نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۲۰۶-۱۹۶
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 196-206
ISSN: 2008 - 4730

اثر تیمار پس از برداشت اگزالیک اسید و کلرید کلسیم بر خصوصیات کیفی گیلاس رقم تکدانه

محمد صفا[1*]- جعفر حاجیلو[2]- رحیم نقشی بند حسنی[3]- محمد قنبری نجار[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۹/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۱/۳۰

چکیده

به منظور بررسی اثر تیمار پس از برداشت غوطه‌وری با کلرید کلسیم و اگزالیک اسید بر خصوصیات کیفی و عمر انباری میوه گیلاس رقم تکدانه، پژوهشی در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت جداگانه برای دو ماده در ۳ تکرار اجرا گردید. در این آزمایش اسید اگزالیک در ۴ سطح (۰، ۴، ۶ و ۸ میلی مولار) و کلرید کلسیم در ۴ سطح (۰، ۴۰، ۵۵ و ۷۰ میلی مولار) به صورت غوطه‌وری بر میوه‌های گیلاس رقم تکدانه اعمال شدند و نمونه‌های موجود در هر تیمار در هر مرحله از نمونه‌برداری با فاصله ۷ روز در یک دوره ۲۸ روزه از سردخانه خارج و ویژگی‌های کمی و کیفی نظیر سفتی، کاهش وزن، اسیدیته، مواد جامد محلول کل، ویتامین ث و pH مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تمامی غلظت‌های کلرید کلسیم و اسید اگزالیک تفاوت معنی‌داری در میزان کاهش وزن، سفتی، اسیدیته، مواد جامد محلول کل، ویتامین ث و pH با شاهد داشتند، به طوری‌که میزان کاهش وزن در هفته چهارم برای نمونه‌های شاهد ۳۹/۷۹ درصد ، برای نمونه‌های تیمار شده با اگزالیک اسید ۸ میلی‌مولار ۲۲/۷۷ درصد و برای کلرید کلسیم ۷۰ میلی‌مولار ۲۱/۱۹ درصد بود.، میزان مواد جامد محلول کل در هفته چهارم برای نمونه های شاهد ۲۴/۵۳ درصد، برای نمونه‌های تیمار شده با اگزالیک اسید ۸ میلی‌مولار ۲۱/۴۳ درصد و برای کلرید کلسیم ۷۰ میلی مولار ۲۱/۱۳ درصد بود و میزان ویتامین ث در هفته چهارم برای نمونه‌های شاهد ۲/۶۵، برای نمونه‌های تیمار شده با اگزالیک اسید ۸ میلی‌مولار ۳/۰۶ و برای کلرید کلسیم ۷۰ میلی‌مولار ۳/۱۶ بود همچنین میزان سفتی و اسیدیته بیشتر از شاهد بود.

واژه‌های کلیدی: اگزالیک اسید، پس از برداشت، کلرید کلسیم، گیلاس

مقدمه

میوه‌ها و سبزی‌ها به عنوان بخش بسیار مهمی از منابع غذایی انسان از اهمیت ویژه‌ای برخوردارهستند و بشر از همان ابتدای پیدایش زندگی، جهت تامین بخشی از غذای خود از این محصولات استفاده می‌کرد. امروزه فراورده‌های باغبانی در رژیم غذایی به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد (۷). گیلاس جزو درختان خزاندار مناطق معتدله بوده و ویتامین‌های موجود در میوه‌های بالغ شامل ویتامین‌ث و مقادیر کمی از ویتامین‌های ب۱، ب۲ و آ می‌باشند. علاوه بر این، گیلاس میوه‌ای سرشار از پتاسیم است و در بین میوه‌های مناطق معتدله، یکی از میوه‌هایی است که منیزم فراوان دارد. با توجه به افزایش جمعیت دنیا در سالهای اخیر و نیاز روزافزون مردم به فراورده‌های باغی، جلوگیری از آسیب‌های بین زمان برداشت تا هنگام مصرف این محصولات بسیار ضروری و حائز اهمیت می‌باشد که باید مورد توجه قرار گیرد. اسید اگزالیک از مواد فعال طبیعی است که محققان برای حفظ کیفیت و افزایش عمرانباری محصولات مختلف به کار برده‌اند. این ماده دارای فرمول شیمیایی $C_2H_2O_4$ می‌باشد و در حالت معمولی شکل ظاهری آن به فرم کریستال‌های سفید رنگ است. اسید اگزالیک از نظر اینکه دارای تأثیرات منفی پس از کاربرد نمی‌باشد، تأیید شده است و به دلیل بی‌تأثیر بودن برروی سلامتی انسان و محیط زیست، از نظر قانونی و حقوقی فاقد محدودیت‌های خاصی می‌باشد و سازمان حفاظت از محیط زیست جهانی اسید اگزالیک را جزء ترکیبات فاقد اثرات سوء معرفی کرده است (۱۷). استفاده از اسید اگزالیک به طور معنی‌داری سبب کاهش آسیب سرمازدگی در میوه انار در طول دوره انبارمانی طولانی‌مدت در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد می‌شود (۲۳). کاربرد اسید اگزالیک در میوهٔ موز از طریق کاهش فعالیت آنزیم POD[5]به عنوان یک عامل اساسی و مهم در کاهش قهوه‌ای شدن درونی محسوب می‌شود (۲۷). افزایش مقاومت سیستمیک در گیاهان مختلف از طریق تیمار با اسید اگزالیک به اثرات آن در کاهش فعالیت آنزیم POD، نسبت داده می‌شود از

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار، استادیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
(*-نویسنده مسئول: Email: mohamadsafa66@yahoo.com)

5-Peroxidase

طرفی اسید اگزالیک از طریق ثبات و پایداری غشاهای سلولی سبب افزایش مقاومت برگ‌های گیاهان به تحمل گرما می‌شود (۲۸). در میوه آلو تیمار شده با اسید اگزالیک ۵ میلی‌مولار، هم در شرایط نگهداری در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۰ روز و و هم در شرایط نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، سفتی بافت، به طور معنی‌داری نسبت به میوه‌های شاهد بیشتر بود که در شرایط نگهداری در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد اثرات آن در حفظ سفتی بیشتر بود (۸). در میوه‌های انبه تیمار شده با اسید اگزالیک ۵ میلی‌مولار، ۹ روز پس از انبارمانی، اسیدیته به طور معنی‌داری بیشتر از میوه‌های شاهد بود (۳۰). درمیوه‌های هلو تیمار شده با اسید اگزالیک ۱ و ۵ میلی‌مولار، دو روز پس از انبارمانی، فعالیت آنزیم کاتالاز به طور معنی‌داری نسبت به میوه‌های شاهد افزایش یافت (۳۰)، سبب کاهش قهوه‌ای شدن درونی، در میوه لیچی می‌شود (۲۹). اطلاعات به‌دست آمده از تغییرات رشد اندام‌های مختلف در گیاهان، حیوانات و قارچ‌ها تحت تأثیر اگزالات و اسید اگزالیک، نشان می‌دهد که اگزالات و اسید اگزالیک از طریق شرکت در تنظیم سوخت و ساز بافت‌ها در توسعه گیاهان، حیوانات و قارچ‌ها، نقش مهمی را ایفا می‌کنند (۴). کلسیم یکی از ترکیبات فعال فیزیولوژیکی[1] است که در سال‌های اخیر مورد توجه و استقبال بسیاری از مصرف‌کنندگان و صنایع تبدیلی شده است (۲). نقش اساسی کلسیم در به تأخیر انداختن پیری و رسیدن میوه‌ها و سبزی‌ها، مربوط به حفظ پایداری و استحکام غشاء سلولی و پایداری دیواره‌ی سلولی است. علاوه بر این یون‌های کلسیم در مسیر عبور سیگنال‌های زخم قرار گرفته و مانع از گسترش زخم‌ها و آسیب‌ها می‌شود (۱۰). با وجود این‌که اکثر خاک‌ها از نظر کمبود کلسیم، مشکلی ندارند و مقدار کلسیم در خاک‌ها زیاد است، ولی به دلیل اینکه کلسیم در داخل گیاه دارای تحرک کمی است، کمبود آن در اکثر گیاهان مشاهده می‌شود (۱۵). در درختان میوه، اهمیت کلسیم به دلیل تأخیر در فرایند رسیدن میوه می‌باشد که از این طریق، محصولات از قابلیت حمل و نقل بهتری، برخوردار می‌شوند (۱۴). کلسیم سبب استحکام و پایداری دیواره‌ی سلولی می‌شود و از طریق اتصال کمپلکس پکتین به پروتئین دیوارهٔ سلولی، رسیدن میوه را به تأخیر می‌اندازد (۵). تیمار با کلسیم هم در مرحله قبل از برداشت و هم در مرحله پس از برداشت سبب افزایش کیفیت و ماندگاری میوه‌ها و سبزی ها می‌شود (۶). کاربرد کلسیم سبب کاهش سرعت پیری و رسیدن میوه می‌شود و نقش بسزائی در کاهش سرعت تنفس و تولید اتیلن، افزایش سفتی بافت میوه و کاهش بروز اختلالات فیزیولوژیکی در میوه داشته است (۱۹). تیمار پس از برداشت میوه هلو با کلرید کلسیم سبب حفظ سفتی بافت آنها می‌شود (۱۲). غوطه‌وری کلسیم پس از برداشت می‌تواند بدون این‌که آسیبی در میوه ایجاد کند، مقدار کلسیم را به مقدار قابل توجهی در مقایسه با اسپری قبل از برداشت افزایش دهد (۱۱). در مطالعه تاثیر کلرید کلسیم بر میوه ازگیل ژاپنی، گزارش شده است که غلظت‌های ۲ و ۳ درصد بیشترین تاثیر را بر سفتی بافت، کاهش وزن و مواد جامد محلول در طول ۴ الی ۵ هفته به همراه داشت (۱). میوه گیلاس جزو میوه های فاسد شدنی بوده و عمر انباری آن از ۱۰ – ۷ روز می باشد و در برخی از موارد قبل از رسیدن به دست مصرف کننده به خاطر حمل و نقل کیفیت خود را از دست می‌دهد (۱۸). هدف از این پژوهش، مطالعه استفاده از تیمار اسید اگزالیک و کلرید کلسیم در افزایش عمر پس از برداشت گیلاس رقم تکدانه بود تا بهترین تیمار جهت حفظ کیفیت میوه و افزایش عمر انبارمانی مشخص شود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

در این آزمایش میوه‌های گیلاس رقم تکدانه (*Prunus avium* L.) مورد استفاده قرار گرفتند. میوه‌ها در اوایل تیرماه در مرحله بلوغ تجاری و بر اساس شاخص مواد جامد محلول به این صورت که میوه های تقریباً یکنواخت از نظر اندازه، رنگ و شکل به صورت دستی از درختان موجود در یک باغ تجارتی برداشت (۱۲) و سپس توسط سبدهای مخصوص حمل و نقل به آزمایشگاه بیولوژی گلدهی و فیزیولوژی رشد و نمو میوه دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز منتقل گردیدند. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت جداگانه برای دو ماده در ۳ تکرار اجراء گردید. در این آزمایش ماده اول اسید اگزالیک در ۴ سطح (صفر، ۴، ۶ و۸ میلی‌مولار) و ماده دوم کلرید کلسیم در ۴ سطح (صفر، ۴۰، ۵۵ و ۷۰ میلی‌مولار) به صورت غوطه-وری بر میوه‌های گیلاس رقم تکدانه اعمال شد. تیمارها از طریق غوطه‌ورکردن هر واحد آزمایش (سبدهای حاوی میوه) به مدت ۵ دقیقه درمحلول‌های تهیه شده و محتوی ۲ گرم در لیتر خیس‌کننده[2] توین[3] ۸۰ اعمال شدند. بعد از اعمال تیمارها،میوه‌ها به منظور خشک شدن به مدت ۲ ساعت در دمای اتاق نگهداری و سپس به سردخانه (دمای۱–۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی۸۵ درصد) منتقل شدند. نمونه‌های موجود در هر تیمار در هر مرحله از نمونه‌برداری با فاصله ۷ روز در یک دوره ۲۸ روزه از سردخانه خارج و برای ایجاد شرایط مشابه خرده فروشی ۲۴ ساعت در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۷۰ درصد) قرار گرفته و سپس از نظر صفات کیفی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

1-Physiologically Active Compounds(PAC)

2-Surfactant

3-Tween -80

صفات مورد ارزیابی

آزمون سفتی بافت با استفاده از دستگاه پنترومتر مدل FT011، بر روی ۳ عدد میوه در هر تکرار و بعد از برداشتن پوست میوه انجام شد. سفتی بافت بر حسب نیوتن بیان شد. برای اندازه‌گیری تغییرات کاهش وزن از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم استفاده شد و تغییرات مزبور به صورت درصد کاهش وزن‌تر بیان گردید. جهت تعیین درصد اسیدیته قابل تیتراسیون، از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال استفاده شد. برای این منظور ۵ میلی‌لیتر عصاره میوه با ۹۵ میلی‌لیتر آب مقطر به حجم رسانده شد، سپس توسط بورت با سود ۰/۱ نرمال، pH محلول روی عدد ۸/۲ ثابت و در نهایت حجم سود مصرفی معادل اسید داخل عصاره قرائت شد (۱۶). میزان مواد جامد محلول میوه توسط دستگاه رفراکتومتر دیجیتالی (PAL-1) اندازه‌گیری گردید. جهت اندازه‌گیری میزان آسکوربیک اسید میوه‌ها از روش تیتراسیون عصاره میوه با ۲و۶- دی کلروفنل ایندوفنل استفاده شد. در این روش از هر تکرار ۱۰ گرم گوشت میوه همراه با مقداری متافسفریک اسید ۳ درصد هضم شده، سپس حجم مخلوط حاصل با استفاده از متافسفریک اسید ۳ درصد به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد و با کاغذ صافی صاف گردید. ۱۰ میلی‌لیتر از محلول صاف شده با ماده رنگی دی کلرو فنل ایندوفنل تا رسیدن به رنگ صورتی کم رنگ تیتر گردید. حجم ماده رنگی مورد استفاده در تیتراسیون برای محاسبه میزان آسکوربیک اسید بر حسب میلی گرم در ۱۰۰ گرم عصاره استفاده شد (۳) و pH عصاره میوه‌ها با استفاده از pH مترمدل HI 9811 اندازه‌گیری شد. داده‌ها پس از نرمال شدن با استفاده از نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

کاهش وزن

نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که اثرات ساده اسید اگزالیک و زمان و همچنین اثرات متقابل دوگانه بین آنها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند. میزان درصد کاهش وزن در میوه‌های تیمار شده با غلظت‌های بالای اسید اگزالیک به مراتب کمتر از دیگر تیمارها بود به طوری که میزان کاهش وزن در هفته چهارم در تیمار اسید اگزالیک ۸ میلی‌مولار با ۲۲/۷۷ درصد و در همین هفته کاهش وزن در میوه‌های شاهد با ۳۹/۷۹ درصد مشاهده شد و به بیان دیگر تیمار اسید اگزالیک ۸ میلی‌مولار در مقایسه با شاهد ۱۷ منجر به جلوگیری از کاهش وزن شده است (شکل ۱). اسید اگزالیک از طریق ثبات و پایداری غشاهای سلولی سبب مهار روند کاهش وزن در میوه‌ها می‌شود (۲۸). به‌نظر می‌رسد مکانیسم‌های ممانعت از کاهش وزن میوه توسط محلول اگزالیک اسید به دلیل کاهش تنفس میوه ها باشد (۳۰). مطابق با این تحقیق در میوه‌های انبه تیمار شده با اسید اگزالیک ۵ میلی‌مولار، تولید اتیلن به طور چشم‌گیری مهار شده و در طول دوره انبارمانی میزان تولید اتیلن میوه های تیمار شده، به طور معنی‌داری کمتر از میوه‌های شاهد بود (۳۰).

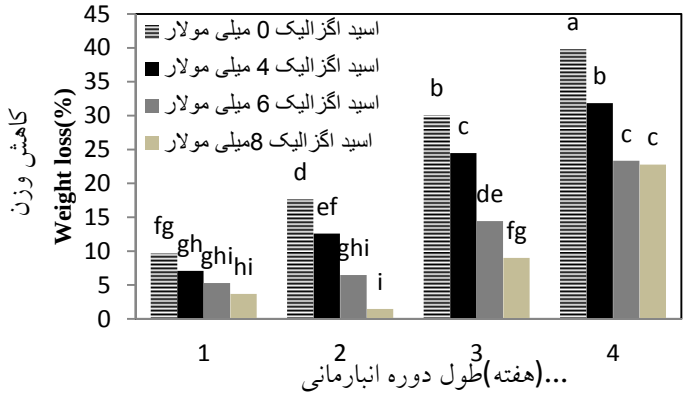
جدول۱- تجزیه واریانس صفات کیفی در آزمایش تأثیر غوطه‌وری اگزالیک اسید بر خصوصیات کیفی گیلاس رقم تکدانه

Table 1- Variance analysis of qualitative treats in "effects of Oxalic acid soaking treatment on the qualitative specifications of "single grain" cultivar of sweet cherry fruit.

منابع تغییرات	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS					
		کاهش وزن	سفتی بافت	اسیدیته قابل تیتراسیون	موادجامدمحلول TSS	ویتامین C	pH
اگزالیک اسیدOxalic acid	3	1302.67**	18/76**	4/15**	27/34**	1/67**	0/30**
زمان (Time)	3	545/62**	3/5**	1/58**	16/79**	0/83**	0/15**
اگزالیک اسید×زمان Time×Oxalic acid	9	29/91**	0/14**	0/041*	0/26**	0/02**	0/002*
خطا(Error)	32	6/69	0/02	0/015	0/05	0/007	0/0007
ضریب تغییرات Coefficient Variation	-	15/93	4/13	3/43	1/12	2/59	0/61

**معنی‌داری در سطح احتمال ۱درصد*معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و nsغیر معنی‌دار

** Significant at 1% level of confident, * Significant at the 5% level and not significant.

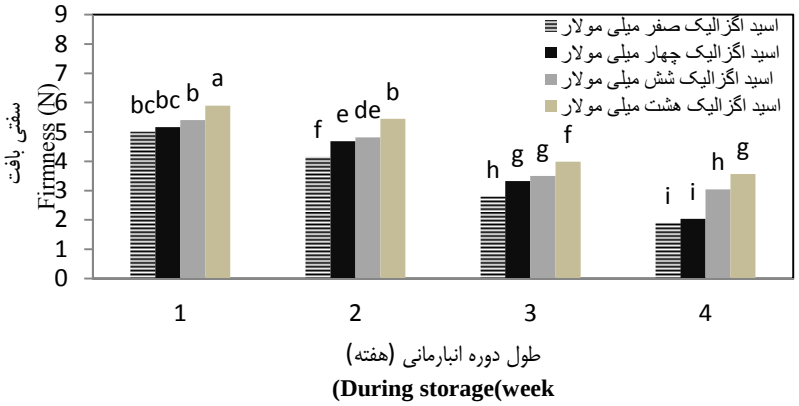


شکل۱- اثر متقابل اسید اگزالیک و زمان در تغییرات درصد کاهش وزن میوه گیلاس رقم تکدانه

Figure 1- The interactions effect between oxalic acid and time in changes of weight loss percentage of "single grain" sweet cherry fruit

سفتی بافت میوه

همان طور که جدول ۱ نشان می‌دهد اسید اگزالیک و زمان و همچنین اثرات متقابل دوگانه بین آنها بر میزان سفتی معنی‌دار بودند. مقایسه میانگین حاصل از اثرات متقابل اسید اگزالیک و زمان در گیلاس رقم تکدانه نشان داد که با افزایش غلظت اسید اگزالیک، موجب سفت تر ماندن میوه ها در هر تاریخ نمونه برداری شد و میوه‌های تیمار شده با اسید اگزالیک در غلظت‌های بالاتر از حداکثر سفتی برخوردار بودند، میزان سفتی در هفته چهارم برای شاهد ۱/۹۰ بود ولی در همین هفته و برای اسید اگزالیک ۸ میلی‌مولار ۳/۵۶ ثبت شد و تیمار اسید اگزالیک باعث سفت تر ماند میوه در طول دوره انبارمانی شده است (شکل۲). در تحقیقی مشابه در میوه هلوی تیمار شده با اسید اگزالیک، سفتی بافت میوه به طور معنی‌داری بیشتر از سفتی بافت میوه‌های شاهد بود (۳۰). اسید اگزالیک با کاهش فعالیت آنزیم PG و تأخیر در تخریب و تجزیه پکتین، موجب جلوگیری از نرم شدن بافت میوه می‌شود همچنین اسید اگزالیک از طریق تأثیر مهم و بسزائی که بروی فعالیت آنزیم‌های آنتی‌آکسیدانی و نیز گونه‌های فعال اکسیژنی دارد، سبب حفظ سفتی بافت و تأخیر در رسیدن و فرآیند پیری میوه‌ها دارد (۸).



شکل۲- اثر متقابل اگزالیک اسیدو زمان در تغییرات سفتی بافت میوه گیلاس رقم تکدانه

Figure 2- The interactions effect between oxalic acid and time in changes of firmness of "single grain" sweet cherry fruit

اسیدیته قابل تیتراسیون

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که تیمار اسید اگزالیک باعث کندتر شدن روند کاهشی اسیدیته قابل تیتراسیون در گیلاس رقم تکدانه در طول دوره انبارمانی گردید. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات اسید اگزالیک و زمان انبارمانی نشان داد که مقادیر اسیدیته قابل تیتراسیون در میوه‌های تیمار شده با اسید اگزالیک در

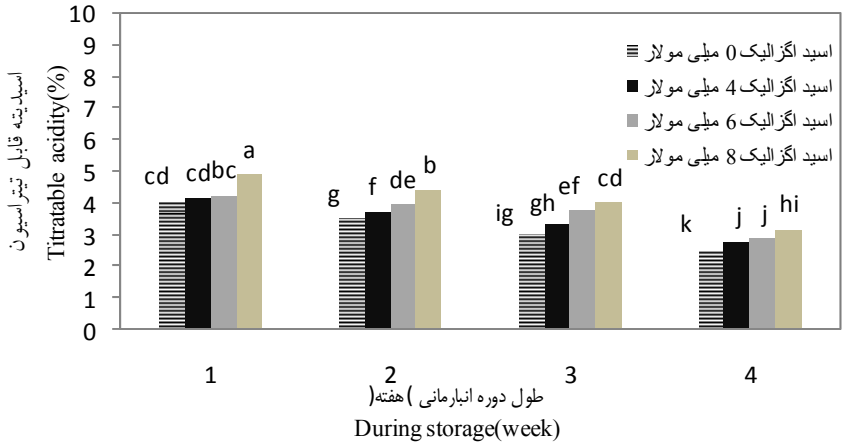
طول دوره انبارمانی به مراتب بیشتر از شاهد بود و بیشترین مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون در هفته اول در تیمار اگزالیک اسید ۸ میلی‌مولار با ۴/۸۸ درصد و کمترین مقدار آن در هفته چهارم در میوه‌های شاهد با ۲/۴۹ درصد مشاهده شد (شکل ۳). معمولاً اسیدهای آلی هنگام رسیدن میوه به دلیل مصرف شدن در تنفس و تبدیل شدن به قندها کاهش می‌یابند و کاهش آن ها رابطه مستقیمی با کاهش فعالیت‌های متابولیکی میوه دارد (۲۰). نتایج بدست آمده ناشی از تأثیر اگزالیک اسید در حفظ اسیدیته کل در این تحقیق با نتایج ژنگ و همکاران در مورد تیمار پس از برداشت اگزالیک اسید مطابقت دارد (۳۰).

مواد جامد محلول کل

نتایج تجزیه واریانس مواد جامد محلول کل در رقم گیلاس تکدانه نشان داد که اثر ساده تیمار اسید اگزالیک و زمان و اثرات متقابل دوگانه در سطح ۱درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که بالاترین میزان مواد جامد محلول کل با میزان ۲۴/۵۳ درصد در آخرین هفته نمونه‌برداری در میوه‌های شاهد بود و کمترین میزان در همین هفته در تیمار اگزالیک اسید ۷۰ میلی مولار با ۲۱/۴۳ درصد مشاهده گردید (شکل ۴). افزایش مقدار مواد جامد محلول کل در طول مدت انبارمانی شاید به دلیل هیدرولیز پلی ساکاریدها و تغلیظ شدن عصاره میوه باشد (۱). نتایج بدست آمده با نتایج ژنگ و همکاران روی انبه مطابقت دارد (۳۰).

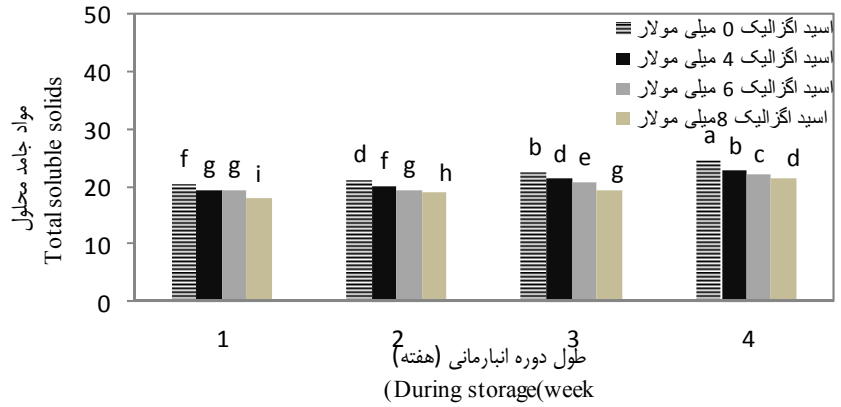
اسید آسکوربیک (ویتامین ث)

تیمار اگزالیک اسید باعث کندتر شدن روند کاهشی اسید آسکوربیک در طول دوره نگهداری میوه‌های گیلاس رقم تکدانه شد. نتایج تجزیه واریانس مقادیر اسید آسکوربیک نشان داد که تیمار اگزالیک اسید و زمان بر روی میزان آسکوربیک اسید معنی دار بودند (جدول ۱).



شکل۳- اثر متقابل اگزالیک اسید و زمان در تغییرات اسیدیته میوه گیلاس رقم تکدانه

Figure 3- The interactions effect between oxalic acid and time in changes of acidity of "single grain" sweet cherry fruit



شکل٤- اثر متقابل اسید اگزالیک و زمان در تغییرات مواد جامد محلول میوه گیلاس رقم تکدانه

Figure 4- The interactions effect between oxalic acid and time in changes of Total soluble solids of "single grain" sweet cherry fruit

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمار اگزالیک اسید و زمان نشان داد که مقادیر اسید آسکوربیک در میوه‌های تیمار شده با اگزالیک اسید در طول دوره انبارمانی به مراتب بیشتر از شاهد بود، به‌طوری که در آخرین نمونه برداری در هفته چهارم بیشترین مقدار اسید آسکوربیک در میوه‌های تیمار شده با اگزالیک اسید ۸ میلی‌مولار با میزان ۳/۰۶ میلی‌گرم در صد گرم و کمترین مقدار آن در همین هفته در شاهد با میزان ۲/۶۵ میلی گرم در صد گرم مشاهده گردید و تیمار باعث جلوگیری از کاهش ویتامین ث شده است (شکل ۵)، گزارش شده که اگزالیک اسید یک آنتی‌اکسیدان طبیعی است که از پراکسیداسیون لیپید جلوگیری کرده و اکسیداسیون آسکوربیک اسید را کاهش می‌دهد (۹).

pH عصاره میوه

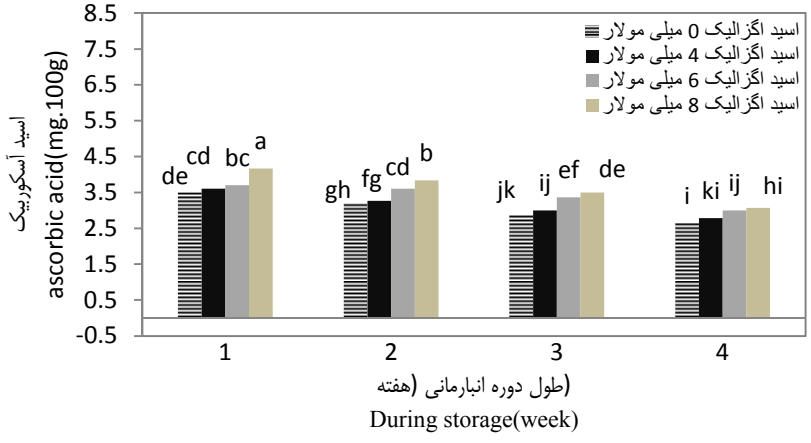
نتایج تجزیه واریانس pH در جدول ۱ در گیلاس رقم تکدانه نشان داد که اثر ساده تیمار اگزالیک اسید و زمان و اثر متقابل دوگانه آن‌ها معنی‌دار بودند. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمار اگزالیک اسید و زمان نشان داد که، میزان pH در میوه‌های تیمار شده با اگزالیک اسید در طول دوره انبارمانی به مراتب کمتر از شاهد بود به طوری که بیشترین میزان pH در تیمار شاهد هفته چهارم با ۴/۹ و کمترین میزان آن در تیمار اگزالیک اسید در همان هفته با میزان ۴/۶ مشاهده گردید (شکل ۶). pH پائین میوه‌های تیمار شده با اسید اگزالیک را می توان به نقش مثبت اگزالیک در کاهش فرآیند تنفس و حفظ اسیدهای آلی بیان کرد. به نظر می‌رسد افزایش pH در طول مدت انبارمانی به واسطه شکسته شدن و تجزیه اسیدهای آلی در فرآیند تنفس باشد که در توت فرنگی گزارش شده است (۳۱). بر اساس بررسی منابع انجام شده، تاکنون هیچ گزارشی مبنی بر تاثیر مستقیم اسید اگزالیک بر روی pH وجود ندارد.

اثر تیمارهای کلرید کلسیم

کاهش وزن

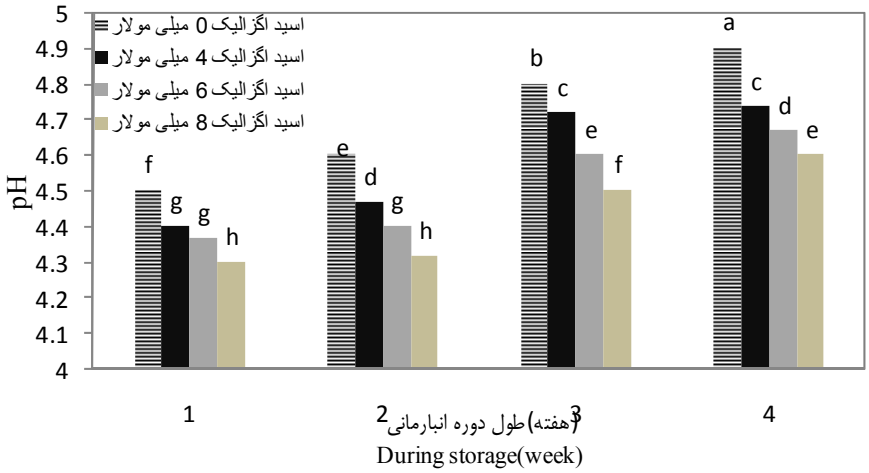
تیمار کلرید کلسیم و زمان و همچنین اثر متقابل بین آن‌ها بر روی کاهش وزن معنی‌دار بودند (جدول ۲). مقایسه میانگین حاصل از اثر متقابل کلرید کلسیم و زمان نشان داد که میزان درصد کاهش وزن در میوه‌های تیمار شده با غلظت‌های بالای کلرید کلسیم به مراتب کمتر از دیگر تیمارها بود، بطوری که روند افزایش درصد کاهش وزن در طول دوره انبارمانی با شدت کمتری در میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم ۷۰، ۵۵ و ۴۰ میلی‌مولار نسبت به میوه‌های شاهد بود. برای مثال میزان کاهش وزن در هفته چهارم در تیمار کلرید کلسیم ۷۰ میلی‌مولار با ۲۱/۱۹ درصد و در همین هفته کاهش وزن در میوه‌های شاهد برابر با ۳۹/۷۹ درصد بود و تیمار در مقایسه با شاهد منجر به جلوگیری از ۱۸/۶٪ درصد از کاهش وزن شده است (جدول ۳).

کلرید کلسیم از طریق کاهش تنفس باعث ممانعت از کاهش وزن میوه‌ها می‌شود (۲۲). سینگ و همکاران (۲۵) تیمار قبل از برداشت انبه با کلرید کلسیم و نیترات کلسیم از طریق کاهش سرعت تنفس باعث تاخیر در رسیدن و ایجاد اثرات مطلوب در کیفیت میوه در طول انبارمانی گردید. مارتین–دیانا و همکاران (۱۳) با شستشوی کاهو در لاکتات کلسیم و کلرین نشان دادند که لاکتات کلسیم به طور آشکاری باعث حفظ تورژسانس سلول‌ها می‌شود.



شکل۵- اثر متقابل اسید اگزالیک و زمان در تغییرات اسید آسکوربیک میوه گیلاس رقم تکدانه

Figure 5- The interactions effect between oxalic acid and time in changes of ascorbic acid of "single grain" sweet cherry fruit



شکل ٦- اثر متقابل اسید اگزالیک و زمان در تغییراتpH میوه گیلاس رقم تکدانه

Figure 6- The interactions effect between oxalic acid and time in changes of pH of "single grain" sweet cherry fruit

سفتی بافت میوه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده کلرید کلسیم و زمان و همچنین اثرات متقابل دوگانه فاکتورهای کلرید کلسیم و زمان (p<%1)معنی‌دار بودند (جدول۲). مقایسه میانگین حاصل از اثر متقابل کلرید کلسیم و زمان در گیلاس رقم تکدانه نشان داد که با افزایش غلظت کلرید کلسیم، کاهش در سفتی میوه‌ها در تمام زمان‌های نمونه‌برداری کندتر شده و میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم در غلظت‌های بالاتر از حداکثر سفتی برخوردار بودند، به عبارت دیگر در تمام زمان‌های نمونه برداری حداکثر سفتی بافت به ترتیب در میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم در غلظت‌های ۷۰ و ۵۵ میلی‌مولار و کمترین سفتی در تیمارهای کلرید کلسیم ۴۰ و صفر میلی‌مولار مشاهده شد (جدول ۳). منگنریز و همکاران (۱۲) گزارش نمودند که در طول دورهٔ انبارمانی کلسیم موجود در پوست کاهش می‌یابد و به سمت گوشت حرکت کرده و باعث افزایش کلسیم گوشت می‌شود، این انتقال کلسیم را می‌توان به کانال‌هایی که باعث عدم اتصال بافت و ایجاد مسیری برای نفوذ کلسیم نسبت داد. مطابق با این تحقیق نتایج مشابهی در کاربرد پس از برداشت کلسیم برای میوه‌های هلو (۱۲)، ازگیل ژاپنی (۱)، آلو (۲۶) گزارش شده است.

مواد جامد محلول کل

نتایج تجزیه واریانس مواد جامد محلول کل در رقم گیلاس تکدانه نشان داد که اثرات ساده تیمار کلرید کلسیم و زمان و اثرات متقابل دوگانه در سطح ۱درصد معنی‌دار بودند (جدول ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات کلرید کلسیم و زمان در تغییرات مواد جامد محلول کل میوه نشان داد که روند افزایشی میزان مواد جامد محلول کل در طول دوره انبارمانی در میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم به مراتب کمتر از شاهد بود. بیشترین میزان مواد جامد محلول در طول دوره انبارمانی در میوه های شاهد و کمترین میزان مواد جامد محلول در میوه های تیمار شده با کلرید کلسیم ۷۰ میلی‌مولار مشاهده شد به طوری که در هفته چهارم میزان مواد جامد محلول برای شاهد ۲۴/۵۳ درصد و برای کلرید کلسیم ۷۰ میلی مولار ۲۱/۱۳ درصد ثبت شد (جدول ۳). افزایش مقدار مواد جامد محلول کل در طول مدت انبارمانی شاید به دلیل هیدرولیز پلی ساکاریدها و تغلیظ شدن عصاره میوه باشد (۱).

اسید آسکوربیک

جدول ۲ نشان می‌دهد که تیمار کلرید کلسیم و زمان و اثرات متقابل بین آن‌ها در سطح ۱ درصد معنی دار بودند. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمار کلرید کلسیم و زمان نشان داد که، مقادیر اسید آسکوربیک در میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم در طول دوره انبارمانی به مراتب بیشتر از شاهد بود و بیشترین مقدار اسید آسکوربیک در زمان آخرین نمونه برداری در میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم ۷۰ میلی‌مولار با ۳/۱۶ میلی‌گرم در صد گرم و کمترین مقدار آن در همین زمان در شاهد و تیمار ۴۰ میلی مولار به ترتیب با ۲/۶۵ و ۲/۶۳ میلی گرم در صد گرم مشاهده گردید. غوطه‌وری کلسیم روی مقدار اسید آسکوربیک موثر است. کلسیم با اتصال به غشاء باعث پایداری آن می‌شود و با این کار از اتصال رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژنی به غشاء جلوگیری کرده و به حفظ سلامتی غشاهای زیستی کمک و در حقیقت از تجزیه اسید آسکوربیک جلوگیری می‌کند (۲۱).

pHعصاره میوه

همان‌گونه که در جدول ۲ دیده می‌شود کلرید کلسیم و زمان بر میزان pH اثر بسیار معنی‌داری داشت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمار کلرید کلسیم و زمان نشان داد که، میزان pH در میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم در طول دوره انبارمانی به مراتب کمتر از شاهد بود و پایین‌ترین میزان pH در کلرید کلسیم ۷۰ میلی‌مولار در هفته چهارم با ۴/۶ به‌دست آمد در حالی که تیمار شاهد در همین هفته عدد ۴/۹ را نشان داد (جدول ۳). به نظر می‌رسد افزایش pH در طول مدت انبارمانی به واسطه شکسته شدن و تجزیه اسیدهای آلی در فرآیند تنفس باشد که در زردآلو (۳۱) نیز گزارش شده است.

اسیدیته قابل تیتراسیون

چنان‌چه در جدول ۲ مشاهده می‌شود، اثرات ساده کلرید کلسیم و زمان بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند اما اثرات متقابل این دو فاکتور معنی‌دار نشدند و تیمار کلرید کلسیم باعث کندتر شدن روند کاهشی اسیدیته قابل تیتراسیون در گیلاس رقم تکدانه در طول دوره انبارمانی گردید. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر کلرید کلسیم و زمان انبارمانی نشان داد که مقادیر اسیدیته قابل تیتراسیون در میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم در طول دوره انبارمانی بیشتر از شاهد بود. البته غلظت ۷۰ میلی‌مولار کلرید کلسیم بیشترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون با ۴/۲ درصد را در مقایسه دیگر تیمارها در طول دوره انبارمانی نشان داد (شکل ۷ و ۸). نتایج به‌دست آمده ناشی از تأثیر کلرید کلسیم در حفظ اسیدیته کل در این تحقیق با نتایج منگنریز و همکاران (۱۲) در مورد هلو در تیمار پس از برداشت مطابقت دارد.

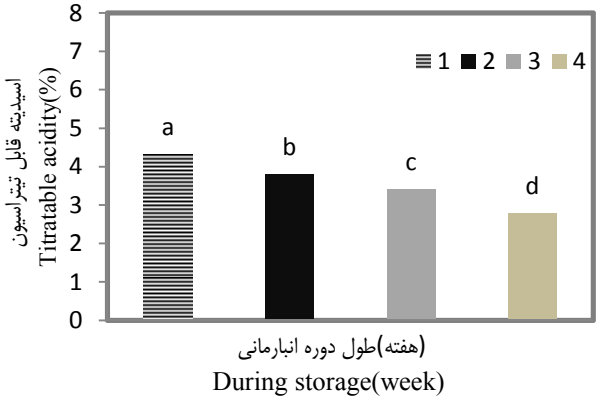
جدول۲- تجزیه واریانس صفات کیفی در آزمایش تأثیر غوطه‌وری کلرید کلسیم بر خصوصیات کیفی گیلاس رقم تکدانه

Table 2- Variance analysis of qualitative treats in "effects of Calcium chloride soaking treatment on the qualitative specifications of "single grain" cultivar of sweet cherry fruit

		میانگین مربعات					
منابع تغییرات	درجه آزادی	کاهش وزن	سفتی بافت	اسیدیته قابل تیتراسیون	موادجامدمحلول	ویتامین C	pH
کلریدکلسیم Calcium chloride	3	1073/24**	18/53**	5**	24/72**	1/86**	0/35**
زمان(Time)	3	351/47**	6/62**	1/62**	23/14**	1/13**	0/25**
کلریدکلسیم×زمان ×Calcium chloride Time	9	25/701**	0/172**	0/009 ns	0/65**	0/01**	0/003**
خطا	32	4/331	0/04	0/011	0/27	0/002	0/0008
ضریب تغییرات Coefficient Variation	-	11/407	4/68	3/4	2/6	1/58	0/63

**معنی‌داری در سطح احتمال ۱درصد*معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و ns غیر معنی‌دار

** Significant at 1% level of confident, * Significant at the 5% level and not significant.



شکل۷- مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون درمیوه گیلاس رقم تکدانه در طول دوره انبارمانی

Figure 7- Amount of titrable acidity during storage in "single grain" cultivar of sweet cherry fruit

جدول۳- مقایسه میانگین صفات کیفی تأثیر غوطه‌وری کلرید کلسیم بر خصوصیات کیفی گیلاس رقم تکدانه

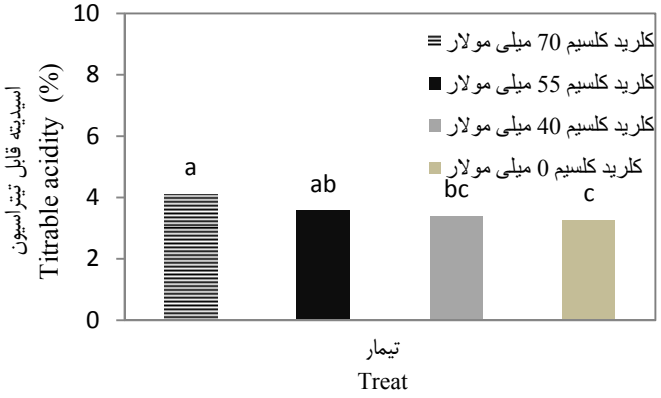
Table 3- Mean compares of qualitative treats in "effects of Calcium chloride soaking treatment on the qualitative specifications of "single grain" cultivar of sweet cherry fruit

pH	ویتامین C Vitamin C (mg.100g-1)	موادجامدمحلول Total soluble solids (٪)	سفتی بافت Firmness (N)	کاهش وزن Weight loos (٪)	غلظت کلسیم Calcium concentration (mM)	زمان Time (Week)
4/5e	3/5d	20/4de	5/08cd	9/74h	0	
4/41f	3/6c	19/53ef	5/15bc	9/54h	40	1
4/28g	3/68c	18/18fg	5/45b	7/45hi	55	
4/13h	4/3a	17/3h	5/97a	3/49i	70	
4/6d	3/2e	21/33cd	4/15e	17/66e	0	
4/5e	3/23e	19/73ef	5/06cd	17/27ef	40	2
4/4f	3/5d	19/36f	5/48b	11/02gh	55	
4/3g	3/86b	18/3gh	6/17a	8/68h	70	
4/8 b	2/86g	22/5b	2/79g	30/95b	0	
4/58d	3f	19/5ef	3/35f	25/33c	40	3
4/5e	3/2e	19/13fg	4/03e	21/79d	55	
4/41f	3/6c	18/93fg	4/73d	13/91fg	70	
4/9a	2/65h	24/53a	1/90h	39/79a	0	
4/76b	2/63h	21/93bc	2/27h	28/54bc	40	4
4/66c	2/93fg	21/7bc	3/10fg	25/48c	55	
4/6d	3/16e	21/13cd	3/86e	21/19d	70	

حروف غیر مشابه در هر ستون، نشان دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد توسط آزمون دانکن می‌باشد.

Dissimilar letters in each column indicate significant difference in the 1% level of confident by Duncan's test.

کاربردکلرید کلسیم تاثیر معنی‌داری بر میـزان اسـیدهای آلـی در طی دوره نگهداری داشت، به‌نظر می‌رسد به دلیل تـأثیر ایـن مـاده در کاهش میزان تنفس و تولید اتیلن باشد که منجر بـه کـاهش اسـتفاده اسیدهای آلی به‌عنوان سوبسترای تنفسی می‌شود (۲۲). ولی در بعضی موارد گزارش شده است که تیمارهای پس از برداشت کلریـد کلسـیم نمی‌تواند اسیدهای آلی را تغییر دهند که نتایج ناهمگن ممکن است با توجه به تفاوت در رقم ویا تفاوت در نوع تیمارها باشد (۲۴).



شکل۸-مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون درمیوه گیلاس رقم تکدانه در طول دوره انبارمانی

Figure 8- Amount of titrable acidity during storage in "single grain" cultivar of sweet cherry fruit

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان دهنده این هستند که تیمارهای جداگانه کلرید کلسیم و اسید اگزالیک به طور معنی‌داری سبب بهبود خصوصیات کیفی وعمرانباری میوه گیلاس رقم تکدانه گردیدند. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این آزمایش تیمار کلرید کلسیم در مقایسه با اگزالیک اسید بهتر بود. در میوه‌های تیمار شده در غلظت‌های مختلف کلرید کلسیم میزان سفتی، اسیدیته و ویتامین ث به طور معنی‌داری بیشتر از شاهد بود. همچنین در میوه‌های تیمار شده میزان کاهش وزن، مواد جامد محلول کل و pH در طی دوره انبارداری به طور معنی‌داری کمتر از شاهد بود. غلظت‌های مختلف اسید اگزالیک میزان سفتی، اسیدیته و ویتامین ث را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داد و میوه‌های تیمار شده در غلظت‌های مختلف اسید اگزالیک کاهش وزن، مواد جامد محلول کل و pH به طور معنی‌داری کمتر از شاهد بود.

منابع

1- Akhtar A.N. and Hussain A. 2010. Effect of calcium chloride treatment on quality characteristics of loquat fruit during storage. Pakistan Journal of Botany. 42:181-188.
2- Alzamora S. M., Salvatori D., Tapia M. S., Lopez-Malo A., Welti-Chanes J. and Fito, P. 2005. Novel functional foods from vegetable matrices impregnated with biologically active compounds. Journal of Food Engineering. 67: 205-214.
3- AOAC. 2000.Vitamins and other nutrients (Chapter 45).In Official Methods of Analysis (17th ed.), Washington, D.C.
4- Caleistan M. 2000. The Metabolism of Oxalic Acid. Department of Biology 31040 Hatay-Turkey. Turk Journal Zoology, 24: 103–106.
5- Clender R.E and Virk J. 1990. Calcium, cell wall and growth. Journal American Society of Horticulture. 115: 9-15.
6- Conway W. S., Sams C. E., Wang C. Y. and Abbott J. A. 1994. Additive effects of postharvest calcium and heat treatment on reducing decay and maintaining quality in apples. Journal of American Society for Horticultural Science. 119: 49–53.
7- Esna ashari M. and Zokaee khosroshahi M. R. 2008. Polyamines and Horticultural Sciences. Bu-Ali sina University Press, Page 188.
8- Fuwang W., Zhang D., Zhang H., Jiang G., Su, X., Qu, H., Jiang Y. and Duan, X. 2011. Physiological and biochemical response of harvested plum fruit to oxalic acid during ripening or shelf-life. Food Research International. 44:1299-1305.
9- Kayashima T. and Katayama T. 2002. Oxalic acid is available as a natural antioxidant in some systems. Biochemistry and Biophysics. 1573, 1–3.
10- Lamikanra O. and Watson M. A. 2004. Effect of Calcium treatment temperature on fresh-cut Cantaloupe Melon during storage. Food Chemistry and Technology. 69: 468-472.
11- Lester G. E. and Grusak M. A. 1999. Postharvest application of calcium and magnesium to honeydew and netted muskmelons: effects on tissue ion concentration, quality, and senescence. Journal of the American Society Horticultural Science. 124: 545–552.
12- Manganaris G.A., Vasilakakis M., Diamantidis G. and Mignani I. 2007.The effect of Postharvest calcium application on tissue calcium concentration, quality attributes, incidence of flesh browning and cell wall physicochemical aspects of peach fruits. Food chemistry. 100: 1385-1392.
13- Martin-Diana A.B., Rico D., Mulcahy J., Frias J. M., Henehan G.T.M. and Barry-Ryan C. 2007. Calcium for extending the shelf-life of fresh whole and minimally processed fruit and vegetables. A review Trends in food Science and Technology. 18: 210-218.
14- Malakoti M. and Tabatabai S.J. 1998. Correct nutrition of fruit trees to attain enhanced performance and quality of horticultural products in calcareous soils of Iran. Publication of Agricultural Education. Page 270.
15- Malakoti M. and Tehrani M. 2007. The Role of Micronutrients on the quantity and improve the quality of agricultural products. Tarbiat Modarres University Press. Page 398.
16- Mostofi Y. and Najafi F. 2005. Laboratory analytical methods for Horticultural Science. Tehran University Press. Page 136.
17- Munir E., Yoon J.J., Tokimatsu T., Hattori T. and Shimada M. 2001. New role for glyoxylate cycle enzymes in wood-rotting basidiomycetes in relation to biosynthesis of oxalic acid. J Wood Sci. 47: 368–373.
18- Nemati h. Abdullah Zadeh A. 1998. Cherry and Sour Cherry (translation). Mashhad Scientific Information Database Press. Page 386.
19- Poovaiah B. W. 1986. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables . Food Technology. 40: 86-89.

20- Rahemi M. 2005. Postharvest physiology. Shiraz University Press, Page 485.
21- Spinardi A. M. 2005. Effect of harvest date and storage on antioxidant systems in pears. Acta Horticulturae, 682: 655-662.
22- Saftner R. A., Bai J., Abbott J. A. and Lee S. Y. 2003. Sanitary dips with calcium propionate, calcium chloride, or a calcium amino acid chelate maintain quality and shelf stability of fresh-cut honeydew chunks. Postharvest Biology and Technology. 29: 259–267.
23- Sayyari M., Valero D., Babalar M., Kalantari S., Zapata P. J., and Serrano M. 2010. Prestorage oxalic acid treatment maintained visual quality, bioactive compounds, and antioxidant potential of pomegranate after long-term storage at 2 degrees C. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 58: 6804−6808.
24- Shafiee M., Taghavi T.S. and Babalar M.R. 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 Horticulture. 124: 40–45.
25- Singh B. P., Tandon D. K. and Kala S. K. 1993. Change in postharvest quality of mangoes affected by prepares application of calcium salt. Scentia Horticultureae. 54: 211-219.
26- Valero D., Perez-Vicente A., Martinez-Romero D., Castillo S., Guillen F. and Serrano M. 2002. Plum storability improved after Calcium and heat postharvest treatments: role of polyamins. Journal of Food Science. 67: 2571-2575.
27- Yoruk R., Balaban M. O., Marshall M. R. and Yoruk S. 2002. The inhibitory effect of oxalic acid on browning of banana slices. In: Annual Meeting and Food Expo- Anaheim, California. 74: 18-30.
28- Zhang Z. S., Li R. Q. and Wang J. B. 2001. Effects of oxalate treatment on the membrane permeability and calcium distribution in pepper leaves under heat stress. Acta Phytophysiologica Sinicia. 27: 109–113.
29- Zheng X. L. and Tian S. P. 2006. Effect of oxalic acid on control of postharvest browning of litchi fruit. Journal of Food chemistry. 96: 519–523.
30- Zheng X., Tian S.H., Meng X. and Li B. 2007. Effects of exogenous oxalic acid on ripening and decay incidence in mango fruit during storage at room temperature. Postharvest Biology and Technology. 45: 281–284.
31- Zokaee Khosroshahi M.R., Esna-Ashari M. and Ershadi A. 2007. Effect of exogenous putrescine on postharvest life of strawberry fruit. Scientia Horticultureae. 114: 27-32.