حفظ خصوصیات کیفی انگور رقم "بیدانه قرمز"با استفاده از پوشش خوراکی کایتوسان، اسانس آویشن و ترکیب آنها

مریم دهستانی اردکانی[۱*] و یونس مستوفی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۲۱)

چکیده

استفاده از پوشش‌های خوراکی یکی از روش‌های مهم برای افزایش عمر تازه تجاری میوه‌ها و سبزی‌هاست که مانند یک سد گازی عمل می‌کنند. در پژوهش حاضر، اثر پوشش خوراکی کایتوسان به‌همراه اسانس آویشن بر افزایش ماندگاری پس از برداشت انگور رقم "بیدانه قرمز" بررسی شد. انگورها در مرحله رسیدگی تجاری (با TSS حدود ۲۵ درجه بریکس)، برداشت و بلافاصله به آزمایشگاه پس از برداشت گروه علوم باغبانی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران منتقل شدند. سپس میوه‌ها با محلول (w/v) ۰/۵ و ۱ درصد چیتوزان، ۱۵۰ و ۳۰۰ میکرولیتر بر لیتر اسانس آویشن و ترکیب آنها تیمار شدند. روی نمونه‌های شاهد تیمار اعمال نشد. پس از تیمار انگورها، در بسته‌های ۲۰۰ گرمی بسته‌بندی و به انبار دو درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد به‌مدت ۶۰ روز منتقل شدند. تغییرات در وزن، رنگ، pH، TSS، فساد و فاکتورهای کیفی میوه در فواصل ۱۰ روز یک‌بار ارزیابی شدند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که تیمارهای کایتوسان و اسانس به‌طور معنی‌داری کاهش وزن، فساد، تغییرات رنگی، چروکیدگی و خردشدگی حبه‌ها را کاهش دادند. از نظر پانلیست‌ها، میوه‌های تیمار شده با شاهد تفاوت معنی‌دار نداشتند. به‌نظر می‌رسد که در میان تیمارهای مورد استفاده ترکیبی از کایتوسان و اسانس آویشن به‌طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها در بهبود کیفیت میوه‌ها مؤثر بوده است.

واژه‌های کلیدی: انگور، عمر پس از برداشت، فساد قارچی، کیفیت

۱. استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان، اردکان، ایران
۲. استاد، گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، تهران
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: mdehestani@ardakan.ac.ir

مقدمه

انگور میوه نافرازگرا و بسیار فسادپذیر است که به‌علت سفتی کم، ریزش حبه، تغییر رنگ دم خوشه، از دست دادن آب و پوسیدگی قارچی، عمر قفسه‌ای کمی دارد (۲۲). کاهش ضایعات حاصل از پوسیدگی قارچی یکی از مهم‌ترین اهداف تکنولوژی پس از برداشت انگور است که به‌دنبال روش‌های ایمن و مؤثر برای کنترل آلودگی و رشد پوسیدگی قارچی است (۲۱). کپک خاکستری که توسط *Botrytis cinerea* ایجاد می‌شود، مهم‌ترین بیماری پس از برداشت انگور است (۵). برای کنترل این بیماری می‌توان تکنیک‌های مختلفی مانند ترکیبات طبیعی و تیمارهای فیزیکی به‌کار برد (۲۸). فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی برای بهبود سدهای گازی و رطوبتی، خواص مکانیکی، پذیرش حسی، حفاظت میکروبی و افزایش عمر تازه محصولات غذایی مختلف استفاده می‌شوند (۱۸). هنگام استفاده از فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی روی میوه‌ها و سبزیجات فراوری شده، یک اتمسفر تغییر یافته در اطراف محصول شکل گرفته، میزان تنفس و در نتیجه فرایندهای متابولیکی را کاهش می‌دهد (۲۷).

کایتوسان یک پلیمر شبه‌طبیعی است که به‌صورت تجاری از داستیله شدن کیتین اسکلت خانواده خرچنگ به‌دست می‌آید (۲۶). فیلم‌های خوراکی بر پایه کایتوسان مورد بررسی قرار گرفته و به این نتیجه کلی رسیده‌اند که کایتوسان خواص ضد باکتریایی و ضد قارچی خوبی برای حفاظت از غذا دارد، اما لازم است خواص مکانیکی، نفوذپذیری گاز و بخار آب نیز بهبود یابد (۱۶). پوشش کایتوسان در میوه انبه برش یافته کاهش وزن را به تعویق انداخته و محتوای اسید آسکوربیک را افزایش داد (۴). پوشش با کایتوسان از سنتز ویتامین C در توت‌فرنگی جلوگیری و سنتز آن را در گیلاس افزایش داد (۱۷). پوشش کایتوسان تغییرات در محتوای اسید آسکوربیک سه رقم گیلاس تیمار شده با کایتوسان ۰/۵ درصد، انبار شده در دمای دو درجه سلسیوس به‌مدت ۱۴ روز را به تأخیر انداخت (۲۵). همچنین گزارش شده است که ویتامین C در طول دوره انبارمانی به‌خصوص در هویج‌های پوشش داده شده با کایتوسان کاهش یافت (۲۹). پوشش کایتوسان افزایش فعالیت پلی‌فنل‌اکسیداز را به تأخیر انداخت و فعالیت پراکسیداز را به‌طور قابل ملاحظه‌ای در *Luffa cylindrica* در انبار کاهش داد (۱۱). ترکیبی از پوشش کایتوسان با تیمار اسید آسکوربیک در دوره انبارمانی، کیفیت میوه لیچی را بهبود بخشید (۳۳). همچنین گزارش شده است که توت‌فرنگی‌های تیمار شده با کایتوسان کیفیت میوه را با سطوح بالاتر فنل بهتر حفظ کرد (۳۶). پوشش‌های کایتوسان حاوی اسانس در افزایش عمر تازه بلوبری‌های تازه مؤثر بودند (۳۳). نشان داده شده است که پوشش‌های کایتوسان غنی شده با اسانس اثر ضد میکروبی دارند. روش بهینه کردن فرمولاسیون پوشش خوراکی کایتوسان همراه اسانس و گلیسرول نیز توسعه یافته است (۲).

برخی پژوهش‌ها اثر بازدارندگی اسانس‌ها و اجزای آنها در جلوگیری از پوسیدگی غذا و میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا را ثابت کردند (۳۲). اسانس‌ها از ترکیبات معطر متعددی ساخته شده‌اند. به‌نظر می‌رسد که اثرات ضد قارچی و ضد میکروبی آنها در نتیجه عملکرد همزمان ترکیبات متعدد آن است. این بدین‌معنی است که این ترکیبات به‌تنهایی مؤثر نیستند (۱۵). اسانس‌های مختلف (سیر، لیمو، پونه، آویشن و رزماری) اغلب در یک فرایند امولسیون به فیلم‌های خوراکی افزوده می‌شوند و به‌علت کارایی آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی نقش مهمی به‌عنوان مواد فعال بازی می‌کنند (۳). جنس تیموس که در ایران به‌عنوان آویشن شناخته می‌شود، یک گیاه علفی چندساله بوده که از مناطق مدیترانه‌ای منشأ می‌گیرد. گونه‌های تیموس به‌دلیل خواص دارویی و بیولوژی به‌عنوان گیاهان دارویی معروف هستند. در مقایسه با ترکیبات اسانس‌های مختلف گونه‌های تیموس، پژوهش‌های اندکی روی فعالیت‌های بیولوژی آنها صورت گرفته است (۲۴). مهم‌ترین فعالیت بیولوژی و امکان استفاده از اسانس‌ها در صنایع غذایی، به‌دلیل توانایی آنها در از بین بردن میکروارگانیسم‌ها است. فعالیت ضد میکروبی اوگنول،

تیمول و کارواکرول علیه باکتری‌ها، مخمرها و قارچ‌ها در محیط درون شیشه گزارش شده است. بر این اساس، منتول، اوگنول، کارواکرول و خصوصاً تیمول در کاهش درصد حبه‌های آسیب دیده که به‌طور مصنوعی با بوتریتیس سینرا (*Botrytis cinerea*) تلقیح شده بودند، بسیار مؤثر بودند، درحالی که اکالیپتول اثری نداشت. به‌علاوه، بعضی پارامترهای فیزیولوژی انگور از قبیل تولید اتیلن و تنفس، در حبه‌های تیمار شده نسبت به شاهد کمتر بود (۲۸).

دی‌سوسا و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که استفاده از اسانس *Origanum vulgar* L. روی انگور توانست از رشد میسیلیوم‌های قارچ‌های آسپژیلوس و رایزوپوس در انبار جلوگیری کند (۶). خاصیت سمی بودن اسانس نه تنها، علیه پاتوژن‌های جانوری یا انسانی، بلکه برای حفاظت از محصولات باغبانی و دریایی نیز بسیار مهم است. اسانس‌ها یا بعضی از ترکیبات آنها علیه بسیاری از ارگانیسم‌ها مانند باکتری‌ها، قارچ‌ها، پروتوزوآ، انگل‌ها، کنه‌ها، لاروها، کرم‌ها، حشرات و نرم‌تنان، مؤثر هستند (۷). داس سانتوس و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که تیمار انگورهای برداشت شده با کایتوسان و اسانس *Origanum vulgare* L. به‌طور مؤثری توانست از رشد قارچ‌های *Rhizopus stolonifer* و *Aspergillus niger* جلوگیری کند (۸).

هدف از انجام پژوهش حاضر استفاده از کایتوسان، اسانس آویشن و ترکیب آنها به‌عنوان جایگزین مناسب ترکیبات شیمیایی به‌منظور افزایش عمر انبارمانی و حفظ کیفیت انگور رقم "بیدانه قرمز" بود. همچنین اثر آنها بر برخی خصوصیات فیزیکی و فیزیکوشیمیایی و ارگانولپتیک میوه‌های انگور در زمان نگهداری در انبار بررسی شد.

مواد و روش‌ها

تهیه مواد گیاهی

انگور رقم "بیدانه قرمز" از باغی در شهرستان تاکستان واقع در استان قزوین برداشت شد. میوه‌ها در مرحله رسیدگی تجاری با مقدار مواد جامد محلول حدود ۲۵ درجه بریکس برداشت و به آزمایشگاه پس از برداشت گروه علوم باغبانی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران منتقل شدند. خوشه‌ها بر اساس اندازه، رنگ و وزن انتخاب شده و حبه‌های آلوده و زخمی از بین آنها حذف شد. پس از اعمال تیمارها میوه‌ها به سردخانه (۲±۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد) منتقل شدند. انگورها در روزهای ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ از سردخانه خارج و در آزمایشگاه از نظر صفات کمّی و کیفی بررسی شدند.

تیمارهای اعمال شده

ابتدا کایتوسان خریداری شده از شرکت سیگما آمریکا با درجه استیل‌زدایی ۸۰ درصد به مقدار لازم با ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم توزین و به‌میزان لازم در ۱۰۰ سی‌سی محلول حجمی یک درصد اسید استیک حل شد. در این پژوهش از دو غلظت ۰/۵ و ۱ درصد کایتوسان استفاده شد. زمان لازم برای حل شدن کایتوسان بستگی به وزن ملکولی و درجه استیل‌زدایی آن دارد. درنهایت با استفاده از سود یک نرمال pH محلول روی ۵/۴ تنظیم شد. خوشه‌ها به‌مدت ۶۰ ثانیه در محلول فروبرده شدند و سپس به‌مدت دو ساعت در دمای اتاق خشک شدند. پس از خشک شدن، خوشه‌ها توزین و به‌میزان ۲۰۰ گرم درون ظروف پلاستیکی (۲۰ × ۲۰ سانتی‌متر مربع) قرار گرفتند. بسته‌ها درون پوشش پلی‌اتیلنی روکش شدند و سپس به انبار ۲ ± ۲ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند (۱۹).

اسانس آویشن (*Thymus vulgaris* L.) مورد استفاده از شرکت تولید و فراوری گیاهان دارویی زردبند، خریداری شد. به‌منظور تهیه محلول مورد استفاده برای فروبری نمونه‌ها، ۱۵۰ و ۳۰۰ میکرولیتر اسانس در یک لیتر آب مقطر با استفاده از توئین ۸۰ به نسبت ۰/۵ درصد حل شد. پس از فروبری میوه‌ها در محلول، آنها را روی طناب آویزان کرده تا خشک شدند و پس از آن ۲۰۰ گرم میوه در ظروف پلاستیکی درون کیسه‌های پلی‌اتیلنی قرار داده و به انبار منتقل شد (۳۷).

برای تهیه محلول‌های ترکیبی ابتدا محلول کایتوسان به روشی که قبلاً توضیح داده شد تهیه و پس از آن اسانس با غلظت‌های مورد نظر به آن اضافه شد. انگورها به روش فروبری با این محلول تیمار و پس از خشک شدن، بسته بندی و به انبار منتقل شدند.

شاخص‌های مورد بررسی

کاهش وزن میوه‌ها به کمک ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. میوه‌ها قبل از ورود به انبار و پس از بیرون آوردن از آن در روزهای آزمایش وزن شدند و درصد کاهش وزن با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد.

(۱) درصد کاهش وزن= وزن اولیه- وزن نهایی/وزن اولیه×۱۰۰

رنگ ظاهری میوه با استفاده از رنگ‌سنج قابل حمل (Minolta CR400 Japan) با منبع نوری D_{65} بررسی شد. از هر تیمار پنج حبه به تصادف انتخاب و رنگ آنها قرائت شد. یک صفحه استاندارد مینولتا (b*=-۰/۹، a*=-۰/۷ و L*=۹۲/۴) و صفحه سفید برای استاندارد کردن دستگاه استفاده شد (۷). اعداد به‌دست آمده از محورهای a* و b* به زاویه هیو (h°) و شاخص اشباع (C) (کروما) تبدیل شدند.

(۲) که ° ۰= قرمز- صورتی،

h°= arctangent(b*/a*)

°۹۰= زرد، °۱۸۰= خاکستری-سبز و °۲۷۰= آبی است

شاخص اشباع شدت یا خلوص هیو را نشان می‌دهد و هرچه کمتر باشد، درخشندگی میوه کمتر است (۹). میزان کروما از رابطه (۳) به‌دست آمد:

$$C=(a^{*2}+b^{*2})^{1/2} \quad (۳)$$

پس از تنظیم pH متر با محلول‌های بافر چهار و هفت، محلول نمونه را در بشر ریخته و پس از قرار دادن الکترودها در محلول، pH قرائت شد. الکترودها پس از هر قرائت، با آب مقطر شستشو و سپس با دستمال کاغذی خشک شد.

برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول کل (TSS) چند قطره از عصاره حاصل از صاف کردن میوه را با استفاده از قطره‌چکان روی منشور دستگاه رفرکتومتر دستی (VBR-90A ساخت تایوان) قرار داده شد و محتوای مواد جامد محلول بر اساس درجه بریکس به‌دست آمد (۲۳).

میزان فساد: میزان رشد قارچ به‌صورت بصری ارزیابی و میزان رشد قارچ به‌صورت درصد بیان شد.

آنالیزهای حسی بر اساس سیستم نمره‌دهی پنج نقطه‌ای در مقیاس ۵-۱ صورت گرفت (۳۷).

ریزش حبه‌ها: ۱- ندارد، ۲- کم، ۳- متوسط، ۴- شدید و ۵- خیلی شدید

قهوه‌ای شدن حبه‌ها: ۱- ندارد، ۲- کم، ۳- متوسط، ۴- شدید و ۵- خیلی شدید

چروکیدگی حبه‌ها: ۱- خیلی چروکیده، ۲- کمی چروکیده، ۳- معمولی، ۴- صاف و ۵- کاملاً صاف

ارزیابی ظاهر میوه: ۱- عالی، ۲- خوب، ۳-کمی تیره، ۴- قهوه‌ای و نرم شدن کمتر از ۵۰ درصد حبه‌ها و ۵- قهوه‌ای و نرم شدن بیشتر از ۵۰ درصد حبه‌ها

ارزیابی ظاهری دم خوشه‌ها: ۱- سبز و تازه، ۲- سبز، ۳- نیمه‌خشک، ۴- ۵۰ درصد خشک و ۵- کاملاً خشک

ارزیابی حبه‌های خرد شده و از بین رفته: برای این منظور تعداد حبه‌های خرد شده در یک کیلوگرم محاسبه شد (۳۷).

ارزیابی حسی: برای ارزیابی کیفیت میوه از تعداد ۹ نفر پانلیست شامل پنج مرد و چهار زن در سنین بین ۲۵ تا ۶۵ سال استفاده شد. پانلیست‌ها به‌صورت ثابت در روزهای نمونه‌برداری کیفیت میوه‌ها را که شامل فاکتورهای زیر بود را بر اساس مقیاس هدونیک از صفر تا ۱۰ (۱-۰= بسیار ضعیف، ۳-۱= ضعیف، ۵-۳= متوسط، ۷-۵= خوب و ۱۰-۷= عالی) ارزیابی کردند.

۱- طعم و مزه میوه، ۲- بوی میوه، ۳- بافت میوه، ۴- رنگ میوه و ۵- نظر کلی پانلیست در مورد میوه

طرح آزمایشی

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد و در آن از تیمارهای کایتوسان در سه سطح (۰، ۰/۵ و ۱ درصد)، اسانس در سه سطح (۰، ۱۵۰ و

جدول ۱. ترکیبات شناسایی شده در اسانس آویشن باغی با دستگاه (GC/MS)

ترکیبات	درصد	زمان بازدارندگی	ترکیبات	درصد	زمان بازدارندگی
آلفا- پینن	۰/۱۶	۹/۰۲	گاما- ترپینن	۴/۶۶	۱۲/۲۸
کامفن	۰/۱	۹/۴۲	آلفا- ترپینولن	۰/۰۷	۱۳/۰۶
میرسن	۰/۵۳	۱۰/۲۸	لینالول	۰/۴۰	۱۳/۲۵
آلفا- فلاندرن	۰/۰۴	۱۰/۷۷	کامفور	۰/۰۶	۱۴/۹۳
آلفا- ترپینن	۰/۵۴	۱۱/۱۱	تیمول	۶۷/۹۳	۱۸/۸۸
پی- سیمن	۲۴/۴۳	۱۱/۳۸	بتا- آریوفیلن	۰/۷۴	۲۲/۵
لیمونن	۰/۱۲	۱۱/۴۶	دی- جرماسرن	۰/۰۳	۲۳/۳۶
بتا- فلاندرن	۰/۰۶	۱۱/۵۰	سپاتولنول	۰/۰۳	۲۴/۸۳

۳۰۰ میکرولیتر بر لیتر) و ترکیب کایتوسان و اسانس در رقم "بیدانه قرمز" هر کدام با سه تکرار استفاده شد. تیمار شاهد بدون تیمار با اسانس و کایتوسان با سه تکرار در نظر گرفته شد. در مورد داده‌های پارامتریک از آزمون توکی استفاده شد. برای تعیین تفاوت میان تیمارهای مختلف در مورد داده‌های نان‌پارامتریک مانند ظاهر حبه‌ها از آزمون Mann-Whitney U و Kruskal-Wallis استفاده شد. داده‌های پارامتریک باANOVA و با استفاده از نرم‌افزار SAS 9/1 تجزیه شدند. آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای تعیین معنی‌دار بودن تفاوت آماری میان میانگین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از آنالیز اسانس آویشن با دستگاه کروماتوگرافی گازی همراه با طیف‌سنجی جرمی (GC/MS) در جدول (۱) آورده شده است. همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود تیمول با ۶۷/۹۳ درصد بالاترین میزان ماده مؤثره اسانس گیاه آویشن را تشکیل داده است.

بر اساس نتایج به‌دست آمده اثر زمان بر کاهش وزن میوه‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲) و با گذشت زمان مقدار کاهش وزن میوه‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۳). نمونه‌ها تا روز ۳۰ نگهداری در انبار کاهش وزن معنی‌داری نسبت به زمان آغاز آزمایش نشان ندادند. بیشترین کاهش وزن در روز ۶۰ انبارمانی (۰/۵۵ درصد) به دست آمد. در میان تیمارهای مختلف بیشترین کاهش وزن در نمونه‌های شاهد (بدون تیمار) (۰/۶۱ درصد) به‌دست آمد (جدول ۴). با اعمال تیمارهای مختلف میزان از دست دادن آب نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. به‌طوری که کمترین کاهش وزن در میوه‌های تیمار شده با ۰/۵ و ۱ درصد کایتوسان + ۳۰۰ میکرولیتر بر لیتر اسانس به‌دست آمد (جدول ۴). با گذشت زمان و تشدید تبخیر و تعرق به‌دلیل عدم یکسان بودن فشار بخار آب میان فضای بین سلولی بافت‌های میوه و اتمسفر احاطه کننده میوه از یک سو و تشدید فرایندهای تنفسی از سوی دیگر، کاهش وزن در طی زمان امری طبیعی است. از طرفی بالاتر بودن میزان کاهش وزن در نمونه‌های شاهد را می‌توان به تهویه بهتر و شرایط مساعدتر برای انجام فرایندهای تنفسی نسبت داد (۱). به‌طورکلی تیمارها بهتر از شاهد وزن اولیه خود را حفظ کردند. نتایج حاصل از پوشش‌دهی انگورها با کایتوسان و اسانس بذر گریپ فروت که توسط زو و همکاران صورت گرفت نیز نشان داد که میوه‌های تیمار شده نسبت به شاهد کاهش وزن کمتری داشتند. همچنین آنها بیان کردند که با گذشت زمان میزان کاهش وزن، افزایش می‌یابد (۳۷). به‌طورکلی، اثر مثبت پوشش‌های خوراکی بر اساس خواص هیگروسکوپی است که به‌عنوان سدی بین میوه و محیط اطراف قرار دارد، بنابراین تبادلات خارجی را کاهش داده و

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های کمی در رقم "بی‌دانه قرمز"

منابع تغییرات	df	میانگین			مربعات				
		کاهش وزن	میزان مواد جامد محلول	pH	فساد	a*	b*	زاویه هیو	خردشدگی
زمان	۶	۳۵۰۰۲/۰۳**	۸/۰۱**	۰/۸۲**	۱/۷۳**	۳/۲۰^{ns}	۴/۹۸**	۰/۰۲*	۳/۰۵**
کایتوسان	۲	۲۴۷۷/۵۲^{ns}	۳۰/۷۱**	۰/۰۳^{ns}	۱/۶۱**	۸/۴۵^{ns}	۴/۳۴**	۰/۱۲**	۰/۶۷**
اسانس	۲	۲۷۴۵/۱۸^{ns}	۴۱/۷۱**	۰/۰۴^{ns}	۰/۱۵**	۴/۳۰^{ns}	۱۴/۹۴**	۰/۰۸*	۰/۱۳^{ns}
کایتوسان × زمان	۱۲	۲۵۹۶/۷۷^{ns}	۵/۹۴**	۰/۰۶**	۰/۰۹**	۱/۷۴^{ns}	۱/۹۱**	۰/۰۲^{ns}	۰/۰۷^{ns}
اسانس × زمان	۱۲	۲۲۹۴/۱۶^{ns}	۲/۳۰^{ns}	۰/۰۵**	۰/۰۶	۳/۴۴^{ns}	۱/۲۰^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۴^{ns}
کایتوسان × اسانس	۴	۱۷۴۷/۴۳*	۵۲/۵۲**	۰/۰۱^{ns}	۰/۳۳**	۱۲/۳۶**	۹/۳۲**	۰/۰۶*	۰/۳۹**
کایتوسان × اسانس × زمان	۲۴	۱۵۷۱/۱۱^{ns}	۲/۹۳^{ns}	۰/۰۳*	۰/۰۵	۱/۴۸^{ns}	۰/۸۲^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۷^{ns}
خطای آزمایشی	۱۱۲	۱۵۴۴/۱۷	۲/۲۱۱	۰/۰۲	۰/۰۳	۲/۵۰	۰/۸۵	۰/۰۲	۰/۰۵
کل	۱۸۸	۵۴۸۴۶۶/۶۵	۸۸۲/۲۵	۹/۳۹	۲۲/۵۰	۵۰۳/۵۶	۲۷۵/۵۲	۴/۶۶	۳۰/۸۲
C.V%		۱۶/۱۵	۵/۷۹	۳/۴۹	۱۶/۵۰	۲۲/۶۷	۱۴/۹۵	۱۸/۴۱	۱۶/۵۲

** و * به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

جدول ۳. اثر مدت زمان نگهداری بر برخی صفات کمی انگور رقم "بیدانه قرمز"

زمان	کاهش وزن (درصد)	میزان مواد جامد محلول (درجه بریکس)	pH	رشد قارچ (درصد)	a*	b*	زاویه هیو	کروما	خرد شدگی حبه‌ها (تعداد/کیلوگرم)
۰	۰/۰۰^{d}	۲۶/۴۶^{a}	۴/۰۵^{a}	۰/۰۰^{f}	۷/۴۰^{a}	۶/۶۸^{a}	۰/۸۱^{b}	۱۰/۰۵^{a}	۱/۰۰^{d}
۱۰	۰/۱۰^{d}	۲۶/۳۰^{ab}	۳/۸۰^{b}	۰/۳۹^{ef}	۶/۸۲^{a}	۶/۱۶^{a}	۰/۸۳^{ab}	۹/۹۳^{a}	۱/۱۶^{c}
۲۰	۰/۲۱^{cd}	۲۵/۷۵^{ab}	۳/۸۳^{b}	۰/۹۶^{e}	۷/۵۳^{a}	۶/۲۸^{a}	۰/۸۶^{ab}	۹/۲۹^{ab}	۱/۲۲^{c}
۳۰	۰/۳۴^{c}	۲۵/۷۰^{ab}	۳/۷۷^{b}	۱/۲۲^{d}	۶/۸۸^{a}	۶/۴۵^{a}	۰/۸۱^{b}	۹/۵۸^{ab}	۱/۴۱^{b}
۴۰	۰/۴۰^{b}	۲۵/۴۴^{ab}	۳/۶۶^{c}	۲/۱۰^{c}	۶/۷۳^{a}	۶/۲۲^{a}	۰/۸۱^{b}	۹/۳۲^{ab}	۱/۴۵^{b}
۵۰	۰/۴۳^{b}	۲۵/۱۲^{ab}	۳/۵۷^{d}	۳/۴۰^{b}	۶/۶۹^{a}	۶/۰۳^{a}	۰/۸۳^{ab}	۹/۰۷^{ab}	۱/۷۶^{a}
۶۰	۰/۵۵^{a}	۲۵/۰۴^{b}	۳/۵۴^{d}	۵/۴۹^{a}	۶/۷۶^{a}	۵/۳۲^{b}	۰/۹۰^{a}	۸/۷۲^{b}	۱/۷۹^{a}

در هر ستون میانگین هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد آزمون LSD ندارند.

جدول ۴. اثر اسانس، کایتوسان و اثر متقابل آنها بر برخی صفات انگور رقم "بیدانه قرمز"

اسانس آویشن (میکرولیتر بر لیتر)	کایتوسان (درصد)	کاهش وزن (درصد)	مواد جامد محلول (درجه بریکس)	pH	فساد (درصد)	a*	b*	زاویه هیو	کروما	خردشدگی حبه‌ها (تعداد/ کیلوگرم)
۰	۰	۰/۶۱^{a}	۲۴/۳۳^{d}	۳/۸۱^{a}	۵/۰۹^{a}	۵/۸۴^{d}	۵/۲۵^{d}	۰/۸۳^{abc}	۷/۹۵^{d}	۹/۲۹^{a}
۱۵۰	۰	۰/۴۴^{b}	۲۶/۲۷^{c}	۳/۷۷^{ab}	۳/۷۶^{ab}	۷/۹۱^{a}	۶/۳۴^{b}	۰/۸۹^{a}	۱۰/۲۰^{a}	۶/۵۷^{bc}
۳۰۰	۰	۰/۳۸^{bc}	۲۴/۵۹^{d}	۳/۷۳^{ab}	۲/۵۷^{b}	۷/۱۰^{abc}	۷/۵۱^{a}	۰/۷۴^{c}	۱۰/۴۶^{a}	۵/۵۲^{cd}
۰	۰/۵	۰/۴۲^{bc}	۲۷/۹۳^{a}	۳/۷۷^{ab}	۰/۹۵^{c}	۷/۵۲^{ab}	۵/۶۱^{cd}	۰/۹۳^{a}	۹/۴۴^{bc}	۳/۲۴^{de}
۱۵۰	۰/۵	۰/۳۹^{bc}	۲۴/۶۴^{d}	۳/۷۱^{b}	۰/۷۱^{c}	۷/۳۷^{ab}	۶/۴۳^{b}	۰/۸۵^{abc}	۹/۸۸^{ab}	۳/۱۴^{de}
۳۰۰	۰/۵	۰/۲۳^{c}	۲۶/۷۶^{bc}	۳/۷۵^{ab}	۰/۶۵^{c}	۷/۱۷^{abc}	۵/۵۷^{cd}	۰/۸۹^{a}	۹/۲۵^{bc}	۲/۶۲^{e}
۰	۱	۰/۳۱^{bc}	۲۷/۵۶^{ab}	۳/۷۵^{ab}	۱/۰۰^{c}	۷/۱۷^{abc}	۵/۹۴^{bc}	۰/۸۷^{ab}	۹/۳۸^{bc}	۴/۲۴^{cde}
۱۵۰	۱	۰/۳۱^{bc}	۲۴/۲۶^{d}	۳/۷۰^{b}	۰/۳۸^{c}	۶/۵۵^{bcd}	۶/۵۳^{b}	۰/۷۸^{bc}	۹/۳۸^{bc}	۳/۷۱^{de}
۳۰۰	۱	۰/۲۱^{c}	۲۴/۸۴^{d}	۳/۷۳^{ab}	۰/۲۵^{c}	۶/۱۶^{cd}	۶/۲۹^{b}	۰/۷۷^{bc}	۸/۸۸^{c}	۲/۳۳^{e}

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد آزمون LSD ندارند.

درنهایت مانع از دست دادن آب میوه‌ها می‌شود (۳۷).

بر اساس جدول تجزیه واریانس اثر زمان، کایتوسان، اسانس و اثر متقابل کایتوسان در زمان و کایتوسان در اسانس در سطح احتمال یک درصد بر میزان مواد جامد محلول کل معنی‌دار بود (جدول ۲). با گذشت زمان میزان مواد جامد محلول کل به‌طور معنی‌داری کاهش یافت که البته تفاوت معنی‌دار کاهش آن تنها در روز ۶۰ نگهداری در انبار با روز صفر به‌دست آمد (جدول ۳). کمترین میزان TSS در نمونه‌های شاهد، تیمار شده با یک درصد کایتوسان + ۱۵۰ و ۳۰۰ میکرولیتر بر لیتر اسانس و بیشترین مقدار آن در تیمار ۰/۵ درصد کایتوسان به‌دست آمد (جدول ۴). میزان pH میوه‌ها با گذشت زمان به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، این نتایج با نتایج هرناندز- موناز و همکاران که اثر پوشش کایتوسان را بر حفظ کیفیت توت‌فرنگی بررسی کرده بودند، مطابقت نشان نداد (۱۲). همین‌طور میزان pH در نمونه-های تیمار شده با اسانس به‌تنهایی و کایتوسان به‌تنهایی با شاهد تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۴). بیشترین میزان pH در شاهد و کمترین میزان در میوه‌های تیمار شده با ۰/۵ و ۱ درصد کایتوسان + ۱۵۰ میکرولیتر بر لیتر اسانس به‌دست آمد (جدول ۴). بر اساس نتایج به‌دست آمده کاهش TSS با کاهش pH میوه همراه بود (جدول ۴). همچنین این کاهش میزان TSS با افزایش دهیدراسیون میوه‌ها در طی دوره انبارمانی همراه بود. در واقع بیشترین تغییرات TSS در میوه‌هایی رخ داد که آب بیشتری از دست داده بودند. با افزایش غلظت کایتوسان نقش آن در حفظ TSS کاهش یافت که شاید به‌دلیل ایجاد پوشش ضخیم روی میوه و ایجاد حالت تنفس غیر هوازی در میوه‌ها باشد. هرناندز- موناز و همکاران نیز گزارش کردند که میزان مواد جامد محلول کل در توت‌فرنگی‌های رسیده نگهداری شده در انبار سرد درنتیجه تنفس کاهش یافت (۱۲). همان‌طور که ملاحظه می شود، تغییرات صورت گرفته روی میزان مواد جامد محلول کل بسیار اندک است که این می‌تواند به‌دلیل دمای پایین انبار باشد. همین‌طور میزان اندک اکسیژن در اطراف میوه (به‌دلیل پوشش‌دهی با اسانس و کایتوسان) می‌تواند از مصرف قندها جلوگیری کند و درنتیجه جلوی متابولیسم تبدیل نشاسته به قند را نیز بگیرد، در واقع اکسیژن هوا، کربوهیدرات‌ها را به اکسیژن و دی‌اکسید کربن تجزیه می‌کند (۳۴). در زمان تنفس، مواد جامد محلول و اسیدهای ارگانیک از فعالیت‌های طبیعی در طول دوره انبارمانی، حفاظت می‌کنند. اسید آسکوربیک یکی از مهم‌ترین ترکیبات غذایی انگور و نیز یک آنتی‌اکسیدان مهم برای افزایش کیفیت انگور در طی دوره انبارمانی است. در پژوهش حاضر مشخص شد که اسانس و کایتوسان نقش مؤثری در حفظ TSS و pH داشتند. این نتایج ممکن است مربوط به‌میزان اندک تنفس میوه‌های پوشش داده شده باشد. در واقع اسانس و کایتوسان با ایجاد پوشش نیمه‌نفوذپذیر روی سطح میوه منجر به محدود شدن متابولیسم تنفس میوه و رشد قارچ شده، بنابراین موجب به تأخیر انداختن کاهش ترکیبات غذایی مانند مواد جامد محلول، اسید آسکوربیک و اسیدیته کل می‌شود (۱۰). کاهش مواد جامد محلول در میوه‌های شاهد به‌دلیل پیشرفت پیری و حل شدن دیواره‌های سلولی است که به‌صورت مواد جامد محلول در می‌آیند.

جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر زمان، کایتوسان، اسانس و اثر متقابل کایتوسان در زمان و کایتوسان در اسانس در سطح احتمال یک درصد بر میزان فساد میوه‌ها معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج حاصل از جدول (۳) نشان می-دهد که با گذشت زمان میزان فساد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. افزایش رشد قارچ در طول دروه انبارمانی با افزایش از دست دادن آب و کاهش میزان سفتی بافت میوه‌ها همراه بود. بر اساس نتایج به‌دست آمده تیمارهای کایتوسان و تیمار ترکیبی کایتوسان و اسانس به‌طور مطلوبی نسبت به شاهد توانستند جلوی رشد قارچ را بگیرند (جدول ۴). نمونه‌ها پس از ۲۰ روز انبارمانی و یک روز نگهداری در دمای اتاق نسبت به آغاز آزمایش افزایش معنی‌دار در میزان فساد نشان دادند. مارتینز- رومرو و همکاران بیان کردند که افزودن کارواکرول به درون بسته‌ها فساد میوه‌های انگور را به‌طور معنی‌داری کاهش داد (۲۰). والرو و همکاران نیز گزارش کردند که در پایان دوره آزمایش وقوع فساد در انگورهای شاهد بیش از ۵۰ درصد بود، درحالی که با اضافه کردن تیمول و اوگنول

میزان فساد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. به‌علاوه، با افزایش غلظت اسانس و غلظت کایتوسان میزان فساد نیز کاهش بیشتری نشان داد (۳۵). عوامل دیگری مانند کاهش میزان تنفس، حفظ فعالیت‌های آنزیم‌های محافظتی و حفظ یکپارچگی غشا همگی موجب افزایش قدرت توان دفاعی میوه‌ها در برابر میکروب‌ها می‌شود (۳۸). در اثر پوشش‌دهی محصولات با کایتوسان، شانس تماس میکروب‌ها با سطح میوه کاهش یافته، بنابراین میوه ها از تهاجم میکروب‌ها در امان بودند. ضمنا، آمین کایتوسان اثر باکتری‌کشی داشته، می‌تواند میزان میکروب‌ها را کاهش دهد. زو و همکاران نیز اظهار داشتند که فروبری انگورها در ۰/۵ درصد اسانس بذر گریپ‌فروت یا یک درصد کایتوسان + ۱ درصد اسانس بذر گریپ‌فروت، به‌طور معنی‌داری میزان فساد قارچی را کاهش داد. فعالیت ضد قارچی کایتوسان ممکن است مربوط به تشکیل سدهای فیزیکی در برابر تهاجم عوامل بیماری‌زا باشد، درنتیجه از جوانه‌زنی کنیدی و رشد میسیلیوم جلوگیری و موجب حفاظت از حبه‌های انگور در برابر قارچ‌ها می‌شود (۳۷) رنگ یک عامل مهم در پذیرش کیفیت میوه انگور است. بر اساس جدول تجزیه واریانس اثر زمان بر شاخص *a و کروما در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). اثر متقابل کایتوسان در اسانس بر شاخص *a، *b و کروما در سطح احتمال یک درصد و بر زاویه هیو در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). جدول ۳ تغییرات رنگ سطحی (به‌صورت *a، *b، زاویه هیو و کروما) در طول ۶۰ روز نگهداری انگورها در انبار با دمای ۲± ۰ درجه سانتی‌گراد را نشان می‌دهد. میوه‌های تیمار شده تغییرات معنی‌داری در دامنه رنگی اولیه میوه نشان دادند. با گذشت زمان میزان *b (زردی میوه) و کروما کاهش و زاویه هیو افزایش یافت، درحالی که شاخص *a تغییری نشان نداد (جدول ۳). البته میزان *b، زاویه هیو و کرومای نمونه‌ها تا روز ۶۰ تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۳). کمترین میزان شاخص *a، *b و کروما در نمونه‌های شاهد و بالاترین مقدار در نمونه‌های تیمار شده با ۱۵۰ و ۳۰۰ میکرولیتر بر لیتر اسانس مشاهده شد (جدول ۴). همچنین کمترین میزان زاویه هیو در نمونه‌های تیمار شده با ۳۰۰ میکرولیتر بر لیتر اسانس و بیشترین مقدار در میوه‌های تیمار شده با ۱۵۰ میکرولیتر بر لیتر اسانس، ۰/۵ درصد کایتوسان و ۰/۵ درصد کایتوسان + ۳۰۰ میکرولیتر بر لیتر اسانس به‌دست آمد (جدول ۴). همان‌گونه که ملاحظه می‌شود تغییرات رنگی میوه‌ها به آب از دست‌دهی نمونه‌ها مربوط می‌شود. همین‌طور به‌نظر می‌رسد که کاهش *b و کروما در این آزمایش با قهوه‌ای شدن حبه‌ها نیز رابطه تنگاتنگی داشته باشد. به‌نظر می‌رسد که افزایش ترکیبات رنگی (ملانین) که موجب قهوه‌ای شدن حبه‌ها می‌شوند، منجر به کاهش درخشندگی آنها شده است. نتایج به‌دست آمده از این قسمت با نتایج به‌دست آمده در مورد کاهش وزن میوه‌ها مطابقت داشت. بر این اساس، با گذشت زمان، میوه‌ها آب خود را از دست دادند که این موجب کاهش میزان درخشندگی آنها شد. هرنانـدز- موناز و همکاران نیز گزارش کردند که توت‌فرنگی‌های تیمار شده با کایتوسان درخشندگی بیشتری نسبت به شاهد داشتند. این تغییر رنگ ممکن است به‌دلیل افزایش سرعت تنفس و تحریک فعالیت‌های آنزیمی، شامل واکنش‌های قهوه‌ای شدن و سایر واکنش‌ها که مسئول کاهش کیفیت میوه هستند، باشد (۶).

بر اساس جدول تجزیه واریانس اثر زمان، کایتوسان و اثر متقابل اسانس در کایتوسان بر میزان خردشدگی حبه‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). تیمارهای مختلف بر میزان ریزش، چروکیدگی و کیفیت ظاهر حبه‌ها و دم خوشه‌ها معنی‌دار، اما بر میزان قهوه‌ای شدن و کیفیت ظاهر دم خوشه‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۵). با گذشت زمان میزان خردشدگی حبه‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۳) که این مسئله با افزایش از دست دادن آب، رشد قارچی و کاهش میزان سفتی بافت میوه همراه بود. ارزیابی انگورهای تیمار شده نشان داد که میزان خردشدگی حبه‌ها به‌طور معنی‌داری کمتر از شاهد بود (جدول ۴). بیشترین ریزش و چروکیدگی حبه‌ها در تیمار شاهد حاصل شد (جدول ۶). به‌طوری که در جدول (۶) ملاحظه می‌شود تیمار اسانس، کایتوسان و تیمارهای ترکیبی آنها به‌طور معنی‌داری میزان

جدول ۵. بررسی برخی صفات کیفی انگور بر اساس آزمون کروسکال والیس رقم "بیدانه قرمز"

	ریزش	قهوه‌ای شدن حبه‌ها	چروکیدگی حبه‌ها	ظاهر دم خوشه‌ها	ظاهر حبه‌ها	طعم و مزه	رنگ	بافت	نظر کلی پانلیست‌ها
درجه آزادی	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸
Asymp. Sig.	۰/۰۰۷	۰/۳۴	۰/۰۳	۰/۱۲	۰/۰۱	۰/۵۸	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۲۶

جدول ۶. بررسی میزان ریزش، ظاهر و چروکیدگی حبه‌ها بر اساس آزمون من- وینتی یو رقم "بیدانه قرمز"

اسانس آویشن (میکرولیتر بر لیتر)	کایتوسان (درصد)	ریزش	ظاهر حبه‌ها	چروکیدگی حبه‌ها
۰	۰	۲۳^{a}	۸/۵^{cde}	۲۳^{a}
۱۵۰	۰	۱۶^{abcd}	۱۵/۵^{bcd}	۷/۶۷^{cd}
۳۰۰	۰	۲۳/۳۳^{ab}	۸/۵^{cde}	۹/۸۳^{cd}
۰	۰/۵	۱۴^{bcd}	۵^{e}	۶/۱۷^{d}
۱۵۰	۰/۵	۸^{d}	^{bcde}۱۲	۸/۸۳^{cd}
۳۰۰	۰/۵	۸^{d}	^{a}۲۶	۱۲^{bcd}
۰	۱	۲۱^{abc}	^{bc}۱۸	۲۲/۱۷^{ab}
۱۵۰	۱	۸^{d}	^{bcde}۱۲	۱۶/۸۳^{abcd}
۳۰۰	۱	۵/۶۷^{d}	^{b}۲۰/۵	۱۹/۵^{abc}

تیمارهایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ با هم اختلاف معنی‌دار ندارند.

ریزش و چروکیدگی حبه‌ها را در مقایسه با شاهد کاهش داد. زو و همکاران نیز بیان کردند که بالاترین میزان ریزش حبه مربوط به شاهد بوده که با وقوع فساد بیشتر در این حبه‌ها همراه و بسیاری از حبه‌ها به‌دلیل رسیدن بیش از حد و رشد قارچ سیاه و نرم شده بودند (۳۷). کایتوسان و اسانس مانند یک پوشش روی میوه قرار گرفته و جلوی از دست دادن آب میوه را می‌گیرد. سلاموتو و همکاران نیز گزارش کردند که نابسامانی‌های فیزیولوژی مانند قهوه‌ای شدن پوست و گوشت با ترکیبی از اسانس تیمول و اتمسفر تغییر یافته در انگور کاهش یافت (۲۹). اطلاعات نشان داد که پوشش‌دهی میوه‌ها منجر به کاهش امتیاز رنگی میوه‌ها شد که ممکن است به‌علت رنگ قهوه‌ای پوشش ترکیبی (کایتوسان + اسانس) باشد. رنگ انگورهای تمام نمونه‌ها به‌تدریج با گذشت زمان قهوه‌ای شد. قهوه‌ای شدن انگورها با فعالیت آنزیم پلی‌فنول اکسیداز و حمله قارچی همراه بود. گزارش شده است که فعالیت این آنزیم در حضور اتیلن افزایش می‌یابد (۲۹). دوس سانتوس و همکاران گزارش کردند که استفاده از پوشش کایتوسان به‌همراه *Origanum vulgare* در غلظت‌های زیر حد بازدارندگی خواص فیزیکی و فیزیکوشیمیایی و نیز صفات حسی میوه را حفظ کرد. دی سوسا و همکاران گزارش کردند که ظاهر و رنگ انگورهای پوشش‌داده شده با اسانس و شاهد در طول دوره نگهداری تفاوت معنی‌دار نشان ندادند (۶). داده‌های جدول ۵ نشان داد که اثر تیمارهای مختلف بر طعم و مزه، بو، بافت و نظر کلی پانلیست‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۵). زو و همکاران گزارش کردند که تیمارهای کایتوسان و اسانس بذر گریپ فروت، کیفیت میوه‌ها را بهتر حفظ می‌کنند (۳۷). جیانگ و همکاران نیز نشان دادند که تیمار با کایتوسان، قهوه‌ای شدن میوه‌ها را به تعویق انداخت (۱۳). همچنین آنها اظهار داشتند که کیفیت خوراکی میوه‌های لیچی تیمار شده با کایتوسان پس از ۲۰ روز انبارمانی در دو درجه سلسیوس کاهش یافت (۱۴).

چین و همکاران نیز اعلام کردند، پوشش‌دهی با کایتوسان کیفیت و عمر تازه انبه‌های برش یافته را افزایش می‌دهد (۴). نتایج ارزیابی پانلیست‌ها در پژوهش حاضر نشان داد که تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری در طعم و مزه، بافت و نظر کلی پانلیست‌ها ایجاد نکردند، بنابراین استفاده از کایتوسان و اسانس از نظر پانلیست‌ها تفاوتی با میوه‌های شاهد نداشت.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این پژوهش در میان تیمارهای مورد استفاده ترکیبی از کایتوسان و اسانس آویشن به‌طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها در بهبود کیفیت میوه‌ها مؤثر بوده است. به‌طورکلی، کایتوسان، اسانس و ترکیب آنها توانست ضمن افزایش زمان ماندگاری پس از برداشت انگور، کیفیت آنها را حفظ کند. فیلم‌های پوششی مانند سد در برابر رطوبت و اکسیژن عمل کرده و نه تنها تخریب غذا را به تعویق می‌اندازند، بلکه ایمنی آن را با جلوگیری یا کند کردن رشد میکروارگانیسم‌ها به‌علت فعالیت زیست‌کشی طبیعی آنها یا تلفیق ترکیبات ضد میکروبی افزایش می‌دهند، همین مسئله اجازه می‌دهد که پوشش‌های خوراکی به‌طور گسترده استفاده شوند.

منابع مورد استفاده

1. Artes-Hernandez, F., F. A. Tomas- Bareran and F. Artes. 2006. Modified atmosphere packaging preserves quality of SO_2 free Superior Seedless table grapes. *Postharvest Biology and Technology* 39: 146-154.
2. Azevedo, A. N., P. R. Buarque, E. M. O. Cruz, A. F. Blank, P. B. Alves, M. L. Nunes and L. C. L. A. Santan. 2014. Response surface methodology for optimisation of edible chitosan coating formulations incorporating essential oil against several foodborne pathogenic bacteria. *Food Control* 43: 1-9.
3. Bakkali, F., S. Averbeck, D. Averbeck and I. Idaomar. 2008. Biological effects of essential oils e a review. *Food and Chemical Toxicology* 46: 446-475.
4. Chien, P. J., F. Fuu Sheu and F. H. Yang. 2007. Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. *Journal of Food Engineering* 78: 225–229.
5. Crisosto, C. H., E. J. Mitcham and A. A. Kader. 1998. Grape: recommendations for maintaining postharvest quality. http://postharvest.ucdavis.edu/PFfruits/ Grape/ (Accessed 24.11.14).
6. de Sousa, L. L., S. C. A. Andrade, A. J. A. A. Athayde, C. E. V. Oliveira, C. V. Sales, M.S . Marta Suely Madruga and E. L. Souza. 2013. Efficacy of *Origanum vulgare* L. and *Rosmarinus officinalis* L. essential oils in combination to control postharvest pathogenic *Aspergilli* and autochthonous mycoflora in *Vitis labrusca* L. (table grapes). *International Journal of Food Microbiology* 165: 312–318.
7. Dehestani Ardakani, M. 2008. The effect of chitosan and thymus extract on storage life and maintaining quality of two Iranian table grape, MSc. Thesis. Faculty of Agriculture Tehran University, Iran. (In Farsi).
8. dos Santos, N. S. T., A. J. A. Athayde, O. C. D. Vasconcelos de, C. V. de Sales, S. de Melo, S. R. Sousa da, S. T. C. Montenegro and E. L. De Souza. 2012. Efficacy of the application of a coating composed of chitosan and *Origanum vulgare* L. essential oil to control *Rhizopus stolonifer* and *Aspergillus niger* in grapes (*Vitis labrusca* L.). *Food Microbiology* 32: 345-353.
9. Ferrario-Mery, S., C. Masclaux, M. H. Aszuki, B. Valadier, K. Hirel and C. H. Foyer. 2001. Glutamine and alpha ketoglutaret are meto. *Planta* 213: 265-271.
10. Gao, P., Z. Zhu and P. Zhang. 2013. Effects of chitosan–glucose complex coating on postharvest quality and shelf life of table grapes. Carbohydr. *Polym*er 95: 371– 378.
11. Han, C., J. Zuo, Q. Xu, L. Wang, B. Zhai, Z. Wang, D. Haizhou and D. Lipu. 2014. Effects of chitosan coating on postharvest quality and shelf life of sponge gourd (*Luffa cylindrica*) during storage. *Scientia Horticulturae* 166: 1-8.
12. Hernandez-Munoz P., E. Almenar, M. J. Ocio and R. Gavara. 2006. Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*Fragaria* x *ananassa*) *Postharvest Biology and Technology* 39: 247-253.
13. Jiang Y. and Y. Li. 2001. Effects of chitosan on postharvest life and quality of longan fruit. *Food Chemistry* 73: 139-143.
14. Jiang, Y., J. Li and W. Jiang. 2005. Effect of chitosan coating on shelf life of cold-stored litchi fruit at ambient temperature. *LWT-Food Science and Technology* 38: 757-761.
15. Jobing J. 2007. Essential oils: A new idea for postharvest disease control. *Sydney Postharvest Laboratory Information Sheet* 11: 1-3.

16. Kerch, G. and V. Korkhov. 2011. Effect of storage time and temperature on structure, mechanical and barrier properties of chitosan-based films. *European Food Research and Technology* 232(1): 17-22.
17. Kerch, G., M. Sabovics, Z. Kruma, S. Kampuse and E. Straumite. 2011. Effect of chitosan and chitooligosaccharide on vitamin C and polyphenols contents in cherries and strawberries during refrigerated storage. *European Food Research and Technology* 233(2): 351-358.
18. Krochta, J. M. 2002. Proteins as raw materials for films and coatings: definitions, current status, and opportunities. Pp: 1-41. *In:* A. Gennadios (Ed.), Protein-Based Films and Coatings, CRC Press, New York.
19. Liu, J., S. Tian, X. Meng and Y. Xu. 2006. Effect of chitosan on control of postharvest diseases and physiological responses of tomato fruit. *Postharvest Biology and Technology* 44: 300-306.
20. Martinez-Romero D., F. Guillen, J. M. Valverde, G. Bailen, P. Zapata, M. Serrano, S.Castillo and D. Valero. 2007. Influence of carvacrol on survival of *Botrytis cinerea* inoculated in table grapes. *International Journal of Food Microbiology* 115: 144–148.
21. Martínez-Romero, D., F. Guillén, J. M. Valverde, G. Bailén, P. Zapata, M. Serrano, X. Meng, B. Li, J. Liu and S. Tian. 2008. Physiological responses and quality attributes of table grape fruit to chitosan prehavest spray and postharvest coating during storage. *Food Chemistry* 106: 501–508.
22. Meng, X., B. Li, J. Liu and S. Tian. 2008. Physiological responses and quality attributes of table grape fruit to chitosan prehavest spray and postharvest coating during storage. *Food Chemistry* 106: 501–508.
23. Mostofi, Y. and F. Najafi. 2006. Laboratory Analytical Methods in Horticultural Science, Tehran University press. (In Farsi)
24. Nejad Ebrahimi, S., J. Hadian, M. H. Mirjalili, A. Sonboli and M. Yousefzadi. 2008. Essential oil composition and antibacterial activity of *Thymus caramanicus* at different phenological stages. *Food Chemistry* 110: 927-931.
25. Pedreschi, R. and S. Lurie. 2015. Advances and current challenges in understanding postharvest abiotic stresses in perishables. *Postharvest Biology and Technology* 107: 77–89.
26. Rinaudo, M. 2006. Chitin and chitosan: properties and applications. *Progress in Polymer Science* 31: 603–632.
27. Rojas-Graü, M. A., M. S. Tapia and O. Martín-Belloso. 2008. Using polysaccharides based edible coatings to maintain quality of fresh-cut Fuji apples. *LWT-e Food Science and Technology* 41: 139-147.
28. Romanazzi, G., A. Lichter, F. M. Gabler and J. L. Smilanick. 2012. Recent advances on the use of natural and safe alternatives to conventional methods to control postharvest gray mold of table grapes. *Postharvest Biology and Technology* 63: 141–147.
29. Sellamuthu, P. S., D. Sivakumar, P. Soundy and L. Korsten. 2013. Enhancing the defense related and antioxidant enzymes activities in avocado cultivars with essential oil vapors. *Postharvest Biology and Technology* 81: 66-72.
30. Serrano, M., D. Martinez-Romero, F. Guillen, J. M. Valverde, P. J. Zapata, S. Castillo and D. Valero. 2008. The addition of essential oils to MAP as a tool to maintain the overall quality of fruits. *Trends in Food Science and Technology* 9: 464-471.
31. Simoes, A. D. N., J. A. Tudela, A. Allende, R. Puschmann and M. I. Gil. 2013. Edible coatings containing chitosan and moderate modified atmospheres maintain quality and enhance phytochemicals of carrot sticks. *Postharvest Biology and Technology* 51: 364-370.
32. Sousa, J. P., G. A. Azêredo, M. A. S. Vasconcelos, R. A. Torres, M. L. Conceiçao and E. L. Da Souza. 2012. Synergies of carvacrol and 1,8-cineole to inhibit bacteria associated with minimally processed vegetables. *International Journal of Food Microbiology* 154: 145-151.
33. Sun, X., J. Narciso, Z. Wang, C. Ference, J. Bai and K. Zhou. 2014. Effects of chitosan-essential oil coatings on safety and quality of fresh blueberries. *Journal of Food Science* 79: M955-M960.
34. Thumula, P. 2006. Studies on storage behaviour of tomatoes coated with chitosan-lysozyme films. MSc. Thesis. Department of Bioresource Engineering Faculty of Agricultural and Environmental Sciences. McGill University Montreal, Quebec, Canada.
35. Valero, D., J. M. valverde, D. M. Romero, F. Guillen, S. Castillo and M. Serrano. 2006. The combination of modified atmosphere packaging with eugenol or thymol maintain quality, safety and functional properties of table grapes. *Postharvest Biology and Technology* 41: 317-327.
36. Wang, S. Y. and H. Gao. 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: 71-79.
37. Xu, W. T., K. L. Huang, F. Guo, W. Qu, J. J. Yang, Z. H. Liang and Y. B. Luo. 2007. Postharvest grapefruit seed extract and chitosan treatments of table grapes to control *Botrytis cinerea*. *Postharvest Biology and Technology* 46: 86-94.
38. Youwei, Y. and R. Yinzhe. 2013. Effect of chitosan coating on preserving character of post-harvest fruit and vegetable: A Review. *Journal of Food Process Technology* 4: 8-18.

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 9, No. 3, Fall 2019, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Maintaining Quality Properties of Grape CV. 'Bidaneh Ghermez' by Chitosan Edible Coating, Thymus Essential Oil and their Concomitant Application

M. Dehestani[1*] and Y. Mostofi[2]

(Received: January 25-2017; Accepted: February 10-2019)

Abstract

The application of edible coatings is one of the most innovative methods to extend the commercial shelf-life of fruits and vegetables by acting as a gas barrier. In this study, the effects of chitosan, thymus essential oil and their combination in extending shelf life of grape ('Bidaneh Ghermez') and quality properties were investigated. Grapes were harvested when were fully ripened and their total soluble solid (TSS) was about 25% and immediately transferred to laboratory. Then fruit treated by 0.5% and 1% (w/v) solution of chitosan, 150 and 300 µl/l thymus essential oil and their combination (untreated fruit were as control). After treatments, grapes were packed in 200g packages and stored at 0-2 °C and 90% ± 5 RH for 60 days. Changes in weight loss, color, pH, TSS, decay and sensory quality were measured in ten-day intervals until 60 days after the treatments. Results showed that chitosan and essential oil treatment significantly decreased weight loss, decay, color change, shrivel and berry shatter in comparison to the control. According to the panelists' votes, treated fruits did not show significant difference to the non-treated control fruits. It seems that among different treatments examined, the combined treatment of chitosan and thymus essential oil was more suitable for maintaining the fruit quality.

Keywords: Table grape, Postharvest life, Fungal decay, Quality

1. Assistant Professor, Department of Horticultural Science, College of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran.
2. Professor, Department of Horticultural Science and Landscape Architecture, Faculty of Agricultural Science and Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

*: Corresponding Author, Email: mdehestani@ardakan.ac.ir