تأثیر کاربرد اسیدآسکوربیک و کلرید کلسیم بر خواص کیفی و ماندگاری میوه تازه بریده سیب زرد لبنانی (گلدن دلشیوز)

محمد رضا اصغری[۱] و وحیده مجدی[۲*]

تاریخ دریافت: ۸۹/۳/۱۰ تاریخ پذیرش: ۸۹/۷/۱۳

۱- استادیار گروه باغبانی دانشگاه ارومیه

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه باغبانی دانشگاه ارومیه

*مسئول مکاتبه: Email:V.Majdi60@gmail.com

چکیده

یکی از مشکلات اساسی در تولید و نگهداری محصولات تازه بریده، قهوه ای شدن آنزیمی می باشد. به منظور جلوگیری از قهوه ای شدن آنزیمی و حفظ ویژگی های کیفی سیب های تازه بریده زرد لبنانی این تحقیق با استفاده از کلریدکلسیم (با غلظت های ۰ و ۱٪) و اسیدآسکوربیک (با غلظت های ۰، ۰/۵ و ۱٪) انجام گرفت. میوه های شاهد با آب مقطر تیمار شدند. میوه های تازه بریده بعد از انجام تیمارها، بسته بندی و در سردخانه با دمای ۲/۵ درجه سانتی گراد با رطوبت نسبی ۹۵٪-۹۰ به مدت ۱٤ روز نگهداری شدند. ویژگی های کیفی میوه ها در روز اول و نیز بعد از روزهای ۷ و ۱٤ انبارمانی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان دادند که هر دو تیمار به طور معنی داری از قهوه ای شدن آنزیمی جلوگیری نمودند($P<0/05$). همچنین هر دو تیمار، فنل کل و محتوای ویتامین ث میوه ها را به شکل معنی داری تحت تاثیر قرار دادند اما بر محتوای مواد جامد محلول اثر معنی داری نداشتند. تیمار ترکیبی اسیدآسکوربیک و کلریدکلسیم اثر معنی داری بر اسیدیته قابل تیتراسیون داشتند.

کلمات کلیدی: سیب تازه بریده، قهوه ای شدن آنزیمی، اسیدآسکوربیک، کلریدکلسیم

Effect of Ascorbic Acid and $CaCl_2$ Treatments on Quality Attributes and Shef-life of Fresh-cut 'Golden Delicious' Apples

MR Asghari[1] and V Majdi[2]*

Received: December 24, 2010 Accepted: October 05, 2010
[1]Assistant professor, Department of Horticulture, Urmia University, Iran
[2]MSc. Student, Department of Horticulture, Urmia University, Iran
*Corresponding author: Email: V.Majdi60@gmail.com

Abstracr
Enzymatic browning is one of the most important problems in fresh-cut products preparation and storage of fruits. A research was conducted using $CaCl_2$ (at concentrations of 0 and 1%) and ascorbic acid (at concentrations of 0, 0.5 and 1%) in order to prevent enzymatic browning and maintain attributes of fresh-cut 'Golden Delicious' apples. The control fruits were treated with distilled water. After treatments, the fresh-cut fruits were packed and stored at 2.5°C with 90-95% RH for 14 days. The fruits were subjected to quality assessments at the first day and after 7 and 14 days of cold storage. The results indicated that both treatments significantly prevented enzymatic browning. Also the treatments significantly affected fruits total phenolics and vitamin C content but had no effect on total soluble solid content. The combination treatment of ascorbic acid and $CaCl_2$ had a significant effect on the titratable acidity.

Key words: Fresh-cut apple, enzymatic browning, ascorbic acid, calcium chloride

مقدمه

محصولات تازه بریده به دلیل راحتی مصرف و داشتن ارزش غذایی بالا بازارپسندی بالایی دارند (جونگ و همکاران ۲۰۰۸). تولید سیب های تازه بریده در سال های اخیر روند افزایش داشته است. (پیلیزوتا و ساپرز ۲۰۰٤). عملیات فرآوری جزئی مانند گرفتن پوست، خارج کردن مغز و زخم کردن بافت در اثر برش موجب تخریب آنزیمی سلول ها و در نتیجه باعث تجزیه بیوشیمیایی بافت به شکل های مختلف نظیر قهوه ای شدن، تولید عطروطعم نا مطلوب و تخریب بافت می شوند (وارلا و همکاران ۲۰۰۷). همچنین رشد میکروارگانیسم ها به دلیل آزاد شدن مواد غذایی از سلول ها بیشتر می شود. بنابراین روش های اصلی مورد استفاده در فرآیند فرآوری جزئی شامل تیمارهای مناسبی برای حفظ خواص کیفی میوه آن هاست (وارلا و همکاران ۲۰۰۷). استفاده از انبارهای سرد، تغییر pH ، افزودنی های شیمیایی و انبارهای با اتمسفر تغییر یافته از جمله راه هایی هستند که برای نگهداری چنین محصولاتی مورد استفاده قرار می گیرند (رچا و همکاران ۱۹۹۸ و سالیوا- فورتونی و همکاران ۲۰۰۲ و ۲۰۰٤). با وجود این مصرف کنندگان به استفاده از افزودنی های مصنوعی که برای حفظ مواد غذایی و بهبود خواص کیفی نظیر رنگ و عطروطعم به کار می روند حساس می باشند (جونگ و همکاران ۲۰۰۸). دمای پایین و شرایط اسیدی که با استفاده از اسیدهای آلی و نمک های آن ها ایجاد می شود، باعث کاهش رشد میکروبی شده و عمر انباری محصول را افزایش می دهد (پیلیزوتا و ساپرز ۲۰۰٤ و سالیوا-فورتونی و همکاران ۲۰۰٤).

تغییر رنگ به صورت قهوه ای شدن یکی از مهم ترین مشکلات در نگهداری سیب های تازه بریده

می باشد که در نتیجه واکنش های اکسیداتیو ترکیبات فنلی توسط پلی فنل اکسیداز[۱] اتفاق می افتد (وارلا و همکاران ۲۰۰۷). مشکل دیگر محصولات تازه بریده نرم شدن بافت آن ها است. تنش در بافت باعث کاهش سفتی می شود که نتیجه هیدرولیز آنزیمی مواد پکتیکی دیواره سلولی و فعالیت آنزیم های هضم کننده، کاهش کریستالیزه شدن سلولز و در نتیجه تحلیل دیواره های سلولی می باشد (وارلا و همکاران ۲۰۰۷). تیمار با یون کلسیم (Ca^{2+}) از طریق ایجاد کمپلکس با گروه های کربوکسیل پکتین که در خلال فعالیت پکتین استراز[۲] تولید می شوند، باعث حفظ سفتی واستحکام بافت می گردد (لونا-گوزمن و همکاران ۱۹۹۹). نقش چندگانه کلسیم در سلول های گیاهی مربوط به نقش آن در دیواره سلولی می باشد. کلسیم یک عنصر اساسی در ساختار سلول، عمل و پایداری آن است. کلسیم موجود در دیواره سلولی باعث حفظ تیغه میانی و پایدار نمودن کمپلکس های پکتین-پروتئین می شود (کویلز و همکاران ۲۰۰٤).

ایجاد زخم که برای محصولات تازه بریده اجتناب ناپذیر است حساسیت بافت های گیاهی به قهوه ای شدن را هم به دلیل سنتز ترکیبات فنلی و هم در اثر افزایش فعالیت یا حلالیت پلی فنل اکسیداز و دسترسی آن به فنل ها افزایش می دهد (آسموتا و همکاران ۱۹۹۲ و کاتور و همکاران ۱۹۹۳). روش های مختلفی برای کنترل قهوه ای شدن آنزیمی به کاربرده شده است (ساپرز و هیکز ۱۹۸۹ و ساپرز و همکاران ۱۹۸۹ و ۱۹۹٤). pH بافت و غلظت ویتامین ث در میزان حساسیت به قهوه ای شدن مهم هستند (آمیوت و همکاران ۱۹۹۲ و نیکلاس و همکاران ۱۹۹٤). اسیدآسکوربیک در ترکیب با اسیدهای آلی و نمک های کلسیم به ویژه کلریدکلسیم به منظور جلوگیری از قهوه ای شدن آنزیمی و حفظ سفتی میوه ها استفاده می شود (سالیوا-فورتونی و همکاران ۲۰۰٤). اُ-کوئینون ها در اثر فعالیت پلی فنل اکسیداز از ترکیبات فنلی تولید شده و باعث قهوه ای شدن رنگ بافت میوه می گردند که اسیدآسکوربیک باعث کاهش اُ-کوئینون ها می شود (سالیوا- فورتونی و مارتین- بلوزو ۲۰۰۳).

رچا و همکاران (۱۹۹۸) دریافتند که تیمارهای شیمیایی با کلسیم، اسیدآسکوربیک و اسیدسیتریک عطروطعم سیب را تحت تاثیر قرار می دهند. شم و همکاران (۲۰۰۱) اعلام کردند که استفاده از کلسیم در غلظت های ۲٪ و بالاتر باعث تلخی قاچ های بریده سیب می گردد. با وجود این تحقیقات اندکی روی کیفیت میوه های تیمار شده با کلسیم انجام گرفته شده است (آبوت ۲۰۰۰). مطالعات انجام شده در مورد سیب های تازه بریده عمدتاً بر حفظ کیفیت ظاهری متمرکز شده است که در بیشتر موارد این ویژگی های ظاهری پس از هفته ی اول انبارداری به زیر آستانه ی بازارپسندی می رسند (وارلا ۲۰۰۷). در مقابل مطالعات کمی روی عطروطعم و کیفیت بافت میوه تازه بریده و قابلیت پذیرش یا رد آن توسط مصرف کنندگان انجام گرفته است (سالیوا-فورتونی و مارتین-بلوزو ۲۰۰۳ و وارلا ۲۰۰۷).

هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر تیمارهای کلریدکلسیم و اسیدآسکوربیک به تنهایی و به صورت ترکیبی در حفظ کیفیت میوه های تازه بریده سیب رقم زرد لبنانی بود.

مواد و روش ها

مواد گیاهی

میوه های سیب زرد لبنانی *(Malus domestica* borkh. cv. Golden Delicious) در مرحله بلوغ تجاری برداشت شدند و سیب های سالم و دارای اندازه یکسان انتخاب شده و به آزمایشگاه منتقل گردیدند و تا زمان انجام آزمایش در دمای ۳ درجه سانتی گراد نگه داری شدند. رقم "زرد لبنانی" به دلیل سطح بالای تولید،

[۱] Polyphenoloxydase

[۲] Pectin esterase

بازارپسندی زیاد و مصرف بالا انتخاب گردید (آبوت و همکاران ۲۰۰٤).

فرآوری و تیمار میوه ها

میوه ها با محلول ضدعفونی کننده میوه و سبزی داتیس[1] به مدت ۱۰ دقیقه ضد عفونی، سپس شسته شده و خشک گردیدند. اندازه گیری های اولیه در مورد صفات مورد نظر انجام شد. هر میوه با استفاده از چاقوی فلزی ضد زنگ تیز به ۸ قاچ مساوی تقسیم و سپس قسمت مرکزی میوه (مغز) خارج شد. پس از آن قاچ های سیب در محلول های آماده شده اسیدآسکوربیک با غلظت های صفر، ٪۰/۵ و ٪۱ (به مدت ۳۰ ثانیه) و یا کلریدکلسیم با غلظت های صفر و ٪۱ (به مدت ۱ دقیقه) غوطه ور شدند. در تیمارهای ترکیبی نیز ابتدا قاچ ها در محلول اسیدآسکوربیک به مدت ۳۰ ثانیه غوطه ور شده و بعد از ۳۰ ثانیه در محلول کلرید کلسیم به مدت ۱ دقیقه قرار گرفتند. میوه های شاهد نیز با آب مقطر تیمار شدند. قاچ های تیمار شده در دمای اتاق به مدت ۳ دقیقه خشک شدند و سپس در ظروف پلاستیکی یک بار مصرف قرار گرفته (۲۰ قاچ در هر ظرف) و در نهایت در دمای ۵/۲ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ٪۹۵-۹۰ به مدت ۱٤ روز نگهداری شدند.

اندازه گیری ویژگی های کیفی

اندازه گیری خواص کیفی در روزهای اول، هفتم و چهاردهم نگهداری انجام گرفت. برای اندازه گیری اسیدیته کل از روش تیتراسیون با محلول ۱/۰ نرمال NaOH تا رسیدن به pH = ۸/۲ استفاده گردید و نتایج بر حسب گرم اسید مالیک در ۱۰۰ میلی لیتر آب میوه بیان شد. برای این منظور ۱۰ میلی لیتر آب میوه با ۲۰ میلی لیتر آب مقطر مخلوط و سپس تیتر گردید (هرناندز- مونز و همکاران ۲۰۰۸).

مواد جامد قابل حل با استفاده از دستگاه رفرکتومتر دستی (مدل Atago Manual) در دمای اتاق بر حسب درجه بریکس قرائت گردید.

میزان قهوه ای شدن میوه ها بر اساس نمره دهی[2] تعیین گردید و pH آب میوه با دستگاه pH متر دیجیتال (CG 824) اندازه گیری شد (ولر و همکاران ۱۹۹۷).

برای اندازه گیری محتوای ویتامین ث از روش تیتراسیون با محلول ید ۰۱/۰ نرمال استفاده گردید و نتایج بر حسب میلی گرم ویتامین ث در ۱۰۰ میلی لیتر آب میوه بیان شد. برای این منظور ۱۰ میلی لیتر آب میوه با ۲ میلی لیتر محلول نشاسته ٪۱ مخلوط شد، سپس این محلول تا زمان تشکیل رسوب خاکستری رنگ با محلول ید ۰۱/۰ نرمال تیتر گشت (سیوروی ۲۰۰۷).

برای اندازه گیری فنل کل از روش فولین-سیوکالتو استفاده شد. مقادیر فنل کل بر اساس معادل اسید گالیک (GAE) و بر حسب میلی گرم در لیتر اندازه گیری شد. منحنی استاندارد با استفاده از اسید گالیک شرکت مرک تهیه گردید (واترهاوس ۲۰۰۲).

آنالیز داده ها

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی و به صورت فاکتوریل با ۲ فاکتور (آسکوربیک اسید و کلرید کلسیم) و در ۵ تکرار (۲۰ میوه در هر تکرار) انجام شد. آنالیز آماری داده ها با استفاده از نرم افزارهای MSTATC و Excel و مقایسه میانگین ها نیز با LSD (۰/۰۱ ، α=۰/۰۵) صورت گرفت.

نتایج و بحث

pH میوه های شاهد پس از ۱٤ روز انبارمانی افزایش یافت ولی در میوه های تیمار شده میزان pH در طول دوره انبارداری کاهش نشان داد (شکل۱). به طور

[1] Dattis

[2] Rating

کلی pH میوه های تیمار شده، به استثنای ٪۰/۵اسیدآسکوربیک + ٪۱کلریدکلسیم، در روز چهاردهم در مقایسه با روز هفتم انبارمانی کاهش پیدا کرد. pH میوه های تیمار شده با ٪۰/۵ اسیدآسکوربیک بر خلاف سایر تیمارها در روز هفتم کاهش کم تری داشت. مقایسه روز چهاردهم و روز هفتم انبارمانی نشان می دهد بیشترین میزان کاهش pH در میوه های تیمار شده با٪۱کلریدکلسیم می باشد. بر اساس جدول ۱ اثر تیمار های ترکیبی روی pH در طول زمان معنی دار بوده است (در سطح احتمال ۱ درصد). به طوری که تیمار ترکیبی اسید آسکوربیک ٪۱ و کلرید کلسیم ٪۱ بیشترین تاثیر را در کاهش pH در طول دوره انبارمانی داشت (شکل ۱).

نتایج این تحقیق با نتایج به دست آمده توسط آندرا و همکاران (۱۹۹۹) مطابقت دارد که گزارش نمودند کاربرد کلریدکلسیم در توت فرنگی موجب افزایش pH میوه ها بین روزهای دوم و سپس موجب کاهش آن گردید ولی تفاوت معنی داری نداشت. نجورج و کربل (۱۹۹۳) نیز گزارش کرده اند در میوه گوجه فرنگی کلسیم باعث کاهش pH آب میوه می شود که این امر به دلیل اسیدی بودن محلول کلریدکلسیم می باشد. کلرید کلسیم و اسید آسکوربیک دارای خاصیت اسیدی هستند بنابراین باعث کاهش pH محصول در طول انبارداری می شوند (نجورج و کربل ۱۹۹۳ و مارتینز و ویتاکر ۱۹۹۵).

همان طور که در شکل ۲ مشاهده می شود در روز چهاردهم میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) در تمامی تیمارها در مقایسه با روز هفتم انبارمانی افزایش یافت. تیمار اسیدآسکوربیک ٪۱ + کلریدکلسیم ٪۱ در طول دوره انبارداری تاثیر بیشتری در حفظ TA داشتند. پس از ۱٤ روز انبارداری در دمای ۵/۲°C و رطوبت نسبی ٪۹۵-۹۰، TA میوه های تیمار شده با آب مقطر در مقایسه با میوه های تیمار شده کاهش یافت. اثر تیمار های کلریدکلسیم و اسیدآسکوربیک به تنهایی و به صورت ترکیبی روی محتوای TA معنی دار بود ($P<۰/۰۱$) (جدول ۱).

محمود و همکاران (۲۰۰۸) اعلام کردند که کلسیم از فعالیت آنزیم های هضم کننده دیواره سلولی جلوگیری نموده و بدین ترتیب مصرف اسیدهای آلی در واکنش های تنفسی را به تاخیر می اندازد. همین نتایج توسط چاور و همکاران (۱۹۹۱) به دست آمد، آن ها اظهار داشتند که، تیمار میوه های توت فرنگی با کلسیم در طول ۱٤ روز نگهداری باعث حفظ اسیدسیتریک می گردد. بر اساس همین نتایج به نظر می رسد اسید آسکوربیک نیز به دلیل ماهیت اسیدی و آنتی اکسیدانی خود باعث کاهش فعالیت آنزیم های اکسید کننده به ویژه پلی فنل اکسیداز و در نتیجه به تاخیر افتادن مصرف اسیدهای آلی در واکنش های متابولیکی می شود (لامیکانرا و واتسون ۲۰۰۱).

محتوای ویتامین ث در روز اول انبارمانی ۲۵/۵ میلی گرم در ۱۰۰ گرم بود (شکل ۳). همان طور که مشاهده می شود میزان ویتامین ث نمونه های تیمار شده، به استثنای تیمار اسیدآسکوربیک ٪۱، در روز چهردهم بیشتر از روز هفتم انبارمانی بود. همچنین مقدار ویتامین ث نمونه های تیمار شده پس از ۱٤ روز نگهداری در انبار در مقایسه با شاهد بیشتر بود. بیشترین مقدار افزایش در محتوای ویتامین ث در میوه های تیمار شده با اسیدآسکوربیک ٪ ۰/۵ + کلرید کلسیم ٪۱ مشاهده شد. در پایان مدت نگهداری میزان ویتامین ث در میوه های شاهد بیشترین کاهش را داشت. تیمارهای به کار رفته به تنهایی و به صورت ترکیبی در طول زمان انبارمانی اثر معنی داری ($P<۰/۰۵$) در حفظ محتوای ویتامین ث میوه های تازه بریده داشتند (جدول ۱).

کاهش محتوای ویتامین ث در میوه های شاهد می تواند به دلیل فعالیت آنزیم هایی مانند آسکوربیک اسید

اکسیداز[1] باشد. این آنزیم ها در بافت های برش یافته فعال تر هستند (کلین ۱۹۸۷). کوکسی و همکاران (۲۰۰٦) دریافتند که تیمار میوه های تازه بریده سیب با اسیدآسکوربیک باعث افزایش محتوای ویتامین ث می شود. همچنین لافمن و سم (۱۹۸۹) گزارش کردند که محتوای ویتامین ث میوه های سیب زرد لبنانی تیمار شده با کلریدکلسیم در مقایسه با میوه های شاهد به مقدار زیادی افزایش یافته است. این مسئله می تواند به دلیل به تاخیر افتادن اکسیداسیون سریع ویتامین ث توسط کلرید کلسیم باشد (اختر و همکاران ۲۰۱۰).

همان گونه که در جدول ۱ مشاهده می شود تیمارهای ترکیبی در طول زمان اثر معنی داری بر میزان مواد جامد محلول (SSC) نداشتند.

نتایج مشابهی نیز توسط هلند (۱۹۹۳) در مورد آلوهایی که به مدت ٤۰ روز در دمای صفر درجه ی سانتی گراد در اتمسفر تغییر یافته نگهداری شدند به دست آمد. محمود و همکاران (۲۰۰۸) تفاوت معنی داری بین میوه های تیمار شده با ٪۳/۵ کلسیم و میوه های شاهد مشاهده نکردند. آگایو و همکاران (۲۰۰۸) نیز نتایج مشابهی را در خربزه های تازه بریده آماریلو[2] گزارش نمودند.

اسیدآسکوربیک و کلریدکلسیم میزان قهوه ای شدن میوه ها را کاهش دادند ولی اثر آن ها به صورت ترکیبی بهتر از زمانی بود که به تنهایی استفاده شدند (شکل ٤). جدول ۱ نشان می دهد که هر دو تیمار به کاررفته در کنترل قهوه ای شدن میوه های تازه بریده در مقایسه با شاهد به طور معنی داری ($P<۰/۰۱$) موثر بوده اند. با توجه به شکل های ٤ و ٥، تیمار اسید آسکوربیک در غلظت ۱ درصد در مقایسه با سایر تیمارها در روز ۱٤ انبارمانی تاثیر کمتری در کنترل قهوه ای شدن داشت. شکل ٥ نشان می دهد که میوه های شاهد بیشترین میزان تغییر رنگ را در روز هفتم و چهاردهم انبارمانی در مقایسه با میوه های تیمار شده داشتند.

در میوه های دارای علائم قهوه ای شدن شدید فعالیت پکتین متیل استراز[3] و پلی گالاکتروناز[4] افزایش می یابد (مانگاناریس و همکاران ۲۰۰۷). شیر (۱۹۹۵) اظهار نمود قهوه ای شدن بافت میوه با کمبود کلسیم بافت ارتباط دارد. هواجولیج و همکاران (۲۰۰۳) اعلام کردند افزایش غلظت کلسیم تا حد متعادل باعث کاهش قهوه ای شدن گوشت میوه هلو می گردد. حساسیت به قهوه ای شدن بافت میوه به غلظت اسیدآسکوربیک، فعالیت پلی فنل اکسیداز و میزان ترکیبات فنلی نیز بستگی دارد ولی برخی بیان کرده اند که ارتباط کمی بین این متغیرها و میزان قهوه ای شدن وجود دارد (موندی و مونشی ۱۹۹۳ نیکلاس و همکاران ۱۹۹٤ و ولر و همکاران ۱۹۹۷). همچنین بر اساس گزارش برخی از محققین قهوه ای شدن در طول دوره انبارداری و پس از قرار گرفتن در معرض هوا در میوه های تازه بریده ممکن است به خاطر افزایش فعالیت پلی فنل اکسیداز یا کاهش سطوح ویتامین ث باشد (لاتانزیو و همکاران ۱۹۹٤ و نیکلاس و همکاران ۱۹۹٤). ولر و همکاران (۱۹۹۷) اعلام کردند که فعالیت پلی فنل اکسیداز در طول دوره انبارداری افزایش و محتوای اسیدآسکوربیک کاهش می یابد که این عوامل با قهوه ای شدن بافت در ارتباط اند. افزایش سریع در فعالیت پلی فنل اکسیداز ممکن است به خاطر افزایش سرعت تنفس در اثر پوست گیری و بریده شدن باشد (جونگ و همکاران ۲۰۰۸). پونتینگ و همکاران (۱۹۷۲) دریافتند که ترکیب ۱٪ اسیدآسکوربیک و ۱/۰٪ کلرید کلسیم از قهوه ای شدن آنزیمی در سیب های تازه بریده جلوگیری می کند.

در این تحقیق میزان ترکیبات فنلی در روز چهاردهم انبارمانی در مقایسه با روز هفتم، به استثنای تیمار

[1] Ascorbic acid oxidase
[2] Amarillo
[3] Pectin methyl esterase
[4] Polygalacturonase

اسیدآسکوربیک ٪۱، کاهش یافت (شکل ٦). میزان افزایش محتوای فنل کل در میوه های شاهد نسبت به روز اول انبارمانی در مقایسه با میوه های تیمار شده بیشتر بود. همچنین با توجه به جدول ۱ تمامی تیمارهای اعمال شده به جز تیمار کلرید کلسیم ٪۱ (به تنهایی) تاثیر معنی داری (در سطح احتمال ۱ درصد) در کاهش محتوای فنل کل میوه های تازه بریده ی سیب داشتند.

افزایش در محتوای فنل کل در سلول های گیاهی مختلف بعد از شرایط تنش، مانند دمای پایین انبار یا آسیب های فیزیولوژیکی گزارش شده است (کاتور و همکاران ۱۹۹۳ و لاتانزیو و همکاران ۱۹۹٤). طبق گزارش برخی محققان افزایش ترکیبات فنلی با میزان حساسیت بافت به قهوه ای شدن ارتباط دارد (ولر و همکاران ۱۹۹۷). بنا به گزارش کاستنج و لی (۱۹۸۷) قهوه ای شدن میوه ها پس از برش، ایجاد زخم یا انبارداری افزایش می یابد و بسیاری از گزارش های موجود ارتباط بین درجه قهوه ای شدن، میزان ترکیبات فنلی و فعالیت آنزیمی سیب ها را نشان داده اند. بنابراین امکان دارد افزایش ترکیبات فنلی در میوه های شاهد و میوه های تیمار شده با ٪۱ اسیدآسکوربیک عامل اصلی قهوه ای شدن سیب های تازه بریده باشد (شکل ٤). اما بر اساس اظهار برخی دیگر از محققان ارتباط بین تغییرات در سطوح فنل کل در طول دوره انبارمانی و حساسیت به قهوه ای شدن کاملاً مشخص نشده است (ولر و همکاران ۱۹۹۷). آنزیم فنیل آلانین آمونیا لیاز[۱] در مسیر بیوسنتز ترکیبات فنلی شرکت می کند بنابراین کنترل فعالیت این آنزیم و در نتیجه بیوسنتز ترکیبات فنلی در محل آسیب دیده ی میوه ها و سبزی ها و کنترل قهوه ای شدن آنزیمی توسط تیمارهای پس از برداشت مهم می باشد (مارتینز و ویتاکر ۱۹۹۵). محمود و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که تیمار کلسیم تنفس را کند می کند و بنابراین تولید و اثر اتیلن را کاهش می دهد و در نتیجه فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیا لیاز را کم می نماید و به این ترتیب موجب کاهش تولید ترکیبات فنلی و قهوه ای شدن آنزیمی میوه ها می گردد زیرا اتیلن و CO_2 فعالیت فنیل آلانین آمونیا لیاز را تحریک کرده و بنابراین تولید ترکیبات فنلی را افزایش می دهند (هیودو ۱۹۷۸ و سیریفانیچ و کادر ۱۹۸۵).

بنا به گزارش لی- کین و همکاران (۲۰۰۹) تیمار میوه های تازه بریده هلو با اسیدآسکوربیک از افزایش نشت الکتریکی جلوگیری نموده و همچنین باعث محافظت از سلول در مقابل اکسید کننده ها می شود. از این رو با حفاظت از ساختار سلول و کاهش نفوذپذیری غشاء سلول دسترسی آنزیم ها به پیش ماده های آن ها را کنترل نموده و باعث کاهش قهوه ای شدن قاچ های هلو می شود. تیمار اسیدآسکوربیک باعث جلوگیری از نشت الکتریکی، کاهش فعالیت فنیل آلانین آمونیا لیاز و نیز کاهش فعالیت پلی فنل اکسیداز می گردد به همین دلیل از افزایش ترکیبات فنلی در طول دوره انبارمانی جلوگیری می نماید(لی- کین و همکاران ۲۰۰۹).

نتیجه گیری کلی

تیمار میوه های تازه بریده سیب رقم زرد لبنانی با اسیدآسکوربیک ۰/۵ درصد و ۱ درصد و کلریدکلسیم ۱ درصد باعث کاهش pH میوه های تیمار شده در طول دوره انبارمانی می‌گردد. تیمار اسیدآسکوربیک ٪۰/۵ پس از چهارده روز بیشترین تاثیر را در حفظ pH میوه ها در مقایسه با سایر تیمارها داشت. ترکیب تیمارهای اسیدآسکوربیک ٪۱ و کلریدکلسیم ٪۱ بیشترین تاثیر را درحفظ TA، افزایش ویتامین ث و همچنین کاهش محتوای ترکیبات فنلی داشتند. در ضمن تمامی تیمارها باعث کنترل قهوه ای شدن در طول دوره انبارمانی شدند، گرچه تیمار اسیدآسکوربیک ٪۱ تاثیر کم تری را درمقایسه با سایر تیمارها در کنترل قهوه ای شدن داشت. با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش مشخص

[۱] Phenylalanine ammonia lyase

می شود که اسیدآسکوربیک و کلرید کلسیم نقش مهمی در حفظ ویژگی های کیفی و انبار مانی میوه های تازه بریده سیب زرد لبنانی دارند و بنابراین با توجه به سالم بودن این ترکیبات بر ای سلامتی انسان و محیط زیست استفاده از آن ها در صنعت تولید میوه های تازه بریده سیب پیشنهاد می گردد.

سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه ارومیه به خاطر حمایت مالی از این تحقیق تشکر می نماییم. همچنین از زحمات جناب آقای مهندس عبدالهی و سرکار خانم ها مهندس خمیری ثانی و گودرزی که در پیشبرد این تحقیق ما را یاری داشتند کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع مورد استفاده

Abbot J, 2000. Alginate coatings for preservation of minimally processed ‘Gala’ apples. Sensory and firmness measurements of calciumand heat treated apples. Journal of Texture Study. 31: 109–121.

Abbot JA, Saftner RA, Gross K, Vinyard BT and Janick J, 2004. Consumer evaluation and quality measurement of fresh-cut slices of ‘Fuji,’ ‘Golden Delicious,’ ‘GoldRush,’ and ‘Granny Smith’ apples. Postharvest Biology Technology 33: 127–140.

Akhtar A, Abbasi NA and Hussain A, 2010. Effect of calcium chloride treatment on quality characteristics of Loquat Fruit During Storage. Pakistanian Journal of Botany. 42: 181-188.

Aguayo E, Escalona VH and Artes F, 2008. Effect of hot water treatment and various calcium salts on quality of fresh-cut ‘Amarillo’ melon. Postharvest Biology Technology. 47: 397–406.

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

Andrea LBD, Quintao Scalon SD, Maria IFC and Chitarra AB, 1999. Postharvest application of $CaCl_2$ in strawberry fruits (*Fragaria Ananassa* Dutch cv. Sequoia): Evaluation of fruit quality and postharvest life.Ciencia Agrotecnologia, 23: 841-848.

Asemota HN, Wellington MA, Odutuga AA and Ahmad MH, 1992. Effect of short-term storage on phenolic content, o-diphenolase and peroxidase activity of cut yam tubers (*Dioscorea sp.*). Journal of the Science of Food and Agriculture. 60: 309–312.

Cheour F, Willemot CJ, Arul Y, Makhlouf PM and Desjardins Y, 1991. Postharvest response of two strawberry cultivars to foliar application of CaCl2. Horticultural Science. 26: 1186-1188.

Cioroi M, 2007. Study on L-ascorbic acid contents from exotic fruits. Cercetări Agronomice în Moldova. 1: 23-27.

Cocci E, Rucculli P, Romani S and Rosa M, 2006. Changes in nutritional properties of minimally processed apples during storage. Postharvest Biology and Technology. 39: 265-271.

Coseteng MY and Lee CY, 1987. Changes in apple polyphenoloxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning. Journal of Food Science. 52: 985-989.

Couture R, Cantwell MI, Ke D and Saltveit Jr ME, 1993. Physiological attributes related to quality attributes and storage life of minimally processed lettuce. Horticultural Science. 28: 723–725.

Herna´ndez-Munoz P, Almenar E, Valle VD, Velez D and Gavara R, 2008. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria ananassa*) quality during refrigerated storage. Food Chemistry, 110:428-435.

Hewajulige IGN, Wilson-Wijeratnam RS, Wijesundera RLC and Abeysekere M, 2003. Fruit calcium concentratin and chilling injury during low temperature storage of pineapple. Journal of the Science of Food and Agriculture, 83: 1451-1454.

Holland N, 1993. Conservação pós-colheita de pêssegos (cv. Biuti): interação entre cálcio e temperatura. Lavras, ESAL 116.

Hyodo H, Hyroyukikuroda and Yang S, 1978. Induction of phenylalanine ammonia-lyase and increase in phenolics in lettuce leaves in relation to the development of russet spotting caused by ethylene. Plant Physiology 62: 31-35.

Jeong HL, Jin WJ, Kwang DM and Kee JP, 2008. Effects of anti-browning agents on polyphenoloxidase activity and total phenolics as related to browning of fresh-cut 'Fuji' apple. ASEAN Food Journal, 15:79-87.

Klein BP, 1987. Nutritional consequences of minimal processing of fruits and vegetables. Journal of Food Quality. 10: 179–194.

Lamikanra O and Watson MA, 2001. Effects of ascorbic cid on peroxidase and polyphenoloxidase activities in fresh-cut cantaloupe melon. 2001. Journal of food science, 66:1283-1286.

Lattanzio V, Cardinali A, Di Venere D, Linsalata V and Palmieri S, 1994. Browning phenomena in stored artichoke (*Cynara scolymus* L.) heads: enzymatic or chemical reactions. Food Chemistry, 50:1–7.

Laufmann JE and Sams CE, 1989. The effect of postharvest calcium treatment on polyphenol oxidase and peroxidase activity in golden delicious apples. Horticultural Science. 24: 753-754.

Li-Qin Z, Jie Z, Shu-Hua Z and Lai-Hui G, 2009. Inhibition of browning on the surface of peach slices by short-term exposure to nitric oxide and ascorbic acid. Food Chemistry, 114:174–179.

Luna-Guzman I, Cantwell M and Barrett DM, 1999. Fresh-cut cantaloupe: effects of $CaCl_2$ dips and heat treatments on firmness and metabolic activity. Postharvest Biology Technology. 17: 201-213.

Mahmud TMM, Al Eryani-Raqeeb A, Syed Omar SR, Mohamed Zaki AR and Al Eryani Abdul-Rahman, 2008. Effects of different concentrations and applications of calcium on storage life and physicochemical characteristics of papaya (*Carica Papaya* L.). American Jounal of Agricultural Biological Science 3: 526-533.

Manganaris GA, Vasilakakis M, Diamantidis G and Mignani I, 2007. The effect of postharvest calcium application on tissue calcium concentration, quality, flesh browning and cell wall physiochemical aspects of peach fruit. Food Chemistry, 100: 1385-1392.

Martinez MV and Whitaker JR, 1995. The biochemistry and control of enzymatic browning. Trends in Food Science and Technol. 6: 195-200.

Mondy NI and Munshi CB, 1993. Effect of maturity and storage on ascorbic acid and tyrosine concentration and enzymatic discoloration of potatoes. Journal of Agricultural Food Chemistry. 41: 1868–1871.

Nicolas JJ, Richard-Forget FC, Goupy PM, Amiot MJ and Aubert SY, 1994. Enzymatic browning reactions in apple and apple products. CRC Crit. Reviews in Food Science and Nutrition 34: 109–157.

Njoroge CK and Kerbel EL, 1993. Effect of post harvest calcium treatment on color of stored tomato fruits. East African Agricultural and Forestry Journal, 58:116-118.

Pilizota V and Sapers G, 2004. Novel browning inhibitor formulation for fresh-cut apples. Journal of Food Science, 69:140–143.

Ponting JD, Jackson R, Watters G, 1972. Refrigerated apple slices: preservative effect of ascorbic acid, calcium and sulfites. Journal of Food Science, 37:434 -436.

Quiles A, Hernando I, Perez-Munuera I, Llorca E, Larrea V and Lluch MA, 2004. The effect of calcium and cellular permeabilization on the structure of the parenchyma of osmotic dehydrated 'Granny Smith' apple. Journal of the Science of Food and Agriculture, 84: 1765–1770.

Rocha A, Brochado C and Morais A, 1998. Influence of chemical treatment on quality of cut apple (cv. Jonagored). Journal of Food Quality, 21: 13–28.

Sapers GM and Hicks KB, 1989. Inhibition of enzymatic browning in fruits and vegetables. In quality factors of fruits and vegetables: Chemistry and Technology, J.J. Jen (Ed.), p. 29. ACS Symp. Series No. 405, Am Chem Soc., Washington, DC.

Sapers GM, Hicks KB, Phillips JG, Garzarella L, Pondish DL, Matulaitis RM, McCormack TJ, Sondey SM, Seib PA and El-Atawy YS, 1989. Control of enzymatic browning in apple with ascorbic acid derivatives, polyphenol oxidase inhibitors, and complexing agents. Journal of Food Science, 54: 997–1002.

Sapers GM, Miller RL, Miller FC, Cooke PH and Choi S, 1994. Enzymatic browning control in minimally processed mushrooms. Journal of Food Science. 59: 1042–1047.

Sham W, Scaman C and Durance T, 2001. Texture of vacuum microwave dehydrated apple chips as affected by calcium pre-treatment, vacuum level and apple variety. Journal of Food Science, 66: 1341–1347.

Shear CB, 1995. Calcium related disorder of fruits and vegetables. Horticultural Science 10: 361.

Siriphanich J and Kader AA, 1985. Effects of CO_2 on total phenolics, phenylalanine ammonia lyase, and polyphenol oxidase in lettuce tissue. Journal of the American Scociety for Horticultural Science, 110: 249–253.

Soliva-Fortuny R, Oms-Oliu G and Martın-Belloso O, 2002. Effects of ripeness stages on the storage atmosphere, color and texturalproperties of minimally processed apple slices. Journal of Food Science 67: 1958–1962.

Soliva-Fortuny R and Martın-Belloso O, 2003. New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits: a review. Trends in Food Science and Tecnology 14:341–353.

Soliva-Fortuny R, Elez-Martınez P and Mart´ınez-Belloso O, 2004. Microbiological and biochemical stability of fresh –cut apples preserved by modified atmosphere packaging. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 5: 215–224.

Vamos-Vigyazo L, Gajzago I, Nadudvari-Markus V and Mihalyi K, 1976. Studies into the enzymic browning and the polyphenol oxidase complex of apple cultivars. Confructa, 21: 24-35.

Varela P, Salvador A and Fiszman SM, 2007. The use of chloride in minimally processed apples: A sensory approach. European Food Research Technology, 224: 461-467.

Waterhouse AL, 2002. Determination of total phenolics. In: Wrolstad RE. (Ed.), Current Protocols in Food Analytical Chemistry. John Wiley & Sons, New York, Units. I.1.1.1–I.1.1.8.

Weller A, Sims CA, Mattews RF, Bates RP and Brecht JK, 1997. Browning susceptibility and changes in composition during storage of carambola slices. Journal of Food Science, 62: 256-260.