

بررسی اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم بر انبارمانی میوه لیموترش

*فاطمه ناظوری

^۱استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر رفسنجان، رفسنجان، ایران

*نویسنده مسئول: fatemehnazoori@gmail.com

چکیده

لیموترش جزء میوه‌های فاسدشدنی است و عمر انباری کوتاهی دارد. این مسئله به دلیل سرعت نرم شدگی بالا و حساسیت به حملات قارچی است. این پژوهش به منظور بررسی اثر تیمارهای پس از برداشت کلرید کلسیم و سالیسیلیک اسید بر عمر انبارمانی میوه لیموترش باهدف مصرف تازه‌خوری طراحی شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. برای بررسی مصرف تازه‌خوری پنج تیمار (شاهد، کلرید کلسیم یک درصد، کلرید کلسیم دو درصد، کلرید کلسیم یک درصد + سالیسیلیک اسید ۰/۱ میلی مولار و کلرید کلسیم دو درصد + اسید سالیسیلیک ۰/۱ میلی مولار) طراحی شد. نتایج نشان داد تیمار تلفیقی کلرید کلسیم دو درصد + اسید سالیسیلیک ۰/۱ میلی مولار منجر به حفظ بهتر صفات کمی و کیفی میوه لیموترش در دمای 4 ± 1 درجه سلسیوس به مدت ۲۸ روز شد.

کلمات کلیدی: انبارمانی، خصوصیات کیفی و کمی، مصرف تازه‌خوری

مقدمه

یکی از ارقام مرکبات لیموترش می‌باشد. لیموترش با نام علمی *Citrus aurantifolia* L. از جزایر شرقی هند به ایران آمده است. Lemon و Lime دو گروه عمده لیموترش می‌باشند. لیمون در مقایسه با لایم از نظر اندازه بزرگ‌تر، میزان اسیدیته کمتر و معمولاً پوستی زردرنگ و شکلی بیضوی دارند. لایم‌ها دارای انواع ریز و درشت بوده و مهم‌ترین نوع آن که در ایران کشت می‌شود، لایم مکزیکی می‌باشد (موحد نژاد و خوش تقاضا، ۱۳۹۰). لایم یکی از گونه‌های حساس به سرماست که دارای دو نوع میوه‌ی اسیدی و غیر اسیدی است. لیموترش جزء میوه‌های فاسد شدنی است که عمر انباری کوتاهی دارند. این مسئله به دلیل بافت نرم و سرعت نرم‌شدگی بالای آن‌ها و حساسیت به حملات قارچی است (Tosun and Cekan, 2005). استفاده از انبار سرد یکی از روش‌ها و تکنیک‌هایی است که در حفظ کیفیت لیموترش در طی دوره انبارمانی مؤثر می‌باشد. اما این به‌تنهایی کافی نیست و روش‌های تلفیقی مؤثرتر است. یکی از زمینه‌های مهم کشاورزی که امروزه توجه زیادی را به خود جلب کرده است استفاده از ترکیبات طبیعی و سازگار در تولید و نگهداری محصول است که به این ترتیب نه تنها محصول بدون استفاده از مواد شیمیایی خطرناک و مضر تولید می‌شود بلکه دارای ارزش غذایی بالاتر خواهد بود (Tian et al., 2001). از جمله روش‌های تلفیقی به همراه انبار سرد که برای میوه‌ها کاربرد دارد، عبارت است از تیمارهای پس از برداشت اسید سالیسیلیک و غوطه‌وری در کلسیم پس از برداشت که بررسی این روش‌ها در این پژوهش مدنظر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور بررسی اثر اسید سالیسیلیک (SA) و کلرید کلسیم (CaCl_2) بر کیفیت میوه لیموترش انجام گرفت. بعد از جدا کردن میوه‌های سالم و یکنواخت لیموترش، آن‌ها را در محلول‌های زیر به مدت پنج دقیقه در محلول‌های موردنظر غوطه‌ور و بعد از خشک شدن سطح میوه‌ها، حدود شش میوه را در ظروف پلاستیکی یک بار مصرف گذاشته و در دمای ۴ درجه سلسیوس به مدت ۲۸ روز نگهداری شد.

غوطه‌وری در محلول CaCl_2 ۲۵ °C ۱٪ به مدت پنج دقیقه

غوطه‌وری در محلول CaCl_2 ۲۵ °C ۲٪ به مدت پنج دقیقه

غوطه‌وری در محلول SA ۲۵ °C ۱ میلی مولار + CaCl_2 ۱٪ به مدت پنج دقیقه

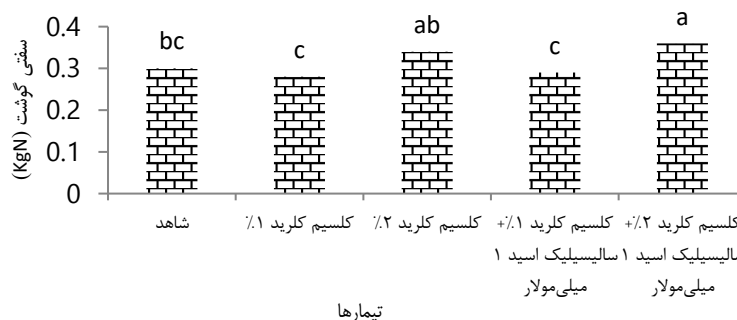
غوطه‌وری در محلول SA ۲۵ °C ۱ میلی مولار + CaCl_2 ۲٪ به مدت پنج دقیقه

در هر دوره بعد از درآوردن میوه‌ها از سردخانه شاخص‌های کمی و کیفی همچون: کاهش وزن، سفتی، مواد جامد قابل حل، اسیدیته قابل تیتراسیون، ویتامین C و رنگ میوه اندازه‌گیری شد. این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و با چهار تکرار انجام

شد. فاکتور اول نوع تیمار در ۵ سطح (شاهد، ۱٪ CaCl₂، ۲٪ CaCl₂، SA ۱ میلی مولار + ۱٪ CaCl₂، ۱ میلی مولار + ۲٪ CaCl₂) و فاکتور دوم دوره نگهداری میوه‌ها (روز صفر، ۱۴ و ۲۸) بود. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین داده‌ها به صورت آزمون LSD صورت گرفت. رسم نمودارها نیز به وسیله نرم‌افزار اکسل صورت پذیرفت. برای اندازه‌گیری سفتی میوه از دستگاه سفتی سنج مدل Lutron FG5020, Taiwan ساخت کشور تایوان استفاده گردید. برای محاسبه سفتی گوشت پروب مورد نظر (قطر ۱ میلی‌متر) را به دستگاه متصل کرده و پس از جدا کردن پوست، میوه در زیر آن قرار داده شد، سپس با اعمال یک فشار ثابت به مقاومت بافت تغییر شکل اندازه‌گیری شد. تغییر رنگ میوه بر اساس شاخص‌های درخشندگی L* (light/dark)، a* (red/green)، b* (yellow/blue) با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج (Konica Minolta CR 400, Japan) اندازه‌گیری شد. از هر واحد آزمایشی سه عدد میوه به صورت تصادفی انتخاب شد و از هر میوه سه قسمت آن قرائت گردید. برای اندازه‌گیری درصد کاهش وزن ابتدا وزن هر بسته با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم در ابتدای آزمایش (قبل از انبارمانی) و بلافاصله بعد از خروج از سردخانه دوباره وزن گردید. پهاش با استفاده از دستگاه پهاش‌متر مدل Germany inolab720, WTW82362 اندازه‌گیری شد. اسید کل با روش تیتراسیون فنل فتالئین صورت گرفت. ارزیابی مواد جامد محلول به وسیله رفرکتومتر مدل PAL-1 Atago, Japon ساخت کشور ژاپن در دمای اتاق اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری ویتامین ث با روش تیتراسیون و با کمک یدور پتاسیم و معرف نشاسته صورت گرفت.

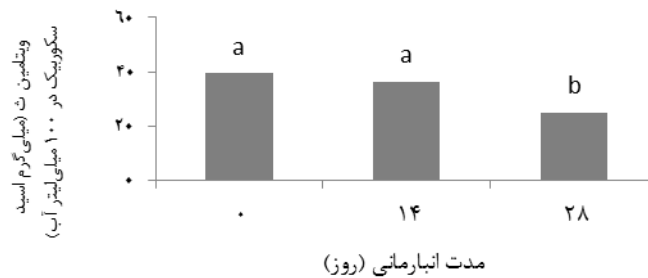
نتایج و بحث

درصد کاهش وزن: با افزایش دوره نگهداری میوه‌های لیموترش تا روز ۱۴ کاهش وزن زیادی ثبت نکرد ولی در روز ۲۸ انبار وزن بیشتری از دست دادند که بیشترین درصد کاهش وزن مربوط به شاهد بود. ظاهراً کاربرد تیمار تلفیقی کلرید کلسیم با اسید سالیسیلیک منجر به حفظ بهتر آب‌میوه شد، جدول ۱ گزارش‌ها نشان می‌دهند از آنجایی که کاهش وزن عمدتاً به دلیل تبخیر از سطح بافت گیاه بر اثر تعرق و تنفس میوه است، در نتیجه هر عاملی که بتواند از تنفس و تعرق جلوگیری کند سبب کاهش از دست دادن وزن میوه می‌شود. و چون اسید سالیسیلیک با دادن الکترون به رادیکال‌های آزاد از تنفس معمولی جلوگیری کرده و با ممانعت از مسیر طبیعی انتقال الکترون مسیر جایگزین تنفس را فعال می‌کند. در نتیجه می‌تواند در کاهش وزن مؤثر باشد (Kazemi et al., 2011). نتایج نشان داد که کاربرد اسید سالیسیلیک در غلظت یک میلی‌مولار سبب کاهش قابل‌توجهی در میزان از دست دادن آب‌میوه سیب رقم گرانی اسمیت گردید (بابالار و همکاران، ۱۳۹۳). همچنین میزان کاهش وزن در نمونه‌های سیب تیمار شده با اسید سالیسیلیک سه میلی‌مولار به‌طور معنی‌داری کم‌تر از نمونه‌های شاهد بوده است (Kazemi et al., 2011). سفتی پوست و گوشت: سفتی پوست تقریباً در تمام تیمارها تا روزه چهاردهم افزایش و بعد از آن رو به کاهش بود. تیمار کلرید کلسیم ۲٪ و کلرید کلسیم ۲٪ + سالیسیلیک اسید ۱ میلی‌مولار بیشترین مقدار سفتی پوست را نشان دادند، جدول ۱. اثرات دوره انبارمانی به‌تنهایی روی سفتی گوشت نشان از کاهش این صفت در پایان روز ۲۸ در شکل ۱ بود. کاهش سفتی میوه ممکن است به دلیل افزایش فعالیت آنزیم‌های دخیل در تجزیه ترکیبات پکتینی باشد. به‌طوریکه در زمان رسیدن میوه آنزیم پلی‌گالاکتروناز فعال شده و سبب تبدیل ترکیبات پکتینی غیر محلول به ترکیبات محلول می‌گردد (Tian et al., 2001).



شکل ۱. اثرات تیمارهای مختلف بر سفتی گوشت میوه لیموترش

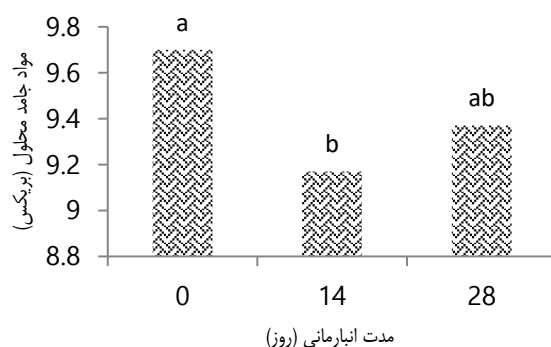
ویتامین ث: دوره نگهداری بر مقدار ویتامین ث تأثیرگذار بود به طوری که با گذشت زمان مقدار این شاخص در شکل ۲ کاهش یافت. در یک بررسی انجام شده روی میوه هلو نشان داده شده که با افزایش زمان انبارمانی مقدار ویتامین ث کاهش پیدا کرد ولی کاربرد کلسیم سبب افزایش حفظ بیشتر ویتامین ث میوه‌های هلو در شرایط انبار گردید (کرم نژاد و همکاران، ۱۳۹۴).



شکل ۲-۴. اثرات دوره انبارمانی بر مقدار ویتامین ث میوه لیموترش

اسید کل: با افزایش دوره‌های نگهداری مقدار pH در همه تیمارها افزایش پیدا کرد منتهی مقدار این شاخص در تیمار کلرید کلسیم ۱٪ و تلفیق آن با اسید سالیسیلیک بیشتر از بقیه تیمارها در جدول ۱ بود. بر اساس نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها با دوره انبارمانی مقدار اسید کل کاهش پیدا کرد، جدول ۱. از آنجا که اسیدهای آلی به عنوان سوبسترای برای واکنش‌های آنزیمی تنفس به کار می‌روند، انتظار می‌رود در طی دوره‌ی انبارمانی میوه با افزایش تنفس و مصرف اسیدهای آلی مقدار اسید کل میوه کاهش و مقادیر pH افزایش یابد. در ارتباط با کاهش اسید و افزایش مقدار pH در طی زمان برداشت نتایج مشابهی روی میوه انار و سبب گزارش شده است. pH یکی از عوامل مهم تعیین کیفیت انواع میوه‌های سیب است و میزان اسیدی بودن محلول را نشان می‌دهد میزان pH محصول به غلظت یون هیدروژن وابسته است که در صورت وجود اسیدهای آلی میزان pH آب میوه کمتر می‌شود (جلیلی مرندي، ۱۳۸۹). اسید سالیسیلیک با کاهش تولید اتیلن موجب کاهش سرعت فرایند رسیدن و کم شدن فعالیت آنزیم‌های مؤثر در رسیدگی می‌گردد و از این طریق از تبدیل اسیدهای آلی به سایر ترکیبات جلوگیری نموده و سبب بالا ماندن میزان آن در میوه شده و در نتیجه از افزایش pH جلوگیری به عمل می‌آورد (Hemat Mahmoud Alilou et al., 2016).

مواد جامد محلول (TSS): نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که با افزایش دوره‌ی انبارمانی در روز چهاردهم مقدار قند بافت میوه کاهش و در روز ۲۸ افزایش نشان داد، شکل ۳. تحقیقات متعددی در مورد افزایش مقدار قندهای محلول در محصولات مختلف نظیر پاپایا (Azene et al., 2014) و ازگیل (عشوری نژاد و قاسم نژاد، ۱۳۹۱) مشاهده شده است. افزایش قندها و کاهش میزان اسیدهای آلی طی دوره نگهداری برخی از میوه‌ها منجر به افزایش pH می‌شود. افزایش مواد جامد محلول در طول دوره نگهداری به واسطه کاهش میزان آب میوه و تجزیه قندهای مرکب به قندهای ساده صورت می‌گیرد. با توجه به اینکه مرکبات نافراز گرا هستند شاید تغییرات محتوی آب نقش مؤثرتری در مواد جامد محلول کل میوه داشته باشد. در میوه‌های انبار شده اسید سالیسیلیک عامل کاهش تنفس و تولید اتیلن بوده و با افزایش پتانسیل آنتی‌اکسیدانی محصول از اکسیداسیون چربی‌ها جلوگیری می‌کند که نتیجه آن کاهش مصرف قندها و حفظ مواد جامد محلول است (Han et al., 2017).



شکل ۳- تغییرات مواد جامد محلول میوه لیموترش در طی انبارمانی

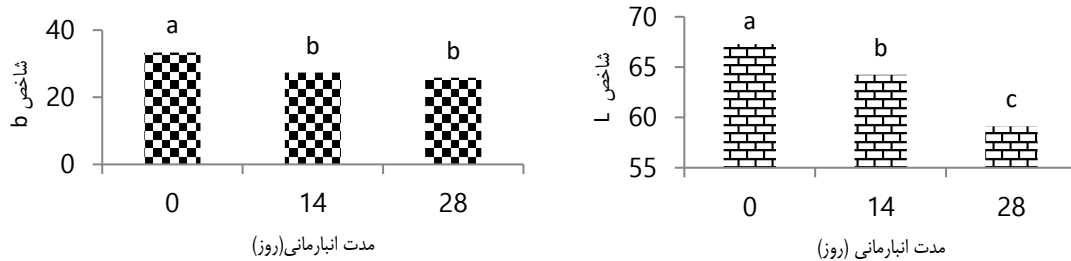
جدول ۱- اثرات متقابل تیمار و دوره انبارمانی بر صفات کمی و کیفی میوه لیموترش

تیمارها	انبارمانی (روز)	pH	اسیدیته (درصد)	سفتی - پوست (کیلوگرم نیرو)	کاهش وزن (درصد)
شاهد	۰	۲/۴۳g	۸/۴۳a	۱/۰۱d	۰e
	۱۴	۲/۶۵d-f	۶/۶۰ b	۱/۱۴cd	۰/۷۳de
	۲۸	۲/۷۷d-f	۴/۶۴de	۰/۵۶gf	۹/۸a
CaCl ₂ - 1%	۰	۲/۴۳g	۸/۴۳a	۱/۰۱d	۰e
	۱۴	۲/۵۵d-f	۶/۹۷b	۱/۲۵bc	۰/۴۹de
	۲۸	۲/۹۴a	۳/۸۱e	۰/۶۱gf	۳/۸۲bc
CaCl ₂ - 2%	۰	۲/۴۳g	۸/۴۳a	۱/۰۱d	۰e
	۱۴	۲/۴۴g	۶/۳۹b	۱/۳۷ab	۰/۳۸de
	۲۸	۲/۵۴egf	۳/۴۱e	۰/۷۱ef	۳/۸۲bc
CaCl ₂ - 1%+SA	۰	۲/۴۳g	۸/۴۳a	۱/۰۱d	۰e
	۱۴	۲/۶۸cd	۴/۱۸e	۰/۹۳de	۰/۴۲de
	۲۸	۲/۸۴ab	۵/۰۵cd	۰/۴۷g	۳/۸۲bc
CaCl ₂ - 2%+SA	۰	۲/۴۳g	۸/۴۳a	۱/۰۱d	۰e
	۱۴	۲/۵۴gf	۶/۹۳b	۱/۶۰a	۰/۴۲de
	۲۸	۲/۶۸egf	۴/۶۷c	۰/۹۴de	۲/۳۱cd

حروف متفاوت در بالای هر ستون نشانه وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد آزمون LSD می‌باشد.

شاخص b و *L: با افزایش دوره نگهداری میوه شاخص درخشندگی و شاخص b کاهش یافت، شکل ۴. شاخص درخشندگی ارتباط نزدیکی با محتوی آب و مقدار رنگیزه‌ها در میوه دارد و با توجه به اینکه در اواخر دوره نگهداری مقدار آب میوه کاهش پیدا می‌کند منجر به کاهش درخشندگی میوه می‌شود. تغییر در شاخص b نیز همانند شاخص درخشندگی ارتباط نزدیکی با محتوای رنگیزه‌ها دارد در میوه لیمو به دلیل تجزیه کلروفیل و کاهش آب منجر به کاهش شاخص b در میوه می‌شود. گزارش شده است که شاخص‌های رنگ میوه زردآلو در طی انبارمانی نیز تغییر پیدا کرد. که تغییر در شاخص درخشندگی را در ارتباط با میزان کارتنوئیدها نسبت دادند (مداح حسینی، ۱۳۹۴). در یک بررسی انجام شده نیز نشان داده شد که شاخص رنگ میوه سیب رقم فوجی در طی انبارداری کاهش پیدا کرد که تغییر در شاخص درخشندگی میوه سیب را به افزایش آنتوسیانین و کاهش آب‌میوه نسبت دادند که سبب کاهش درصد درخشندگی می‌گردد

(Kazemi et al., 2011). در یک بررسی انجام شده روی میوه سیب بیان کردند که شاخص زردی رنگ میوه در طی انبار افزایش پیدا کرد که این افزایش را به مقدار کاروتنوئید موجود در میوه سیب نسبت دادند (Ganai et al., 2015).



شکل ۴- تغییرات شاخص L و b میوه لیموترش طی مراحل مختلف انبار

نتیجه گیری کلی: در این پژوهش نشان داده شد که کلرید کلسیم و سالیسیلیک اسید تا حدودی در حفظ ویژگی‌های کیفی میوه لیموترش نقش دارند و به شکل مؤثری می‌توانند کاهش وزن و نرم شدن میوه که منجر به افت کیفیت پس از برداشت محصول می‌شوند را کند نمایند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهند بهترین غلظت پیشنهادی برای نگهداری میوه لیموترش به مدت ۲۸ روز تیمار تلفیقی کلرید کلسیم ۲ درصد + اسید سالیسیلیک ۰/۱ میلی مولار بود که منجر به حفظ بهتر وزن و صفات کمی و کیفی میوه لیموترش در دمای 4 ± 1 درجه سلسیوس می‌شود.

منابع

بابالار، م.، عسگریور، آ. و عسگری، م. ع. ۱۳۹۳. اثر تیمارهای داشت و پس از برداشت اسیدسالیسیلیک و پوتریسین بر برخی فاکتورهای کیفی میوه سیب رقم گرانی اسمیت. نشریه علوم باغبانی، ۲۸(۴): ۴۷۹-۴۸۶.
 کرم نژاد، ف.، حاجیلو، ج. و طباطبایی، س. ج. ۱۳۹۴. تأثیر تیمارهای پس از برداشت کلرید کلسیم در دماهای مختلف بر خصوصیات کیفی و عمر انباری میوه هلو رقم کوثری. فناوری تولیدات گیاهی، ۱۵(۲): ۱۹۱-۲۰۲.
 موحد نژاد، م. ه. و خوش تقاضا، م. ه. ۱۳۹۰. بررسی برخی خواص فیزیکی لیموترش جهرمی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی ۲(۳۲): ۶۸-۶۱.

Hemat Mahmoud Alilou, B. 2016. Application after harvest of gamma aminobutyric acid and salicylic acid on the quality and durability of plum fruit "Shablon" cultivar. Master's thesis, Faculty of Agriculture, Urmia University.

Han, C., Zuo, J.H., Wang, Q., Dong, H.Z., Gao, L.P. 2017. Salicylic acid alleviates postharvest chilling injury of sponge gourd (*Luffa cylindrica*). Journal of Integrative Agriculture, 16:735-741.

Ganai, S. A., Ahsan, H., Wani, I. A., Lone, A. A., Mir, S. A., Wani, S.M. 2015. Colour changes during storage of apple cv. Red delicious influence of harvest dates, precooling, calcium chloride and waxing. International Food Research Journal, 22(1): 196-201.

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

Tosun, B.N., Cekan, S. U. 2005. Influence of commercial freezing and storage on vitamin C content of some vegetables. International Journal of Food Science and Technology 2008, 43:316-321

Tian, S. Fan, Q. Xu, Y. Wang, Y., Jiang, A. 2001. Evaluation of the use of high CO₂ concentrations and cold. Postharvest Biology and Technology, 22: 53-60.

Investigation of salicylic acid and calcium chloride on lime fruit storage

*¹Fatemeh Nazoori

¹Department of Horticultural Sciences, College of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Kerman, Iran.

*Corresponding Author: fatemehnazoori@gmail.com

Abstract

Lime fruits has short storage because of its decay. The high softness and sensitivity to fungal attack result to this problem. This study was designed to investigate the effect of post-harvest treatments of calcium chloride and salicylic acid on the shelf life of lime fruit for fresh consumption. The experiment was designed factorial in completely randomized with four replications. Five treatments (control, calcium chloride 1%, calcium chloride 2%, calcium chloride 1% + salicylic acid 0.1 mM and calcium chloride 2% + salicylic acid 0.1 mM) were designed to evaluate the fresh consumption. The results showed that qualitative and quantitative traits of lime fruit at 4 ± 1 ° C for 28 days was better in the combined treatment of calcium chloride 2% + salicylic acid 0.1 mM.

Keywords: storage, qualitative and quantitative characteristics, fresh consumption