

محلول پاشی قبل از برداشت با کلسیم کلراید جهت افزایش کیفیت پرتقال‌های تامسون ناول و خونی مورو در زمان برداشت و طی انبارداری

جواد فتاحی مقدم^۱ و ماریه بیری^۲

- ۱- پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران
- ۲- مرکز جهاد کشاورزی چهل شهیدان، سازمان جهاد کشاورزی مازندران، رامسر، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۷/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۷/۱

چکیده

فتاحی مقدم ج، بیری م (۱۳۹۵) محلول پاشی قبل از برداشت با کلسیم کلراید جهت افزایش کیفیت پرتقال‌های تامسون ناول و خونی مورو در زمان برداشت و طی انبارداری. نشریه علمی - ترویجی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی ۵(۱): ۴۷-۵۹.

ارقام پرتقال تامسون ناول و مورو از عمده ارقامی هستند که بعد از برداشت برای چند ماه در انبار نگهداری می‌شوند. امروزه تلاش می‌شود تا کیفیت ظاهری و داخلی میوه طی نگهداری حفظ شود. در این پژوهش طی دو سال، اثر محلول پاشی با غلظت‌های مختلف کلسیم کلراید (۰، ۱، ۲ و ۴ درصد) در مراحل مختلف نمو میوه پرتقال‌های 'تامسون' و 'مورو' بررسی شد. میوه‌ها سه مرتبه و به فاصله سه هفته از ۱۴۰ روز بعد از اتمام گل‌دهی محلول پاشی شدند. میوه‌ها پس از برداشت در دمای پنج درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ درصد به مدت ۶۰ روز نگهداری شدند. در روزهای صفر (زمان برداشت)، ۳۰ و ۶۰ انبارداری ویژگی‌های کیفی میوه ارزیابی شد. نتایج نشان داد که کاهش وزن میوه‌های تیمار شده با کلسیم کلراید طی انبارداری بطور معنی‌داری کمتر از شاهد بود. اگرچه میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) میوه‌های 'تامسون' و 'مورو' تیمار شده و شاهد طی انبارداری کاهش یافت، ولی کاهش در میوه‌های محلول پاشی شده کندتر بود. نسبت مواد جامد محلول به اسید قابل تیتراسیون (TSS:TA) و هدایت الکتریکی (EC) در تیمارهای کلسیم کمتر از شاهد در زمان برداشت و ضمن انبارداری بود. میزان آسکوربیک اسید طی انبارداری بالاتر از شاهد بود. بطور کلی کلسیم کلراید بویژه در غلظت‌های بالاتر سبب حفظ خصوصیات کیفی میوه طی انبارداری شد.

واژه‌های کلیدی: انبارداری، کلسیم کلراید و مرکبات

مقدمه

در دهه‌های اخیر نقش کلسیم کلراید در حفظ کیفیت قبل و بعد از برداشت انواع میوه‌ها از طریق انسجام غشای سلولی و سفتی دیواره سلولی مورد توجه محققان بوده است (۱۱، ۱۶ و ۱۸). افزودن کلسیم سفتی دیواره سلولی را افزایش داده و مانع تبدیل آنزیم‌هایی چون پلی‌گالاکتروناز به فرم فعال و به دنبال آن نرمی بافت میوه و در نتیجه تاخیر در رسیدن آن می‌شود (۱۲).

مشکل انتقال و حرکت کلسیم در داخل گیاه بیشتر از مشکل جذب آن است. بدلیل حرکت کند کلسیم در آوندهای چوبی و توزیع غیر یکنواخت آن در اندام‌های مختلف گیاهی، کمبود آن به وفور در میوه مشاهده می‌شود. بنابراین لازم است با استفاده از روش‌هایی مانند محلول‌پاشی، مقدار کلسیم در میوه‌ها را افزایش داد (۳). قابلیت دسترسی گیاهان به کلسیم در خاک‌های اسیدی کاهش می‌یابد (۲۲) که این موضوع در خاک‌های شمال ایران که دارای pH پایین است اهمیت دارد.

گزارش‌های قابل دسترس کمی در ارتباط با کاربرد قبل از برداشت کلسیم کلراید روی میوه مرکبات وجود دارد. تیمار با کلسیم باعث تاخیر در مرحله‌ی بلوغ نارنگی پونکن شد (۷). هم‌چنین تیمار کلسیم کلراید باعث کندی بلوغ و افزایش قابلیت انبارداری میوه‌ی کلمانتین شد (۲۱). در پژوهشی اثر کلسیم کلراید، آب گرم و

سدیم کلراید روی کیفیت و خاصیت انبارداری لیموترش مکزیکی (*Citrus aurantifolia* Swing) و نارنگی مونترال بررسی شد. نتایج نشان داد که کاربرد کلسیم کلراید آسیب‌های مکانیکی را کاهش و قابلیت انبارداری لیموترش مکزیکی و نارنگی مونترال را افزایش داد (۱۶). کلسیم کلراید در فعال‌سازی سیستم آنتی‌اکسیدانی در زمانی که گیاهان در معرض تنش هستند، دخالت دارد گرچه هنوز ناشناخته است که تیمار میوه‌ها با این ترکیبات در شرایط پس از برداشت و در طول انبار سیستم مهار AOS را در میوه‌ی مرکبات تحت تأثیر قرار می‌دهد.

کاربرد قبل و پس از برداشت کلسیم آغاز پیری را در میوه‌هایی چون سیب، آووکادو، و توت‌فرنگی به تأخیر انداخت، ولی در انبه و موز چنین اثری نداشت (۹). کاربرد کلسیم کلراید باعث حفظ کیفیت و عمر انباری میوه‌های گوجه‌فرنگی شد. هم‌چنین سبب توقف گسترش عوامل بیماری‌زا و ممانعت از چروکیدگی شدند، طوری که میوه‌های تیمار شده انبارداری و بازارپسندی طولانی‌تری داشتند (۱۷). امروزه بیشتر از روش غوطه‌وری میوه در محلول‌های کلسیمی با هدف افزایش سفتی و عمر انباری میوه‌ها و سبزی‌ها استفاده می‌شود. افزایش میزان کلسیم میوه به تأخیر در نرم شدن و کاهش آسیب‌های فیزیولوژی آن کمک می‌کند (۱۲). تیمار میوه‌ی انبه با محلول کلسیم کلراید با غلظت چهار درصد تأثیری در عمر انباری چهار

محلول پاشی

در سال اول محلول کلسیم کلراید در چهار غلظت صفر، ۱، ۲ و ۴ درصد تهیه و با استفاده از یک محلول پاش دستی به دفعات ۱، ۲ و ۳ مرتبه و به فاصله ۳ هفته از ۱۴۰ روز بعد از تمام گل عمل محلول پاشی انجام شد. بر اساس نتایج آزمایش مقدماتی در سال اول، تیمار سه بار محلول پاشی با غلظت‌های صفر، ۱، ۲ و ۴ درصد کلسیم کلراید (به فاصله ۳ هفته از ۱۴۰ روز بعد از تمام گل) انتخاب شد. این تیمار روی سه شاخه از هر درخت انتخابی (سه درخت به عنوان سه تکرار) در سال دوم تکرار شد. در تیمار شاهد میوه‌ها فقط با محلول حاوی آب مقطر محلول پاشی شدند.

نمونه گیری

جهت بررسی کیفیت میوه‌ها در زمان برداشت و طی انبارداری، از هر تکرار (درخت)، ۳۰ عدد میوه برداشت شد (از هر شاخه‌ی محلول پاشی روی یک درخت ۱۰ عدد میوه برداشت و با هم مخلوط شد). هر ۳۰ عدد میوه در سبدهای جداگانه در سردخانه قرار داده شد. بنابراین، هر تیمار (غلظت محلول پاشی)، از ۹۰ میوه‌ی تا حد امکان یکنواخت تشکیل شده بود. میوه‌ها به مدت ۶۰ روز در سردخانه با دمای پنج درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۸۵ درصد نگهداری شد. علاوه بر نمونه برداری در زمان برداشت، در روزهای ۳۰ و ۶۰ نگهداری نیز جهت ارزیابی تغییرات کیفی میوه طی انبارداری

رقم انبه‌ی مورد مطالعه نداشت. جویس و همکاران (۹) نشان دادند که تیمار میوه‌های سیب با محلول شش درصدی کلسیم کلراید با کاهش آب از دست‌دهی، سرعت تنفس، کنترل فعالیت پراکسیدازها و حفظ سفتی میوه همراه بود.

در حال حاضر ارقام پرتقال 'تامسون' و 'مورو' از جمله ارقام تجاری مهم مورد مصرف در ایران هستند که معمولاً پس از برداشت به مدت چند ماه در انبار نگهداری می‌شوند. تمایل زیادی وجود دارد که بتوان کیفیت ظاهری و داخلی میوه را طی زمان پس از برداشت حفظ نمود. با توجه به پژوهش‌های محققین در گذشته، ترکیباتی چون کلسیم کلراید این قابلیت را دارند. تاکنون واکنش مرکبات به کاربرد این ترکیبات به ویژه به صورت محلول پاشی بطور جامع مورد بررسی قرار نگرفته است. هدف از این پژوهش، بررسی اثر کلسیم کلراید روی خصوصیات کیفی میوه ارقام پرتقال 'تامسون' و 'مورو' در زمان برداشت و طی انبارداری بود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

در این پژوهش از دو رقم پرتقال 'تامسون' ناول' و 'خونی' 'مورو' پیوند شده روی پایه نارنج واقع در باغ‌های تحقیقاتی پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه گرمسیری کشور (رامسر) استفاده شد.

نمونه برداری شد. دامنه ۲۰-۰ درصد برای هر یک از میوه‌ها اندازه گیری شد.

کاهش وزن میوه

تعداد سه عدد میوه از هر تکرار شماره گذاری شد و در هر نمونه برداری به آزمایشگاه منتقل و پس از اندازه گیری وزن آنها به سردخانه منتقل شد. با استفاده از فرمول زیر درصد کاهش وزن و یا میزان آب از دست داده شده محاسبه شد.

$$= 100 \times (\text{وزن اولیه} / \text{وزن ثانویه} - \text{وزن اولیه}) = (\%) \text{ کاهش وزن}$$

درصد عصاره

عصاره میوه با استفاده از آبمیوه گیر دستی استخراج و حجم آن با استفاده از استوانه مدرج اندازه گیری شد. با محاسبه درصد نسبت حجم عصاره به وزن میوه، درصد عصاره‌ی میوه در مقایسه با تفاله محاسبه شد.

اسیدیته (pH) و هدایت الکتریکی (EC) عصاره

میوه

pH عصاره با استفاده از pH متر دیجیتالی اندازه گیری شد. EC عصاره با استفاده از EC متر دیجیتالی اندازه گیری شد.

مواد جامد محلول (TSS)

میزان TSS (Total Soluble Solid) بر حسب درصد توسط دستگاه رفرکتومتر چشمی (مدل Atago - ATC-20 ساخت ژاپن)، در

اسید قابل تیتراسیون (TA)

به منظور اندازه گیری (Titratable Acidity) TA، مخلوط ۱۰ میلی لیتر از عصاره میوه با ۲۰ میلی لیتر آب مقطر و با استفاده از دو قطره شناساگر فنل فتالین با سود یک دهم نرمال تا ظهور رنگ صورتی روشن تیترا گردید. از حاصل ضرب عدد تیتراسیون در ۰/۰۶۴ میزان TA بر حسب درصد سیتریک اسید بدست آمد.

آسکوربیک اسید (ویتامین C)

غلظت اسید آسکوربیک پوست میوه بر اساس کاهش رنگ ترکیب ۲، ۶- دیکروفنل ایندوفنل (DCIP) توسط اسید آسکوربیک اندازه گیری شد (۲). در این روش، یک گرم پوست با ۳ میلی لیتر اسید متافسفریک ۱ درصد مخلوط و پس از سانتریفیوژ کردن در دمای چهار درجه سانتی گراد و ۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه، مقدار ۰/۵ میلی لیتر DCPIP به محلول سانتریفیوژ شده اضافه شد. سپس میزان جذب اسید آسکوربیک در طول موج ۵۲۰ نانومتر خوانده شد. غلظت اسید آسکوربیک با استفاده از منحنی استاندارد تهیه شده از غلظت‌های مختلف اسید آسکوربیک در حضور DCPIP محاسبه شد.

تجزیه آماری داده‌ها

پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، تجزیه واریانس داده‌های هر رقم بصورت آزمایش فاکتوریل دو عامله (غلظت کلسیم کلراید و مدت زمان نگهداری) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار با برنامه آماری MSTAT-C انجام شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

کاهش وزن و میزان عصاره میوه

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، اثر متقابل مدت زمان انبارداری و غلظت کلسیم کلراید روی درصد کاهش وزن میوه و درصد عصاره میوه هر دو رقم در سطح یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه‌ی میانگین‌ها نشان داد که درصد کاهش وزن میوه به تدریج با طولانی شدن مدت انبارداری در هر دو رقم افزایش یافت (جدول ۱). میوه‌های تیمار شده با کلسیم کلراید نسبت به شاهد آب از دست‌دهی کمتری در انبار نشان دادند. رقم 'مورو' نسبت به تامسون پوست نازک‌تری داشته و به کاهش وزن حساس‌تر است.

کاهش وزن میوه‌های تیمار شده با کلسیم کلراید در میوه‌هایی چون لیموی مکزیکی (۱۶)، سیب و انبه (۹)، گلابی (۱۱) و پاپایا (۱۲) گزارش شده است. بر اساس نتایج بدست آمده از کاربرد کلسیم کلراید در میوه

آلو روشن می‌شود که این ماده با بهبود انسجام غشاء سلولی و جلوگیری از تجزیه دیواره سلولی می‌تواند باعث کاهش از دست‌دهی آب شود (۱۰). همچنین کلسیم با حفظ غشاء و جلوگیری از پیری از کاهش آب میوه‌ها جلوگیری کرده است (۱۵).

با توجه به نتایج این آزمایش، کلسیم با حفظ انسجام غشاء مانع از دست دادن بیشتر آب میوه‌ها در مقایسه با شاهد شده است. در همین راستا میوه‌هایی که کاهش وزن کمتری در نتیجه حفظ آب درونی داشتند، از میزان درصد عصاره بیشتری نیز برخوردار بودند. درصد عصاره در ارقام 'تامسون' و 'مورو' در زمان برداشت تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت، ولی طی انبارداری میوه‌های تیمار شده با کلسیم کلراید بخصوص غلظت‌های دو و چهار درصد بطور معنی‌داری نسبت به شاهد میزان آب‌میوه‌ی خود را حفظ نمودند (جدول ۱).

pH و هدایت الکتریکی عصاره (EC)

میزان pH میوه‌های تیمار شده با کلسیم کلراید پس از ۳۰ و ۶۰ روز انبارداری در مقایسه با شاهد افزایش یافت. بیشترین میزان pH در پایان انبارداری و در غلظت چهار درصد کلسیم کلراید (در ارقام 'تامسون' و 'مورو' به ترتیب ۳/۴۴ و ۳/۴۹) بود (جدول ۲). این نتایج با گزارش محمود و همکاران (۱۲) مغایرت داشت، چراکه آنها بیان کردند که میوه‌های خربزه درختی که با غلظت‌های ۱/۵، ۲/۵ و

جدول ۱- میزان کاهش وزن و درصد عصاره میوه در زمان برداشت و طی انبارداری متأثر از محلول پاشی قبل از برداشت کلسیم کلراید

میزان عصاره کل (درصد)		کاهش وزن (درصد)		کلسیم کلراید (درصد)	مدت انبارداری (روز)
مورو	تامسون	مورو	تامسون		
۴۵/۷ab	۳۱/۱b	۰/۰f	۰/۰d*	۰	زمان برداشت
۴۶/۹ab	۴۵/۷a	۰/۰f	۰/۰d	۱	
۴۵/۶ab	۳۸/۱ab	۰/۰f	۰/۰d	۲	
۴۵/۸ab	۳۳/۹ab	۰/۰f	۰/۰d	۴	
۳۵/۸b	۲۷/۲bc	۵/۲bc	۵/۰a	۰	۳۰
۴۰/۳ab	۲۲/۸c	۳/۷de	۲/۱c	۱	
۳۶/۹b	۳۰/۶bc	۴/۸c	۲/۲c	۲	
۳۸/۲ab	۲۹/۹bc	۳/۰e	۲/۴bc	۴	
۳۶/۲b	۲۱/۹c	۴/۷cd	۴/۳a	۰	۶۰
۳۵/۱b	۲۳/۷c	۵/۹ab	۴/۴a	۱	
۴۲/۴ab	۳۲/۸ab	۶/۴a	۳/۲b	۲	
۴۹/۸a	۳۲/۳ab	۴/۶cd	۲/۵bc	۴	

میانگین‌هایی در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۲- میزان pH و EC میوه در زمان برداشت و طی انبارداری متأثر از محلول پاشی قبل از برداشت کلسیم کلراید

EC (ms)		pH		کلسیم کلراید (درصد)	مدت انبارداری (روز)
مورو	تامسون	مورو	تامسون		
۲/۸۳d	۳/۹۰a	۳/۰۰j	۳/۲۳e	۰	زمان برداشت
۲/۶۰h	۳/۰۹f	۳/۰۲h	۳/۰۲l	۱	
۲/۶۹f	۲/۵۵k	۳/۱۶d	۱۵/۳i	۲	
۲/۲۳l	۲/۹۲h	۳/۰۱i	۳/۰۴k	۴	
۲/۷۴e	۲/۸۹i	۲/۹۴k	۳/۱۲j	۰	۳۰
۲/۴۸j	۲/۹۶g	۳/۰۰j	۳/۱۸h	۱	
۲/۵۶i	۲/۵۲l	۳/۱۰e	۳/۲۱f	۲	
۲/۴۰k	۲/۸۸j	۳/۰۷g	۳/۲۰g	۴	
۲/۶۱g	۳/۸۰b	۳/۲۷c	۳/۴۰b	۰	۶۰
۲/۹۰c	۳/۴۲d	۳/۲۸b	۳/۲۶d	۱	
۳/۰۰b	۳/۱۱e	۳/۰۸f	۳۳/۳c	۲	
۳/۲۱a	۳/۵۶c	۳/۴۹a	۳/۴۴a	۴	

میانگین‌هایی در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

داد که تیمارهای کلسیم بویژه در غلظت‌های بالاتر سبب تأخیر در رسیدن و استحکام دیواره سلولی طی انبار شده است.

میزان مواد جامد محلول (TSS) ، اسید قابل

تیتراسیون (TA) و درجه بریکس (TSS:TA)

بر اساس نتایج تجزیه‌ی واریانس داده‌ها، اثر مقادیر مختلف کلسیم کلراید در زمان برداشت و طی انبارداری روی TSS هر دو رقم تأثیر معنی‌داری نداشت. مقایسه میانگین درجه بریکس نشان داد که در میوه‌های تیمار شده کمتر از شاهد در هر دو رقم بود. متوسط این نسبت در نمونه‌ی شاهد رقم 'تامسون' با مقدار ۱۴/۹۷ در پایان انبارداری تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها طی انبارداری داشت. در 'مورو' نیز هم در زمان برداشت و هم در پایان انبارداری متوسط این شاخص در میوه‌های محلول پاشی شده با چهار درصد کلسیم کلراید از شاهد و سایر تیمارهای کلسیم کلراید کمتر بود، ولی فقط در پایان انبارداری تفاوت معنی‌داری با شاهد داشت (جدول ۳).

اثر کلسیم کلراید در کاهش TSS میوه احتمالاً به دلیل کاهش در تنفس و فعالیت متابولیسم و کند نمودن مراحل رسیدن است. هم‌چنین کاهش در تنفس میزان ساخت و استفاده از متابولیت‌ها را کاهش داده که منجر به کاهش TSS (به دلیل کاهش تبدیل کربوهیدرات‌ها به قند) می‌شود. بطور کلی، غلظت مواد جامد محلول در انبار افزایش

۳/۵ درصد کلسیم کلراید تیمار شده بودند، pH کمتری نسبت به شاهد داشتند، ولی بین غلظت‌های مختلف تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. معمولاً افزایش pH طی رسیدن و ضمن انبارداری به دلیل مصرف اسیدهای آلی در تنفس است (۱۲). این تفاوت می‌تواند به دلیل فرازگرا بودن میوه‌ی خریزه درختی در مقایسه با مرکبات نیز باشد.

هدایت الکتریکی عصاره از جمله شاخص‌هایی است که برای تعیین کیفیت میوه به خصوص طی نگهداری در انبار استفاده می‌شود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مقدار EC در تیمارهای کلسیم کمتر از شاهد در زمان برداشت و در انبار بود (جدول ۲). هدایت الکتریکی عصاره در حقیقت بیان‌کننده میزان نشت سلولی در فضای بین سلولی است که طی رسیدن و انبارداری افزایش می‌یابد. این شاخص برآوردی از میزان عناصر معدنی چون منیزیم، پتاسیم و فسفر محلول در آب میوه نیز می‌باشد. به همین دلیل از آن به عنوان شاخص فیزیکی بلوغ و یا شاخص کیفی مناسب برای میوه‌های انباری نیز یاد می‌شود. معمولاً تأخیر در رسیدن با کاهش در نرمی میوه و EC در ارتباط است که بیان‌کننده‌ی میزان نفوذپذیری غشاء سلولی نیز است (۱ و ۶). هم‌چنین گزارش شده است که EC های کمتر ناشی از کاربرد کلسیم ممکن است به دلیل تخریب کمتر در غشاهای پلاسمایی و افزایش در پیوستگی غشاهای سلولی باشد (۱۴ و ۱۹). نتایج این آزمایش نشان

جدول ۳- میزان نسبت مواد جامد محلول به اسید قابل تیتراسیون (TSS:TA) و اسید قابل تیتراسیون (TA) در زمان برداشت و طی انبارداری متاثر از محلول پاشی قبل از برداشت کلسیم کلراید

TA (%)		TSS/TA		کلسیم کلراید (درصد)	مدت انبارداری (روز)
مورو	تامسون	مورو	تامسون		
۱/۳۵d	۱/۸۹a	۵/۸۲bc	۶/۶۰b	۰	زمان برداشت
۱/۵۸bc	۱/۵۰a	۶/۰۹bc	۸/۱۵b	۱	
۱/۹۶ab	۱/۴۷ab	۷/۵۵ab	۸/۰۵b	۲	
۲/۰۰ab	۱/۹۴a	۵/۶۶cd	۶/۲۱b	۴	
۱/۸۶ab	۱/۵۶a	۶/۵۶bc	۸/۲۱b	۰	۳۰
۱/۹۴ab	۸۳/۱a	۴/۵۴d	۶/۳۳b	۱	
۲/۱۴a	۱/۶۷a	۵/۴۲cd	۷/۱۴b	۲	
۲/۰۹a	۱/۹۰a	۵/۳۰cd	۶/۹۲b	۴	
۱/۲۷d	۰/۹۶b	۸/۸۶a	۹/۴a	۰	۶۰
۱/۵۳cd	۱/۶۷a	۶/۵۲bc	۷/۵b	۱	
۱/۷۴ab	۱/۷۵a	۶/۹۳bc	۷/۱۰b	۲	
۱/۸۴ab	۱/۵۸a	۵/۹۳bc	۷/۳۲b	۴	

میانگین‌هایی در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، ر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

غلظت‌های بالای کلسیم و کمترین در شاهد بود. دلیل آن می‌تواند غلظت بالای کلسیم تشکیل شده در لایه‌ی نازکی از سطح میوه باشد که مراحل تجزیه را به تأخیر می‌اندازد. آنها هم‌چنین بیان کردند که افزایش مواد جامد محلول از هفته دوم تا ششم طی انبارداری احتمالاً به دلیل هیدرولیز پلی ساکاریدها و تغلیظ آب میوه در نتیجه‌ی دهیدراسیون است.

با بررسی تغییرات اسید قابل تیتراسیون مشخص شد که در پرتقال 'تامسون' به جز در پایان انبارداری، تفاوت معنی‌داری بین تیمارها و شاهد وجود نداشت. میزان اسید قابل تیتراسیون

می‌یابد ولی گزارش شده که این افزایش بطور چشمگیری توسط کلسیم کلراید در توت فرنگی به تأخیر افتاد (۱۲) که نتایج حاصل از این پژوهش موافق با یافته‌ی اخیر است. از طرفی در گزارشی دیگر میزان مواد جامد محلول و اسیدیته میوه‌های هلو تحت تأثیر تیمار پس از برداشت کلسیم قرار نگرفت، هرچند در میوه‌های با مواد جامد محلول پایین‌ترین علائم قهوه‌ای شدن گوشت افزایش یافت (۱۳). نتایج این مطالعه در تقابل با گزارش دینگ و همکاران (۴) بود. بدین صورت که در میوه از گیل ژاپنی بیشترین مواد جامد محلول در

مقایسه با شاهد شد. بطوری که، میوه‌های تیمار شده در زمان برداشت و طی انبارداری میزان آسکوربیک اسید بالاتری داشتند. طی انبارداری میزان آسکوربیک اسید در مقایسه با شاهد در سطح بالاتری جدای از غلظت کلسیم مورد استفاده حفظ شد. بدین معنا که بین غلظت‌های محلول پاشی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. لیکن گوشت رقم 'مورو' در پایان انبارداری کاهش شدیدی در میزان آسکوربیک اسید داشت.

در بافت پوست نیز متوسط میزان آسکوربیک اسید در دو رقم 'تامسون' و 'مورو' در میوه‌های تیمار شده بالاتر از شاهد در زمان برداشت و طی انبارداری بود. در شروع و پایان انبارداری تفاوت معنی‌داری بین میوه‌های تیمار شده با شاهد وجود داشت، ولی در نمونه‌های گرفته شده پس از ۳۰ روز انبارداری، بین تیمار شده‌ها و شاهد تفاوت معنی‌داری در هر دو رقم مشاهده نشد.

علاوه بر ارزش غذایی بالا و خاصیت آنتی‌اکسیدانی که برای آسکوربیک اسید می‌توان قائل بود، افزایش آسکوربیک اسید شاخصی از درجه رسیدگی آن است و کاهش آن طی نگهداری نشان‌دهنده‌ی پیری بافت میوه است (۸) در خریزه درختی میزان آسکوربیک اسید در زمان رسیدن افزایش و سپس در ضمن پیری کاهش یافت (۱۲). در گوجه‌فرنگی نیز در زمان بلوغ و رسیدن افزایش یافت و در مرحله رسیدگی کامل کاهش یافت (۱۷). میزان

در رقم 'مورو' نیز در زمان برداشت میوه و در پایان انبارداری در تیمارهای دو و چهار درصد کلسیم کلراید نسبت به شاهد بالاتر بود. بطور کلی، میزان اسید قابل تیتراسیون طی انبارداری میوه‌های 'تامسون' و 'مورو' تیمار شده و شاهد کاهش یافت، ولی این روند در میوه‌های محلول پاشی شده کندتر بود (جدول ۳).

بالا بودن اسید قابل تیتراسیون به معنی تأخیر در رسیدن توسط کلسیم کلراید است. در حقیقت کلسیم کلراید بازدارنده‌ی فعالیت آنزیم‌هایی است که از اسیدهای آلی در واکنش‌های آنزیمی طی فرایندهای تنفس استفاده می‌کنند. گزارش شده است که کلسیم، کاهش در سیتریک اسید را به تأخیر انداخت. نتایج این مطالعه با یافته‌های محمود و همکاران (۱۳) مبنی بر کاهش اسید کل طی رسیدن خریزه درختی به دلیل کاهش در سیتریک اسید مطابقت داشت. آنها بیان نمودند که عمدتاً کاهش اسید قابل تیتراسیون طی بلوغ میوه رخ داد و تغییرات کمی در زمان رسیدن داشت. بعلاوه در گزارشی با اعمال تیمارهای کلسیم روی هلو مشاهده شد که این تیمارها تأثیری روی TA میوه طی چهار هفته انبارداری نداشتند.

آسکوربیک اسید گوشت و پوست

نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد که محلول پاشی درختان مرکبات با کلسیم کلراید باعث افزایش میزان آسکوربیک اسید در

جدول ۴- میزان آسکوربیک اسید گوشت و پوست طی انبارداری متأثر از محلول پاشی قبل از برداشت کلسیم کلراید

آسکوربیک اسید پوست		آسکوربیک اسید گوشت		کلسیم کلراید (درصد)	مدت انبارداری (روز)
مورو	تامسون	مورو	تامسون		
۴۸/۱c	۵۴/۵c	۱۷/۹e	۳۱/۳d	۰	زمان برداشت
۶۷/۱ab	۵۴/۵c	۴۵/۳bc	۳۶/۷bc	۱	
۷۰/۵a	۷۰/۵ab	۳۸/۲cd	۳۲/۹cd	۲	
۶۵/۳ab	۶۷/۶ab	۷۰/۵a	۳۳/۵cd	۴	
۵۵/۷bc	۵۴/۵c	۴۳/۷bc	۴۱/۹bc	۰	۳۰
۶۵/۹ab	۶۵/۳abc	۶۵/۳ab	۵۸/۱a	۱	
۶۵/۹ab	۶۲/۹bc	۶۲/۹ab	۶۱/۱a	۲	
۶۵/۳ab	۶۲/۹bc	۷۰/۱a	۵۷/۵a	۴	
۴۳/۱c	۵۵/۱c	۲۰/۹de	۴۸/۱ab	۰	۶۰
۴۶/۱c	۷۴/۹a	۲۵/۱cd	۵۹/۹a	۱	
۵۰/۳c	۷۰/۷ab	۲۸/۱cd	۵۷/۵a	۲	
۵۳/۳bc	۷۲/۵ab	۶۲/۳cd	۴۷/۳ab	۴	

میانگین‌هایی در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

آسکوربیک اسید میوه می‌تواند به دلیل نقش کلسیم در تأخیر در اکسیداسیون سریع آسکوربیک اسید باشد (۱۸). به طور مشابه رویی و همکاران (۲۰) نیز بیان کردند که میزان آسکوربیک اسید میوه‌ی هلو غوطه‌ور شده با کلسیم کلراید در پایان انبارداری بالاتر بوده است.

نتیجه‌گیری کلی

بدیهی است که مرکبات از جمله میوه‌های با ارزش غذایی بالا در سبد غذایی خانوارها است که نیاز به حفظ این کیفیت در زمان عرضه میوه چه به صورت تازه‌خوری و یا بعد از خروج از انبار است. یافته‌های این پژوهش نشان داد که تأثیر کلسیم کلراید در کاهش وزن میوه و

آسکوربیک اسید بسیار حساس به تجزیه در اثر اکسیداسیون در مقایسه با سایر مواد مغذی طی فرآوری و انبارداری است. بنابراین حفظ آسکوربیک اسید طی نگهداری اهمیت دارد. الحمادی و همکاران (۵) با محلول پاشی کلسیم کلراید با غلظت چهار و شش درصد روی نارنگی بلادی از مرحله بلوغ سبز میوه تا برداشت میوه مشاهده کردند که میزان کاهش آسکوربیک اسید میوه‌های تیمار شده با غلظت شش درصد طی ۷۵ روز انبارداری کمتر از سایر غلظت‌ها بوده است هم‌چنین رمضانیان و همکاران (۱۸) با محلول پاشی کلسیم کلراید روی میوه‌های انار مشاهده نمود که کاربرد کلسیم میزان آسکوربیک اسید را افزایش داد. اثر معنی‌دار تیمارهای کلسیم روی حفظ مقدار

افزایش عصاره کل بیشتر بود در حالی که تأثیر آن در میزان مواد جامد محلول و اسید قابل تیتراسیون چشم گیر نبود. آسکوربیک اسید که آنتی اکسیدان مهمی است و نشانه‌ی تازه بودن میوه است، در اثر کلسیم کلراید بخصوص در زمان برداشت افزایش یافت.

توصیه ترویجی

باغ‌های مرکبات شمال ایران به ویژه در نواحی مرکزی و غرب استان مازندران دارای خاک‌های با pH کمتر نسبت به مناطق شرقی و جنوب کشور هستند. کمبود کلسیم به دلیل کاهش جذب آن از خاک در این نوع خاک‌ها محتمل است. یکی از روش‌ها برای در اختیار گذاشتن کلسیم مورد نیاز درختان، محلول پاشی آن در مراحل توسعه میوه است. استفاده از

غلظت‌های دو تا چهار درصد کلسیم کلراید از مرحله بلوغ میوه به بعد سبب تولید میوه‌های با عمر انباری بیشتر و هم‌چنین دارای محتوای آنتی اکسیدانی بالا به دلیل داشتن آسکوربیک اسید زیادتر است. این ترکیبات سبب افزایش مقاومت میوه و کاهش پیری ناشی از حمله رادیکال‌های آزاد با حفظ سطوح بالای آنزیم‌های آنتی اکسیدانی ممکن است. در زمان برداشت، میوه‌های تیمار شده با کلسیم کلراید در غلظت چهار درصد، سبب حفظ خصوصیات کیفی میوه طی نگهداری می‌شود. استفاده از این ماده که از نوع کلردار است در جنوب ایران با خاک‌های قلیایی و شور توصیه نمی‌شود و بهتر است از منابع کلسیم بدون کلر استفاده شود.

منابع

1. **Ahmed DM, Yousef ARM, Hassan HSA (2010)** Relationship between electrical conductivity, softening and color of *Fuerte avocado* fruits during ripening. *Agric. Biol. J. N. Am.* 1: 878-885
2. **Bor JY, Chen HY, Yen GC (2006)** Evaluation of antioxidant activity and inhibitory effect on nitric oxide production of some common vegetables. *J. Agri. Food Chem.* 54: 1680-1686
3. **Clarkson DT, Sanderson J (1971)** Inhibition of the uptake and long distance transport of calcium by aluminium and other polyvalent cations. *J. Exp. Bot.* 22: 837-851
4. **Ding C, Chachin K, Hamauzu Y, Ueda Y, Imahori Y (1998)** Effects of storage temperatures on physiology and quality of loquat fruit. *Posthar. Biol. Tech.* 14(3): 309-315
5. **El-HammadyAM, Abdel-Hamid N, Saleh M, Salah A (2000)** Effects of gibberellic acid and calcium chloride treatment on delaying maturity, quality and storability of "Balady" mandarin fruits. *Arab Univ. J. Agr. Sci.* 8 (3): 755-766

6. **Feng G, Yang H, Li Y (2005)** Kinetics of relative electrical conductivity and correlation with gas composition in modified atmosphere packaged bayberries (*Myricarubra Siebold and Zuccarini*). LWT. 38: 249-254
7. **Huisung TC, Iwahori S (1984)** Prevention of abscission of Ponkan, (*Citrus reticulata*, Blanco) leaves by various calcium salts, Memoirs of the Faculty of Agriculture, Kangoshima University, 20: 55-62
8. **Jimenez A, Cressen Kular G, Firmin BJ, Robinson S, Verhoeyen M, Mullineaux P (2002)** Changes in oxidative process and components of the antioxidant system during tomato fruit ripening. Planta. 214: 751-758
9. **Joyce DC, Shorter AJ, Hockings PD (2001)** Mango fruit calcium levels and the effect of postharvest calcium infiltration at different maturities. Sci. Hort. 91: 81-99
10. **Lester GE, Grusak MA (1999)** Postharvest application of calcium and magnesium to honeydew and netted muskmelons: effects on tissue ion concentrations, quality and senescence. J. Am. Soc. Hort. Sci. 124: 545- 552
11. **Mahajan BVC, Dhatt AS (2004)** Studies on postharvest calcium chloride application on storage behavior and quality of Asian pear during cold storage. Intl. J. Food Agri. Envir. 2: 157-159
12. **Mahmud TMM, Eryani-Raqeeb A, Al Syed Omar SR, Mohamed Zaki AR, Al Eryani AR (2008)** Effects of different concentrations and applications of calcium on storage life and physicochemical characteristics of Papaya (*Carica papaya* L.). Amr. J. Agric. Bio. Sci. 3: 526-533
13. **Manganaris A, Vasilakakis M, Mignani I, Diamantidis G, Tzavella-Klonari K (2005)** The effect of preharvest calcium sprays on quality attributes, physicochemical aspects of cell wall components and susceptibility to brown rot of peach fruits (*Prunus persica* L. cv. Andross). Sci. Hort. 107 (1): 4-50
14. **Meng X, Han J, Wanga O, Tian S (2009)** Changes in physiology and quality of peach fruits treated by methyl jasmonate under low temperature stress. Food Chem. 114: 1028-1035
15. **Moraga MJ, Moraga G, Fito PJ, Martinez-Navarrete N (2009)** Effect of vacuum impregnation with calcium lactate on the osmotic dehydration kinetics and quality of osmodehydrated grapefruit. J. Food Eng. 90: 372-379
16. **Obeed RS, Harhash MM (2006)** Impact of postharvest treatments on storage life and quality of "Mexican" Lime. J. Adv. Agric. Res. 11: 533-549
17. **Pila N, Gol NB, Ramana Rao TV (2010)** Effect of postharvest treatments on physicochemical characteristics and shelf life of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruits during storage. American-Eurasian J. Agric. Envir. Sci. 9 (5): 470-479
18. **Ramezani A, Rahemi M, Vazifeshenas MR (2009)** Effects of foliar application of calcium chloride and urea on quantitative and qualitative characteristics of pomegranate fruits. Sci. Hort. 121: 171-175
19. **Rubinstein B (2000)** Regulation of cell death in flower petals. Plant Mol. Biol. 44: 303-318
20. **Ruoyi K, Zhifang Y, Zhaoxin LZ (2005)** Effect of coating and intermittent warming on enzymes, soluble pectin substances and ascorbic acid of *Prunus persica* (cv. Zhonghuashoutao) during refrigerated storage. Food Res. Int. 38: 331-336
21. **Schirra M, Mulas M (1994)** Storage of "Monreal" clementine as affected by CaCl₂ and TBZ postharvest treatments. Agri. Medi. 124 (4): 238-248

- 22. Tagliavini M, Toselli M, Marangoni B, Stampi G, Pelliconi F (1995)** Nutritional status of kiwifruit affects yield and fruit storage. *Acta Hort.* 383: 227-237