایج، با گذشت دوره انبارداری به دلیل پیشروی فرآیند پیری در میوه‌ها مقدار آنتوسیانین کاهش می‌یابد، اما این روند در میوه‌های پوشش یافته با پکتین غنی شده با اسانس مرکبات در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد با سرعت کمتری رخ داد. به نظر می‌رسد بین رسیدن میوه و افزایش آنتوسیانین نوعی ارتباط وجود دارد که پوشش غنی شده تا حدودی آن را به تأخیر انداخته است. در بررسی که توسط جین و همکاران (۲۰۱۱) بر روی میوه توت‌فرنگی انجام شد، مشخص گردید که میزان آنتوسیانین و تولید متابولیت‌های ثانویه در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد به طور معنی داری نسبت به دمای ۵ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد. تحقیقات مشابهی در زمینه تأثیر پوشش کیتوزان

درجه سانتی‌گراد نشان داد که بیشترین کاهش وزن مربوط به تیمار شاهد بود. سایر تیمارها تفاوت معنی داری باهم نداشتند. با گذشت زمان و در روز دوازدهم کمترین مقدار کاهش وزن مربوط به تیمار پکتین با اسانس لیمو یک درصد با میزان ۳/۰۷ درصد بود. سایر تیمارها تفاوت معنی داری باهم نداشتند. نتایج نشان داد که میزان کاهش وزن در میوه‌های پوشش یافته با پوشش پکتین یک درصد کمتر از تیمار پکتین با اسانس پرتقال یک درصد بود. به طوری که با گذشت زمان میوه‌های توت‌فرنگی تیمار شده در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد توانستند در برابر کاهش وزن از خود مقاومت نشان دهند (شکل ۲).

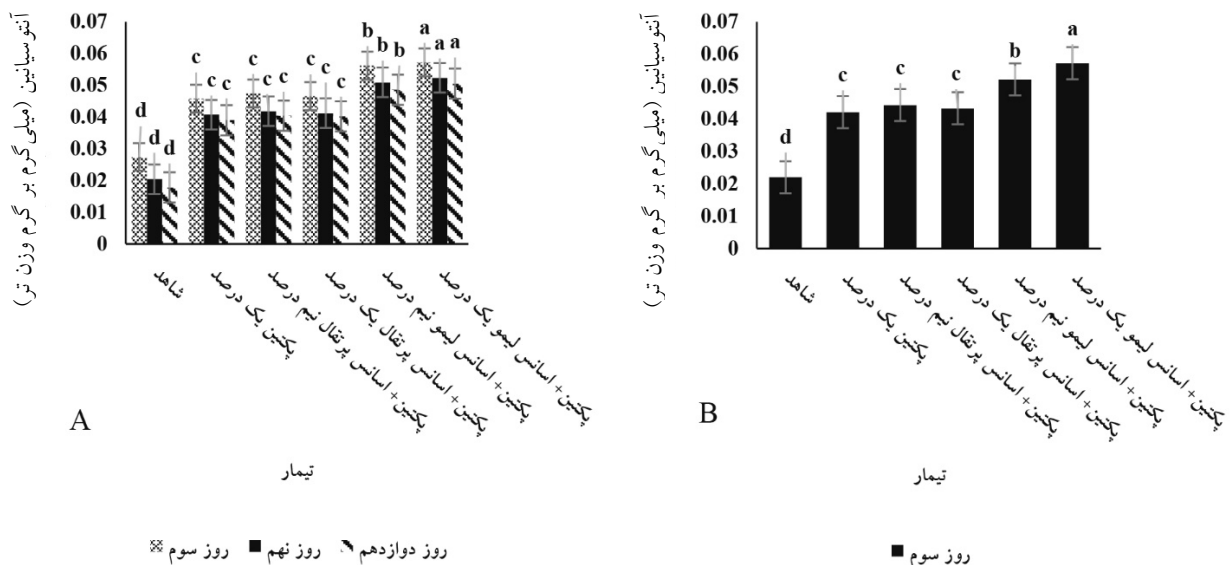
از سوی دیگر، وضعیت کاهش وزن در میوه‌های موجود در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به گونه‌ای بود که تیمار شاهد در روزهای سوم و ششم دارای بیشترین میزان کاهش وزن با میزان ۱۵/۶۱ درصد بود. سایر تیمارها تفاوت معنی داری باهم نداشتند (شکل ۲). براساس نتایج میوه‌های پوشش داده شده با پکتین همراه اسانس لیمو تغییرات کاهش وزن کمتری نسبت به سایر تیمارها داشتند. این امر می‌تواند به دلیل نقش اسانس در جلوگیری از پوسیدگی و خواص ضد میکروبی آن باشد که به دنبال آن مانع کاهش وزن می‌شود. در دوره پس از برداشت قطع شدن رابطه آبی میوه با گیاه مادری و افزایش تعرق در سطح میوه یا سبزی که یک فرآیند فیزیکی است منجر به از دست دادن رطوبت محصول می‌شود (۴۰). نتایج به دست آمده با پژوهش ولیکوا و همکاران (۲۰۱۳) که به بررسی پوشش کیتوزان و واکس روی عمر قفسه‌ای میوه توت‌فرنگی در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد پرداختند، هماهنگی دارد. اثر پوشش کیتوزان و کلسیم بر توت‌فرنگی توسط هرماندز-مونز و همکاران (۲۰۰۸) منجر به افزایش افت وزن شد که با نتایج به دست آمده مغایر است.

آنتوسیانین

مقایسه میانگین داده‌ها در روز سوم در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد نشان داد که بیشترین میزان آنتوسیانین مربوط به تیمار پکتین



شکل ۲. اثر تیمارهای مختلف پوشش دهی پکتین غنی شده با اسانس مرکبات بر کاهش وزن میوه توت‌فرنگی در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد (A) و دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد (B).

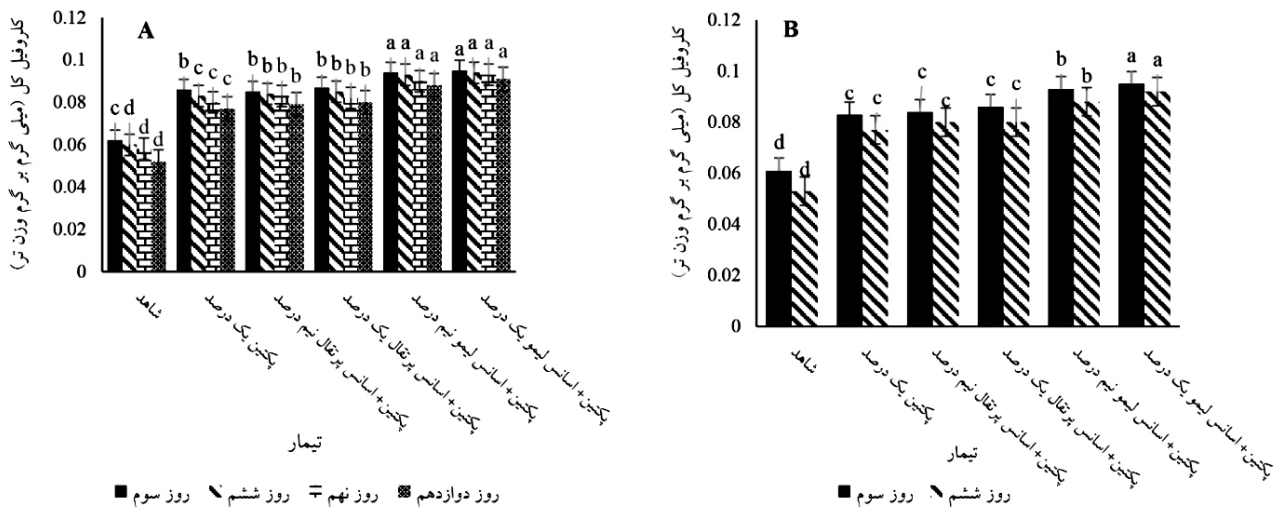


شکل ۳. اثر تیمارهای مختلف پوشش دهی پکتین غنی شده با اسانس مرکبات (پرتقال و لیمو) بر آنتوسیانین میوه توت‌فرنگی در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد (A) و دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد (B). حروف غیر مشابه و میله‌های روی هر ستون (Error Bars) به ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد و خطای استاندارد (Mean \pm SEM) می‌باشند.

مقایسه میانگین داده‌ها در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد در روز سوم نشان داد که بیشترین میزان ویتامین C مربوط به تیمار پکتین همراه اسانس لیمو یک درصد (۰/۳۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) بود. با گذشت زمان و در روز دوازدهم بین تیمار

روی توت‌فرنگی توسط وارگاس و همکاران (۲۰۰۶) و هرناندز-مونز و همکاران (۲۰۰۸) به دست آمده است.

ویتامین C



شکل ۴. اثر تیمارهای مختلف پوشش دهی پکتین غنی شده با اسانس مرکبات (پرتقال و لیمو) بر ویتامین C میوه توت‌فرنگی در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد (A) و دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد (B). حروف غیر مشابه و میله‌های روی هر ستون (Error Bars) به ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد و خطای استاندارد (Mean \pm SEM) می‌باشند.

(۱۴). طبق نتایج حاصل از پژوهش حاضر میوه‌های تیمار شده نسبت به شاهد ویتامین C بیشتری داشتند، اما بین سایر تیمارها اختلاف کمی وجود داشت. کاهش ویتامین C در شاهد با گذشت زمان باعث کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آن می‌شود. کاهش ویتامین C می‌تواند به دلیل اکسید شدن اسید آسکوربیک در محیط باشد. ابتدا در اثر اکسیداسیون ویتامین C به دهیدروال آسکوربیک اسید و در صورت ادامه واکنش به دی‌کتوال گلو کونیک تبدیل می‌شود که این مسیر غیر قابل برگشت است و در نتیجه افت شدیدی در میزان این ترکیب در زمان نگهداری توت‌فرنگی در انبار مشاهده می‌شود (۴۱). علاوه بر اکسیداسیون، افزایش pH اثر فعالیت آنزیمی می‌تواند سبب نابودی ویتامین C شود (۹). حفظ ویتامین C در میوه‌های پوشش داده شده می‌تواند بیانگر حفظ کیفیت و ارزش تغذیه‌ای میوه باشد. به نظر می‌رسد که نمونه‌های تیمار شده به دلیل کنترل میزان ورود اکسیژن به داخل سلول و کاهش میزان فعالیت آنزیمی توسط پوشش، تغییر در میزان ویتامین C کمتر بوده است. بنابراین پوشش پکتین منجر به حفظ ویتامین C در طول دوره انبارمانی می‌گردد (۴۰). گزارش مانتیلا و

پکتین همراه اسانس پرتقال یک درصد (۲۷/۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) با تیمار پکتین همراه اسانس لیمو نیم درصد (۲۸/۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۴).

براساس نتایج در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در روز ششم کمترین میزان ویتامین C مربوط به تیمار پکتین یک درصد و شاهد بود. قابل ذکر است که تیمار پکتین همراه اسانس لیمو نیم و یک درصد (۲۸/۰ و ۲۹/۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند (شکل ۴). ویتامین C به دلیل نقش آنتی‌اکسیدانی در میوه‌ها و سبزیجات دارای ارزش غذایی بالایی است، اما به دلیل اکسیداسیون نسبت به تجزیه بسیار حساس است. آنتی‌اکسیدان‌های موجود در غذاها و میوه و سبزیجات در واقع تأثیر مولکول‌های آزاد را در بدن کاهش می‌دهند، در نتیجه موجب تقویت سیستم ایمنی بدن می‌شوند. توت‌فرنگی منبع خوبی از فیبر، ویتامین C، فولات، پتاسیم و آنتی‌اکسیدان‌هاست. همچنین این میوه منبع عالی از ویتامین B2 (ریبوفلاوین)، ویتامین B5 (پنتوتنیک اسید)، ویتامین B6 (پیریدوکسین) و اسیدهای چرب لینولئیک است.

همکاران (۲۰۱۳) مشابه با نتایج به دست آمده است.

پروتئین

مقایسه میانگین داده‌ها در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد نشان داد که بیشترین میزان پروتئین در روز سوم مربوط به تیمار شاهد (۰/۰۲۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود. سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند. در روز نهم بیشترین میزان پروتئین مربوط به شاهد (۰/۰۱۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود و در روز دوازدهم کمترین میزان پروتئین مربوط به تیمار پکتین همراه اسانس لیمو نیم درصد (۰/۰۰۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود (شکل ۵).

مقایسه میانگین داده‌ها در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نشان داد که بیشترین میزان پروتئین در روز سوم مربوط به تیمار شاهد (۰/۰۲۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و کمترین میزان پروتئین مربوط به تیمار پکتین با اسانس لیمو یک درصد (۰/۰۱۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود (شکل ۵). براساس نتایج با گذشت دوره انبارمانی مقدار پروتئین کاهش یافته است. کاهش میزان پروتئین در دوره پیری به دلیل تخریب ساختار غشاء و نشت پروتئین‌ها می‌باشد (۲۷). پروتئین‌های نامحلول غشاء و متصل به دیواره سلولی به مرور با کاهش کربوهیدرات داخل میوه به‌عنوان سوسترای تنفسی مصرف می‌شوند و با توجه به کاهش ناچیز پروتئین محلول به نظر می‌رسد که این مواد تا آخرین مرحله نقش حیاتی را در میوه ایفا می‌کنند (۳۶).

کلروفیل کاسبرگ

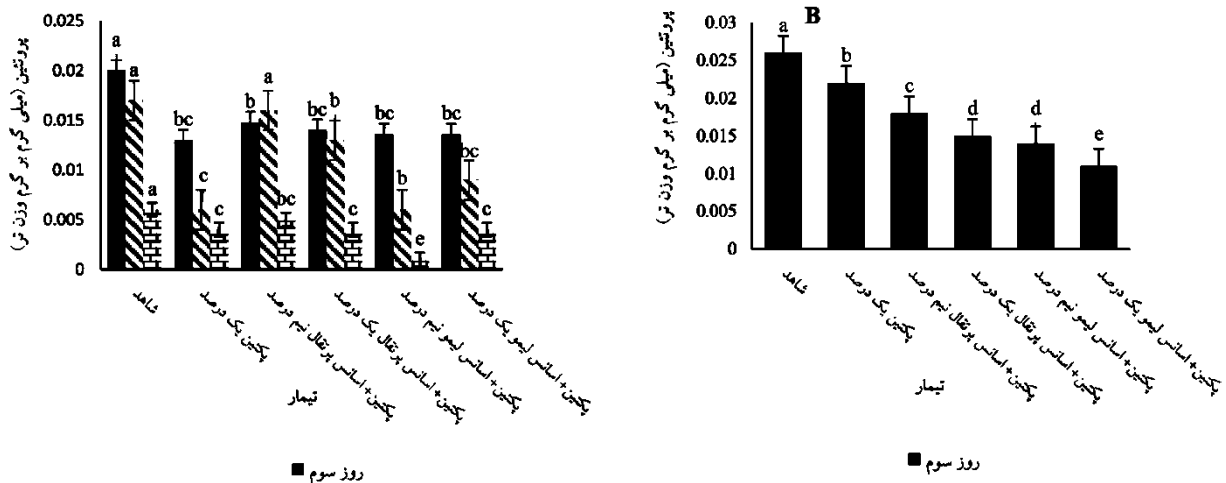
مقایسه میانگین داده‌ها در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد در روز سوم نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل کاسبرگ مربوط به تیمار پکتین با اسانس لیمو نیم و یک درصد بود. در روز ششم تیمار پکتین همراه اسانس پرتقال نیم و یک درصد (۰/۰۸۵ و ۰/۰۸۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) معنی‌داری باهم نداشتند. مقایسه میانگین داده‌ها در روز نهم و دوازدهم نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل کاسبرگ به ترتیب مربوط به تیمار پکتین همراه

اسانس لیمو یک درصد (۰/۰۹۳ و ۰/۰۹۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود، به طوری که کاسبرگ همچنان رنگ سبز خود را حفظ نمود. در روز دوازدهم بین تیمار پکتین با اسانس پرتقال نیم و یک درصد (۰/۰۸ و ۰/۰۷۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۶).

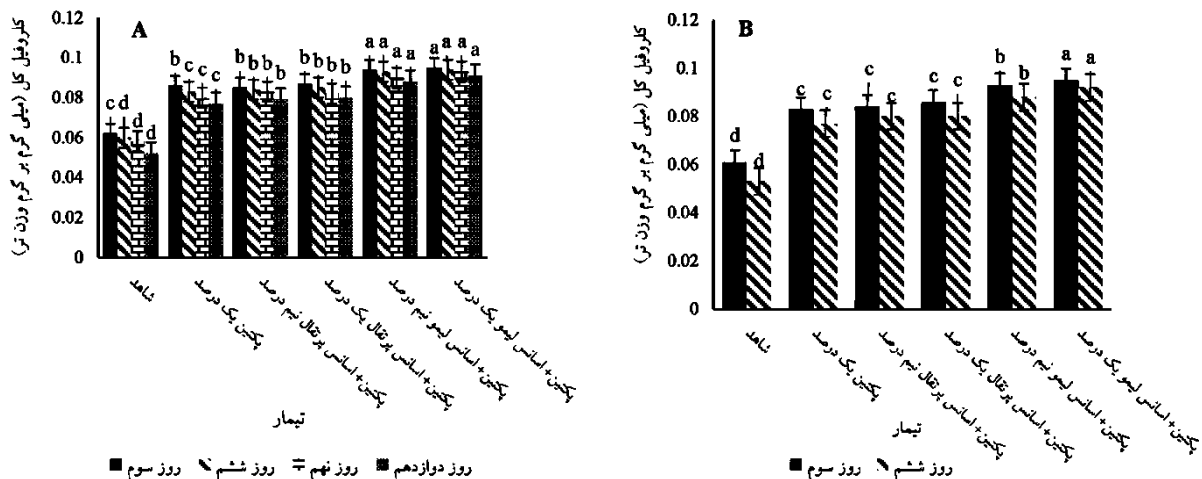
نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها در روز سوم و ششم در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نشان داد که به ترتیب کمترین میزان کلروفیل کل کاسبرگ مربوط به تیمار شاهد (۰/۰۶۱ و ۰/۰۵۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود. بیشترین میزان کلروفیل کل در روز ششم مربوط به تیمار پکتین با اسانس لیمو یک درصد بود. سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند (شکل ۶). اصولاً رسیدن میوه همراه با پیری و زرد شدن کاسبرگ میوه و کاهش کلروفیل آن است (۳۴). نتایج نشان داد که حفظ میزان کلروفیل کاسبرگ در میوه‌های تیمار شده نسبت به شاهد بیشتر بود. با آلودگی و پوسیده شدن میوه به تدریج کاسبرگ نیز زرد شده و میزان تخریب کلروفیل افزایش می‌یابد. در نهایت بعد از پوسیدگی کامل، بدون از هم پاشیدگی میوه، کاسبرگ از میوه جدا می‌شود. یکی از علل زرد شدن کاسبرگ انتقال مواد غذایی از سمت کاسبرگ به میوه است (۳۰). در میوه‌های تیمار شده با پوشش پکتین غنی شده با وجود کاهش کیفیت ظاهری، کلروفیل کاسبرگ حفظ شد و یا تغییرات آن ناچیز بود. کاربرد پوشش موم دو درصد به همراه بنزیل آدنین توسط پاتل و همکاران (۲۰۱۳) روی کدو و کاربرد پوشش کربوکسی متیل سلولز بر روی زردآلو و فلفل سبز توسط آیرانیک و تانس (۲۰۰۴) منجر به حفظ کلروفیل شد که با نتایج به دست آمده هم‌خوانی دارد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که تیمار ترکیبی پوشش پکتین همراه اسانس لیمو در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد و ۲۰ درجه سانتی‌گراد برای تمامی صفات بررسی شده با حفظ کیفیت توانست به‌عنوان بهترین تیمار مورد استفاده، شناخته



شکل ۵. اثر تیمارهای مختلف پوشش دهی پکتین غنی شده با اسانس مرکبات (پرتقال و لیمو) بر پروتئین میوه توت فرنگی در دمای ۵ درجه سانتی گراد (A) و دمای ۲۰ درجه سانتی گراد (B). حروف غیر مشابه و میله‌های روی هر ستون (Error Bars) به ترتیب بیانگر اختلاف معنی دار براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد و خطای استاندارد (Mean ± SEM) می‌باشند.



شکل ۶. اثر تیمارهای مختلف پوشش دهی پکتین غنی شده با اسانس مرکبات (پرتقال و لیمو) بر کلروفیل کاسبرگ میوه توت فرنگی در دمای ۵ درجه سانتی گراد (A) و دمای ۲۰ درجه سانتی گراد (B). حروف غیر مشابه و میله‌های روی هر ستون (Error Bars) به ترتیب بیانگر اختلاف معنی دار براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد و خطای استاندارد (Mean ± SEM) می‌باشند.

برای میوه‌های با مزه ضعیف از جمله توت فرنگی، در انتخاب ترکیب پوششی و اسانس پرتقال احتیاط بیشتری لحاظ شود، چون احتمال پذیرش آن توسط مصرف کننده کاهش می‌یابد. در مجموع می‌توان گفت که پوشش دهی میوه توت فرنگی با پکتین غنی شده با اسانس مرکبات روشی مناسب و جدید جهت حفظ

شود. برخلاف آن نتایج حاصل از اسانس پرتقال به اندازه اسانس لیمو کارآمد نبود. با توجه به اینکه میوه توت فرنگی کم مزه یا می‌توان گفت مزه ضعیفی دارد اسانس پرتقال بر مزه و بوی توت فرنگی غالب بود، اما در مورد اسانس لیمو تأثیر قابل محسوسی در مزه و عطر میوه نداشت. بنابراین پیشنهاد می‌شود که

عمر قفسه‌ای و انبارمانی است که البته کاربرد این پوشش غنی است.
شده در سطح تجاری نیازمند پژوهش‌های بیشتری در این زمینه

منابع مورد استفاده

1. Almeida, J. R., E. D'Amico, A. Preuss, F. Carbone, C. R. de Vos, B. Deiml and S. Martens. 2007. Characterization of major enzymes and genes involved in flavonoid and proanthocyanidin biosynthesis during fruit development in strawberry (*Fragaria ananassa*). *Archives of Biochemistry and Biophysics* 465: 61-71.
2. A.O.A.C., 2000. Association of Official Analytical Chemists. International 17th Edition, Revision I. Washington DC.
3. Asghari, M. R., F. Asghari and J. Farokhi. 2014. The effects of salicylic acid and qualitative traits of strawberry (*Fragaria × ananassa*), CV. Selva. *Journal of the Plant Production* 1: 97-109. (In Farsi).
- 4- Ayranci, E. and S. Tunc. 2004. The effect of edible coatings on water and vitamin C loss of apricots (*Armeniaca vulgaris* Lam.) and green peppers (*Capsicum annuum* L.). *Food Chemistry* 87: 339-342.
5. Ayala-Zavalaa, J. F., S. Y. Wang, C. Y. Wang and G. A. Gonzalez-Aguilar. 2004. Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. *LTW- Food Science and Technology* 37: 687-695.
6. Azar, P. A., M., Nekoei, K., Larijani and S. Bahraminasab. 2011. Chemical composition of the essential oils of *Citrus sinensis* cv. Valencia and a quantitative structure-retention relationship study for the prediction of retention indices by multiple linear regression. *Journal of the Serbian Chemical Society* 76: 1627-1637.
7. Bico, S. L. S., M. F. J. Raposo, R. M. S. C. Morais and A. M. M. B. Morais. 2009. Combined effects of chemical dip and/or carrageenan coating and/or controlled atmosphere on quality of fresh-cut banana. *Food Control* 20: 508-514.
8. Bradford, M. M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry* 72: 248-254.
9. Chiumarelli, M., C. C. Ferrari, C. I. Sarantópoulos and M. D. Hubinger. 2011. Fresh cut 'Tommy Atkins' mango pretreated with citric acid and coated with cassava (*Manihot esculenta* Crantz) starch or sodium alginate. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 12: 381-387.
10. Cruz-Rus, E., I. Amaya, J. F., Sánchez-Sevilla, M. A., Botella and V. Valpuesta. 2011. Regulation of L-ascorbic acid content in strawberry fruits. *Journal of Experimental Botany* 62(12): 4192-4201.
11. Dong, H., L. Cheng, J. Tan, K. Zheng and Y. Jiang. 2004. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of peeled litchi fruit. *Journal of Food Engineering* 64: 355-358.
12. Dris, R., R. Niskanen and S. M. Jain. 2004. Crop Management and Postharvest Handling of Horticultural Products, Volume IV: Diseases and Disorders of Fruits and Vegetables. Science Publishers, Enfield/USA.
13. Du Plooy, W., T. Regnier and S. Combrinck. 2009. Essential oil amended coatings as alternatives to synthetic fungicides in citrus postharvest management. *Postharvest Biology and Technology* 53: 117-122.
14. Erkan, M., S.Y. Wang and C.Y. Wang. 2008. Effect of UV treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activity and decay in strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology* 48: 163-171.
15. Eum, H. L., D. K. Hwang, M. Linke, S. K. Lee and M. Zude. 2009. Influence of edible coatings on quality of plum (*Prunus salicina* Lindl. Cv. 'Sapphire'). *European Food Research and Technology* 229: 427-434.
16. Fallik, E. 2004. Presto rage hot water treatments (immersion, rinsing and brushing). *Postharvest Biology and Technology* 32: 125-134.
17. Ferrari, C. C., C. I. Sarantópoulos, S. M. Carmello-Guerreiro and M. D. Hubinger. 2013. Effect of osmotic dehydration and pectin edible coatings on quality and shelf life of fresh-cut melon. *Food and Biotechnology* 6: 80-91.
18. Giusti, M. M. and E. Ronald. 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry* F1.2.1- F1.2.13.
19. Hernández-Munoz, P., E. Almenar, M. J. Ocio and R. Gavara. 2006. Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*Fragaria x ananassa*). *Postharvest Biology and Technology* 39: 247-53.
20. Hernandez-Munoz, P., E. Almenar, V. Del Valle, D. Velez and R. Gavara. 2008. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria ananassa*) quality during refrigerated storage. *Food Chemistry* 110: 428-435.
21. Jin, P., S. Y. Wang, C. Y. Wang and Y. Zheng. 2011. Effect of cultural system and storage temperature on antioxidant capacity and phenolic compounds in strawberries. *Food Chemistry* 124: 262-270.
22. Jiang, Y. M., D. C. Joyce and L. A. Terry. 2001. 1-Methylcyclopropene treatment affects strawberry fruit decay. *Postharvest Biology and Technology* 23: 227-232.

23. Jridi, M., N. Souissi, A. Mbarek, G. Chadeyron, M. Kammoun and M. Nasri. 2013. Comparative study of hysic-mechanical and antioxidant properties of edible gelatin films from the skin of cuttlefish. *International Journal of Biological Macromolecules* 61: 17-25.
24. Kader, A. A. 2002. Postharvest Technology of Horticultural Crops. UCANR Publications. California.
25. Lichtenthaler, H. K. and C. Buschmann. 2001. Chlorophylls and carotenoids: Measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry* F4.3.1- F4.3.8.
26. Lin, Z. Q., Z. X. Guo, L. Lin, F. L. Zhong and D. M. Pan. 2008. August. Changes of Protein Compositions in Postharvest Longan Fruit. *In III International Symposium on Longan, Lychee, and other Fruit Trees in Sapindaceae Family* 863: 515-518.
27. Mantilla, N., M. E. Castell-Perez, C. Gomes and R. G. Moreira. 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: 37-43.
28. Maftoonazad, N., H. S. Ramaswamy and M. Marcotte. 2008. Shelf life extension of peaches through sodium alginate and methyl cellulose edible coatings. *International Journal of Food Science and Technology* 43: 951-957.
29. Moalemiyan, M., H. S. Ramaswamy and N. Maftoonazad. 2012. Pectin-based edible coating for shelf-life extension of Ataulfo mango. *Journal of Food Process Engineering* 35: 572-600.
30. Moldao-Martins, M., S. M. Beirao-da-Costa and M. L. Beirao-da-Costa. 2003. The effects of edible coatings on postharvest quality of the "Bravo de Esmolfe" apple. *European Food Research and Technology* 217: 325-328.
31. Mirza, M. and Z. Bahernik. 2007. The role inactivation in the chemical composition of citrus essence terpenes. *Journal Medicinal and Aromatic Plants Research of Iran* 3: 250-255. (In Farsi).
32. Norsker, M., M. Jensen, and J. Adler-Nissen. 2000. Enzymatic gelation of sugar beet pectin in food products. *Food Hydrocolloids* 14: 237-243.
33. Okunowo, W. O., O. Oyedeggi, L. O. Afolabi and E. Matanmi. 2013. Essential oil of grape fruit (*Citrus paradisi*) peels and its antimicrobial activities. *American Journal of Plant Science* 4: 1-9.
34. Oms-Oliu, G., R. Soliva-Fortuny and O. Martín-Belloso. 2008. Using polysaccharide-based edible coatings to enhance quality and antioxidant properties of fresh-cut melon. *LWT-Food Science and Technology* 41: 1862-1870.
35. Patel, D. R., A. K. Soni, J. Kabir and N. Agarawal. 2013. Influence of wax coating on shelf life of pointed gourd (*Trichosanthes dioica* Roxb.). *Karnataka Journal of Agricultural Sciences* 26: 393-398.
36. Perdonés, A., L. Sánchez-González, A. Chiralt, and M. Vargas. 2012. Effect of chitosan-lemon essential oil coatings on storage-keeping quality of strawberry. *Postharvest Biology and Technology* 70: 32-41.
37. Raji, R. S. Ghobadi and A. A. Ramin. 2015. Use the mucilage edible coating cactus, aloe vera gel and whey to increase post-harvest life of strawberry. *In: Proceeding of the Second National Conference on Applied Research in Agricultural Science, Tehran, Iran.* pp. 10.
38. Singh, R., R. R. Sharma and S. K. Tyagi. 2007. Pre-harvest foliar application of calcium and born influences physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.). *Scientia Horticulturae* 54: 215-220.
39. Treviño-Garza, M. Z., S. García, M. del Socorro Flores-González and K. Arévalo-Niño. 2015. Edible Active Coatings Based on Pectin, Pullulan, and Chitosan Increase Quality and Shelf Life of Strawberries (*Fragaria ananassa*). *Journal of Food Science* 80: 1823-1830.
40. Yossef, M. A. 2014. Comparison of Different Edible Coatings Materials for Improvement of Quality and Shelf Life of Perishable Fruits. *Middle East Journal of Applied Sciences* 2: 416-424.
41. Vargas, M., A. Albors, A. Chiralt and C. González-Martínez. 2006. Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan-oleic acid edible coatings. *Postharvest Biology and Technology* 41: 164-171.
42. Valero, D., and M. Serrano. 2010. *Postharvest Biology and Technology for Preserving Fruit Quality*. CRC Press. Spain.
43. Velickova, E., E. Winkelhausen, S. Kuzmanova, V. D. Alves and M. Moldão-Martins. 2013. Impact of chitosan-beeswax edible coatings on the quality of fresh strawberries (*Fragaria ananassa* cv. Camarosa) under commercial storage conditions. *LWT-Food Science and Technology* 52: 80-92.
44. Vu, K. D., R. G. Hollingsworth, E. Leroux, S. Salmieri and M. Lacroix. 2011. Development of edible bioactive coating based on modified chitosan for increasing the shelf life of strawberries. *Food Research International* 44: 198-203.

Effect of Pectin Edible Coating Enriched with Essential Oils of Citrus on Strawberry Quality during Refrigerated Storage and Shelf Life

S. Abdi¹, Z. Roein^{2*}, J. Erfanimoghadam² and S. Aziznia³

(Received: May 17-2016; Accepted: October 1-2016)

Abstract

Postharvest life of strawberry fruit is very short due, mostly, to a relatively high water content, high metabolic activity and susceptibility to fungi. In order to extend the shelf life and quality of strawberry (cv. parous), effects of pectin edible coating enriched with different concentrations of lemon and orange peel essential oil were evaluated during storage at 20 °C (shelf life) for 6 days or 5 °C (storage life) to 12 days. The experiment was conducted as a completely randomized design in 3 replications with 6 treatments including uncoated control (distilled water), pectin (1%), pectin enriched with orange peel essential oil (0.5 and 1%) and pectin containing lemon peel essential oil (0.5 and 1%). Fruit quality during storage was evaluated at 3-days intervals in terms of marketability, weight loss, anthocyanin content, ascorbic acid content, total protein and chlorophyll of calyx. Coating fruits with pectin along with citrus essential oil delayed degradation of protein, anthocyanins, vitamin C and chlorophyll of calyx. All coating treatments significantly reduced the fruit weight loss compared to uncoated strawberry fruit during storage life and shelf life, due, apparently, to reduction in fruit moisture loss. Coating the fruits with pectin enriched by 1% of lemon essential oil resulted in the best fruit qualities at both 5 °C and 20 °C, where it led to 18.5 % and 13.8% fruit weight losses, respectively. In addition, the latter treatment was effective in maintaining the visual quality of the fruit during the storage life. Also, the maximum contents of vitamin C and anthocyanin after 12 days of storage of fruits at 5 °C were obtained for strawberries coated with pectin containing 1% of lemon essential. Increasing the concentration of orange peel essential oil (1%) along with pectin coatings was not effective in preservation of anthocyanins and protein contents, compared to lemon peel essential oil. In addition, it was found that adding orange peel essential oil to pectin coating led to the acceleration of fruit decay and weight loss. Based on our results, pectin coating containing 1% lemon essential oil is potent to be hired as an appropriate treatment to improve shelf life and storage quality of strawberry (cv. parous). However, further studies are necessary in order to minimize the sensory impact of citrus essential oils on strawberry fruits.

Keywords: Lemon oil, Orange oil, Strawberry, Temperature, Weight loss

1, 2. Former MSc. Student and Assistant Professors, Respectively, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran.

3. Instructor, Department of Sciences and Engineering of Food Industry, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran.

*. Corresponding Author, Email: z_roein@yahoo.com