Archive of SID

مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
سال دوازدهم ـ شماره سوم ـ مرداد- شهریور ۱۳۸٤
www.magiran.com/jasnr

تاثیر نفوذ تحت فشار کلرور کلسیم بر افزایش دوام انباری مهمترین ارقام سیب کشور

مهدی کاشانی نژاد[1]، هاشم پورآذرنگ[2]، سید علی مرتضوی[2] و یحیی مقصودلو[1]

[1]اعضای هیات علمی گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [2]گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۸۳/۲/۲۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۸٤/٤/۲۱

چکیده

در این پژوهش مهمترین ارقام سیب (زرد لبنانی، قرمز لبنانی و عباسی) به‌روش غوطه‌وری تحت فشار تیمار شدند که برای این منظور از یک مخزن ٦ متری پرشده با محلول ٤ درصد کلرورکلسیم استفاده شد. با غوطه‌وری نمونه‌های سیب در اعماق مختلف مخزن (۰، ۱، ۲، ۳، ٤ و ٥ متری) میزان نفوذ کلسیم کنترل گردید. یک نمونه نیز به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. پس از غوطه‌وری، نمونه‌های تیمار شده به مدت ٥ ماه در سردخانه با دمای۱±۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۳ ±۸۷ درصد نگهداری شدند. با نمونه‌برداری در زمان‌های مختلف (بلافاصله پس از تیمار، ماه‌های اول، سوم و پنجم نگهداری در سردخانه)، مهمترین خصوصیات انبارداری همچون رطوبت، pH، مواد جامد محلول (بریکس)، درصد قند احیاء، کلسیم و سفتی نمونه‌ها بررسی شد. نتایج آزمایش نشان داد که نمونه‌های تیمارشده، pH، مواد جامد محلول و درصد قند احیاء پایین‌تری نسبت به نمونه شاهد داشتند در حالی که میزان سفتی بافت، تردی و رطوبت آنها بالاتر بود. برای رقم زرد لبنانی غوطه‌وری در عمق ۲ متری (تقریبا ۰/۲ اتمسفر) و برای ارقام قرمز لبنانی و عباسی غوطه‌وری در عمق ٤ متری (تقریباً ۰/٤ اتمسفر) تغییرات انبارداری را بهتر کنترل کرد و غوطه‌وری در اعماق بالاتر سبب ایجاد صدمات پوستی و داخلی گردید.

واژه‌های کلیدی: کلرور کلسیم، نفوذ تحت فشار، سیب، دوام انباری

مقدمه

سیب به‌عنوان یک محصول کشاورزی با اهمیت، در کشور ما از حجم تولید بسیار بالایی برخوردار است ولی متأسفانه بخاطر کمبود سردخانه، دوری راه و بعد مسافت تا مراکز مصرف و نگهداری، کافی نبودن کارخانجات تبدیلی و عدم آگاهی از نحوه صحیح نگهداری، سالانه مقدار زیادی ضایعات به همراه دارد که گاهی اوقات به ۳۰ تا ۵۰ درصد می‌رسد (آمارنامه سازمان خواربار و کشاورزی، ۲۰۰٤).

یکی از روش‌های متداول در دنیا به منظور کاهش ضایعات پس از برداشت و افزایش عمر انباری میوه‌ها، استفاده از افزودنی‌های مختلف قبل از نگهداری است. یکی از این افزودنی‌ها کلرورکلسیم است که به روش‌های مختلفی همچون پاشیدن روی درختان میوه قبل از برداشت و غوطه‌وری در محلول کلرورکلسیم به روش‌های معمولی، تحت خلا و تحت فشار بعد از برداشت می‌باشد (رکاسنس و همکاران، ۲۰۰٤؛ سارکل و همکاران، ۲۰۰۳؛ چاردونت و همکاران، ۲۰۰۳؛ سانتیلی و همکاران، ۲۰۰۲؛ پارک و چانگ، ۱۹۹٦؛ چانگ و بیان، 1991a؛ کللند و ویرک، ۱۹۹۰).

تحقیقات نشان داده است که کلسیم نقش مهمی در فعل و انفعالات منجر به رسیدگی، پیری، تنفس، بروز

www.SID.ir

Archive of SID

بیماری، تولید اتیلن و به‌طور کلی فعالیت‌های متابولیکی در حین داشت و پس از برداشت دارد (چاردونت و همکاران، ۲۰۰۳؛ سانتیلی و همکاران، ۲۰۰۲ و سامز و کانوی، ۱۹۸٤). ارتباط مستقیمی بین شدت وقوع بیماری‌های فیزیولوژیک و سطوح کلسیم میوه در سیب مشاهده شده است. کلسیم نقش مهمی را در تنظیم متابولسیم و کاهش عوارض فیزیولوژیک مثل لکه تلخ[1] و آردی شدن میوه سیب دارد (سافتنر و همکاران، ۱۹۹۸؛ بیورز و همکاران، ۱۹۹٤ و پووائیه، ۱۹۸٦).

چنانچه پس از برداشت بعضی از ارقام سیب را در محلول‌هایی با غلظت پایین کلرورکلسیم (٤ درصد) غوطه‌ور کنیم و آنها را تحت شرایط کنترل شده‌ای از حرارت، فشار یا خلا قرار دهیم نسبت به سیب‌های تیمار نشده کیفیت و ماندگاری بهتری خواهند داشت. به‌طور کلی میزان نفوذ کلسیم به داخل میوه به عواملی از قبیل مرحله نمو میوه، خصوصیات محلول کلسیم (فرمولاسیون، دما، pH و غلظت) و نحوه غوطه‌وری (معمولی، تحت خلا و تحت فشار) وابسته است (چاردونت و همکاران، ۲۰۰۳؛ سافتنر و همکاران، ۱۹۹۸؛ بیان و چانگ، ۱۹۹۱ و اسکات و ولز،۱۹۷۹).

یکی از روش‌های افزایش نفوذ کلسیم به داخل میوه سیب غوطه‌وری تحت فشار در محلول کلرورکلسیم می‌باشد که فشار لازم توسط یک مخزن تحت فشار و یا فشار هیدرواستاتیک ستون محلول کلرورکلسیم تأمین می‌شود. در این پژوهش با استفاده از فشار هیدرواستاتیک میزان نفوذ کلسیم به داخل مهمترین ارقام سیب بررسی شده و تأثیر آن بر خصوصیات شیمیایی و کیفی در طی انبارداری در سردخانه بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

۱- آماده سازی نمونه‌ها: در این تحقیق از سه رقم سیب زرد لبنانی[2]، قرمز لبنانی[3] وعباسی که از ارقام دیررس بوده و خاصیت انبارداری خوبی دارند و بیشترین میزان تولید و مصرف را به خود اختصاص می‌دهند، استفاده گردیده است. از آنجایی که در روش نفوذ تحت فشار، مقدار کلسیم جذب شده تابع وضعیت کالیکس میوه است، سعی شد از ارقامی استفاده شود که هم دارای کالیکس باز و هم کالیکس بسته باشند. دو رقم زرد لبنانی و قرمز لبنانی دارای کالیکس باز و رقم عباسی دارای کالیکس بسته است.

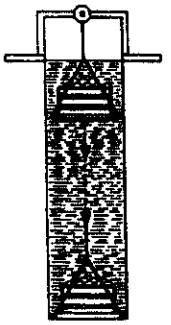
کلیه ارقام به‌صورت آماری از داخل باغ جمع‌آوری و در جعبه‌های ۲۰ کیلوگرمی چیده شدند. سپس سیب‌های آسیب دیده و فاسد جدا شده و نمونه‌ها توسط روش تحت فشار کلرورکلسیم تیمار شدند. برای اعمال فشار مخزنی به عمق ٦ متر ساخته شد (شکل ۱) و پس از پرشدن با محلول ٤ درصد کلرورکلسیم، سبدهای میوه توسط جرثقیل در عمق‌های مختلفی در مخزن فرو برده شد و به مدت ۳ دقیقه و در درجه حرارت محیط با محلول کلرورکلسیم تیمار شدند. همانگونه که اشاره شد برای تأمین فشار می‌توان از یک مخزن تحت فشار که به کمپرسور متصل است نیز استفاده نمود اما روش فشار هیدرواستاینک علاوه بر ساده بودن، هزینه کمتری دارد.

با توجه به اینکه با تغییر فشار ناشی از ارتفاع محلول کلرورکلسیم میزان نفوذ کلسیم تغییر می‌کند، سبدهای سیب در عمق‌های مختلف (۰، ۱، ۲، ۳، ٤ و ٥ متری) غوطه‌ور شدند. غوطه‌وری در صفر متری همان روش غوطه‌وری معمولی است. پس از ۳ دقیقه غوطه‌وری، میوه‌ها از محلول کلرورکلسیم خارج شده و در هوای آزاد خشک شدند و دوباره درون جعبه‌های ۲۰ کیلوگرمی چیده شدند. سپس به سردخانه منتقل شده و در شرایط دمای ۱±۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۳ ±۸۷ درصد به مدت ٥ ماه نگهداری شدند. در این پژوهش سیب تیمار نشده با محلول کلرورکلسیم به‌عنوان نمونه شاهد در نظر گرفته شد. برای کاهش میزان خطا کلیه آزمایش‌ها در سه تکرار انجام شدند.

1- Bitter pit
2- Golden Delicious
3- Red Delicious

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- روش نفوذ تحت فشار محلول کلرور کلسیم در میوه سیب.

۲- آزمایش‌ها: برای بررسی خصوصیات انبارداری سیب‌های تیمار شده، در ٤ مرحله نمونه‌برداری (بلافاصله پس از تیمار، ماه‌های اول، سوم و پنجم نگهداری در سردخانه) انجام شده و آزمایش‌ها زیر روی نمونه‌ها صورت گرفت:

- مواد جامد محلول یا بریکس جهت تعیین میزان رسیدگی توسط رفراکتومتر رومیزی مدل Carlzeiss
- درصد قند احیاء توسط روش حجمی لین- آینون (AOAC, ۱۹۹۵).
- اندازه‌گیری رطوبت با استفاده از آون معمولی و دمای ۲ ±۱۰۵ درجه سانتی‌گراد (AOAC, ۱۹۹۵).
- میزان pH با استفاده از pH متر ٦۲۰ Metrohm
- میزان کلسیم با استفاده از EDTA (AOAC, ۱۹۹۵).
- سختی بافت با استفاده از پنترومتر مدل FT۳۲۷ Effegi، باکلاهک مخصوص سیب.

۳- تجزیه‌وتحلیل داده‌ها: جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌های حاصل از آزمایش‌ها مختلف از طرح فاکتوریل به صورت کاملاً تصادفی با سه فاکتور استفاده شد که فاکتورها و سطوح آنها به شرح زیر بودند:

فاکتور A: عمق غوطه‌وری در ۷ سطح (شاهد، ۰، ۱، ۲، ۳، ٤ و ٥ متری)

فاکتور B: رقم سیب در ۳ سطح (زرد لبنانی، قرمز لبنانی و عباسی)

فاکتور C: زمان نمونه برداری در ٤ سطح (بلافاصله پس از تیمار، ۱، ۳ و ٥ ماه بعد از نگهداری).

پس از تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن و در سطح ٥ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

۱- کلسیم: همانگونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود با افزایش عمق غوطه‌وری میزان نفوذ کلسیم به داخل میوه سیب افزایش یافته و تأثیر آن معنی‌دار است. در سایر منابع نیز به افزایش میزان کلسیم میوه در اثر افزایش فشار اشاره شده است (چاردونت و همکاران، ۲۰۰۳؛ پارک و چانگ، ۱۹۹٦؛ چانگ و بیان، ۱۹۹۱b و کانوی و سامز،۱۹۸۳). به‌عنوان مثال، چانگ و همکارانش گزارش کردند که در اثر غوطه‌وری معمولی میزان کلسیم سیب حداکثر به ppm ٥۰۰ می‌رسد در حالیکه در نفوذ تحت فشار ممکن است به ppm ۲۰۰۰ برسد.

میزان نفوذ کلسیم در ارقام مختلف متفاوت بوده و در دو رقم زرد و قرمز لبنانی نسبت به رقم عباسی بیشتر و اختلاف آن معنی‌دار است (جدول ۲) که دلیل آن باز بودن کالیکس سیب می‌باشد (پارک و چانگ، ۱۹۹٦؛ بیورز و همکاران، ۱۹۹٤). علاوه بر این سیب عباسی دارای بافت سفت‌تری نسبت به رقم‌های زرد و قرمز لبنانی است و این امر به‌عنوان مانعی برای نفوذ کلسیم محسوب می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

با افزایش زمان نگهداری، مقدار کلسیم در میوه سیب افزایش یافته است (جدول ۱) که البته افزایش میزان کلسیم در ماه‌های اول نسبت به ماه‌های آخر بیشتر است و در ماه‌های آخر تغییرات کمتر می‌باشد. در رابطه با افزایش کلسیم میوه در زمان نگهداری نظرات متفاوتی ارائه شده است که یکی از آنها افزایش میزان کلسیم را ناشی از خروج آب از میوه دانسته است. در اثر از دست دادن آب، کلسیم از قسمت تخمدان و درون‌بر به قسمت میان‌بر منتقل می‌شود.

۲- میزان سفتی: همانگونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود با افزایش عمق غوطه‌وری میزان سفتی در کلیه ارقام افزایش یافته است و بین نمونه‌های تیمار شده و شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. با افزایش میزان فشار، میزان نفوذ کلسیم به داخل سیب افزایش می‌یابد. کلسیم با تأثیر بر ترکیبات پکتیکی و تشکیل پکتات کلسیم، سبب سفت‌تر شدن سیب شده و زمان نگهداری آن را افزایش می‌دهد (پارک و چانگ، ۱۹۹۶ و ابوت و کانوی، ۱۹۸۹). میزان سفتی رقم عباسی نسبت به سایر ارقام در کلیه سطوح غوطه‌وری بیشتر می‌باشد که مربوط به ماهیت سفت بودن آن نسبت به سایر ارقام است (جدول ٤). از عمق ۳ متر به بالا افزایش سفتی در ارقام سیب بویژه در دو رقم زرد لبنانی و عباسی معنی‌دار نمی‌باشد.

بررسی تغییرات میزان سفتی میوه در زمان‌های مختلف نشان داد که با افزایش زمان نگهداری مقدار سفتی آن کاهش می‌یابد و کمترین مقدار سفتی مربوط به ۵ ماه نگهداری در سردخانه بوده است و شایان ذکر است که پس از ۵ ماه نگهداری نمونه‌های تیمار شده سفتی بیشتری نسبت به نمونه شاهد داشتند (جدول ۳).

جدول ۱- اثر متقابل عمق غوطه‌وری و زمان نگهداری بر میزان نفوذ کلسیم (ppm)

عمق غوطه‌وری (متر)	بعد از تیمار	۱ ماه	۳ ماه	۵ ماه
شاهد	$۹۷/۷۸^{v}$	$۱۰۲/۱^{v}$	$۹٦/٥٦^{v}$	$۹۹/٥٦^{v}$
۰	$۱٥۳/٤^{u}$	$۱۷۲/۷^{t}$	$۱۸٤/۰^{s}$	$۱۸۹/٦^{s}$
۱	$۲٤۸/۱^{r}$	$۲۸۸/۸^{q}$	$۳۱۰/٤^{p}$	$۳۲۰/۸^{p}$
۲	$٥٥۸/۲^{o}$	$٥۹۱/۷^{n}$	$٦۱٤/۱^{m}$	$٦۲۸/٤^{l}$
۳	۱۰۷۳^{i}	۱۱٤۱^{j}	۱۱۷٤^{k}	۱۱۹۰^{h}
٤	۱٤۰۲^{g}	۱٤۸۷^{f}	۱٥۲۰^{e}	۱٥۳٥^{d}
٥	۱٦٦٦^{c}	۱۷۷۹^{b}	۱۸٤۸^{a}	۱۸٥۳^{a}

LSD= ۱۱/۰۰ حروف مشترک دارای اختلاف معنی دار نمی‌باشند (P<۰/۰٥)

جدول ۲- اثر متقابل عمق غوطه‌وری و رقم سیب بر میزان نفوذ کلسیم (ppm)

عمق غوطه‌وری (متر)	زرد لبنانی	قرمز لبنانی	عباسی
شاهد	$۹۱/٤۲^{r}$	$۸۷/۲٥^{r}$	$۱۱۸/۳۰^{q}$
۰	$۱٦۲/۲^{o}$	$۲۱۹/۹^{n}$	$۱٤۲/۷^{p}$
۱	$۲٦۲/٦^{m}$	$۳۸٤/۷^{k}$	$۲۲۸/۷^{n}$
۲	$٦٦۸/۲^{i}$	$۷٥٦/۱^{h}$	$۳٥۰/۳^{l}$
۳	۱٤۰۱^{e}	۱٤۷۹^{d}	$٥٥۲/٦^{j}$
٤	۱۷۷۷^{c}	۱۸۸٥^{b}	$۷۹٤/٦^{g}$
٥	۲۱۲۲^{a}	۲۱۱۸^{a}	۱۱۱۹^{f}

LSD= ۱٤/۷ حروف مشترک دارای اختلاف معنی دار نمی‌باشند (P< ۰/۰٥)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- اثر متقابل عمق غوطه‌وری و زمان نگهداری بر میزان سفتی سیب (kg/cm^2)

عمق غوطه‌وری (متر)	بعد از تیمار	۱ ماه	۳ ماه	۵ ماه
شاهد	۸/۱٤^{d}	۷/۳٦^{h}	٦/۲٤^{m}	٥/۱٥^{o}
۰	۸/٤٤^{ab}	۷/٦۱^{f}	٦/۷۷^{jk}	٥/٥۱^{n}
۱	۸/۳۸^{bc}	۷/۹۰^{e}	۷/۰۹^{i}	٦/٥۰^{l}
۲	۸/٥۱^{ab}	۸/۰۸^{d}	۷/٤۱^{gh}	٦/٦٦^{kl}
۳	۸/۳٦^{bc}	۸/۱۲^{d}	۷/٤٥^{fgh}	٦/۷۸^{jk}
٤	۸/٥۸^{a}	۸/۲٥^{cd}	۷/٥۹^{fg}	٦/۸۹^{j}
٥	۸/۳۷^{bc}	۸/۲۳^{cd}	۷/٦۲^{f}	۷/۱۲^{i}

LSD =۰/۱۷ حروف مشترک دارای اختلاف معنی دار نمی‌باشند (P< ۰/ ۰٥)

جدول ٤- اثر متقابل عمق غوطه‌وری و رقم سیب بر میزان سفتی سیب (kg/cm^2)

عمق غوطه‌وری (متر)	زرد لبنانی	قرمز لبنانی	عباسی
شاهد	٥/۸۳^{i}	٦/٥٦^{g}	۷/۷۸^{d}
۰	٦/۲٥^{h}	۷/۰٥^{f}	۸/۱۸^{c}
۱	٦/٥٦^{g}	۷/۳٤^{e}	۸/٥۰^{b}
۲	٦/۹۸^{f}	۷/۳۹^{e}	۸/٦۲^{ab}
۳	۷/۰۲^{f}	۷/۳۸^{e}	۸/٦۳^{ab}
٤	۷/۰۳^{f}	۷/٦۹^{d}	۸/۷٦^{ab}
٥	۷/۰٦^{f}	۷/٦٦^{d}	۸/۸۰^{a}

LSD =۰/۲٦ حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند (P< ۰/ ۰٥)

۳- pH: با افزایش عمق غوطه‌وری تا عمق ۳ متری pH میوه سیب روند نزولی دارد اما بعد از آن مقدار pH افزایش می‌یابد، اما به‌طور کلی در همه موارد نسبت به نمونه شاهد پایین‌تر است (جدول ٥) و بیانگر این مطلب است که افزایش کلسیم در میوه سیب از تبدیل اسیدهای آلی به ترکیبات قندی و افزایش pH جلوگیری کرده است. در عمق‌های ٤ و ٥ متری به علت افزایش بیش از حد مقدار کلسیم در سیب فعل و انفعالاتی که منجر به رسیدگی میوه می‌شوند تشدید شده و باعث آزاد شدن ترکیبات قندی شده است (دریس و نیسکانن، ۱۹۹۹).

با افزایش زمان نگهداری میزان pH نمونه‌های سیب افزایش می‌یابد (جدول ٥). میزان pH سیب در ابتدای برداشت به علت وجود اسیدهای آلی در حد پایین‌تری قرار دارد ولی بتدریج و در طی فعل‌وانفعالات منجر به پیر شدن، اسیدها به ترکیبات دیگری مثل قندها تبدیل شده و میزان pH افزایش می‌یابد. سیب رقم عباسی نسبت به سایر ارقام pH بالاتری دارد (جدول ٦) که علت آن کمتر بودن مقدار اسیدهای آلی است (دریس و نیسکانن، ۱۹۹۹).

جدول ٥- اثر متقابل عمق غوطه‌وری و زمان نگهداری بر میزان pH سیب

عمق غوطه‌وری (متر)	بعد از تیمار	۱ ماه	۳ ماه	۵ ماه
شاهد	٤/۰۱^{lm}	٤/۰۹^{cd}	٤/۱٤^{b}	٤/۲۲^{a}
۰	٤/۰۱^{lm}	٤/۰۷^{ef}	٤/۰۹^{cd}	٤/۱٤^{b}
۱	۳/۹۹^{n}	٤/۰٤^{ij}	٤/۰۸^{ef}	٤/۱٤^{bc}
۲	٤/۰۰^{mn}	٤/۰٤^{jk}	٤/۰۸^{ef}	٤/۰۹^{cd}
۳	۳/۹۸^{n}	٤/۰۳^{kl}	٤/۰٥^{hi}	٤/۰٥^{hi}
٤	۳/۹۹^{n}	٤/۰٤^{jk}	٤/۰٦^{fg}	٤/۰۸^{ef}
٥	۳/۹۹^{n}	٤/۰٦^{gh}	٤/۰۸^{ef}	٤/۱۲^{bc}

LSD =۰/۰۳ حروف مشترک دارای اختلاف معنی دار نمی‌باشند (P<۰/ ۰٥)

جدول ٦- اثر متقابل عمق غوطه‌وری و رقم سیب بر میزان pH سیب

عمق غوطه‌وری (متر)	زرد لبنانی	قرمز لبنانی	عباسی
شاهد	۳/۹۷^{g}	٤/۱۱^{d}	٤/۲۷^{a}
۰	٤/۲٥^{h}	٤/۰۹^{de}	۸/۱۸^{ab}
۱	۳/۸٦^{i}	٤/۰۸^{ef}	٤/۲٥^{ab}
۲	۳/۸۷^{hi}	٤/۰٦^{f}	٤/۲۳^{bc}
۳	۳/۸۱^{j}	٤/۰٥^{f}	٤/۲۳^{bc}
٤	۳/۸۱^{j}	٤/۱۱^{d}	٤/۲۱^{c}
٥	۳/۸۷^{i}	٤/۱۰^{d}	٤/۲۱^{c}

LSD =۰/۰۳ حروف مشترک دارای اختلاف معنی دار نمی‌باشند (P< ۰/ ۰٥)

www.SID.ir

Archive of SID

٤- بریکس یا مواد جامد محلول: همانگونه که در جدول ۷ مشاهده می‌شود با افزایش عمق غوطه‌وری تا عمق ۲ متری بریکس نمونه‌ها کاهش می‌یابد اما پس از آن مقدار بریکس افزایش یافته و در عمق‌های ٤ و ٥ متری برابر نمونه شاهد می‌شود. زمانی که میوه به مرحله رسیدگی نزدیکتر می‌شود بریکس آن افزایش می‌یابد و بالطبع با افزایش بریکس به سمت مرحله پیری پیش می‌رود و هر چه میزان بریکس کمتر باشد رسیدگی به تأخیر افتاده و سیب سالم تر مانده است. افزایش بیش از حد مقدار کلسیم در میوه، فعل‌وانفعالات تنفسی را تسریع کرده و باعث افزایش بریکس می‌شود.

بین بریکس میوه و مدت زمان نگهداری در سردخانه همبستگی مثبتی وجود دارد به‌طوری که در طول دوره نگهداری میوه در سردخانه میزان رسیدگی افزایش یافته و مقدار بریکس بالا می رود (جدول ۷). رقم سیب نیز در میزان افزایش یا کاهش بریکس دخالت مستقیمی دارد به‌طوری که میزان تغییرات بریکس در نمونه عباسی به مراتب کمتر از ارقام زرد لبنانی و قرمز لبنانی می‌باشد (جدول ۸).

٥- قند احیاء: همانگونه در جدول ۱۰ مشاهده می شود در ارقام زرد لبنانی و قرمز لبنانی با افزایش عمق غوطه‌وری تا عمق ۲ متری میزان قند احیاء کاهش می‌یابد اما پس از آن افزایش می‌یابد. نفوذ کلسیم در سیب سبب جلوگیری از واکنش های تنفسی و کند شدن آنها و نیز کاهش تولید اتلین می‌گردد که این واکنش‌ها منجر به کاهش تولید قند میوه می‌گردد، اما چنانچه مقدار کلسیم از حد معینی بالاتر رود، اثر آن نامطلوب شده و واکنش‌های تنفسی را تسریع نموده و میزان قند احیاء افزایش می یابد. مقدار قند احیاء در رقم عباسی به مراتب پایین‌تر بوده و دارای اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر ارقام می‌باشد (دریس و نیسکانن،۱۹۹۹؛ کانوی، ۱۹۸۵؛ درک و اسپید، ۱۹۸۳).

جدول ۷- اثر متقابل عمق غوطه‌وری و زمان نگهداری بر میزان بریکس

عمق غوطه‌وری (متر)	بعد از تیمار	۱ ماه	۳ ماه	٥ ماه
شاهد	۱۲/٦۷^{n}	۱۳/۳۰^{fg}	۱۳/٥٥^{cd}	۱۳/۸۸^{a}
۰	۱۲/۹۱^{lm}	۱۳/۱٤^{hi}	۱۳/۲۸^{gh}	۱۳/٥۸^{cd}
۱	۱۲/۷۰^{n}	۱۲/۹۰^{lm}	۱۳/۲۲^{gh}	۱۳/٤۰^{de}
۲	۱۲/۷۳^{n}	۱۲/۹۱^{lm}	۱۳/۰۸^{jk}	۱۳/۲۹^{fg}
۳	۱۲/۸۳^{mn}	۱۳/۰۲^{kl}	۱۳/۱۰^{ij}	۱۳/۳٥^{ef}
٤	۱۲/۹۰^{lm}	۱۳/۲۹^{fg}	۱۳/٤۷^{cd}	۱۳/٦٤^{bc}
٥	۱۲/۸۳^{mn}	۱۳/۲٥^{gh}	۱۳/٥۰^{cd}	۱۳/۷۸^{ab}

LSD =۰/۱٤ حروف مشترک دارای اختلاف معنی دار نمی‌باشند (P<۰/ ۰٥)

جدول ۸- اثر متقابل عمق غوطه‌وری و رقم سیب بر میزان بریکس

عمق غوطه‌وری (متر)	زرد لبنانی	قرمز لبنانی	عباسی
شاهد	۱۳/۹۲^{de}	۱۳/۹٦^{cd}	۱۲/۱۸^{j}
۰	۱۳/۷٦^{fg}	۱٤/۰۲^{bc}	۱۱/۹٥^{k}
۱	۱۳/٥۸^{hi}	۱۳/۸۹^{de}	۱۱/۷٤^{l}
۲	۱۳/٦۲^{gh}	۱۳/٥۳^{i}	۱۱/۸۸^{kl}
۳	۱۳/۷۹^{Ef}	۱۳/٦۰^{hi}	۱۱/۸۷^{kl}
٤	۱٤/۱۲^{Ab}	۱٤/۱٥^{ab}	۱۱/۷٥^{l}
٥	۱٤/۱۷^{Ab}	۱٤/۲۳^{a}	۱۱/۷۱^{l}

LSD =۰/۱٤ حروف مشترک دارای اختلاف معنی دار نمی‌باشند (P< ۰/ ۰٥)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۹- اثر متقابل عمق غوطه‌وری و زمان نگهداری بر میزان قند احیاء (٪)

عمق غوطه‌وری (متر)	بعد از تیمار	۱ ماه	۳ ماه	۵ ماه
شاهد	۷/۹۸^{pq}	۹/۳۳^{ij}	۱۰/۵۵^{bc}	۱۱/۳۳^{a}
۰	۸/۰۴^{pq}	۸/۸۸^{m}	۹/۸۲^{ef}	۱۰/۰۵^{d}
۱	۷/۸۵^{q}	۸/۶۵^{n}	۹/۳۶^{ij}	۹/۷۰^{fg}
۲	۸/۰۶^{p}	۸/۳۰^{o}	۹/۰۸^{kl}	۹/۵۹^{gh}
۳	۷/۹۲^{pq}	۸/۶۷^{n}	۹/۴۳^{hi}	۹/۹۵^{de}
٤	۸/۰۲^{pq}	۸/۹۸^{lm}	۹/۸۰^{ef}	۱۰/٤۰^{c}
۵	۷/۸۹^{pq}	۹/۲۲^{jk}	۱۰/۱۱^{d}	۱۰/۷۰^{b}

LSD =۰/۱۸، حروف مشترک دارای اختلاف معنی دار نمی‌باشند (P<۰/ ۰۵)

جدول ۱۰- اثر متقابل عمق غوطه‌وری و رقم سیب بر میزان قند احیاء (٪)

عمق غوطه‌وری (متر)	زرد لبنانی	قرمز لبنانی	عباسی
شاهد	۱۰/۶۵^{b}	۹/۹۹^{d}	۸/۶۸^{h}
۰	۱۰/۳۳^{c}	۹/٤٤^{f}	۷/۸۶^{i}
۱	۹/۹۸^{d}	۹/۱۵^{g}	۷/۵۷^{j}
۲	۹/۷۶^{c}	۸/۹۹^{g}	۷/۵۵^{j}
۳	۱۰/۳۰^{c}	۹/٤۲^{f}	۷/۳۳^{k}
٤	۱۰/۷۸^{b}	۹/۹۶^{d}	۷/۲۸^{k}
۵	۱۱/۰۱^{a}	۱۰/۲۷^{c}	۷/۲۸^{k}

LSD =۰/۱۷، حروف مشترک دارای اختلاف معنی دار نمی‌باشند (P< ۰/ ۰۵)

با افزایش زمان نگهداری مقدار قند احیاء افزایش یافت اگرچه این تغییرات در ماه‌های اول نگهداری شدیدتر بود (جدول ۹). میوه پس از برداشت دارای اسید آلی فراوان و قند کمتری است و به‌تدریج در طول نگهداری، مقداری از اسیدهای آلی و نشاسته موجود به مواد قندی تبدیل شده و قند میوه افزایش می‌یابد (پووائیه، ۱۹۸۶).

٦- رطوبت: با افزایش عمق غوطه‌وری تا عمق ۳ متری مقدار رطوبت نمونه‌ها افزایش یافت اما پس از آن مقدار رطوبت کاهش یافت (جدول ۱۱)، ولی بطورکلی مقدار رطوبت در کلیه نمونه‌های تیمار شده بیشتر از نمونه شاهد بوده و اختلاف آن معنی دار می‌باشد. نفوذ کلسیم در سیب از واکنش‌های تنفسی و تعرق جلوگیری نموده و از کاهش رطوبت می‌کاهد، اما در اثر افزایش مقدار کلسیم اضافی آسیب‌هایی (ترکیدگی و شکاف) در سطح سیب به وجود می‌آید که باعث تسریع در از دست دادن آب فرآورده می‌شوند. بدین صورت که باعث پاره شدن لایه محافظت‌کننده سطحی شده و لایه‌های زیرین به‌طور مستقیم در برابر هوا قرار می‌گیرند و بخار آب از درون سیب سریعتر خارج می‌شود.

با افزایش زمان نگهداری مقدار رطوبت کاهش می‌یابد (جدول ۱۱) به‌طوری‌که ۵ ماه پس از نگهداری، نمونه‌ها کمترین رطوبت را دارند. به‌طور معمول چنانچه شرایط سردخانه‌ای مناسب باشد و درجه حرارت و رطوبت نسبی سردخانه کنترل گردد، افت رطوبتی مشاهده نخواهد شد.

جدول ۱۱- اثر متقابل عمق غوطه‌وری و زمان نگهداری بر میزان رطوبت (٪)

عمق غوطه‌وری (متر)	بعد از تیمار	۱ ماه	۳ ماه	۵ ماه
شاهد	۸۵/۱٤^{a}	۸٤/۱۱^{kl}	۸۳/۳۷^{n}	۸۲/۵۹^{o}
۰	۸۵/۱۰^{ab}	۸٤/٤۲^{gh}	۸۳/۹۸^{m}	۸۳/۲٤^{n}
۱	۸۵/۱۶^{a}	۸٤/٤۹^{gh}	۸٤/۱۵^{jk}	۸۳/۸۶^{m}
۲	۸٤/۸۷^{cd}	۸٤/۵۷^{fg}	۸٤/۳۳^{hi}	۸٤/۰۹^{kl}
۳	۸٤/۹۵^{ab}	۸٤/۹۲^{bc}	۸٤/۷۵^{de}	۸٤/۵۱^{gh}
٤	۸٤/۹۸^{ab}	۸٤/۷۵^{de}	۸٤/۵٤^{fg}	۸٤/۲۷^{ij}
۵	۸۵/۱۰^{ab}	۸٤/۷۱^{ef}	۸٤/۵۱^{gh}	۸٤/۲٤^{ij}

LSD =۰/۱۵، حروف مشترک دارای اختلاف معنی دار نمی‌باشند (P<۰/ ۰۵)

جدول ۱۲- اثر متقابل عمق غوطه‌وری و رقم سیب بر میزان رطوبت (٪)

عمق غوطه‌وری (متر)	زرد لبنانی	قرمز لبنانی	عباسی
شاهد	۸٤/۲٤^{f}	۸۲/٤۳^{k}	۸٤/۷۳^{g}
۰	۸۵/۱۰^{de}	۸۲/۷۰^{j}	۸٤/۷۶^{f}
۱	۸۵/٤۵^{c}	۸۲/۸۶^{ij}	۸٤/۹۱^{ef}
۲	۸۵/۵۸^{bc}	۸۲/۹۵^{i}	۸٤/۸۳^{f}
۳	۸۵/۸۶^{a}	۸۳/۳۱^{h}	۸۵/۱۳^{d}
٤	۸۵/۷۷^{ab}	۸۲/۹۷^{i}	۸۵/۱۳^{d}
۵	۸۵/۶۹^{ab}	۸۳/۰۱^{i}	۸۵/۱۲^{d}

LSD =۰/۱۵، حروف مشترک دارای اختلاف معنی دار نمی‌باشند (P< ۰/ ۰۵)

www.SID.ir

Archive of SID

خصوصیات نژادی ارقام سیب تأثیر مستقیمی در درصد رطوبت داشتند (دریس و نیسکانن، ۱۹۹۹) و اختلاف معنی‌داری بین درصد رطوبت ارقام مختلف سیب مشاهده شد که رقم زرد لبنانی دارای رطوبت بیشتری به سایر ارقام بود (جدول ۱۲).

در نهایت می‌توان اینگونه نتیجه‌گیری کرد که در سیب زرد لبنانی با افزایش عمق غوطه‌وری در محلول کلرور کلسیم صفات کیفی بهتر حفظ می‌شوند. بریکس، درصد قند احیاء و pH نمونه‌های تیمار شده نسبت به نمونه شاهد افزایش کمتری دارد. سفتی سیب و تردی آن افزایش می یابد و رطوبت سیب به مقدار بیشتری حفظ می‌شود اما به علت حساسیت این رقم نسبت به کلسیم اضافی و باز بودن کالیکس آن، غوطه‌وری در عمق‌های بالا سیب ایجاد صدمات پوستی و داخلی می‌گردد و وضعیت ظاهری و بازار پسندی آن را کاهش می‌دهد. بنابراین عمق ۲ متری (تقریباً ۰/۲ اتمسفر) بهترین عمقی است که برای غوطه‌وری تحت فشار پیشنهاد می‌شود.

در رقم قرمز لبنانی نیز با افزایش عمق غوطه‌وری صفات کیفی بهتر حفظ می‌شوند اما به علت باز بودن کالیکس این سیب، غوطه‌وری در عمق‌های بالا سبب نفوذ مقدار زیادی کلسیم به داخل تخمدان شده و پیدایش صدمات داخلی را سبب می‌شود. بنابراین در این رقم نیز عمق ۲ متری (تقریباً ۰/۲ اتمسفر) بهترین عمقی است که برای غوطه‌وری تحت فشار پیشنهاد می‌شود.

سیب عباسی رقمی است که ذاتاً دارای بافت بسیار سفتی است و میزان قند و بریکس پایین‌تری نسبت به دو رقم دیگر دارد. نتایج به‌دست آمده از این طرح نشان می‌دهد که با افزایش عمق غوطه‌وری صفات کیفی بهتر حفظ می‌شوند و به علت عدم حساسیت به کلسیم زیاد و بسته بودن کالیکس آن، غوطه‌وری در عمق‌های بالا هیچ مشکلی به وجود نمی‌آورد و هیچگونه صدمات داخلی و خارجی در آن مشاهده نمی‌شود. با توجه به اینکه در اکثر موارد بین عمق ٤ و ٥ متری اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود، عمق ٤ متری (تقریباً ۰/٤ اتمسفر) بهترین عمقی است که برای غوطه‌وری تحت فشار برای این رقم توصیه می‌شود.

منابع

1.Abott, J. A., and Conway, W.S. 1989. Post harvest calcium chloride infiltration affects textural attributes of apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(6): 932-936.

2.AOAC. 1995. Official Methods of Analysis; Associaciation of Official Analytical Chemists: Washington, DC, USA.

3.Beavers, W. B., Sams, C.E., Conway, W.S., and Brown, G.A. 1994. Calcium source affects calcium content, firmness, and degree injury of apples during storage, Hort. Science. 29(12): 1520-1523.

4.Byun, J. K., and Chang, K.H. 1991. Effect of post harvest calcium infiltration and temperature on the incidence of disorders and fruit decay of Jonathan apples, J. Kor. Soc. Hort. Sci. 32(4): 484-489.

5.Chang, K. H., and Byun, J. K. 1991a. Calcium content and occurrence rate of calcum-injured fruits by several methods of post harvest calcium infiltration in apple fruits, J. Kor. Soc. Hort. Sci. 32(2): 216-222.

6.Chang, K.H., and Byun, J.K. 1991b. Storage potential differences of apple cultivars caused by various post harvest calcium infiltration methods, J. Kor. Soc. Hort. Sci. 32(3): 335-339.

7.Chardonnet, C.O., Charron, C.S., Sams, C.E., and Conway, W.S. 2003. Chemical changes in the cortical tissue and cell walls of calcium infiltrated 'Golden Delicious' apples during storage, Postharvest Biology & Technology, 28(1): 97-111.

8.Cleland, R.E., and Virk, S. 1990. Calcium, cell walls and growth, J. Amer. Soc. of Plant Physiologists Symposium. 4 9-15.

9.Conway, W.S. 1985. Effect of post harvest calcium treatment on decay of Golden Delicious, J. Plant Disease, 69(1):42-44.

10.Drake, S.R., and Spayd, S.E. 1983. Influence of calcium treatment on Golden Delicious apple quality, J. Food Sci. 48: 403-405.

www.SID.ir

Archive of SID

11.Dris, R. and Niskanen, R. 1999. Calcium chloride sprays decrease physiological disorders following long term cold storage of apple, Plant Foods for Human Nutrition, 54 (2): 159-171.
12.Faostat Agriculture Data. 2004. Agricultural production, http://www.fao.org.
13.Park, S.H., and Chang, K.H. 1996. Effect of post harvest calcium infiltration on firmness, pectin content and occurrence of *Botryosphaeria dothidea* in apple fruit. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37(1): 81-86.
14.Poovaiah, B.W. 1986. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables, Food Technology, 5: 86-88.
15.Recasens, I., Benavides, A., Puy, J. and Casero, T. 2004. Pre harvest calcium tratments in relation to the respiration rate and ethylene production of 'Golden Smoothee' apples. J. of the Sci. of Food and Agr. 84(8): 765-771.
16.Sams, C.E., and Conway, W.S. 1984. Effect of calcium infiltration on ethylene production, respiration rate, soluble polyuronide content and quality of Golden Delicious apple fruit, J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109(1): 53-57.
17.Sarkale, V.M., Sanghavi, K.U., Dhemre, J.K., and Masalkar, S.D. 2003. Effect of postharvest treatments on shelf life and quality of pomegrante in cold storage and ambient conditions, J. of Food Sci. & Tech. 40(1): 67-69.
18.Scott, K.J., and Wills, R.B. 1979. Effects of vacuum and pressure infiltration of calcium chloride and storage temperature on the incidence of bitter pit and low temperature breakdown of apples. Aust. J. Agric. Res. 30: 917-928.
19.Saftner, R.A., Conway, W.S., and Sams, C.E. 1998. Effect of calcium chloride treatments on tissue water relations, cell wall calcium levels and postharvest life of Golden Delicious apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123(5): 893-897.
20.Tsantili, E., Konstanidis, K., Athanasopoulos, P.E., and Pontikis, C. 2002. Effects of postharvest calcium treatments on respiration and quality attributes in lemon fruit during storage. J. of Hort. Sci. and Biotech. 77(4): 479-484.

www.SID.ir

Archive of SID

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 12(3), Aug-Sep 2005
www.magiran.com/jasnr

Effect of pressure infiltration of calcium chloride on shelf life elongation of apple varieties

M. Kashaninejad[1], H. Pourazarang[2], A. Mortazavi[2] and Y. Maghsoudlou[1]
[1]Faculty member Dept. of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Dept. of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashad.

Abstract

In this research, the most important varieties of apples, Golden Delicious, Red Delicious (open calyx) and Abbasi (closed calyx) were treated with a deep tank (6m) full of 4% calcium chloride solution. The uptake of calium into the apples were controlled by varying the depth (0, 1, 2, 3, 4 and 5 m) to which fruits were submerged. An untreated sample was also selected as a control. After treatment, apples were stored in cold storage for 5 months with 0 ± 1°C and 87 ± 3% RH conditions. Some qualities and chemical properties of samples such as moisture content, pH, soluble solid, reduced sugar, calcium and firmness were studied after treatment and during the storage (1, 3 and 5 months intervals). The results showed that treated apples had lower Brix, pH, reduced sugar and higher firmness, tenderness and moisture content than control samples. Dipping in 2m (~0.2at) for Golden Delicious variety and 4m (~0.4at) for Red Delicious and Abbasi varieties reduced the physiological changes during storage, but dipping in higher depths caused skin injuries and internal breakdown.

Keywords: Apple; Calcium chloride; Pressure infiltration; Shelf life

www.SID.ir