



حفظ کیفیت پس از برداشت میوه انبه با استفاده از ترکیبات ارگانیک

سمیه رستگار^{۱*}، رضا مرسلپور^۲

۱- دانشیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان (s.rastegar@hormozgan.ac.ir)

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان

چکیده

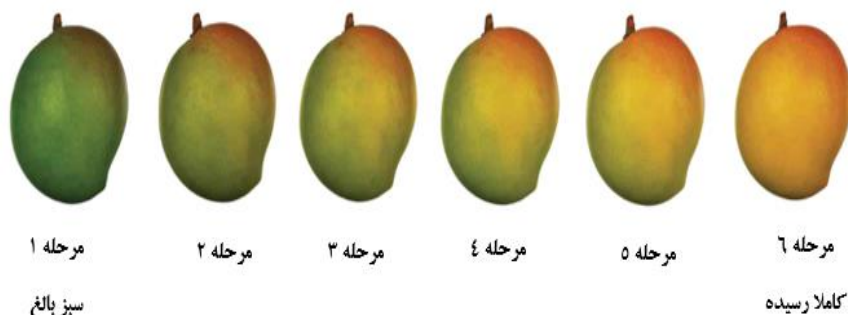
فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی مواد امیدوارکننده سازگار با محیط زیست برای حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری میوه‌های تازه هستند. آن‌ها می‌توانند با افزایش بهبود ظاهر میوه‌ها ارزش تجاری را به میوه‌ها اضافه کنند و به عنوان حامل مواد کاربردی مانند آنتی‌اکسیدان‌ها، عوامل ضد میکروبی و مواد مغذی عمل کنند. انبه یک میوه گرمسیری بسیار فاسد شدنی است که عمر پس از برداشت کوتاهی دارد که حمل و نقل آن را به بازارهای دور محدود می‌کند. استفاده از پوشش‌های خوراکی روی میوه‌های انبه روشی موثر برای حفظ کیفیت و ایمنی آن‌هاست. هدف از این پژوهش بهبود عمر قفسه‌ای میوه انبه با استفاده از ژل آلوه‌ورا در ترکیب با اسید سالیسیلیک و ملاتونین است. تیمارهای مورد استفاده در این آزمایش شامل شاهد (غوطه‌وری در آب مقطر)، غوطه‌وری ملاتونین (۱۰۰ میکرومولار)، ژل آلوه‌ورا (۴۰ درصد)، اسید سالیسیلیک (۲ میلی‌مولار)، آلوه‌ورا + سالیسیلیک اسید و آلوه‌ورا + ملاتونین بود. نمونه‌ها در محیط با دمای 20 ± 2 درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۱ روز نگهداری شد. بررسی فاکتورها به صورت دوره‌ای هر هفته یک بار انجام شد. پارامترهای رنگ (L^* ، a^* و b^*)، کل جامدات محلول (TSS)، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، pH، مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده، با افزایش زمان (هفته سوم) شاخص‌های رنگ (L^* ، a^* و b^*) به ترتیب به میزان ۵۱/۵۳ درصد افزایش، ۸۰/۳۰ درصد کاهش، ۶۴/۹۰ درصد افزایش در مقایسه با شاهد (هفته اول) نشان دادند. در پایان آزمایش بیشترین سفتی بافت در تیمار آلوه‌ورا-ملاتونین و کمترین سفتی بافت میوه انبه در شاهد (آب مقطر) مشاهده شد. بیشترین میزان TA در تیمار آلوه‌ورا-ملاتونین و کمتری TA در شاهد (آب مقطر) مشاهده شد. به طور کلی ترکیبی از پوشش‌های خوراکی ژل آلوه‌ورا و ملاتونین و آلوه‌ورا و سالیسیلیک اسید نسبت به دیگر تیمارها نقش موثرتری در حفظ کیفیت میوه انبه در مدت انبار داشتند.

واژه‌های کلیدی: پوشش خوراکی، پس از برداشت، انبه، حفظ کیفیت

۱-مقدمه

مهم‌ترین میوه از نظر اقتصادی در خانواده Anacardiaceae انبه (*Mangifera indica* L.) است. این گیاه به دلیل رنگ جذاب، طعم بدیع و ارزش غذایی در بیش از ۸۰ کشور در سراسر جهان به صورت تجاری رشد می‌کند. چندین تغییر پس از برداشت از جمله تنفس مداوم، بروز آلودگی، کاهش وزن و غیره منجر به کاهش کیفیت میوه‌های انبه می‌شود (1). انبه یک میوه فرازگرا است که به دلیل سرعت تنفس و تولید اتیلن بالا در دمای محیط به سرعت می‌رسد. با توجه به ماهیت بسیار فاسد شدنی میوه انبه، به دلیل

تغییرات فیزیولوژیکی، ترکیبی و توسعه پاتوژن، ماندگاری پس از برداشت آن در دمای محیط محدود است. در سال ۲۰۱۹، صادرات جهانی انبه ۳۶۴۰۳۰ تن بود. سطح زیر کشت میوه‌های گرمسیری (انبه، گواوا، ...) ۴۳۸۹ هکتار بوده که ۲۹۶۸ هکتار آن به محصول انبه اختصاص دارد. از میان میوه‌های گرمسیری، انبه رتبه اول را در کشور به خود اختصاص داده است. سطح زیر کشت انبه در استان هرمزگان ۲۰۵۰ هکتار بوده است، که متوسط عملکرد آن ۹۹۲۹ در هکتار می‌باشد (۲).



شکل ۱ مراحل مختلف بلوغ انبه (Holmes et al., 2009)

استراتژی‌های مختلفی برای کاهش ضایعات ایجاد شده است. در میان آن‌ها، کنترل فیزیکی (یعنی ذخیره‌سازی در اتمسفر کنترل شده)^۱ (CA)، کنترل شیمیایی (به‌عنوان مثال، نگهدارنده‌های شیمیایی) و قارچ کش‌ها به‌عنوان یک روش معمول برای افزایش عمر مفید میوه‌ها و سبزیجات استفاده شده است (۳). نگهدارنده‌های شیمیایی تهدیدی برای محیط زیست و سلامت انسان هستند. بنابراین، نیاز به توسعه جایگزین‌های سازگار با محیط زیست انسانی وجود دارد که ممکن است عمر مفید میوه‌ها را افزایش دهد. در این راستا پوشش‌های زیست تخریب‌پذیر به‌عنوان یک رویکرد کمکی برای افزایش ماندگاری و مقبولیت میوه‌های ذخیره شده در نظر گرفته شده است (۴). اصطلاح زیست تخریب‌پذیر به شرایطی اطلاق می‌شود که این پوشش‌ها از پلیمرهای طبیعی تهیه شده و پس از مصرف میوه‌ها توسط میکروارگانیسم‌ها تجزیه شوند (۵). بنابراین، آن‌ها روشی ایمن، پایدار و سازگار با محیط زیست برای کمک به حفظ میوه‌ها و سبزیجات هستند (۶). همچنین به‌عنوان حامل چندین ماده کاربردی مانند آنتی‌اکسیدان‌ها و عوامل ضد میکروبی برای جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌ها و اکسیداسیون واکنش در میوه‌ها و سبزیجات استفاده شده است (۷، ۸).

هدف حفاظت زیستی افزایش عمر پس از برداشت سبزیجات و میوه‌ها با استفاده از مواد گیاهی است که از دیرباز در فناوری مواد غذایی در فناوری پس از برداشت مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این فراآورده‌های گیاهی اخیراً به‌عنوان نگهدارنده‌های زیستی در سبزیجات و میوه‌های تازه مورد استفاده قرار گرفته‌اند. بلوغ میوه و زوال پس از برداشت با استفاده از انواع مواد پوشش طبیعی مورد مطالعه قرار گرفته است. ژل آلوه‌ورا^۲ یک محافظ زیستی مفید است که قابلیت استفاده برای طیف وسیعی از میوه‌ها و سبزیجات تازه را دارد. ژل آلوه‌ورا یک پوشش گیاهی طبیعی است که پتانسیل ضدباکتریایی قابل قبولی دارد (۹). ژل آلوه‌ورا حاوی گلوکومانان‌ها^۳

¹ Controlled atmosphere

² Aloe vera

³ Glucomannan



اولین همایش نباتات گرمسیری و خرما هرمزگان

The First Conference of Tropical Plants & Dates in Hormozgan

(پلی ساکاریدها^۴)، آمینواسیدها^۵، ویتامین ها و استرول ها است که ۹۹ درصد آن ژل سفید رنگ را تشکیل می دهد. استفاده از ژل آلوهورا (AVG) در پس از برداشت سبزیجات و میوه ها در سال های اخیر به طور چشمگیری گسترش یافته است (10). هنگامی که یک پوشش مبتنی بر ژل آلوهورا اعمال می شود، افت وزن کاهش می یابد و کیفیت در طول ذخیره سازی پس از برداشت حفظ می شود (۳). اسید سالیسیلیک^۶ (SA) و آنالوگ طبیعی آن، اسید استیل سالیسیلیک، هر دو ترکیبات فنلی هستند که در گیاهان یافت می شوند. عملکرد یک مولکول سیگنالینگ را انجام می دهد. در گیاهان در انواع فرآیندهای فیزیولوژیک و رشدی نقش دارد. به دلیل خواص ضدپیری، SA در تاخیر در رسیدن و حفظ کیفیت انواع میوه ها و سبزیجات بسیار کارآمد است. همچنین گفته می شود که کیفیت حسی و تغذیه ای را حفظ می کند و در عین حال مقاومت طبیعی را در برابر عوامل تنش زای زیستی و غیرزیستی پس از برداشت ایجاد می کند و عمر ماندگاری محصول پس از برداشت را افزایش می دهد (11). طبق مطالعات، تیمار پس از برداشت سالیسیلیک اسید کاهش وزن، تغییرات مربوط به رسیدن و بروز بیماری ها در میوه ها را کاهش داد (12). همچنین، ملاتونین^۷ (N-acetyl-5-methoxytryptamine) به دلیل شباهت در مسیرهای بیوسنتزی، عملکرد اکسینی مشابهی با هورمون ایندول-۳-استیک اسید^۸ نشان داده شده است که ملاتونین از طریق تجمع درونزا (13)، افزایش سیستم آنتی اکسیدانی آنزیمی و غیر آنزیمی و ارتقاء فعالیت مسیر شانت ۷-آمینو بوتیریک اسید^۹ (GABA) پاسخ تنش را در گیاهان تنظیم می کند. ملاتونین همچنین فعالیت مسیر اکسیداتیو پنتوز فسفات^{۱۰} (۱۴) را تحریک می کند، بیوسنتز اتیلن و تخریب دیواره سلولی را کاهش می دهد (۱۵)، و غلظت اکسید نیتریک، پلی آمین و پرولین را بالاتر نگه می دارد. بنابراین هدف از این تحقیق بهبود عمر قفسه ای میوه انبه با استفاده از ژل آلوهورا در ترکیب با سالیسیلیک اسید و ملاتونین می باشد.

پوشش خوراکی باید دارای خصوصیات زیر باشد:

- حاوی هیچ ماده سمی و آلرژیک نباشد.
- در معرض آسیب مکانیکی در حین جابجایی و حمل و نقل قرار نگیرد.
- خاصیت چسبندگی خوبی داشته باشد.
- خاصیت مانع آب خوبی داشته باشد.
- نیمه نفوذپذیری را برای حفظ تعادل داخلی فراهم کند.
- بر خواص تغذیه ای و ارگانولپتیکی^{۱۱} میوه و سبزی تاثیر نگذارد.
- قابلیت استفاده به عنوان حامل مطلوب را داشته باشد.
- خاصیت ضد میکروبی و ضد باکتریایی داشته باشد.
- به راحتی تولید شود و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد

مطالعات نشان داده اند که پوشش کیتوزان حاوی اسید سالیسیلیک کیفیت گلایی پس از برداشت را با کاهش افت وزن و سرعت تنفس، حفظ محتوای اسید اسکوربیک و افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی بهبود بخشید. پوشش کیتوزان با اسید سالیسیلیک

⁴ Polysaccharides

⁵ Amino acids

⁶ Salicylic acid

⁷ Melatonin

⁸ Indole-3-acetic acid

⁹ (γ-Amino butyric acid (GABA)

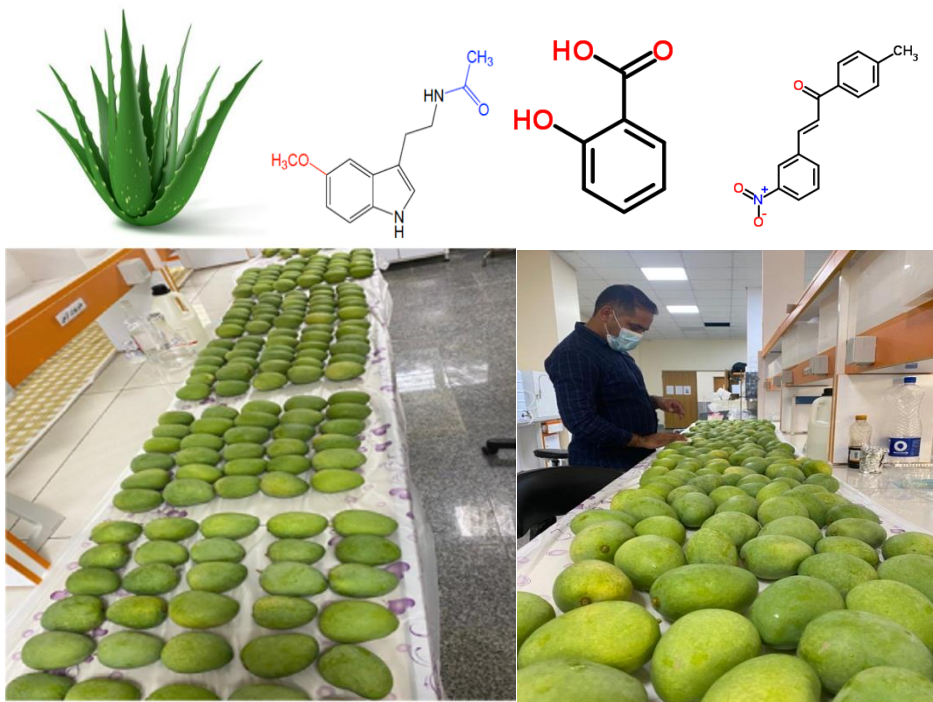
¹⁰ Pentose phosphate

¹¹ Organoleptic

با کاهش کاهش وزن و رشد میکروبی و افزایش فنل کل و فعالیت آنزیم آنتی اکسیدانی، کیفیت پس از برداشت میوه پسته درون پوسته را بهبود بخشید. کیتوزان ترکیب شده با تیمارهای ملاتونین به طور قابل توجهی افزایش کاهش وزن و نرخ تنفس آریل را به تاخیر انداخت و همچنین اسید اسکوربیک، محتوای آنتوسیانین و ظرفیت آنتی اکسیدانی بالاتری را حفظ کرد (16). تا جایی که مطالعات نشان داده اند، هیچ گزارشی در مورد بهبود خواص آلوئه ورا از طریق ترکیب ملاتونین و اسید سالیسیلیک منتشر نشده است. هدف از این کار طراحی یک پوشش خوراکی بر پایه آلوئه ورا برای حفظ میوه انبه و تاخیر در پدیده پیری میباشد.

۲- مواد و روشها

میوه های انبه در مرحله تغییر رنگ از باغ تجاری در شهرستان رودان برداشت و به آزمایشگاه کشاورزی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان منتقل شد. سپس نمونه ها از نظر وضعیت ظاهری، عاری بودن از هر گونه بیماری و صدمات پوستی بررسی شد و میوه های سالم جدا شدند. میوه های انبه توسط هیپوکلرید سدیم ۰/۰۵ درصد به مدت یک دقیقه گندزدایی و پس از آن با آب مقطر شست و شو و به مدت ۳۰ دقیقه در مجاورت هوا خشک شدند. تیمارهای مورد استفاده در این آزمایش شامل شاهد (غوطه وری در آب مقطر)، غوطه وری ملاتونین (۱۰۰ میکرومولار)، ژل آلوئه ورا (۴۰ درصد)، اسید سالیسیلیک (۲ میلی مولار)، آلوئه ورا + سالیسیلیک اسید و آلوئه ورا + ملاتونین بود و سپس نمونه ها در محیط با دمای 20 ± 2 درجه سانتی گراد به مدت ۲۱ روز نگهداری شد. بررسی فاکتورها به صورت دوره ای هر هفته یک بار انجام شد.



شکل ۲ ماده سازی تیمار جهت غوطه وری میوه انبه

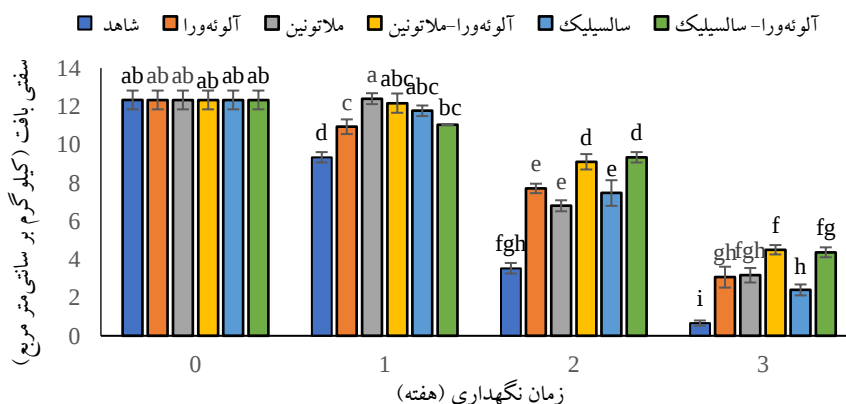
رنگ و سفتی بافت میوه

رنگ پوست بر اساس سیستم رنگ L^* ، a^* و b^* که در آن مقدار L^* نشان دهنده تاریکی یا روشنایی، a^* مقدار سبزی (-) یا قرمزی (+) و b^* مقدار نشان دهنده زردی (+) یا آبی (-) تعیین شد. این پارامترها با استفاده از رنگ سنج دستی مدل (CR-400)، براساس سیستم CIE اندازه گیری شدند. هر میوه بر روی محور استوایی دو ضلع مقابل اندازه گیری شد و مشاهدات در سه تکرار با ۳ میوه در هر تکرار انجام شد. سفتی بافت میوه انبه با استفاده از دستگاه سفتی سنج دستی (پنترومتر) مدل (SN, 0585) ساخت کشور هلند) با قطر پیستون یک سانتی متر پس از جداسازی پوست میوه در قسمت استوایی اندازه گیری شد و بر حسب کیلوگرم بر سانتی متر مربع محاسبه گردید.

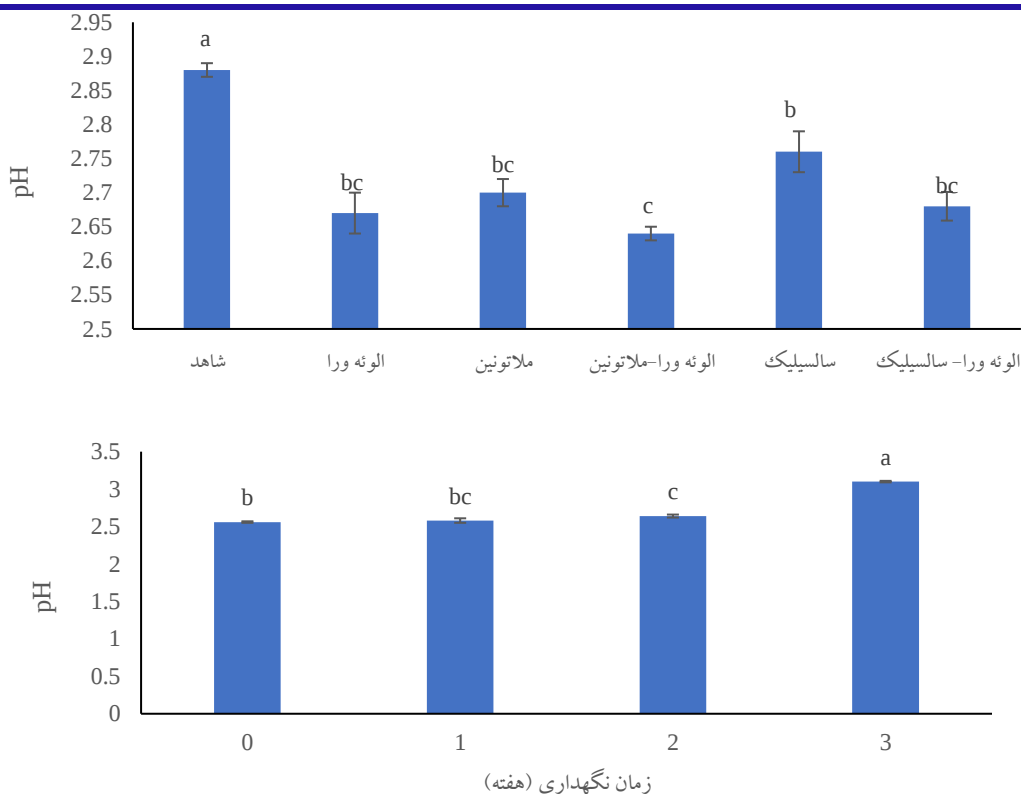
کل جامدات محلول در آب میوه که از طریق یک پارچه فشرده شده بود اندازه گیری شد. قطره آب صاف شده با استفاده از یک رفراکتومتر دستی DBR95 (ساخت کشور تایلند) در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد تجزیه و تحلیل شد و به عنوان درصد (%) در سه تکرار، با ۳ میوه در هر تکرار بیان شد. روش برای تعیین اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) براساس AOAC بود. برای این کار، ۱۰ میلی لیتر از آب میوه در برابر ۰/۱ N NaOH نرمال پس از افزودن فنل فتالین تیتر شد. تیتراسیون تا رسیدن به نقطه پایانی (ظاهر رنگ صورتی روشن) در سه تکرار ($n=3$) به صورت درصد (%) بیان شد. برای اندازه گیری pH آب میوه pH سنج دیجیتال (مدل HI93141 HANNA، ساخت کشور پرتغال) کالیبره شده با بافرهای استاندارد pH ۴ و ۷ کالیبره شد و بعد pH آب میوه ها اندازه گیری شد.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل پوشش های خوراکی و زمان بود. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۴ و مقایسه میانگین ها به روش (LSD) در سطح ۱ و ۵ درصد انجام شد

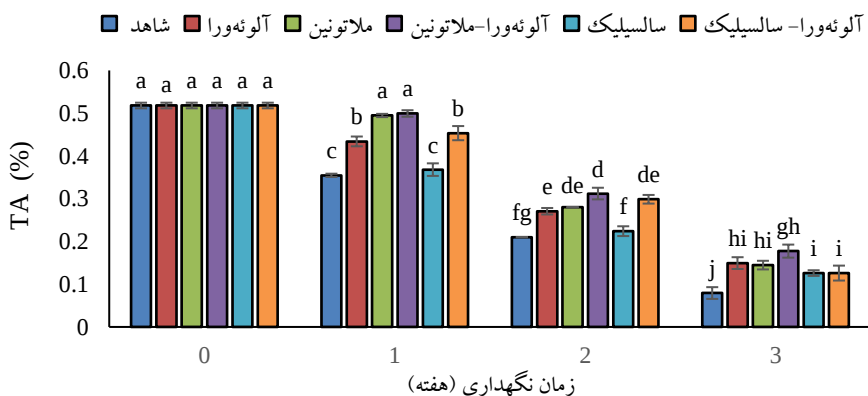
۳- نتایج و بحث



شکل ۳- اثر متقابل زمان و تیمار بر سفتی بافت میوه انبه در مدت نگهداری در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر ساده زمان (الف) و تیمار (ب) بر pH میوه انبه. حروف همسان نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD می باشد. شاخص عمودی بالای ستون ها معرف خطای استاندارد است.

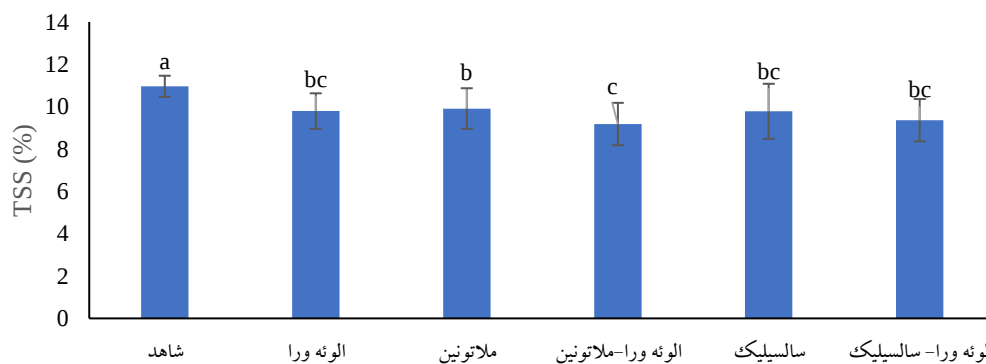
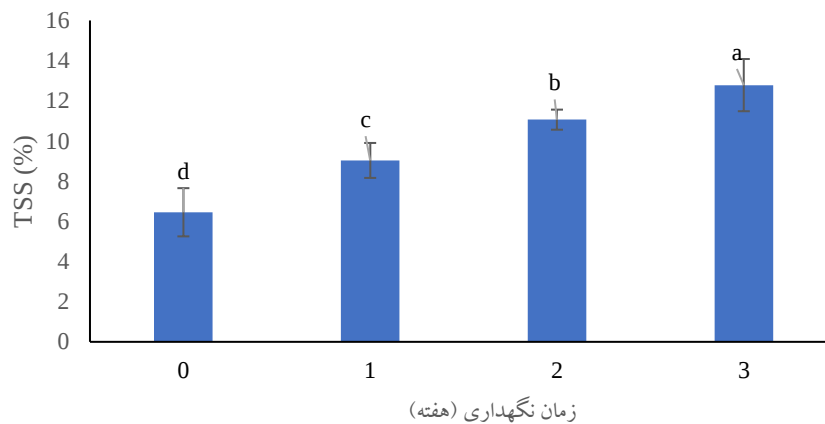


شکل ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل ژل آلونه ورا در ترکیب با اسید سالیسیلیک و ملاتونین بر TA میوه انبه. حروف همسان نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD می باشد. شاخص عمودی بالای ستون ها معرف خطای استاندارد است.

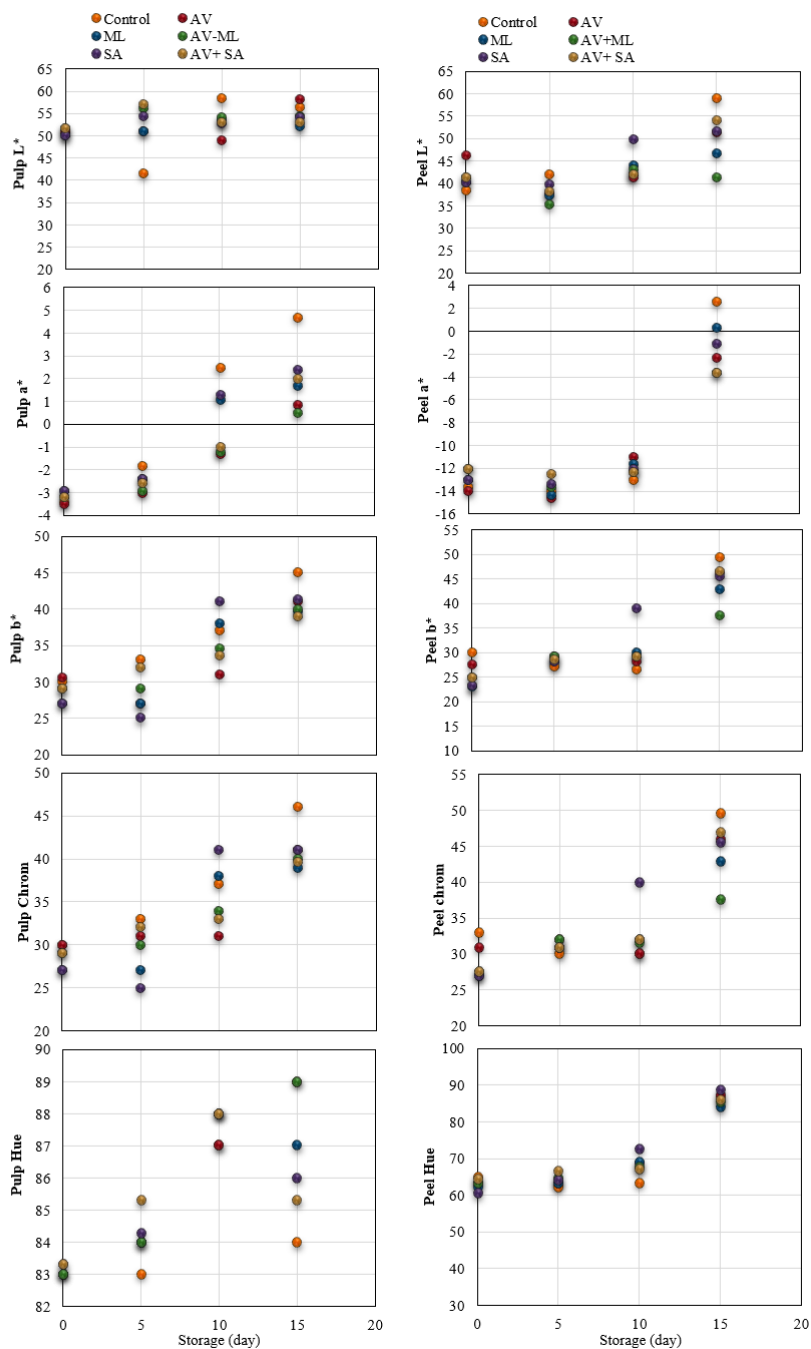


اولین همایش نباتات گرمسیری و خرما هرمزگان

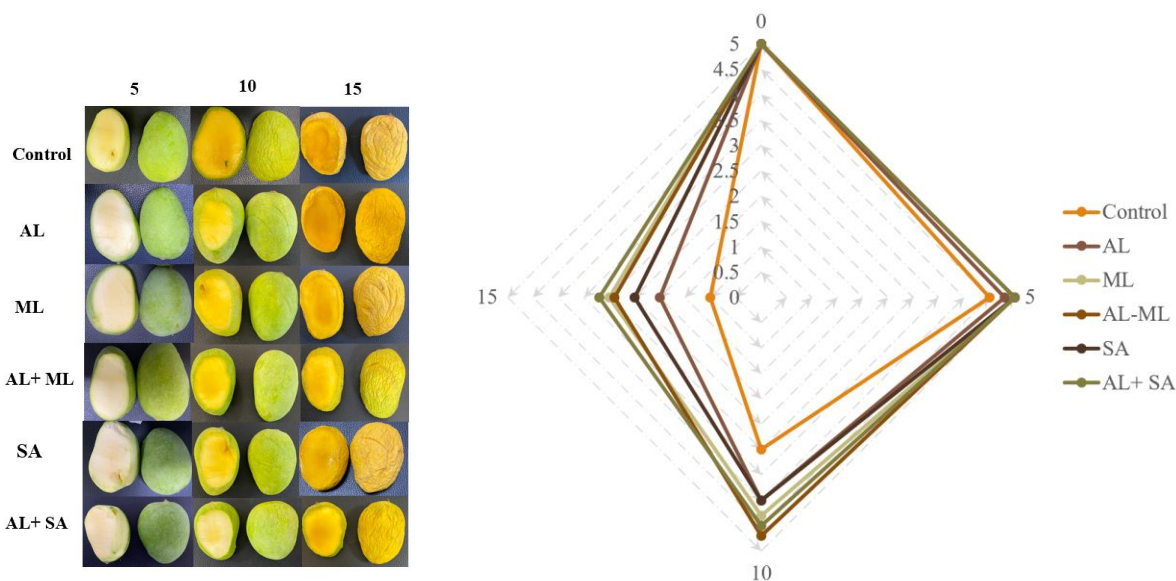
The First Conference of Tropical Plants & Dates in Hormozgan



شکل ۶. مقایسه میانگین اثر زمان (الف) و تیمار (ب) بر TSS میوه انبه. حروف همسان نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD می باشد. شاخص عمودی بالای ستون ها معرف خطای استاندارد است.



شکل ۷. مقایسه میانگین اثر زمان و تیمار بر شاخص های مختلف رنگ میوه انبه.



شکل ۸. تغییرات ظاهری میوه انبه تحت تأثیر تیمارهای مختلف طی ۱۵ روز نگهداری در محیط (الف). بازآپسندی کلی میوه انبه تحت تأثیر تیمارهای مختلف انبه در روزهای مختلف نگهداری.

یکی از عوامل اصلی که بر کیفیت محصول تازه تأثیر میگذارد، از دست دادن آب پس از برداشت است که می تواند باعث چروک شدن و خراب شدن میوه شود. کیفیت ظاهری و تازگی میوه با کاهش وزن مرتبط است که پارامتر کیفی اولیه برای میوه های تجاری است. در حقیقت، تبخیر آب از سطح میوه احتمالاً دلیل این کاهش وزن است، که یکی از دلایل اصلی کاهش کیفیت، مانند چروک شدن سطح و کاهش آبمیوه است. (16) پوشش ها به عنوان یک مانع نیمه تراوا بین میوه و اتمسفر اطراف برای گازهای تنفسی و بخار آب عمل می کنند و می توانند اتمسفر را تغییر دهند که مانع ایجاد پیری و کاهش وزن شود. با ایجاد یک مانع فیزیکی در برابر رطوبت، از کم آبی و چروک شدن میوه های پوشش داده شده جلوگیری می کند.

سالیسیلیک اسید و آلوه ورا ممکن است با اثر هم افزایی خود در کاهش تنفس و از دست دادن آب از سطح میوه، بر کاهش وزن تأثیر بگذارند. مشابه با این مطالعه، تحقیقات نشان داد که استفاده از ملاتونین در کاهش سرعت تنفس سیب موفقیت آمیز بود که به نوبه خود افت وزن میوه را کاهش داد. ملاتونین خارجی با کاهش فعالیت هیدرولازهای دیواره سلولی، افت وزن را کاهش داد و سفتی میوه را حفظ کرد و در نتیجه تخریب دیواره سلولی را به تاخیر انداخت. این پدیده ممکن است در نتیجه حفظ و بهبود عملکرد غشا باشد (17). با این حال، مطالعات زیادی وجود ندارد که یافته های ما را با یافته های دیگر درباره ترکیب ملاتونین و ژل آلوه ورا برای تشکیل فیلم ها یا بسته های زیست تخریب پذیر یا خوراکی مقایسه کند.

در این تحقیق ملاتونین به تنهایی و در ترکیب با آلوه ورا و ترکیب آلوه ورا و سالیسیلیک به طور قابل توجهی تنفس میوه را در روز پانزدهم نگهداری کنترل کرد. مشابه با این مطالعه، تیمار با ملاتونین سرعت تنفس را کاهش داد و اوج تولید اتیلن را در میوه به تأخیر انداخت (18) در این مطالعه، آلوه ورا به تنهایی مانع از افزایش تنفس در میوه انبه نشد. اما در برخی از میوه های هسته دار مانند هلو و آلو، میزان تنفس و تولید اتیلن نیز در طی نگهداری در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد در پاسخ به استفاده از ژل آلوه ورا کاهش یافت (۱۹). گزارش های قبلی نشان داد که کاربرد آلوه ورا تأخیر در فرآیندهای پس از برداشت و تغییرات پارامترهای مربوط به کیفیت میوه با مهار تولید اتیلن را منعکس می کند (۲۰). گزارش شده است که کاربرد سالیسیلیک اسید می تواند پیری میوه را با



اولین همایش نباتات گرمسیری و خرما هرمزگان

The First Conference of Tropical Plants & Dates in Hormozgan

به تاخیر انداختن افزایش اتیلن و مهار سرعت تنفس گوجه فرنگی (۲۱)، موز (۲۲) و زردآلو (۲۳) به تاخیر بیندازد. علاوه بر این، بسته شدن روزنه ها و جلوگیری از سنتز اتیلن برای کاهش سرعت تنفس ناشی از سالیسیلیک اسید نیز پیشنهاد شده است (۲۴). مقبولیت میوه های تازه توسط مصرف کنندگان تحت تأثیر سفتی آنها است. بر اساس گزارش های قبلی، سفتی میوه در حین ذخیره سازی کاهش می یابد. تسریع رسیدن، که به تجزیه دیواره سلولی مرتبط است، با نرم شدن میوه همراه است. در مطالعه حاضر، آلوئه ورا و تیمارهای ترکیبی آن به طور قابل توجهی کاهش سفتی انبه را در طول نگهداری به تاخیر انداخت. احتمالاً تیمارها با تأثیر بر انتشار گاز از طریق پوست و سرعت تنفس، فعالیت متابولیک و فرآیند رسیدن را کاهش می دهد. علاوه بر این، با کاهش فعالیت آنزیم های گالاکتوزیداز، پکتین متیل استراز و پلی گالاکتروناز، پیشنهاد شده است که پوشش ژل آلوئه ورا می تواند سفتی میوه را حفظ کند.

به همین ترتیب، تحقیقات قبلی نشان داده است که در سیب رسیدن و نرم شدن میوه ممکن است با تیمار ملاتونین کاهش یابد (25). گزارش شده است که استفاده از ملاتونین با کاهش فعالیت پلی گالاکتروناز، استحکام میوه کیوی را در طول نگهداری حفظ می کند (26).

کاربرد ترکیبی پوشش های کیتوزان و اسید سالیسیلیک به طور موثر آنزیم های نرم کننده میوه را در گلابی تعدیل می کند. پوشش به طور موثری فعالیت آنزیم های تخریب کننده دیواره سلولی مانند پکتین متیل استراز (PME)، پلی گالاکتروناز (PG) و سلولاز را که با نرم شدن میوه ها تا ۶۰ و ۱۵ روز نگهداری در سردخانه مرتبط است، به تاخیر انداخت (27). مطالعات نشان دادند که تیمار با ملاتونین می تواند از تخریب کلروفیل در میوه ها و سبزیجات جلوگیری کند. اثرات مفید ملاتونین به یک سیستم کارآمدتر برای مهار گونه های فعال اکسیژن و کاهش پراکسیداسیون لیپیدی غشا نسبت داده شده اند. علاوه بر این، اثرات ملاتونین بر تأخیر ویا کاهش بیوسنتز اتیلن در میوه های گرمسیری مانند انبه، موز و گلابی گزارش شده است که منجر به حفظ کیفیت میوه می شود. سالیسیلیک اسید می تواند تخریب کلروفیل و سرعت سنتز لیکوپن را با مهار اتیلن و نرخ تنفس برای حفظ رنگ میوه گوجه فرنگی به تاخیر بیندازد (21).

شاخص L^* معرف میزان روشنی (درخشندگی) نمونه می باشد و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا ۱۰۰ (سفید خالص) متغیر است. شاخص a^* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ های سبز و قرمز را نشان می دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (سبز خالص) تا ۱۲۰+ (قرمز خالص) متغیر است. شاخص b^* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ های آبی و زرد را نشان می دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (آبی خالص) تا ۱۲۰+ (زرد خالص) متغیر می باشد. در پایان آزمایش بیشترین سفتی بافت در تیمار آلوئه ورا- ملاتونین و کمترین سفتی در شاهد (آب مقطر) مشاهده شد. که نتایج گزارشاتی نشان داد که کاهش وزن و حفظ سفتی و رنگ پوست میوه هلو در مدت زمان نگهداری ۳۶ روزه در سرما می تواند با ترکیب پوشش ژل آلوئه ورا ۳۰ درصد و کیتوزان ۱/۵ درصد به میزان قابل توجهی حاصل شود. بافت میوه یک ویژگی کیفی ضروری برای بازارپسندی میوه و مقبولیت مصرف کننده است. یکی از دلایل کاهش وزن و کاهش سفتی، تخریب و تفرق آب از بافت میوه به هوای اطراف است. این نظریه مطرح شد که پوشش ژل آلوئه ورا یک سد رطوبتی تشکیل می دهد و تفرق آب را به حداقل می رساند، بنابراین کاهش وزن را به تاخیر می اندازد و سفتی را حفظ می کند (28,29).

پوشش خوراکی ژل آلوئه ورا رنگدانه های میوه را با مهار قهوه ای شدن آنزیمی حفظ می کند. به طور مشابه، تغییر رنگ در آلبالوهای شیرین که در ژل آلوئه ورا غوطه ور شده بودند و نیز به تعویق افتادند. علاوه بر فعالیت هم افزایی بر روی حفظ رنگ، ژل آلوئه ورا مخلوط شده در پوشش کیتوزان تنفس را کاهش می دهد که منجر به وقفه در رسیدن میوه و در نتیجه تغییر رنگ می شود (۳۰).



اولین همایش نباتات گرمسیری و خرما هرمزگان

The First Conference of Tropical Plants & Dates in Hormozgan

۴- نتیجه گیری

مطابق با این مطالعات، نتایج ما نشان داد که ملاتونین و سالیسیلیک اسید در ترکیب با ژل آلوه‌ورا به مدت ۳ هفته نگهداری در شرایط محیط، تأثیر قابل توجهی بر حفظ کیفیت پس از برداشت میوه انبه داشته است.

۵- قدردانی

از دانشگاه هرمزگان برای فراهم آوردن تجهیزات آزمایشگاهی تشکر میکنیم.

۶- منابع

- 1- Anusuya, P., Nagaraj, R., Janavi, G.J., Subramanian, K.S., Paliyath, G. and Subramanian, J., 2016. Pre-harvest sprays of hexanal formulation for extending retention and shelf-life of mango (*Mangifera indica* L.) fruits. *Scientia horticulturae*, 211, pp.231-240
- 2- FAOSTAT 2021. *Food and Agricultural Organization of the United Nations*. Available Online at: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (accessed May 13, 2021)
- 3- Rosalie, R., Léchaudel, M., Dhuique-Mayer, C., Dufossé, L. and Joas, J., 2018. Antioxidant and enzymatic responses to oxidative stress induced by cold temperature storage and ripening in mango (*Mangifera indica* L. cv. 'Cogshall') in relation to carotenoid content. *Journal of plant physiology*, 224, pp.75-85.
- 4- Silva, G.M.C., Silva, W.B., Medeiros, D.B., Salvador, A.R., Cordeiro, M.H.M., da Silva, N.M., Santana, D.B. and Mizobutsi, G.P., 2017. The chitosan affects severely the carbon metabolism in mango (*Mangifera indica* L. cv. Palmer) fruit during storage. *Food chemistry*, 237, pp.372-378
- 5- Amin, M.U., Khurram, M., Khattak, B. and Khan, J., 2015. Antibiotic additive and synergistic action of rutin, morin and quercetin against methicillin resistant *Staphylococcus aureus*. *BMC complementary and alternative medicine*, 15(1), pp.1-12.
- 6- Ebrahimi, F. and Rastegar, S., 2020. Preservation of mango fruit with guar-based edible coatings enriched with *Spirulina platensis* and *Aloe vera* extract during storage at ambient temperature. *Scientia Horticulturae*, 265, p.109258.
- 7- Xing, Y., Yang, H., Guo, X., Bi, X., Liu, X., Xu, Q., Wang, Q., Li, W., Li, X., Shui, Y. and Chen, C., 2020. Effect of chitosan/Nano-TiO₂ composite coatings on the postharvest quality and physicochemical characteristics of mango fruits. *Scientia Horticulturae*, 263, p.109135.
- 8- Shah, S. and Hashmi, M.S., 2020. Chitosan-aloe vera gel coating delays postharvest decay of mango fruit. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 61(2), pp.279-289.
- 9- Hazrati, S., BeyraghdarKashkooli, A., Habibzadeh, F., Tahmasebi-Sarvestani, Z., and Sadeghi, A. R., 2017 Evaluation of Aloe vera Gel as an Alternative Edible Coating for Peach Fruits During Cold Storage Period. *Gesunde Pflanzen*, 69(3), 131-137.



اولین همایش نباتات گرمسیری و خرما هرمزگان

The First Conference of Tropical Plants & Dates in Hormozgan

- 10 -Ali, S., Anjum, M.A., Nawaz, A., Naz, S., Hussain, S., Ejaz, S. and Sardar, H., 2020. Effect of pre-storage ascorbic acid and Aloe vera gel coating application on enzymatic browning and quality of lotus root slices. *Journal of Food Biochemistry*, 44(3), p.e13136.
- 11- Asghari, M., & Aghdam, M. S. (2010). Impact of salicylic acid on post-harvest physiology of horticultural crops. *Trends in Food Science & Technology*, 21(10), 502-509.
- 12- Mandal, D., Laldingliana, W.F., Hazarika, T.K. and Nautiyal, B.P., 2014, December. Salicylic acid delayed postharvest ripening and enhanced shelf life of tomato fruits at ambient storage. In *III Asia Pacific Symposium on Postharvest Research, Education and Extension: APS2014 1213* (pp. 115-122).
- 13- Galano, A. and Reiter, R.J., 2018. Melatonin and its metabolites vs oxidative stress: From individual actions to collective protection. *Journal of Pineal Research*, 65(1), p.e12514.
- 14- Aghdam, M.S., Luo, Z., Jannatizadeh, A., Sheikh-Assadi, M., Sharafi, Y., Farmani, B., Fard, J.R. and Razavi, F., 2019. Employing exogenous melatonin applying confers chilling tolerance in tomato fruits by upregulating ZAT2/6/12 giving rise to promoting endogenous polyamines, proline, and nitric oxide accumulation by triggering arginine pathway activity. *Food Chemistry*, 275, pp.549-556.
- 15- Zhai, R., Liu, J., Liu, F., Zhao, Y., Liu, L., Fang, C., Wang, H., Li, X., Wang, Z., Ma, F. and Xu, L., 2018. Melatonin limited ethylene production, softening and reduced physiology disorder in pear (*Pyrus communis* L.) fruit during senescence. *Postharvest Biology and Technology*, 139, pp.38-46.
- 16- Fawole, O.A., Riva, S.C., Opara, U.L., 2020. Efficacy of Edible Coatings in Alleviating Shrivel and Maintaining Quality of Japanese Plum (*Prunus salicina* Lindl.) during Export and Shelf Life Conditions. *Agronomy*. <https://doi.org/10.3390/agronomy10071023>
- 17- Ze, Yun, Huijun Gao, Taotao Li, Bao Yang, and Yueming Jiang. 2021. "Insights into the Roles of Melatonin in Maintaining Quality and Extending Shelf Life of Postharvest Fruits." *Trends in Food Science & Technology* 109: 569–78.
- 18- Medina-Santamarina, Jorge, Fabián Guillén, Mihaela I Ilea, María C Ruiz-Aracil, Daniel Valero, Salvador Castillo, and María Serrano. 2023. "Melatonin Treatments Reduce Chilling Injury and Delay Ripening, Leading to Maintenance of Quality in Cherimoya Fruit." *International Journal of Molecular Sciences*.
- 19- Guillén, Fabián, Huertas M Díaz-Mula, Pedro J Zapata, Daniel Valero, María Serrano, Salvador Castillo, and Domingo Martínez-Romero. 2013. "Aloe Arborescens and Aloe Vera Gels as Coatings in Delaying Postharvest Ripening in Peach and Plum Fruit." *Postharvest Biology and Technology* 83: 54–57.
- 20-Hasan, Mahmood Ul, Rehan Riaz, Aman Ullah Malik, Ahmad Sattar Khan, Raheel Anwar, Rana Naveed Ur Rehman, and Sajid Ali. 2021. "Potential of Aloe Vera Gel Coating for Storage Life Extension and Quality Conservation of Fruits and Vegetables: An Overview." *Journal of Food Biochemistry* 45 (4): e13640.
- 21- Kumar, Naresh, Jayanti Tokas, Midathala Raghavendra, and Hari R Singal. 2021. "Impact of Exogenous Salicylic Acid Treatment on the Cell Wall Metabolism and Ripening Process in



اولین همایش نباتات گرمسیری و خرما هرمزگان

The First Conference of Tropical Plants & Dates in Hormozgan

Postharvest Tomato Fruit Stored at Ambient Temperature.” *International Journal of Food Science & Technology* 56 (6): 2961–72.

22- Xu, Fangxu, Yefei Liu, Jie Xu, and Liang Fu. 2019. “Influence of 1-methylcyclopropene (1-MCP) Combined with Salicylic Acid (SA) Treatment on the Postharvest Physiology and Quality of Bananas.” *Journal of Food Processing and Preservation* 43 (3): e13880.

23- Li, Yaling, Huan He, Yuanyuan Hou, Abulimiti Kelimu, Fang Wu, Yating Zhao, Ling Shi, and Xuan Zhu. 2022. “Salicylic Acid Treatment Delays Apricot (*Prunus Armeniaca* L.) Fruit Softening by Inhibiting Ethylene Biosynthesis and Cell Wall Degradation.” *Scientia Horticulturae* 300: 111061.

24-Agurla, S., Sunitha, V., Raghavendra, A.S., 2020. Methyl salicylate is the most effective natural salicylic acid ester to close stomata while raising reactive oxygen species and nitric oxide in *Arabidopsis* guard cells. *Plant Physiology and Biochemistry* 157, 276–283. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.10.026>

25-Liu, Shuaimin, Hua Huang, Donald J Huber, Yonggui Pan, Xuequn Shi, and Zhengke Zhang. 2020. “Delay of Ripening and Softening in ‘Guifei’ Mango Fruit by Postharvest Application of Melatonin.” *Postharvest Biology and Technology* 163: 111136.

26- Cao, Sen, Guangfan QU, Chao MA, Liangjie BA, Ning JI, Lingshuai MENG, Jiqing LEI, and Rui WANG. "Effects of melatonin treatment on the physiological quality and cell wall metabolites in kiwifruit." *Food Science and Technology* 42 (2021): e85421.

27-Sinha, A., Gill, P. P. S., Jawandha, S. K., & Grewal, S. K. (2022). Composite coating of chitosan with salicylic acid retards pear fruit softening under cold and supermarket storage. *Food Research International*, 160, 111724.

28- Allegra, A., Farina, V., Inglese, P., Gallotta, A. and Sortino, G., 2019, September. Qualitative traits and shelf life of fig fruit ('Melanzana') treated with Aloe vera gel coating. In *VI International Symposium on Fig 1310* (pp. 87-92).

29-Guillén, F., Díaz-Mula, H.M., Zapata, P.J., Valero, D., Serrano, M., Castillo, S. and Martínez-Romero, D., 2013. Aloe arborescent and Aloe vera gels as coatings in delaying postharvest ripening in peach and plum fruit. *Postharvest biology and technology*, 83, pp.54-57.

30- Benítez, S., Achaerandio, I., Sepulcre, F. and Pujolà, M., 2013. Aloe vera based edible coatings improve the quality of minimally processed ‘Hayward’kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, 81, pp.29-36.

Maintaining the post-harvest quality of mango fruit using organic compounds

Somayeh Rastegar^{1*} and Reza Morsalpour²



اولین همایش نباتات گرمسیری و خرما هرمزگان

The First Conference of Tropical Plants & Dates in Hormozgan

1. Associate Professor of Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and Natural

Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

2. Master's student, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Hormozgan University, Bandar Abbas, Iran.

*Corresponding Author's E-mail: srastegar@hormozgan.ac.ir

Abstract

Edible coatings have developed as promising solutions for extending the shelf life and maintaining the quality of fresh fruits, including mango. These coatings can enhance the appearance of fruits and serve as carriers for various functional substances such as antioxidants, antimicrobial agents, and nutrients. Given that mangoes are highly perishable and have a short post-harvest life, the use of edible coatings can be particularly beneficial in preserving their quality and ensuring their safety during transportation to distant markets. The objective was to improve the shelf life of mango fruits by employing a combination of *Aloe vera* gel, salicylic acid, and melatonin. The experiment involved different treatments, including immersion in distilled water (control), immersion in melatonin (100 μ M), application of *Aloe vera* gel (40%), application of salicylic acid (2 mM), combination of *Aloe vera* gel and salicylic acid, and combination of *Aloe vera* gel and melatonin. The mango samples were stored at a temperature of 20 ± 2 °C for a duration of 21 days, with periodic assessments conducted on a weekly basis. Several parameters were evaluated during the experiment, including color parameters (L^* , a^* , and b^*), total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), and pH. The results indicated that as the duration of storage increased (third week), the color indices (L^* , a^* , and b^*) exhibited an increase, decrease, and increase, respectively, compared to the control group during the first week. At the end of the experiment, the treatment involving a combination of *Aloe vera* gel and melatonin demonstrated the highest tissue stiffness, while the control group (distilled water) exhibited the lowest firmness. Additionally, the *Aloe vera* gel-melatonin treatment showed the highest TA content, whereas the control group exhibited the lowest TA content. Overall, the research findings suggest that the combination of *Aloe vera* gel and melatonin, as well as *Aloe vera* gel and salicylic acid, played a more effective role in maintaining the quality of mango fruits during storage when compared to other treatments.

Key words: edible coating, postharvest, mango, maintaining quality