Archive of SID

مقاله پژوهشی

اثر آسکوربات کلسیم بر تغییرات کیفی میوه سیب رقم گلدن‌دلشیز طی نگهداری در سردخانه

ابراهیم ایرانی[۱]، موسی ارشد[۲]* و محمدجواد نظری‌دلجو[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۷- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۲۷)

چکیده

به منظور بررسی اثر آسکوربات کلسیم بر تغییرات کیفی میوه سیب رقم گلدن دلشیز طی انبارداری، آزمایشی به صورت اسپلیت در زمان بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. عامل اصلی غلظت‌های مختلف آسکوربات کلسیم (صفر، ۲/۵ و ۵ درصد) و عامل فرعی زمان‌های مختلف انبارداری (۹۰، ۱۵۰ و ۲۱۰ روز) بود. نتایج بیانگر افزایش معنی‌دار ماده جامد محلول کل، شاخص قهوه‌ای شدن، تولید اتیلن و کاهش معنی‌دار محتوای فنل کل، ویتامین ث، اسیدیته قابل تیتراسیون، سفتی بافت میوه و ماندگاری میوه با افزایش زمان نگهداری بود. با افزایش غلظت آسکوربات کلسیم، اسیدیته کل، استحکام بافت میوه و ماندگاری میوه افزایش و تولید اتیلن کاهش معنی‌داری داشت. اثر متقابل آسکوربات کلسیم در زمان انبارداری بر محتوای فنل کل و اتیلن میوه معنی‌داری بود. مقدار اتیلن میوه در نتیجه تیمار با هر سطح از غلظت آسکوربات کلسیم کاهش یافت ولی با افزایش زمان نگهداری، روندی افزایشی داشت. بیشترین مقدار اتیلن تولیدی (۳/۰۶ میکرولیتر در کیلوگرم در ساعت) مربوط به میوه‌های سیب شاهد در روز ۲۱۰ نگهداری بود. براساس نتایج پژوهش حاضر مشخص شد که آسکوربات کلسیم با کُندکردن فرآیند رسیدن و تولید اتیلن، سبب افزایش ماندگاری میوه سیب گلدن دلشیز طی نگهداری گردید.

کلمات کلیدی: اتیلن، آسکوربات کلسیم، سیب، فنل کل، ماندگاری

۱ - دانش آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم باغبانی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران.

۲ - استادیارگروه علوم باغبانی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران.

۳- دانشیار گروه علوم باغبانی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران.

* پست الکترونیک: mo_arshad2002@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

میوه‌ها و سبزیجات از جمله مهمترین محصولات باغی هستند که مصرف آنها در رژیم غذایی روزانه به خاطر وجود ترکیبات آنتی اکسیدانی متعددی همچون ویتامین ث، پلی فنل‌ها، فلاونوئیدها و کاروتنوئیدها باعث کاهش خطر ابتلا به بسیاری از بیماری‌های قلبی و عروقی و سرطان می‌شود (اسپنسر و کروزیر[1]، ۲۰۱۶). سیب با نام علمی *Malus domestica* Borkh. از خانواده گلسرخیان و زیر خانواده پوموئیده، یکی از مهمترین میوه‌های مناطق معتدله و سردسیری بوده و جزو میوه‌های فرازگرا (کلیماتریک) محسوب می‌شود که میوه تازه و فرآورده‌های آن بیشترین تجارت جهانی را در بین میوه‌های باغی به خود اختصاص داده است (ونگ[2] و همکاران، ۲۰۱۴). کیفیت میوه سیب به فاکتورهای زیادی همچون واریته، شرایط آب و هوایی طی رشد، میزان رسیدگی هنگام برداشت و شرایط انبارداری بستگی دارد. تازگی و وضعیت ظاهری میوه‌ها مهمترین شاخص ارزیابی بازارپسندی و کیفیت محصول در فروش دائمی و پیوسته آنها می‌باشد، همچنین خصوصیاتی نظیر مزه، طعم، عطر و بو، سفتی یا نرمی نقش تعیین کننده‌ای در کیفیت محصول دارند (جلیلی‌مرندی، ۱۳۹۲). سفتی بافت میوه و مقدار اسیدهای آلی از پارامترهای کلیدی در تعیین میزان کیفیت سیب محسوب می‌شوند، زیرا نرم شدن بافت، سبب کاهش کیفیت میوه و کاهش وزن آن می‌گردد. سفتی گوشت میوه در طی نگهداری به میزان تولید و اثر اتیلن و فعالیت آنزیم‌های تخریب کننده، تنفس و از دست دادن آب بستگی دارد (گفر[3] و همکاران، ۲۰۰۹). کاهش سفتی میوه طی انبارداری در پژوهش‌های محققین ثابت شده است (قربانی و همکاران، ۱۳۹۶). کنترل اتیلن محیط انبار نیز نقش مهمی در حفظ کیفیت و افزایش انبارمانی دارد. محافظت سیب‌های انبار شده در برابر اثرات مخرب اتیلن، می‌تواند بوسیله حذف اتیلن از انبار و جلوگیری از تولید و عمل اتیلن انجام گیرد. میزان تولید اتیلن را می‌توان با پایین بردن دما و یا کاربرد مواد ضد اتیلن به حداقل رساند (بخشی‌خانیکی و همکاران، ۱۳۹۰). استفاده از ترکیبات طبیعی همچون آسکوربیک اسید، اسیدهای ارگانیک و نمک‌های کلسیم می‌تواند نقش مثبتی در افزایش زمان نگهداری و حفظ خصوصیات کیفی میوه داشته باشد (نامچوچت[4] و همکاران، ۲۰۱۴).

اسید آسکوربیک (ویتامین ث) یک اسید آلی ضعیف و جزء طبیعی بافت بسیاری از میوه‌ها و سبزیجات تازه می‌باشد که مقدار آن در طی رسیدگی و انبارداری میوه در اثر فعالیت آنزیم‌های آسکوربات‌اکسیداز و پلی‌فنل‌اکسیداز کاهش می‌یابد (سوگوار[5] و همکاران، ۲۰۱۶). پلی‌فنل اکسیدازها آنزیم‌هایی هستند که قادرند ترکیبات فنلی را به اورتوکوئینون‌ها اکسید کنند و باعث قهوه‌ای شدن و کاهش کیفیت میوه‌ها شوند (گوپی[6] و همکاران، ۱۹۹۵). قهوه‌ای شدن آنزیمی که در طول نگهداری میوه‌ها رخ می‌دهد، باعث تولید رنگ و طعم ناخوشایند و از دست دادن مواد مغذی می‌شود. تأثیر استفاده از تیمار اسید آسکوربیک به کاهش واکنش قهوه‌ای شدن و مهار واکنش قهوه‌ای شدن مرتبط است (ژنگ[7] و همکاران، ۲۰۰۷). اسید آسکوربیک با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالقوه به عنوان یک خنثی کننده گونه‌های اکسیژن آزاد است به طوری که پایداری آنتوسیانین‌ها در حضور اسید آسکوربیک افزایش یافته و مانع از تخریب آنزیمی آنها می‌شوند (سیپرز و میلر[8]، ۱۹۹۸). با استفاده از اسید آسکوربیک و نگهداری سیب‌های رقم گلدن‌دلشیز در دمای چهار درجه سانتی‌گراد میزان قهوه‌ای شدن میوه به طور معنی‌داری کاهش یافته است (تورتوی[9] و همکاران، ۲۰۰۷). آسکوربات کلسیم (CaAsc) محصول جدید تجاری حاوی کلسیم است که به عنوان یک عامل ضد فرآیند پیری و قهوه‌ای شدن میوه‌های سیب شناخته شده است (چیبراندو و جکلون[10]، ۲۰۱۲). بررسی‌ها نشان می‌دهد، که تیمارهای مشتق شده از کلسیم باعث حفظ استحکام میوه‌ها و سبزیجات در طی انبارداری می‌شود (ونگ و همکاران، ۲۰۱۴). در تحقیقی که در زمینه نگهداری پس از برداشت تکه‌های سیب بریده به کمک آسکوربات کلسیم صورت گرفت است، مشخص شد که در صورتی که بلافاصله از محلول آسکوربات کلسیم برای سیب‌ها استفاده شود در

1. Spencer and Crozier
2. Wang
3. Ghafir
4. Ngamchuachit
5. Sogvar
6. Goupy
7. Zheng
8. Sapers and Miller
9. Tortoe
10. Chiabrando and Giacalone

www.SID.ir

Archive of SID

طول مدت زمان انبارمانی کیفیت سیب همچنان حفظ خواهد شد (آگوایو[1] و همکاران، ۲۰۱۰). این محققین اثبات کردند که شاخص‌هایی مانند ظاهر بافت و عطر و طعم میوه هنگام استفاده از محلول آسکوربات کلسیم تحت شرایط کنترل شده انبار همچنان حفظ خواهد شد. آسکوربات کلسیم با افزایش سطح کلسیم در میوه، نرم شدگی پوسته میوه را به تأخیر خواهد انداخت، زیرا کلسیم با قرار گرفتن در دیواره سلولی باعث استحکام آن شده و از طرف دیگر با کاهش تولید اتیلن در حفظ سفتی بافت میوه و کاهش بروز اختلالات فیزیولوژیکی مؤثر است (چن[2] و همکاران، ۲۰۱۱). با توجه به رویکردهای جدید در افزایش نگهداری میوه با استفاده از ترکیبات سالم و مطرح شدن مباحث مربوط به کیفیت پس از برداشت میوه و همچنین به دلیل فرازگرا و زنده بودن بافت بیولوژیکی سیب، آزمایشی با هدف بررسی اثر آسکوربات کلسیم بر تغییرات کیفی میوه سیب رقم گلدن دلشیز طی انبارداری انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

تیمارهای آزمایشی و اعمال تیمارها

این پژوهش در سال ۹۶-۱۳۹۵ روی میوه‌های سیب رقم گلدن دلشیز که درختان آن در یک باغ تجاری (با فاصله هر درخت ۷ متر) واقع در شهرستان اشنویه در استان آذربایجان‌غربی با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه شمالی، طول جغرافیایی ۴۵ درجه شرقی پرورش یافته بودند انجام شد. درختان رقم مورد مطالعه ۲۱ ساله و روی پایه بذری پیوند شده و دارای شرایط تغذیه و آبیاری یکسانی بودند.

به منظور بررسی اثر آسکوربات کلسیم بر تغییرات کیفی میوه سیب رقم گلدن دلشیز طی انبارداری، میوه‌ها به سردخانه‌ای تحت شرایط دمایی ۱±۰ درجه سانتی‌گراد، رطوبت ۹۵-۹۰ درصد و همچنین ۱۵ درصد گاز کربنیک، به صورت اسپلیت در زمان بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل اصلی غلظت‌های مختلف آسکوربات کلسیم (صفر، ۲/۵ و ۵ درصد) و عامل فرعی زمان‌های مختلف انبارداری (۹۰، ۱۵۰ و ۲۱۰ روز) بود. صفات کیفی میوه در سه مرحله پس از ۹۰، ۱۵۰ و ۲۱۰ روز نگهداری، در آزمایشگاه علوم باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد ارزیابی شدند. جهت اعمال تیمارها، غلظت‌های مورد نظر از آسکوربات کلسیم در آب مقطر تهیه شد و سپس میوه‌های سیب به مدت ۱۰ دقیقه در محلول آماده شده به‌صورت غوطه‌وری قرار داده شدند و بعد از خشک کردن در معرض هوای اتاق، میوه‌های تیمار شده به همراه تیمار شاهد داخل جعبه‌های رایج پلاستیکی بسته‌بندی میوه‌ها قرار داده شدند، به این صورت که قسمت کف و دیواره‌های جعبه با استفاده از کاغذ کالک پوشانده شد و تعداد ۱۵ عدد سیب برای هر تکرار (سه تکرار) داخل جعبه چیده شد و در نهایت قست رویی میوه‌ها با پوشال و کاغذ کالک پوشانده و در جعبه‌ها بسته شد و به سردخانه‌ای تحت شرایط دمایی ۱±۰ درجه سانتیگراد، رطوبت ۹۵-۹۰ درصد و همچنین ۱۵ درصد گاز کربنیک منتقل و قرار داده شدند. جعبه‌های مورد استفاده مستطیلی و دارای ابعاد ۴۰×۲۵×۲۰ سانتی‌متر و در تمام وجوه دارای خلل و فرج بودند. قبل از اندازه‌گیری صفات کیفی، نمونه‌های سیب مورد نظر را قطعه قطعه کرده و در داخل مخلوط‌کن‌های آب میوه‌گیری به حالت پوره درآورده و از عصاره بدست آمده جهت تعیین صفات کیفی استفاده گردید. به منظور تعیین صفاتی که زمان بر بوده و بعداً اندازه‌گیری می‌شوند، سیب‌ها از هر تیمار آزمایشی، بعد از قطعه قطعه کردن گوشت آن داخل کپسول نیتروژن مایع در دمای ۱۹۶- درجه سانتیگراد منجمد شده و نگهداری شدند.

صفات مورد ارزیابی

فنل کل

میزان فنل کل به روش فولین-سیوکالتو (Folin-Ciocalteu) اندازه‌گیری شد و نتایج بر حسب میلی‌گرم اسید گالیک در گرم عصاره میوه بیان شد (اسلینکرد و سینگلتن[3]، ۱۹۷۷). اساس کار در این روش احیاء معرف فولین توسط ترکیبات فنلی در محیط قلیایی و ایجاد کمپلکس آبی رنگ است که حداکثر جذب را در طول موج ۷۶۰ نانومتر نشان می‌دهد.

اسید آسکوربیک

جهت تعیین مقدار اسید آسکوربیک میوه (میلی‌گرم اسید آسکوربیک اسید بر ۱۰۰ گرم نمونه) از روش تیترسنجی با محلول ۲ و ۶ دی‌کلرو فنل ایندوفنل استفاده شد

1. Aguayo
2. Chen
3. Slinkard and Singleton

www.SID.ir

Archive of SID

(AOAC, 1998).

مواد جامد محلول کل (TSS)

جهت تعیین میزان مواد جامد محلول، مقداری از عصاره میوه در لوله آزمایش به مدت ۱۵ دقیقه در دستگاه سانتریفیوژ با ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید، سپس چند قطره از سوپرناتانت (عصاره‌ی میوه به دست آمده از سانتریفیوژ)، بر روی شیشه رفراکتومتر دستی (مدل ATAGO ساخت کشور ژاپن) ریخته و غلظت مواد جامد محلول آن بر حسب بریکس، در دمای آزمایشگاه (۲۰ درجه سانتی‌گراد) قرائت و پس از اعمال ضریب رقت ثبت گردید (AOAC, 1980).

اسیدیته کل

به منظور اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون، ۲۰ سی سی از عصاره موجود با ۸۰ سی سی آب مقطر رقیق شده و با سود ۰/۱ نرمال در حضور فنل‌فتالئین سنجش شد. با مشاهده اولین تغییر رنگ پایدار (قرمز کم رنگ) که معمولاً در pH =۸/۲ اتفاق می‌افتاد، اضافه نمودن سود متوقف و میزان سود مصرفی یادداشت گردید. سپس با توجه به اینکه اسید غالب، اسید مالیک می‌باشد، از رابطه (۱) اسیدیته قابل تیتراسیون در هر تکرار آزمایش تعیین گردید (ندیم[1] و همکاران، ۲۰۱۰).

$$A=\frac{N\times V\times E}{M}\times 100$$ رابطه (۱)

A: مقدار اسیدهای آلی موجود در عصاره (میلی‌گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره میوه)، N: نرمالیته سود مصرفی (۰/۱ نرمال)، V: حجم سود مصرفی، E: والانس‌گرم اسید غالب (اسید تارتاریک) و M: مقدار عصاره میوه (میلی‌لیتر)

نحوه تهیه عصاره میوه: بعد از گرفتن آب میوه توسط آب میوه‌گیری (تمام مراحل با حفظ زنجیره سرد انجام شد). برای زلال و شفاف شدن آب میوه، مقداری از آن را داخل لوله‌های آزمایشی مخصوص دستگاه سانتریفیوژ ریخته و آن را به مدت ۵ دقیقه سانتریفوژ کرده بطوری‌که پس از این عمل یک محلول شفاف آبمیوه برای اندازه‌گیری صفات مذکور حاصل می‌شود.

سفتی میوه

سفتی بافت گوشت میوه سیب با استفاده از دستگاه سفتی‌سنج (FG-5020، تایوان) انجام شد. برای محاسبه سفتی، پروب دستگاه با قطر ۵ میلی‌متر و عمق ۱۱ میلی متر در چندین نقطه از بافت سیب فشار داده شد و نیرو بر حسب نیوتون گزارش شد (مستوفی[2]، ۲۰۰۵).

شاخص قهوه‌ای شدن سطح میوه

میزان قهوه‌ای شدن سطح میوه به صورت مشاهده‌ای و نمره‌دهی بین یک تا پنج بررسی شد. ۱: میوه سالم و بدون لکه، ۲: میوه دارای یک تا سه لکه قهوه‌ای، ۳: میوه دارای چهار تا شش لکه قهوه‌ای، ۴: میوه دارای هفت تا نه لکه قهوه‌ای و ۵: میوه دارای بیش از نه لکه قهوه‌ای (وانگ و گائو[3]، ۲۰۱۳).

بررسی وضعیت ظاهری و بازارپسندی میوه

برای تعیین کیفیت ظاهری و بازارپسندی میوه‌ها از نمره دهی استفاده شد. ۱: خیلی بد، ۲: بد، ۳: متوسط، ۴: خوب، ۵: خیلی خوب و ۶: عالی

اتیلن

اندازه‌گیری میزان اتیلن با دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC-2010, Shimadzu, Japan) انجام گرفت (واتکینز[4] و همکاران، ۲۰۰۵). دمای بخش تزریق ستون و دتکتور به ترتیب ۹۰ و ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد بود، غلظت گاز اتیلن استاندارد ۱۳۵۹۱۲/۳ بود و از هلیوم به‌عنوان گاز بالانس استفاده گردید و از اکسیژن (۰/۳ کیلوگرم بر سانتی‌متر مکعب) به‌کاربرده شده در مسائل پزشکی استفاده شد، منبع هیدروژن ۰/۴۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مکعب با درجه خلوص بالا فراهم گردید. برای اندازه‌گیری میزان اتیلن تولید شده از هر واحد آزمایشی ۳ عدد میوه با حجم یکسان انتخاب شده و درون ظرف‌های ۲/۵ لیتری قرار داده شدند که درون ظرف پتاس یک مولار به مقدار ۲۵ میلی‌لیتر در بشر۵۰ سی‌سی برای جذب CO_2 قرار داده شد تا میزان دی‌اکسیدکربن تولید شده را در حد کمتر از ۰/۱ درصد نگه دارد. سپس این شیشه با درب‌های مجهز به لاستیک‌های ضد آب جهت جلوگیری از درز گاز تولید شده، محکم با استفاده از چسب آکواریوم بسته شد. پس از مدت ۱۶ ساعت از قرار دادن نمونه‌ها داخل شیشه‌ها، مقدار یک سی‌سی از هوای داخل شیشه از طریق درب کوچک لاستیکی که در قسمت جانبی ظرف تعبیه شده بود نمونه‌گیری شد. نمونه‌ها با استفاده از GC مورد اندازه گیری قرار گرفت، برای محاسبه میزان اتیلن تولید شده از رابطه (۲) استفاده گردید.

1. Nadeem
2. Mostofi
3. Wang and GAO
4. Watkinz

www.SID.ir

Archive of SID

رابطه (۲) $Ep(\mu l h^{-1} g^{-1}) = \frac{(E*V*60)}{(T*W)}$

EP: اتیلن تولید شده، E: غلظت اتیلن در فضا بالای شیشه (میکرولیتر)، V: حجم شیشه، T: مدت زمان قرار دادن نمونه در شیشه و W: وزن نمونه تر (گرم)

تجزیه و تحلیل داده‌های آماری

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از این پژوهش با استفاده از نرم افزار SAS 9.2 انجام گرفت. مقایسات میانگین‌ها توسط آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد و اشکال مربوطه نیز در برنامه اکسل ترسیم گردید.

نتایج و بحث

محتوای فنل کل

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار ($P<0.01$) زمان انبارمانی و اثر متقابل آسکوربات کلسیم در زمان انبارمانی بر محتوای فنل کل میوه سیب بود، این در حالی است که تأثیر آسکوربات کلسیم بر محتوای فنل کل میوه معنی‌داری نبود (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر آسکوربات کلسیم بر تغییرات کیفی میوه سیب رقم گلدن دلشیز طی انبارداری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		فنل کل	ویتامین ث	ماده جامد محلول کل	اسیدیته کل	سفتی بافت میوه	قهوه‌ای شدن	ماندگاری میوه	اتیلن
آسکوربات کلسیم	۲	۲۳/۴۵ ns	۰/۲۶ ns	۰/۱۷ ns	۰/۲۱ **	۷/۷۰ **	۰/۴۸ ns	۱/۱۹ *	۲/۴۶ **
خطای آسکوربات کلسیم	۶	۱۱/۵۴	۰/۱۷	۰/۰۸	۰/۰۰۹	۰/۲۲	۰/۴۱	۰/۱۵	۰/۰۳
زمان	۲	۵۲۲/۶ **	۷/۹۴ **	۰/۴۲*	۰/۱۳ **	۳۹/۰۹ **	۲/۸۱ **	۴/۹۹ **	۲/۹۶ **
آسکوربات کلسیم × زمان	۴	۱۰۸/۴ **	۰/۱۷ ns	۰/۰۱ ns	۰/۰۱ ns	۱/۷۴ ns	۰/۲۰ ns	۰/۴۱ ns	۰/۸۸ **
خطای کل	۱۲	۱۳/۹۸	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۲	۰/۵۴	۰/۳	۰/۲۷	۰/۰۶
ضریب تغییرات (cv)		۳/۹۴	۵/۵۹	۲/۰۷	۱۲/۱۹	۷/۷۸	۱۳/۱۲	۶/۴۹	۲۲/۲۷

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

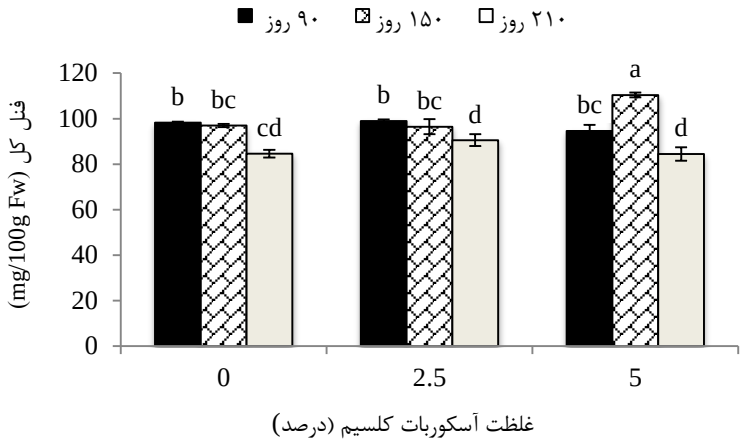
نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل آسکوربات کلسیم در زمان انبارمانی نشان داد که در هر غلظت از آسکوربات کلسیم سیب‌های نگهداری شده طی ۲۱۰ روز، دارای کمترین محتوای فنل بودند. بیشترین محتوای فنل (۱۱۰/۴ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن تر) اختصاص به غلظت پنج درصد آسکوربات کلسیم و ۱۵۰ روز نگهداری داشت (شکل ۱). طبق نتایج اثرات متقابل، در غلظت پنج درصد آسکوربات کلسیم با افزایش زمان نگهداری محتوای فنل ابتدا افزایش و سپس کاهش معنی‌داری داشت، اما در غلظت‌های صفر و ۲/۵ درصد آسکوربات کلسیم با افزایش انبارداری محتوای فنل نوسان نداشته و دارای روند کاهشی بود. همچنین، نتایج نشان داد که در زمان‌های ۹۰ و ۲۱۰ روز نگهداری سیب محتوای فنل با افزایش غلظت آسکوربات کلسیم تغییر معنی‌داری نداشت، اما در زمان ۱۵۰ روز نگهداری مصرف آسکوربات کلسیم باعث افزایش ۱۲/۷۲ درصدی و معنی‌دار محتوای فنل کل نسبت به عدم مصرف آن گردید (شکل ۱).

با توجه به نتایج پژوهش حاضر، محتوای فنل کل طی انبارداری از روند مشخصی پیروی نکرده و دارای نوسان بوده، به‌طوری‌که در غلظت ۵ درصد آسکوربات کلسیم با افزایش زمان نگهداری از ۹۰ به ۱۵۰ روز محتوای فنل کل میوه افزایش و با بیشتر شدن زمان نگهداری از ۱۵۰ به ۲۱۰ روز روند کاهشی نشان داد. این نوسان افزایشی و کاهشی طی انبارداری می‌تواند به دلیل فرآیندهای متابولیسمی مانند تولید اتیلن (جدول۲) در میوه برداشت شده باشد. بر اساس بررسی‌های دیگر محققین نیز تغییرات محتوای فنل طی نگهداری متغیر بود (دوما[1] و همکاران، ۲۰۱۷) که می‌تواند تأییدی بر نتایج این بررسی باشد. طی مطالعات انجام شده بر زغال اخته (سلیمانی اقدم[2] و همکاران، ۲۰۱۳) محتوای فنل کل تحت تیمار با کلرید کلسیم افزایش یافت که با نتایج حاصل از این بررسی مبنی بر نقش کلسیم در افزایش محتوای فنل مطابقت داشت. بررسی‌های انجام شده در گلابی رقم

1. Duma
2. Soleimani Aghdam

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل آسکوربات کلسیم در زمان انبارداری بر محتوای فنل کل میوه سیب رقم گلدن‌دلشیز. میانگین‌هایی که در هر ستون حروف مشترک دارند دارای اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد نیستند

"Rocha"، نشان داد که استفاده از ترکیبات کلسیمی منجر به کاهش فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز در میوه‌های تازه بریده شده گردید (گومز[1] و همکاران، ۲۰۱۴)، این می‌تواند به نقش کلسیم در کاهش فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز و افزایش محتوای فنل (شکل ۱) نسبت داده شود. بنابراین افزایش محتوای فنل در تیمار ۵ درصد آسکوربات کلسیم (طی دوره ۹۰ تا ۱۵۰ روز) می‌تواند هم به دلیل کاهش سرعت پیری و هم به دلیل فعال نمودن آنزیم فنیل‌آلانین‌آمونیالیاز (PAL) بوده باشد. از طرف دیگر چون فنل‌ها به عنوان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در جریان پیری و خنثی سازی رادیکال‌های آزاد مصرف می‌شوند، کاهش آنها در طی نگهداری (دوره بیش از ۱۵۰ روز نگهداری) اجتناب ناپذیر است.

اسید آسکوربیک

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اسید آسکوربیک، به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر زمان انبارمانی ($P<0.01$) قرار گرفت، این در حالی بود که آسکوربات کلسیم و اثر متقابل آسکوربات کلسیم در زمان انبارمانی تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان‌دهنده روند کاهشی مقدار اسید آسکوربیک میوه با افزایش زمان نگهداری بود به طوری که در روزهای ۱۵۰ و ۲۱۰ روز نگهداری مقدار اسید آسکوربیک به ترتیب کاهش ۱۴/۰۴ و ۲۹/۳۳ درصدی و معنی‌داری را نسبت به روز ۹۰ نگهداری نشان داد (جدول ۲).

اسید آسکوربیک موجود در میوه، حساس به درجه حرارت انبار و مدت زمان نگهداری است و تجزیه آن در اثر حمل و نقل، شرایط نامطلوب انبار مانند دماهای بالاتر، رطوبت نسبی کم، آسیب‌های فیزیکی، و سرمازدگی افزایش می‌یابد (لی[2] و همکاران، ۲۰۰۰). بررسی‌های محققین در زمینه کاهش اسید آسکوربیک طی انبارداری در دسترس می‌باشد (سوگوار و همکاران، ۲۰۱۶)، که با نتایج حاصل از این بررسی مطابقت دارد. علت کاهش اسید آسکوربیک طی نگهداری در سردخانه می‌تواند به دلیل مصرف این ویتامین به‌عنوان دهنده الکترون به اکسیدان‌ها برای خنثی کردن رادیکال‌های آزاد و پیری باشد (فتاحی‌مقدم و حلاجی‌ثانی، ۱۳۹۱).

مواد جامد محلول کل

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که زمان انبارداری تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر مقدار ماده جامد محلول کل میوه داشت، اما عامل آسکوربات کلسیم و اثر متقابل آسکوربات کلسیم در زمان انبارداری معنی‌دار نشد (جدول ۱). با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها با افزایش زمان نگهداری میوه، مقدار ماده جامد محلول کل روندی افزایشی نشان داد به طوری که طی ۲۱۰ روز نگهداری، مقدار ماده جامد محلول کل افزایش ۲/۹۱ درصدی و معنی‌داری نسبت به روز ۹۰ انبارداری داشت (جدول ۲).

مواد جامد محلول کل از شاخص‌های بیوشیمیایی برای تعیین طعم میوه می‌باشد که در طعم میوه تأثیر بسزایی

1. Gomes
2. Lee

www.SID.ir

Archive of SID

دارد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این بررسی مقدار مواد جامد محلول کل طی انبارداری افزایش یافت که در تأیید این نتایج محققین دیگری نیز بررسی‌هایی انجام داده‌اند (سردابی و همکاران، ۱۳۹۲). افزایش مواد جامد محلول طی انبارداری، به دلیل ادامه فعالیت‌های سوخت‌وساز در میوه و تولید قندهای ساده بیشتر و تغلیظ شدن عصاره میوه و تجزیه پلی‌ساکاریدهای دیواره سلول و تبدیل آنها به پکتین محلول می‌باشد (اختر[1] و همکاران، ۲۰۱۰). همچنین ممکن است افزایش مواد جامد محلول مربوط به افزایش و کاهش مواد دیگری مانند اسیدها، پکتین‌های محلول و ترکیبات فنلی بوده باشد (قاسم نژاد[2] و همکاران، ۲۰۱۱). طی مطالعاتی که بر روی چهار رقم سیب رویال‌گالا، مونديال‌گالا، گلدن‌دلشیز و رددلشیز انجام شد، مقدار ماده جامد محلول کل با افزایش دوره نگهداری روندی افزایشی داشت (جان[3] و همکاران، ۲۰۱۲).

اسیدیته کل

اسیدیته قابل تیتراسیون میوه سیب بر اساس جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱)، به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر آسکوربات کلسیم و زمان انبارمانی قرار گرفت، اما اثر متقابل این دو عامل معنی‌دار نشد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار میوه‌های سیب توسط آسکوربات کلسیم، باعث حفظ بهتر مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون نسبت به شاهد (بدون استفاده از آسکوربات کلسیم) شد طوری‌که در هر دو غلظت، مقدار اسیدیته ۲۱/۶۶ درصد نسبت به شاهد بیشتر بود (جدول ۲). نتایج همچنین نشان داد که با افزایش زمان نگهداری میوه ها مقدار اسیدیته کل روندی کاهشی داشت به‌طوری‌که طی ۲۱۰ روز نگهداری مقدار اسیدیته کل کاهش ۱۹/۱۶ درصدی و معنی‌داری نسبت به روز ۹۰ انبارداری نشان داد (جدول ۲).

سیب میوه‌ای فرازگراست که فرآیند تنفس آن طی انبارداری ادامه دارد، اسیدهای آلی (در سیب اسید غالب، مالیک اسید است) به هنگام رسیدن در اثر تنفس و یا تبدیل به قندها کاهش می‌یابند. مطالعات بسیاری روند کاهشی درصد اسیدیته قابل تیتراسیون را بعد از برداشت در طول دوره انبارداری نشان داده‌اند (سردابی و همکاران، ۱۳۹۲؛ سوسکا و تومالا[4]، ۲۰۰۶) که با نتایج حاصل از این بررسی در یک راستا بود. هورمون اتیلن نیز با تسریع پیری در میوه می‌تواند نقش مؤثری در کاهش اسیدهای آلی داشته باشد. بنابراین عواملی که باعث کاهش تنفس و تولید اتیلن می‌شوند به‌واسطه کاهش مصرف قندها، از کاهش اسیدهای آلی و افزایش مواد جامد محلول جلوگیری می‌کنند (راحمی، ۱۳۸۴). ترکیبات کلسیم‌دار با تأثیری که بر هورمون اتیلن و بازدارندگی آن دارند، می‌توانند پیری را در میوه به تأخیر انداخته و تا حدودی مانع کاهش اسیدهای آلی (جدول ۲) شوند. در پژوهشی محققین نتیجه گرفتند که در تیمارهای بدون استفاده از کلسیم (شاهد) میزان تولید اتیلن افزایش یافته که درنتیجه منجر به مصرف اسیدهای آلی به عنوان سوبسترای تنفسی شده است، در حالی که در تیمارهای محلول‌پاشی شده، به دلیل نقش کلسیم در کاهش تنفس و تولید اتیلن، مصرف اسیدهای آلی در نتیجه فرآیندهای تنفسی کاهش یافته است (گارسیا[5] و همکاران، ۱۹۹۶).

سفتی بافت میوه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار ($P<0.01$) آسکوربات کلسیم و زمان انبارمانی و همچنین عدم تأثیر معنی‌دار اثر متقابل آسکوربات کلسیم در زمان انبارمانی بر سفتی بافت میوه سیب بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان‌دهنده بالاتر بودن استحکام (سفتی بافت) میوه با مصرف آسکوربات‌کلسیم بود به طوری که در غلظت‌های ۲/۵ و ۵ درصد، سفتی میوه به ترتیب ا ۱۲/۳۷ و ۱۷/۸۳ درصد و بطور معنی‌داری نسبت به شاهد بالاتر بود (جدول ۲). با افزایش زمان نگهداری، بافت میوه نرم شد و از سفتی آن کاسته شد، به طوری که در ۲۱۰ روز پس از انبارداری سفتی بافت میوه کاهش ۳۶/۲۹ درصدی و معنی‌داری نسبت به ۹۰ روز نگهداری داشت (جدول ۲).

سفتی بافت یکی از مهمترین پارامترهای فیزیکی مورد استفاده جهت ارزیابی کیفی میوه طی فرآیند رسیدن، انبارداری و توزیع میوه‌ها می‌باشد و در بازارپسندی و

1. Akhtar
2. Ghasemnezhad
3. Jan
4. Soska and Tomala
5. Garcia

www.SID.ir

Archive of SID

انتخاب مصرف‌کننده تأثیرگذار است (پتریچونی[1] و همکاران، ۲۰۱۵). با توجه به نتایج بررسی حاضر با گذشت زمان نگهداری در سردخانه، سفتی بافت میوه به میزان قابل توجهی کاهش یافت که در نتایج دیگر محققان نیز ثابت شده است (قربانی و همکاران، ۱۳۹۶). کاهش سفتی میوه می‌تواند به دلیل فعال شدن آنزیم‌های تخریب کننده دیواره سلولی در اثر افزایش فعالیت اتیلن (جدول ۲) طی انبارداری و رسیدگی بوده باشد. به عقیده اکثر پژوهشگران سفتی بافت میوه در اثر غلظت بالای کلسیم حفظ می‌شود (خلج و همکاران، ۱۳۹۳؛ باربا‌گالو ریکاردو[2] و همکاران، ۲۰۱۲)، زیرا کلسیم با قرار گرفتن در دیواره سلولی و استحکام بخشیدن به آن و نیز کاهش تولید و اثر اتیلن در حفظ سفتی بافت میوه نقش خود را ایفا می‌کند. بر اساس نتایج پژوهش حاضر با کاربرد آسکوربات کلسیم سفتی بافت میوه افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد (غلظت صفر) داشت که با نتایج دیگر پژوهشگران (فاروق[3] و همکاران، ۲۰۱۲) مبنی بر سفت‌تر ماندن بافت میوه نسبت به شاهد، تحت ترکیبات حاوی کلسیم در یک راستا بود.

بازارپسندی میوه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان دهنده تأثیر معنی‌دار آسکوربات کلسیم ($P<0.05$) و زمان انبارمانی ($P<0.01$) بر عمر پس از برداشت یا ماندگاری میوه بود، اما اثر متقابل آسکوربات کلسیم در زمان انبارمانی تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۱). با توجه به نتایج مقایسه میانگین تیمارها، با مصرف ۲/۵ و ۵ درصد آسکوربات کلسیم، ماندگاری میوه نسبت به عدم مصرف (شاهد) به ترتیب افزایش ۶/۰۶ و ۸/۶۶ درصدی و معنی‌داری داشت، اما بین غلظت‌های کاربردی تفاوت معنی‌داری بر عمر انبارداری میوه مشاهده نگردید (جدول ۲). بازارپسندی میوه با افزایش زمان نگهداری کاهش یافت و بیشترین کاهش در ۲۱۰ روز نگهداری دیده شد که نسبت به زمان ۹۰ روز نگهداری، کاهش معنی داری داشت (جدول ۲).

رسیدگی و پیری میوه طی انبارداری با چندین تغییر کیفی همچون کاهش سفتی (جدول ۲)، کاهش اسیدیته کل (جدول ۲)، افزایش مواد جامد محلول کل (جدول ۲)، افزایش شاخص قهوه‌ای شدن میوه (جدول ۲) و غیره پیشرفت کرده و عمر انبارداری میوه را کاهش می‌دهد. بررسی‌های محققین نشان‌دهنده کاهش بازارپسندی میوه طی انبارداری است (فاروق و همکاران، ۲۰۱۲) که با نتایج حاصل از این بررسی مطابقت دارد.

تأخیر در فرآیند رسیدگی می‌تواند دوره نگهداری میوه را افزایش دهد (لیو[4] و همکاران، ۲۰۱۴). با توجه به نتایج به دست آمده از این بررسی با تیمار سیب‌ها توسط آسکوربات کلسیم خاصیت بازارپسندی میوه بهتر حفظ شد (جدول ۲)، این حفظ شدن می‌تواند به نقش آسکوربات کلسیم در کاهش تنفس و تولید اتیلن و کاهش سرعت رسیدن میوه باشد. طی بررسی‌های انجام گرفته توسط محققین تیمار با کلرید کلسیم باعث افزایش عمر انباری میوه هلو شده است (کرم‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۴).

قهوه‌ای شدن میوه

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، مقدار قهوه‌ای شدن بافت میوه سیب تحت تأثیر زمان انبارداری تغییر معنی‌داری ($P<0.01$) نشان داد، اما آسکوربات کلسیم و اثر متقابل آسکوربات‌کلسیم در زمان انبارداری تأثیر معنی داری بر تغییر رنگ میوه سیب نداشتند (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان دهنده افزایش شاخص تغییر رنگ میوه به سمت قهوه‌ای با افزایش زمان نگهداری می‌باشد به طوری‌که در روز ۲۱۰ نگهداری میوه سیب با بالاترین شاخص قهوه‌ای شدن، تغییر ۲۳/۸۲ درصدی و معنی داری نسبت به روز ۹۰ نگهداری داشت (جدول ۲). نتایج نشان داد که با کاربرد و افزایش غلظت آسکوربات کلسیم درصد قهوه‌ای شدن میوه کاهش یافت (جدول ۲). سنتز رنگدانه‌های قهوه‌ای به‌واسطه اکسید شدن فنولیک، به سبب پلی‌فنل‌اکسیداز و پراکسیداز و در نتیجه قهوه‌ای شدن سطحی است (ای[5] و همکاران، ۲۰۰۷). با توجه به نتایج این بررسی، با افزایش زمان نگهداری درصد قهوه‌ای شدن میوه افزایش داشت که می‌تواند مربوط به کاهش محتوای فنل (شکل ۱) طی انبارداری بوده باشد. افزایش شاخص قهوه‌ای شدن میوه طی نگهداری در مطالعات سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (لی و همکاران، ۲۰۱۲).

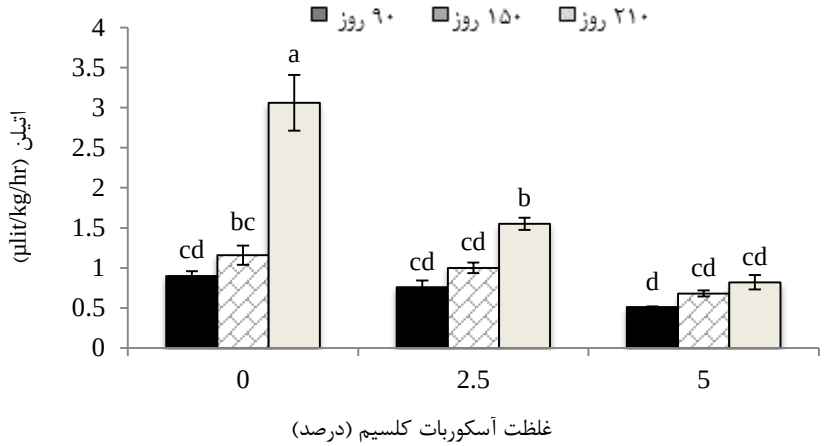
1. Petriccione
2. Barbagallo Riccardo
3. Farooq
4. Liu
5. Ye

www.SID.ir

Archive of SID

اتیلن

مقدار اتیلن میوه سیب با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها، تحت تأثیر آسکوربات‌کلسیم، زمان انبارداری و اثر متقابل آسکوربات کلسیم در زمان انبارداری بود (جدول ۱). براساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل عامل‌ها، بیشترین مقدار اتیلن تولیدی (۳/۰۶ میکرولیتر بر کیلوگرم در ساعت) مربوط به میوه‌های سیب تیمار نشده با آسکوربات کلسیم و پس از ۲۱۰ روز نگهداری بود. نتایج نشان داد در هر غلظتی از آسکوربات کلسیم با افزایش زمان نگهداری مقدار اتیلن تولیدی میوه افزایش می‌یابد که این افزایش در غلظت ۵ درصد آسکوربات کلسیم غیر معنی‌دار بود (شکل ۲). در زمان ۲۱۰ روز انبارداری با مصرف ۲/۵ و ۵ درصد آسکوربات کلسیم، مقدار اتیلن میوه به ترتیب ۴۹/۳۴ و ۷۳/۲۰ درصد کاهش نسبت به شاهد نشان داد (شکل ۲).



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل آسکوربات کلسیم در زمان انبارداری بر مقدار اتیلن میوه سیب رقم گلدن‌دلشیز. میانگین‌هایی که در هر ستون حروف مشترک دارند دارای اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد نیستند

اتیلن به‌عنوان عامل تسریع کننده پیری در میوه سیب شناخته شده است و با افزایش طول دوره نگهداری و پیری میوه سیب، مقادیر اتیلن نیز افزایش می‌یابد. برخی بررسی‌ها نشان از افزایش تولید اتیلن طی نگهداری بود (بخشی‌خانیکی و همکاران، ۱۳۹۰) که با نتایج حاصل از این بررسی همخوانی دارد. نتایج همچنین نشان داد که با کاربرد و افزایش غلظت آسکوربات کلسیم سرعت افزایش تولید اتیلن از روند کاهشی مشخصی برخوردار بود (شکل ۲). با توجه به اینکه هر دو عامل آسکوربات و کلسیم بعنوان حذف‌کننده‌های رادیکال‌های آزاد و فعال‌کننده‌های سیستم آنتی‌اکسیدانی عمل می‌کنند (یونیس[1] و همکاران، ۲۰۱۰: رسولی‌صدقیانی و همکاران، ۱۳۹۶)، بنابراین با کاهش رادیکال‌های آزاد و گونه‌های اکسیژن فعال، آسیب به غشاء کاهش یافته و در نتیجه تولید اتیلن کاهش می‌یابد. همچنین کلسیم با قرار گرفتن در بین پکتین‌ها باعث استحکام دیواره شده که نتیجه آن کاهش تولید اتیلن است. کاهش مقدار اتیلن میوه سیب تحت تیمار کلرید کلسیم نیز گزارش شده است (شیرزاده[2] و همکاران، ۲۰۱۱).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج پژوهش حاضر مشخص شد که طی انبارداری تغییرات بیوشیمیایی وابسته به زمان در میوه صورت گرفت و کیفیت میوه تغییر پیدا کرد و با ادامه فرایند رسیدگی میوه سیب طی نگهداری و افزایش تولید اتیلن، سرعت پیری میوه افزایش و ماندگاری کاهش یافت. اما در این بررسی کاربرد و افزایش غلظت آسکوربات کلسیم تا حدودی توانست با کند کردن فرایند رسیدن و تولید اتیلن در افزایش ماندگاری و سفتی بافت میوه نقش داشته باشد. بنابراین، به‌نظر می‌رسد که استفاده از

1. Younis

2. Shirzadeh

www.SID.ir

Archive of SID

آسکوربات کلسیم طی نگهداری طولانی مدت سیب رقم گلدن دلشیز یک روش مناسب برای حفظ ویژگی‌های کیفی میوه می‌باشد. با توجه به عدم تفاوت معنی‌دار بین هر دو علظت ۲/۵ و ۵ درصد آسکوربات کلسیم بر صفات کیفی مورد نظر، توصیه میشود جهت کاهش هزینه‌های مصرف آسکوربات کلسیم، غلظت ۲/۵ درصد آسکوربات کلسیم جهت افزایش عمر نگهداری و حفظ کیفیت میوه سیب رقم گلدن دلشیز طی نگهداری استفاده شود.

جدول ۲- مقایسه میانگین تغییرات کیفی میوه سیب رقم گلدن دلشیز تحت اثرات ساده آسکوربات کلسیم و زمان انبارداری

تیمار		ویتامین ث (mg/gFw)	ماده جامد محلول کل (٪)	اسیدیته کل (mg/gFw)	سفتی بافت میوه (نیوتن)	قهوه‌ای شدن	ماندگاری میوه (روز)
	صفر	۵/۲۸±۰/۲۶ a	۱۴/۶۷±۰/۰۹ a	۰/۹۴±۰/۰۳ b	۸/۴۳±۰/۵۶ b	۴/۳۳±۰/۲۳ a	۷/۶±۰/۳۳ b
	۲/۵	۵/۶۱±۰/۳۴ a	۱۴/۵۴±۰/۱۰ a	۱/۲±۰/۰۷ a	۹/۶۲±۰/۶۳ a	۴/۲۲±۰/۲۲ a	۸/۰۸±۰/۲۷ a
	۵	۵/۵۵±۰/۲۷ a	۱۴/۴۰±۰/۱۱ a	۱/۲۱±۰/۰۵ a	۱۰/۲۶±۰/۷۵ a	۳/۸۸±۰/۲۶ a	۸/۳۱±۰/۱۸ a
زمان انبارداری (Day)	۹۰	۶/۴۱±۰/۱۵ a	۱۴/۳۱±۰/۰۷ b	۱/۲±۰/۰۷ a	۱۱/۵±۰/۳۴ a	۳/۵۵±۰/۱۷ b	۸/۵۸±۰/۱۰ a
	۱۵۰	۵/۵۱±۰/۱۳ b	۱۴/۶±۰/۰۹ ab	۱/۱۶±۰/۰۶ a	۹/۵±۰/۵۳ b	۴/۲۲±۰/۲۲ ab	۸/۲۴±۰/۲۰ a
	۲۱۰	۴/۵۳±۰/۰۸ c	۱۴/۷۴±۰/۱۱ a	۰/۹۷±۰/۰۴ b	۷/۳۲±۰/۱۳ c	۴/۶۶±۰/۱۶ a	۷/۱۶±۰/۲۵ b

میانگین‌هایی دارای حروف مشترک در هر ستون مربوط به هر فاکتور، بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد می‌باشند.
میانگین‌ها برابر با ± استاندارد ارور می‌باشد.

منابع

بخشی خانیکی، غ. ر.، قربانلی، م. ل. و میرباقری، ش. ا. ۱۳۹۰. تغییرات بیوشیمیایی دو رقم سیب گلاب و شفیع آبادی در زمان برداشت و پس از انبارداری، مجله تازه‌های بیوتکنولوژی سلولی- مولکولی، ۲(۵): ۵۹-۶۵.

جلیلی‌مرندی، ر. ۱۳۹۲. فیزیولوژی بعد از برداشت (جابجایی و نگهداری میوه، سبزی، گیاهان زینتی و گیاهان دارویی)، انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه، چاپ چهارم، ۶۲۴ ص.

خلج، ک.، احمدی، ن. ا. و سوری، م. ک. ۱۳۹۳. اثرات محلول‌پاشی کلسیم و بور بر کیفیت میوه گلابی آسیایی رقم 'KS10'، نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۴(۱۴): ۸۹-۹۶.

راحمی، م. ۱۳۸۴. فیزیولوژی پس از برداشت (مقدمه‌ای بر فیزیولوژی و جابجایی میوه‌ها، سبزی‌ها و گیاهان زینتی)، (تألیف: ویلس، مک گلاسون، گراهام و جویس)، انتشارات دانشگاه شیراز، چاپ سوم، ۴۳۷ ص.

رسولی صدقیانی، م. ح.، مقدس‌گرانی، م.، اشرفی سعیدلو، س. و سپهر، ا. ۱۳۹۶. تأثیر کاربرد منابع مختلف کلسیمی بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی، آنزیمی و خصوصیات کیفی سیب (*Malus domestica*). نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۷(۲): ۷۳-۸۷.

سردابی، ف.، مهتدی‌نیا، ج.، شواخی، ف. و جعفری، ع. ا. ۱۳۹۲. بررسی اثر ۱- متیل سیکلوپروپن و نانو زئولیت‌های حاوی پرمنگنات پتاسیم و تیمار توأم آنها در افزایش ماندگاری و کیفیت سیب قرمز و زرد لبنانی، مجله علوم و صنایع غذایی ایران، ۸(۲): ۱۳۵-۱۴۴.

فتاحی‌مقدم، ج. و حلاجی‌ثانی، م. ف. ۱۳۹۱. تعیین زمان مناسب برداشت میوه کیوی و تأثیر آن در کیفیت پس از برداشت میوه، مجله علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۶(۲): ۲۳۰-۲۳۷.

قربانی، ا.، بخشی، د.، فلاحی، ا. و ربیعی، ب. ۱۳۹۶. تأثیر کاربرد پس از برداشت محلول‌های مختلف کلسیم بر کیفیت میوه سیب فوجی طی انبارداری، مجله فن‌آوری تولیدات گیاهی، ۹(۱): ۶۵-۷۷.

کرم‌نژاد، ف.، حاجی‌لو، ج. و طباطبایی، س. ج. ۱۳۹۴. تأثیر تیمارهای پس از برداشت کلرید کلسیم در دماهای مختلف بر خصوصیات کمی و عمر انباری میوه هلو رقم کوثری. فن‌آوری تولیدات گیاهی، ۱۵(۲): ۱۹۱-۲۰۲.

Aguayo, E., Requejo-Jackman, C., Stanley, R. and Woolf, A. 2010. Effects of calcium ascorbate treatments and storage atmosphere on antioxidant activity and quality of fresh-cut apple slices. Postharvest Biology of Technology, 57(1): 52-60.

Akhtar, A., Abbasi, N.A. and Hussain, A. 2010. Effect of calcium chloride treatment on quality characteristics of loquat fruit during storage, Pakistan Journal of Botany, 42: 181-188.

www.SID.ir

Archive of SID

AOAC. 1980. Official methods of analysis. 13th ed. Association of Afficial Analytical Chemists Washington D.C.

AOAC. 1998. Acidity titratable of fruit products. In: Official Methods of Analysis of AOAC International, 16 th ed. Gaithersburg, MD: AOAC International.

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.

Chen, F., Liu, H., Yang, H., Lai, S., Cheng, S., Xin, Y., Yang, B., Hou, H., Yao, Y., Zhang, S., Bu, G. and Deng, Y. 2011. Quality attributes and cell wall properties of strawberries (*Fragaria annanassa* Duch.) under calcium chloride treatment. Food Chemistry, 126: 450–459.

Chiabrando, V. and Giacalone, G. 2012. Effect of antibrowning agents on color and related enzymes in freshcut apples during cold storage. Journal of Food Processing and Preservation, 36: 133–140.

Duma, M., Alsina, I., Dubova, L. and Erdberga, I. 2017. Quality of tomatoes during storage. Conference: 11th Baltic Conference on Food Science and Technology "Food science and technology in a changing world", 130-133.

Farooq, A.R., Rab, A., Khan, N. and Iqbal, I. 2012. Physico-Chemcial quality of apple cv. gala must fruit stored at low temperature. Fuuast Journal of Biology, 2: 103-107.

Garcia, J.M., Herrera, S. and Morilla, A. 1996. Effects of postharvest dips in calcium chloride on strawberry. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 44: 30–33.

Ghafir, S.A., Gadalla, S.O., Murajei, B.N. and El-Nady, M.F. 2009. Physiological and anatomical comparison between four different apple cultivars under cold-storage conditions. African Journal of Plant Science, 3: 133-138.

Ghasemnezhad, M., Ashournezhad, M. and Gerailoo, S. 2011. Changes in postharvest quality of loquat (*Eriobotrya japonica*) fruits influenced by chitosan. Horticulture Environment and Biotechnology, 52:1-6.

Gomes, M., Vieira, T., Joana, F. and Almeida, P.F. 2014. Polyphenol oxidase activity and browning in fresh-cut 'Rocha' pear as affected by pH, phenol substrates, and antibrowning additives. postharvest Biology and Technology, 91: 32-38.

Goupy, P., Amiot, M.J., Richard- Forget, F., Duprat, F., Aubert, S. and Nicolas, J. 1995. Enzymartic browning of model solutions and apple phenolic extracts by apple polyphenoloxidase. Journal of Food Science, 60: 497- 501.

Jan, I., Rab, A., Sajid, M., Ali, A. and Shah, S. 2012. Response of apple cultivars to different downloaded from storage durations. Sarhad Journal of Agriculture, 28: 219-225.

Lee J., Cheng, L., Rudell, D.R. and Watkins, C.B. 2012. Antioxidant metabolism of 1-methylcyclopropene (1-MCP) treated 'Empire' apples during controlled atmosphere storage, Postharvest Biology and Technology, 65: 79–91.

Lee, S.K and Kader, A.A. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. Postharvest Biology and Technology, 20: 207-20.

Liu, K., Wang, X.L. and Young, M. 2014. Effect of bentonite/potassium sorbate coatings on the quality of mangos in storage at ambient temperature. Journal of Food Engineering, 137:16-22.

Mostofi, E. and Najafi, F. 2005. Analytical Methods in Horticultural Sciences. Tehran University Press, 136 p.

Nadeem, S.M., Zahir, Z.A., Naveed, M., Asghar, H.N. and Arshad, M. 2010. Rhizobacteria capable of producing ACCdeaminase may mitigate salt stress in wheat. Soil Science Society of America Journal, 74: 533-542.

Ngamchuachit, P., Sivertsen, H.K., Mitcham, E.J. and Barrett, D.M. 2014. Effectiveness of Calcium Chloride and Calcium Lactate on Maintenance of Textural and Sensory Qualities of Fresh-cut Mangoes. Journal of Food Science, 79: 1-9.

Petriccione, M., Mastrobuoni, F., Pasquariello, M.S., Zampella, L., Nobis, E., Capriolo, G. and Scortichini, M. 2015. Effect of chitosan coating on the postharvest quality and antioxidant enzyme system response of strawberry fruit during cold storage. Foods, 4: 501-523.

Sapers, G.M. and Miller, R.L. 1998. Browning inhibition in fresh-cut pears. Journal of Food Science, 63: 342-346.

Shirzadeh, E., Rabiei, V. and Sharafi, Y. 2011. Effect of calcium chloride ($CaCl_2$) on postharvest quality of apple fruits. African Journal of Agricultural Research, 6: 5139-5143.

www.SID.ir

Archive of SID

Slinkard, K. and Singleton, V.L. 1977. Total phe nol analyses: Automation and Comparison with Manual Methods. American Journal of Enology and Viticulture, 28: 49-55.

Sogvar, O.B., Koushesh Saba, M. and Emamifar, A. 2016. Aloe vera and ascorbic acid coatings maintain postharvest quality and reduce microbial load of strawberry fruit, Postharvest Biology and Technology, 114: 29–35.

Soleimani Aghdam, M., Yousefpour Dokhanieh, A., Hassanpour, H. and Rezapour Fard, J. 2013. Enhancement of antioxidant capacity of cornelian cherry (Cornus mas) fruit by postharvest calcium treatment. Scientia Horticulturae, 161: 160– 164.

Soska, A. and Tomala, K. 2006. Internal quality of apples during storage. Journal Agronomy Vestis (Latvian Journal Agronomy), 9: 146-151.

Spencer, J.P.E. and A. Crozier. 2016. Flavonoids and related compounds : bioavailability and function, Oxidative stress and disease. CRC Press (Taylor and Francis Group), 471 p.

Tortoe, C., Orchard, J. and Beezer, A. 2007. Prevention of enzymatic browning of apple cylinders using different solutions. International Journal of Food Science and Technology, 42: 1475–1481.

Wang, S.Y. and GAO, H. 2013. Effect of chitosan-based edible coating on antioxidants, antioxidant enzyme system, and postharvest fruit quality of strawberries (*Fragaria x aranassa*). LWT - Food Science and Technology, 52: 71-79.

Wang, Y., Xie, X. and Long, L.E. 2014. The effect of postharvest calcium application in hydro-cooling water on tissue calcium content, biochemical changes, and quality attributes of sweet cherry fruit. Food Chemistry, 160: 22–30.

Watkinz, C.B., Erkan, M., Nock, J.F., Inugerman, K.A., Beaudry, R.M. and Moran, R.E. 2005. Harvest date effects on maturity, quality, and storage disorders of Honeycrisp apples. HortScience, 40 (1): 164-169.

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 Sciences in China, 6: 607-612.

Younis, M.E., Hasaneen, M.N.A. and Kazamel, A.M. S. 2010. Exogenously applied ascorbic acid ameliorates detrimentaleffects of NaCl and mannitol stress in Vicia faba seedlings. Protoplasma, 239: 39-48.

Zheng, X., Tian, S., Meng, X. and Li, B. 2007. Physiological and biochemical responses in peach fruit to oxalic acid treatment during storage at room temperature. Food Chemistry, 104: 156-162.

www.SID.ir