

عوامل ایجاد فساد و راهکارهای کاهش ضایعات پس از برداشت در محصولات گلخانه‌ای

سیب گل خوشکام* و زهرا رودباری

اعضای هیات علمی بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران

*رایانه نویسنده‌ی مسئول: S.khoshkam@areeo.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۷/۹/۱۷

تاریخ دریافت: ۹۷/۶/۲۶

چکیده

امروزه افزایش عمر انبارمانی محصولات گلخانه‌ای با هدف کاهش ضایعات پس از برداشت، یکی از چالش‌های بخش کشاورزی محسوب می‌شود. طول عمر کوتاه این محصولات، به دلیل سرعت تنفس بالا عامل محدودکننده مهمی در حفظ و ماندگاری بیشتر آنهاست. ضایعات پس از برداشت این محصولات به دلیل آسیب‌های مکانیکی، فیزیولوژیکی و محیطی و فساد آنها به وسیله عوامل میکروبی و بیولوژیکی بروز می‌کند. فساد پس از برداشت به شدت تحت تأثیر عملیات قبل و پس از برداشت محصول نظیر مدیریت تغذیه، نحوه برداشت و زمان برداشت، آسیب‌های مکانیکی، فیزیولوژیکی، محیطی و عوامل میکروبی و بیولوژیکی قرار دارد. مدیریت قبل از برداشت، برداشت صحیح محصول، دما، رطوبت، اتمسفر، نوع و جنس ظرف بسته‌بندی از عوامل مؤثر بر کاهش ضایعات و افزایش ماندگاری سبزی‌ها بشمار می‌آیند. بسته‌بندی مناسب از طریق کنترل عوامل ایجاد فساد در محصول، سبب افزایش انبارمانی و ماندگاری محصول تا زمان مصرف می‌شود. در این مقاله تلاش شده است تا با معرفی عوامل ایجاد فساد قبل و بعد از برداشت، راهکارهایی جهت کاهش ضایعات و افزایش ماندگاری محصولات گلخانه‌ای ارائه گردد.

کلمات کلیدی: فساد محصول، تولیدات گلخانه‌ای، ماندگاری محصول، بسته‌بندی.

مقدمه

برداشت را تحت تأثیر قرار می‌دهند (آراه و همکاران^۲، ۲۰۱۵).

نوع کود و میزان آن تأثیر بسزایی بر کیفیت محصولات مختلف گلخانه‌ای دارند. به‌طور مثال مصرف پتاسیم رنگ میوه را در گوجه‌فرنگی بهبود بخشیده و میزان اسیدیته آن را افزایش می‌دهد. این در حالی است که مصرف نیتروژن بیش‌ازحد آستانه، کیفیت میوه را با کاهش میزان قند آن، کاهش می‌دهد. مصرف نیتروژن بیش از حد مجاز در محصولات گلخانه‌ای علاوه بر تأثیر منفی روی میزان مواد جامد محلول، گلوکز و اسیدیته، سبب تجمع نیترات در بافت میوه گردیده که سلامت مصرف‌کننده را به خطر می‌اندازد. مصرف کود نیتروژن در فرم‌های کاهش‌یافته آن مانند آمونیوم می‌تواند طعم میوه را بهبود بخشد (آراه و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین مصرف کلسیم علاوه بر افزایش مقاومت به بیماری‌های گیاهی قبل از برداشت، حفظ سفتی بافت میوه پس از برداشت را سبب می‌شود (پسام و همکاران^۳، ۲۰۰۷). کنترل تعداد گل‌ها و میوه‌ها یک‌راه مؤثر برای کاهش رقابت بین محصول است. بنابراین هرس گل و میوه با ایجاد تعادل بین مواد مغذی موجود در گیاه و اندام‌های دریافت‌کننده آن، افزایش اندازه و در مواردی افزایش میزان قند محصولات گلخانه‌ای را به دنبال دارد (گوتیر و همکاران^۴، ۲۰۰۱). مرحله رسیدگی در زمان برداشت یکی از عوامل تعیین‌کننده کیفیت بسیاری از محصولات گلخانه‌ای است. این عامل به نوع رسیدگی محصول (کلیماکتریک و غیرکلیماکتریک بودن آن) بستگی دارد. در محصولات

محصولات گلخانه‌ای در تغذیه سالم نقش مهمی ایفا می‌کنند و در فهرست اولویت‌های مصرف‌کننده قرار دارند. در سبزی‌ها و میوه‌های گلخانه‌ای به‌واسطه فعال بودن آنزیم‌ها و استفاده از ذخایر غذایی برای فعالیت‌های متابولیکی، گاز اتیلن تولید می‌گردد که فرآیند رسیدگی را تسریع می‌کند و منجر به خراب شدن محصول و افت کیفیت می‌شود. فرآیند بیوشیمیایی و متابولیکی با تغییر در شرایط محیطی قابل اصلاح است (آگویو و همکاران^۱، ۲۰۰۳). طبق برآوردها در ایران ضایعات بخش سبزی و صیفی بالغ بر ۳۰ درصد است. هزینه‌های سنگین برای کنترل‌های مداوم و چندباره و استفاده از صنایع پیشرفته بسته‌بندی و سردخانه‌های مجهز از لحاظ اقتصادی برای این محصولات حساس، ضروری و پرمصرف که باید برای بهترین بازده به‌صورت تازه خوری مصرف شوند در بسیاری از نقاط امکان‌پذیر و مقرون‌به‌صرفه نیست. بنابراین باید با بررسی راه‌کارهایی اقتصادی‌تر میزان ضایعات را به حداقل خود رسانید (مرادی و همکاران، ۱۳۹۲).

۱- عوامل مؤثر بر کیفیت محصول

۱-۱- قبل از برداشت

کیفیت محصول پس از برداشت قابل تغییر نیست و تنها می‌توان آن را حفظ نمود. این در حالی است که فعالیت‌های قبل از برداشت نظیر مدیریت تغذیه و آبیاری، هرس، مرحله برداشت، رقم کشت شده و زمان برداشت تأثیر بسزایی بر بهبود کیفیت محصولات گلخانه‌ای داشته و ماندگاری پس از

² Arah

³ Passam

⁴ Gautier

¹ Aguayoet.al

بسته‌بندی، عوامل فیزیولوژیکی و آلوده بودن محصول به عوامل میکروبی و بیولوژیکی، روند فاسدشدن را شتاب می‌دهند. میوه و سبزی ممکن است قبل از برداشت و یا در طول برداشت دارای آلودگی پنهان باشند. این آلودگی در هنگام حمل‌ونقل، بازاریابی و نگهداری محصول تازه ممکن است به صورت علائم بیماری ظاهر و گسترش پیدا کند. بنابراین باید به عملیات مناسب کشاورزی و عملیات مناسب پس از برداشت توجه شود. عوامل فیزیولوژیکی شامل تنفس و تعرق در میوه و سبزی و عوامل محیطی عمده، همان درجه حرارت و رطوبت نسبی محیط نگهداری محصول است. اتلاف آب یا تعرق در کیفیت محصول مخصوصاً سبزی‌های برگ‌ای اثر مهمی دارد. اتلاف آب سبب کاهش وزن، چروکیدگی و پژمردگی، از بین رفتن ارزش تغذیه‌ای و نرمی بافت محصول می‌شود. آسیب مکانیکی نیز سبب پاره شدن لایه سطحی محافظت‌کننده محصول می‌شود و لایه‌های زیرین مستقیماً در برابر هوا قرار می‌گیرند. این امر موجب از دست دادن سریع آب توسط محصول می‌شود. آسیب مکانیکی علاوه بر کاهش وزن میوه، در ایجاد محل‌هایی برای وارد شدن میکروارگانیسم‌ها به داخل محصول نقش دارد. آسیب مکانیکی را می‌توان به شکل‌های بریدگی و سوراخ شدگی و لک دار شدن در میوه و سبزی مشاهده کرد.

فساد میکروبی و بیولوژیکی به ضایعات ایجادشده در اثر باکتری‌ها، کپک‌ها، مخمرها، ویروس‌ها، آفات، جوندگان و سایر آسیب مکانیکی در اثر استفاده از روش‌های نامناسب برداشت و بسته‌بندی و حمل‌ونقل نادرست به وجود می‌آید. فشردگی در هنگام حمل و نقل به شکل فله‌ای و یا در طول نگهداری، پر کردن

کلیماکتریک که پروسه رسیدن محصول پس از برداشت ادامه می‌یابد، برداشت در زمان قبل از رسیدگی فیزیولوژیک، می‌تواند به کاهش ضایعات پس از برداشت کمک کند. هرچند که ارزش تغذیه‌ای در این زمان ممکن است کمتر از میوه‌های بالغ باشد. از سویی برداشت دیرهنگام نیز باعث افزایش قند شده که آسیب‌پذیری و کاهش ماندگاری پس از برداشت را افزایش می‌دهد (تویونن^۱، ۲۰۰۷).

کیفیت بالقوه محصول وابسته به نوع رقم است. انتخاب ارقام مناسب با عملکرد و کیفیت بالا همراه با عمر انبارمانی طولانی‌تر، تصمیم مهمی در پروسه تولید یک محصول است (هانا^۲، ۲۰۰۹). لذا لازم است، تولیدکنندگان قبل از کشت، اطلاعات کافی در مورد موارد ذکرشده را مدنظر قرار دهند. برداشت در طول روز که دمای محصول به دلیل دریافت انرژی خورشید افزایش یافته است، ماندگاری پس از برداشت را تحت تأثیر قرار می‌دهد. زمانی که دمای محصول تا ۳۵ درجه سلسیوس افزایش یابد، تبدیل نشاسته به قند همراه با تنفس شدید رخ داده و در نتیجه رطوبت بافت میوه کاهش می‌یابد که منجر به از بین رفتن محصول می‌شود. برداشت در مواقع خنک روز مثل اوایل صبح و یا نزدیک غروب آفتاب می‌تواند به کاهش دمای محصول برداشتی کمک کند.

۱-۲- پس از برداشت

جدا از عملیات قبل از برداشت، دمای بالای محصول هنگام برداشت، وارد آمدن آسیب مکانیکی به محصول در نتیجه حمل و نقل نامناسب به محل

¹ Toivonen

² Hanna

کارتن‌های فیبری است. باین وجود، پیچیدن هر میوه یا سبزی داخل پوشش‌های کاغذی یا قرار دادن لایه‌هایی بین هر محصول با محصول مجاور و یا قرار دادن پدهایی داخل بسته‌بندی می‌تواند از ایجاد خراش‌های ناشی از تماس بین میوه و سبزی‌ها مجاور هم بکاهد. همچنین پیچیدن هر قطعه محصول داخل کاغذهای واکسی سبب بهبود خسارات ناشی از تماس فیزیکی و همچنین جلوگیری از انتقال آلودگی‌ها بین قطعه‌های مختلف میوه و سبزی داخل یک بسته می‌گردد (سیتار و همکاران، ۲۰۱۰). انتخاب بسته‌بندی مناسب برای ورود به بازارهای بزرگ نیاز به توجه زیادی دارد. علاوه بر استفاده از یک بسته‌بندی یکنواخت برای حفاظت از محصول، الزامات دیگری نیز برای طراحی یک بسته مناسب وجود دارد:

- بسته در زمانی که خالی است به راحتی قابل حمل باشد و زمانی که پر است فضای کمتری را اشغال کند.

- به وسیله دست یا ماشین بسته‌بندی قابل پر شدن و بسته شدن باشد.

- از تهویه مناسبی در طول حمل و نقل و انبارمانی برخوردار باشد.

- ظرفیت آن متناسب با تقاضای بازار باشد.

- ابعاد و طراحی آن باید برای حمل و نقل موجود مناسب باشد.

- در رابطه با ارزش مالی کالایی که برای آن مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید مقرون به صرفه باشد.

- باید به راحتی در دسترس باشد، ترجیحاً از بیش از یک تأمین‌کننده برای آن موجود باشد.

بیش از اندازه ظروف بسته‌بندی سبب می‌شود که محصولات رویی به زیرین فشار وارد کنند.

۲- راهکارهای کاهش ضایعات محصول پس از برداشت

۱-۲- استفاده از زنجیره سرد پس از برداشت محصول

یکی از مهم‌ترین تیمارها پس از برداشت محصول که به کاهش ضایعات سبزی و صیفی منجر می‌گردد، کاهش سریع دمای محصول و تداوم نگهداری آن در دمای بهینه است. به کارگیری روش‌های مطلوب پیش سردکن در محل مزرعه و گلخانه می‌تواند راه گشایی مناسبی برای حل مشکلات ضایعات و کمک به صادرات باشد (صمدی و امامی فر، ۱۳۹۰). بسته به نوع محصول، روش‌هایی از قبیل هوای سرد فشرده (توت‌فرنگی، هویج، خیار)، اتاق سرد (کلم، فلفل و گوجه‌فرنگی)، غوطه‌وری یا اسپری آب سرد (کلم برو کلی و کلم)، سرد کردن با یخ (تربچه، کلم برو کلی و تره‌فرنگی) و سرد کردن به کمک خلاً (کاهو به‌منظور صادرات) قابل اجراست (کینهولز و همکاران^۱، ۲۰۰۲).

۲-۲- بسته‌بندی

بسته‌بندی مناسب یکی از مهم‌ترین عوامل در عمر پس از برداشت سبزی و میوه به حساب می‌آید (سیتار و همکاران^۲، ۲۰۱۰). بسته‌بندی میوه و سبزی یکی از قدم‌های اساسی برای کاهش خسارات فیزیکی و مکانیکی جهت افزایش ماندگاری پس از برداشت است. رایج‌ترین شکل بسته‌بندی، استفاده از

¹ Kienholz and Edeogu

² Scetare.et.al

۲-۲-۱ - بسته‌بندی غیرفعال

این نوع بسته‌بندی با کاهش تنفس، به تأخیر پیری و بهبود صفات کیفی فرآورده کمک می‌کند که بسته‌بندی به روش اتمسفر اصلاح‌شده (MAP^۱) از مهم‌ترین آن‌هاست.

مفهوم اتمسفر اصلاح‌شده به معنای اصلاح ترکیب‌بندی گازهای داخل بسته‌های مواد غذایی به‌منظور افزایش عمر مفید آن‌ها است. فن‌های MAP در حال حاضر در محدوده وسیعی از غذاهای تازه یا سرد شده شامل غذاهای نیم پخته، ماکیان و ماهی، پاستای تازه، میوه و سبزی‌ها و اخیراً قهوه، چای، غذاهای آماده و فرآورده‌های نانوائی استفاده می‌شود. به‌عبارت‌دیگر بسته‌بندی به روش MAP به معنی وارد کردن اتمسفر در یک پاکت (یا بسته) ماده غذایی با ترکیب خاص دی‌اکسید کربن، نیتروژن و اکسیژن می‌باشد. این روش نگهداری کیفیت تازه فرآورده‌های غذایی را بدون عملیات حرارتی و شیمیایی به‌کاررفته توسط تکنیک‌های نگهداری قابل رقابت مانند کنسرو کردن، فریز کردن، خشک‌کردن و فرایندهای دیگر میسر می‌کند (کدر^۲، ۱۹۸۰). مزایای بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح‌شده عبارت‌اند از:

- طولانی کردن ماندگاری با حفظ خواص کیفی مطلوب.

- پایین آوردن میزان ضایعات و فساد.

- تازه نگه‌داشتن محصول بدون استفاده از مواد نگه‌دارنده یا پرتودهی.

- برداشت محصول تازه در سطوح رسیدگی مورد نظر برای مصرف‌کننده.

- کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل از طریق فراهم کردن زمان انبارداری افزوده.

- فراهم نمودن محصولات برش خورده آماده مصرف - صرفه‌جویی در مصرف انرژی (مانند عدم استفاده از فرآیندهای حرارتی و برودتی) (آبلیس و همکاران^۳، ۱۹۹۲؛ دیاز-مولا و همکاران، ۲۰۱۱).

۲-۲-۱-۱ - چگونگی استفاده از روش MAP

در ابتدا لازم است گاز موردنظر با ترکیب موردنظر ساخته شود. برای این منظور می‌توان اتمسفر با ترکیب موردنظر را به‌طور آماده از کارخانه‌ها تفکیک‌کننده هوا در کپسول‌های تحت‌فشار خرید. اما برای صرفه‌جویی در هزینه می‌توان گازهای سه‌گانه ازت، اکسیژن و دی‌اکسید را به‌صورت خالص تهیه کرد و به‌وسیله یک دستگاه مخلوط‌کن گاز با نسبت مورد نظر مخلوط نمود. در این روش نیاز به ذخیره اتمسفر اصلاح‌شده در مخزن جداگانه نیست و می‌توان از گاز مخلوط به‌دست آمده به‌طور مستقیم در بسته‌بندی تزریق کرد.

طباطبایی کلور و همکاران (۱۳۹۵) استفاده از اتمسفر اصلاح‌شده با ترکیب گازی ازت ۸۸٪ + دی‌اکسید کربن ۸٪ + اکسیژن ۴٪ را همراه با استفاده از پوشش‌های پلی‌پروپیلن و نگهداری در دمای ۴ درجه سلسیوس را برای افزایش ماندگاری گوجه‌فرنگی تا ۲۰ روز مفید گزارش نمودند.

۲-۲-۲ - بسته‌بندی فعال

^۱ Modified atmosphere packaging

^۲ Kader

^۳ Abeles.et.al

۲-۲-۳- جنس بسته و فیلم

امروزه تمایل به حداقل کردن پروسه مواد غذایی، نگهداری طولانی‌مدت مواد غذایی و همچنین ممانعت از شیوع بیماری‌های ناشی از غذا باعث گردیده است که راه‌های جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌ها و استفاده از مواد ضد میکروبی در بسته بندی محصولات غذایی توسعه زیادی پیدا کند (دوستی و صداقت، ۱۳۹۶). جنس بسته و فیلم پوشش‌دهنده می‌تواند از طریق کنترل عوامل میکروبی و بیولوژیکی بر بهبود ماندگاری و عمر میوه و سبزی مؤثر باشد. در بررسی کیفیت گوجه‌فرنگی زیتونی رقم سانتلا اثر نوع بسته‌بندی با فیلم‌های پلی‌اتیلنی و نانو پلیمر سیلیکونی تحت روش اتمسفر تغییر یافته مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج نشان داد که فیلم نانو پلیمر سیلیکونی به همراه ترکیب گازی ازت ۰.۸٪ + دی اکسید کربن ۰.۸٪ + اکسیژن ۰.۴٪ باعث کند نمودن فرآیندهای متابولیکی از جمله تنفس شده و تأثیر مثبتی بر جلوگیری از کاهش وزن، مواد جامد محلول pH و اسیدیته قابل تیتراژ داشت و کمترین میزان آلودگی از نظر بار میکروبی نیز در این تیمار مشاهده شد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۷). بسته‌بندی با جنس پلی‌پروپیلن به دلیل ضخامت کمتر و نفوذپذیری بیشتر به گاز اکسیژن نسبت به پوشش پلی‌اتیلن، باعث ایجاد اتمسفر مطلوب و حفظ بهتر خصوصیات گوجه‌فرنگی در طی انبارمانی می‌شود (طباطبایی کلور و همکاران، ۱۳۹۵).

۲-۲-۴- تیمار با مواد شیمیایی و طبیعی

پیش تیمار محصول قبل از بسته‌بندی در هویج، پیاز، گوجه، خیار و غیره می‌تواند تأثیر مثبتی

بسته‌بندی فعال یک دیدگاه ابتکاری است که پاسخگوی تغییرپذیری‌های پیوسته تقاضای مصرف‌کننده و روندهای بازار است (سرانو و همکاران^۱، ۲۰۰۸). هدف اصلی بسته‌بندی غیرفعال، فراهم آوردن یک‌لایه نفوذناپذیر روی محصول است، درحالی که در بسته‌بندی فعال، به‌منظور بهبود ویژگی‌های پوشش و افزایش مدت ماندگاری محصول از یک یا چند ترکیب شیمیایی و فیزیکی در پوشش و لایه و غشا (فیلم) بسته‌بندی استفاده می‌شود (مرادی و همکاران، ۱۳۸۹). بسته‌بندی با مواد ضد میکروب یکی از نویدبخش‌ترین انواع بسته‌بندی فعال است. در میان مواد فعالی که برای این نوع بسته‌بندی به کار می‌روند، عطرهای گیاهی که مواد طبیعی و سازگار با طبیعت هستند، بسیار سودمند خواهد بود (المنار و همکاران^۲، ۲۰۰۹). استفاده از اسانس اکالیپتوس را بر سفتی میوه گوجه‌فرنگی و توت‌فرنگی در طی انبارمانی مؤثر گزارش نمودند. همچنین نوروزی فاز و همکاران (۱۳۹۵) استفاده از اسانس منتول را در بسته‌بندی با پوشش سلوفان، بر حفظ کیفیت پس از برداشت میوه توت‌فرنگی رقم پارس تا ۱۷ روز پس از برداشت مؤثر گزارش نمودند (اصغری مرجان لو و همکاران، ۲۰۰۹). برای استفاده از اسانس‌های گیاهی در بسته‌بندی محصولات، اسانس موردنظر روی گاز سترون ریخته شده و در ظرف بسته‌بندی قرار داده می‌شود (والرو و همکاران^۳، ۲۰۰۶). باین‌وجود لازم است غلظت مناسب اسانس برای هر محصول تعیین گردد.

¹ Serrano.et.al

² Almenar.et.al

³ Valero.et.al

بر ماندگاری محصول پس از برداشت داشته باشد. در ادامه به برخی از این تیمارها اشاره شده است.

۲-۲-۴-۱- پوشش‌های خوراکی

کاربرد پوشش‌های خوراکی یکی از جدیدترین روش‌های ابداعی برای افزایش ماندگاری سبزیجات گلخانه‌ای است. استفاده از پوشش‌های خوراکی ضد میکروب با توجه به افزایش تقاضای مصرف‌کننده‌ها برای استفاده از محصولات تازه با حداقل مواد افزودنی شیمیایی و از طرفی کیفیت مطلوب و با ویژگی حفظ سلامتی محیط در حال گسترش است. از خصوصیات این قبیل پوشش‌ها می‌توان به فاقد بو و مزه بودن و عدم تغییر ظاهری در ماده پوشش داده شده اشاره کرد. از نظر فناوری این پوشش‌ها با کند کردن شدت تنفس و میزان افت وزن محصول به دلیل خاصیت ضد میکروبی احتمال رشد میکروارگانیسم‌ها نیز کاهش داده و در نتیجه عمر انبارمانی محصول را افزایش و افت خصوصیات کیفی نظر میزان ویتامین ث آنتوسیانین‌ها و ترکیبات فنلی را نیز کاهش می‌دهند (امامی فر، ۱۳۹۶). پوشش‌های خوراکی عمدتاً برپایه مواد بیولوژیکی نظیر پروتئین‌ها، لیپیدها و پلی‌ساکاریدها می‌باشند. پوشش‌دهی توت فرنگی‌های تازه برداشت‌شده با ژل آلونته‌ورا به صورت معنی‌داری رشد میکروارگانیسم‌ها را به تأخیر انداخته و روند کاهش میزان ویتامین ث را نیز نسبت به شاهد کند کرده است. بیشترین میزان فعالیت ضد میکروبی در میوه‌هایی که با ژل آلونته‌ورا ۷۰ درصد پوشش داده شده بودند، مشاهده گردید (امامی فر، ۱۳۹۳). بررسی اثرات ضد میکروبی کیتوزان (کیتین استیله شده، که از پوست سخت‌پوستان و یا به صورت

میکروبی و یا شیمیایی قابل‌تولید است) بر دو محصول توت‌فرنگی و کاهو نشان می‌دهد که کاربرد کیتوزان بر توت‌فرنگی مطلوب اما کاربرد آن بر کاهو سبب تلخ شدن طعم آن می‌گردد. به هر ترتیب بار میکروبی در هر دو نمونه نسبت به شاهد کمتر گزارش شده است. اثر ضد میکروبی کیتوزان بر کاهو پس از چهار روز از بین رفته اما در توت‌فرنگی این اثر تا ۲۱ روز باقی‌مانده است (دولیگر و همکاران^۱، ۲۰۰۴).

۲-۲-۴-۲- مواد شیمیایی

از جمله روش‌های توصیه شده جهت کاهش ضایعات محصولات کشاورزی، افزایش غلظت کلسیم با استفاده از املاح کلسیم است. کلسیم یکی از مهم‌ترین عناصر معدنی است که در تعیین کیفیت محصول و زمان ماندگاری آن دخالت دارد (خلد برین و اسلامزاده، ۱۳۸۰). کلسیم موجود در دیواره سلولی تا حد زیادی میوه و سبزی را در مقابل میکروب‌هایی که تلاش می‌کنند با شکستن پکتین وارد آن شوند، محافظت می‌کند. همچنین افزایش غلظت کلسیم بر افزایش تولید دی‌اکسید کربن، بر کاهش تولید اتیلن توسط محصول مؤثر است. میوه‌های حاوی کلسیم کم، سرعت تنفس بالاتری دارند و از این رو سریع‌تر دچار فساد می‌شوند. برای نیل به این هدف لازم است جذب و انتقال کلسیم به محصول به طرقتی تسریع و تقویت گردد. تیمار میوه پس از برداشت و قبل از بسته‌بندی با ترکیبات کلسیم‌دار نظیر کلسیم کلراید، کلسیم آسکوربات و موارد دیگر از این دست می‌تواند به بهبود میزان کلسیم بافت سبزی و صیفی و

¹ Devlieghere.et.al

قبل از بسته‌بندی، بسته‌بندی مناسب از نظر اندازه، جنس و اتمسفر بسته می‌تواند با کنترل عوامل ایجاد فساد، به ماندگاری محصولات گلخانه‌ای با حفظ کیفیت آن کمک کنند. در این راستا موارد زیر پیشنهاد می‌گردد:

- آموزش تولیدکنندگان و توزیع‌کنندگان محصولات گلخانه‌ای با اصول صحیح کاشت، داشت، برداشت و عملیات پس از برداشت محصولات گلخانه‌ای جهت کاهش ضایعات و افزایش ماندگاری آن.

- تشویق بخش خصوصی به سرمایه‌گذاری در امور بعد از برداشت محصولات گلخانه‌ای مثل ایجاد زنجیره سرد قبل از بسته‌بندی.

- معرفی پتانسیل صنایع کشور در امر تولید دستگاه‌ها و مواد مناسب بسته‌بندی به کشاورزان و فراهم آوردن زمینه ارائه تسهیلات به آن‌ها.

منابع مورد استفاده

احمدی، ب.، تاج‌الدین، ب.، احمدی چناربن، ح. ۱۳۹۷. بررسی کیفیت گوجه‌فرنگی زیتونی (رقم سانتلا) بسته‌بندی‌شده در فیلم‌های پلی‌اتیلنی و نانو پلیمر سیلیکونی به روش اتمسفر تغییر یافته. علوم و صنایع غذایی. ۷۴(۱۵): ۲۸-۱۳.

امامی‌فر. ح. ۱۳۹۳. ارزیابی تأثیر ژل آلوتی ورا به‌عنوان پوشش خوراکی بر ویژگی‌های میکروبی، فیزیکی و شیمیایی و حسی توت‌فرنگی تازه طی انبارداری. فصلنامه علوم و فناوری‌های نوین غذایی. ۶: ۲۳-۱۵.

باویسی، س. و امامی‌فر، آ. ۱۳۹۶. بررسی انواع پوشش‌های فعال ضد میکروبی بر عمر ماندگاری

ماندگاری آن مؤثر باشد (کانوی و سام^۱، ۱۹۸۷). تیمار میوه گوجه‌فرنگی با کلسیم آسکوربات ۱٪ و کلسیم کلراید ۲٪ به مدت ۲۰ دقیقه، موجب حفظ بیشتر خصوصیات کیفی میوه در طی مدت نگهداری در انبار گشته است (بهرامیان و همکاران، ۱۳۹۵). بادمجان‌های تیمار شده با کلسیم، در طی مدت انبارمانی، سفتی بالاتری نسبت به میوه‌های شاهد داشتند. (بارباگالو و همکاران^۲، ۲۰۱۲).

۲-۲-۵- جاذب رطوبت

در کنار عملیات بسته‌بندی، فعالیت آبی و روابط اطراف نمونه در تعیین رشد میکروارگانیسم‌ها در مواد غذایی مهم می‌باشند. بنابراین جاذب‌های رطوبت برای ممانعت از حضور آب در داخل بسته‌بندی فرآورده‌های تازه می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (کری و بوتلر^۳، ۲۰۰۸). در پژوهشی اثر نوع بسته‌بندی و مواد رطوبت‌گیر بر خصوصیات کمی و کیفی قارچ دکمه‌ای بررسی شد. نتایج نشان داد که بیشترین روشنایی رنگ محصول مربوط به سیلیکات ژل به میزان ۲/۵ گرم با پوشش بسته‌بندی پروپیلن بود (کریمی و همکاران، ۱۳۹۳).

نتیجه‌گیری کلی و توصیه‌های ترویجی

فساد پس از برداشت می‌تواند به دلیل عملیات قبل و پس از برداشت نظیر مدیریت تغذیه، نحوه برداشت و زمان برداشت رخ دهد تکنیک‌های نظیر خنک کردن محصول پیش از بسته‌بندی و انبار کردن، تیمار محصول با ترکیبات طبیعی و شیمیایی

¹ Conway. and Sam

² Barbagallo.et.al

³ Kerry. and Butler

ماندگاری قارچ دکمه‌ای. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۵(۳): ۱۲-۱.

مرادی، س.، گوران، ع.، صادقی، ش.، سوگوار، ا.، کوشش صبا، م. و وفايي، ی. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر روش نگهداری بر کاهش ضایعات پس از برداشت سبزی‌های برگی. اولین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار.

مرادی، م.، تاجیک، ح.، رضوی روحانی، م.، ارومیه‌ای، ع.، ملکی نژاد، ح. و ساعی دهکردی، س. ۱۳۸۹. ارزیابی خصوصیات آنتی‌اکسیدانی، رنگ و اثرات ضد باکتریایی فیلم خوراکی کیتوزان حاوی اسانس آویشن شیرازی علیه لیستریا منوسیتوژنز. دو ماهنامه علمی- پژوهشی ارمنان دانش. ۱۵(۴): ۳۱۵-۳۰۴.

نوروزی فاز، ف.، میردهقان، س. ح.، کریمی، ح. و علایی، ح. ۱۳۹۵. تأثیر اسانس‌های تیمول و منتول به همراه بسته‌بندی با پوشش سلوفان در حفظ کیفیت پس از برداشت میوه توت‌فرنگی رقم پاروس. علوم باغبانی ایران. ۴۷(۱): ۹۱-۸۱.

Abeles, F. B., Morgan, P. W. and Saltveit, M. E. 1992. Ethylene in Plant Biology. 2 ed. Academic Press, New York.

Aguayo, E., Allende, A., Artes, F. 2003. Keeping quality and safety of minimally fresh processed melon. European food research and Technology, 216, 494-499.

میوه‌ها و سبزی‌ها. کنفرانس ملی دیده‌بانی آینده زمین.

بهرامیان، س.، رامین، ع.ا. و امینی، ف. ۱۳۹۵. ارزیابی تأثیر تیمار کلسیم بر عمر پس از برداشت گوجه‌فرنگی رقم دافنیس. فرآیندها و کارکر گیاهی. ۵(۱۶): ۹۷-۱۰۵.

خلد برین، ب. و اسلامزاده، ط. ۱۳۸۰. تغذیه معدنی گیاهان عالی. انتشارات دانشگاه شیراز.

دوستی، ز. و صداقت، ن. ۱۳۹۶. بسته‌بندی‌های نوین در حفظ میوه‌ها و سبزی‌های تازه برش خورده. اولین همایش ملی تکنولوژی‌های نوین در علوم و صنایع غذایی و گردشگری ایران. بابلسر.

صمدی، پ. و امامی فر، آ. ۱۳۹۰. طراحی سیستم‌های پیش سردکن و سردخانه‌های کوچک در مزارع توت‌فرنگی استان کردستان. ششمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان.

طباطبایی کلور، ر.، ابراهیمیان، آ. و هاشمی، س.ج. ۱۳۹۵. بررسی دما، نوع بسته‌بندی و اتمسفر اصلاح‌شده بر خصوصیات کیفی گوجه‌فرنگی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی. ۵۱(۱۳): ۱۳-۱.

کریمی، ن.، مشرف، ل. و ملک، س. ۱۳۹۳. اثر نوع پوشش بسته‌بندی و مواد رطوبت‌گیر بر عمر

- Almenar, E., Catala, R., Hernandez-Munoz, P. and Gavara, R. 2009.** Optimization of an active package for wild strawberries based on the release of 2-nonanone. *LWT - Food Science and Technology*, 42: 587-593.
- Arah, K.I., Amaglo, H., Kumah, E.K. and Ofori, H. 2015.** Preharvest and Postharvest Factors Affecting the Quality and Shelf Life of Harvested Tomatoes: A Mini Review. Hindawi Publishing Corporation International Journal of Agronomy, 2015, 6p.
- Asghari Marjanlo, A., Mostofi, Y., Shoeibi, Sh. and Fattahi, M. 2009.** Effect of cumin essential oil on postharvest decay and some quality factors of strawberry. *Journal of Medicinal Plants*, 8(1): 25-43.
- Barbagallo Riccardo, N., Chisari, M. and Caputa, G. 2012.** Effects of calcium citrate and ascorbate as inhibitors of browning and softening in minimally processed 'Birgah' eggplants. *Postharvest Biology and Technology*, 73: 70-75.
- Conway, W. S. and Sam, C.E. 1987.** Possible mechanisms by which post-harvest calcium treatment reduces decay in apples. *J. Phytochem*, 74 (3):208-210.
- Devlieghere, F., Vermeulen, A., and Debevere, J. 2004.** "Chitosan: antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruit and vegetables" . *Food microbiology*, 21 (6): 703-714.
- Diaz-Mula, H. M., Zapata, P. J., Guillén, F., Valverde, J. M., Valero, D. and Serrano, M. 2011.** Modified atmosphere packaging of yellow and purple plum cultivars. 2. Effect on bioactive compounds and antioxidant activity. *Postharvest Biology and Technology*, 61(2): 110-116.
- Gautier, H., Guichard, S. and Tchamitchian, M. 2011.** Modulation of competition between fruits and leaves by flower pruning and water fogging, and consequences on tomato leaf and fruit growth. *Annals of Botany*, 88(4): 645-652.
- Hanna, H. Y. 2009.** Influence of cultivar, growing media, and cluster pruning on greenhouse tomato yield and fruit quality. *HortTechnology*, 19(2): 395-399.
- Kader A.A. 1980.** Prevention of ripening in fruits by use of controlled atmospheres, *Food Technology*, 34 (3): pp. 45.
- Kerry, J. and Butler, P. 2008.** Smart packaging technoligis for fast moving consumer goods, 2ed., Springer, New York, pp 32-56.
- Kienholz, J. and Edeogu I. 2002.** Fresh Fruit and Vegetable Pre-cooling for Market Gardeners in Edmonton, Alberta: Alberta Agriculture, Food and Rural Development. Alberta.
- Passam, H.C., Karapanos, I.C., Bebeli, P.J. and Savvas, D. 2007.** A review of recent research on tomato nutrition, breeding and post-harvest technology with reference to fruit quality. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology*, 1: 1-21.
- Scetar, M., Kurek, M. and Galic, K. 2010.** trends in fruit and vegetable packaging- a review. *Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition*, 5 (3-4), 69-86.

Serrano, M., Martinez-Romero, D., Guillen, F., Valverde, J.M., Zapata, P.J., Castillo, S. and Valero, D. 2008. The addition of essential oils to MAP as a tool to maintain the overall quality of fruits. *Trends in Food Science and Technology*, 19: 464-471.

Toivonen, P. M. A. 2007. Fruit maturation and ripening and their relationship to quality. *Stewart Postharvest Review*, 3(2): 1-5.

Valero, D., Valverde, J.M., Martinez-Romero, D., Guillen, F., Castillo, S. and Serrano, M. 2006. The combination of modified atmosphere packaging with eugenol or thymol to maintain quality, safety and functional properties of table grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 41: 317-327.

The causes of corruption and the ways of reducing post-harvest lesions in greenhouse products

Abstract

Today, increasing the shelf life of vegetables to reduce post-harvest losses is one of the most challenges in agricultural products. The short life span of these products, due to the high respiration rate, is an important limiting factor in their longer shelf-life. Post-harvest corruption is heavily influenced by pre-harvest and post-harvest operations such as nutrition management, harvesting and harvesting time, mechanical, physiological, environmental, microbial and biological agents. Pre-harvest management, correct harvesting method, temperature, humidity, atmosphere, type and gender of the container and etc. are among the most important factors can affect the quality and the durability of vegetables products. Proper packaging will increase storage and shelf-life of vegetables until consumed by controlling the causes of corruption. In this paper, we try to introduce ways of reducing waste and increasing product durability by introducing factors of causing corruption.

Keyword: packaging, shelf-life, greenhouse products, product corruption