وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
معاونت ترویج

کاربرد ۱–متیل سیکلوپروپن در افزایش ماندگاری و کاهش ضایعات سیب در سردخانه

سرشناسه : شواخی، فروغ، ۱۳۴۹ -
عنوان و نام پدیدآور : کاربرد ۱- متیل سیکلوپروپن در افزایش ماندگاری و کاهش ضایعات سیب در سردخانه/ نویسنده فروغ شواخی؛ تهیه شده در موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی،دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی.
مشخصات نشر : کرج: سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری : ۴۰ص.
شابک : 978-964-520-412-7
وضعیت فهرست نویسی : فیپا
موضوع : سیب -- نگهداری
موضوع : Apples -- Preservation
موضوع : مواد غذایی -- نگهداری-- سردسازی
موضوع : Food -- Cooling
شناسه افزوده : سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت ترویج. نشر آموزش کشاورزی
شناسه افزوده : موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی
رده بندی کنگره : ۱۳۹۷ ۲ک۹ش/SB۳۶۳
رده بندی دیویی : ۶۳۴/۱۱
شماره کتابشناسی ملی : ۵۱۸۳۵۷۲

ISBN:978-964-520-412-7
شابک: ۷-۴۱۲-۵۲۰-۹۶۴-۹۷۸

عنوان: کاربرد ۱-متیل سیکلوپروپن در افزایش ماندگاری و کاهش ضایعات سیب در سردخانه
نویسنده: فروغ شواخی
ویراستار ترویجی: فرانک صحرایی، حسام الدین غلامی
مدیر داخلی: شیوا پارسا نیک
ویراستار ادبی: سمیرا میرنظامی
سرویراستار: وجیهه سادات فاطمی
تهیه شده در: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی
ناشر: نشر آموزش کشاورزی
شمارگان: ۲۵۰۰ جلد
نوبت چاپ: اول، ۱۳۹۷
قیمت: رایگان
مسئولیت صحت مطالب با نویسندگان است.

شماره ثبت در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی ۵۳۷۳۸ به تاریخ ۹۷/۳/۱۹ است.

نشانی: تهران- بزرگراه شهید چمران- خیابان یمن، پلاک ۱ و ۲، معاونت ترویج،
ص. پ. ۱۱۱۳-۱۹۳۹۵
تلفکس: ۰۲۱-۲۲۴۱۳۹۲۳

مخاطبان نشریه

- ✓ کارشناسان و مروجان مسئول پهنه
- ✓ باغداران
- ✓ سردخانه‌داران سیب
- ✓

اهداف آموزشی

شما پس از خواندن این نشریه با ترکیب ۱-متیل سیکلوپروپن و تأثیر آن بر کاهش ضایعات و افزایش ماندگاری سیب در سردخانه و دستورالعمل استفاده از آن در نگهداری سیب آشنا می‌شوید.

فهرست

مقدمه ۹
اهمیت ضایعات ۱۰
نقش اتیلن در انبارداری میوه‌ها ۱۱
مواد خنثی‌کننده اثر اتیلن بر محصولات کشاورزی ۱۳
- جاذب‌های اتیلن ۱۳
- اکسیدکننده‌های اتیلن ۱۴
- مسدودکننده گیرنده‌های اتیلن ۱۶
۱-متیل سیکلوپروپن ۱۷
- تاریخچه تولید، انواع و شرکت‌های تولیدکننده ۱-متیل سیکلوپروپن ۱۷
- کاربرد ۱-متیل سیکلوپروپن در میوه‌ها و سبزی‌ها ۱۹
- مزایای کاربرد ۱-متیل سیکلوپروپن نسبت به سایر روش‌های کاهش یا حذف اتیلن ۲۳
- ایمنی ۱-متیل سیکلوپروپن ۲۳
- تأثیرات مثبت کاربرد ۱-متیل سیکلوپروپن در انبارداری سیب ۲۳
- دستورالعمل تیماردهی سیب با ۱-متیل سیکلوپروپن ۲۴
نتیجه‌گیری ۲۹
منابع ۳۱
پیوست ۳۷

مقدمه

سیبِ درختی از محصولات باغی مهم ایران است. سالانه حدود ۸۰ میلیون تن سیب در جهان تولید می‌شود که ۱۳ درصد کل میوه‌های تولیدی دنیاست. مطالعات دفتر کاهش ضایعات معاونت صنایع و امور زیربنایی وزارت جهاد کشاورزی نشان می‌دهد که حدود ۹۰ درصد ضایعات فعلی محصولات کشاورزی به ۲۰ نوع محصول مربوط می‌شود. بر اساس این مطالعه ضایعات سیب در اولویت هشتم قرار دارد. کاهش ضایعات سیب از طریق به‌کارگیری روش‌های مناسب انبارداری و افزایش زمان ماندگاری، به ایجاد اشتغال و درآمدزایی بخش کشاورزی کمک می‌کند. با توجه به تولید انبوه سیب در ایران، می‌توان با استفاده از فن‌آوری‌های ساده و مؤثر انبارداری از ضایعات این میوه جلوگیری کرد. در این زمینه استفاده از ترکیب ۱-متیل سیکلوپروپن به‌منظور کاهش ضایعات پس از برداشت محصولات کشاورزی گسترش یافته است. این ترکیب تأثیر بسزایی در افزایش ماندگاری محصولات باغی ایجاد کرده است. امروزه در کشورهای مختلف جهان به‌منظور حفاظت محصولات باغی در برابر آثار مخرب اتیلن از این ترکیب استفاده می‌شود. این ترکیب برای انسان غیرسمی است. مقدار باقی‌مانده آن در محصول بسیار ناچیز بوده و در غلظت‌های بسیار کم مؤثر است.

هدف این نشریه معرفی ترکیب ۱-متیل سیکلوپروپن به‌عنوان ماده‌ای کارآمد در افزایش ماندگاری سیب درختی است. کاربرد دستورالعمل‌های این نشریه به کاهش ضایعات این میوه کمک می‌کند و موجب افزایش قابلیت صادرات و ارزآوری این محصول می‌شود.

اهمیت ضایعات

ضایعات پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌های تازه، یکی از مشکلات بزرگ بخش کشاورزی است. مقدار این ضایعات در کشورهای توسعه‌یافته بین ۵ تا ۲۵ درصد و در کشورهای درحال‌توسعه بین ۲۰ تا ۵۰ درصد کل تولیدات تخمین زده می‌شود. ضایعات پس از برداشت به صورت‌های مختلفی بروز می‌کند مانند کاهش بازارپسندی، کاهش ارزش غذایی، کاهش وزن محصول یا افت نسبی یا کلی محصول در اثر عوامل بیماری‌زا و پیری محصول. ضایعات میوه در مراحل مختلف زنجیره تولید تا مصرف از جمله مراحل قبل از برداشت، بسته‌بندی، سردخانه، حمل‌ونقل، هنگام فروش محصول و حتی در یخچال مصرف‌کننده رخ می‌دهد (شکل ۱).

شکل ۱- ضایعات سیب

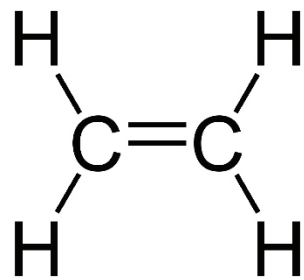
از آنجا که گاز اتیلن بر بسیاری از فرایندهای رسیدگی سیب تأثیرگذار است، بهترین راه برای حفظ کیفیت پس از برداشت سیب، کاهش تولید اتیلن و فرایندهای متابولیسمی مثل تنفس است. استفاده از روش‌های کاهش

دما، رطوبت نسبی بالا و استفاده از اتمسفر کنترل‌شده (کاهش اکسیژن و افزایش دی‌اکسیدکربن) در این خصوص مؤثر است. اتمسفر کنترل‌شده باعث می‌شود در رسیدگی محصول تأخیر به‌وجود آید؛ اما در بسیاری از نقاط جهان از جمله ایران تعداد این انبارها کم است. همچنین راه‌اندازی و استفاده از فن‌آوری‌های پیشرفته ممکن است در شرایط متفاوت بازار میوه امکان‌پذیر نباشد.

نقش اتیلن در انبارداری میوه‌ها

در خرید میوه، ویژگی‌های ظاهری مثل اندازه، شکل، رنگ و تازگی محصول تأثیرگذار است؛ اما اثر سودمند مصرف میوه‌ها در حفظ سلامت انسان‌ها در کنار ارزش‌های غذایی و ویتامین‌های آن‌ها، به فعالیت آنتی‌اکسیدانی این میوه‌ها مربوط می‌شود. معمولاً کیفیت میوه در دوره نگهداری در انبار کاهش می‌یابد و این هنر مدیریت خوب انبارداری است که کاهش کیفیت میوه را به‌حداقل برساند. هورمون اتیلن (شکل ۲) نقش مؤثری در افت کیفیت میوه‌های فرازگرا دارد. کنترل آن باعث تأخیر در فرایند رسیدگی میوه و افزایش عمر انبارمانی می‌شود. «میوه‌های فرازگرا» (مثل سیب و موز و زرد آلو) میوه‌هایی هستند که رسیدن آن‌ها همراه با تولید اتیلن و افزایش تنفس است. به بیان ساده‌تر، میوه‌های فرازگرا پس از چیده‌شدن هم می‌توانند مراحل رسیدگی خود را ادامه دهند. گاز اتیلن به‌عنوان هورمون گیاهی و تنظیم‌کننده رشد گیاه اهمیت زیادی دارد؛ زیرا بر بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیکی (رشدی) گیاه از مرحله جوانه‌زنی بذر تا پلاسیدگی و مرگ گیاه تأثیرگذار است. اتیلن همچنین از راه تخمیر هیدروکربن‌ها توسط بعضی از میکروارگانیسم‌ها (باکتری‌ها و قارچ‌ها) تولید شده و به‌عنوان ترکیب آلاینده وارد هوا می‌شود. مقدار

اتیلن طی رسیدن میوه‌های فرازگرا مثل سیب، هلو، موز، گوجه‌فرنگی و آووکادو به ۳۰ تا ۵۰۰ قسمت در میلیون بر کیلوگرم در هکتار (ppm/ kg.hr) می‌رسد، درحالی‌که در «میوه‌های نافرازگرا» مثل پرتقال، لیمو، توت‌فرنگی و آناناس محدوده اتیلن بین ۰/۱ تا ۰/۵ قسمت در میلیون بر کیلوگرم در هکتار قرار دارد.



شکل ۲- ساختار شیمیایی هورمون اتیلن

از نظر کشاورزی اتیلن مزایا و معایبی دارد. از مزایای اتیلن تحریک فرایند رسیدن در میوه‌های فرازگراست که به‌نوبه خود به بهبود طعم، رنگ و بافت موردپسند در آن‌ها منجر می‌شود. جنبه‌های منفی اتیلن در فرایندهای پس از برداشت میوه مشاهده می‌شود. همین مسئله باعث رسیدن سریع و بیش از حد میوه و درنهایت ازدست‌رفتن کیفیت میوه می‌شود. از نظر بیولوژیکی، اتیلن در غلظت‌های بسیار کم فعال است. آنچه مهم است حساسیت گونه‌های مختلف میوه‌ها به این گاز است. میوه‌های فرازگرا مثل سیب، کیوی و هلو عموماً هم مقدار زیادی اتیلن تولید می‌کنند و هم به این هورمون در (غلظت‌های ۰/۰۳ تا ۰/۱ میکرو لیتر در لیتر) بسیار حساس هستند. در عوض بعضی از میوه‌های نافرازگرا

مثل توت‌فرنگی میزان اتیلن کمی تولید می‌کنند؛ اما به‌عنوان گیاهان بسیار حساس، به مقادیر اندک اتیلن (۰/۰۱ تا ۰/۰۲ میکرو لیتر در لیتر) نیز واکنش نشان می‌دهند. بیش تر میوه‌های نافرازگرا، هم اتیلن کمی را تولید می‌کنند و هم حساسیت پایینی (غلظت‌های بیش تر از ۰/۲ میکرو لیتر در لیتر) به اتیلن دارند. در واقع، بین زمان انبارمانی و غلظت اتیلن هوای انبار رابطه وجود دارد. به‌این‌ترتیب که مقادیر بیش تر از ۰/۱ میکرو لیتر در لیتر اتیلن در هوای انبار باعث کاهش قابلیت انبارمانی میوه می‌شود. برای جلوگیری از تأثیرات مخرب اتیلن بر ماندگاری میوه‌ها و طولانی‌کردن قابلیت نگهداری آن‌ها، باید یا از تولید اتیلن جلوگیری کرد یا آن را از دسترس گیاه خارج کرد.

در این بخش سه دسته از مواد خنثی‌کننده اثر اتیلن بر محصولات کشاورزی و بویژه سیب را معرفی می‌کنیم.

مواد خنثی‌کننده اثر اتیلن بر محصولات کشاورزی

جاذب‌های اتیلن

استفاده از فن‌آوری‌های جدید بسته‌بندی از جمله بسته‌بندی فعال با استفاده از جاذب‌های اتیلن منجر می‌شود که زمان انبارمانی محصول همراه با رضایت مصرف‌کننده افزایش یابد. «کربن فعال» و «زئولیت» ترکیبات عمده‌ای هستند که به‌عنوان جاذب‌های اتیلن به‌کار برده می‌شوند. هر ترکیب کربنی می‌تواند برای تولید کربن فعال به‌کار برده شود، به شرط آنکه:

۱- محتوای مواد آلی پایینی داشته باشد؛

۲- به‌آسانی فعال شود؛

۳- براحتی در دسترس باشد؛

۴- هزینه کمی داشته باشد و میزان تخریب آن در شرایط سردخانه کم باشد.

بنابراین ترکیبات لیگنوسلولزی مثل چوب، پوست و هسته میوه‌ها، ضایعات سیب، گندم، ساقه پنبه و زغال بیش‌تر از بقیه ترکیبات در تولید کربن فعال استفاده می‌شوند. کربن فعال به‌صورت گرانول، پودر یا فیبر تولید می‌شود؛ اما نوع گرانولی به‌علت کاربرد و احیای راحت‌تر ترجیح داده می‌شود.

زئولیت یکی دیگر از مواد جاذب اتیلن است. زئولیت‌ها، بلورهای سیلیکات آلومینیوم هستند که از تغییر سنگ‌های آتش‌فشانی به‌دست آمده‌اند. برای به‌کارگیری زئولیت‌ها در جذب اتیلن از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود، مانند فیلترهایی با غشاهای غیرآلی، فیلم‌های پلی‌اتیلنی در بسته‌بندی اتمسفر اصلاح‌شده یا ساشه‌های کوچک. اثر زئولیت در ترکیب با فیلم بسته‌بندی در افزایش عمر ماندگاری میوه نه‌تنها در حفظ خصوصیات کیفی میوه مؤثر است، بلکه باعث کنترل فساد میکروبی محصول نیز می‌شود. همچنین در صورت کاربرد کربن فعال یا زئولیت به‌صورت ترکیب با اکسیدکننده‌ها یا کاتالیزورهای اتیلن، اثر آن‌ها بیش‌تر می‌شود.

اکسیدکننده‌های اتیلن

وجود پیوند دوگانه دو اتم کربن در مولکول اتیلن باعث شده است که این مولکول میل زیادی برای شرکت در واکنش‌های شیمیایی و تولید ترکیبات پایدارتر داشته باشد. بنابراین پرمنگنات پتاسیم بنفش‌رنگ باعث

اکسیدشدن اتیلن و تولید اتیلن گلیکول یا اسیداستیک می‌شود. با وجود مقادیر بیش تری از پرمنگنات پتاسیم، اکسایش شدیدتری اتفاق می‌افتد و دی‌اکسیدکربن، آب و دی‌اکسیدمنگنز تولید می‌شود که باعث تغییر رنگ پرمنگنات پتاسیم از بنفش به قهوه‌ای می‌شود. این تغییر رنگ به‌عنوان نشانه‌ای برای شناسایی اتیلن و قابلیت ظرفیت جذب پرمنگنات به‌کار می‌رود؛ هرچند، به‌علت خاصیت سمی زیادی که پرمنگنات پتاسیم دارد نمی‌توان آن را به‌طور مستقیم در تماس با مواد غذایی قرار داد. به همین دلیل، محلول اشباع پرمنگنات پتاسیم (شکل ۳) را روی بسترهای مناسب و مواد معدنی بی‌ضرر مانند سلیکاژل، کربن فعال، پرلیت، زئولیت یا آلومینا قرار داده و ترکیب حاصل را در بسته‌های کوچک[۱]، فیلم‌های بسته‌بندی یا فیلترها قرار می‌دهند. این محصولات را می‌توان در بسته‌بندی (بسته‌بندی فعال)، تجهیزات سردخانه یا طی حمل‌ونقل میوه به‌کار برد تا اتیلن را بسترهای حاوی پرمنگنات پتاسیم جذب کند و اکسید شود.

شکل ۳- پرمنگنات پتاسیم

۱ . Sachet

استفاده از ازن به‌منظور تجزیه اتیلن بخوبی بررسی و ثابت شده است. ازن گازی است که خاصیت اکسیدکنندگی بالایی دارد. در سال ۲۰۰۱ سازمان غذا و داروی آمریکا ازن را در فهرست محصولات ایمن از نظر مصرف قرار داد و استفاده از آن را در زمان فراوری میوه‌ها و سبزی‌ها به دو شکل گازی و محلول به‌ثبت رساند. در طول زمان پس از برداشت و جابه‌جایی میوه‌ها و سبزی‌ها، استفاده از ازن باعث حفظ کیفیت می‌شود؛ زیرا با حذف اتیلن یا جلوگیری از تولید آن، هم باعث جلوگیری از رسیدگی میوه می‌شود و هم با خاصیت ضدعفونی‌کنندگی آن، مانع تکثیر و جوانه‌زنی باکتری‌ها و قارچ‌ها می‌شود. البته مقدار ازن لازم برای این کار اثری سمی بر گیاه دارد و باعث تغییر شکل و مرگ سلولی می‌شود. ازن بشدت ناپایدار است و در زمانی کوتاه به اکسیژن تبدیل می‌شود. در بیش تر مواقع حفظ غلظت ثابتی از آن در هوای انبار یا آب، غیرممکن است. از طرف دیگر، سمیت آن همیشه مسئله‌برانگیز بوده است. در صورت تنفس‌کردن آن، ممکن است به بیماری حاد منجر شود یا بسته به مقدار تنفس‌شده آن، منجر به مرگ شود. به‌طور خلاصه کاربرد ازن باید با درنظرگرفتن غلظت مناسب، تعیین حساسیت میوه و جلوگیری از تأثیرات نامطلوب ازن روی ایمنی افراد انجام شود.

مسدودکننده گیرنده‌های اتیلن

یکی دیگر از راه‌های خنثی‌کردن اثر اتیلن استفاده از مسدودکننده‌های گیرنده اتیلن است. یون‌های نقره به‌صورت تیوسولفات نقره یا دی‌آزوسیکلوپنتادین اشعه‌دیده[۱]، از فعالیت اتیلن جلوگیری می‌کنند. البته هیچ‌یک را نمی‌توان در مواد غذایی استفاده کرد؛ زیرا نقره فلزی سنگین

۱. Irradiated diazocyclopentadiene

بوده که در غلظت‌های زیاد قابل‌انفجار است. قوی‌ترین بازدارنده اتیلن در بین سایر الفین‌های آلی و سیکلوپروپن‌های مصنوعی، ۱-متیل سیکلوپروپن است. قابلیت اتصال به گیرنده‌های اتیلنی در ۱-متیل سیکلوپروپن نسبت به اتیلن، ۱۰ برابر بیش‌تر است. این توانایی باعث می‌شود که ۱-متیل سیکلوپروپن در غلظت‌های خیلی کم، مؤثر باشد.

این نشریه حاصل نتایج تحقیقات و تجربیات به‌دست‌آمده درباره اثر غلظت‌های مختلف ۱-متیل سیکلوپروپن[۱] به شکل‌های قرص و گاز بر ماندگاری ارقام مختلف سیب گرانی اسمیت[۲]، فوجی[۳]، دیرس مشهد، ولشی[۴]، زرد و قرمز لبنانی[۵] است. بنابراین در ادامه ۱-متیل سیکلوپروپن، تاریخچه، کاربرد، مزایا و تأثیرات این ترکیب را معرفی می‌کنیم.

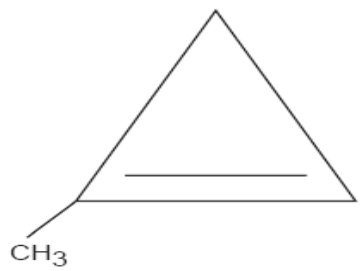
۱- متیل سیکلوپروپن

تاریخچه تولید، انواع و شرکت‌های تولیدکننده ۱- متیل سیکلوپروپن

محل‌های اتصال اتیلن در گیاهان با ترکیبات دیگری غیر از اتیلن نیز قابل‌پیوند است. ترکیباتی مانند نوربورنادین ۲/۵ [۶] و دی‌آزوسایکلوپنتادین[۷] قابلیت رقابت را با اتیلن در پیوند به محل مربوطه و مهارکردن اثر اتیلن دارد؛ ولی به‌دلیل مشکلاتی مانند بوی نامطبوع، نداشتن استحکام در محل پیوند، نیاز به نور برای مسدودکردن اثر اتیلن و آتش‌زابودن در دوره پس از برداشت محصولات مختلف، بدان توجه شده است. در فشار و دماهای

۱. 1-Methyl Cyclopropen
۲. Granny smith
۳. Fuji
۴. Wealthy
۵. Red delicious & Golden delicious
۶. Norbornadiene 2/5
۷. Diazocyclopentadiene

استاندارد به شکل گاز با جرم مولکولی ۵۴ است. فرمول شیمیایی آن نیز C_4H_6 است (شکل ۴). ۱-متیل سیکلو پروپن در حالت مایع یا محلول، ترکیبی ناپایدار ولی در شرایط دمای کم پایدار است. با تولید پودر آن که در واقع به‌صورت ترکیب‌شده با سیکلو دکسترین است، کاربرد آن جنبه تجاری پیدا کرد. این پودر پایدار است و هنگام تماس با آب، ۱-متیل سیکلوپروپن را به‌شکل گاز آزاد می‌کند. این پودر را شرکتی آمریکایی برای استفاده در نگهداری گیاهان زینتی اولین بار با نام تجاری اتیل بلاک[۱] تولید کرد و در سال ۱۹۹۹ سازمان حفاظت از محیط‌زیست آمریکا آن را تأیید کرد. نوع مورد استفاده برای محصولات خوراکی آن را شرکت آمریکایی آگروفرش به‌ثبت رسانید. این محصول پس از تأیید سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا در سال ۲۰۰۲ با نام تجاری اسمارت فرش[۲]، به بازار عرضه شد. این ترکیب درحال‌حاضر به شکل‌های پودر، قرص، اسپری و ساشه‌هایی که به‌شکل کنترل‌شده ۱-متیل سیکلوپروپن[۳] را در ظروف بسته‌بندی آزاد می‌کنند، عرضه می‌شود (شکل‌های ۵ و ۶).



شکل ۴- ساختار شیمیایی ۱-متیل سیکلوپروپن

۱. Ethylbloc
۲. SmartFresh
۳. 1-MCP

شکل ۵- اسپری و ساشه ۱-متیل سیکلوپروپن

شکل ۶- پودر و قرص ۱-متیل سیکلوپروپن

کاربرد ۱–متیل سیکلوپروپن در میوه‌ها و سبزی‌ها

از سال ۲۰۰۲، ۱-متیل سیکلوپروپن به‌شکل تجاری و نیمه‌تجاری برای نگهداری بسیاری از محصولات فرازگرا به‌کار رفته است، از جمله سیب، زردآلو، آوکادو، موز، تمشک آبی، کیوی، انجیر، انبه، پاپایا، هلو، گلابی،

خرمالو، آلو، خربزه، شلیل و گوجه‌فرنگی. پژوهش‌های متعددی نیز در زمینه کاربرد ۱-متیل سیکلوپروپن در میوه‌های نافرازگرا نظیر گیلاس، خیار، انگور، گریپ فروت، لیمو، پرتقال، فلفل، آناناس، توت‌فرنگی، هندوانه و سبزی‌ها و صیفی‌هایی مثل بروکلی، هویج، کاهو، جعفری، بادمجان و سیب‌زمینی انجام شده است. در میوه‌های نافرازگرا اتیلن باعث رسیدگی نمی‌شود؛ اما سبب افزایش تنفس، مستعدشدن میوه برای خرابی، پلاسیدگی و کاهش عمر انباری می‌شود. جدول ۱ (که به صورت پیوست در آخر نشریه آمده است)، کاربرد ۱-متیل سیکلوپروپن در محصولات، کشورها و ارقام مختلف را نشان می‌دهد.

نوع رقم در پاسخ به تیمار ۱-متیل سیکلوپروپن مؤثر است. به‌طور کلی میوه‌های برداشت‌شده در مرحله رسیدگی پیشرفته یا نزدیک به نقطه فرازگرا، مستعد تولید مقادیر زیادی اتیلن بوده‌اند و کم‌ترین پاسخ را نسبت به تیمار ۱-متیل سیکلوپروپن نشان می‌دهند. تفاوت‌های مشاهده‌شده در اثر غلظت‌های متفاوت ۱-متیل سیکلوپروپن در محصولات مختلف در مهارکردن درجه رسیدگی آن‌ها نیز مهم است. برای مثال استفاده از غلظت ۱ قسمت در میلیون (PPM) از ۱-متیل سیکلوپروپن در مهارکردن فرایندهای رسیدگی در بیش‌تر ارقام سیب و گلابی مؤثر بوده است. در زیر جدول مربوط به نتایج پژوهش‌های انجام‌شده درباره اثر متیل سیکلوپروپن میوه‌ها و صفات مورد بررسی در آن‌ها آمده است.

جدول ۲- خلاصه نتایج برخی تحقیقات درباره اثر متیل سیکلوپروپن میوه‌ها و صفات مورد بررسی در آن ها

ردیف	میوه	صفات مورد بررسی	نتیجه تحقیق
۱	آناناس نیمه‌فراوری (ental Protection Agenc)	سرعت تنفس، قهوه‌ای شدن و سایر خواص کیفی	کاهش سرعت تنفس و قهوه‌ای شدن و بهبود خصوصیات ظاهری برش‌های میوه نسبت به شاهد
۲	آناناس نیمه‌فراوری	رنگ، کشت میکروبی	نبود تفاوت معنی‌دار ظاهری و میکروبی، بیش‌تر بودن روشنایی و هیو در نمونه‌های تیمارشده
۳	برش سیب	اتیلن، تنفس، بافت، رنگ	کاهش تولید اتیلن و تنفس و افزایش کیفیت بافت و رنگ نسبت به شاهد
۴	آلو	بافت، رنگ، اسیدیته، مواد جامد محلول، افت وزن	تأخیر نرم‌شدن بافت و تغییر رنگ، تغییرنکردن اسیدیته و مواد جامد محلول، کاهش ضایعات میوه در دمای پایین
۵	طالبی	اتیلن، سفتی میوه	تعویق تولید اتیلن، کاهش نرم‌شدن میوه، افزایش کیفیت در مراحل مختلف رسیدگی و حمل‌و نقل
۶	زردآلو	عکس‌العمل زردآلو به آسیب‌های مکانیکی و آنزیمی	تأخیر در افزایش تولید اتیلن در آسیب‌ندیده، کم‌تر بودن سرعت تنفس و نرمی بافت نسبت به شاهد، افزایش فعالیت آنزیم میوه آسیب‌دیده

ادامه جدول ۲- خلاصه نتایج برخی تحقیقات درباره اثر متیل سیکلوپروپن میوه‌ها و صفات مورد بررسی در آن ها

ردیف	میوه	صفات مورد بررسی	نتیجه تحقیق
۷	سیب	سوختگی سطحی، اتیلن	تحت تأثیر رقم بودن تغییر رنگ سطحی سیب (سوختگی سطحی)، عدم کنترل کامل سوختگی سطحی هم‌زمان با افزایش غلظت اتیلن
۸	سیب	سفتی بافت و اتیلن، مدت‌زمان رسیدگی، اسیدیته فساد قارچی	افزایش مدت زمان نگهداری، کاهش سرعت تولید اتیلن و مدت‌زمان رسیدگی، اسیدیته قابل‌تیتراسیون و فساد قارچی در میوه‌های تیمارشده
۹	سیب	سفتی بافت، اتیلن	تأثیرات مختلف بر سفتی بافت حفظ سفتی بافت بسته به مقدار اتیلن در زمان برداشت، نوع رقم و شرایط محیطی
۱۰	گوجه‌فرنگی	زمان ماندگاری و بازارپسندی، ضایعات وزنی	کاهش ضایعات وزنی میوه و افزایش ماندگاری و بازارپسندی بسته به تیمار با متیل سیکلوپروپن، مرحله رسیدگی و دمای نگهداری

مزایای کاربرد ۱-متیل سیکلوپروپن نسبت به سایر روش‌های کاهش یا حذف اتیلن

* تأثیر بسزایی در حفظ کیفیت محصولات انبارشده دارد؛
* برای انسان غیرسمی است؛
* دوستدار محیط‌زیست است؛
* کاربرد آن آسان است؛
* از نظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه است.

ایمنی ۱-متیل سیکلوپروپن

تحقیقات متعدد نشان داده است که این ترکیب برای انسان غیرسمی است. مقدار باقی‌مانده آن در محصول بسیار ناچیز است و در غلظت بسیار کم، مؤثر است. مقدار غلظت مرگ‌آور[۱] هوای تنفسی در موش صحرایی بیش از ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر یا ۱/۱۲۶ قسمت در میلیون ماده فعال در هوای تنفس گزارش شده است. در بررسی‌های سم‌شناسی، هیچ‌گونه سمیت حاد یا علائم کلینیکی مسمومیت سیستماتیک مشاهده نشده است. بر اساس مطالعاتی که درباره سرطان‌زایی آن روی سلول‌های پستانداران انجام شده است، ثابت شده که این ماده از نظر سرطان‌زایی، سمیت سلولی و مغز استخوان هیچ اثر سوئی نداشته است.

تأثیرات مثبت کاربرد ۱-متیل سیکلوپروپن در انبارداری سیب

به‌کارگیری ۱-متیل سیکلوپروپن پس از برداشت سیب، باعث کاهش یا تأخیر در تولید اتیلن شده و به دنبال آن باعث کاهش این موارد

۱. Lethal Concentration

می‌شود: شدت تنفس، ازدست‌دادن آب، نرمی بافت، سوختگی سطحی و نرم‌شدگی، تشکیل استر و الکل فرار، تغییر رنگ، قهوه‌ای‌شدن و تخریب در حمل‌ونقل. در بسیاری از نقاط جهان از ۱-متیل سیکلوپروپن در نگهداری سیب استفاده شده است.

کاربرد غلظت‌های مختلف شکل‌های قرص و گازی ۱-متیل سیکلوپروپن در نگهداری ارقام مختلف سیب بررسی و صفات (درصد کاهش وزن، سفتی بافت، قهوه‌ای شدن داخلی، آب‌گزیدگی، رنگ پوست و گوشت، pH، مواد جامد محلول، اسیدیته، اتیلن) و ویژگی‌های ارگانولپتیک (شکل ظاهری، رنگ پوست، رنگ گوشت، قهوه‌ای شدن، دارا بودن حفره‌های آب، بو، طعم، سفتی بافت) اندازه‌گیری‌شده است. تأثیرات مثبت استفاده از این ماده در انبارداری سیب به شرح زیر است:

* افزایش طول مدت نگهداری سیب؛
* حفظ صفات کیفی سیب در طول مدت نگهداری؛
* کاهش ضایعات انباری سیب؛
* بدون تأثیر منفی بر خواص حسی میوه بعد از انبارداری.

دستورالعمل تیماردهی سیب با ۱-متیل سیکلوپروپن

با توجه به نتایج پژوهش‌ها مراحل زیر برای کاربرد ۱-متیل سیکلوپروپن پیشنهاد می‌شود:

۱- برداشت سیب یک هفته تا ۱۰ روز قبل از رسیدگی کامل؛

۲- جداسازی نمونه‌های لکه‌دار یا ضربه‌دیده و ناسالم؛

۳- خنک‌کردن سیب تا دمای نزدیک به ۵ درجه سانتی‌گراد حداکثر

طی مدت ۳ تا ۵ ساعت بعد از برداشت؛

۴- قراردادن سیب در معرض ۱-متیل سیکلوپروپن (شکل‌های ۷ و ۸) به‌طوری‌که غلظت گاز آن در هوای اطراف میوه به ۱ تا ۱/۵ قسمت در میلیون برسد. لازم است تقریباً نصف فضای انبار از میوه پر شده باشد. مقدار مصرف و روش استفاده از ۱-متیل سیکلوپروپن به شکل مصرف و درصد خلوص این ماده بستگی دارد و مطابق دستورالعمل شرکت سازنده و بر اساس حجم فضای مورد نیاز تهیه می‌شود نه مقدار میوه مصرفی؛

شکل ۷- آماده‌کردن سیب برای تیماردهی با اسپری ۱-متیل سیکلوپروپن

شکل ۸- آماده‌کردن سیب برای تیماردهی با قرص ۱-متیل سیکلوپروپن

۵- در هنگام کار با متیل سیکلوپروپن از دستکش و ماسک استفاده شود؛

۶- برای استفاده از شکل گازی ۱-متیل سیکلوپروپن بر اساس دستورالعمل لوپوفرش، اسپری‌کردن گاز به‌مدت یک ثانیه در فضایی به حجم ۲ متر مکعب، غلظت یک قسمت در میلیون از این گاز را ایجاد می‌کند. بنابراین در فضای مثلاً ۱۰۰ متر مکعبی، مدت زمان لازم برای اسپری‌کردن ۵۰ تا ۶۰ ثانیه خواهد بود؛

۷- در صورت استفاده از پودر یا قرص، محلولی با غلظت مشخص و

براساس دستورالعمل شرکت سازنده تهیه می‌شود. برای مثال برای ایجاد گاز ۱-متیل سیکلوپروپن با غلظت یک قسمت در میلیون در محفظه‌ای به حجم یک لیتر، مقدار ۰/۰۱۴۵ گرم قرص ۱-متیل سیکلوپروپن با درجه خلوص ۰/۱۲۷ درصد را در ظرفی شیشه‌ای می‌ریزیم و۱۲/۵ میلی‌لیتر از محلولی با غلظت یک درصد را که حاوی نسبت مساوی از هیدروکسید سدیم و پتاسیم است، اضافه می‌کنیم تا کاملاً حل شود. گاز ۱-متیل سیکلوپروپن در مدت زمانی کم‌تر از ۲۰ ثانیه متصاعد شده و باید به‌سرعت درون محفظه نفوذناپذیر استفاده شود. بنابراین با محاسبه فضای مورد نیاز و تخمین پرشدن سیب در حداکثر نصف فضای موجود، می‌توان مقدار ۱-متیل سیکلوپروپن و میوه مصرفی را محاسبه کرد؛

۸- دما و زمان مورد استفاده براساس دستورالعمل شرکت سازنده تعیین می‌شود و در میوه‌های مختلف متفاوت است. برای مثال درباره کاربرد ۱-متیل سیکلوپروپن برای نگهداری میوه سیب، دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۸ ساعت توصیه می‌شود؛

۹- برای گاززنی مقادیر کم سیب می‌توان از کیسه یا پوشش‌های پلاستیکی و برای مقادیر زیاد میوه از سردخانه‌ای که منافذ آن گرفته شده است، استفاده کرد؛

۱۰- به‌منظور حذف مقادیر جذب‌نشده ۱-متیل سیکلوپروپن، تهویه هوای اطراف سیب‌ها پس از گاززنی، با پنکه یا سیستم تهویه سردخانه انجام شود؛

۱۱- بسته‌بندی میوه‌ها در جعبه یا کارتن؛

۱۲- نگهداری در سردخانه با دمای ۰/۵±۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد (شکل ۹).

شکل ۹- سیب‌های نگهداری‌شده در کارتن در سردخانه پس از تماس با گاز ۱-متیل سیکلوپروپن

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج تحقیقات و تجربیات به‌دست‌آمده درباره تأثیر ۱-متیل سیکلوپروپن در انبارداری سیب موارد زیر نتیجه‌گیری و توصیه می‌شود:

۱- امروزه در کشورهای مختلف جهان به‌منظور افزایش کیفیت و حفاظت محصولات باغی از آثار مخرب اتیلن از ۱-متیل سیکلوپروپن استفاده می‌شود.

۲- این ترکیب جاذب اتیلن نیست. اما با مسدودکردن گیرنده‌های اتیلنی مانع اثر اتیلن می‌شود و علی‌رغم داشتن ساختمانی شبیه اتیلن، خاصیت ضد اتیلنی از خود نشان می‌دهد.

۳- ۱-متیل سیکلو پروپن به اشکال مختلف جامد، مایع و گاز وجود دارد و قبل از انبارداری استفاده می‌شود و پس از آن میوه نگهداری می‌شود.

۴- برای حصول بهترین نتیجه، لازم است سیب قبل از پیک تنفس (رسیدگی کامل) برداشت و در اسرع وقت گاز زنی آن با ۱-متیل سیکلو پروپن انجام شود. سپس میوه‌ها به سردخانه منتقل شود.

۵- آموزش صحیح باغداران درخصوص مراحل قبل از برداشت و توجه به زمان مناسب برداشت سیب به‌منظور افزایش کیفیت و عمر انبارمانی، دقت در نحوه برداشت صحیح و جلوگیری از واردآمدن فشار و ضربه ضروری است.

۶- نوع قرص یا پودری ماده ۱-متیل سیکلوپروپن به شکل گازی (اسپری) ارجحیت دارد.

۷- غلظت مناسب گاز ۱-متیل سیکلوپروپن در هوای محل نگهداری سیب ۱ تا ۱/۵ قسمت در میلیون است.

۸- با افزایش طول مدت نگهداری و کاهش ضایعات سیب در سردخانه و

ورود سیب به بازار در خارج فصل، سود بیش تری عاید سردخانه‌داران می‌شود.

۹- ۱-متیل سیکلوپروپن به‌عنوان ماده‌ای ایمن و ارزان هیچ‌گونه تأثیر منفی بر طعم و رنگ و بو و مزه نهایی سیب پس از خروج از سردخانه ندارد.

۱۰- ترجیحاً از مصرف انواع برندهای چینی به‌دلیل نداشتن ضمانت کارآیی لازم خودداری شود.

منابع

۱. بی‌نام. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران: ویژگی‌های سیب شماره استاندارد ۳۴۷، ۱۳۴۶.

۲. بی‌نام. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران: ویژگی‌ها و روش‌های آزمون سیب درختی شماره استاندارد ۳۴۷۶، ۱۳۷۳.

۳. بی‌نام. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران: روش تشخیص میزان احساس طعم در مواد خوراکی. شماره استاندارد ۲۴۴۲، چاپ دوم، ۱۳۶۳.

۴. بی‌نام. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران: استاندارد تجزیه‌وتحلیل حسی- روش‌شناسی- آشنایی و آموزش ارزیاب‌ها در آشکارسازی و تشخیص بوها. شماره استاندارد ۸۰۹۵، چاپ اول، ۱۳۴۸.

۵. بی‌نام. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران: نمونه‌برداری از میوه‌ها و سبزی‌های تازه. شماره استاندارد ۶۲۲، چاپ دوم، ۱۳۷۱.

۶. بی‌نام. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران: فراورده‌های میوه و سبزی- اندازه‌گیری مقدار مواد جامد محلول، روش رفرکتومتری. شماره استاندارد ۷۹۹۴، چاپ اول، ۱۳۸۳.

۷. شواخی، ف. ه. بهمدی و ص. معدنی.۱۳۹۲. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی تأثیر ۱-متیل سیکلوپروپن بر خواص کیفی ماندگاری کاهش ضایعات سیب درختی. شماره فروست ۴۴۴۵۳.

۸. عمادپور، م؛ قره‌یاضی، ب؛ رضایی کلج، ی؛ عمرانی، آ؛ محمدی، الف. «تأثیر گرانول‌های نانوزئولیت حاوی پرمنگنات پتاسیم بر افزایش عمر

انبارمانی و خصوصیات کیفی گیلاس تک‌دانه مشهد». مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی: جلد دهم، شماره اول، ۱۱ تا ۲۶، ۱۳۸۸.

۹. میرمجیدی هشتجین، ع و همکاران. کاهش ضایعات محصولات کشاورزی (باغی، زراعی و سبزی و صیفی) در مراحل پس از برداشت. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات فنی مهندسی کشاورزی، کرج، ۱۳۸۸.

۱۰. نصراللهی، خ و همکاران. «ارزیابی موقعیت رقابتی تولید و صادرات سیب درختی ایران در ارتباط با کشورهای OECD- مطالعه موردی شهرهای منتخب استان آذربایجان غربی (۱۳۸۲-۱۳۸۴)». اقتصاد کشاورزی و توسعه: سال هفدهم، شماره ۶۶، ۱۳۸۸.

11. Arteca, R. 1996. Historical aspects and fundamental terms and concepts. In Arteca, R: Plant Growth Substances: Principles and Applications. New York, Chapman & Hall, 10-19.

12. Blankenship, S.M. and Dole, J.M. 2003. 1-Methylcyclopropene: a review. Postharvest Biology and Technology, 28, 1-25.

13. Bernardino, M.A., Castillo-Israel, K.A.T., Serrano, E.P., Gandia, J.B.L. and Absulio, W.L. 2016. Efficacy of 1-methylcyclopropene (1-MCP) post-cutting treatment on the storage quality of fresh-cut 'Queen' pineapple (Ananas comosus (L.) Merr. cv.'Queen'). International Food Research Journal 23(2): 667-674.

14. Budu, A.S. and Joyce, D.C. 2003. Effect of 1- methyl cyclopropen on the quality of minimally processed pineapple fruit. Australian Journal of Experimental Agriculture, 43, 177-184.

15. Cape, J.N. 2003. Effects of airborne volatile organic compounds on plants. Environmental Pollution, 122, 145–157.

16. Crouch, I. 2003.1- Methylcyclopropene (Smart Fresh TM) as an

alternative to midified atmosphere and controlled atmosphere storage of apple and pears. Acta Horticulture, 600, 433-439.

17. Dabrowski, A., Podko´scielny, Z., Hubicki, Z and Barczak, M. 2005. Adsorption of phenolic compounds by activated carbon-A critical review. Chemosphere, 58, 1049–1070.

18. Dauny, P.T., and Joyce, D.C. 2002. 1- MCP improves the storability of "Queen Cox" and "Bramley" apple fruit. HortScience, 37, 1082 – 1085.

19. DeEll, J.R., Murr, D.P., Porteous, M.D and Rupasinghe, H.P.V. 2002. Influence of temperature and duration of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) treatment on apple quality. Postharvest Biology and Technology, 24, 349-353.

20. DeEll, J.R., Murr, D.P., Muller, L. Wiley, L and Porteous, M.D. 2005. Influence of 1-methylcyclopropen (1-MCP), diphenylamine (DPA), and Co2 concentration during storage on "Empire" apple quality. Postharvest Biology and Technology. 38(1), 1-8.

21. Defilippi, B.G., Dandekar, A.M and Kader, A.A. 2004. Impact of suppression of ethylene action or biosynthesis on flavor metabolites in apple (Malus domestica Borkh) fruits. Journal of Agircultural and Food Chemstry, 52, 5694-5701.

22. Ergun. M., J. Jeong., D.J. Huber and D.J. Cantliffe. 2005. Suppression of ripening and softening of Galia melona by 1- methylcyclopropene applied of preripe of ripe stages of development. Hort Science. 40(1):170-175.

23. FAO, 2015, Food and Agriculture organization of United Nations; Available from http:// faostat.fao.org.

24. Hewett, E.W. 2006. An overview of preharvest factors influencing postharvest quality of horticultural products. International Journal Postharvest Technology, 1(1), 4-15.

25. Huber, D. J. 2008. Suppression of ethylene responses through application of 1- methylcyclopropene: a powerful tool for elucidating ripening and senescence mechanisms in climacteric and nonclimacteric fruits and vegetables. Journal of HortScience, 43(1), 106-111.

26. Jeziorek, K., Woźniak, M. and Tolmala, K. 2010. Response of 'golden delicious' apples to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) in conditions of normal and controlled atmosphere. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 18(2), 223-237.

27. Jung, S.K and Watkins, C.B. 2008. Superficial scald control after delayed treatment of apple fruit with diphenylamine (DPA) and 1-methylcyclopropene (1-MCP). Postharvest Biology and Technology, 50, 45-52.

28. Kader, A.A. 2005. Increasing food availability by reducing postharvest losses of fresh produce. Acta Horticulturae, 682, 2169-2175.

29. Kader, A.A. 2003. A perspective on postharvest horticulture (1978-2003). HortScience, 38(5), 1004-1008.

30. Lurie, S. (2005). Application of 1- methylcyclopropen to prevent spoilage. Postharvest Rieview, 1-4.

31. Mahapatra, A.K., Muthukumarappan, K. and Julson, J.L. 2005. Applications of ozone bacteriocins and irradiation in food processing: a review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 45, 447–461.

32. Martino, G.D.K., Vizovitis, R., Botandi, A., Belintcontro and Mencarelli, F. 2006. 1- MCP controls ripening induced by impact injury on apricot by affecting SOD and POX activities. Postharvest Biology and Technology, 39(1), 38-47.

33. Massolo, J.F., Concellon, A., Chaves, A.R and Vicente, A.R. 2011. 1-methylcyclopropene (1-MCP) delays senescence maintains quality and reduces browning of non-climacteric eggplant (Solanum melongena L) fruit. Journal of Postharvest Biology and Technology, 56, 10-15.

34. Mehyar, GF and Han, J.H. 2011. Active Packaging for Fresh-Cut Fruits and Vegetables. In: Brody, A.L., Zhuang, H., Han, J.H: Modified Atmosphere Packaging for Fresh-Cut Fruits and Vegetables. United Kingdom, Blackwell Publishing Ltd,. 267-283.

35. Menniti, A.M., Gregori, R and Donati, I. 2004. 1- methylcyclopropenretards postharvest softening of plums. Postharvest Biology and Technology, 31(3), 269-275.

36. Mir, N.A., Curell, E., Khan, N., Whitaker, M and Beaudry, R.M. 2001. Harvest maturity, storage temperature and 1-MCP application frequency alter firmness retention and chlorophyll fluorescence of 'Redchief Delicious' apples. Journal of the American Society for Horticultural Science, 126(5), 618-624.

37. Moran, R.E and McManus, P. 2005. Firmnessretention and prevention of coreline browing and senescence in. "Macoun" apples with 1- methylcyclopropene on ripening of greenhouse tomatoes at three storage temperatures. Postharvest Biology and Technology, 27, 285-292.

38. Paliyath, GP., Murr, D., Handa VA and Lurie, S. 2008. Postharvest Biology and Technology of Fruits, Vegetables and Flowers. Wiley-Blackwell Publishing, USA, 19-22, 59-60.

39. Pechous, S.W., Watkins, C.B and Whitaker, B.D. 2005. Expression of a – farnesene synthasegene AFS1 In relation to levels of a – farnesene and conjugated trienols in peel tissue of scaldsusceptible "Law Rome" and scal-resistant "Idared" apple fruit. Postharvest Biology and Technology, 35, 125-132.

40. Perera, C.O.L., Balchin, E., Baldwin., Stanley, R and Tian, M. 2003. Effect of 1-methl cyclopropen on the quality of fresh- cut apple slices. Journal of Food Science, 68(6), 1910-1914.

41. Scalzo, J., Politi, A., Pellegrini, N., Mezzetti, B and Battino, M. 2005. Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. Nutrition, 21, 207-213.

42. Skog, L.G and Chu, C.L. 2001. Effect of ozone on qualities of fruits and vegetables in cold storage. Canadian Journal of Plant Science, 81, 773-778.

43. Sisler EC, Wood C.1988. Interaction of ethylene and CO2 activity

of apple. Physiologia Plantarum 73,440–444.

44. Sisler and Blankenship.2002. Fruit Quality and its Biological Basis. P: 196. Edited by Michael knee. Sheffield Academic Press.

45. Sisler, E.C., Dupille, E and Serek, M. 1996. Effect of 1-Methylcyclopropene and methylenecyclopropane on ethylene binding and ethylene action on cut carnations. Plant Growth Regulation, 18, 79-86.

46. Watkins, Ch.B. 2006. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. Biotechnology Advances, 24, 389-409.

47. Watkins, Ch. B and Nock, J.F. 2010. Rapid 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment and delayed controlled atmosphere storage of apples. Postharvest Biology and Technology, 69, 24–31.

48. Wertheim, S.J. 2005. Fruit storage. In: Tromp, J.A.D., Webster and Wertheim, S.J: Fundamentals of temperate zone tree fruit production. Backhuys Publishers, (Eds.), Leiden, The Netherlands; 311-324.

49. Wills, R.B.H and Warton, M.A. 2004. Efficacy of potassium permanganate impregnated into alumina beads to reduce atmospheric ethylene. Journal of the American Society for Horticultural Science, 129, 433-438.

50. Wrzodak, A., M. Gajewski. 2015. Effect of 1-MCP Treatment on Storage Potential of Tomato Fruit. Journal of Horticultural Research 23(2): 121-126.

پیوست

جدول ۱- کاربرد ۱-متیل سیکلوپروپن در کشورها، محصولات و ارقام مختلف

ردیف	کشور	محصول	رقم
۱	آرژانتین	بادمجان	Solanum melongena L.
۲	آفریقای جنوبی و چین	انبه	Kensington Pride’
۳	آمریکا	سیب	Domestica Borkh
۴	کانادا	گیلاس	گزارش‌نشده
۵	آمریکا	سیب	Gala
۶	آمریکا	کاهو	Lactuca sativa L.
۷	کانادا	گلابی	گزارش‌نشده
۸	آمریکا	سیب	‘Empire’
۹	ایتالیا	آناناس	Smooth
۱۰	آمریکا	سیب	Domestica borkh
۱۱	آمریکا	سیب	Malus sylvestris domestica Borkh
۱۲	ژاپن	سیب	Malus domestica Borkh. (Orin &)
۱۳	آمریکا	توت‌فرنگی	گزارش‌نشده
۱۴	کانادا	سیب	Malus & Domestica borkh
۱۵	آمریکا	سیب	Golden Delicious’
۱۶	ایتالیا	سیب	‘Granny Smith
۱۷	آمریکا	زردآلو	گزارش‌نشده

یادداشت

یادداشت

یادداشت