بررسی اثر ژل‌آلوئه‌ورا بر روی ماندگاری میوه‌ها

[1]محمد صادقی مقدم، [1]رسول خدابخشیان کارگر*[1]، [1]محمد رضا بیاتی

[1] به ترتیب، دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و استادیار گروه مهندسی بیوسیستم دانشگاه فردوسی مشهد.

ایمیل نویسنده اول: mohammadp.sadeghi7@gmail.com

چکیده

ژل آلوئه‌ورا با توانایی جهت تشکیل فیلم‌های نازک، شفاف، مقاوم، با نفوذ پذیری کم نسبت به اکسیژن، فقدان بو و طعم نامطلوب و وجود ترکیب های ضداکسایشی و ضدمیکروبی، گزینه مناسبی برای استفاده به عنوان پوشش خوراکی می باشد. این پوشش خوراکی منجر به کاهش از دست رفتن رطوبت، محدود کردن جذب اکسیژن، کاهش تنفس، کاهش تولید اتیلن و حفظ طعم می شود. آزمون های اندازه گیری آسکوربیک اسید، محتوای ترکیب های فنولی و فعالیت ضد رادیکالی پس از پوشش دهی و به طور متوسط 4، 8، 12، 16، 20 و 24 روز بر روی نمونه ها انجام می‌شود. دما و رطوبت نسبی در طول انبارش کنترل و تنظیم می گردد. نتیجه‌ها نشان داد که پوشش خوراکی ژل آلوئه ورا توانست روند کاهشی محتوای آسکوربیک اسید، ترکیبات فنولی و فعالیت ضد رادیکالی میوها را کنترل نماید. هم چنین تاثیر به سزایی بر حفظ ترکیب‌های زیست فعال میوه‌ها در مرحله پس از برداشت دارد. با افزایش غلظت ژل آلوئه ورا میزان pH نمونه‌ها روند ثابت و نزولی بسیار جزیی را طی نمودند و میزان اسیدیته قابل تیتراسیون کاهش می‌یابد. در زمان انبارداری، با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا میزان مواد جامد محلول روند نزولی دارد. هم چنین در زمان‌های انبارداری، با افزایش غلظت ژل آلوئه ورا میزان سفتی بافت نمونه ها روند صعودی را طی نمودند. استفاده از پوشش آلوئه ورا موجب کاهش اتـلاف وزن نمونه‌هـا طی دوران انبارداری شد .

کلمه‌های کلیدی: انبار داری، پوشش، ژل آلوئه‌ورا، ماندگاری

[1]* نویسنده مسئول: رسول خدا بخشیان کارگر، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، khodabakhshian@um.ac.ir
تلفن: 05138805832 نمابر: 05138807144

مقدمه

امروزه مصرف کنندگان تمایل به خرید مواد غذایی ارگانیک دارند که از ترکیب‌های طبیعی به عنوان مواد نگه‌دارنده استفاده می‌کنند. بنابراین برای جلوگیری از زیان‌های جدی اقتصادی باید از روش‌های پس از برداشت مناسب استفاده شود (صمدی[2] و همکاران، 2016).

ضایعات محصولات کشاورزی در سه مرحله قبل از برداشت، حین برداشت و پس از برداشت روی می دهد، اما به نظر می رسد بخش اصلی ضایعات محصولات کشاورزی مربوط به مراحل برداشت و پس از برداشت تا رسیدن به دست مصرف کننده باشد. در این میان، هدف متخصصان پس از برداشت شناسایی عامل های مؤثر بر ضایعات و استفاده از فناوری‌های مناسب جهت کاهش آن‌ها است (کادر[3]، 2002). میوه‌ها و سبزی‌ها، محصولات بسیار فسادپذیری بوده که برای به حداقل رساندن ضایعات نیاز بـه شرایط مناسب جا به جایی و نگه‌داری می‌باشند و محصولات باغی به علت داشتن رطوبت بالا به طور طبیعی فساد پذیرترند. آن ها از لحاظ بیولوژیکی فعال هستند و فرآیندهای تنفس، تبخیر، تعرق و فعالیت های بیوشیمیایی منجر به از دست دادن کیفیت محصول می شود (تومولا[4]، 2006).

در کشورهای در حال توسعه، برای محصولات فسادپذیری مانند میوه‌ها و سبزی‌ها، فناوری‌های انبارداری، بسته‌بندی، حمل و نقل هنوز توسعه زیادی پیدا نکرده است، بنابراین میزان زیادی از این محصولات در طول این مراحل از بین می‌روند (تومولا، 2006). در هنگـام حمل و نقـل این محصولات بایستی از ابزارهای مناسب با دما و رطوبت نسبی کنترل شده استفاده نمود. بسته بندی مناسب میوه‌ها و سبزی‌های تازه اثر معنی‌داری در کاهش ضایعات پـس از برداشت آن‌ها دارد (کادر، 2002).

کاهش ارزش کیفی و تغذیه‌ای در مرحله پس از برداشت و فساد پذیر بودن غالب محصولات کشاورزی می‌تواند سبب افزایش ضایعات کشاورزی گردد. این امر در نتیجه تهدیدی برای امنیت غذایی محسوب می‌گردد. لذا جهت غلبه بر چنین مشکلاتی باید عوامل موثر بر آن‌ها در مسیر تولید تا مصرف کنترل گردد .علاوه بر انتخاب صحیح دمای نگه‌داری استفاده از فناوری‌های پس از برداشت می‌تواند سهم مهمی در کاهش بروز ضایعات محصولات کشاورزی ایفا نماید (منجم و همکاران، 1401). در سال‌های اخیر پوشش‌های خوراکی که به طور عمده بر پایه پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌ها و لیپیدها شکل می‌گیرند، به عنوان یک فناوری دوست‌دار محیط زیست برای افزایش زمان ماندگاری میوه‌ها و حفظ ویژگی‌های پس از برداشت معرفی شده‌اند (فاگوندس[5] و همکاران، 2014). تاکنون از پوشش‌هایی بر پایه کیتوزان (گوئرا[6]، 2013)، ریحان دانه (شهیری[7] و همکاران، 2013)، موسیالژ پروپیل هیدروکسی (جعفری[8] و همکاران، 2018) و هالوز تری متیل سلولز (فاکوندس و همکاران، 2015)، برای حفظ ویژگی‌های پس از برداشت بعضی از میوه‌ها و سبزی‌ها استفاده شده است.

روش‌های زیادی به صورت پیش و پس از برداشت به منظور کنترل پوسیدگی محصول‌های باغی به کار برده شده است و بیش‌تر شامل ماده‌های شیمیایی و قارچ‌کش‌ها بوده است که امروزه مصرف آن‌ها ممنوع شده است. امروزه خیلی از کشورها متقاضی محصول‌های سالم و ارگانیک بدون کاربرد ماده‌های شیمیایی، آفت‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها می‌باشند (ویل کک[9] و همکاران، 2004). پوشش‌های خوراکی دارای

[2] Samadi
[3] Kader
[4] Thumula
[5] Fagundes
[6] Guerra
[7] Shahiri
[8] Jafari
[9] Wilcock

اثرهای سودمندی بر میوه‌ها و سبزی‌ها مانند حفظ رنگ و ظاهر میوه، تاخیر در کاهش وزن، افزایش عمر انباری و حفاظت در مقابل پوسیدگی میکروبی می‌باشند (دنگ[10] و همکاران، 2008؛ حسینی فرهی[11]، 2015).

امروزه می‌توان ترکیب‌های مفیدی نظیر اسانس‌های گیاهی را به عنوان عامل ضد میکروبی در فرمولاسیون پوشش میوه جایگزین قارچ کش‌های شیمیایی نمود که هم تولید بسته‌بندی فعال نمود و هم برای مصرف‌کننده بی‌خطر باشد مطالعات زیادی در صد سال گذشته روی ویژگی‌های ضد قارچی اسانس‌های گیاهی متداول انجام شده که نتایج به دست آمده حاکی از اثرهای ضد میکروبی رضایت بخش اسانس‌های گیاهی می‌باشد. آثار محافظت کنندگی بعضی اسانس‌های طبیعی از دیرباز شناخته شده است (مارجوری[12]، 1999). فعالیت ضد میکروبی اسانس در ارتباط با ترکیب‌های فنلی موجود در محصولات بوده و این مواد در غیرفعال کردن میکروارگانسیم‌های هوازی نقش‌های واسطه‌ای داشته و بدین شکل در سلامت انسان می‌توانند نقش داشته باشند (هورمنز[13] و همکاران، 2000). تأثیر ضد میکروبی اسانس‌های گیاهی به خاصیت آب‌گریزی و انحلال‌پذیری آن‌ها در غشاء سیتوپلاسمی میکروارگانیسم‌ها وابسته است (جوون[14] و همکاران، 1994).

ژل آلوئه‌ورا با توانایی مطلوب جهت تشکیل فیلم‌های نازک، شفاف، مقاوم به روغن با نفوذپذیری کم نسبت به اکسیژن، فقدان بو و طعم نامطلوب و وجود ترکیبات ضداکسایشی و ضدمیکروبی گزینه مناسبی برای استفاده به‌عنوان پوشش خوراکی می‌باشد (وال ورده[15] و همکاران، 2005). از ژل آلوئه‌ورا به طور موفقیت آمیزی برای حفظ ویژگی‌های پس از برداشت محصولاتی نظیر هلو(پیرحیاتی[16] و همکاران، 2019؛ خلیک[17] و همکاران، 2019) استفاده شده است. استفاده از ژل آلوئه‌ورا با کاهش نرخ افزایش مواد جامد محلول کل، کاهش نرخ افت اسیدیته قابل تیتر و کاهش نرم شدگی بافت حین دوره نگه‌داری، سبب به تاخیر افتادن فرایند رسیدگی و در نتیجه افزایش زمان ماندگاری محصلات می‌گردد (گنجلو[18] و همکاران، 2020).

ژل آلوئه‌ورا یک پوشش جدید خوراکی برای نگه‌داری میوه‌های ارگانیک می‌باشد. در سال‌های پیشین استفاده از ژل آلوئه‌ورا برای نگه‌داری برخی محصول‌های باغبانی مورد استفاده قرار گرفته است (حسینی فرهی و حقانی فرد، 1396).

تیمار ژل آلوئه ورا در گیلاس باعث کاهش میزان تنفس به میزان 50 % طی 16 روز انبارداری سرد به اضافه یک روز دمای معمولی اتاق شده است (مارتینز رومرو و همکاران، 2005). تأثیر مثبت پوشش‌های خوراکی نظیر ژل آلوئه ورا در کاهش تنفس به دلیل خاصیت هیگروسکوپی آن‌ها است که به عنوان سد و مانعی بین میوه و محیط عمل کرده و سرعت نفوذ گازها و تبخیر آب را به میزان قابل توجهی کند می کنند (بوچات[19]، 2002). دلیل حفظ سفتی میوه در تیمار با ژل آلوئه‌ورا مربوط به کند شدن سرعت اتلاف آب و در نتیجه روند کاهش وزن میوه می باشد که در توت فرنگی، سیب و گیلاس که با پوشش های مختلف تیمار شده‌اند گزارش شده است (یامان و بایندیر[20]، 2002؛ مالی و گروسمن[21]، 2003).

[10] Dang
[11] HossiniFarahi
[12] Marjori
[13] Horemans
[14] Juven, B
[15] Valverde
[16] Pirhayati
[17] Khaliq
[18] Ganjloo
[19] Beuchat
[20] Yaman & Bayindirh
[21] Mali & Grossmann

در پژوهشی، شاه کوماهالی و رمضانیان[22] (2014)، گزارش دادند که خوشه‌های تیمار شده انگور عسکری با ژل آلوئه‌ورا ترکیب شده با کلسیم 2% و سیتریک اسید 1% تاخیر در کاهش وزن و ماده‌های جامد محلول و هم چنین افزایش ویتامین C و اسید کل را نشان داد. هم چنین، چاوهان[23] و همکاران (2014)، کم‌ترین مقدار کاهش وزن، قهوه‌ای شدن، ریزش حبه‌ها، ترک خوردگی و مقدار باکتری و قارچ را در حبه‌های انگور تیمار شده با ژل آلوئه‌ورا در غلظت 5 و 10% در مقایسه با حبه‌های تیمار نشده گزارش دادند. هم چنین افزایش سفتی بافت میوه، افزایش ماده‌های جامد محلول و کاهش وزن در میوه‌های پرتقال والنسیا تیمار شده با ژل 100 % آلوئه‌ورا توسط آرو ورا[24] و همکاران (2013) گزارش شده است. وحدت و همکاران (1391)، در پژوهشی، گزارش دادند که میوه توت فرنگی رقم کردستان تیمار شده با ژل آلوئه‌ورا با غلظت 100 % به طور معنی‌داری کاهش وزن کم‌تری در مقایسه با میوه‌های تیمار نشده نشان دادند. هم چنین سفتی بافت میوه، ماده‌های جامد محلول، ویتامین C و ظرفیت آنتی اکسیدانی میوه‌های توت فرنگی تیمار شده نسبت به میوه‌های تیمار نشده، به طور معنی‌داری بهتر حفظ گردید.

با توجه به اهمیت مطالعه تغییرات ترکیب‌های زیست فعال محصولات کشاورزی در مرحله پس از برداشت، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی تاثیر غلظت های مختلف از ژل تازه آلوئه ورا به عنوان یک پوشش خوراکی طبیعی بر حفظ ترکیب‌های زیست فعال گوجه فرنگی گیلاسی از جمله آسکوربیک اسید، ترکیب های فنولی کل، لیکوپن و هم چنین فعالیت ضد رادیکالی حین دوره نگه‌داری در دماهای مختلف انجام شد (منجم و همکاران، 1401).

مطالعه با هدف بررسی تأثیر پوشش فعال تولیدی با ژل آلوئه ورا و اسانس گلپر در افزایش عمر انبارداری هلو زعفرانی انجام شد. (پیرحیاتی و همکاران، 2019).

این پژوهش با هدف استفاده از پوشش‌های خوراکی طبیعی مانند استیک اسید، ژل آلوئه‌ورا و تیمار فیزیکی پرتوتابی با پرتو فرابنفش بی، بر بهبود کیفیت و کاهش دورریز پس از برداشت میوه توت فرنگی رقم سلوا انجام گرفت .(حسینی فرهی و همکاران، 1397).

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی نمونه‌ها

میوه‌ها و سبزی‌های مورد استفاده در پژوهش، به طور معمول از بازار و یا از باغ‌دار خریداری می‌شوند. پس از انتقال به آزمایشگاه میوه‌ها با اندازه تقریبا یکسان، بدون لک، فاقد هرگونه آسیب فیزیکی و فساد قارچی از سایر نمونه‌ها جدا می‌شوند. در این تحقیق‌ها، از محلول هیپوکلریت سدیم به مدت پنج دقیقه جهت ضدعفونی استفاده شده است. برگ‌های تازه آلوئه‌ورا از بازار و یا گل‌خانه‌دارها تهیه و پس از انتقال به آزمایشگاه با آب شستشو و به مدت پانزده دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم غوطه‌ور و دوباره آب‌کشی می‌شدند. به منظور حذف ماده تلخ مزه ژل (آلوئن)، با استفاده از یک چاقوی دستی قسمت انتهایی برگ‌ها برش و حداقل به مدت 55 دقیقه در آب مقطر قرار داده می‌شوند. ژل تازه به دست آمده از قسمت میانی با استفاده از یک مخلوط کن خانگی، یک‌نواخت و پس از عبور از صافی پارچه‌ای در دمای 52 درجه سلسیوس به مدت پنج دقیقه پاستوریزه می‌شوند (والورده، 2005).

جهت تهیه ژل آلوئه‌ورا برگ‌های گیاه آلوئه‌ورا از بازار تهیه و پس از پوست گیری با استفاده از مخلوط کن خانگی تا رسیدن به محلول هموژن مخلوط شد. سپس با استفاده از آب، محلول‌هایی با غلظت‌های 0 ،7/5 و 15 درصد (وزنی/ وزنی) حاوی نسبت‌های مختلف

[22] Shahkoomahally and Ramezanian.
[23] Chauhan
[24] Arowora

اسانس گلپر جهت پوشش‌دهی میوه‌های هلو تهیه شد. میوه‌ها پس از پوشش‌دهی در یخچال با دمای پنج درجه سلسیوس و رطوبت 95-85 درصد نگه‌داری شدند و در فاصله‌های زمانی 0، 15 و 30 روز مورد ارزیابی کیفی قرار گرفتند.

ابتدا تعدادی برگ گیاه آلوئه‌ورا از یک تولید کننده معتبر خریداری و سپس در آزمایشگاه با استفاده از یک چاقوی تیز پوشش برگ‌ها از هم جدا و سپس قطعه‌های ژل آلوئه‌ورا از بین برگ‌ها استخراج گردید. قطعه‌های ژل با استفاده از هم‌زن برقی همگن شده و سپس عصاره ژلی توسط صافی پارچه‌ای از قطعه‌های باقی‌مانده ژل جداسازی شد (حسینی فرهی و حقانی فرد، 1396).سپس، میوه توت فرنگی درون عصاره ژل آلوئه‌ورا به مدت 10 دقیقه غوطه‌ور و سپس زیر جریان باد پنکه خشک و پس از قرارگیری در جعبه‌های پلاستیکی درب دار توزین و درون یخچال در دمای پنج درجه سلسیوس و رطوبت نسبی 80 % به مدت 12 روز نگه‌داری شد (در هر دیواره جعبه به منظور تبادل گازهای تنفسی یک سوراخ با قطر سه میلی‌متر ایجاد شد).

پوشش‌دار کردن میوه‌ها با ژل آلوئه‌ورا

آلوئه ورا متعلق به تیره سوسن و جنس آلوئه می باشد. ژل آلوئه ورا که از قسمت های داخلی برگ گیاه آلوئه ورا استخراج می شود، شفاف، بی بو، بدون چسبندگی و دارای قدرت جذب بالا است. این ژل کاملاً سالم و سازگار با محیط و pH آن حدوداً 4/5 است که می تواند جایگزین پوشش های مختلف میوه در تکنولوژی پس از برداشت باشد (چوی و چانگ[25]، 2001). ژل آلوئه ورا جزء پوشش های پلی ساکارید بوده و دارای خاصیت کشسانی است که به راحتی در آب حل شده و در تمام اطراف محصول به یک اندازه قرار می گیرد و این ژل به صورت یک لایه حفاظتی روی محصول عمل کرده و سلول های زیر لایه حفاظتی را در مقابل صدمه های مکانیکی محافظت می کند و از اتلاف آب میوه ها جلوگیری می کند . هم چنین این پوشش روی روزنه ها و عدسک ها تأثیر گذاشته و در نتیجه سرعت عبور گازها از پوست میوه را کاهش می دهد و دارای مزیت های دیگری نظیر حفظ مواد معطر داخل میوه، بهبود خصوصیات ساختاری سلول مثل درزگیری، پوشش محل زخم و بریدگی می باشد. هم چنین قابلیت افزودن موادی مثل ویتامین ها و قارچ کش ها به ژل وجود دارد و به محصول خاصیت درخشندگی می دهد (چوی[26] و همکاران، 2001). در سال های اخیر توجه به ژل آلوئه ورا به عنوان لایه پوششی میوه و سبزی ها برای حفظ کیفیت انبارداری آن ها مطرح شده است و چون فاقد بو و طعم می باشد و هم چنین خوردن آن برای انسان مشکلی به وجود نمی آورد و حتی برای سلامتی مفید نیز می باشد

محلول پوششی بر پایه ژل آلوئه‌ورا با غلظت‌های مختلف شامل 25، 50، 75 و 100درصد (حجمی/ حجمی) با افزودن مقدار مشخصی آب مقطر به ژل خالص آلوئه‌ورا تهیه می‌شوند. سپس تعداد مشخصی از میوه‌ها به طور جداگانه در محلول‌های پوشش دهنده به مدت دو دقیقه غوطه ور می‌شدند و هر دقیقه یک‌بار به منظور افزایش کارآیی پوشش‌دهی، درون محلول چرخانده می‌شدند. میوه‌های پوشش‌دار شده به منظور جدا شدن محلول اضافی روی یک صفحه توری قرار می‌گرفتند و پوشش سطحی در معرض جریان طبیعی هوا در دمای اتاق خشک می‌شود (گنجلو و همکاران، 2020). میوه‌های تیمار شده با آب مقطر به عنوان نمونه شاهد در نظر گرفته می‌شدند.

اندازه‌گیری‌ها

سفتی نمونه‌ها با استفاده از دستگاه نفوذ سنج و بر حسب کیلوگرم بر سانتی متر مربع محاسبه می‌گردید. درصد کاهش وزن نمونه‌ها (WL) از طریق اختلاف وزن نمونه‌ها قبل و بعد از انبارداری با استفاده از رابطه 1 محاسبه گردید:

[25] Choi and Chung
[26] Choi

$$W.L(\%) = (\frac{W1 - W2}{W1}) \times 100 \quad (1)$$

که W1 و W2 به ترتیب وزن اولیه و وزن ثانویه میوه‌ها قبل و بعد از مدت زمان انبارداری می‌باشد. اندازه‌گیری مواد جامد محلول کل به وسیله رفراکتومتر دیجیتال و برحسب درجه بریکس اندازه‌گیری گردید. میزان pH میوه با دستگاه pHمتر دیجیتال بعد از کالیبره کردن دستگاه اندازه‌گیری شد. هم‌چنین میزان اسید قابل تیتر از طریق تیتراسیون با سود 0/1 نرمال و به روش پتانسیومتری با استفاده از دستگاه pHمتر تعیین و به صورت درصد اسید مالیک به عنوان اسید غالب از طریق رابطه 2 بیان گردید:

$$T.A = (\frac{S \times N \times F \times E}{C}) \times 100 \quad (2)$$

که TA مقدار اسیدهای آلی موجود در عصاره میوه (g/100 ml)، S مقدار سود مصرفی (ml)، N نرمالیته سـود، F فاکتور سود، C مقدار عصـاره میـو (ml)، E اکی والان اسـید مورد نظر (اسید مالیک) است (شهدادی[27] و همکاران، 2015).

اندازه‌گیری ترکیب‌های فنولی کل: میزان کل ترکیب‌های فنولی با استفاده از روش رنگ سنجی فولین سیوکالتو مورد بررسی قرار گرفت (شهدادی و همکاران، 2015). در این روش مقدار کل ترکیب‌های فنولی بـر اساس یک ترکیب فنولی انتخاب شده به عنوان استاندارد (به طور معمول اسید گالیک) اندازه‌گیری و نتایج بر حسب میلی گـرم اسید گالیک در 100 گـرم وزن خشک نمونه محاسبه شد.

ارزیابی رنگ نمونه‌ها با استفاده از پردازش تصویر: رنـگ نمونه‌های هلو زعفرانی قبل و بعد از مدت زمان انبارداری با استفاده از روش پردازش تصویر انجام شد. عکس‌برداری از نمونه‌ها با استفاده از دوربین دیجیتال صورت گرفت و تجزیه و تحلیل پارامترهای رنگی با استفاده از نرم‌افزار فتوشاپ انجام شد. پارامترهای رنگی L ، a، b، توسط نرم‌افزار فتوشاپ تعیین و سپس اختلاف رنگ کلی (ΔE) نمونه با نمونه‌های شاهد (قبل از انبارداری) از رابطه 3 محاسبه شد:

$$\Delta E = \sqrt{(Ls - Lb)2 + (as - ab)2 + (bs - bb)2} \quad (3)$$

که در رابطه 3، زیر اندیس هـای S و b بـه ترتیب مربوط بـه نمونه‌های مورد آزمایش و نمونه شاهد بود. مختصات رنگی اندازه‌گیری شده شامل L=0 (سیاه) تـا L=100 (سفید)، a- (سبزی) تا a+(قرمزی) وb- (آبی) تـا b+ (زردی) بـود . بـرای رنگ سنجی سه قرائت از سه نقطه مختلف از عکـس‌های گرفته شده صورت گرفت و میانگین قرائت‌ها ثبت شد (هاشمی شهرکی و همکاران، 2014؛ مشکور .و همکاران، 2014).

طرح آزمایش و تیمارهای های مورد استفاده

این آزمایش به صورت طرح کاملا تصادفی با هشت تیمار، چهار زمان نمونه برداری، سه تکرار و 15 عدد میوه در هر تکرار صورت گرفت. تیمارهای مورد استفاده در جدول 1 نشان داده شده است.

پژوهش حاضر در قالب طرح کاملا تصادفی با درنظر گرفتن سه متغیر مستقل شامل غلظت ژل آلوئه‌ورا (صفر،25، 50، 75 و 100 درصد حجمی/حجمی)، دمای نگه‌داری (5، 12 25 درجه سلسیوس) و زمان نگه‌داری (صفر،4، 8، 12،16، 20 و24 روز) انجام شد. تاثیر هر یک از متغیرهای مستقل از طریق تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) مورد بررسی قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح اطمینان 95 درصد با استفاده از نرم‌افزار Minitab انجام شد. آزمون‌ها حداقل در سه تکرار انجام و نتایج به صورت میانگین±انحراف معیار گزارش شدند.

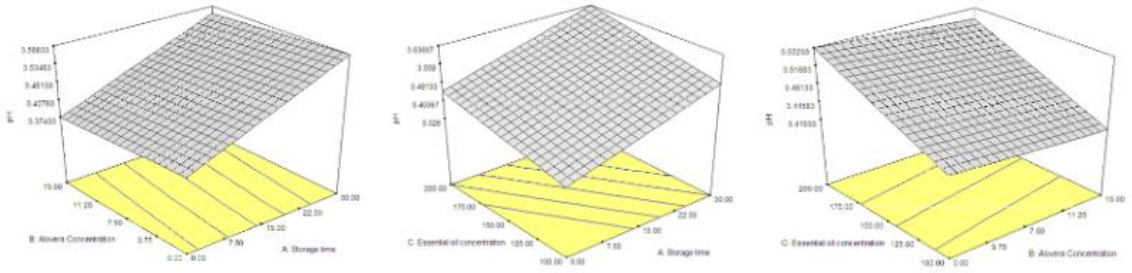
[27] Shahdadi

نتایج

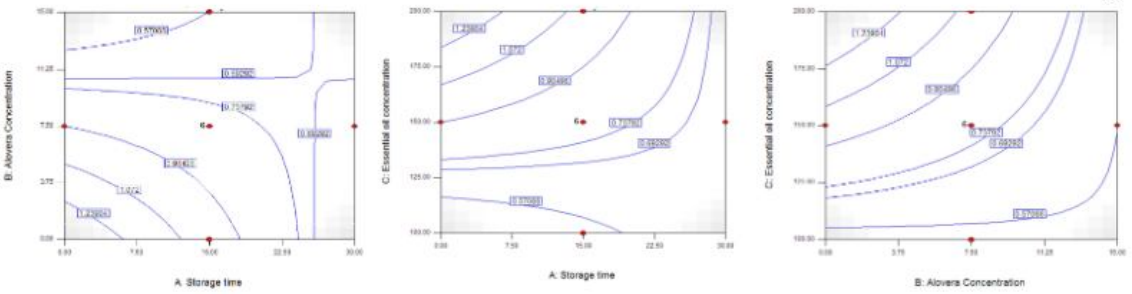
منحنی‌های سه بعدی و دو بعدی روند تغییرات میزان pH و اسیدیته نمونه‌های هلوی زعفرانی پوشش دهی شده با ژل آلوئه‌ورا، طی دوره انبارداری در شکل1الف و ب ارائه شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، زمان انبارداری بیش‌ترین تأثیر را بر میزان pH نمونه‌ها داشت. هم چنین.با افزایش با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا میزان pH نمونه‌ها روند ثابت و نزولی بسیار جزیی را طی نمودند ($P<0.05$). همان طور که از شکل سمت چپ بخش ب شکل1مشاهده می‌شود، با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا، میزان اسیدیته قابل تیتراسیون کاهش می‌یابد که این روند در انتهای دوره انبارداری (روز30) برعکس می‌شود.

شکل1بخش ج روند تغییرات مواد جامد محلول کل (بریکس) هلو زعفرانی تحت تأثیرغلظت‌های مختلف ژل آلوئه‌ورا طی زمان انبارداری را نشان می‌دهد. در زمان ثابت انبارداری با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورامیزان مواد جامد محلول کل روند نزولی دارد. در غلظت ثابت ژل آلوئه‌ورا، با افزایش زمان انبارداری میزان سفتی بافت نمونه‌ها کاهش می‌یابد ($P<0.05$). هم چنین در زمان‌های ثابت انبارداری، با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا، میزان سفتی بافت نمونه‌ها روند صعودی را طی نمودند.

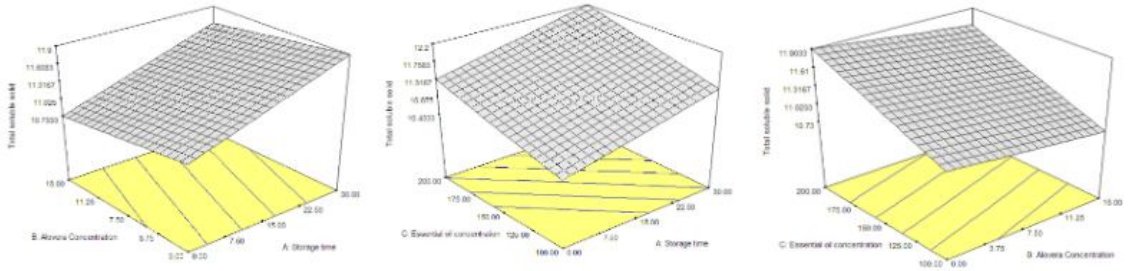
الف)



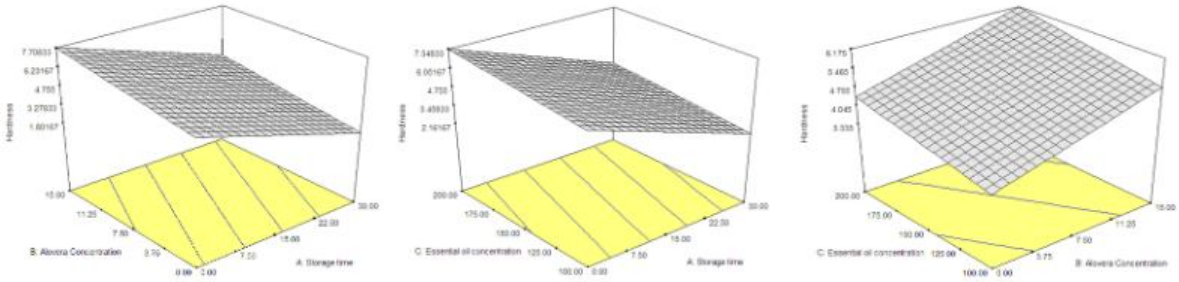
ب)



ج)

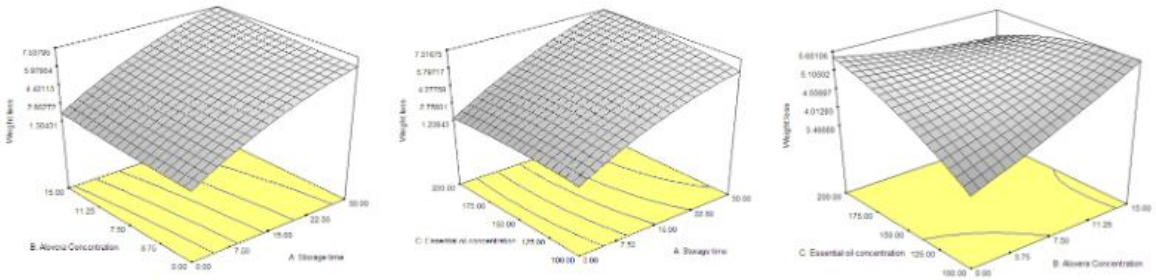


د)



شکل 1. نمودار سه بعدی تغییرات میزان الفpH، ب-اسیدیته ج-مواد جامد محلول کل(بریکس)، د-سفتی بافت نمونه‌های هلوی زعفرانی تحت تأثیر:شکل سمت چپ،غلظت ژل آلوئه‌ورا و زمان انبارداری، شکل وسط، زمان انبارداری (غلظت ژل آلوئه ورا 7/5% درصد) وشکل سمت راست،غلظت ژل آلوئه‌ورا (زمان انبارداری 15 روز) (پیرحیاتی و همکاران، 1397).

منحنی‌های سه بعدی تغییرات میزان کاهش وزن نمونه‌های هلوی زعفرانی تحت تأثیر ژل آلوئه‌ورا طی دوره انبارداری در شکل 2 ارائه شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، در غلظت ثابت ژل آلوئه‌ورا با افزایش زمان انبارداری، وزن نمونه‌ها کاهش می‌یابد، درحالی که با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا، میزان کاهش وزن نمونه‌ها، روند ثابت و توأم با افزایش کمی دارد. در حقیقت پوشش دهی با ژل آلوئه-ورا منجر به کاهش اتلاف آب نمونه‌ها و جلوگیری از کاهش وزن نمونه‌ها طی انبارداری شده است.



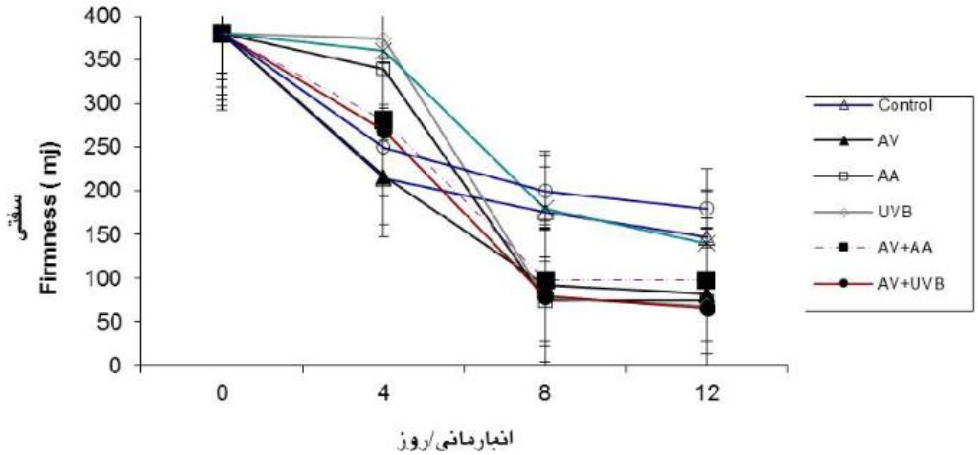
شکل 2. نمودار سه بعدی میزان اتلاف وزن نمونه‌های هلوی زعفرانی تحت تأثیر: شکل سمت چپ-غلظت ژل آلوئه‌ورا و زمان انبارداری)، شکل وسط،، زمان انبارداری (غلظت ژل آلوئه‌ورا 7/5%) و شکل سمت راست، غلظت ژل آلوئه‌ورا (زمان انبارداری 15 روز) (پیرحیاتی و همکاران، 1397).

ژل آلوئه ورا بـه عنـوان گزینه ای مناسب برای افزایش عمـر نگه داری میـوه هـا مطـرح است. پوشش ژل آلوئه ورا می تواند اتمسفر درونی میوه را تغییر دهد و شرایطی را برای میـوه بـه وجـود آورد بدون این که خطر تخمیر و تنفس بی هوازی وجـود داشـته باشد (مارتینز رومرو[28] و همکاران، 2009؛ والورده و همکاران، 2005؛ محمد[29] و همکاران، 2009).

استفاده از پوشش‌های خوراکی به حفظ کیفیت محصول، افزودن ویژگی‌های حسی، بهبود ایمنی محصول، جلوگیری از رشد میکروبی و افزایش عمر ماندگاری محصول‌های غذایی کمک می‌کند. از سوی دیگر پوشش‌های خوراکی نفوذ پذیری کمی نسبت به اکسیژن و رطوبت دارند. بنابراین مانع بسیارخوبی برای گازها و بخار آب می‌باشند که این خود موجب حفظ کیفیت محصول می‌شود (سینو ویکی و ال

[28] Martinez-Romero
[29] Muhammad

کاتب[30]، 2003). این پژوهشگران گزارش نمودند که میوه‌های توت فرنگی رقم محلی کردستان و سلوا تیمارشده با ژل آلوئه ورا به طور معنی‌داری کاهش وزن کم‌تری را در طول نگه‌داری میوه‌ها در سردخانه نشان دادند.در پژوهشی، چاوهان و همکاران (2014)، کم‌ترین مقدار کاهش وزن را در حبه‌های انگور تیمار شده با ژل آلوئه‌ورا در مقایسه با حبه‌های تیمار نشده گزارش دادند.هم چنین، مارتینز رومرو و همکاران (2005)، گزارش دادند که ژل آلوئه‌ورا همانند یک پوشش خوراکی عمل می‌کند و باعث کاهش وزن کم‌تر میوه گیلاس می شود و این کاهش وزن کم‌تر باعث حفظ بیش‌تر سفتی بافت می‌شود. نتیجه‌های پژوهش زاوالا[31] و همکاران(2004)، نشان دادند که ژل آلوئه‌ورا کاهش وزن را به تاخیر می اندازد و سرعت تنفس را کم می‌کند. ژل آلوئه‌ورا با تاخیر در کاهش وزن، تغییر رنگ، کاهش سفتی، افزایش ماده‌های جامد محلول و کاهش اسید قابل تیتر سبب تاخیر درفرایند رسیدن پس از برداشت میوه هلو و گیلاس می‌گردد.هم چنین آلوئه‌ورا باعث کاهش تولید اتیلن و تنفس می‌گردد(والرو و سرانو[32]، 2010)، کاهش وزن میوه‌ها به طورعمده در ارتباط با خروج رطوبت از سطح پوست میوه‌ها می‌باشد. پوست نازک میوه توت فرنگی آن را به از دست دادن سریع آب مستعد می‌سازد که نتیجه آن خشک شدن سطح پوست میوه می‌باشد. پوشش‌های خوراکی به جلوگیری از انتقال و تبخیر آب از پوست میوه به عنوان یک محافظ عمل می‌کنند و باعث تاخیر در از دست دادن آب می‌شوند (هرناندز مونوز[33] و همکاران، 2008).



شکل 3. تاثیر ژل آلوئه‌ورا، استیک اسید و پرتوفرابنفش بی، برسفتی بافت میوه توت فرنگی در انبار سرد (حسینی فرهی و همکاران، 1397)

نتیجه‌های به دست آمده در شکل 3 نشان می‌دهد که با گذشت زمان انبارداری، تیمار ترکیبی (ژل آلوئه‌ورا + استیک اسید + پرتو فرابنفش بی) توانست سفتی بافت میوه را پس از 12 روز در مقایسه با میوه‌های تیمار نشده بیش‌تر حفظ نماید.

در یک تحقیق انجام شده، میانگین نتایج مربوط به میزان افت وزن نمونه‌های (توت فرنگی) تیمار شده با غلظت‌های مختلف ژل آلوئه‌ورا و تیمول در جدول 1 نشان داده شده است. تیمار کردن نمونه‌ها با ژل آلوئه‌ورا و تیمول اثر مثبتی بر میزان افت وزن نسبت به نمونه شاهد داشت. درپایان روز21، نمونه‌هایی که با غلظت 100٪ آلوئه‌ورا پوشش داده شده بودند، افت وزن کم‌تری نسبت به نمونه‌های پوشش داده شده با غلظت 50٪ ژل آلوئه‌ورا داشتند که اختلاف میان آن‌ها معنی‌دار نبود ($P>0.05$) (فرج پور و شیخلوئی، 1400).

[30] Synowiecki and Al-Khateeb
[31] Zavala
[32] Valero and Serrano
[33] Hernandez-Munoz

جدول 1. تأثیر تیمارها (ژل آلوئه‌ورا و تیمول) بر کاهش وزن نمونه‌های توت فرنگی، در طول نگه‌داری (فرج پور و شیخلوئی، 400).

21 day	14 day	7 day	3 day	Treatment
48.76±7.01^{b}	33.48±5.90^{ab}	13.93±2.04^{bc}	5.66±0.75^{b}	100 Aloe vera ،1 thymol
47.02±5.84^{b}	29.55±6.95^{b}	10.91±1.62^{c}	4.92±0.93^{b}	100 Aloe vera ،0.5 thymol
50.15±8.24^{b}	30.53±6.66^{b}	13.44± 3.01^{bc}	5.28±1.39^{b}	100 Aloe vera
53.52±7.93^{ab}	35.02±5.36^{ab}	15.66±1.73^{b}	6.49±0.94^{b}	50 Aloe vera ،1 thymol
55.74±7.08^{d}	34.39±7.24^{ab}	13.77±2.60^{bc}	5.48±1.03^{b}	50 Aloe vera ،0.5 thymol
62.06±6.32^{a}	41.24± 4.52^{a}	21.04±4.43^{a}	8.87±1.43^{a}	blank

حروف مختلف در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی داری در سطح اطمینان 95 درصد است.

بر اساس داده‌های جدول 2 میوه‌های تیمار شده با پوشش خوراکی گوار یک درصد بعد از چهار هفته انبارمانی، کم‌ترین مقدار مواد جامد محلول را نشان دادند . اگرچه تیمار آلوئه‌ورا 20 درصد نیز مواد جامد محلول کم‌تری نسبت به شاهد نشان داد، اما تفاوت معنی‌دار نبود . انبه‌هایی که با پوشش ترکیبی گوار و آلوئه‌ورا تیمار شده بودند، اسیدهای آلی را به طور معنی‌داری نسبت به انبه‌های شاهد حفظ کردند. جلوگیری از افزایش مواد جامد محلول در میوه‌های تیمار شده با پوشش خوراکی به دلیل کاهش تنفس، تغییر اتمسفر درونی میوه از جمله کاهش اکسیژن، اتیلن و افزایش دی اکسیدکربن است (دانگ و وانگ[34]،2018). افزایش مقدار مواد جامد محلول در طول دوره انبارمانی به علت هیدرولیز کردن نشاسته به قند می‌باشد(وانگ و گائو[35]، 2013).

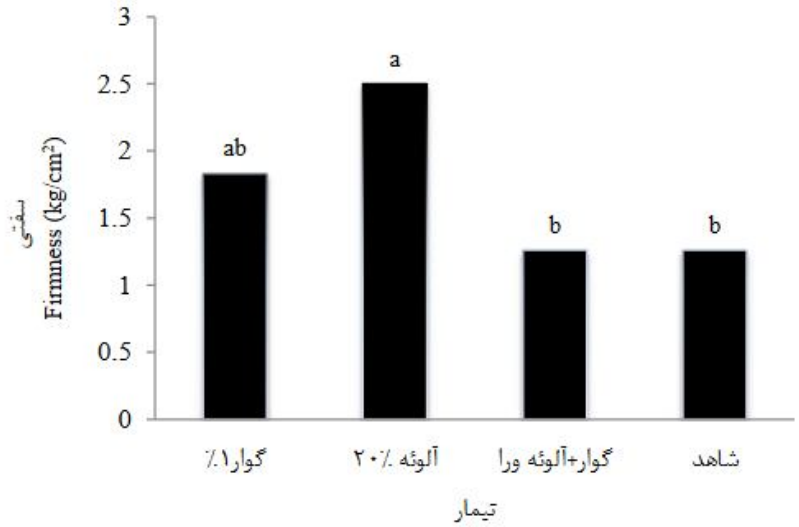
جدول 2. مقایسه میانگین تأثیر پوشش گوار و آلوئه ورا بر صفت‌های مختلف انبه در طول انبارمانی در دمای 12 درجه سلسیوس

تیمار	TSS مواد جامد محلول (٪)	TA اسید قابل تیتر (٪)	pH	TSS/TA
قبل از انبار	۶/۵^{c}	۰/۲۴^{a}	۳^{c}	۲۷/۱^{c}
شاهد	۱۳/۵^{a}	۰/۱۶^{c}	۳/۳۴^{ab}	۸۲/۶^{ab}
گوار٪۱	۱۲/۳^{b}	۰/۱۵^{c}	۳/۴^{a}	۸۵/۶۳^{ab}
آلوئه‌ورا ٪۲۰	۱۳^{ab}	۰/۱۴^{c}	۳/۳۳^{ab}	۹۲/۴۶^{a}
گوار+ آلوئه‌ورا	۱۳/۴^{a}	۰/۱۹^{b}	۳/۲۹^{b}	۷۲/۳^{b}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

بیش‌ترین و کم،ترین میزان سفتی بافت میوه به ترتیب در تیمار آلوئه ورا 20 درصد و گوار یک درصد مشاهده شد. در حالی که گوار و تیمار ترکیبی گوار و آلوئه‌ورا از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان نداد. کاهش سفتی میوه تحت تاثیر از دست دادن آب میوه است که به عنوان پارامتر مهمی در تغییر بافت در نظر گرفته می‌شود (دل وال[36] وهمکاران، 2005). دلیل حفظ سفتی میوه‌های تیمار شده با آلوئه ورا مربوط به کاهش اتلاف آب و در نتیجه کاهش وزن میوه می‌باشد (والورد و همکاران،2005).

[34] Dong and Wang
[35] Wang and Gao
[36] Del-Valle



شکل4. مقایسه میانگین تأثیرپوشش گوار و آلوئه ورا بر سفتی میوه انبه در طول انبارمانی در دمای 12 درجه سلسیوس. میانگین‌های دارای حروف مشترک، براساس آزمونLSD در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

بر اساس نتیجه‌های به دست آمده پوشش گوار یک درصد و هم چنین آلوئه‌ورا 20 درصد با حفظ مقدار سفتی، آسکوربیک اسید و ترکیب‌های فلاونوئیدی و شاخص طعم بالاتر ،نقش موثری در حفظ کیفیت میوه انبه نشان دادند .با توجه به ارگانیک و اقتصادی بودن این تیمارها، استفاده از آن‌ها به کشاورزان پیشنهاد می‌گردد (ابراهیمی و همکاران، 1398).

درنهایت می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از روش پوشش دهی با ژل آلوئه‌ورا تاثیر به سزایی بر حفظ ترکیب‌های زیست فعال میوه‌ها در مرحله پس از برداشت آن‌ها دارد.

مراجع

ابراهیمی، ف.، رستگار، س. و مفتاحی‌زاده، ح. 1398. تأثیر پوشش خوراکی صمغ گوار و ژل آلوئه‌ورا بر کیفیت انبارمانی میوه انبه. پژوهش‌های میوه‌کاری. 4(2): 73 تا 82.

حسینی فرهی، م. و ز. حقانی فرد. (1396). تاثیر ژل آلوئه‌ورا، اسیدسالیسیلیک و تیمار آب گرم بر کاهش پوسیدگی و بهبود ویژگی‌های کیفی میوه لیموشیرین در طی انبارداری. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. 7(3): 63 تا 78.

حسینی فرهی، م.، رادی، م.، باقری، ف. و جمشیدی، ا. (1397). بررسی ویژگی‌های کیفی و ارگانولپتیکی پس ازبرداشت میوه توت فرنگی با کاربرد ژل آلوئه‌ورا، استیک اسید و پرتو فرابنفش بی. مجله علوم و فنون باغبانی ایران. 19 (1): 99 تا 114.

فرج پور، پ. و شیخلوئی، ح. 1400. بررسی اثر پوشش خوراکی بر پایه ژل آلوئه ورا و تیمول بر ویژگی‌های کیفی پس از برداشت و عمر نگه‌داری توت فرنگی. مجله علوم و صنایع غذایی ایران. 112(18): 81 تا 95.

منجم، س.، گنجلو، ع. و بی مکر، م. (1401)، تاثیر پوشش خوراکی ژل آلوئه‌ورا بر ترکیبات زیست فعال گوجه فرنگی گیلاسی حین نگه‌داری در دماهای مختلف. نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران. 18(1): 21 تا 39.

وحدت، ش.، م، قاسم نژاد.، ر. فتوحی قزوینی.، م.ع. شیری و س.ع.ا. خداپرست. (1391) .اثر غلظت‌های مختلف ژل آلوئه‌ورا بر حفظ کیفیت پس از برداشت میوه توت فرنگی. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی. 22(3): 271 تا 285).

Arowora, K. A., Williams, J. O., Adetunji, C. O., Fawole, O. B., Afolayan, S. S., Olaleye, O. O., Adetunji., J. B. & Ogundele, B. A. 2013. Effects of Aloe vera coatings on quality characteristics of oranges stored under cold storage. Greener. J. Agr. Sci. 3 (1):039-047.

Beuchat, L. R. (2002). Ecological factors influencing survival and growth of human pathogens on raw fruits and vegetables. Microbes Infect. 4: 413-423.

Chauhan, S.K., C. Gupta & M. Agrawa. (2014). Application of biodegradable Aloe vera gel to control post-harvest decay and longer the shelf life of grapes. Int. J. Curr. Microbiol. App. 3(3):632-642.

Choi, S., Chung, M. (2001). A review on the relationship Between Aloe vera component and their biologic effects. Seminars in Integrative Medicine. 1: 53-62.

Choi, S., Son, B.W. & Son, Y.S. (2001). The wound-healing effect of a glycoprotein fraction isolated from aloe vera. Br J Derm. 145: 535-545.

Dang, K.T.H., Z. Singh & E.E. Swinny. (2008). Edible coatings influence fruit ripening, quality, and aroma biosynthesis in mango fruit. J. Agr. Food. Chem. 56:1361–1370.

Del-Valle, V., Hernández-Muñoz, P., Guarda, A. & Galotto, M.J. 2005. Development of a cactus-mucilage edible coating (Opuntia ficus indica) and its application to extend strawberry (Fragaria ananassa) shelf-life. Food Chemistry, 91(4): 751-756.

Dong, F. & Wang, X. (2018). Guar gum and ginseng extract coatings maintain the quality of sweet cherry. LWT Food science, 89: 117-122.

Fagundes, C., Palou, L., Monteiro ,A. R., & Pérez-Gago, M. B. (2014). Effect of antifungal hydroxipropyl methylcellullose-beewax edible coatings on gray mold development and quality attributes of cold-stored cherry tomato fruit. Postharvest Biology and Technology, 92, 1-8. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.01.006

Fagundes, C., Palou, L ,.Monteiro, A. R., & Pérez-Gago, M. B. (2015). Hydroxypropyl methylcellulose-beeswax edible coatings formulated with antifungal food additives to reduce alternaria black spot and maintain postharvest quality of cold-stored cherry tomatoes. Scientia Horticulturae, 193, 249-257. https://doi.org/10.1016/j.scienta.07.027

Ganjloo, A., Zandi, M., Bimakr, M., & Monajem, S. (2020). Ripening Stages Control of Cherry Tomato Coated with Aloe Vera Gel using Artificial Vision System. Journal of Food Science and Technology, 17(105), 135-149.doi: 10.52547/fsct.17.105.135

Guerra, I. C. D., de Oliveira, P. D. L., de Souza Pontes, A. L., Lúcio, A. S. S. C., Tavares, J. F., Barbosa-Filho, J. M., de Souza, E. L. (2015). Coatings comprising chitosan and Mentha piperita L. or Mentha × villosa Huds essential oils to prevent common postharvest mold infections and maintain the quality of cherry tomato fruit. International Journal of Food Microbiology, 214, 168–178. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.08.009

Hernandez-Munoz, P.A., B. Almenar., V. Del Vallea & D. Velez. (2008). Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (Fragaria ananassa) quality during refrigerated storage. J. Food. Chem. 110:428-435.

Hashemi Shahraki, M., Mashkour, M. and Daraei Garmakhany, A. (2014). Development and application of a computer vision system for the measurement of the color of Iranian sweet bread. Qual Assu Saf Crop Foods. 61: 33-40.

Horemans, N., Foyer, C. H., Potters, G. & Asard, H. (2000). Ascorbate Function & Associated transport systems in plant. Plant Physiol Biochem. 38: 531-540.

HossiniFarahi, M. (2015). The impact of Aloe vera gel as postharvest treatment on the quality and shelf life of table grape cv. 'Askari. Agr. Comm. 3:30-36 .

Jafari, S., Hojjati, M., & Noshad, M. (2018). Effect of trehalose coating included Artemisia sieberi essential oil on some quantitative and qualitative postharvest characteristics of cherry tomato. Innovative Food Technologies, 5(2), 287-300. DOI: 10.22104/jift.2017.2558.1600

Juven, B. J., Kanner, J., Sched, F. & Weisslowicz, H. (1994). Factors that interact with the antimicrobial of thyme essential oil and its active constituent's. J. Appl. Bacteriol. 76: 626-631.

Kader, AA. (2002). Post harvestTechnology of Horticultural Crops. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. p. 535-43.

Khaliq, G., Ramzan, M., & Baloch, A. H. (2019). Effect of Aloe vera gel coating enriched with Fagonia indica plant extract on physicochemical and antioxidant activity of sapodilla fruit during postharvest storage. Food Chemistry, 286, 346-353. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2001.00513.x

Mali, S. & Grossmann, M V E. (2003). Effects of yam starch onstorability and quality of fresh strawberries Fragaria ananassa. J. Agric. Food Chem. 21: 7005-7011.
Marjori, M. (1999). Plant production as antimicrobial agents. Clin Microbiol Rev. 12: 564-582.
Martinez-Romero, D., Dupille, E., Guillen, F., Valverde, J. M., Serrano, M. & Valero, D. (2003). 1-methylcyclopropene increases storability and shelf life in climacteric and non climacteric plums. J Agric Food Chem. 51: 4680-4686.
Martinez-Romero, D., N. Alburquerque., J.M. Valverde., F. Guillen., S. Castillo., D. Valero & M. Serrano. (2005). Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatments: A new edible coating. Postharvest. Biol. Technol. 39:93-10
Martınez-Romero, D., Alburquerque, N., Valverde, J. M., Guillen, F., Castillo, S. & Valero, D. (2005). Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance byAloe vera treatments: A new edible coating. Postharvest Biol and Tech. 39: 93-100.
Mashkour, M., Hashemi Shahraki, M., Daraei Garmakhany. A. (2014).Optimization of sweet bread formulation by use of image processing and response surface methodology. Qual Assu Saf Crop Foods. 61: 41-52
Muhammad, J. A., Sigh, Z. & Ahmad, S. KH. (2009). Postharvest Aloe vera gel-coating modulates fruit ripening and quality of 'Arctic Snow' nectarine kept in ambient and cold storage. Int J Food Sci Tech. 44: 1024-1033.
Pirhayati A., Daraei Garmakhany A., Gholami M., Mirzakhani A., & Khalilzadeh Ranjbar, G. (2019). Application of Aloe vera gel coating enriched with golpar essential oil on the shelf life of peach fruit (Prunus persica var, Zafarani). Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology, 13(4), 75-88.
Samadi, S., A. Ghasemnezhad & J. Imani. (2016). Extending shelf life of strawberry using some pre-storage treatments. Acta Hort. 1156: 643-652.
Shahkoomahally, Sh & A. Ramezanian. (2014). Effect of natural Aloe vera gel coating combined with calcium chloride and citric acid treatments on grape (Vitis vinifera L. Cv. Askari) quality during storage. Amer. J. Food Sci. Technol. 2: (1):1-5.
Shahdadi, F., Mirzaei, HO. & Daraei Garmakhany, A. (2015). Study of phenolic compound and antioxidant activity of date fruit as a function of ripening stages and drying process. J Food Sci Technol. 523: 1814-9.
Shahiri Tabaest, H., Sedaghat, N., Saeedi Pooya, E., & Alipour, A. (2013). Shelf life improvement and postharvest quality of cherry tomato (Solanum lycopersicum L.) fruit using basil mucilage edible coating and cumin essential oil. International Journal of Agronomy and Plant Production, 4(9), 2346-2353.
Synowiecki, J. & N.A. Al-Khateeb. (2003). Production, properties, and some new applications of chitin and its derivatives. Criti. Rev. Food Sci. Nutr. 43:171-145
Thumula P. Studies on Storage Behavior of tomatoes coated with chitosan-lysozyme films. J Food Sci 2006; 22: 35-43.
Valero, D & M, Serrano. (2010). Postharvest biology and technology for preserving fruit quality. CRC-Taylor & Francis, Boca Raton, FL, USA. 264 p
Valverde, J. M., Valero, D., Martinez-Romero, D., Guillen, F., Castill, S., & Serrano, M. (2005). Novel edible coatings based on Aloe vera gel to maintain table grape quality and safety. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53, 7807-7813. https://doi.org/10.1021/jf050962v
Wang, S.Y. & Gao, H. (2013). Effect of chitosan-based edible coating on antioxidants, antioxidant enzyme system, and postharvest fruit quality of strawberries (Fragaria x aranassa Duch.). LWT-Food Science and Technology, 52(2): 71-79.
Wilcock A., M. Pun., J. Khanona & M. Aung. (2004). Consumer attitudes, knowledge and behavior: A review of food safety issues. Trends. Food. Sci. Technol. 15:56–66.
Yaman, O. & Bayindirh, L. (2002). Effects of an edible coating and cold storage on shelf-life and quality of cherries. LWT. 35: 146-150.
Zavala, J.F.A., S.Y. Wang., C.Y. Wang & G.A. Aguilar. (2004). Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. LWT – Food. Sci. Technol. 37:687-695.

M_0