

مقاله پژوهشی

تأثیر پوشش خوراکی صمغ گوار و ژل آلوه‌ورا بر کیفیت انبارمانی میوه انبه (*Mangifera indica*)

فریبا ابراهیمی^۱، سمیه رستگار^{۲*} و حیدر مفتاحی‌زاده^۳

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۴/۵ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۷/۲۳)

چکیده

میوه انبه (*Mangifera indica*) به‌عنوان یکی از میوه‌های مهم گرمسیری، از ارزش غذایی و اهمیت اقتصادی فراوانی برخوردار است. اما به دلیل فرازگرا بودن، فرآیند رسیدن میوه انبه به‌سرعت انجام می‌گیرد. لذا عمر پس از برداشت کوتاهی دارد. این تحقیق به منظور بررسی تأثیر صمغ گوار و ژل آلوه‌ورا بر کیفیت و ارزش غذایی میوه انبه در مدت انبار در دمای ۱۲ درجه سانتیگراد انجام شد. تیمارها شامل صمغ گوار یک درصد، ژل آلوه‌ورا ۲۰ درصد و ترکیب محلول‌های گوار و آلوه‌ورا بود. بعد از ۴ هفته نگهداری، خصوصیات مختلف کمی و کیفی میوه ارزیابی شدند. کمترین مقدار TSS و بیشترین مقدار شاخص طعم در میوه‌های با پوشش آلوه‌ورا ۲۰ درصد مشاهده شد. بیشترین میزان سفتی در میوه‌های دارای پوشش آلوه‌ورا و بیشترین مقدار آسکوربیک اسید و فلاونوئید کل در تیمار ترکیبی گوار و آلوه‌ورا مشاهده شد. تیمار آلوه‌ورا بطور معنی‌داری، افت وزن کمتری نسبت به شاهد نشان داد. میوه‌های تیمار شده با پوشش‌های مختلف و شاهد از نظر فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فنل کل تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند. میوه‌های پوشش‌دار شده با ژل آلوه‌ورا نسبت به شاهد و دیگر تیمارها دارای پوست سبز رنگ‌تری بودند. بر اساس نتایج به دست آمده مشخص شد که پوشش‌های خوراکی ژل آلوه‌ورا و صمغ گوار به تنهایی نقش موثری در حفظ کیفیت میوه انبه در مدت انبار داشتند.

کلمات کلیدی: ارگانیک، انبه، پس از برداشت، پوشش خوراکی، گرمسیری

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس.

۲- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس.

۳- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان.

* پست الکترونیک: srastegar2008@gmail.com

مقدمه

انبه (*Mangifera indica* L.) میوه‌ای فرازگرا و متعلق به خانواده آناکاردیاسه می‌باشد (دیدهو^۱ و همکاران، ۲۰۰۷). با توجه به ماهیت فرازگرایی میوه انبه، در مدت کوتاهی بعد از برداشت، کیفیت و بازاری پسندی خود را از دست می‌دهد. میوه‌ها به سرعت نرم و بسته به رقم تغییر رنگ داده و فاسد می‌شوند. به همین دلیل معمولاً در شرایط معمولی صادرات آن به نقاط دور دست محدود می‌باشد. استفاده از دمای مناسب و تیمارهای پس از برداشت نقش موثری در افزایش بازاری پسندی و ارزش اقتصادی آن دارد. صمغ عربی، کیتوزان (خلیق^۲ و همکاران، ۲۰۱۶)، اسانس رزماری (گلستانی و همکاران، ۱۳۹۶)، از جمله ترکیبات طبیعی و خوراکی هستند که تاکنون جهت افزایش افزایش عمر ماندگاری میوه انبه استفاده شده است. کاربرد پوشش‌های خوراکی بر روی میوه‌ها و سبزی‌ها موجب کاهش سرعت تنفس، حفظ ترکیبات مغذی و جلوگیری از کاهش افت رطوبت شده و به طور کلی باعث افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت محصولات تازه می‌شود. پوشش‌های خوراکی دارای مزایایی از قبیل قابلیت خوراکی، زیست سازگار، بازاری پسندی بالا، غیر سمی، غیر آلاینده و با هزینه کم هستند (امامی‌فر، ۱۳۹۴). ژل آلوهورا دارای ترکیبات مختلف پلی‌ساکاریدی است که از ترکیبات گلوکومانان و گالاکتان تشکیل شده اند. این ژل سالم و سازگار با محیط زیست می‌باشد، پوشش آلوهورا می‌تواند اتمسفر داخلی را تغییر داده و مشابه بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته عمل نماید. لذا به عنوان یک جایگزین مناسب برای قارچ‌کش‌های شیمیایی مطرح می‌باشد (الورد^۳ و همکاران، ۲۰۰۵). ژل آلوهورا دارای فعالیت ضدقارچی بوده و مانع رشد مسیلیوم قارچ می‌شود (رینولدز و دویک^۴، ۱۹۹۹). مطالعات نشان می‌دهند که اعمال تیمار آلوهورا روی نارنگی و پاپایا (امامی‌فر، ۱۳۹۴)، دانه‌های انار (نبی‌گل و اصغری^۵، ۲۰۱۳)، سبب افزایش عمر ماندگاری و حفظ خصوصیات کیفی و کمی این میوه‌ها در مدت نگهداری گردید.

صمغ گوار از دانه‌های گیاه گوار یا لوبیای خوشه‌ای (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) که از خانواده بقولات می‌باشد، بدست می‌آید. یک گالاتومانان است که از واحدهای دی‌گالاکتوز و دی‌مانوز با پیوند بتا ۱ و ۶ تشکیل شده است و در غلظت‌های نسبتاً کم تشکیل محلول‌های بسیار ویسکوزی می‌دهد که به میزان کمی تحت تأثیر pH، یون‌ها و فرایند حرارتی قرار می‌گیرد (لانگ^۶، ۲۰۱۲). بیش از ۸۰٪ گوار مصرفی در جهان در کشور هند تولید می‌شود، کشورهای چین، آمریکا و آلمان بیشترین واردکنندگان گیاه گوار از هند می‌باشند (استف^۷، ۱۹۹۶). تحقیقات انجام شده بر استفاده پوشش گوار محدود به میوه‌های گوجه‌فرنگی رقم رم (رلاز-چاکن^۸، ۲۰۱۷)، خیار (سها^۹ و همکاران، ۲۰۱۶)، پرتقال والنسیا (یحیی و همکاران، ۲۰۰۱) می‌باشد.

در این پژوهش از ترکیبات ارگانیک (ژل آلوهورا و صمغ گوار) به منظور افزایش عمر انباری و حفظ ارزش غذایی یکی از ژنوتیپ‌های مهم میوه انبه میناب استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

در تیر ماه ۱۳۹۷ میوه‌های انبه، در مرحله سبز بالغ از یکی از باغات انبه واقع در شهرستان میناب برداشت شد. پس از شست و شوی میوه‌ها و ضدعفونی با هیپوکلریت سدیم ۰/۰۵ درصد، میوه‌ها به مدت ۵ دقیقه در صمغ گوار یک درصد و ژل آلوهورا ۲۰ درصد و محلول ترکیبی گوار و آلوهورا با یکدیگر غوطه‌ور شدند. از آب مقطر به عنوان شاهد استفاده شد. سپس به مدت ۱۲ ساعت در محیط بیرون گذاشته شد تا کاملاً خشک شوند و در نهایت به سردخانه با دمای ۱۲ درجه انتقال یافت. بعد از یک ماه فاکتورهای بیوشیمیایی آن اندازه‌گیری شد.

درصد مواد جامد محلول کل (TSS)

با قرار دادن چند قطره از آب میوه انبه روی صفحه دستگاه رفاکتومتر دیجیتال مدل DBR95 (ساخت کشور تایلند) بر حسب درجه بریکس موجود در ۱۰۰ گرم عصاره میوه اندازه‌گیری شد.

1. Diedhiou
2. Khaliq
3. Valverde
4. Reynolds and Dweck
5. Nabigol and Asghari

6. Long
7. Steffe
8. Ruelas Chacon
9. Saha

اسیددیده قابل تیتراسیون

برای اندازه‌گیری اسیددیده قابل تیتراسیون از روش مستوفی و نجفی (۱۳۸۴) استفاده شد. در این روش چند قطره فنل‌فتالین به یک سی‌سی آب میوه اضافه شد و با سود ۰/۱ نرمال تا ظهور رنگ ارغوانی کم‌رنگ تیترا، سپس اسیددیده قابل تیتراسیون با استفاده از فرمول مربوطه محاسبه شد.

شاخص طعم (TSS/TA)

با استفاده از رابطه مقدار مواد جامد محلول تقسیم بر اسیددیده قابل تیتراسیون محاسبه شد.

pH

با استفاده از دستگاه pHسنج دیجیتال (مدل HI93141، HANNA، ساخت کشور پرتغال) اندازه‌گیری شد.

سفتی بافت میوه

سفتی بافت میوه انبه با استفاده از دستگاه سفتی سنج دستی (پنترومتر) مدل (SN,0585 ساخت کشور هلند) با قطر پیستون یک سانتی‌متر پس از جداسازی پوست میوه در قسمت استوایی اندازه‌گیری شد و بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع محاسبه گردید.

آسکوربیک اسید

مقدار ویتامین ث (میلی‌گرم آسکوربیک اسید در ۱۰۰ گرم نمونه) میوه‌ها، با روش تیتراسیون با ۲،۶ دی‌کلروفنل ایندوفنل اندازه‌گیری شد (پیللا و همکاران، ۲۰۱۰). روش کار بدین صورت بود که ۱ سی‌سی آب میوه و ۵ سی‌سی متافسفریک ۳ درصد به وسیله آب مقطر به حجم ۱۰ سی‌سی رسانیده و سپس ۵ سی‌سی از این محلول با کلروفنل ایندوفنل تیترا گردید و سپس با فرمول زیر محاسبه شد.

$$AA = (V \times F \times Y \times 100) / (W \times T)$$

که در آن AA مقدار اسید آسکوربیک در هر ۱۰۰ گرم وزن تازه میوه، V میلی‌لیتر ایندوفنل مصرف شده در تیتراسیون، F عامل ایندوفنل که برای محلول استاندارد اسید آسکوربیک برابر ۰/۲۵ است، Y میلی‌لیتر حجم مخلوط میوه و اسید متافسفریک که برابر ۱ است و T میلی‌لیتر حجم نمونه برای تیتراسیون که برابر ۵ است.

فعالیت آنتی‌اکسیدانی

فعالیت آنتی‌اکسیدانی به روش مهار رادیکال آزاد ۲و۲ دی‌فنیل ۱-پیکریل هیدرازیل (DPPH) اندازه‌گیری شد، طبق این روش ۲۰ میکرولیتر از عصاره میوه و ۱۸۰ میکرولیتر DPPH (۱۵۰ میکرومول) ترکیب و به مدت یک دقیقه شیکر شد و پس از ۴۰ دقیقه در تاریکی با دستگاه میکروریدر و در طول موج ۵۱۵ نانومتر قرائت شد (بورتوم^۲، ۲۰۰۸) و مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$I\% = (A_{control} - A_{sample} / A_{control}) \times 100$$

درصد کاهش وزن

وزن میوه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد و با استفاده از فرمول درصد کاهش وزن محاسبه گردید (ناورو^۳ و همکاران، ۲۰۱۰).

$$WL(\%) = (w_1 - w_2) * 100 / w_1$$

W1 وزن اولیه بر حسب گرم، W2 وزن ثانویه بر حسب گرم است)

رنگ

برای اندازه‌گیری رنگ پوست از دستگاه رنگ‌سنج مدل (CR-400) استفاده و بر اساس خصوصیات رنگی L* (روشنایی)، a* (قرمزی)، b* (زردی) تعیین شد.

فنل کل

اندازه‌گیری محتوای فنل کل گوشت میوه توسط معرف فولین سیوکالتو به صورت زیر انجام گرفت: نیم میلی لیتر از آب انبه با ۳ میلی‌لیتر متانول ۸۵ درصد ترکیب کرده و به مدت ۲۴ ساعت در یخچال نگهداری شد، سپس مقدار ۲۰ میکرولیتر از عصاره متانولی به همراه ۱۰۰ میکرولیتر از معرف فولین برداشته و پس از ۵ دقیقه ۸۰ میکرولیتر کربنات سدیم ۷/۵ در صد به آن اضافه شد و پس از دو ساعت توسط دستگاه میکروریدر با طول موج ۷۵۰ نانومتر خوانده شد (اردونز^۴ و همکاران، ۲۰۰۶).

فلاونوئید کل

به منظور اندازه‌گیری فلاونوئیدکل انبه به ۲۵ میکرولیتر از عصاره متانولی، ۷۵ میکرولیتر متانول ۸۵ درصد، ۵ میکرولیتر آلومینیوم کلرید ۱۰ درصد، ۵ میکرولیتر پتاسیم استات و ۱۴۰ میکرولیتر آب مقطر اضافه شد و نیم ساعت در دمای محیط گذاشته شد و سپس با دستگاه

2. Bourtoom
3. Navarro
4. Ordenez

1. Pila

تحقیقی که در سال ۲۰۰۸ صورت گرفت (بورتوم، ۲۰۰۸)، مطابقت دارد. نتایج پیشین نشان داد که صمغ گوار در ترکیب با اسانس‌ها باعث کاهش روند از دست رفتن اسیدیته میوه می‌شود (نعیم^۵ و همکاران، ۲۰۱۸). پوشش صمغ گوار بر خیار (سها و همکاران، ۲۰۱۶) و همچنین تیمار صمغ گوار به همراه عصاره جینسینگ روی میوه گیلاس به طور معنی‌داری باعث کم شدن سرعت افت اسیدیته شد. این روند کاهشی در اسیدیته می‌تواند به علت تغییرات متابولیک میوه و یا مصرف اسیدهای ارگانیک در طی تنفس باشد (دانگ و وانگ، ۲۰۱۸). حفظ اسیدیته در میوه‌های تیمار شده با پوشش می‌تواند به دلیل تغییر غلظت گازهای تنفسی در نتیجه کاهش تنفس و کاهش اکسیداسیون اسیدهای آلی باشد (یحیی^۶ و همکاران، ۲۰۰۱). این گزارش با نتایج تحقیق نعیم و همکاران (۲۰۱۸) که از صمغ گوار به عنوان پوشش خوراکی انبه برای افزایش عمر پس از برداشت استفاده نمودند یکسان بود.

سفتی

بیشترین و کمترین میزان سفتی بافت میوه به ترتیب در تیمار آلوه‌ورا ۲۰ درصد و گوار یک درصد مشاهده شد. در حالیکه گوار و تیمار ترکیبی گوار و آلوه‌ورا از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان نداد. کاهش سفتی میوه تحت تاثیر از دست دادن آب میوه است که به عنوان پارامتر مهمی در تغییر بافت در نظر گرفته می‌شود (دل وال^۷ و همکاران، ۲۰۰۵). دلیل حفظ سفتی میوه‌های تیمار شده با آلوه‌ورا مربوط به کاهش اتلاف آب و در نتیجه کاهش وزن میوه می‌باشد (والورد^۸ و همکاران، ۲۰۰۵). تحقیقات نشان داده‌اند که ترکیب صمغ گوار و عصاره جینسینگ از طریق کنترل تنفس و از دست رفتن آب میوه سبب افزایش استحکام بافت و بهبود کیفیت میوه می‌شوند (دانگ و وانگ، ۲۰۱۸). گزارش‌ها حاکی از آن است که تیمار کیتوزان و صمغ عربی به عنوان پوشش‌های خوراکی، سبب حفظ استحکام بافت میوه انبه نسبت به میوه‌های بدون پوشش شد (خلیق و همکاران، ۲۰۱۶).

میکروریدر با طول موج ۴۱۵ نانومتر خوانده شد (چانگ^۱ و همکاران، ۲۰۰۲).

وضعیت ظاهری

برای ارزیابی خصوصیات ظاهری میوه‌ها از روش نمره‌دهی استفاده شد. معیارهای نمره‌دهی شامل یکنواختی رنگ و پوسیدگی میوه بود و نمرات ۱ تا ۵ به آنها اختصاص داده شد: ۱= ضعیف، ۲= متوسط، ۳= خوب، ۴= خیلی خوب، ۵= عالی (اصغری و بابالار^۲، ۲۰۰۹).

تجزیه و تحلیل آماری

آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی انجام و آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS انجام گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون LSD در سطح آماری ۵ درصد مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج و بحث

مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، شاخص طعم و pH

بر اساس جدول ۱ میوه‌های تیمار شده با پوشش خوراکی گوار یک درصد بعد از ۴ هفته انبارمانی کمترین مقدار مواد جامد محلول را نشان دادند. گرچه تیمار آلوه‌ورا ۲۰ درصد نیز مواد جامد محلول کمتری نسبت به شاهد نشان داد، اما تفاوت معنی‌دار نبود. انبه‌هایی که با پوشش ترکیبی گوار و آلوه‌ورا تیمار شده بودند، اسیدهای آلی را به طور معنی‌داری نسبت به انبه‌های شاهد حفظ کردند. بیشترین مقدار pH در میوه‌های با پوشش گوار یک درصد مشاهده شد. گرچه از لحاظ آماری با شاهد تفاوت معنی‌دار نشان نداد.

جلوگیری از افزایش مواد جامد محلول در میوه‌های تیمار شده با پوشش خوراکی به دلیل کاهش تنفس، تغییر اتمسفر درونی میوه از جمله کاهش اکسیژن، اتیلن و افزایش دی‌اکسیدکربن است (دانگ و وانگ^۳، ۲۰۱۸). افزایش مقدار مواد جامد محلول در طول دوره انبارمانی به علت هیدرولیز کردن نشاسته به قند می‌باشد (وانگ و گائو^۴، ۲۰۱۳). پوشش گوار سبب کاهش و کند شدن روند افزایشی مواد جامد محلول میوه انبه شد که با نتایج

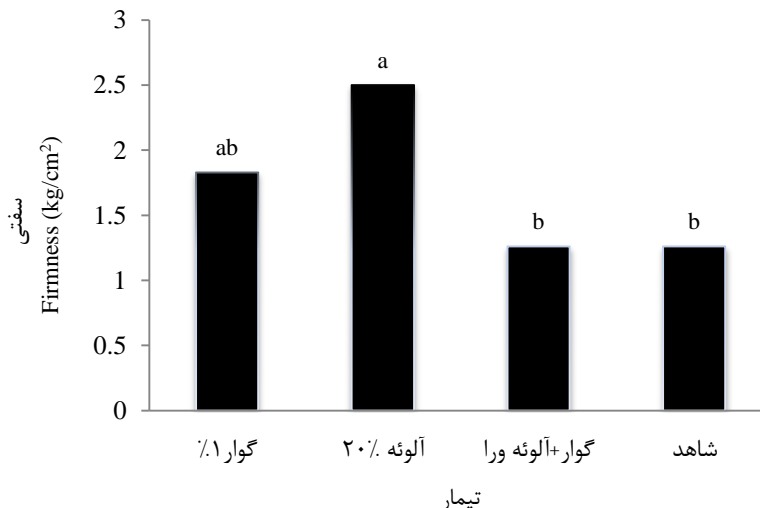
5. Naeem
6. Yahia
7. Del- valle
8. Valverde

1. Chang
2. Asghari and Babalar
3. Dong and Wang
4. Wang and Gao

جدول ۱- مقایسه میانگین تأثیر پوشش گوار و آلوئه‌ورا بر صفات مختلف انبه در طول انبارمانی در دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد

تیما	TSS	TA	pH	TSS/TA
	مواد جامد محلول (%)	اسید قابل تیتر (%)		
قبل از انبار	۶/۵ ^c	۰/۲۴ ^a	۳ ^c	۲۷/۱ ^c
شاهد	۱۳/۵ ^a	۰/۱۶ ^c	۳/۳۴ ^{ab}	۸۲/۶ ^{ab}
گوار ۱٪	۱۲/۳ ^b	۰/۱۵ ^c	۳/۴ ^a	۸۵/۶۳ ^{ab}
آلوئه‌ورا ۲۰٪	۱۳ ^{ab}	۰/۱۴ ^c	۳/۳۳ ^{ab}	۹۲/۴۶ ^a
گوار + آلوئه‌ورا	۱۳/۴ ^a	۰/۱۹ ^b	۳/۲۹ ^b	۷۲/۳ ^b

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.



شکل ۱- مقایسه میانگین تأثیر پوشش گوار و آلوئه‌ورا بر سفتی میوه انبه در طول انبارمانی در دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد. میانگین‌های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

اکسید، اکسیژن، رطوبت و در نتیجه کاهش تنفس و در نتیجه باعث کاهش از دست دادن آب محصول می‌شود (دانگ و وانگ، ۲۰۱۸). اثرات مثبت ژل آلوئه‌ورا بر کاهش افت وزن در انگور (والورد و همکاران، ۲۰۰۵) و دانه‌های انار (نبی گل و همکاران، ۲۰۱۳) نیز گزارش شده است. تیمار گوار اگرچه افت وزن را کاهش داد اما این مقدار از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان نداد. برخلاف این تحقیق، پوشش خوراکی صمغ گوار روی خیار سبب جلوگیری از کاهش افت وزن و کاهش درصد پوسیدگی شد (سها و همکاران، ۲۰۱۶). همچنین صابری^۱ و همکاران همکاران (۲۰۱۸) طی پژوهشی به این نتیجه رسیدند که تیمار گوار به همراه نشاسته نخود بر سطح پرتقال والنسیا مقدار تنفس و افت وزن را کاهش می‌دهد. علت جلوگیری از کاهش وزن توسط پوشش‌های خوراکی را ایجاد پیوند هیدروژنی بین ترکیبات صمغ گوار و هیدروفولیک‌ها مثل

درصد کاهش وزن، آسکوربیک اسید و فعالیت آن‌تی‌اکسیدانی

بر اساس نتایج بدست آمده بیشترین درصد کاهش وزن (۳/۷۶) و کمترین درصد کاهش وزن (۳/۲۲) به ترتیب در شاهد و تیمار آلوئه‌ورا ۲۰٪ مشاهده شد. همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است، بیشترین مقدار آسکوربیک اسید به ترتیب در میوه‌ها با پوشش ترکیبی گوار یک درصد و آلوئه‌ورا ۲۰ درصد و میوه‌های پوشش دار شده با گوار ۱ درصد مشاهده شد. تیمار ترکیبی گوار و آلوئه‌ورا بطور معنی‌داری باعث حفظ آسکوربیک اسید میوه شده بودند. تیمارهای استفاده شده تأثیر معنی‌داری بر فعالیت آن‌تی‌اکسیدانی میوه انبه نشان ندادند. کاهش وزن در محصولات تازه عمدتاً به دلیل از دست دادن آب ناشی از تنفس می‌باشد. در این پژوهش تیمار آلوئه‌ورا بطور معنی‌داری از کاهش وزن میوه‌ها جلوگیری کرد. این پوشش به عنوان یک مانع موثر در برابر تبخیر و انتشار آب از بافت میوه به محیط عمل کرده و کربن دی

فنل‌ها بیان کردند.

اسید آسکوربیک یک معیار کیفی از نظر تغذیه می‌باشد که در میوه‌ها و سبزیجات در طول دوره انبارداری و با گذشت زمان از بین می‌رود (ویلیامز^۱ و همکاران، ۱۹۹۵). یحیی و همکاران (۲۰۰۱) اظهار داشتند که کاهش سطح آسکوربیک در میوه‌ها می‌تواند به علت زیاد شدن فعالیت آنزیم آسکوربات اکسیداز باشد که در گوجه فرنگی و فلفل نیز این امر تأیید شده است. حفظ ویتامین ث در میوه‌هایی که با پوشش خوراکی تیمار شده اند می‌تواند به دلیل نفوذ کمتر اکسیژن از پوشش‌های روی سطح میوه‌ها و تأخیر در واکنش‌های اکسیداسیون تخریبی ویتامین ث باشد (آیرانسی^۲ و تونک، ۲۰۰۴).

در زمان رسیدن میوه تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) افزایش می‌یابد در حالیکه سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی کاهش پیدا می‌کند (کیم^۳ و همکاران، ۲۰۰۷). تنش‌ها و پیری در میوه باعث تولید رادیکال‌های آزاد می‌شوند و سلول‌های میوه برای حذف این رادیکال‌های آزاد از آنتی‌اکسیدان‌ها استفاده می‌کنند، پس تیمارهایی که سبب کاهش تنفس، تنش‌ها و تاخیر در پیری می‌شوند باعث حفظ محتوای آنتی‌اکسیدانی سلول‌ها می‌شوند (اصغری و خلیلی، ۱۳۹۳). تحقیقات نشان داده‌اند که کاربرد پوشش خوراکی کیتوزان بر سطح توت‌فرنگی باعث حفظ آنتی‌اکسیدان و تأخیر در فساد میوه شد (ویلز^۴ و همکاران ۱۹۸۰). استفاده از پوشش گوار بر میوه خیار از کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی جلوگیری کرد. همچنین با کاهش شدت آلودگی میوه، باعث افزایش مدت زمان نگهداری خیار در دمای محیط شد (سها و همکاران، ۲۰۱۶).

شاخص رنگ

شاخص L^* معرف میزان روشنی نمونه می‌باشد و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا ۱۰۰ (سفید خالص) متغیر است. شاخص a^* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های سبز و قرمز را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (سبز خالص) تا ۱۲۰+ (قرمز خالص) متغیر است. شاخص b^* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های آبی و زرد را نشان می‌دهد

و دامنه آن از ۱۲۰- (آبی خالص) تا ۱۲۰+ (زرد خالص) متغیر می‌باشد. همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، تیمار آلوهورا ۲۰ درصد بطور معنی‌داری باعث حفظ رنگ سبز پوست میوه انبه در مدت نگهداری شد. تیمار گوار و تیمار ترکیبی آن با آلوهورا گرچه دارای رنگ سبزتری بودند اما تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان ندادند. تفاوت معنی‌داری در فاکتور b^* پوست میوه‌های تیمار شده و شاهد مشاهده نشد. میوه‌های تیمار شده نسبت به شاهد به طور معنی‌داری دارای شفافیت (فاکتور L^*) بیشتری بودند. بیشترین شفافیت رنگ پوست در تیمار گوار ۱ درصد مشاهده شد. نتایج نشان می‌دهد که تیمار آلوهورا و همچنین گوار نقش موثری در جلوگیری از تجزیه کلروفیل پوست میوه داشتند. احتمالاً این پوشش‌ها با تغییر نفوذ اکسیژن و دی‌اکسید کربن در سطح میوه، تخریب کلروفیل و سنتز رنگدانه‌های کارتنوئیدی را به تأخیر می‌اندازند.

تیمارهای مختلف استفاده شده تأثیر معنی‌داری بر فاکتورهای مختلف رنگ گوشت نشان ندادند. گزارش‌های مختلفی از تأثیر پوشش‌ها بر شاخص‌های مختلف رنگ ارائه شده است. این نتایج با نتایج تحقیقات صابری و همکاران (۲۰۱۸) که از پوشش صمغ گوار و نشاسته بر میوه پرتقال والنسیا استفاده کرده بودند مطابقت داشت. در حالیکه پوشش گوار بر میوه گوجه‌فرنگی تغییر رنگ را به تأخیر انداخت که به علت کاهش اکسیژن و افزایش کربن دی‌اکسید بود (رلاز چاکن^۵ و همکاران، ۲۰۱۷).

فنل و فلاونوئید کل

همانطور که در شکل ۷ الف مشاهده می‌شود، از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین مقدار فنل کل شاهد و سایر تیمارها وجود ندارد. اما تیمار ترکیبی گوار و آلوهورا و گوار به تنهایی دارای مقدار فلاونوئید کل بالاتری نسبت به شاهد بودند (شکل ۷، ب). یکی از مکانیسم‌های دفاعی سلول‌ها در مقابل تنش‌ها و عوامل نا مساعد ترکیبات فنلی می‌باشد که با پیر شدن سلول به تدریج کاهش می‌یابند. پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی با ایجاد یک اتمسفر تغییر یافته در اطراف میوه سبب حفظ کربن‌دی‌اکسید در سطحی بالاتر از حالت طبیعی می‌شوند که این فرایند باعث کاهش تنفس و مقدار واکنش‌های اکسیداسیونی

1. Williams
2. Ayrançi and Tunc
3. Kim
4. Wills

5. Ruelas Chacon

جدول ۲- مقایسه میانگین تأثیر پوشش گوار و آلوئه‌ورا بر صفات مختلف انبه در طول انبارمانی در دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد

تیمار	درصد کاهش وزن	آسکوربیک اسید (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)	فعالیت آنتی‌اکسیدان (% DPPH)
قبل از انبار	-	۲۵ ^a	۹۵/۵ ^a
شاهد	۳/۷۶ ^a	۱۹ ^b	۹۴ ^a
گوار ۱٪	۳/۳۹ ^{ab}	۲۳ ^{ab}	۹۵ ^a
آلوئه‌ورا ۲۰٪	۳/۲۲ ^b	۱۹/۶ ^b	۹۴ ^a
گوار + آلوئه‌ورا	۳/۷۰ ^a	۲۴/۶ ^a	۹۳ ^a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای گوار و آلوئه‌ورا بر شاخص‌های رنگ میوه انبه در مدت انبار در دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد

تیمارها	a*	b*	L*
پوست			
قبل از انبار	-۱۴/۴۷ ^c	۲۶/۷ ^a	۴۸/۳۶ ^a
گوار ۱٪	-۱۱/۵۵ ^b	۳۰/۷۷ ^a	۴۶/۴۶ ^{ab}
آلوئه‌ورا ۲۰٪	-۱۲/۴۷ ^b	۳۳/۷۵ ^a	۴۳/۴۹ ^b
گوار + آلوئه‌ورا	-۱۰/۹۸ ^{ab}	۳۰/۸۹ ^a	۴۱/۰۱ ^b
شاهد	-۸/۹۹ ^a	۳۴/۵۳ ^a	۳۵/۳۸ ^c
گوشت			
قبل از انبار	-۴/۷۵ ^a	۲۱/۴۲ ^b	۷۰/۶۸ ^a
گوار ۱٪	-۲/۴۸ ^c	۳۴/۷۹ ^a	۵۹/۸۹ ^b
آلوئه‌ورا ۲۰٪	-۳/۵۴ ^b	۳۱/۴۲ ^a	۵۹/۶۶ ^b
گوار + آلوئه‌ورا	-۲/۹۱ ^{bc}	۳۵/۵۳ ^a	۵۹/۸ ^b
شاهد	-۳/۱۲ ^{bc}	۳۲/۰۵ ^a	۵۳/۹۴ ^b

میانگین‌های دارای حروف مشترک، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

رادیکال‌های آزاد اکسیژن دارند (هندریچ^۱ و همکاران، ۱۹۹۹).

وضعیت ظاهری

تیمار آلوئه‌ورا ۲۰ درصد دارای بیشترین بازارپسندی در مقایسه با سایر تیمارها بود (داده نشان داده نشده). کیفیت میوه مانند یکنواختی رنگ و عدم پوسیدگی میوه نقش مهمی در بازارپسندی میوه و امکان صادرات به بازارهای دور دست دارد. امروزه برای حفظ شاخص‌های کمی و کیفی استفاده از پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی به دلیل دارا بودن مواد طبیعی و عدم ایجاد آلودگی‌های زیست محیطی در صنعت در حال افزایش می‌باشد.

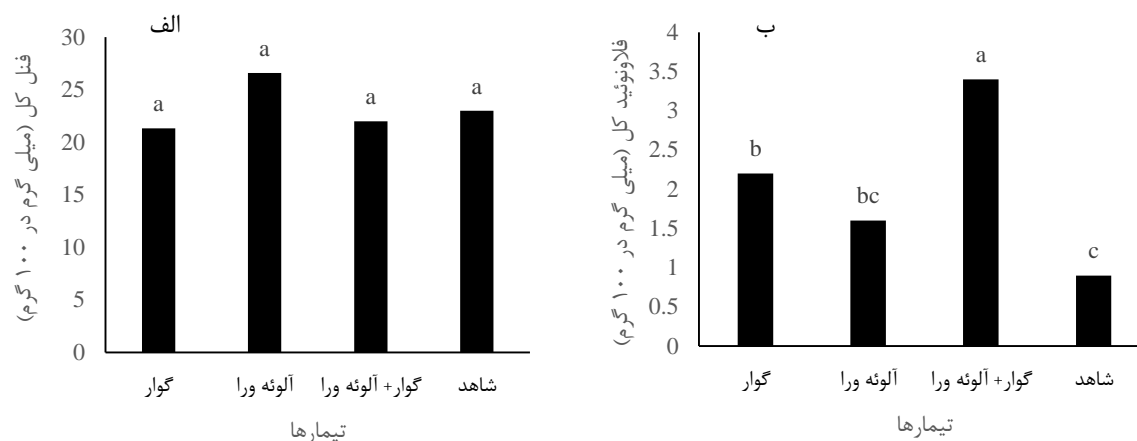
فنل‌ها با کاهش فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز می‌گردد. ژل آلوئه‌ورا با کنترل نسبت مواد جامد محلول به اسیدهای آلی و حفظ pH در سطح پایین با توجه به فعالیت بالای آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در pH قلیایی از افزایش فعالیت آن جلوگیری کرده و سبب حفظ فنل‌ها در سطح بالاتری می‌شود (عسکری و بابالار، ۲۰۰۹). کاهش میزان فلاونوئید کل در مدت انبارداری نشانه افزایش رادیکال‌های آزاد اکسیژن در پاسخ به تنش‌های فیزیولوژیکی ضمن رسیدن و پیری است. فلاونوئیدها ممکن است توسط رادیکال‌های آزاد اکسیژن، اکسید شده و تخریب شوند. فلاونوئیدها فراوان‌ترین ترکیبات فنلی هستند که تقریباً در تمام قسمت‌های گیاه وجود دارند و از مهمترین متابولیت‌های ثانویه گیاهی هستند که نقش مهمی در از بین بردن

1. Hendrich

نتیجه‌گیری کلی

بالتر نقش موثری در حفظ کیفیت میوه انبه نشان دادند. با توجه به ارگانیک و اقتصادی بودن این تیمارها استفاده از آنها به کشاورزان پیشنهاد می‌گردد.

بر اساس نتایج بدست آمده پوشش گوار ۱ درصد و همچنین آلونته‌ورا ۲۰ درصد با حفظ مقدار سفتی، آسکوربیک اسید و ترکیبات فلاونوئیدی و شاخص طعم



شکل ۲- مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای گوار و آلونته‌ورا بر فنل و فلاونوئید کل میوه انبه در طول انبارمانی در دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد. میانگین‌های دارای حروف مشترک، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

منابع

اصغری، م. و خلیلی، ح. ۱۳۹۳. تأثیر ژل آلونته‌ورا بر فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز، خواص کیفی و ماندگاری میوه گیلاس رقم 'سیاه مشهد'. نشریه علوم باغبانی، ۲۸(۳): ۳۹۹-۴۰۶.

امامی‌فر، آ. ۱۳۹۴. ارزیابی تأثیر ژل آلونته‌ورا به عنوان پوشش خوراکی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی توت‌فرنگی تازه طی انبارداری. فناوری‌های نوین غذایی، ۲(۲): ۲۹-۱۵.

گلستانی، ع. و رستگار، س. ۱۳۹۶. تأثیر اسانس‌های رزماری (*Rosmarinus officinalis*) و درمنه (*Artemisa persica*) در کنترل پوسیدگی و خصوصیات کیفی میوه انبه در مدت انبار. تولیدات گیاهی (علوم کشاورزی ایران)، ۴۰(۲): ۶۲-۵۳.

مستوفی، م. و نجفی، ف. ۱۳۸۴. روش‌های آزمایشگاهی تجزیه‌ای در علوم باغبانی. (ترجمه) انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول. ۸۸-۲۱.

- Asghari, M.R. and Babalar, M. 2009. Use of salicylic acid to increase strawberry fruit total antioxidant activity. In VI International Postharvest Symposium, 877: 1117-1122.
- Ayranci, E. and Tunc, S. 2004. The effect of edible coatings on water and vitamin C loss of apricots (*Armeniaca vulgaris* Lam.) and green peppers (*Capsicum annuum* L.). Food Chemistry, 87(3): 339-342.
- Bourtoom, T. 2008. Edible films and coatings: characteristics and properties. International Food Research Journal, 15(3): 237-248.
- Bower, J.H., Biasi, W.V. and Mitcham, E.J. 2003. Effects of ethylene and 1-MCP on the quality and storage life of strawberries. Postharvest Biology and Technology, 28(3): 417-423.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C.L.W.T. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food science and Technology, 28(1): 25-30.
- Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M. and Chern, J.C. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Food drug, 10: 178-182.
- Del-Valle, V., Hernández-Muñoz, P., Guarda, A. and Galotto, M.J. 2005. Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. Food Chemistry, 91(4): 751-756.

- Diedhiou, P.M., Mbaye, N., Drame, A. and Samb, P.I. 2007. Alteration of postharvest diseases of mango *Mangifera indica* through production practices and climatic factors. African Journal of Biotechnology, 6(9): 1087-1094.
- Dong, F. and Wang, X. 2018. Guar gum and ginseng extract coatings maintain the quality of sweet cherry. LWT Food science, 89: 117-122.
- Hendrich, S., Wang, G.J. and Lin, H.K. 1999. Isoflavone metabolism and bioavailability. In: A.M. Papas (Ed), Antioxidant status, diet, nutrition, and health, pp. 211-30. Boca Raton.
- Khaliq, G., Mohamed, M.T.M., Ding, P., Ghazali, H.M. and Ali, A. 2016. Storage behavior and quality responses of mango (*Mangifera indica* L.) fruit treated with chitosan and gum Arabic coatings during cold storage conditions. International Food Research Journal, 23: 141-146.
- Kim, Y., Brecht, J.K. and Talcott, S.T. 2007. Antioxidant phytochemical and fruit quality changes in mango (*Mangifera indica* L.) following hot water immersion and controlled atmosphere storage. Food Chemistry, 105(4): 1327-1334.
- Long, Z., Zhao, Q., Liu, T., Kuang, W., Xu, J. and Zhao, M. 2012. Role and properties of guar gum in sodium caseinate solution and sodium caseinate stabilized emulsion. Food Research International, 49: 545-552
- Nabigol, A. and Asghari, A. 2013. Antifungal activity of *Aloe vera* gel on quality of minimally processed pomegranate arils. International Journal of Agronomy and Plant Production, 4(4): 833-838.
- Naeem, A., Abbas, T., Ali, T.M. and Hasnain, A. 2018. Effect of guar gum coatings containing essential oils on shelf life and nutritional quality of green-unripe mangoes during low temperature storage. International Journal of Biological Macromolecules, 113: 403-410.
- Navarro, D., Díaz-Mula, H.M., Guillén, F., Zapata, P.J., Castillo, S., Serrano, M. and Martínez-Romero, D. 2011. Reduction of nectarine decay caused by *Rhizopus stolonifer*, *Botrytis cinerea* and *Penicillium digitatum* with *Aloe vera* gel alone or with the addition of thymol. International journal of food microbiology, 151(2): 241-246.
- Odriozola-Serrano, I., Soliva-Fortuny, R. and Martín-Belloso, O. 2008. Effect of minimal processing on bioactive compounds and color attributes of fresh-cut tomatoes. LWT-Food Science and Technology, 41(2): 217-226.
- Ordoñez, A., Gomez, J.D., Vattuone, M.A. and Lsla, M.I. 2006. Antioxidant activities of *Sechium edule* (Jacq) Swartz extracts. Food chemistry, 97(3): 452-458.
- Pila, N., Gol, N.B. and Rao, T.R. 2010. Effect of postharvest treatments on physicochemical characteristics and shelf life of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruits during storage. Agriculture & Environmental Science, 9(5): 470-479.
- Reynolds, T. and Dweck, A.C. 1999. *Aloe vera* leaf gel: a review update. Journal of ethnopharmacology, 68(1-3): 3-37.
- Roberts, K.T. 2011. The physiological and rheological effects of foods supplemented with guar gum. Food Research International, 44(5): 1109-1114.
- Ruelas-Chacon, X., Contreras-Esquivel, J.C., Montañez, J., Aguilera-Carbo, A.F., Reyes-Vega, M.L., Peralta-Rodriguez, R.D. and Sánchez-Brambila, G. 2017. Guar gum as an edible coating for enhancing shelf-life and improving postharvest quality of roma tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Journal of Food Quality, 1-9.
- Saberi, B., Golding, J.B., Marques, J.R., Pristijono, P., Chockchaisawasdee, S., Scarlett, C.J. and Stathopoulos, C.E. 2018. Application of bio composite edible coatings based on pea starch and guar gum on quality, storability and shelf life of 'Valencia' oranges. Postharvest biology and technology, 137: 9-20.
- Saha, A., Tyagi, S., Gupta, R.K. and Tyagi, Y.K. 2016. Guar gum based edible coating on cucumber (*Cucumis sativus* L.). European Journal of Pharmaceutical and Medical Research, 3(9): 558-570.
- Steff, J.F. 1996. Rheological methods in food process engineering, freeman press. USA.
- Stewart, I. 1977. Provitamin A and carotenoid content of citrus juices. Journal of agricultural and food chemistry, 25(5): 1132-1137.
- Valverde, J.M., Valero, D., Martínez-Romero, D., Guillén, F., Castillo, S. and Serrano, M. 2005. Novel edible coating based on *Aloe vera* gel to maintain table grape quality and safety. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(20): 7807-7813.

- Wang, S.Y. and Gao, H. 2013. Effect of chitosan-based edible coating on antioxidants, antioxidant enzyme system, and postharvest fruit quality of strawberries (*Fragaria x aranassa* Duch.). *LWT-Food Science and Technology*, 52(2): 71-79.
- Wills, R.B.H., Bambridge, P.A. and Scott, K.J. 1980. Use of flesh firmness and other objective tests to determine consumer acceptability of Delicious apples. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 20(103): 252-256.
- Yahia, E.M., Contreras-Padilla, M. and Gonzalez-Aguilar, G. 2001. Ascorbic acid content in relation to ascorbic acid oxidase activity and polyamine content in tomato and bell pepper fruits during development, maturation and senescence. *LWT-Food Science and Technology*, 34(7): 452-457.