

تأثیر پوشش خوراکی کیتوزان روی برخی ویژگی‌های کیفی و عمر انباری انبه

Effect of Edible Chitosan Coating on some Qualitative Characteristics and Storage Life of Mango

سیدمرتضی زاهدی^{۱*}، سکینه احتشامی^۲ و محمدعلی اعظمی^۳

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۳/۳۱

چکیده

به منظور بررسی کیفیت و عمر انباری میوه انبه، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه مرکزی پارک علم و فناوری همدان، در سال ۱۳۹۴ انجام گردید. تیمارها شامل چهار سطح کیتوزان (صفر (شاهد)، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد) و مدت زمان نگهداری در انباری (صفر (شاهد)، ۸، ۱۶ و ۲۴ روز) بودند. نتایج پژوهش نشان داد که تیمار کیتوزان باعث بهبود برخی ویژگی‌های کیفی در میوه انبه گردید. کیتوزان کاهش در سفتی میوه را به تأخیر انداخت. حداکثر سفتی مربوط به تیمار کیتوزان دو درصد (۵/۳) و کمترین آن مربوط به شاهد (۳/۲) بعد از ۲۴ روز نگهداری بود. کیتوزان هم‌چنین باعث تأخیر در کاهش وزن، pH و محتوای اسید آسکوربیک گردید. میزان مواد جامد محلول طی دوره انبارمانی کاهش یافت و در انتهای انبارداری اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. محتوای فنول طی نگهداری ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت و در انتها حداکثر میزان آن مربوط به تیمارهای ۱ و ۲ درصد کیتوزان بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود.

واژه‌های کلیدی: اسید آسکوربیک، سفتی، فنول، مواد جامد محلول، کاهش وزن

۱ و ۳. استادیاران گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه
۲. دانشجوی دکتری گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس
*: نویسنده مسئول Email: S.m.zahedi@maragheh.ac.ir

مقدمه

انبه (*Mangifera indica* L.) متعلق به خانواده آناکاردیاسه^۱ و مهم‌ترین میوه گرمسیری بعد از موز می‌باشد و یک میوه محبوب و تجاری مهم در سراسر جهان می‌باشد. این میوه بومی جنوب آسیا به‌ویژه شرق هند، برمه و مالزی می‌باشد. انبه یک میوه فرازگرا می‌باشد. میوه آن یک شفت گوشتی بزرگ با میانبر خوراکی می‌باشد و شکل میوه وابسته به رقم می‌باشد. تنوع زیادی از ارقام انبه در سراسر جهان وجود دارد (ساین و ساین^۲، ۲۰۱۲؛ سیسه^۳ و همکاران، ۲۰۱۵). کشت و پرورش انبه در ایران محدود به استان‌های هرمزگان و سیستان و بلوچستان می‌باشد. سطح کشت غیربارور این محصول ۹۴۲/۵ و سطح بارور آن ۳۳۵۶/۵ هکتار و میزان تولید آن ۳۷۲۳۳ تن می‌باشد. استان هرمزگان با ۲۲۴۸۹ و سیستان و بلوچستان ۱۰۸۴۴ تن دو استان تولیدکننده انبه در ایران می‌باشند (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۲).

نرمی بافت میوه انبه برداشت شده در مرحله رسیده، سبب حساسیت آن به صدمات فیزیکی در حین نگهداری و حمل‌ونقل می‌شود که در نتیجه باعث کاهش فرصت عرضه محصول به بازارهای دوردست می‌گردد. انبه یک میوه‌ی فرازگرا می‌باشد و میوه‌ها در مرحله سبز رسیده و یا در مرحله ابتدایی تغییر رنگ از سبز به سایر رنگ‌ها (بسته به رقم) برداشت می‌شوند. میوه‌ی انبه بسیار فسادپذیر می‌باشد و سه یا چهار روز پس از برداشت در دمای محیط به اوج تنفسی می‌رسد (نارایانا^۴، ۱۹۹۶). عمر قفسه‌ای انبه وابسته به شرایط نگهداری آن می‌باشد. در دمای اتاق بین چهار تا هشت روز و در انبار سرد (۱۳ درجه سانتی‌گراد) و هم‌چنین کاربرد تیمارهای پس از برداشت، کیفیت میوه حداقل دو تا چهار هفته حفظ خواهد شد (پراسانا^۵ و همکاران، ۲۰۰۷؛ کارلیو^۶ و همکاران، ۲۰۰۰).

کاربرد پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی یکی از تیمارهای مهم برای افزایش کیفیت میوه‌ها در پس از برداشت می‌باشد. امروزه به‌دلیل مشکلات ناشی از بسته‌بندی‌های سنتزی، توجه به کاربرد مواد زیست تخریب‌پذیر افزایش یافته است که جایگزین مناسبی برای بسته‌بندی‌های سنتزی هستند. پوشش‌های خوراکی تمام ویژگی‌های بسته‌بندی معمولی را دارا می‌باشند و می‌توانند حامل مواد مختلف از جمله مواد ضد میکروبی باشند (رضوی و همکاران، ۱۳۹۳). از آنجایی که این پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی زیست تخریب‌پذیر می‌باشند می‌توانند به‌طور

کامل به‌وسیله میکروارگانیزم‌ها تجزیه شوند (ردی^۷ و همکاران، ۲۰۱۳). استفاده از این پوشش‌ها در برنامه‌های کاربردی خاص مانند بسته‌بندی مواد غذایی و کاربرد در کشاورزی می‌تواند به حل و فصل مشکلات زیست‌محیطی ناشی از تجمع مواد مصنوعی غیرقابل تجدید و غیرقابل تجزیه (به‌طور عمده مواد مشتق شده از نفت)، به‌طور گسترده‌ای استفاده می‌شود، کمک کند (سونگ و ژنگ^۸، ۲۰۱۴).

پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی کیفیت محصولات غذایی را به‌وسیله محافظت آن‌ها از زوال بیولوژیکی، شیمیایی و فیزیکی افزایش می‌دهند که در نهایت منجر به افزایش عمر قفسه‌ای و بهبود امنیت غذایی می‌شود. این پوشش‌ها به‌عنوان یک مانع در برابر گازها یا بخار آب، لیپیدها و مواد حل‌شونده عمل می‌کنند. این مواد یک ساختار محافظت‌کننده برای جلوگیری از آسیب‌های مکانیکی در طول انتقال، جابجایی و عرضه فراهم می‌کنند و غذا را در برابر اکسیداسیون، رشد میکروبی و دیگر واکنش‌های شیمیایی محافظت می‌کند (هان و اسکانون^۹، ۲۰۱۴).

پوشش‌های خوراکی ممکن است از پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌ها و یا ترکیبی از آن‌ها باشند. از عمومی‌ترین پوشش‌های خوراکی می‌توان به نشاسته و مشتقات آن، مشتقات سلولز، پکتین، پروتئین‌های آب پنیر، پروتئین‌های به‌دست آمده از منابع گیاهی، عصاره‌ها و اسانس‌های مختلف گیاهی، موم و کیتوزان اشاره کرد (روjas-گرو^{۱۰} و همکاران، ۲۰۱۲؛ پارک^{۱۱} و همکاران، ۲۰۰۵).

کیتوزان یک کوپلیمر از گلوکز آمین و N- استیل گلوکز آمین است که به‌وسیله N- دی استیل‌اسیون کیتین تهیه می‌گردد و ماده‌ای بی‌رنگ و بی‌بو می‌باشد و با فرمول شیمیایی $C_6H_{11}O_4N_n$ فراوان‌ترین پلی‌ساکارید طبیعی بعد از سلولز است که از به هم پیوستن بیش از ۵۰۰۰ مونومر گلوکز آمین به وجود می‌آید که در اسکلت خارجی سخت‌پوستان، دیواره‌های سلولی قارچی و سایر مواد بیولوژیکی یافت شده است (بورتوم^{۱۲}، ۲۰۰۸). این پوشش به‌طور طبیعی دارای فعالیت‌های ضدباکتری و ضدقارچی می‌باشد که این فعالیت‌ها را می‌توان به تغییرات ایجاد شده در قابلیت نفوذپذیری سلول‌ها به‌وسیله تقابل بین گروه‌های آمینی کیتوزان و شارژهای الکتریکی

7. Reddy
8. Song and Zheng
9. Han and Scanlon
10. Rojas-Gru
11. Park
12. Bourtoom

1. Anacardiaceae
2. Singh and Singh
3. Cissé
4. Narayana
5. Prasanna
6. Carrillo

مواد و روش‌ها

میوه‌های انبه (رقم محلی میناب) در مرحله بلوغ تجاری (سبز رسیده) از یک باغ انبه در میناب (استان هرمزگان) تهیه گردید و با نگهداری در دمای پایین، ۲۴ ساعت پس از برداشت به آزمایشگاه مرکزی پارک علم و فناوری در شهر همدان منتقل گردید. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. عامل اول شامل غلظت‌های مختلف کیتوزان (صفر، ۰/۵، یک و دو درصد) و عامل دوم زمان‌های مختلف انبارمانی (صفر، هشت، ۱۶ و ۲۴ روز) بود. میوه‌های سالم و یکنواخت از لحاظ اندازه، شکل، رنگ و درجه رسیدگی انتخاب و خصوصیات اولیه ظاهری و شیمیایی برای روز صفر اندازه‌گیری شد.

با توجه به نتایج آزمایش‌های مختلف در ارتباط با تأثیر مثبت غلظت‌های مختلف کیتوزان بر عمر انبارمانی برخی میوه‌ها غلظت‌های ۰/۵، یک و دو درصد تهیه گردید. برای تهیه محلول کیتوزان مقادیر پنج، ۱۰ و ۲۰ گرم کیتوزان (SIGMA) به یک لیتر اسید استیک یک درصد اضافه شد که به ترتیب غلظت‌های ۰/۵، یک و دو درصد کیتوزان ساخته شد. پس از حل شدن کامل کیتوزان، pH محلول با سود یک نرمال به پنج رسانده شد. برای تیمار شاهد نیز از یک لیتر اسید استیک یک درصد استفاده شد. پس از تهیه محلول کیتوزان و شاهد نمونه‌ها به مدت یک دقیقه داخل محلول قرار گرفتند و سپس در شرایط دمای محیط خشک شدند. مدت زمان انبارمانی ۲۴ روز، دمای انبار ۱۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ تا ۹۰ درصد در نظر گرفته شد (ژو و همکاران، ۲۰۰۸). اندازه‌گیری‌ها در روزهای صفر، هشت، ۱۶ و ۲۴ انجام گردید که شامل صفات زیر بودند (ژو و همکاران، ۲۰۰۸).

تغییرات وزن

میوه‌های هر تیمار با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم در ابتدای آزمایش و نیز به فواصل معین در طول نگهداری در انبار وزن شدند و درصد کاهش وزن از طریق معادله زیر محاسبه گردید (صالحی، ۱۳۹۱).

$$100 \times (\text{وزن اولیه} / \text{وزن ثانویه} - \text{وزن اولیه}) = \text{درصد کاهش وزن}$$

سفتی

اندازه‌گیری سفتی گوشت میوه توسط دستگاه سفتی‌سنج^{۱۲} مدل (OSK-I-10576) صورت گرفت. میزان فشار دستگاه بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع محاسبه شد (هرتوگ و همکاران، ۲۰۰۴).

منفی^۱ روی سطح سلول نسبت داد (د/تا^۲ و همکاران، ۲۰۰۹؛ کالیا و پرشاد^۳، ۲۰۱۵).

کاربرد این پوشش در تکه‌های میوه انبه، کاهش وزن ناشی از دست دادن آب و افت کیفیت حسی را به تأخیر می‌اندازد و از رشد میکروارگانیسم‌ها نیز جلوگیری می‌کند (چین^۴ و همکاران، ۲۰۰۷). ژو و همکاران (۲۰۰۸) با کاربرد پوشش کیتوزان در میوه انبه رقم تاینونگ^۵ گزارش کردند که این پوشش باعث تأخیر در رسیدن، و کاهش پوسیدگی در طول دوره‌ی نگهداری می‌شود. دونگ^۶ و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند کاربرد کیتوزان، افت وزن و کاهش کیفیت ارگانولپتیکی لیچی را به تأخیر می‌اندازد. این تیمار باعث تأخیر در کاهش محتوای اسید آسکوربیک در برخی ارقام گیلاس می‌شود (پتريکيون^۷، ۲۰۱۵). همچنین کاربرد این پوشش در میوه کارامبولا^۸ تأخیر قابل توجهی را در تغییرات محتوای اسید آسکوربیک نشان می‌دهد (گل^۹ و همکاران، ۲۰۱۵). پوشش کیتوزان کاهش در اسید آسکوربیک توت‌فرنگی (وانگ و گائو^{۱۰}، ۲۰۱۳) و میوه گواوای نگهداری شده در انبار سرد را به تأخیر می‌اندازد (هونگ^{۱۱} و همکاران، ۲۰۱۲).

پوسیدگی بالا، حساسیت به دمای پایین و نرم شدن سریع میوه انبه، نگهداری و انتقال آن به مناطق دیگر را محدود می‌کند و باعث کوتاه‌شدن زمان عرضه این محصول به بازار می‌باشد. عرضه انبه‌های ایرانی محدود به مناطق پرورش و در ماه‌های خرداد و تیر می‌باشد. همچنین به دلیل عدم کاربرد تیمارهای پس از برداشت، میوه‌ها قابلیت نگهداری نداشته و پس از عرضه در بازار به سرعت دچار کاهش کیفیت می‌گردند. کاربرد تیمار مناسب پس از برداشت، در حفظ ارزش غذایی، مزه، بافت و کیفیت ظاهری محصول می‌تواند مؤثر باشد. با توجه به خواص ضدقارچی پوشش خوراکی کیتوزان و همچنین ایجاد اتمسفر تغییر یافته به وسیله پوشش‌ها، این آزمایش برای بررسی تأثیر کیتوزان به عنوان یک تیمار پس از برداشت، برای حفظ کیفیت و افزایش عمر قفسه‌ای رقم محلی انبه طراحی گردید.

1. Electronegative charges
2. Dutta
3. Kalia and Parshad
4. Chien
5. Tainong
6. Dong
7. Petriccione
8. *Averrhoa carambola*
9. Gol
10. Wang and Gao
11. Hong

12. Penetrometer

مواد جامد محلول کل

ابتدا از نمونه‌ها آبیگری شد. سپس با استفاده از یک رفاکتومتر دیجیتالی (ATAGO مدل ۱-PAL ساخت کشور ژاپن) میزان مواد جامد محلول برحسب درجه بریکس اندازه‌گیری شد (ارزانی و کوشش صبا، 2005).

اسیدیته کل میوه (TA)

برای اندازه‌گیری میزان اسید کل میوه از روش تیتراسیون استفاده شد. برای این منظور ۱۰ میلی‌لیتر از آب میوه در ۱۰ میلی‌متر آب مقطر حل شد و با سود (هیدروکسید سدیم) ۰/۱ نرمال تیتراسیون متوقف شد. سپس درصد اسیدیته قابل تیتراسیون فرمول زیر محاسبه گردید (روسوس، 2011).

$$TA = \frac{[mlNaOH \times N(NaOH) \times acidmeq.factor/mljuicetitrated] \times 100}{100}$$

پ‌هاش (pH)

پس از آبیگری نمونه‌ها آب نمونه در ظرف‌های پلاستیکی ریخته شد و سپس با استفاده از دستگاه pH متر (مدل AG، ساخت شرکت متروهم، سوئیس)، pH آب میوه اندازه‌گیری شد.

محتوای اسید آسکوربیک

اندازه‌گیری آسکوربیک اسید از روش تیتراسیون با ید در یدور پتاسیم انجام شد. پایان تیتراسیون زمانی بود که رنگ عصاره میوه‌ها آبی تیره شده و این رنگ چند ثانیه پایدار ماند. حجم محلول ید در یدور پتاسیم قرائت و مقدار اسید آسکوربیک با استفاده از فرمول زیر برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر محاسبه گردید (ابراهیم‌زاده و همکاران، ۱۳۸۴).

$$Vc = \frac{(2 \times V) / Vc \text{ Control}}{100} \times 100$$

که در آن V حجم ید مصرفی می‌باشد. Vc شاهد نیز برابر با ۲/۱ می‌باشد.

فنول کل

محتوای فنول کل با استفاده از معرف فولین-سیکالتو^۱ اندازه‌گیری شد. نیم گرم از بافت میوه با سه میلی‌لیتر متانول ۸۵ درصد مخلوط شد و ۳۰۰ میکرولیتر از آن با ۱۵۰۰ میکرولیتر معرف فولین رقیق شده (۱۰ درصد) ترکیب گردید. پس از پنج دقیقه ۱۲۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم ۷ درصد به آن اضافه گردید و پس از ۹۰ دقیقه قرار گرفتن روی شیکر، جذب آن با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (ساخت شرکت

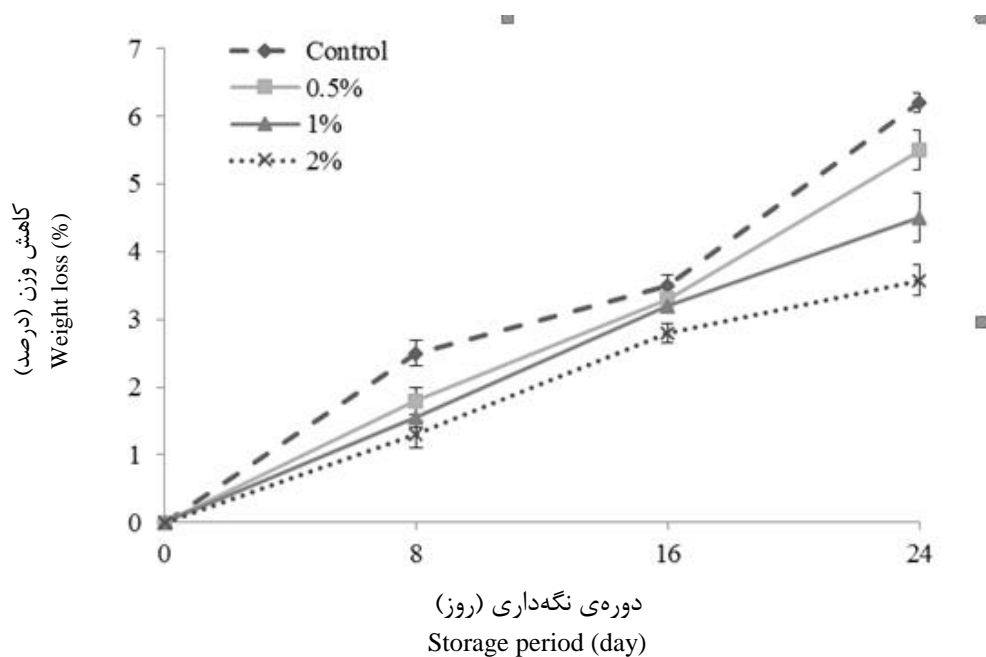
پرکین-المیر، آمریکا) در طول موج ۷۶۰ نانومتر اندازه‌گیری شد و با مقایسه با منحنی استاندارد اسید گالیک در غلظت‌های صفر، چهار، هشت، ۱۶، ۳۲، ۴۸ میلی‌گرم در لیتر، محتوای فنل کل بر اساس میلی‌گرم اسید گالیک در گرم آب میوه محاسبه گردید (سینگلتون و روسی، 1995).

تجزیه آماری داده‌ها به روش مدل خطی عمومی (GLM) و به کمک نرم‌افزار SAS (نسخه ۹،۱) و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث**کاهش وزن**

همه میوه‌ها در طول دوره نگهداری کاهش وزن نشان دادند. در روز هشتم بیش‌ترین کاهش مربوط به تیمار شاهد بود و بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و در روز شانزدهم کاهش وزن افزایش یافت و کم‌ترین کاهش مربوط به تیمار کیتوزان دو درصد بود و بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. در روز آخر نگهداری، کاهش وزن در میوه‌های بدون پوشش به‌طور قابل‌توجهی سریع‌تر و بیشتر از میوه‌های دارای پوشش بود. با افزایش غلظت کیتوزان میزان کاهش وزن کمتر شد و بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود داشت که این نتایج عمل محافظتی پوشش کیتوزان را در برابر کاهش رطوبت مشخص می‌نماید (شکل ۱).

کاهش از دست دادن آب مربوط به ویژگی‌های وابسته به ممانعت در برابر انتشار از طریق روزنه‌ها می‌باشد (پائول^۲، 1989). سیسه و همکاران (2015) با کاربرد کیتوزان در میوه انبه (رقم کنت) گزارش کردند که همه میوه‌ها در طول دوره نگهداری کاهش وزن را نشان دادند اما کاهش وزن در میوه‌های بدون پوشش به‌طور قابل‌توجهی سریع‌تر و بیشتر از میوه‌های دارای پوشش می‌باشد و میوه‌های بدون پوشش ۲/۸ درصد کاهش در وزن و میوه‌های پوشش داده شده ۱/۵ درصد کاهش را نشان دادند که این نتایج عمل محافظتی پوشش کیتوزان را در برابر کاهش رطوبت مشخص می‌کنند.



شکل ۱: تأثیر پوشش کیتوزان روی کاهش وزن میوه انبه در طول دوره نگهداری
 Fig. 1: Effect of chitosan coating on weight loss of mango fruit during storage

یافت اگرچه پوشش کیتوزان نسبت به تیمار شاهد سفتی اولیه میوه را بهتر حفظ کرد و یک مقایسه کلی نشان می‌دهد که تیمار کیتوزان ۲ درصد بیش‌ترین تأثیر را در حفظ سفتی میوه دارا می‌باشد و بعد از آن تیمار یک درصد قرار دارد. بین تیمار ۰/۵ و شاهد اختلاف معنی‌داری از نظر آماری وجود نداشت (شکل ۲).

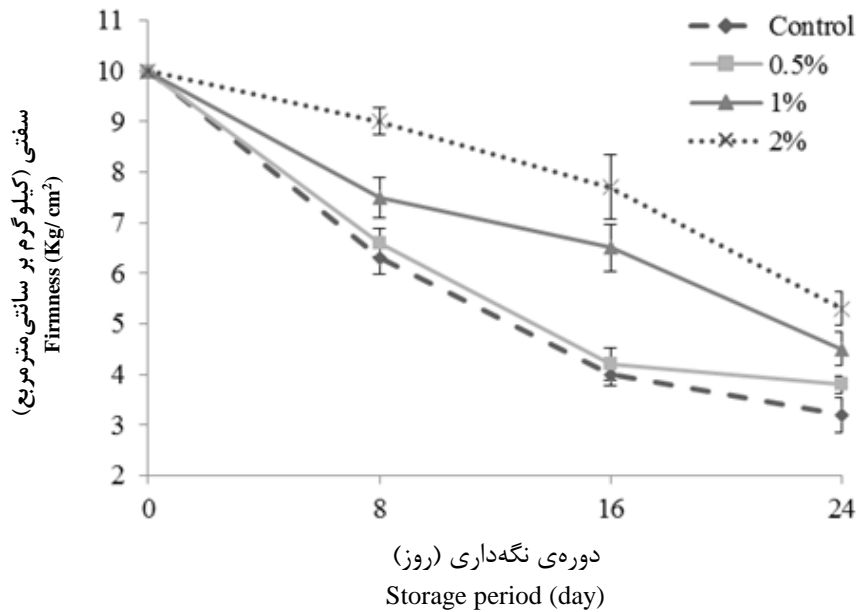
این نتایج نشان می‌دهد که سفتی میوه به‌وسیله پوشش کیتوزان حفظ می‌شود. کاهش تنفس و جلوگیری در از دست دادن آب مسئول حفظ سفتی در میوه می‌باشد و استفاده از یک پوشش مناسب می‌تواند با کاهش این دو فاکتور سفتی را در میوه حفظ کند. سیسه و همکاران (۲۰۱۵) با کاربرد پوشش کیتوزان با غلظت‌های مختلف گزارش کردند اگرچه سفتی میوه در همه تیمارها کاهش می‌یابد؛ اما این پوشش تأثیر مثبتی در حفظ سفتی میوه دارا می‌باشد. این تأثیر مثبت کیتوزان بر حفظ سفتی در انبه نیز گزارش شده است (چین، ۲۰۰۷).

کایا^۱ و همکاران (۲۰۱۶) با کاربرد کیتوزان در میوه کیوی گزارش کردند که میوه‌های بدون پوشش و پوشش‌دار کاهش یکسانی را در طول دوره نگهداری تا دوازدهمین روز نشان می‌دهند؛ اما پوشش کیتوزان باعث کندتر شدن کاهش وزن در طول نگهداری از روز پانزدهم در میوه‌های نگهداری می‌شود. چن و همکاران (۲۰۰۷) با کاربرد این پوشش در انبه گزارش کردند که کیتوزان باعث تأخیر در کاهش وزن انبه در طی مدت نگهداری می‌شود. هم‌چنین کاربرد کیتوزان در میوه خیار نشان داد که این پوشش باعث کاهش در از دست دادن آب می‌شود و کم‌ترین کاهش مربوط به تیمار ۱ درصد کیتوزان می‌باشد (قاسمی تولایی و همکاران، ۱۳۹۴). تأثیر پوشش کیتوزان بر کاهش از دست دادن آب را می‌توان به تشکیل یک لایه نیمه نفوذپذیر و صاف در سطح میوه نسبت داد که می‌تواند به‌عنوان یک سد محافظتی برای کاهش میزان تنفس و تعرق از طریق سطوح میوه عمل کند (دونگ^۲ و همکاران، ۲۰۰۴؛ کستر و فنه‌ما، ۱۹۸۶).

سفتی

انبه یک میوه نرم می‌باشد که سفتی خود را سریع در طول دوره رسیدن از دست می‌دهد که این مسأله به مقدار زیادی با عمر پس از برداشت کوتاه آن در ارتباط می‌باشد. نتایج نشان داد سفتی گوشت میوه در همه تیمارها در طی نگهداری کاهش

1. Kayaa
 2. Dong



شکل ۲: تأثیر پوشش کیتوزان بر سفتی میوه انبه در طول دوره نگهداری
 Fig. 2: Effect of chitosan coating on fruit firmness of mango fruit during storage

رامنوگالاکترونان^۴ و افزایش پکتین محلول در بیشتر میوه‌ها می‌شود که نرم شدن بافت میوه را به‌دنبال دارد (هوبر^۵، ۱۹۸۳).

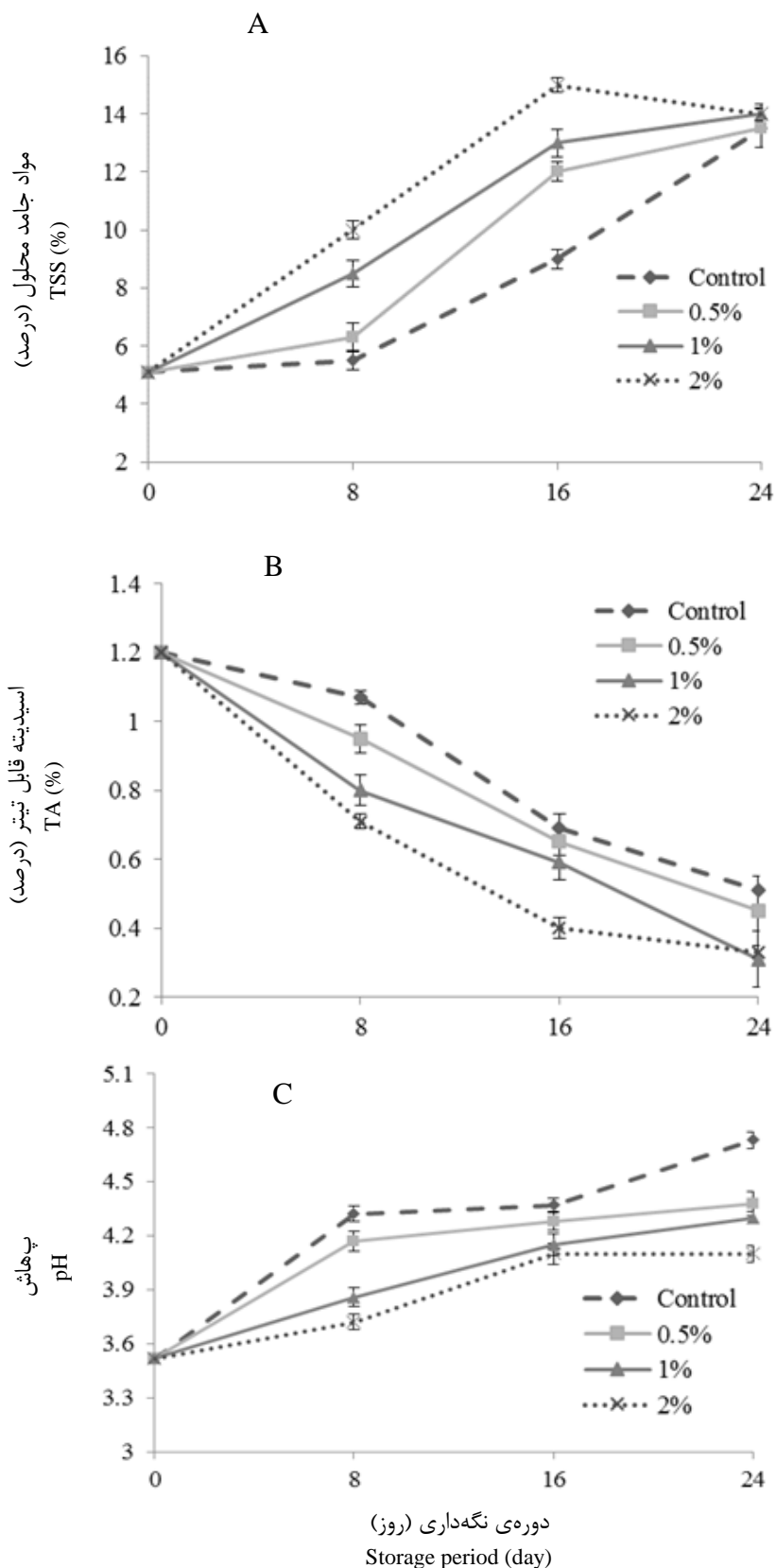
تغییر وضعیت کیفی در میوه

وضعیت کیفی گوشت میوه یک معیار مهم برای ارزیابی کیفیت میوه می‌باشد. به‌طور معمول تغییرات کیفی میوه انبه در طول رسیدن شامل کاهش در اسیدیته قابل تیتر و افزایش pH و مواد جامد محلول کل می‌باشد. نتایج نشان داد در میوه‌های انبه تیمار شده و شاهد اسیدیته قابل تیتر کاهش می‌یابد و میوه‌های تیمار نشده حداکثر کاهش در اسیدیته را نشان می‌دهد و کم‌ترین اسیدیته مربوط تیمارهای ۱ و ۲ درصد کیتوزان بدون اختلاف معنی‌دار می‌باشد. مقدار pH از مقدار اولیه ۳/۵۲ در روز اول انبارمانی به مقدار ۴/۷۳ در میوه‌های بدون پوشش در روز آخر افزایش می‌یابد. کم‌ترین pH مربوط به تیمار کیتوزان ۲ درصد (۴/۱ درصد) در روز آخر انبارمانی می‌باشد. در طول رسیدن میزان مواد جامد محلول کل افزایش می‌یابد که مربوط به تجزیه پلی‌ساکاریدهای حاضر در میوه می‌باشد. اختلاف معنی‌داری بین مقدار آن در میوه‌های پوشش داده شده و بدون پوشش وجود ندارد. اگرچه میوه‌های با پوشش کیتوزان ۱ و ۲ درصد بیش‌ترین میزان محتوی مواد جامد محلول را پس از ۲۴ روز انبار داری نشان دادند (شکل ۳).

هانگ و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که کیتوزان با کاهش فعالیت اتیلن باعث تأخیر در رسیدن و پیری و در نتیجه کاهش سفتی میوه گواوا شده است. قاسمی تولایی و همکاران (۱۳۹۴) با کاربرد کیتوزان در میوه خیار گزارش کردند که اگرچه در طول انبارمانی سفتی گوشت میوه در همه تیمارها کاهش یافت ولی این کاهش در تیمار شاهد از همه بیشتر بود و تیمار یک درصد بالاترین سفتی گوشت را در بین تیمارها نشان داد. کایا و همکاران (۲۰۱۶) کاهش در سفتی میوه کیوی قرمز پوشش داده و بدون پوشش را بعد از اولین روز نگهداری گزارش کردند و بیان کردند که از نظر آماری تغییرات قابل قبول در سفتی میوه‌ها در تیمارهای مختلف در روزهای ۷ تا ۱۴ وجود ندارد؛ اما در ادامه تا روز ۱۸ انبارداری سفتی میوه‌های بدون پوشش نسبت به میوه‌های پوشش داده شده پایین‌تر می‌باشد. بر پایه این نتایج بیان کردند که پوشش کیتوزان سفتی میوه‌ها را تا روز هجدهم انبارداری تحت تأثیر قرار می‌دهد و بعد از آن اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود ندارد. گزارش شده است که کیتوزان در کاهش فعالیت آنزیم‌های پلی‌گالاکتروناز^۱، بتا گالاکتوزیداز^۲ و پکتین متیل استراز^۳ که از مهم‌ترین آنزیم‌های تخریب‌کننده دیواره سلولی و مسئول نرم کردن میوه می‌باشند نقش دارد. پلی‌گالاکتروناز منجر به تخریب ترکیب پکتین

4. Rhamnogalacturonan
 5. Huber

1. Polygalacturonase
 2. β -galactosidase
 3. Pectin methylesterase



شکل ۳: تأثیر پوشش کیتوزان بر مواد جامد محلول (A)، اسیدیته قابل تیتر (B) و pH (C) در میوه انبه طی دوره نگهداری
 Fig. 3: Effect of chitosan coating on total soluble solids (A), titratable acidity (B) and pH (C) of mango fruit during storage

دارد. جیتاریرات^۱ و همکاران (2007) با بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف کیتوزان بر میوه انبه گزارش کردند که میزان کاهش

سیسه و همکاران (2015) با کاربرد پوشش کیتوزان در میوه انبه کاهش اسیدیته و افزایش pH و مواد جامد محلول را گزارش کردند که با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش مطابقت

اسیدیته قابل تیتیر در طول دوره نگهداری کاهش یافت و تیمار کیتوزان یک درصد تأثیر بهتری نسبت به تیمار ۰/۵ درصد داشت. قاسمی تولایی و همکاران (۱۳۹۴) گزارش کردند که کیتوزان بر میزان مواد جامد محلول در میوه خیار تأثیر معنی‌داری دارد و بیش‌ترین میزان مواد جامد محلول مربوط به تیمار شاهد (۴/۰۶) و کم‌ترین آن مربوط به تیمار یک درصد کیتوزان (۳/۹۱) می‌باشد.

پوشش کیتوزان با کم کردن سرعت تنفس و فعالیت‌های متابولیکی، باعث به تأخیر انداختن روند رسیدن می‌شود (هونگ و همکاران، ۲۰۱۲) و به واسطه ایجاد یک مانع در مقابل عبور گازها باعث کاهش تلفات آب میوه، تبادلات گازی و تولید اتیلن شده و تثبیت مواد جامد محلول را به همراه دارد. درحالی‌که در تیمار شاهد به دلیل پیشرفت پدیده پیری، پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی هضم شده و مواد جامد محلول افزایش می‌یابد. به‌خوبی ثابت شده است که کیتوزان به‌عنوان یک فیلم نیمه‌تراوای عالی در سرتاسر سطح میوه و سبزی‌ها با کاهش سطح اکسیژن، بالا بردن سطح CO₂ و جلوگیری از سنتز اتیلن باعث اصلاح فضای داخل محصول می‌شود (دونگ و همکاران، ۲۰۰۴).

اسید آسکوربیک

محتوای اسید آسکوربیک در میوه انبه در ابتدا بالا می‌باشد؛ اما سطح آن به‌طور معمول در طول دوره نگهداری کاهش می‌یابد. نتایج نشان داد محتوای اسید آسکوربیک در میوه‌های بدون پوشش پس از نگهداری به‌طور قابل‌توجهی در مقایسه با میوه‌های پوشش داده شده کاهش می‌یابد. می‌توان بیان کرد که کند شدن بلوغ که به‌وسیله پوشش کیتوزان ایجاد می‌شود تخریب اسید آسکوربیک را کاهش می‌دهد. هم‌چنین مقایسه بین غلظت‌های ۰/۵، یک و دو درصد کیتوزان نشان می‌دهد که حداکثر میزان اسید آسکوربیک متعلق به تیمار دو درصد کیتوزان در روز آخر انبارمانی می‌باشد و در روز آخر اختلاف معنی‌داری بین تیمار شاهد و ۰/۵ درصد کیتوزان وجود ندارد. به‌طور کلی کاربرد کیتوزان باعث کند شدن در کاهش محتوی اسید آسکوربیک می‌شود که این می‌تواند مربوط به کاهش تنفس در میوه‌های دارای پوشش باشد (شکل ۴).

کاهش ویتامین ث از لحاظ ارزش غذایی نامطلوب است، بنابراین جلوگیری از کاهش ویتامین ث که احتمالاً با جلوگیری از فعالیت آنزیم‌های مرتبط با اکسیداسیون آن صورت می‌گیرد در ماندگاری ارزش تغذیه‌ای میوه‌ها بسیار مفید است. کاهش در میزان ویتامین ث ممکن است به دلیل افزایش اکسیداسیون

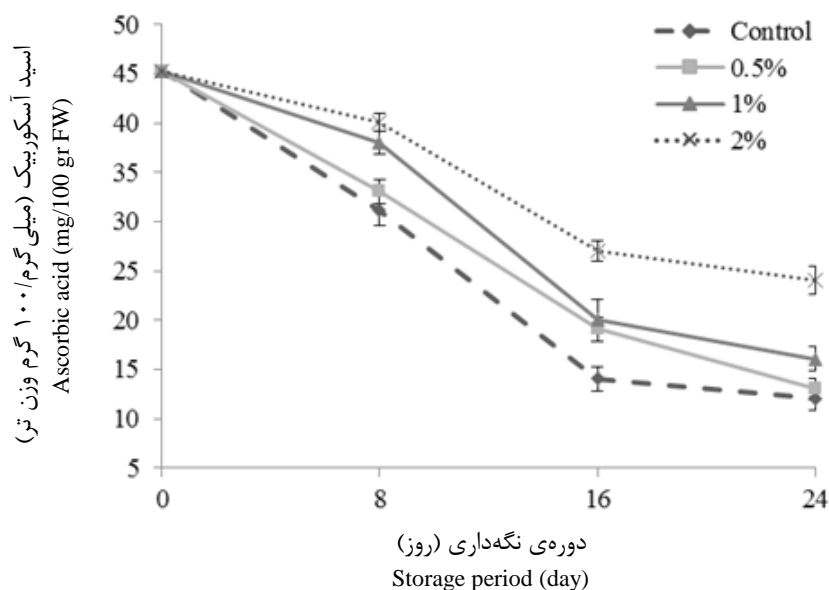
حاصل از کاهش آب باشد (شین^۱ و همکاران، ۲۰۰۷). هونگ و همکاران (۲۰۱۲) با کاربرد پوشش کیتوزان در میوه گواوا گزارش کردند که ویتامین ث در طول دوره نگهداری میوه گواوا کاهش می‌یابد اما این کاهش در تیمارهای کیتوزان کمتر می‌باشد. پوشش کیتوزان تغییرات محتوای اسید آسکوربیک در سه رقم گیلان تیمار شده با ۰/۵ درصد پوشش کیتوزان و ذخیره شده در دمای دو درجه سانتی‌گراد برای ۱۴ روز را به تأخیر می‌اندازد (پتريکيون، ۲۰۱۵). این پوشش هم‌چنین کاهش در اسید آسکوربیک در میوه توت‌فرنگی را در مقایسه با شاهد کند می‌کند (وانگ و گائو^۲، ۲۰۱۳). پوشش کیتوزان محتوای اسید آسکوربیک را در میوه انبه تکه شده افزایش می‌دهد (چین و همکاران، ۲۰۰۷). پوشش کیتوزان کاهش ویتامین ث در میوه گواوا نگهداری شده در انبار سرد را به تأخیر می‌اندازد (هونگ و همکاران^۳، ۲۰۱۲).

چن و همکاران (۲۰۰۷) نیز کم‌ترین افت ویتامین ث در انبه را با تیمار یک درصد کیتوزان گزارش. این کاهش در روند ویتامین ث در میوه‌های انبه (سیسه و همکاران، ۲۰۱۵)، کیوی (کایا و همکاران، ۲۰۱۶)، خیار (قاسمی تولایی و همکاران، ۱۳۹۴) نیز گزارش شده است. کاهش در افت میزان ویتامین ث به دلیل کاهش نفوذپذیری به اکسیژن توسط پوشش‌ها می‌باشد. اکسیژن کم باعث کاهش سرعت اکسیداسیون ویتامین ث می‌شود (آیرانسی و تونک^۴، ۲۰۰۴) بنابراین می‌توان چنین برداشت نمود که اتمسفر تعدیل شده ایجاد شده توسط پوشش کیتوزان موجب کاهش از دست دادن ویتامین ث می‌شود.

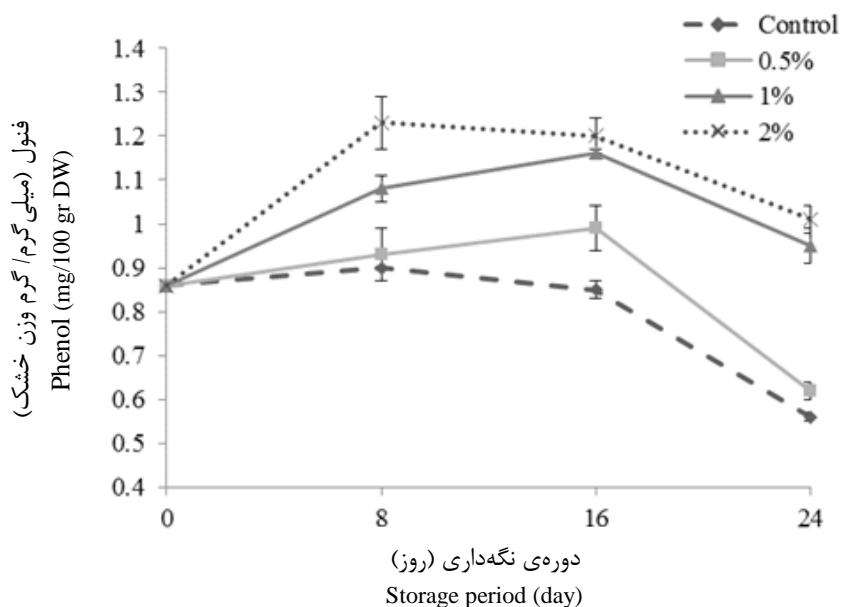
فنول کل

نتایج نشان می‌دهد که فنول کل تا روز هشتم انبارداری در همه تیمارها افزایش می‌یابد و حداکثر افزایش در تیمار دو درصد کیتوزان می‌باشد و در ادامه مقدار فنول در تیمارهای شاهد و کیتوزان دو درصد کاهش می‌یابد ولی روند افزایشی تا روز شانزدهم برای تیمارهای ۰/۵ و یک درصد حفظ می‌شود و در ادامه این مقدار کاهش می‌یابد. در انتهای آزمایش حداکثر مقدار فنول در تیمار کیتوزان دو درصد و کم‌ترین آن در تیمار شاهد مشاهده شد که اختلاف آن‌ها از نظر آماری معنی‌دار بود (شکل ۵).

1. Shin
2. Wang and Gao
3. Hong
4. Ayranci and Tunc



شکل ۴: تأثیر پوشش کیتوزان بر محتوی اسید آسکوربیک میوه انبه در طول دوره نگهداری
Fig. 4: Effect of chitosan coating on ascorbic acid content of mango fruit during storage



شکل ۵: تأثیر پوشش کیتوزان بر محتوی فنول میوه انبه در طول دوره نگهداری
Fig. 5: Effect of chitosan coating on phenol content of mango fruit during storage

افزایش یافت (سیمونز و همکاران، ۲۰۱۳). کاربرد پوشش کیتوزان کاهش در محتوای فنولها در برخی ارقام بلوبری را به تأخیر می‌اندازد (چیابران‌دو و جیاکالونه^۲، ۲۰۱۵). با افزایش بلوغ و مرحله پیری میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنول اکسیداز افزایش می‌یابد که افزایش فعالیت این آنزیم باعث تجزیه پلی‌فنولها و قهوه‌ای شدن می‌گردد. پوشش کیتوزان باعث کاهش فعالیت این آنزیم می‌گردد که احتمالاً باعث کاهش کمتر محتوای فنول در روزهای آخر انبارداری می‌گردد. ژانگ و کوآنتیک (۱۹۹۷) تأخیر در افزایش فعالیت آنزیم پلی‌فنول اکسیداز در میوه لیچی

کرچ^۱ و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند محتوی فنول کل بعد از هفت روز نگهداری در دمای چهار درجه در توت‌فرنگی کاهش و در گیلان افزایش می‌یابد و این تغییرات بیشتر برای نمونه‌های تیمار شده با کیتوزان با وزن مولکولی زیاد مشاهده شد. هم‌چنین گزارش شده است که پوشش کیتوزان، تغییرات محتوای فنول کل را در میوه‌های گیلان به تأخیر می‌اندازد (پتريکيون و همکاران، ۲۰۱۵). محتوای فنولهای کل در تکه‌های هویج پوشش داده شده و نگهداری شده تحت شرایط سطوح متوسط اکسیژن و دی‌اکسیدکربن به‌طور قابل‌توجهی

2. Chiabrando and Giacalone

1. Kerch

تأخیر در رسیدگی میوه انبه می‌تواند در افزایش عمر انباری آن موثر باشد.

در این پژوهش اثر غلظت‌های مختلف پوشش کیتوزان بر برخی ویژگی‌های کیفی میوه انبه بررسی شد و نتایج نشان داد که کاربرد پوشش خوراکی کیتوزان می‌تواند باعث حفظ کیفیت میوه‌های انبه و در نتیجه افزایش عمر انبارمانی آن گردد. این پوشش باعث حفظ سفتی، ویتامین ث و افزایش محتوای فنول در میوه گردید. تأثیر غلظت کیتوزان ۲ درصد نسبت به سایر غلظت‌ها بهتر بود.

پوشش داده شده با کیتوزان را بیان کردند. صحرایی خوش گردش و همکاران (۱۳۹۳) با کاربرد کیتوزان در سیب گزارش کردند که میزان فعالیت آنزیم‌های پلی‌فنول اکسیداز در ابتدا همه نمونه‌ها تا مرحله اوج تنفس افزایش می‌یابد و بعد از مرحله اوج تنفس فعالیت این آنزیم در میوه‌های پوشش‌دار به‌طور قابل توجه‌ای کاهش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

با توجه به این که فرآیند رسیدن در میوه‌های بالغ انبه به سرعت انجام می‌گیرد، یافتن روش‌های مناسب به‌منظور ایجاد

منابع

- ابراهیم‌زاده، م. ع.، حسینی مهر، س. ج.، محمودی، م.، قایخلو، م. ر. و حسینی، س. م. ۱۳۸۴. اندازه‌گیری ویتامین ث با روش تیتراسیون دو مرحله ای اکسیداسیون- احیا در انواع مرکبات. مجله علمی و پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ۱۵ (۴۸): ۳۱-۲۶.
- آمارنامه کشاورزی. ۱۳۹۲. جلد سوم: محصولات باغبانی. وزارت جهاد کشاورزی معاون برنامه‌ریزی و اقتصادی مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۱۴۴ صفحه.
- رضوی، ر.، مقصدلو، ی.، قربانی، م. و اعلمی، م. ۱۳۹۴. اثرات ضدقارچی عصاره هیدروالکلی آویشن (*Thymus vulgaris*) و پوشش متیل کربوکسی متیل سلولز خوراکی بر افزایش عمر ماندگاری مغز فندق تازه. مجله علوم غذایی و تغذیه، ۳: ۳۹-۴۸.
- صالحی، م. ۱۳۹۱. بررسی ترکیبات مختلف کلسیمی و غلظت آن‌ها بر سیب رقم رد دلشیز در زمان برداشت و پس از برداشت. فصلنامه فیزیولوژی و تکنولوژی پس از برداشت فرآورده‌های باغی، ۱ (۲): ۸۹-۱۰۵.
- صحرایی خوش‌گردش، ع.، بدیعی، ف. و یاسینی اردکانی، س. ع. ۱۳۹۳. تأثیر پوشش نانوامولسیون حاوی کیتوزان بر افزایش ماندگاری سیب گلاب رقم گلاب کهنز در مدت انبارداری. مجله مهندسی بیوسیستم ایران، ۴۵ (۲): ۱۱۳-۱۲۰.
- قاسمی تولائی، م.، رامین، ع. ا. و امینی، ف. ۱۳۹۴. تأثیر پوشش خوراکی کیتوزان بر کیفیت و افزایش عمر پس از برداشت خیار رقم زمرد. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۱۵: ۱۹۷-۱۸۹.
- Arzani, K. and Koushesh-Saba, M. 2005. Enhancement of Sultana grape (*Vitis vinifera* L.) maturity by pre-veraison ethanol and methanol spray. *Indian Journal of Agricultural Science*, 75 (10): 670-672.
- 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): 112-120.
- Carrillo, L. A., Ramirez-Bustamante, F., Valdez-Torres, J. B., Rojas-Villegas, R. and Yahia, E. M. 2000. Ripening and quality changes in mango fruit as affected by coating with an edible film. *Journal of Food Quality*, 23: 479-486.
- Chiabrando, V. and Giacalone, G. 2015. Anthocyanins, phenolics and antioxidant capacity after fresh storage of blueberry treated with edible coatings. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, doi:10.3109/09637486.2014.986075.
- Chien, P. J., Sheu, F. and Yang, F. H. 2007. Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. *Journal of Food Engineering*, 78: 225-229.
- Chien, P., Sheu, F. and Lin, H. 2007. Coating citrus (*Murcott tangor*) fruit with low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life. *Food Chemistry*, 100: 1160-1164.
- Cisse, M., Polidori, J., Montet, D., Loiseau, G. and Noëlle, M. 2015. Preservation of mango quality by using functional chitosan lactoperoxidase systems coatings. *Postharvest Biology and Technology*, 101: 10-14.
- Dong, H., Cheng, L., Tan, J., Zheng, K. and Jiang, Y. 2004. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of peeled litchi fruit. *Journal of Food Engineering*, 64: 355-358.
- Dutta, P. K., Tripathi, S., Mehrotra, G. K. and Dutta, J. 2009. Perspectives for chitosan based antimicrobial films in food applications. *Food Chemistry*, 114: 1173-1182.
- Gol, N. B., Chaudhari, M. L. and Rao, T. V. R. 2015. Effect of edible coatings on quality and shelf life of carambola (*Averrhoa carambola* L.) fruit during storage. *Journal of Food Science and Technology*, 52: 78-91.
- Han, J. H. and Scanlon, M. C. 2005. *Innovations in Food Packaging*. Academic Press, 40 pp.

- Hertog, M., Nicholson, S. E. and Jeffery, P. B. 2004. The effect of modified atmospheres on the rate of firmness change of Hayward kiwifruit. *Journal of the Postharvest Biology and Technology*, 31: 251-261.
- Hong, K., Xie, J., Zhang, L., Sun, D. and Gong, D. 2012. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) fruit during cold storage. *Scientia Horticulturae*, 144: 172-178.
- Huber, D. J. 1983. The role of cell wall hydrolases in fruit softening. *Horticultural*, 5: 169-205.
- Jitareerat, P., Paumchai, S. and Kanlayanarat, S. 2007. Effect of chitosan on ripening, enzymatic activity, and disease development in mango (*Mangifera indica*) fruit. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 35: 211-218.
- Kalia, A. and Parshad, V. R. 2015. Novel trends to revolutionize preservation and packaging of fruits/fruit products: microbiological and nanotechnological perspectives. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(2):159-82.
- Kayaa, M., Cesonien, L., Daubarasb, R., Leskauskait, D. and Zabulion, D. 2016. Chitosan coating of red kiwifruit (*Actinidia melanandra*) for extending of the shelf life. *International Journal of Biological Macromolecules*, 85: 355-360.
- Kerch, G., Sabovics, M., Kruma, Z., Kampuse, S. and Straumite, E. 2011. Effect of chitosan and chitoooligosaccharide on vitamin C and polyphenols contents in cherries and strawberries during refrigerated storage. *European Food Research and Technology*, 233 (2): 351-358.
- Kester, J. J. and Fennema, O. R. 1986. Edible films and coatings. A review. *Food Technology*, 40 (12): 47-59.
- Narayana, C. K., Pal, R. K. and Roy, S. K. 1996. Effect of pre- storage treatments and temperature regimes on shelf-life and respiratory behavior of ripe Baneshan mango. *Journal of Food Science and Technology*, 33: 79-82.
- Park, H. J., Byun, Y. J., Kim, Y. T., Whiteside, W. S. and Bae, H. J. 2015. Processes and Applications for Edible Coating and microbiological and nanotechnological perspectives. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55: 159-182.
- Paull, R., Chen, N. and Goo, T. 1989. Waxing and plastic wraps influence water loss from papaya fruit during storage and ripening. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 114: 937-942.
- Petriccione, M., De Sanctis, F., Pasquariello, M. S., Mastrobuni, F., Rega, P., Scortichini, M. and Mencarelli, F. 2015. The effect of chitosan coating on the quality and nutraceutical traits of sweet cherry during postharvest life. *Food and Bioprocess Technology*, 8: 394-408.
- Prasanna, V., Prabha, T. N. and Tharanthan, R. N. 2007. Fruit ripening phenomena an overview. *Food Science and Nutrition*, 47: 1-9.
- Reddy, M. M., Vivekanandhan, S., Misra, M., Bhatia, S. K. and Mohanty, A. K. 2013. Biobased plastics and bionanocomposites: Current status and future opportunities. *Progress in Polymer Science*, 38: 1653-1689.
- Rojas-Grau, M. A., Salvia-Trujillo, L., Soliva-Fortuny, R. and Martin-Belloso, O. 2012. Decontamination of fresh and minimally processed produce. In Gomes- Lopez, V. (Ed.). John Wiley and Sons, Inc. p. 58.
- Roussos, P. A., Sefferou, V., Denaxa, N. K., Tsantili, E. and Stathis, V. 2011. Apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruit quality attributes and phytochemicals under different crop load. *Scientia Horticulturae*, 129: 472-478.
- Shin, Y., Liu, R. H., Nock, J., Holliday, D. and Watkins, C. B. 2007. Temperature and relative humidity effects on quality, total ascorbic acid, phenolics and flavonoid concentrations, and antioxidant activity of strawberry. *Postharvest Biology and Technology*, 45: 349-35.
- Simoes, A. D. N., Tudela, J. A., Allende, A., Puschmann, R. and Gil, M. I. 2013. Edible coatings containing chitosan and moderate modified atmospheres maintain quality and enhance phytochemicals of carrot sticks. *Postharvest Biology and Technology*, 51: 364-370.
- Singh, Z. and Singh, P. 2012. Mango. In Rees, D., Farrell, G. and Orchard, J. (Eds). *Crop Post-Harvest: Science and Technology*. Blackwell Publishing Ltd, pp: 107-142.
- Singleton, V. L. and Rossi, J. A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology Viticulture*, 16: 144-158.
- Song, Y. and Zheng, Q. 2014. Ecomaterials based on food proteins and polysaccharides. *Polymer Reviews*, 54: 514-571.
- 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 × arnansa* Duch.). *LWT-Food Science and Technology*, 52: 71-79.
- Zhang, D. and Quantick, P. C. 1997. Effects of chitosan coating on enzymatic browning and decay during postharvest storage of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 12: 195-202.
- Zhu, X., Wang, Q., Cao, J. and Jiang, W. 2008. Effects of chitosan coating on postharvest quality of mango (*Mangifera indica* L. cv. tainong) fruits. *Journal of Food Processing and Preservation*, 32: 770-784.

Effect of Edible Chitosan Coating on some Qualitative Characteristics and Storage Life of Mango

Zahedi^{1*}, S. M., Ehteshami², S. and Aazami³, M. A.

Abstract

In order to investigate the quality and shelf life of mango, a factorial experiment was conducted based on a completely randomized design with three replications, in Hamedan Science and Technology Park, in 2015. Treatments consisted of four levels of chitosan (0 (control), 0.5, 1 and 2%) and storage duration of 0 (control), 8, 16, and 24 days. The results showed that chitosan could improve the physical and biochemical properties of mango. Changes in tissue firmness and physiochemical indices including weight loss, pH, TSS, titratable acidity, ascorbic acid, and phenol contents were examined. The results revealed that decline in fruit firmness was effectively inhibited by chitosan coating. After 24 days of storage, maximum firmness was observed after the application of 2% chitosan (5.3) and the lowest was obtained from the control (3.2). Also, the chitosan coating effectively inhibited decline in fruit weight, pH and ascorbic acid. During the period of storage, there was a decrease in Total soluble solids (TSS), but no significant difference was observed among the treatments at the end of the storage period. Phenol content first increased and then decreased at the end of the storage period. The maximum amount of phenol was observed in 1 and 2% chitosan, while the minimum amount was obtained from the control.

Keywords: Ascorbic acid, Firmness, Phenol, Total soluble solid, Weight loss

1 and 3. Assistant Professors, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh

2. PhD Student, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas

*: Corresponding author

Email: S.m.zahedi@maragheh.ac.ir