Archive of SID

مطالعه تأثیر زمان برداشت، تیمارهای غیرسمی و دمای انبار بر ماندگاری پس از برداشت لیموآب *Citrus aurantifolia* L.

علی حاتمی[۱] و عبدالحسین ابوطالبی جهرمی[۲*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۸/۱۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۳/۱۹)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر زمان برداشت، دمای انبار و تیمارهای پوترسین، اسیدسالیسیلیک و اسانس‌های آویشن و میخک بر ویژگی‌های کیفی و کمّی پس از برداشت لیموآب جهرم، این پژوهش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل دمای انبارداری در سه سطح؛ دمای ۳±۲۲ (دمای اطاق)، ۱±۸ و ۱±۴ درجه سلسیوس، تیمارها شامل پوترسین در غلظت‌های ۱، ۲ و ۳ میلی‌مولار، اسیدسالیسیلیک در غلظت‌های ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌مولار، اسانس‌های آویشن و میخک هر کدام در غلظت‌های ۱۵۰، ۳۰۰ و ۴۵۰ میلی‌گرم در لیتر و آب مقطر به‌عنوان شاهد و زمان برداشت شامل مرحله بلوغ (اوایل تغییر رنگ) و مرحله رسیدن (رنگ زرد) بودند. هر تیمار دارای چهار تکرار بود که برای مدت دو ماه نگهداری شدند. اثر زمان برداشت، دمای انبار و نوع تیمار بر درصد کاهش وزن میوه، درصد پوست میوه، درصد گوشت میوه، درصد آب میوه، مقدار مواد جامد محلول، pH آب میوه، میزان اسیدیته کل قابل تیتراسیون، میزان ویتامین «ث» و درصد پوسیدگی در سطح یک درصد معنی‌دار بود ولی اثرهای متقابل زمان برداشت و دمای انبار، زمان برداشت و نوع تیمار، دمای انبار و نوع تیمار و بالاخره اثر متقابل زمان برداشت، دمای انبار و نوع تیمار بر خصوصیات مورد بررسی در سطح یک درصد معنی‌دار نبودند. به‌طور کلی مرحله برداشت سبز بهترین هنگام برای برداشت، دمای ۴ درجه سلسیوس به بالا برای افزایش عمر پس از برداشت این میوه مفیدترین دما بوده و کارآمدترین تیمار از بین تمامی تیمارها، پوترسین با غلظت‌های ۲ و ۳ میلی‌مولار بود.

واژه‌های کلیدی: لیموآب، پس از برداشت، سالیسیلیک‌اسید، پوترسین، اسانس گیاهی

۱ و ۲. به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه علوم باغبانی، واحد جهرم، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم، ایران.
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: aa84607@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

یک راهکار موثر برای افزایش ماندگاری میوه که به دست فراموشی سپرده شده است و کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد، «کاهش ضایعات پس از تولید» است که پژوهشگران به این بخش، اصطلاح «برداشت مخفی» را اختصاص داده‌اند (۱). افزایش سطح زیر کشت، بهبود حمل‌ونقل و بسته‌بندی، دستمزدهای بالاتر و تمایل مصرف‌کنندگان به محصولات سالم از دلایل افزایش تولید است. سطوح بالای عملکرد در واحد سطح، در طول یک دهه گذشته سبب کاهش نرخ افزایش کشت و کارهای جدید در دنیا شده است (۲۳). بخش عمده‌ای از ضایعات در مرکبات همانند سایر محصولات باغی به دلایل متعددی از جمله رعایت نکردن اصول صحیح برداشت، جابه‌جایی، حمل‌ونقل و نگهداری صورت می‌گیرد. برخورداری میوه‌ها از آب فراوان، اسیدیته پایین و ترکیب غذایی بالا، آنها را نسبت به حمله بیمارگرهای مختلف مستعد می‌کند، لذا با اعمال تیمارهای مناسب پس از برداشت و شرایط نگهداری می‌توان ماندگاری و کیفیت محصول در طول مدت انبارداری را به‌طور مؤثری کنترل کرد. مطالعه و آگاهی از روش‌های مختلفی که منتج به کاهش ضایعات می‌شود از اهمیت بسیاری برخوردار است (۱۱). لیموترش از خانواده سداب با نام علمی *Citrus aurantifolia* است. در ایران *C. aurantifolia* یا لیموترش به لیمو شیشه، لیمو جهرمی، لیمو عمانی و لیمو شیرازی معروف است که بیشتر لیموترش جهرم از نوع Mexican lime یا لیموآب است (۱).

تلفات پس از برداشت به دو گروه اصلی تقسیم می‌شوند: گروه اول شامل تلفات فیزیکی است که در اثر آسیب‌های ساختاری یا فساد میکروبی ایجاد شده و محصول را به مرحله‌ای از نابودی می‌رساند و دومین عامل دخیل در تلفات پس از برداشت محصولات، کاهش کیفیت آنها است و این در اثر تغییرات فیزیولوژیکی و نیز تغییر در ترکیبات شیمیایی درون بافت محصول است که درنهایت باعث تغییر در ظاهر، مزه یا بافت آن می‌شود و لذا محصول از نظر زیبایی کمتر مورد پسند مصرف کننده قرار می‌گیرد (۹).

کاربرد اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی برای کنترل عوامل میکروبی پس از برداشت رو به توسعه است. این ترکیبات نه تنها فاقد اثرات جانبی بوده بلکه به‌علت خواص آنتی اکسیدانی، کیفیت و طول عمر انبارداری میوه‌ها را افزایش می‌دهد (۴، ۵ و ۲۰). از راهکارهای حفظ کیفیت میوه‌ها و سبزیجات و کنترل پوسیدگی استفاده از ترکیبات ضدمیکروبی و طبیعی است. با توجه به افزایش نگرانی‌ها از به مخاطره افتادن سلامت مصرف‌کنندگان، ناشی از باقیمانده سموم شیمیایی روی محصولات باغبانی و افزایش مقاومت قارچ‌ها به این سموم دانشمندان به فکر استفاده از اسانس‌های گیاهی در کنترل بیماری‌های پس از برداشت میوه به‌عنوان روش جدید و جایگزین سموم شیمیایی افتاده‌اند (۲۲). از جمله روش‌های سالم و بی‌خطر برای کنترل بیماری‌های پس از برداشت و بهبود عمر انباری محصولات کشاورزی، استفاده از ترکیباتی طبیعی مانند اسانس‌های گیاهی است. این ترکیبات دارای اثرات ضدمیکروبی و ضدقارچی مختلفی هستند (۸ و ۲۱). بررسی اثر اسانس‌های نعنا، رزماری، آویشن، زنیان، زیره سبز و رازیانه در غلظت‌های ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر روی نارنگی کینو نشان داد که اسانس‌های گیاهان دارویی به‌کار رفته تأثیر بسزایی در ثبات کیفیت داشته و همچنین باعث کنترل پوسیدگی شدند (۱). بررسی اثر اسانس آویشن روی پوسیدگی کپک آبی پرتقال والنسیا نشان داد که درصد پوسیدگی قارچی به‌میزان زیادی کاهش یافته و عمر انبارمانی پرتقال بهبود می‌یابد (۱۲). میوه‌های پرتقال با اسپور قارچ پنی‌سیلیوم دیجیتاتوم مایه‌زنی و با محلول‌های صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسانس آویشن محلول‌پاشی شدند. نتایج نشان داد که هیچ تفاوت آماری بین این تیمار با قارچ‌کش تیابندازول با غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر وجود نداشت (۵). ترکیب و فعالیت برخی اسانس‌ها مانند مرزنجوش، میخک، دارچین، سیر، گشنیز، رزماری، نعنا، ریحان و جعفری در مطالعات آزمایشگاهی بر فعالیت‌های ضدمیکروبی گزارش شده و اثرات ضدمیکروبی آنها

www.SID.ir

Archive of SID

در برابر پاتوژن‌های مواد غذایی و عوامل فساد به اثبات رسیده است همچنین اثر ضدباکتریایی برخی اسانس‌ها در کاهو نیز بررسی شده است (۳ و ۲۹).

شواهد زیادی به‌دست آمده که غلظت‌های مختلف اسیدسالیسیلیک و مدت زمان تأثیرگذاری آن واکنش‌های متعددی را در گیاه سبب می‌شود. اسیدسالیسیلیک به‌عنوان یک ترکیب طبیعی، بازدارنده تبدیل ACC به اتیلن نیز است (۱۴ و ۲۵). اثر مفید اسیدسالیسیلیک در جلوگیری از پوسیدگی در طول دوره انبارداری در هلو (۳۰)، توت فرنگی (۶) و انگور (۲۴) و به‌عنوان یک ترکیب طبیعی و غیرمضر برای انسان با قابلیت بسیار بالا در کاهش تولید اتیلن گزارش شده است (۲۵).

پلی‌آمین‌ها یک گروه جدید از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی هستند و پژوهش‌ها نشان داده‌اند که کاربرد خارجی پلی‌آمین‌ها بر ویژگی‌های مختلف کیفی میوه مانند سفتی بافت، میزان کاهش وزن، تولید اتیلن، مقدار مواد جامد محلول و اسید قابل تیتراسیون تأثیرگذار است (۲۶). در پژوهشی نشان داده شد که پلی‌آمین‌ها به‌عنوان کاتیون‌های آلی همانند کاتیون‌های غیرآلی مثل کلرید کلسیم و آهن، فعالیت آنزیم پکتین استراز را درگوشت میوه گریپ‌فروت کاهش می‌دهند (۱۳). در پژوهشی، کاربرد برون‌زای پوترسین و اسپرمیدین روی نارنگی باعث کاهش تولید اتیلن، تأخیر در نرم شدن، حفظ اسید کل و جلوگیری از افزایش ماده خشک و مواد جامد محلول شد (۲۸).

از آنجا که لیموآب به‌دلیل نازکی پوست و اسید بالا عمر انبارمانی کوتاهی دارد، این پژوهش با هدف بررسی اثر مواد غیرسمی بر عمر انباری لیموآب انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر غلظت‌های مختلف اسانس‌های آویشن و میخک، پوترسین و اسیدسالیسیلیک بر افزایش عمر انبارمانی میوه لیموترش (مکزیکن‌لایم) این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در آزمایشگاه باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم انجام شد. فاکتورها شامل زمان برداشت میوه (رنگ میوه سبز تیره تا سبز روشن و رنگ میوه زرد (مناسب آبگیری)، ۱۳ تیمار اسانس آویشن و میخک هر یک در غلظت‌های ۱۵۰، ۳۰۰ و ۴۵۰ میلی‌مولار ، پوترسین در غلظت‌های ۱، ۲ و ۳ میلی‌مولار، اسیدسالیسیلیک در غلظت‌های ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر و آب مقطر به‌عنوان تیمار شاهد و سه دمای نگهداری (دمای اطاق (۳± ۲۲) ، دمای سرد) ۴ و ۸ درجه سانتی‌گراد) در ۴ تکرار و در هر تکرار ۱۰ میوه بود. برداشت میوه در هر مرحله با قیچی باغبانی انجام شد و قبل از اعمال تیمار اطلاعات مربوط به وزن میوه برای هر تکرار با ترازوی دو صفر مشخص شد، تیمارها به‌صورت غوطه‌وری به‌مدت ۷-۵ دقیقه انجام شد. پس از اعمال تیمار و هوادهی و تبخیر آب سطحی، میوه‌ها در کیسه شفاف زیپ‌دار از جنس پلی‌اتیلن به اندازه ۱۴×۱۸ قرار داده و در انبار نگهداری شدند. پس از اتمام دو ماه دوره انبارداری صفات درصد کاهش وزن میوه، درصد پوست میوه، درصد گوشت میوه، درصد آب میوه، مواد جامد محلول (TSS) به‌وسیله رفراکتومتر دستی، pH آب میوه به‌وسیله پی اچ متر مدل هوریبا، میزان اسید کل قابل تیتراسیون (TA) و میزان ویتامین ث به روش تیتر کردن و درصد پوسیدگی با شمارش تعداد میوه پوسیده مورد ارزیابی قرار گرفت. در پایان، داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS 9.1 تجزیه واریانس شده و میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در دو سطح پنج درصد و یک درصد با هم مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها

بر اساس نتایج تجزیه واریانس برای همه صفات مورد بررسی، اثرات اصلی زمان برداشت، دمای انبار و نوع تیمارهای به‌کار رفته درسطح یک درصد معنی‌دار بود ولی اثر متقابل معنی‌داری بین آنها وجود نداشت (جدول ۱).

درصد کاهش وزن میوه

نوبت اول برداشت نسبت به نوبت دوم برداشت از نظر درصد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در رابطه با صفات مورد بررسی

منابع تغییر S.V	D.F	میانگین مربعات (M.S)							
		پوسیدگی	کاهش وزن	ویتامین ث	TSS	pH	اسید کل	پوست	گوشت	آب میوه
		(درصد)		(mg/100 cc)			(mg/100 cc)		(درصد)	
زمان برداشت (A)	۱	۶۵۰۴/۸**	۶۵۵۲/۳**	۳۶۷/۸**	۱۰۸/۵**	۳/۱۰۵**	۲/۱۹**	۶۳/۴**	۳۵۹۶/۸**	۱۱۶۰/۰**
دمای انبار (B)	۲	۲۹۹۵۶/۶**	۲۹۶۹۱/۴**	۱۸۵۲/۸**	۱۶۲/۰**	۹/۵۹۰**	۱۳/۱۰**	۱۰۶۴/۰**	۲۳۷۶/۹**	۸۶۰/۲**
تیمار (C)	۱۲	۱۲۲۸/۸**	۱۲۱۳/۶**	۱۲۷/۶**	۵/۱**	۱/۰۲۵**	۷/۸۴**	۸۷/۴**	۸۵۴/۲**	۲۷۵/۰**
اثرمتقابل AB	۲	۱۴/۶ns	۱۵/۰ns	۴/۸ns	۰/۶ns	۰/۰۰۳ns	۰/۱۴ns	۴/۰ns	۳/۴ns	۱۸/۶ns
اثرمتقابل AC	۱۲	۱۱/۵ns	۱۴/۴ns	۵/۱ns	۰/۳ns	۰/۰۰۴ns	۰/۱۸ns	۳/۷ns	۳/۱ns	۱۵/۷ns
اثرمتقابل BC	۲۴	۱۸/۴ns	۱۷/۷ns	۳/۰ns	۰/۲ns	۰/۰۰۲ns	۰/۲۰ns	۲/۱ns	۲/۷ns	۱۴/۷ns
اثرمتقابل ABC	۲۴	۱۷/۰ns	۱۸/۱ns	۴/۶ns	۰/۴ns	۰/۰۰۴ns	۰/۱۵ns	۳/۸ns	۳/۲ns	۱۴/۷ns
خطا	۲۳۴	۱۶/۶	۱۵/۶	۵/۳	۰/۳	۰/۰۰۲	۰/۱۰	۲/۸	۲/۸	۱۲/۷
ضریب تغییرات (%)		۱۱/۳	۱۰/۶	۷/۶	۹/۰	۱/۹	۵/۰	۹/۰	۲/۲	۱۱/۰

ns و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح یک درصد

جدول ۲. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت تأثیر زمان برداشت

صفت / زمان برداشت	اول	دوم
درصد پوسیدگی	۴۰/۶a	۳۱/۵b
درصد کاهش وزن	۴۱/۸a	۳۲/۷b
ویتامین ث (mg/100 cc)	۳۱/۴۱a	۲۹/۲۴b
TSS	۶/۹۶a	۵/۷۸b
pH	۲/۷۴a	۲/۵۴b
اسید کل (mg/100 cc)	۶/۳۹a	۶/۲۳b
درصد پوست	۱۹/۱a	۱۸/۲b
درصد گوشت	۸۰/۹a	۷۴/۱b
درصد آب میوه	۳۴/۵a	۳۰/۶b

میانگین‌های موجود در هر ردیف که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح یک درصد از آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.

کاهش وزن میوه تفاوت قابل ملاحظه‌ای داشت (جدول ۲) که می‌توان گفت برداشت لیموها در زمانی که پوست آنها سبز بود و بافت ضخیم و گوشتی‌تری داشتند نسبت به میوه‌هایی که دارای پوست زرد، نازک و آبدار بودند، درصد کاهش وزن بیشتری نشان دادند که میزان پوسیدگی می‌تواند یکی از دلایل مهم آن باشد. همچنین دما نیز روی وزن میوه طبق نتایج جدول ۳

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت تأثیر دمای انبار

صفت / دمای انبار	دمای اطاق (۲۲ ±۳)	دمای ۴ درجه	دمای ۸ درجه
درصد پوسیدگی	۳۸/۱^{b}	۱۸/۲^{c}	۵۱/۹^{a}
درصد کاهش وزن	۳۹/۲^{b}	۱۹/۵^{c}	۵۳/۱^{a}
ویتامین ث (mg/100 cc)	۳۰/۵۸^{b}	۳۴/۴۱^{a}	۲۵/۹۸^{c}
TSS	۵/۱۲^{c}	۷/۶۲^{a}	۶/۳۸^{b}
pH	۲/۳۱^{c}	۲/۷۱^{b}	۲/۹۱^{a}
اسید کل (mg/100 cc)	۶/۲۲^{b}	۶/۷۰^{a}	۶/۰۱^{c}
درصد پوست	۱۵/۹^{c}	۱۷/۹^{b}	۲۲/۲^{a}
درصد گوشت	۷۲/۵^{c}	۸۲/۱^{a}	۷۷/۸^{b}
درصد آب میوه	۳۰/۴^{b}	۳۵/۸^{a}	۳۱/۴^{b}

میانگین‌های موجود در هر ردیف که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح یک درصد از آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.

مؤثر بوده است به‌طوری که کمترین درصد کاهش وزن میوه در دمای ۴ درجه سلسیوس و بیشترین آن در دمای ۸ درجه سلسیوس بود. پیگا و همکاران (۱۹) گزارش کردند که کاهش وزن میوه‌های مرکبات بر اثر از دست دادن آب در دوره انبارداری بستگی زیادی به طول مدت نگهداری و دمای انبار دارد. همچنین لوسکالز و همکاران (۱۵) گزارش کردند که میزان کاهش وزن میوه‌ها در دوره انبارداری در رقم‌های مختلف مرکبات تفاوت معنی‌داری دارد.

درصد پوست میوه

درصد پوست میوه در نوبت اول بالاتر از نوبت دوم برداشت است (جدول ۲) که به‌نظر می‌رسد به‌دلیل بافت ضخیم و سبز میوه‌های لیمو است که نسبت به میوه‌های برداشت شده در نوبت دوم که از پوست نازک و زردی برخوردار بودند. ضمن اینکه درصد وزن پوست میوه‌ها تحت تأثیر دمای انبار قرار گرفت، به این صورت که مطابق جدول ۳، دمای ۸ درجه سلسیوس بالاترین مقدار و دمای اطاق (۴±۲۲) کمترین میزان درصد وزن پوست را داشتند. پژوهش‌های بن-یهوشا و همکاران (۷) نشان داد که بعد از پوسیدگی، مهم‌ترین عامل زوال میوه مرکبات، از دست دادن آب پوست میوه و پژمرده شدن پوست میوه است، بنابراین روش‌هایی که تعرق میوه را کاهش می‌دهند باعث افزایش عمر انباری این فرآورده‌ها می‌شوند. با بررسی نتایج جدول ۴، مشخص شد که تیمار پوترسین با غلظت ۳ میلی‌مولار دارای بالاترین میزان درصد وزن پوست میوه بود که با تمامی تیمارهای پژوهش به‌جز اسانس میخک با غلظت ۴۵۰ میلی‌گرم در لیتر از اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد بر اساس آزمون دانکن برخوردار بوده و این به‌دلیل ویژگی تیمار پوترسین است که بر یاخته‌های میوه تأثیر می‌گذارد. مشخص شده است که پلی‌آمین‌ها به غشاها، اسیدهای نوکلئیک و درشت مولکول‌های دیگر متصل شده و در پایداری ساختمان کروماتین، تنظیم کانال‌های یونی، حذف رادیکال‌های آزاد و تنظیم بیان ژن اثر می‌گذارند (۱۱ و ۲۷). از آنجایی که حفظ پایداری غشا و همئوستازی، برای بسیاری از فرایندهای یاخته‌ای، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ضروری است، به احتمال زیاد پلی‌آمین‌ها در افزایش عمر پس از برداشت میوه‌ها، سبزی‌ها و گل‌ها نقش کلیدی دارند (۱۷).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. نتایج مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت تاثیر تیمارهای آزمایش

صفت / تیمار	درصد پوسیدگی	درصد کاهش وزن	ویتامین ث (mg/100cc)	TSS	pH	اسید کل (mg/100cc)	درصد پوست	درصد گوشت	درصد آب میوه
شاهد	۲۹/۷^{gh}	۳۱/۰^{h}	۳۰/۰۳^{cde}	۶/۴۲^{bc}	۲/۷۱^{c}	۷/۰۲^{a}	۱۷/۹^{ef}	۸۲/۱^{a}	۳۸/۲^{a}
پوترسین ۱*	۲۸/۹^{h}	۳۰/۲^{h}	۳۱/۱۲^{bcd}	۶/۸۱^{ab}	۲/۷۱^{c}	۶/۶۲^{bc}	۱۹/۶^{bcd}	۸۰/۴^{bcd}	۳۴/۴^{bc}
پوترسین ۲*	۲۳/۵^{i}	۲۴/۸^{i}	۲۹/۸۶^{de}	۶/۷۳^{ab}	۲/۷۱^{c}	۶/۵۰^{cd}	۱۸/۹^{cde}	۸۱/۱^{abc}	۳۶/۰^{ab}
پوترسین ۳*	۳۲/۳^{fg}	۳۳/۶^{fg}	۲۸/۰۹^{fg}	۶/۶۸^{ab}	۲/۷۵^{b}	۶/۳۴^{de}	۲۱/۸^{a}	۷۸/۲^{c}	۳۱/۶^{de}
سالیسیلیک ۲۰۰**	۳۴/۶^{ef}	۳۵/۶^{ef}	۳۱/۶۸^{bc}	۵/۶۳^{f}	۲/۳۱^{d}	۵/۵۳^{f}	۱۷/۵^{f}	۶۵/۸^{g}	۲۷/۸^{g}
سالیسیلیک ۴۰۰**	۳۸/۹^{cd}	۴۰/۱^{cd}	۳۱/۲۲^{bcd}	۶/۹۵^{a}	۲/۷۶^{b}	۶/۶۲^{bc}	۱۹/۸^{bc}	۸۰/۲^{cd}	۳۲/۹^{cde}
سالیسیلیک ۶۰۰**	۳۲/۹^{f}	۳۴/۱^{f}	۲۸/۸۷^{ef}	۶/۳۹^{bcd}	۲/۷۸^{b}	۶/۵۰^{cd}	۱۹/۸^{bc}	۸۰/۲^{cd}	۳۲/۷^{cde}
میخک ۱۵۰**	۴۵/۶^{ab}	۴۶/۹^{ab}	۲۸/۹۶^{ef}	۶/۸۶^{a}	۲/۸۴^{a}	۶/۲۴^{e}	۲۰/۰^{bc}	۸۰/۰^{cd}	۳۰/۸^{ef}
میخک ۳۰۰**	۳۳/۱^{f}	۳۴/۴^{f}	۳۵/۷۴^{a}	۶/۶۲^{ab}	۲/۷۰^{c}	۶/۷۶^{b}	۱۷/۷^{ef}	۸۲/۳^{a}	۳۴/۳^{bcd}
میخک ۴۵۰**	۳۶/۵^{de}	۳۷/۸^{de}	۲۶/۸۶^{g}	۵/۹۸^{def}	۲/۸۴^{a}	۶/۶۷^{bc}	۲۰/۶^{ab}	۷۹/۴^{de}	۲۸/۶^{fg}
آویشن ۱۵۰**	۴۸/۰^{a}	۴۹/۰^{a}	۳۲/۷۰^{b}	۵/۷۶^{ef}	۲/۳۰^{d}	۵/۱۰^{g}	۱۵/۲^{g}	۶۸/۱^{f}	۲۷/۲^{g}
آویشن ۳۰۰**	۴۰/۳^{c}	۴۱/۴^{c}	۳۰/۷۶^{cd}	۵/۷۶^{ef}	۲/۲۶^{e}	۵/۵۰^{f}	۱۵/۵^{g}	۶۷/۸^{f}	۳۲/۰^{cde}
آویشن ۴۵۰**	۴۴/۴^{b}	۴۵/۵^{b}	۲۸/۳۱^{efg}	۶/۱۸^{cde}	۲/۶۸^{c}	۶/۶۲^{bc}	۱۸/۴^{def}	۸۱/۶^{ab}	۳۶/۵^{ab}

(*میلی مولار، ** میلی گرم در لیتر)

www.SID.ir

Archive of SID

بدیهی است کاهش وزن میوه طی دوره انبارداری نتیجه تبخیر آب از سطح میوه است.

درصد گوشت میوه

نوبت اول برداشت، از ۲ درصد وزن گوشت بیشتری نسبت به نوبت دوم برخوردار بود (جدول ۲) چرا که در نوبت اول میوه‌های سبز و گوشتی را برداشت کردیم اما در نوبت دوم برداشت میوه‌های زرد چیده شد و چون میوه‌های سبز از بافت ضخیم و گوشتی‌تری برخوردار بودند به‌همین دلیل وزن گوشت بیشتری داشتند. با توجه به نتایج جدول ۳، دمای ۴ درجه سلسیوس بیشترین مقدار وزن گوشت را داشت و کمترین میزان آن متعلق به دمای اطاق بود. همچنین طبق نتایج جدول ۴ تیمار میخک با غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر دارای بیشترین مقدار درصد گوشت میوه بود که با تیمارهای شاهد، پوترسین با غلظت ۲ میلی‌مولار و اسانس آویشن با غلظت ۴۵۰ میلی‌گرم در لیتر اختلاف معنی‌دار نداشت. پوترسین نیز توانسته بر درصد گوشت میوه تأثیرگذار باشد چرا که با تیمار میخک از اختلاف معنی‌داری برخوردار نبوده است و این نشان‌دهنده تأثیری است که پوترسین روی بافت میوه‌ها دارد. در پژوهشی نشان داده شد که پلی‌آمین‌ها به‌عنوان کاتیون‌های آلی همانند کاتیون‌های غیرآلی مثل کلرید کلسیم و آهن، فعالیت آنزیم پکتین استراز را در گوشت میوه گریپ‌فروت کاهش می‌دهند (۱۳).

درصد آب میوه

نوبت اول برداشت از میزان درصد آب بیشتری نسبت به نوبت دوم برخوردار بود (جدول ۲). میانگین وزن میوه‌های نوبت اول بیشتر از نوبت دوم بوده که این مورد هم در میزان آب میوه مؤثر بوده است. دمای انبار نیز همانند متغیرهای دیگر پژوهش روی صفات کیفی و کمی میوه‌ها تأثیر گذاشته و طبق جدول ۳، بهترین عملکرد را در برابر درصد آب میوه، دمای ۴ درجه سلسیوس داشت. پس از آن دمای ۸ درجه سلسیوس و در آخر دمای اطاق بود. البته دمای اطاق و ۸ درجه سلسیوس نسبت به یکدیگر از اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد برخوردار نبودند. یکی از دلایل درصد وزن زیاد آب میوه، عدم پوسیدگی بود که ما در دمای ۴ درجه سلسیوس کمترین مقدار پوسیدگی را داشتیم. به‌جز پوسیدگی، درصد کاهش وزن میوه و درصد وزن گوشت میوه نیز یکی دیگر از علل کمبود درصد آب میوه می‌شود که این دما در این مورد به‌خوبی عمل کرده است، و میزان درصد گوشت میوه و درصد کاهش وزن کل میوه در دمای مذکور بیشتر بوده و به‌تبع آن با افزایش میزان گوشت و وزن میوه مقدار آب میوه به‌همان نسبت بیشتر خواهد بود. همچنین طبق جدول ۴، بهترین عملکرد را تیمار شاهد داشت و فقط تیمارهای آویشن با غلظت ۴۵۰ میلی‌گرم در لیتر و پوترسین با غلظت ۲ میلی‌مولار با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری را در سطح یک درصد بر اساس آزمون دانکن نشان ندادند اما بقیه تیمارها روی درصد آب میوه تأثیری نداشتند و نتوانستند در میزان آب میوه ایفای نقش مثبتی را داشته باشند. تأثیر آویشن باغی و تیمار با آب گرم روی دوره انباری میوه پرتقال رقم والنسیا نشان داد که میزان ویتامین ث در غلظت ۳۰۰ میکرولیتر بر لیتر آویشن باغی در سطح پنج درصد در مقایسه با میوه‌های شاهد معنی‌دار بود (۹).

میزان مواد جامد محلول (TSS)

نوبت اول دارای میزان مواد جامد محلول (TSS) بیشتری نسبت به مرحله دوم برداشت بود که این تفاوت معنی‌داری را در سطح یک درصد طبق آزمون دانکن نشان داد (جدول ۲). به‌طور کلی افزایش مواد جامد محلول با گذشت زمان می‌تواند ناشی از کاهش آب میوه، کاهش تنفس میوه‌ها و کاهش مصرف کربوهیدرات‌ها باشد. بر اساس نتایج جدول ۳، بیشترین میزان مواد جامد محلول متعلق به دمای ۴ درجه سلسیوس بود و کمترین میزان آن به‌ترتیب متعلق به دمای اطاق و دمای ۸ درجه سلسیوس بود. چنین به‌نظر می‌رسد که هر چه دما سردتر باشد مقدار مواد جامد محلول بیشتر است و با بالارفتن دما این مقدار کاهش یافته است. با مطالعه و بررسی مقایسه میانگین صفات

www.SID.ir

Archive of SID

مورد بررسی تحت تأثیر اثر انفرادی تیمارهای آزمایش طبق جدول ۴، مشخص شد که بیشترین میزان مواد جامد محلول متعلق به تیمار اسید سالیسیلیک با غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود که این تیمار نسبت به تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد از آزمون دانکن داشت اما با تیمار پوترسین با غلظت‌های ۱، ۲ و ۳ میلی‌مولار از اختلاف معنی‌دار برخوردار نبود. همچنین به‌نظر می‌رسد که میانگین تیمار پوترسین در هرسه غلظت توانسته‌اند بر مقدار مواد جامد محلول تأثیرگذاری بیشتری داشته باشند به‌طوری که در مقایسه اثر متقابل سه فاکتور زمان برداشت، دمای انبار و نوع تیمار بر میزان مواد جامد محلول، بیشترین عملکرد مربوط به تیمار پوترسین با غلظت ۳ میلی‌مولار در نوبت اول و دوم برداشت و در دمای ۴ درجه سلسیوس بود که میزان تأثیر پلی‌آمین‌هایی نظیر پوترسین را بر مقدار مواد جامد محلول بیان می‌کند. با بررسی نتایج مشخص شد که، اثر نوع تیمار (پوترسین)، زمان انبارداری و برهم‌کنش نوع تیمار و زمان انبارداری بر ویژگی‌های مورد بررسی میوه نارنگی کارا شامل کاهش وزن میوه، نسبت پوست به گوشت میوه، درصد آب میوه، مواد جامد محلول (TSS)، نسبت TSS/TA و میزان ویتامین ث در سطح یک درصد معنی‌دار و روی pH و اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، معنی‌دار نبوده است (۲۳).

pH آب میوه

با توجه به نتایج مقایسه میانگین داده‌ها که تحت تأثیر اثر انفرادی زمان برداشت قرار گرفت، مرحله اول برداشت از اختلاف بیشتری در سطح یک درصد بر اساس آزمون دانکن نسبت به نوبت دوم برخوردار بود. طبق جدول ۲، لیموهایی که سبز برداشت شده بودند مقدار اسید آنها بعد از دوره انبارداری کاهش یافته بود درحالی که لیموهای نوبت دوم که زرد و کاملاً رسیده و به بلوغ رسیده بودند مقدار اسید آنها بیشتر بود. درصد پوسیدگی در مرحله اول برداشت بیشتر بوده است و این بدین معنی است که روند و سرعت پیری و زوال در این دوره بیشتر بوده و می‌تواند دلیلی بر کاهش pH و خاصیت اسیدی لیمو باشد چرا که با رسیدگی و بروز پیری میزان اسید کاهش می‌یابد. یکی دیگر از دلایل را می‌توان میزان بالای TSS بیان کرد. با بررسی نتایج مشخص شد که میزان pH تحت تأثیر دما قرار گرفت و طبق جدول ۳، اسیدی‌ترین لیموها در لیموهای انبار شده در دمای اطاق مشاهده شد و مقدار این اسیدیته به‌ترتیب در دمای ۴ و ۸ درجه سلسیوس کاهش یافته است. با توجه به نتایج نمی‌توان روند دمایی خاصی را دلیل افزایش یا کاهش pH دانست چرا که در دمای ۴ درجه سلسیوس که خنک است نیست به دمای اطاق که خیلی گرمتر از این دماست حالت اسیدی کمتری دارد و دمای اطاق که اختلافی حدود ۲۰ درجه سلسیوس نشان می‌داد از مقدار اسید بالاتری برخوردار بود. پس نمودار دمایی این قسمت از پژوهش سیر ثابتی نداشته و ابتدا دمای ۴ درجه سلسیوس سیر صعودی تا دمای ۸ درجه داشته و از این دما سیر نزولی تا دمای اطاق مشاهده می‌شود. با مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت تأثیر انفرادی تیمارهای آزمایش در جدول ۴، بیشترین مقدار pH در تیمار میخک با غلظت‌های ۱۵۰ و ۴۵۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد این درحالی است که اسانس آویشن با غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدی‌ترین مقدار را داشت که با تیمار شاهد و مابقی تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد آزمون دانکن نشان داد. پژوهشگران بر این عقیده هستند که اسانس‌ها، افزایش متابولسیم منجر به تولید اتیلن، رسیدگی و پیری میوه‌ها را طی انبار و نیز پس از انبار طولانی‌مدت به تأخیر می‌اندازند (۲ و ۱۶). با بروز پوسیدگی و پیری در میوه‌ها معمولاً نسبت اسید به قند کاهش می‌یابد، پس اسانس آویشن در این پژوهش توانسته است روند رسیدگی و پیری را به تأخیر بیندازد و با این کار از تبدیل اسیدهای آلی میوه به قند جلوگیری به‌عمل آورد و مقدار pH را بالاتر نگه دارد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی گزارش شده برای این ترکیبات می‌تواند تا اندازه‌ای تأخیر در مراحل اکسیداتیو، از جمله رسیدن و پیری را توضیح دهد. اگرچه بیان مکانیسم دقیق آنها تحقیقات بعدی را می‌طلبد.

www.SID.ir

Archive of SID

میزان اسید کل قابل تیتراسیون (TA)

بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها که تحت تأثیر زمان برداشت روی اسیدیته کل قابل تیتراسیون طبق جدول ۲ به‌دست آمد، نوبت اول برداشت اختلاف معنی‌داری نسبت به مرحله دوم داشت. وجود اسیدهای آلی به‌همراه قند اثر مهمی بر طعم میوه دارد و نسبت بین قند و اسیدهای آلی عامل تعیین‌کننده‌ای در طعم میوه است. حال چون در میوه‌های برداشت شده نوبت اول، اسیدهای آلی کمتری به قند تبدیل شده‌اند پس میزان اسید آنها بیشتر خواهد بود و بالعکس در میوه‌های برداشت شده نوبت دوم میزان اسید کاهش یافته و مصرف شده است، مقدار اسیدیته کل کمتر مشاهده می‌شود. با بررسی نتایج جدول ۳، که در مورد مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت تأثیر دمای انبار بود، مشخص شده که بیشترین میزان اسید کل در دمای ۴ درجه سلسیوس قرار داشت و دماهای اطاق و ۸ درجه سلسیوس در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. پس چون در دمای ۴ درجه سلسیوس میزان تنفس و تولید اتیلن نسبت به دو دمای دیگر به حداقل می‌رسد و اسید کمتری مصرف می‌شود، بنابراین از اسیدیته کل بیشتری برخوردار است. بر اساس جدول مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت تأثیر اثر انفرادی تیمارها (جدول ۴)، بیشترین مقدار اسید کل متعلق به تیمار شاهد بود که نسبت به مابقی تیمارها از اختلاف معنی‌داری برخوردار بود. با توجه به این نتیجه تیمارهای این پژوهش نتوانستند روی میزان اسید کل تأثیری بگذارند و باعث شوند که مقدار اسیدهای آلی موجود در میوه‌ها مصرف نشوند تا مقدار آن را بالاتر از تیمار شاهد نگه دارند.

میزان ویتامین ث

با توجه به نتایج به‌دست آمده از میانگین صفات مورد بررسی تحت تأثیر اثر انفرادی زمان برداشت در جدول ۲، معلوم شد که بیشترین میزان ویتامین «ث» در نوبت اول برداشت بوده است. یکی از دلایل آن می‌تواند مقدار اسیدیته کل باشد، بدین صورت که هر چه محیط اسیدی‌تر باشد میزان پایداری ویتامین «ث» بیشتر است. در پژوهشی با کاربرد واکس، کاهش کمتری در مقدار ویتامین «ث» میوه‌های نارنگی کینو مشاهده شد. احتمال داده می‌شود که واکس به‌دلیل ممانعت از اتلاف آب، از کاهش شدید ویتامین «ث» در طول انبارداری جلوگیری کرده و در حفظ آن مؤثر بوده است. همچنین با توجه به پایداری بیشتر ویتامین «ث» در محیط‌های اسیدی‌تر، احتمال داده می‌شود که تیمار واکس در حفظ شرایط اسیدی میوه و کمک به حفظ اسید کل عصاره میوه، بر پایداری و دوام ویتامین «ث» در طول دوره انبارداری مؤثر بوده است (۱۸). همچنین در بررسی مقایسه میانگین صفات مورد تحقیق تحت تأثیر دمای انبار طبق جدول ۳، مشخص شد که دمای ۴ درجه سلسیوس دارای بیشترین مقدار ویتامین «ث» است و دماهای معمولی و ۸ درجه سلسیوس در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند. در این پژوهش میزان اسید کل که تأثیر مستقیمی بر ویتامین «ث» دارد مقدار بیشتری داشت. نشان داده شده که میزان ویتامین «ث» در میوه بیشتر تحت تأثیر مدت نگهداری و دما قرار می‌گیرد (۱۰).

درصد پوسیدگی

درصد پوسیدگی در نوبت اول بالاتر از مرحله دوم برداشت بود (جدول ۲). دلایل مختلفی می‌تواند عامل پوسیدگی باشد از قبیل: کپک‌های سبز و آبی، انواع قارچ‌ها، ضخم‌ها و آسیب‌های فیزیکی، تنفس، نحوه برداشت میوه‌ها، حمل‌ونقل و شرایط نگهداری آنها، از دست دادن آب و تعرق، دما، مدت زمان انبارداری، تولید اتیلن و دی‌اکسید کربن، سنتز مواد پکتیکی دیواره سلولی، از بین رفتن لایه کوتیکولی پوست و غیره ... است. یک راهکار مؤثر برای افزایش ماندگاری میوه که به‌دست فراموشی سپرده شده است و کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد، «کاهش ضایعات پس از تولید» است که پژوهشگران به این بخش، اصطلاح «برداشت مخفی» را اختصاص داده‌اند (۲۴). در همین راستا طبق نتایج جدول ۳، بیشترین میزان درصد پوسیدگی مربوط به دمای ۸ درجه سلسیوس است و دمای معمولی و ۴ درجه سلسیوس در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند.

www.SID.ir

Archive of SID

دما یکی از عوامل مهم در میزان پوسیدگی است که هم در شروع آن و هم در سرعت بخشیدن به آن دخالت دارد. سرمازدگی و صدمه دیدن بافت میوه‌ها یکی دیگر از دلایل شروع پوسیدگی در این مرحله می‌تواند باشد. تولید اتیلن نیز یکی دیگر از عوامل پیری و زوال میوه و پوسیدگی به‌حساب می‌آید و محصول را به مرگ نزدیک‌تر می‌کند. دما تأثیر مستقیمی در میزان تنفس و رطوبت میوه‌ها دارد که می‌تواند عامل دیگری برای پوسیدگی به‌شمار آید. در این بین دی‌اکسیدکربن نیز یک عامل تعیین کننده به‌شمار می‌آید. با توجه به نتایج جدول ۴، تیمار پوترسین با غلظت ۲ میلی‌مولار کارآمدترین تیمار بوده است و توانسته مؤثر واقع شود. پوترسین با تأثیر بر روند تولید اتیلن، پیری را به تعویق می‌اندازد. بر آنزیم‌های پکتین استراز، پکتین متیل استراز و پلی‌گالاکتروناز تأثیر گذاشته و از نرم شدن بافت میوه جلوگیری می‌کند و باعث سفتی آن می‌شود. نتایج پژوهش ما با نتایج رمضانیان و همکاران (۲۳) در مورد نارنگی رقم کارا مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی بیشترین تأثیر در میان تمامی تیمارها، کاربرد پس از برداشت پوترسین در غلظت‌های ۲ و ۳ میلی‌مولار و اسانس میخک با غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. بهترین هنگام برداشت برای انبارمانی لیموآب جهرم در زمان سبزی میوه و بلوغ تجارتی است و دمای بالاتر از ۴ درجه سلسیوس برای افزایش عمر پس از برداشت این میوه مفید است. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، برای حفظ خصوصیات کمّی و کیفی لیموآب جهرم در طول دوره انبارمانی، می‌توان تیمار پوترسین با غلظت ۳ میلی‌مولار را توصیه کرد.

منابع مورد استفاده

1. Aboutalebi, A. H. and M. H. Mohammadi. 2011. Effect of essential oils on postharvest stability of fruits quality and decay management of Kinnow Mandarin. *Journal of Seed and Plant Production* 27: 501-504. (In Farsi).
2. Almenar, E., V. D. Valle, R. Catala and R. Gavara. 2007. Active package for wild strawberry fruits (*Fragaria vesca* L.). *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 55: 2240-2245.
3. Angioni, A., A. Barra, E. Cereti, D. Barile, J. D. Coisson and M. Arlorio. 2004. Chemical composition, plant genetic differences, antimicrobial and antifungal activity investigation of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* L. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 52: 3530-3535.
4. Anthony, S., K. Abeyvikrama and W. S. Wilson. 2003. The effect of spraying essential oils of *Cymbopogon nardus*, *Cymbopogon flexuosus* and *Ocimum basilicum* on postharvest diseases and storage life of Embul banana. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 78(6): 780-785.
5. Arras, G. and M. Vsai. 2001. Fungi toxic activity of 12 essential oils agai[ns]t four postharvest citrus pathoge[ns]: chemical analysis of *Thymus capitates* oil and its effect in sub atomospheric pressure condition. *Journal of Food Protection* 4(7): 1025-1029.
6. Babala, M., M. Asghari, A. Talaei and A. Khosroshahi. 2007. Effect of pre and postharvest salicylic acid treatment on ethylene production, fungal decay and overall quality of Selva strawberry fruits. *Food Chemistry* 105: 449-453.
7. Ben-Yehoshua, S., B. Shapiro and R. Moran. 1987. Individual seal-packaging enables the use of curing at high temperatures to reduce decay and heal injury of citrus fruits. *Hort Science* 22: 777-783.
8. Casero, R. A. and L. J. Marton. 2007. Targeting polyamine metabolism and function in cancer and other hyper proliferative diseases. *Nature Reviews Drug Discovery* 6: 373-390.
9. Fatemi, S., M. Jafarpour and Sh. Eghbalsaeid. 2011. Study of the effect of *Thymus vulgaris* and hot water treatment on storage life of orange (*Citrus sine[ns]is* cv. Valencia). *Journal of Medicinal Plants Research* 6(6): 968-971.
10. Hayat, I., T. Masud and H. A. Rathore. 2005. Effect of coating and wrapping materials on the shelf life of apple (*Malus domestica* cv. Borkh). *International Journal of Food Safety* 5: 24-34.
11. Karasahin, I., M. Pekmezci and M. Erkan. 2005. Combined hot water and uv-c treatments reduces postharvest decay and maintai[ns] quality of eggplants. *Postharvest Technology* 5: 11-18.
12. Karimi, Z. and M. Rahemi. 2008. Comparison of essential oils of clove, thyme and Imazalil fungicide on blue mold (*Penicillium italicum* Wehemer) of citrus fruits in storage. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 12(45): 231-237. (In Farsi).

www.SID.ir

Archive of SID

13. Leiting, V. A. and L. Wicher. 1997. Inorganic captio[ns] and polyamines moderate pectin esterase activity. *Journal of Food Science* 62(2): 253-255.
14. Leslie, C. A. and R. J. Romani. 1998. Inhibition of ethylene biosynthesis by salicylic acid. *Plant Physiology* 88: 837-833.
15. LoScalzo, R., T. Innoccari, C. Summa, R. Morelli and P. Rapisarda. 2004. Effect of thermal treatment on antioxidant and antiradical activity of blood orange juice. *Food Chemistry* 85: 41-47.
16. Martinez-Romero, D., S. Castillo, J. M. Valverde, F. Guillen, D. Valero and M. Serrano. 2005. The use of natural aromatic essential oil helps to maintain postharvest quality of crimson table grapes. *Acta Horticulture* 682: 1723-1729.
17. Paliyath, G., D. P. Murr, A. K. Handa and S. Lurie. 2008. Postharvest Biology and Technology of Fruits, Vegetables, and Flowers. Wiley-Blackwell Publish.
18. Panah, Z., M. Honarvar and A. Aboutalebi. 2012. Effect using Chitin seal wax on postharvest life of Kinnow mandarin. *Postharvest Physiology and Technology of Horticultural Crops* 1: 101-109.
19. Piga, A. D., S. Aquino and M. Agabbio. 2000. Influence of cold storage and shelf-life on quality of 'Salustiana' orange fruits. *Fruits* 55: 37-44.
20. Plaza, P., R. Torres, J. Usall, N. Lamarca and I. Vinasa. 2004. Evaluation of the potential of commercial post-harvest application of essential oils to control citrus decay. *Journal of Hortcultural Science and Biotechnology* 79(6): 936-940.
21. Ponce, A. G., C. E. Valle and S. L. Roura. 2004. Natural essential oils as reducing agents of peroxidase activity in leafy vegetables. *Journal of Food Science and Technology* 37: 199-204.
22. Rahemi, M. 2007. Postharvest physiology: Introduction to physiology and handling of fruit and vegetables. Shiraz University Publications.
23. Ramazanian, A., F. Khoram and A. Ahmadpour. 2015. Effect of wax coating and different concentration of putresin on qualitative and quantitative characteristics Kara mandarin fruits during storage time. *Plant Production* 38(4): 61-70. (In Farsi).
24. Ranjbaran, E., H. Sarikhani, D. Bakhshi and P. Mehrdad. 2011. Investigation of salicylic acid application to reduce postharvest losses in Stored 'Bidaneh Ghermez' table grapes. *International Journal of Fruit Science* 11: 430-439.
25. Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. Annual review of plant physiology. *Plant Molecular Biology* 43: 439-463.
26. Srivastava, A., S. H. Chung, T. Fatima, T. Datsenka, A. K. Handa and A. K. Mattoo. 2007. Polyamines as anabolic growth regulators revealed by tra[ns]cript me analysis and metabolite profiles of tomato fruits engineered to accumulate spermedine and serine. *Plant Biotechnology* 24: 57-70.
27. Srivastava, M. K. and U. N. Dwivedi. 2000. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. *Plant Science* 158: 87- 96.
28. Torrigiani, P., A. M. Bregoli, V. Ziosi, S. Scaramagli, T. Ciriaci, A. Rasori, S. Biondi and G. Costa. 2004. Pre-harvest polyamine and aminoethoxy vinyl glycine (AVG) applications modulate fruit ripening in Stark Red Gold nectarines (*Prunus persica* L. Batsch). *Postharvest Biology and Technology* 33: 293-308.
29. Tsigarida, E., P. Skandamis and G. J. Nychas. 2000. Behaviour of *Listeria monocytogenes* and *Autochthonous floraonmeat* stored under aerobic, vacuum and modified atmosphere packaging conditions with or without the presence of oregano essential oil at 5 degrees. *Journal of Applied Microbiology* 89(6): 901-909.
30. Wang, L., S. Chen, W. Kong, S. Li and D. D. Archbold. 2006. Salicylic acid pretreatment alleviates chilling injury and affects the antioxidant system and heat shock proteins of peaches during cold storage. *Postharvest Biology and Technology* 41: 244-251.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 10, No. 4, Winter 2021, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Effect of Harvest Time, Non-Toxic Treatments and Storage Temperature on Postharvest Life of Mexican Lime (*Citrus aurantifolia* L.)

A. Hatami[1] and A. H. Aboutalebi Jahromi[2*]

(Received: November 10-2018; Accepted: June 08-2020)

Abstract

In order to evaluate the effect of harvesting time, storage temperature and non-toxic treatments of Putrescine (Pu), salicylic acid (SA) and thyme and cloves essential oils (TEO and CEO) on qualitative and quantitative characteristics of Mexican lime fruit, a factorial completely randomized design experiment was performed. This experiment was conducted with three storage temperature levels including ambient temperature (22±3°C), 4±1 and 8±1°C, and the treatments including Pu (1, 2 and 3 mmol), SA (200, 400 and 600 mg/l), TEO and CEO (150, 300 and 450 mg/l) and distilled water as control treatment. The fruits were harvested in two stages including the maturity stage (early color change) and the ripening stage (yellow color) in four replications and 10 fruits in each replication. Effects of harvesting time, storage temperature and treatment type on fruit quality attributes were significant ($p<0.01$). It was found that the green harvesting stage is the best time for harvesting. It was further found that storing at temperatures above 4°C is the most effective temperature in increasing the postharvest life of Mexican lime fruits. It was also found that the 2 and 3 mmol Pu applications can be used to preserve and maintain the Mexican lime fruits.

Keywords: Mexican lime, Postharvest, Salicylic acid, Putrescine, Essential oils

1, 2. Masters Student and Associate Professor, Respectively, Horticultural Groups, Jahrom Branch, Islamic Azad University, Jahrom, Iran.
*: Corresponding Author, Email: aa84607@gmail.com

www.SID.ir