مجله به‌زراعی کشاورزی، دوره ۱۴، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۱، صص ۸۲-۷۱

ارزیابی اثر سالیسیلیک اسید بر حفظ کیفیت پس از برداشت میوه سیب رقم 'گلاب کهنز'

مرضیه هادیان دلجو [۱] و حسن ساری‌خانی [۲*]

(E-mail: sarikhani@basu.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۸/۰۸ و تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۷/۱۵

چکیده

قهوه‌ای شدن و نرم شدن بافت میوه در اثر آسیب‌های مکانیکی طی دوره بازاررسانی، کاهش کیفیت در اثر تنفس بالای میوه و اتلاف آب از عوامل محدودکننده عمر پس از برداشت سیب‌های زودرس تابستانه هستند. در پژوهش حاضر، اثر سالیسیلیک اسید روی برخی شاخص‌های کیفی سیب رقم 'گلاب کهنز' طی عمر پس از برداشت بررسی شد. میوه‌های برداشت شده در غلظت‌های صفر (شاهد)، یک، دو و چهار میلی‌مولار سالیسیلیک اسید غوطه‌ور شده و به مدت ۴۳ روز در دمای صفر درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. سالیسیلیک اسید باعث کاهش مواد جامد محلول در مراحل پایانی نگهداری گردید. علاوه بر این، سالیسیلیک اسید سرعت نرم شدن بافت و میزان اتلاف آب میوه را کاهش داد. در پایان نگهداری، بالاترین سفتی بافت در تیمارهای یک و دو میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و بیشترین تلفات آب در میوه‌های شاهد دیده شد. میوه‌های تیمار شده با هر سه غلظت سالیسیلیک اسید میزان قهوه‌ای شدن اندکی را نشان دادند. در مقابل، بالاترین میزان قهوه‌ای شدن سطح میوه در میوه‌های شاهد مشاهده گردید. همچنین تیمار سالیسیلیک اسید روند کم شدن محتوای فنل کل را به تأخیر انداخت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که تیمار پس از برداشت سالیسیلیک اسید با کاهش قهوه‌ای شدن و حفظ ویژگی‌های کیفی منجر به افزایش عمر پس از برداشت سیب 'گلاب کهنز' گردید.

کلمات کلیدی: سالیسیلیک اسید، سیب رقم 'گلاب کهنز'، عمر پس از برداشت، قهوه‌ای شدن، محتوای فنل کل

۱ - دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان - ایران

۲ - استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان - ایران **(نویسنده مسئول مکاتبات *)**

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

میوه سیب (*Malus domestica* Borkh.) مهمترین میوه مناطق معتدله با کالری پایین و حاوی مقادیر قابل توجهی ترکیبات مفید نظیر ویتامین‌ها، فیبرها، مواد معدنی، اسیدهای آلی و قندها و همچنین ترکیبات آنتی‌اکسیدانی می‌باشد (۳۰). ارقام سیب مورد کشت در ایران و جهان تنوع بسیار زیادی از نظر صفات مختلف دارند، به‌طوری‌که از دیدگاه زمان رسیدن میوه از ارقام بسیار زودرس نظیر رقم 'ترش مصری' تا بسیار دیررس نظیر رقم 'گرانی اسمیت' کشت و کار می‌شوند. از ارقام مهم ایرانی میوه سیب می‌توان به ارقام 'گلاب کهنز'، 'گلاب اصفهان'، 'گلاب شیراز'، 'گلشاهی' و 'زرد مشهد' اشاره کرد (۲). مجموعه‌ای از سیب‌های معطر تابستانه در کشور وجود دارند که به علت داشتن عطر خاص به سیب گلاب معروف شده‌اند. سیب‌های این دسته از اواخر خرداد تا اواخر تابستان می‌رسند. این ارقام به صورت پراکنده در همه نقاط پرورش سیب کشور یافت می‌شوند و اغلب مصرف محلی دارند. با اینکه ارقام زودرس سیب اهمیت زیادی را در تأمین میوه کشور بر عهده دارند، اما به دلیل مشکلات پس از برداشت از قبیل اتلاف آب، نرم شدن و کاهش تردی بافت، کاهش کیفیت ظاهری و قهوه‌ای شدن سطحی در اثر صدمات مکانیکی وارد شده در مراحل برداشت و حمل و نقل، دارای عمر پس از برداشت کوتاهی بوده و زود از بین می‌روند (۳).

قهوه‌ای شدن سطحی به طور معمول در اثر صدمه به میوه و در پی آن، به سبب فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز رخ می‌دهد (۴). در جریان قهوه‌ای شدن آنزیمی ترکیبات فنلی مانند کلروژنیک اسید توسط آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز به او-کوئینون اکسید می‌شود. سپس او-کوئینون توسط فرآیند پلی‌مریزاسیون غیرآنزیمی به ملانین تبدیل می‌گردد که منجر به تخریب میوه و تشکیل رنگدانه‌های زرد یا قهوه‌ای می‌شود (۷ و ۱۹). ارقام مختلف سیب حساسیت‌های متفاوتی نسبت به قهوه‌ای شدن دارند که این موضوع به مقدار ترکیبات فنلی تخریب شده ارتباط دارد (۴). در این بین، میوه سیب رقم 'گلاب کهنز' در اثر صدمات مکانیکی وارد شده به سرعت دچار تخریب و قهوه‌ای شدن می‌گردد. علاوه بر ژنتیک، عوامل متعددی مانند شرایط دمای نگهداری، غلظت گازهای دی‌اکسیدکربن و اکسیژن، میزان تنفس و همچنین غلظت اتیلن و عوامل مؤثر بر فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در قهوه‌ای شدن مؤثر هستند (۷). از روش‌های مختلفی برای حفظ کیفیت و افزایش عمر پس از برداشت سیب استفاده شده است. ارقام دیررس سیب را می‌توان به مدت طولانی در دمای پایین نزدیک صفر درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی بالا نگهداری کرد. دمای پایین سبب کند شدن فرآیند رسیدن و پیری و همچنین تأخیر در زوال میوه سیب می‌شود (۱). همچنین کنترل اتمسفر محیط نگهداری می‌تواند مدت نگهداری را افزایش دهد و با کنترل سنتز اتیلن و عمل آن فرآیند رسیدن را طی انبارداری به تأخیر اندازد (۳). اگرچه استفاده از اتمسفر تعدیل شده طی انبارداری به همراه درجه حرارت پایین سبب جلوگیری از قهوه‌ای شدن و افزایش عمر پس از برداشت سیب می‌شود، اما به دلیل تنفس بی‌هوازی در این شرایط و از طرف دیگر، مشکلات اجرایی در تأمین امکانات لازم، عملاً از این روش استفاده نمی‌شود (۵). بنابراین، بایستی از روش‌های دیگری برای کنترل قهوه‌ای شدن، حفظ کیفیت و افزایش عمر پس از برداشت سیب رقم 'گلاب کهنز' استفاده کرد. در این میان، باتوجه به اثرات سالیسیلیک‌اسید در پس از برداشت می‌توان از سالیسیلیک‌اسید به عنوان تیمار مناسب استفاده نمود.

سالیسیلیک‌اسید یک ترکیب فنولیکی طبیعی، سالم و بی‌خطر است که به عنوان هورمون گیاهی نیز شناخته می‌شود و بر طیف وسیعی از واکنش‌های متابولیکی و فیزیولوژیکی در گیاهان مؤثر است (۱۷ و ۲۴). سالیسیلیک اسید دارای اثرات مهمی در پس از برداشت محصولات باغبانی از قبیل افزایش عمر انباری، کاهش تولید اتیلن، افزایش ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و فنلی، کاهش گسترش آلودگی‌های قارچی طی دوره انباری و حفظ کیفیت میوه می‌باشد (۲۱، ۲۲، ۲۹، ۳۵ و ۳۶). سالیسیلیک‌اسید می‌تواند سبب ایجاد مقاومت سیستمیک در برابر حمله پاتوژن‌ها و فعال کردن بیان چندین ژن دفاعی در گیاهان شود (۱۸، ۲۳ و ۲۴). همچنین فرآیند رسیدن برخی از میوه‌ها را توسط مداخله در بیوسنتز و عمل اتیلن، آبسیزیک‌اسید و سایتوکینین به تأخیر می‌اندازد (۹). گزارش شده است که تیمار سالیسیلیک‌اسید می‌تواند پوسیدگی را در

Archive of SID

www.SID.ir

برخی از میوه‌ها نظیر موز، شلیل، هلو، سیب و گلابی کاهش دهد و آسیب سرما را در گوجه‌فرنگی و خیار نگهداری شده در دمای پایین تا حدودی کنترل نماید (۱۳، ۳۳ و ۳۵).

در موارد معدودی از تیمار سالیسیلیک‌اسید در پس از برداشت سیب استفاده شده است (۱۶). محققین با کاربرد سالیسیلیک‌اسید روی سیب رقم 'جوناگلد' مشاهده کردند که این اسید موجب کاهش از دست‌دهی آب و نرم شدن گردید (۱۶). با این‌حال، در مورد تأثیر سالیسیلیک‌اسید بر ارقام زودرس سیب و تأخیر در ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی و فیزیکی در این رقم پژوهش صورت نگرفته است.

بنابراین باتوجه به ارزش غذایی و اهمیت میوه سیب، بررسی عوامل مؤثر بر حفظ کیفیت و کاهش ضایعات پس از برداشت آن ضروری می‌باشد. در پژوهش حاضر، اثر تیمار پس از برداشت سالیسیلیک‌اسید روی میوه سیب رقم 'گلاب کهنز' در دوره پس از برداشت مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و تیمار میوه‌ها

به منظور انجام این پژوهش، در مرداد ماه ۱۳۸۸ از یکی از باغ‌های تجاری شهر همدان، میوه‌های سیب رقم 'گلاب کهنز'، براساس عرف محلی (۱۰۸ روز پس از تمام گل و باتوجه به تجربه و شناخت باغدار براساس سال‌های قبلی و بررسی میزان سفتی بافت میوه) برداشت گردیدند. میوه‌ها به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا (شهر همدان) منتقل شدند و در محلول سالیسیلیک‌اسید (مرک، آلمان) در غلظت‌های صفر (شاهد)، یک، دو و چهار میلی‌مولار حاوی دو قطره در لیتر توئین ۲۰، به عنوان مویان، به مدت سه دقیقه در دمای اتاق (۱ ± ۲۵ درجه سانتی‌گراد) غوطه‌ور شدند. از آب مقطر به همراه مویان به عنوان تیمار شاهد استفاده شد. برای تهیه محلول‌های سالیسیلیک‌اسید، مقادیر مشخص این اسید در آب مقطر داغ (حدود ۷۵ تا ۸۰ درجه سانتی‌گراد) حل گردید و به حجم معین رسانده شد.

میوه‌های تیمار شده در دمای اتاق خشک شدند و تعداد پنج عدد در ظرف‌های یک‌بار مصرف پلاستیکی یک لیتری بسته‌بندی شده و در سردخانه با دمای ۰/۵ ± ۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی حدود ۹۰ درصد نگهداری گردید. در زمان‌های صفر (قبل از تیمار)، شش، ۱۰، ۱۵، ۲۱، ۲۸ و ۴۳ روز پس از شروع نگهداری از نظر صفات زیر مورد ارزیابی قرار گرفتند.

مواد جامد محلول و اسیدیته

میزان مواد جامد محلول با استفاده از رفرکترومتر دستی (مدل N_1، آتاگو، ژاپن) در دمای اتاق (۱ ± ۲۵ درجه سانتی‌گراد) تعیین گردید و مقدار آن برحسب درجه بریکس بیان شد. اسیدیته کل با استفاده از روش پتانسیل‌سنجی تیتراسیون تعیین گردید. اندازه‌گیری میزان اسیدیته کل با استفاده از تیتراسیون آب میوه با سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH ۰/۱ ± ۸/۱ انجام شد و مقدار آن برحسب درصد مالیک اسید بیان شد. pH آب میوه با استفاده از دستگاه pHمتر (مدل ۳۳۲۰، جنوی، انگلستان) اندازه‌گیری شد.

سفتی بافت میوه

سفتی بافت میوه با دستگاه سفتی‌سنج (FDK32، واگنر، آمریکا) به وسیله پوست‌گیری از ناحیه استوایی از سه ناحیه و با سه بار نفوذ میله نفوذکننده با قطر دو میلی‌متر در هر میوه انجام شد. سفتی بافت میوه براساس بیشینه نیروی لازم برای نفوذ میله در هر میوه (نیوتن بر سانتی‌متر مربع) بیان شد.

کاهش وزن

برای بررسی کاهش وزن، شش میوه از هر تیمار به صورت تصادفی به عنوان میوه ثابت انتخاب شدند. میوه‌های ثابت در روز اول و قبل از نگهداری و سپس در مراحل بعدی نگهداری توسط ترازو وزن شدند و درصد کاهش وزن نسبت به وزن اولیه محاسبه گردید.

قهوه‌ای شدن سطح میوه

میزان قهوه‌ای شدن سطح میوه به صورت مشاهده‌ای و نمره‌دهی بین یک تا پنج براساس روش وانگ و همکاران با اندکی تغییر بررسی شد که در آن ۱) به مفهوم میوه سالم و بدون لکه، ۲) میوه دارای یک تا سه لکه قهوه‌ای، ۳) میوه دارای چهار الی شش لکه قهوه‌ای، ۴) میوه دارای هفت تا نه لکه قهوه‌ای و ۵) میوه دارای بیش از نه لکه قهوه‌ای درنظر گرفته شد (۳۱). اندازه بخش قهوه‌ای شده نیز در شمارش

Archive of SID

www.SID.ir

لکه‌ها درنظر گرفته شد، به‌طوری‌که لکه‌های دارای قطر بیش از یک سانتی‌متر به عنوان دو لکه محاسبه شدند. برای اندازه‌گیری این صفت دو میوه در هر تکرار استفاده گردید و تجزیه واریانس داده‌ها در سطح ۱۰ درصد بررسی شد.

محتوای کل ترکیبات فنلی

برای اندازه‌گیری ترکیبات فنلی کل از روش فولین – سیکالتو استفاده شد (۲۷). بدین‌منظور، مقدار ۰/۵ گرم گوشت میوه از ناحیه زیر پوست در داخل هاون در حضور سه میلی‌لیتر متانول ۸۵ درصد له گردید. پس از صاف کردن با کاغذ صافی واتمن ۴۲، ۳۰۰ میکرولیتر آن برداشته شد و به آن ۱۵۰۰ میکرولیتر معرف فولین رقیق شده (با نسبت یک به ۱۰ با آب مقطر) اضافه شد. پس از پنج دقیقه به آن ۱۲۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم هفت درصد افزوده شد و پس از ۹۰ دقیقه تکان دادن روی شیکر با سرعت ۱۲۰ دور در دقیقه در دمای اتاق، جذب نمونه در طول موج ۷۶۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل کری ۱۰۰، واریان، آمریکا) تعیین شد. با مقایسه با منحنی استاندارد گالیک اسید، مجموع فنل به صورت میلی‌گرم گالیک‌اسید در ۱۰۰ گرم وزن تازه بیان شد.

آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تجزیه آماری داده‌های به‌دست آمده از پژوهش حاضر، به وسیله نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

مواد جامد محلول

سالیسیلیک‌اسید اثر معنی‌داری را بر مقدار مواد جامد محلول سیب رقم 'گلاب کهنز' در سطح پنج درصد داشت. میزان مواد جامد محلول از ابتدای نگهداری ابتدا روند افزایشی و پس از آن روند کاهشی را نشان داد. تیمار با سالیسیلیک‌اسید موجب کاهش جزئی محتوای مواد جامد محلول شد. از روز ششم نگهداری به بعد، تیمارهای دو و چهار میلی‌مولار مواد جامد محلول کمتری را نسبت به تیمار شاهد داشتند. در پایان انبارداری تیمارهای یک و دو میلی‌مولار کمترین محتوای مواد جامد محلول را نشان دادند که با تیمار چهار میلی‌مولار اختلاف معنی‌داری را از نظر آماری نداشتند (جدول ۱).

جدول ۱ – اثر سالیسیلیک اسید بر محتوای مواد جامد محلول (°Brix) میوه سیب رقم 'گلاب کهنز' طی دوره‌های مختلف نگهداری

غلظت سالیسیلیک‌اسید	روز پس از شروع نگهداری					
(میلی‌مولار)	۰	۶	۱۰	۱۵	۲۱	۴۳
۰ (شاهد)	۱۲/۹۶	۱۳/۱۰^{a}	۱۳/۷۰^{a}	۱۴/۵۰^{a}	۱۳/۳۰^{a}	۱۳/۲۰^{a}
۱	–	۱۳/۰۰^{a}	۱۳/۶۰^{a}	۱۴/۳۰^{a}	۱۳/۰۰^{a}	۱۲/۶۰^{b}
۲	–	۱۲/۸۰^{a}	۱۳/۳۰^{ab}	۱۳/۶۰^{b}	۱۲/۵۰^{b}	۱۲/۵۰^{b}
۴	–	۱۲/۹۰^{a}	۱۲/۷۰^{b}	۱۳/۰۰^{b}	۱۲/۸۰^{ab}	۱۲/۶۰^{ab}

حروف مشابه در هر ستون، نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

میزان کل مواد جامد محلول میوه‌ها طی انبارداری به عنوان یکی از شاخص‌های رسیدگی میوه‌ها مطرح است. افزایش مواد جامد محلول بیشتر به دلیل تبدیل نشاسته به قندهای محلول رخ می‌دهد (۱۶). نشاسته از ترکیبات ذخیره‌ای سیب است که طی رشد و نمو میوه تجمع می‌یابد و تجزیه آن پیش از بلوغ میوه، منبع عمده قندهای میوه (ساکارز، گلوکز، فروکتوز و بخش کمی سوربیتول) می‌باشد که سبب شیرینی میوه می‌شود (۲۵). در ارقامی نظیر رقم 'گلاب کهنز' که دارای مقادیر بالایی از نشاسته نیستند، درصورتی‌که برای مدت طولانی نگهداری شوند، به دلیل شکستن نشاسته موجود، ابتدا روند افزایشی در میزان مواد جامد محلول و پس از آن، به دلیل اتمام ذخیره نشاسته موجود روند کاهشی را

Archive of SID
www.SID.ir

نشان می‌دهند. بنابراین، در پژوهش حاضر به‌نظر می‌رسد روند افزایشی اولیه به دلیل تبدیل نشاسته به قند ساده و کاهش بعدی به دلیل اتمام نشاسته و مصرف قندهای ساده در فرآیند تنفس است. از طرف دیگر، سالیسیلیک‌اسید نیز به‌طور مؤثری دیواره‌های سلولی را از طریق کاهش بیان آنزیم‌های تخریب‌کننده محافظت می‌کند و درنتیجه یک بازدارنده مؤثر، از افزایش در محتوای مواد جامد محلول در سلول‌ها می‌باشد (۶). به تأخیر انداختن رسیدن میوه و افزایش عمر قفسه‌ای پس از تیمار با سالیسیلیک‌اسید در میوه موز مشاهده شده است (۲۹). همچنین در پژوهش‌هایی در مورد تأثیر سالیسیلیک‌اسید بر عمر پس از برداشت سیب، سالیسیلیک اسید با کاهش مواد جامد محلول کل و قندهای محلول در سیب‌های تیمار شده، باعث تأخیر در رسیدن شده است که این امر با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد (۱۶).

اسیدیته قابل تیتراسیون و pH آب میوه

طی دوره‌های مختلف اندازه‌گیری، مقدار اسید میوه تغییرات اندکی را نشان داد. میزان اسیدیته قابل تیتراسیون و pH آب میوه تحت تأثیر تیمار سالیسیلیک‌اسید قرار نگرفتند (جدول‌های ۲ و ۳). در تمامی تیمارها میزان pH آب میوه در مدت نگهداری در کلیه میوه‌ها افزایش یافت، به‌طوری‌که در ابتدای نگهداری در تیمار شاهد از چهار و ۰/۴ به چهار و ۰/۷ در روز ۴۳ رسید.

جدول ۲ - اثر سالیسیلیک‌اسید بر درصد اسیدیته قابل تیتراسیون آب میوه سیب رقم 'گلاب کهنز' طی دوره‌های مختلف نگهداری

غلظت سالیسیلیک‌اسید (میلی‌مولار)	روز پس از شروع نگهداری						
	۰	۶	۱۰	۱۵	۲۱	۲۸	۴۳
۰ (شاهد)	۰/۱۶	۰/۱۳^{a}	۰/۱۴^{a}	۰/۱۵^{a}	۰/۱۵^{a}	۰/۱۶^{a}	۰/۱۵^{a}
۱	–	۰/۱۶^{a}	۰/۱۶^{a}	۰/۱۶^{a}	۰/۱۵^{a}	۰/۱۷^{a}	۰/۱۶^{a}
۲	–	۰/۱۴^{a}	۰/۱۷^{a}	۰/۱۶^{a}	۰/۱۵^{a}	۰/۱۶^{a}	۰/۱۶^{a}
۴	–	۰/۱۵^{a}	۰/۱۷^{a}	۰/۱۶^{a}	۰/۱۵^{a}	۰/۱۷^{a}	۰/۱۴^{a}

حروف مشابه در هر ستون، نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

جدول ۳ - اثر سالیسیلیک‌اسید بر میزان pH میوه سیب رقم 'گلاب کهنز' طی دوره‌های مختلف نگهداری

غلظت سالیسیلیک اسید (میلی‌مولار)	روز پس از شروع نگهداری						
	۰	۶	۱۰	۱۵	۲۱	۲۸	۴۳
۰ (شاهد)	۴/۳۷	۴/۳۹^{a}	۴/۵۵^{a}	۴/۶۰^{a}	۴/۶۰^{a}	۴/۶۲^{a}	۴/۷۲^{a}
۱	–	۴/۳۶^{a}	۴/۶۰^{a}	۴/۵۸^{a}	۴/۶۱^{a}	۴/۶۰^{a}	۴/۷۵^{a}
۲	–	۴/۴۰^{a}	۴/۵۶^{a}	۴/۵۸^{a}	۴/۶۱^{a}	۴/۶۱^{a}	۴/۶۷^{a}
۴	–	۴/۴۲^{a}	۴/۵۳^{a}	۴/۶۲^{a}	۴/۶۰^{a}	۴/۶۰^{a}	۴/۷۶^{a}

حروف مشابه در هر ستون، نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

میزان اسیدیته قابل تیتراسیون به‌طور مستقیمی به غلظت اسیدهای آلی موجود در میوه بستگی دارد که یک عامل مهم در حفظ کیفیت میوه‌ها می‌باشد (۱۶). اسیدهای آلی مالیک‌اسید و سیتریک‌اسید از مواد مورد مصرف در تنفس هستند که بخشی از آنها در جریان رسیدن، طی دوره پس از برداشت و در طول نگهداری در میوه‌های فرازگرا مصرف شده و کاهش می‌یابند (۱۵ و ۲۵). همچنین طی انبارداری به علت فرآیند رسیدن و پیر شدن میوه، فعالیت تنفسی میوه ادامه دارد که سبب مصرف بیشتر اسیدهای آلی و درنتیجه کاهش اسیدیته میوه می‌گردد. بنابراین، افزایش اندک pH میوه سیب رقم 'گلاب کهنز' طی نگهداری می‌تواند به دلیل شکسته شدن و تجزیه اسیدهای آلی در فرآیند تنفس باشد.

سفتی بافت میوه

تأثیر تیمار سالیسیلیک‌اسید بر میزان سفتی بافت میوه در روزهای ۱۵ تا ۴۳ انبارداری در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. در ۱۵ و ۲۱ روز پس از انبارداری، تیمارهای یک و دو میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید سفتی بافت بیشتری را در مقابل تیمارهای شاهد و چهار میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید نشان دادند. همچنین میزان سفتی بافت میوه در مدت نگهداری کاهش یافت، به‌طوری‌که در روز ۴۳ در تمامی تیمارها به حداقل مقدار اندازه‌گیری شده رسید، اما این روند در میوه‌های شاهد با سرعت بیشتری رخ داد (جدول ۴).

نرم شدن میوه یک تغییر کیفی مهم برای ارزیابی میزان رسیدگی است (۲۸). آنزیم پلی‌گالاکتروناز عامل مؤثری در رسیدن میوه است که با شکستن پکتین دیواره سلولی، نرم شدن بافت میوه را باعث می‌گردد. در میوه موز مشخص شده است که سالیسیلیک‌اسید تولید اتیلن را کاهش داده و مانع فعالیت آنزیم‌های تخریب‌کننده دیواره سلولی و غشاء از قبیل پلی‌گالاکتروناز، لیپوکسیژناز، سلولاز و پکتین متیل‌استراز می‌گردد که منجر به تأخیر در فرآیند رسیدن، کاهش سرعت نرم شدن، کاهش میزان تنفس و کم کردن فعالیت آنزیم‌های مؤثر در رسیدگی می‌شود (۲۹). همچنین دیگر محققین رابطه مستقیمی را بین غلظت سالیسیلیک‌اسید آزاد و سفتی در کیوی فروت طی رسیدن گزارش کردند (۳۵). استیل سالیسیلیک اسید سرعت نرم شدن میوه را با جلوگیری از تولید اتیلن و حفظ سطوح داخلی سالیسیلیک‌اسید کاهش می‌دهد. حفظ میزان بالای سالیسیلیک‌اسید درون‌زاد و همچنین تأثیر سالیسیلیک‌اسید بر آماس سلولی، جلوگیری از بیوسنتز یا عمل اتیلن و کاهش میزان تنفس به همراه تأخیر در ایجاد اوج فرازگرایی در میوه‌های فرازگرا، منجر به حفظ سفتی میوه می‌گردد (۸، ۲۴، ۲۹ و ۳۵). بنابراین، به نظر می‌رسد سالیسیلیک‌اسید از این طریق منجر به کاهش روند نرم‌شدگی میوه‌های تیمار شده سیب رقم 'گلاب کهنز' درمقایسه با میوه‌های شاهد شده است.

جدول ۴ - اثر سالیسیلیک اسید بر سفتی بافت میوه (N/cm^2) سیب 'گلاب کهنز' طی دوره‌های مختلف نگهداری

غلظت سالیسیلیک اسید (میلی‌مولار)	روز پس از شروع نگهداری						
	۰	۶	۱۰	۱۵	۲۱	۲۸	۴۳
۰ (شاهد)	۴/۳۴	۴/۲۳^{a}	۳/۵۰^{a}	۲/۷۸^{b}	۲/۷۴^{a}	۲/۳۸^{a}	۱/۹۷^{b}
۱	–	۴/۱۰^{a}	۳/۲۰^{a}	۳/۴۴^{a}	۳/۱۱^{a}	۲/۷۳^{a}	۲/۲۳^{a}
۲	–	۴/۱۸^{a}	۳/۴۹^{a}	۳/۲۷^{ab}	۳/۰۲^{a}	۲/۴۰^{a}	۲/۲۰^{a}
۴	–	۴/۲۶^{a}	۳/۵۷^{a}	۲/۸۸^{ab}	۲/۵۱^{a}	۲/۵۰^{a}	۲/۰۰^{b}

حروف مشابه در هر ستون، نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

کاهش وزن

روند افزایشی کاهش وزن در تمامی تیمارها مشاهده گردید، اما پس از روز ۱۰ نگهداری، سالیسیلیک‌اسید بر میزان کاهش وزن تأثیر معنی‌دار داشت و این امر تا پایان دوره نگهداری مشاهده گردید. بیشترین میزان کاهش وزن در میوه‌های تیمار شاهد و کمترین مقدار آن در تیمارهای دو و چهار میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید مشاهده شدند که با هم اختلاف معنی‌داری را با هم نداشتند. تیمار یک میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید پس از آن قرار گرفت (جدول ۵).

از مهمترین عوامل مؤثر بر کاهش وزن می‌توان به تلفات آب اشاره کرد. همچنین کاهش وزن به علت کاهش ماده خشک، فعالیت‌های متابولیکی، تنفس و تعرق رخ می‌دهد. شدت تنفس در میوه‌های فرازگرا در اثر رسیدن افزایش می‌یابد که سبب کاهش ذخیره غذایی محصولات و کاهش وزن می‌شود (۱). در پژوهش حاضر، میزان کاهش وزن در میوه‌های تیمار شده با سالیسیلیک‌اسید نسبت به میوه‌های شاهد با سرعت کمتری اتفاق افتاد به گونه‌ای که بالاترین درصد کاهش وزن مربوط به میوه‌های تیمار شاهد بود. سالیسیلیک‌اسید می‌تواند تنفس را از طریق ممانعت از بیوسنتز یا عمل اتیلن کاهش دهد (۲۹). همچنین سالیسیلیک‌اسید منجر به کاهش میزان تنفس و نیز وزن میوه از طریق بستن روزنه‌ها می‌گردد (۳۶). بنابراین، سالیسیلیک‌اسید با کاهش تلفات آب و کاهش در میزان فعالیت‌های متابولیکی نظیر تنفس منجر به کاهش وزن کمتر در میوه‌های تیمار شده گردید (۲۹ و ۳۶). تأثیر مثبت کاربرد سالیسیلیک‌اسید در کاهش وزن میوه در مرحله پس از برداشت در میوه‌های گلابی و توت‌فرنگی گزارش شده است که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد (۱۴ و ۲۶).

قهوه‌ای شدن سطح میوه

کاربرد سالیسیلیک‌اسید اثر معنی‌داری بر کاهش میزان قهوه‌ای شدن سطح میوه از روز ۱۵ تا پایان نگهداری در سطح ۱۰ درصد داشت. طی دوره نگهداری، میزان قهوه‌ای شدن در تیمار شاهد با سرعت بیشتری نسبت به هر سه غلظت سالیسیلیک‌اسید رخ داد و بین غلظت‌های سالیسیلیک‌اسید تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۶).

قهوه‌ای شدن بافت و سطح میوه می‌تواند از یک جهت به نوع و محتوای ترکیبات فنلی و از جهت دیگر به فعالیت آنزیم‌های پلی‌فنل‌اکسیداز، پراکسیداز و فنیل‌آلانین آمونیالیاز مرتبط باشد (۳۴). سنتز رنگدانه‌های قهوه‌ای به واسطه اکسید شدن فنولیک، به سبب پلی‌فنل‌اکسیداز و پراکسیداز و درنتیجه قهوه‌ای شدن سطحی است، هرچند سالیسیلیک‌اسید اثر بازدارندگی روی فعالیت آنها دارد. فنیل‌آلانین آمونیالیاز یکی از آنزیم‌های کلیدی فنیل‌پروپانوئید و یکی از محصولات فنولیک‌ها است. کاربرد سالیسیلیک‌اسید می‌تواند تشکیل سوبسترات‌های قهوه‌ای را متوقف کند و شاخص قهوه‌ای شدن را از طریق جلوگیری از فعالیت فنیل‌آلانین آمونیالیاز کاهش می‌دهد (۲۱). تیمار سالیسیلیک‌اسید از فعالیت آنزیم‌های فوق جلوگیری و درنتیجه قهوه‌ای شدن را در میوه شاه‌بلوط چینی متوقف می‌کند (۲۱). همچنین استیل سالیسیلیک‌اسید فعالیت فنیل‌آلانین آمونیالیاز و قهوه‌ای شدن بافت ازگیل انبار شده در صفر درجه را کاهش می‌دهد (۱۰). کاربرد پس از برداشت سالیسیلیک‌اسید در رقم 'جاناگلد'، شاخص قهوه‌ای شدن را از طریق افزایش در فعالیت سوپراکسید دیسموتاز و پراکسیداز و کاهش در فعالیت ای‌سی‌سی اکسیداز در مدت نگهداری کاهش می‌دهد (۱۶).

سیب رقم 'گلاب کهنز' رقمی بسیار حساس است که در اثر آسیب مکانیکی و درنتیجه اکسید شدن ترکیبات فنلی دچار قهوه‌ای شدن می‌گردد. از روزهای ابتدای نگهداری، قهوه‌ای شدن سطح میوه مشاهده شد و این امر در حالی است که در میوه‌های تیمار شده، قهوه‌ای شدن سطح میوه با روند کندتری صورت گرفت. احتمالاً سالیسیلیک‌اسید با کاهش یا تأخیر در افزایش فعالیت آنزیم‌های پلی‌فنل‌اکسیداز و پراکسیداز، به‌طور محسوسی از افزایش این آنزیم‌ها جلوگیری می‌کند و بدین‌ترتیب فرآیند رسیدن میوه، قهوه‌ای شدن و پیری را در میوه‌های تیمار شده کنترل می‌کند که تأثیر دقیق سالیسیلیک‌اسید بر این آنزیم‌ها نیاز به تحقیقات بیشتری دارد (۲۱). نتایج به‌دست آمده تحقیق حاضر، در ارتباط با تأثیر سالیسیلیک‌اسید در کاهش قهوه‌ای شدن با بررسی‌های انجام شده بر میوه‌های شاه‌بلوط چینی، ازگیل و سیب مطابقت دارد (۱۰، ۱۶ و ۲۱).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵ - اثر سالیسیلیک‌اسید بر درصد کاهش وزن میوه سیب رقم 'گلاب کهنز' طی دوره‌های مختلف نگهداری

غلظت سالیسیلیک‌اسید	روز پس از شروع نگهداری					
(میلی‌مولار)	۶	۱۰	۱۵	۲۱	۲۸	۴۳
۰ (شاهد)	۰/۸۵^{a}	۱/۳۴^{a}	۱/۴۲^{a}	۱/۹۴^{a}	۲/۴۶^{a}	۲/۸۰^{a}
۱	۰/۵۶^{a}	۰/۸۳^{b}	۱/۱۸^{ab}	۱/۵۴^{b}	۱/۹۹^{ab}	۲/۱۸^{b}
۲	۰/۴۷^{a}	۰/۷۰^{b}	۰/۹۶^{b}	۱/۱۹^{b}	۱/۶۲^{b}	۱/۸۳^{b}
۴	۰/۸۸^{a}	۰/۶۱^{b}	۰/۹۴^{b}	۱/۲۰^{b}	۱/۶۷^{b}	۱/۹۸^{b}

حروف مشابه در هر ستون، نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

جدول ۶ - اثر سالیسیلیک‌اسید بر میزان قهوه‌ای شدن سطح میوه سیب رقم 'گلاب کهنز' طی دوره‌های مختلف نگهداری

غلظت سالیسیلیک اسید	روز پس از شروع نگهداری					
(میلی‌مولار)	۶	۱۰	۱۵	۲۱	۲۸	۴۳
۰ (شاهد)	۲/۵۰^{a}	۲/۶۷^{a}	۲/۶۷^{a}	۲/۶۷^{a}	۲/۶۷^{a}	۲/۶۷^{a}
۱	۱/۶۰^{a}	۱/۸۰^{a}	۲/۰۰^{ab}	۲/۰۰^{b}	۲/۰۰^{b}	۲/۰۰^{b}
۲	۱/۵۰^{a}	۱/۷۵^{a}	۱/۷۵^{b}	۲/۰۰^{b}	۲/۰۰^{b}	۲/۰۰^{b}
۴	۱/۷۵^{a}	۱/۹۲^{a}	۱/۹۲^{ab}	۱/۹۲^{b}	۱/۹۲^{b}	۱/۹۲^{b}

حروف مشابه در هر ستون، نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۱۰ درصد می‌باشند.

محتوای فنل کل

در مدت انبارداری محتوای فنل‌کل روند کاهشی را نشان داد، به‌طوری‌که در تیمار شاهد در روز ابتدای نگهداری از ۴/۳۸ به ۲/۴۰ میلی‌گرم در گرم، در روز ۴۳ رسید. کاربرد سالیسیلیک‌اسید باعث کاهش شیب روند کم شدن محتوای فنل‌کل گردید، به‌طوری‌که در پایان نگهداری بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. بالاترین محتوای فنل‌کل در تیمارهای دو و چهار میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید و کمترین آن در تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۷).

ترکیبات فنلی نقش مؤثری در افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و کیفیت میوه‌ها دارند و میوه‌های با میزان ترکیبات فنولیکی بالا، معمولاً ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالایی دارند (۱۲). سالیسیلیک‌اسید به عنوان یک ترکیب تحریک‌کننده تولید ترکیبات فنلی در گیاهان است و با تأثیر بر آنزیم‌های مؤثر در تولید ترکیبات فنلی باعث افزایش تولید آنها می‌گردد (۱۱ و ۳۲). به‌طورکلی، محتوای فنل‌کل طی رشد و نمو میوه کاهش می‌یابد که منجر به کاهش تلخی و گسی می‌گردد. در پژوهش حاضر، میزان کل ترکیبات فنلی سیب رقم 'گلاب کهنز' طی نگهداری کاهش یافت، اما کاربرد سالیسیلیک‌اسید سبب شد تا روند کم شدن ترکیبات فنلی کمتر شود (۳۰). شاید علت کاهش ترکیبات فنلی سیب رقم 'گلاب کهنز' طی زمان نگهداری، به علت شرکت این ترکیبات در متابولسیم و یا درنتیجه واکنش‌های آنزیمی و غیرآنزیمی طی انبارداری باشد که نیاز به بررسی‌های بیشتری دارد (۲۰).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۷ – اثر سالیسیلیک‌اسید بر میزان فنل کل (mgAG/100gFW) موجود در سیب رقم 'گلاب کهنز' طی دوره‌های مختلف نگهداری

غلظت سالیسیلیک‌اسید (میلی‌مولار)	روز پس از شروع نگهداری						
	۰	۶	۱۰	۱۵	۲۱	۲۸	۴۳
۰ (شاهد)	۴/۳۸	۳/۵۸^{a}	۳/۸۶^{a}	۴/۱۱^{a}	۳/۳۴^{a}	۲/۵۲^{a}	۲/۴۰^{b}
۱	–	۳/۸۴^{a}	۳/۹۰^{a}	۴/۰۷^{a}	۳/۷۶^{a}	۲/۷۷^{a}	۲/۷۲^{ab}
۲	–	۳/۹۵^{a}	۳/۶۸^{a}	۴/۰۸^{a}	۳/۴۹^{a}	۳/۱۳^{a}	۳/۲۱^{a}
۴	–	۳/۸۴^{a}	۴/۲۶^{a}	۳/۹۵^{a}	۳/۲۶^{a}	۲/۹۰^{a}	۳/۱۶^{a}

حروف مشابه در هر ستون، نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

درمجموع، می‌توان چنین بیان کرد که کاربرد پس از برداشت سالیسیلیک‌اسید در سیب رقم 'گلاب کهنز' سبب حفظ صفات کیفی و افزایش عمر پس از برداشت گردید. سالیسیلیک‌اسید بر مواد جامد محلول، روند کاهش سفتی بافت و کاهش وزن سیب رقم 'گلاب کهنز' مؤثر بود، اما بر اسیدیته قابل تیتراسیون و pH آب میوه مؤثر واقع نشد. نظر به اینکه سیب رقم 'گلاب کهنز' پس از برداشت و انتقال به بازار مصرف دارای عمر قفسه‌ای کوتاه بوده و سریعاً دچار قهوه‌ای شدن می‌شود، سالیسیلیک‌اسید با ممانعت از قهوه‌ای شدن سبب افزایش عمر پس از برداشت آن همراه با حفظ ویژگی‌های کیفی سیب رقم 'گلاب کهنز' گردید. به علاوه، کاربرد سالیسیلیک‌اسید روند کم شدن محتوای فنل کل را کاهش داد و در پایان، نگهداری میوه‌های شاهد دارای کمترین محتوای فنل کل بودند.

منابع مورد استفاده

۱ . اثنی‌عشری م. و زکایی خسروشاهی م (۱۳۸۷) فیزیولوژی و تکنولوژی پس از برداشت. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا. ۶۵۸ ص.

۲ . طه‌نژاد ح (۱۳۸۰) کشت و پرورش درخت سیب، سیری در باغداری نوین. انتشارات فسق، نقش مهر. ۱۵۶ ص.

۳ . مستوفی ی.، سیدحاجی زاده ح.، طلایی ع. و ابراهیم‌زاده موسوی م. ع (۱۳۸۶) حفظ کیفیت و افزایش عمر انباری سیب محلی رقم 'گلاب کهنز' با استفاده از روش بسته‌بندی در اتمسفر تعدیل یافته. نهال و بذر. ۲۳(۱): ۸۷-۹۹.

4 . Amiot MJ, Tacchini M, Aubert S and Nicolas J (1992) Phenolic composition and browning susceptibility of various apple cultivars at maturity. Food Science. 57(4): 958-962.

5 . Annese M, Manzano M and Nicoli MC (1997) Quality of minimally processed apple slices using different modified atmosphere conditions. Food Quality. 20: 359-370.

6 . Asghari M and Aghdam MS (2010) Impact of salicylic acid on postharvest physiology of horticultural crops. Trends in Food Science and Technology. 21: 502-509.

7 . Awad MA and De Jager A (2000) Flavonoid and chlorogenic acid changes in skin of 'Elstar' and 'Jonagold' apples during and after regular and ultra low oxygen storage. Postharvest Biology and Technology. 20: 15-24.

Archive of SID

www.SID.ir

8 . Babalar M, Asghari M, Talaei A and Khosroshahi A (2007) Effect pre and postharvest salicylic acid treatment on ethylene production fungal decay and overall quality of Selava strawberry fruit. Food Chemistry. 105: 449-453.

9 . Baxber GJ, Graham AB, Lawrence JR, Wile D and Paterson JR (2001) Salicylic acid in soups prepared from organically and nonorganically grown vegetables. European Journal of Nutrition. 40: 289-292.

10 . Cai Ch, Li X and Chen K (2006) Acetylsalicylic acid alleviates chilling injury of post harvest loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) fruit. European Food Research and Technology. 223: 533-539.

11 . Chen JY, Wen PF, Kong WF, Pan QH, Zhan JC, Li JM, Wan SB and Huang WD (2006) Effect of salicylic acid on phenylpropanoids and phenylalanine ammonia-lyase in harvested grape berries. Postharvest Biology and Technology. 40: 64-72.

12 . Fang Z, Zhang Y, Lu Y, Ma G and Chen J (2009) Phenolic compound and antioxidant capacities of bayberry juices. Food Chemistry. 113: 884-888.

13 . Han T, Li LP and Feng SQ (2002) Effect of exogenous salicylic acid on physiological parameters of cucumber and tomato fruits stored at chilling injury temperature. Scientia Agricultura Sinica. 35: 571-575.

14 . Imran H, Yuxing Z, Guoqiang DU, Guoying W and Jianghong Z (2007) Effect of salicylic acid (SA) on delaying fruit senescence of Huang Kum pear. Frontiers of Agriculture in China. 1(4): 456-459.

15 . Jackson JE (2003) Biology of horticultural crops: Biology of apples and pears. Cambridge University. 488 p.

16 . Kazemi M, Aran M and Zamani S (2011) Effect of salicylic acid treatments on quality characteristics of apple fruits during storage. American Journal of Plant Physiology. 6(2): 113-119.

17 . Klessig DF and Malamy J (1994) The salicylic acid signal in plants. Plant Molecular Biology. 26: 1439-1458.

18 . Lu H, Rate DN, Song JT and Greenberg JT (2003) ACD6, a novel ankyrin protein is a regulator and an effector of salicylic acid signaling in the Arabidopsis defense response. Plant Cell. 15: 2408-2420.

19 . Oszmianski J and Lee CY (1990) Enzymatic oxidative reaction of catechin and chlorogenic acid in a model system. Agriculture and Food Chemistry. 38: 1202-1204.

20 . Patthamakanokporn O (2004) Changes of antioxidant activity and total phenolic compounds during storage of selected fruits and their juices. Mahidol University, Thailand. 82 p.

21 . Peng L and Jiang Y (2006) Exogenous salicylic acid inhibits browning of fresh-cut Chinese water chestnut. Food Chemistry. 94: 535-540.

22 . Ranjbaran E, Sarikhani H, Wakana A and Bakhshi D (2011) Effect of salicylic acid on storage life and postharvest quality of grape (*Vitis vinifera* L. cv. Bidaneh Sefid). Faculty of Agriculture, Kyushu University. 56(2): 263-269.

23 . Raskin I (1992a) Role of salicylic acid in plants. Annual Review of Plant Physiology and Plant. Molecular Biology. 43: 439-463.

24 . Raskin I (1992b) Salicylate, a new plant hormone. Plant Physiology. 99: 799-803.

25 . Sams CE (1999) Preharvest factors affecting postharvest texture. Postharvest Biology and Technology. 15: 249-254.

Archive of SID

www.SID.ir

26 . Shafiee M, Taghavi TS and Babalar M (2010) Addition of salicylic acid to nutrient solution combined with postharvest treatments (hot water, salicylic acid and calcium dipping) improved postharvest fruit quality of strawberry. Scientia Horticulturae. 124: 40-45.

27 . Singleton VL and Rossi JA (1965) Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture. 16: 144-158.

28 . Smith SM (1984) Improvement of aroma of 'Cox's Orange Pippin' apples stored in low oxygen atmospheres. Horticultural Science. 59: 515-22.

29 . Srivastava MK and Dwivedi UN (2000) Delay ripening of banana fruit by salicylic acid. Plant Science. 158: 87-96.

30 . Tahir I (2006) Control of pre- and postharvest factors to improve apple quality and storability. Swedish University of Agricultural Science. 65 p.

31 . Wang YS, Tian SP and Xu Y (2005) Effects of high oxygen concentration on pro- and anti-oxidant enzymes in peach fruits during postharvest periods. Food Chemistry. 91: 99-104.

32 . Wen PF, Chen JY, Kong WF, Pan QH, Wan SB and Huang WD (2005) Salicylic acid induced the expression of phenylalanine ammonia-lyase gene in grape berry. Plant Science. 169: 928-934.

33 . Yan T and Shen QG (1998) Effects of salicylic acid on fruit ripening. Chineese Bull Botany. 15: 61-64.

34 . Ye S, Yu-xin Y, Heng Z, Yuan-peng D, Feng C and Shu-wei W (2007) Polyphenolic compound and the degree of browning in processing apple varieties. Agricultural Science in China. 6(5): 607-612.

35 . Zhang Y, Chen K, Zhang S and Ferguson I (2003) The role of salicylic acid in postharvest ripening of kiwifruit. Postharvest Biology and Technology. 28: 67-74.

36 . Zheng Y and Zhang Q (2004) Effects of polyamines and salicylic acid postharvest storage of Ponkan mandarin. Acta Horticulturae. 632: 317-320.

Archive of SID

www.SID.ir

Journal of Crops Improvement, Vol. 14, No. 2, Autumn 2012

Effect of salicylic acid on maintaining post-harvest quality of apple cv. 'Golabe-Kohanz'

M. Hadian-Deljou [1] and H. Sarikhani [*2]

(E-mail: sarikhani@basu.ac.ir)

Abstract

Fruit browning and tissue softening due to damages during handling, quality losses and water loss are the major limiting factors reducing postharvest life of early ripening apples. In this study, the effect of salicylic acid (SA) on fruit quality of apple cv 'Golabe-Kohanz' during postharvest life were investigated. Harvested fruits were immersed in zero, one, two and four mM SA and were maintained for 43 days at zero ºC. SA decreased the soluble solids content at last stages of storage. In addition, SA reduced softening rate and water loss. At the end of storage, the highest firmness was observed in one and two mM SA treated fruits and the highest water loss was measured in control. Treatment of fruits by all three concentrations of SA showed a little browning. The highest browning was observed in those of control. Also SA delayed reduction of the total phenolic. The results demonstrate that SA postharvest treatment of apple cv. 'Golabe-Kohanz' through reducing browning and maintaining fruit quality increased postharvest life.

Keywords: Apple cv. 'Golabe-Kohanz', Browning, Postharvest life, Salicylic acid, Total phenolics content

Archive of SID

1 - Former M.Sc. Student, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan - Iran

2 - Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan - Iran

(Corresponding Author *)

www.SID.ir