نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۶۸۰-۶۶۵
شاپا: ۴۷۳۰-۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 32, No. 4, Winter 2019, p. 665-680
ISSN: 2008 - 4730

تأثیر پوشش صمغ باریجه، اسانس زیره‌سبز و کلرور کلسیم بر ویژگی‌های کیفی و بیوشیمیایی گیلاس رقم سیاه‌مشهد

محمدرضا اصغری[۱]- زهرا آذرشریف[۲*]- حسین تاجیک[۳]- علیرضا فرخزاد نانساء[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۰۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۱۹

چکیده

استفاده از مواد شیمیایی برای کنترل ضایعات و حفظ کیفیت محصولات برداشت شده به دلیل اثرات مضر بر محیط زیست با محدودیت‌های جدی روبرو است. اخیراً پوشش‌های خوراکی پتانسیل خوبی در حفظ کیفیت و ایمنی میوه و سبزی‌های مختلف از خود نشان داده‌اند. تأثیر پوشش صمغ باریجه (در غلظت‌های صفر، ۱، ۲ و ۳ درصد وزنی/حجمی)، اسانس زیره سبز (در غلظت‌های صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرولیتر در لیتر) و کلرور کلسیم (در غلظت‌های صفر و یک درصد وزنی/حجمی) بر واکنش‌های فیزیولوژیکی و کیفی میوه گیلاس رقم سیاه مشهد (*Prunus avium* cv. Siah Mashhad) مورد بررسی قرار گرفت. میوه‌های پوشش‌دار شده به مدت ۳۰ روز در دمای ۱±۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵-۹۰ درصد در انبار (پخچال) نگهداری شدند. ارزیابی کیفی میوه‌ها در ابتدای نگهداری، پس از ۱۵ و ۳۰ روز نگهداری در دمای ۱±۲ درجه سانتی‌گراد به‌علاوه یک روز نگهداری در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت. پوشش صمغ باریجه، اسانس زیره سبز و کلرور کلسیم نه‌تنها سرعت افزایش pH و مواد جامد محلول را کاهش دادند، بلکه به‌طور مؤثری اسیدهای آلی کل، محتوی آب و درصد رطوبت میوه، فعالیت آنزیم فنیل آلانین‌آمونیالیاز، فنول و فلاونوئید کل میوه را در سطح بالا حفظ نمودند. همچنین در پایان مدت نگهداری بافت میوه‌های تیمار شده با یک درصد وزنی/حجمی کلرور کلسیم محتوی پرولین بالاتر و مالون‌دی‌آلدهید کمتر داشتند. ترکیب صمغ باریجه، اسانس زیره سبز و کلرور کلسیم با همدیگر به صورت معنی‌داری تأثیر بیشتری نسبت به کاربرد جداگانه تیمارها برکاهش فرآیندهای پیری، حفظ صفات کیفی، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و ماندگاری میوه گیلاس داشت.

واژه‌های کلیدی: پوشش‌دهی، ترکیبات سالم، عمر پس از برداشت، گیاهان دارویی

مقدمه

میوه گیلاس بخاطر داشتن آب زیاد، سرعت بالای تنفس و فعالیت‌های متابولیکی بسیار فسادپذیر بوده و ماندگاری پایینی دارد. سرعت بالای تنفس و نرم‌شدن میوه در دماهای معمولی منجر به تغییر رنگ، افت وزن، قهوه‌ای شدن و کاهش ارزش تغذیه‌ای شده و به این ترتیب ماندگاری آن را محدود می‌نماید (۲۶). امروزه استفاده از سموم و مواد شیمیایی در فناوری‌های محصولات باغی با محدودیت‌های جدی مواجه بوده و محققین در تلاش هستند تا روش‌های سالم و جایگزین را برای افزایش ماندگاری محصول و حفظ کیفیت آن معرفی نمایند. از جمله این مواد می‌توان به پوشش‌های خوراکی دارای افزودنی‌های فعال در کنار اعمال دمای پایین در دوره پس از برداشت اشاره نمود که با استفاده از آنها می‌توان سرعت توسعه بیماری‌ها، فرآیندهای فیزیولوژیکی و اتلاف آب را کاهش داده و وضعیت ظاهری، یکپارچگی و قوام مکانیکی بافت میوه را حفظ نمود (۲۵).

اخیراً پوشش‌های خوراکی و فیلم‌های زیست تخریب‌پذیر بر پایه پلی‌ساکاریدها و پروتئین‌ها به علت دارا بودن فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی، در فناوری‌های نگهداری محصولات غذایی کاربرد زیادی پیدا کرده‌اند؛ زیرا پلی‌ساکاریدها و صمغ‌ها می‌توانند نوعی غشاء یا پوشش با نفوذپذیری کم نسبت به اکسیژن و دی‌اکسیدکربن در اطراف محصول تشکیل دهند که نتیجه آن کاهش سرعت فرآیندهای فیزیولوژیکی محصول و در نتیجه افزایش ماندگاری آن می باشد. باید توجه داشت که خواص صمغ‌ها و پوشش‌های خوراکی بر خواص ارگانولپتیک محصول و همچنین بر پذیرش آن توسط مصرف‌کننده

۱، ۲ و ۴- به ترتیب استاد، دانشجوی دکتری و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه ارومیه
(*- نویسنده مسئول: (Email: Zahra.azar45@yahoo.com
۳- استاد گروه بهداشت و کنترل مواد غذایی، دانشگاه ارومیه
DOI: 10.22067/jhorts4.v32i4.74615

www.SID.ir

Archive of SID

تأثیر می‌گذارد. اساساً ویژگی‌های جریان شناختی[1] صمغ‌ها به ویژه زمانی که در ترکیب با مواد غذایی استفاده می‌شود و سبب ایجاد یا بهبود بافت در محصول می‌گردند از اهمیت بالایی برخوردار است (۲۲). ثابت شده است که برای کاهش ضایعات و پوسیدگی‌های پس از برداشت، جلوگیری از کاهش فنل و فلاوونوئیدها و جلوگیری از افزایش پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء، استفاده از ۱۰-۵ درصد صمغ عربی و ۰/۱۵ درصد صمغ گوار در ترکیب پوشش میوه‌های گیلاس، گواوا و انبه رهیافت موفقیت آمیزی می‌باشد(۵، ۱۵ و ۲۵). اسانس گیاهان دارویی ماهیت فرّار دارند و ممکن است کاربرد آن‌ها به تنهایی کارآیی کمی داشته باشد؛ از طرف دیگر از پوشش‌های خوراکی می‌توان به عنوان حامل مواد افزودنی دیگر نظیر ترکیبات ضدمیکروبی، ضداکسایند، طعم‌دهنده و رنگ‌ها استفاده کرد. همچنین کاربرد اسانس در ترکیب پوشش‌های پلی‌ساکاریدی مثل صمغ‌ها منجر به افزایش کارآیی اسانس و پوشش خوراکی می‌گردد (۲۲ و ۲۵). اسانس‌ها اغلب به دلیل دارا بودن ترکیبات فنلی و آنتی‌اکسیدانی نیز کیفیت میوه را حفظ و دوره نگهداری آن را افزایش می‌دهند. استفاده از پوشش زیست‌تخریب پذیر نانوکیتوزان و اسانس زیره سبز با روش کپسوله‌نمودن[2] (با نسبت کیتوزان به اسانس ۱ به ۰/۲۵، ۱ به ۰/۵، ۱ به ۰/۷۵، ۱ به ۱ و ۱ به ۱/۲۵) منجر به افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی شامل کاتالاز و گلوتاتیون‌ردوکتاز، کاهش فعالیت پراکسیداز و حفظ محتوای اسید آسکوربیک در قارچ‌های بسته‌بندی‌شده با بیوپلیمر در مقایسه با نمونه‌های شاهد در مدت ۲۰ روز نگهداری گردید (۱۴). گزارش شده است که پوشش خوراکی بر پایه کیتوزان حاوی یک درصد اسانس آویشن روند اتلاف آب، سرعت کاهش اسیدیته کل، مواد جامد و قندهای محلول کل میوه‌های گیلاس را طی مدت ۳۵ روز نگهداری کاهش داده است (۲۶).

باریجه با نام علمی *Ferula gummosa* Boiss گیاهی علفی، چندساله و مونوکارپیک است که در مناطق کوهستانی شمال و غرب ایران با ارتفاع ۳۰۰۰-۱۸۰۰ متر بالاتر از سطح دریا و بارندگی متوسط سالیانه ۵۰۰-۲۵۰ میلی‌متر می‌روید و ریشه آن غده‌ای و غنی از ائوگوم رزین می‌باشد. صمغ به دست آمده از ریشه باریجه به لحاظ صنعتی در کارخانجات چسب‌سازی، تولید پارچه، لوازم آرایشی-بهداشتی، چسب الماس و جواهرسازی کاربرد دارد (۲۴). از نظر دارویی نیز دارای خواص ضدمیکروبی، خلط‌آور، محرک، ضدروماتیسم و عفونت می‌باشد که این خواص عمدتاً به ترکیبات زیست‌فعالی همچون فنل‌ها، مونوترپن‌ها و کومارین‌های سسکویی‌ترپن نسبت داده می‌شود. گزارش‌هایی در مورد خواص اسانس و صمغ باریجه و اثرات بالینی آن‌ها ارائه شده است (۱۳ و ۲۴) ولی اطلاعات کافی در مورد امکان‌سنجی استفاده از این صمغ به عنوان پوشش خوراکی محصولات باغبانی و چگونگی تأثیر آن بر پارامترهای کیفی میوه برداشت‌شده در دست نمی‌باشد. بر اساس نتایج تحقیق حامدی و همکاران (۹) پوشش صمغ باریجه (با خاصیت آنتی‌اکسیدانی و اسید آسکوربیک بیشتر) و اسانس کاکوتی (محتوای فنل و فلاوونوئید کل بیشتر) به نحو مطلوبی از رشد باکتری‌های گرم‌مثبت فیله‌های مرغ در مدت ۱۲ روز نگهداری در دمای پایین جلوگیری نموده است.

کلسیم به عنوان یک یون تنظیم‌کننده مهم در سلول‌های گیاهی بوده و علاوه بر ایجاد استحکام در غشاها و دیواره‌های سلولی، نقش کلیدی در رشد گیاه، نمو و واکنش به سیگنال‌های محیطی و تنش‌های مختلف ایفا می‌نماید. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که تیمار کلسیم کیفیت تغذیه‌ای و عمر میوه را در طول مدت نگهداری از طریق حفظ سفتی، کاهش سرعت تنفس و تولید اتیلن، افزایش بیوسنتز ترکیبات معطر، کاهش پوسیدگی و آسیب سرمازدگی افزایش می‌دهد (۸ و ۳۰). با توجه به نقش کلسیم در تحمل به تنش و جلوگیری از نابسامانی‌های فیزیولوژیکی، رسیدگی زودتر از موعد و کاهش سرعت پیری به طور گسترده از ترکیبات کلسیم‌دار به عنوان ترکیبات سالم در افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت میوه‌ها و سبزی‌ها استفاده می‌شود (۱۵). میوه‌های گیلاس پوشش‌یافته با صمغ گوار و عصاره جینسینگ توأم با ۰/۱ درصد کلرور کلسیم میزان مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون کمتر و در مقابل محتوای فنل بالاتری نسبت به شاهد داشتند و کلرور کلسیم تأثیر مثبتی بر حفظ کیفیت کلی میوه‌ها داشت (۵). همچنین غوطه‌وری زغال‌اخته در محلول حاوی غلظت‌های صفر تا ۸۰ میلی‌مولار کلرور کلسیم فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز را در مدت ۳ هفته نگهداری در مقایسه با میوه‌های فاقد تیمار افزایش داده است (۳۰). کلسیم در نفوذپذیری غشاء سلولی و فرآیندهای حیاتی مثل انتقال کربوهیدرات‌ها، متابولیسم نیتروژن و اسیدهای آمینه مانند پرولین نقش دارد (۸). به علاوه با حفظ تورژسانس سلول به جلوگیری از اتلاف آب درون سلولی کمک می‌نماید (۱۸). با توجه به نقش اسانس‌های گیاهان دارویی و کلرور کلسیم در فیزیولوژی پس از برداشت محصول، در این پژوهش تأثیر کاربرد پس از برداشت اسانس زیره سبز و کلرور کلسیم در ترکیب با پوشش خوراکی صمغ باریجه به‌عنوان ترکیبات طبیعی و سالم بر کیفیت و ماندگاری میوه گیلاس رقم سیاه مشهد بررسی شد.

مواد و روش‌ها

تهیه میوه: میوه‌های گیلاس رقم سیاه مشهد در تاریخ ۱۵ تیر ماه ۱۳۹۵ از باغی واقع در روستای کهریز در مرحله بلوغ زمانی که ۸۰-۵۰ درصد میوه‌ها رنگ گرفته بودند، برداشت شدند. سپس با

1- Reological characterization
2- Encapsulation

www.SID.ir

Archive of SID

احتیاط لازم جهت جلوگیری از هر گونه ضرب‌دیدگی به آزمایشگاه گروه باغبانی دانشگاه ارومیه منتقل شدند. میوه‌ها از نظر اندازه و یکنواختی تفکیک گردیده و میوه‌های خیلی نرم، آسیب‌دیده و غیریکنواخت حذف شدند. قبل از پوشش‌دهی مقادیر اولیه صفات شامل فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز، پراکسیداز، میزان اسید آسکوربیک، میزان فنل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل ارزیابی شدند.

تهیه صمغ باریجه: صمغ گیاه باریجه (کما) از یکی از عطاری‌های نمونه سطح شهر مشهد تهیه و برای استحصال صمغ از گالبانوم به روش جلیلی و همکاران (۱۳) عمل شد. بدین منظور نمونه‌های صمغ پس از انحلال در دی‌اتیل اتر به مدت ۳۰ دقیقه خیسانده شده و به روی شیکر قرار گرفتند. محلول به دست آمده با کاغذ صافی صاف گردید و سپس با دستگاه تبخیر تحت خلأ خشک شد و در ظرف درب‌دار شیشه‌ای که به دور آن فویل آلومینیوم پیچیده شده بود تا زمان استفاده در یخچال و دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

آماده‌سازی و تهیه اسانس زیره سبز: زیره سبز مورد استفاده در این پژوهش توده بومی سبزوار بود که از کشاورزان محلی خریداری شده و اسانس آن به روش تقطیر با آب توسط دستگاه کلونجر به مدت پنج ساعت استحصال گردید (۲۰). آبگیری اسانس با سولفات سدیم انجام شد و سپس در شیشه تیره و دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به دور از نور تا زمان استفاده نگهداری شد.

تیمار میوه‌ها در پوشش خوراکی تهیه‌شده: برای تهیه غلظت‌های ۱، ۲ و ۳ درصد وزنی/حجمی صمغ باریجه مقادیر ۱، ۲ و ۳ گرم صمغ در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر انحلال یافته (۳) و سپس درون محلول یک مگنت قرار داده و روی همزن مغناطیسی با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به منظور انحلال کامل قرار گرفت. پس از آن محلول در دمای اتاق، سرد گردید (۲۷). غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرولیتر اسانس به وسیله انحلال آن در توئین ۸۰ تهیه شد (۲۶). غلظت یک درصد وزنی/حجمی کلرور کلسیم نیز با افزودن یک گرم پودر کلرور کلسیم به ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر تهیه شد. در این تحقیق هر واحد آزمایشی یک ظرف اتیک‌دار شامل ۵۰ میوه گیلاس در نظر گرفته شد.

اعمال تیمار عوامل منفرد: به‌علت لحاظ‌شدن غلظت صفر در هر سه عامل، تیمارهایی وجود داشتند که عملاً در آن‌ها یک ماده انحلال می‌یافت. برای پوشش‌دار نمودن میوه‌ها با این تیمارها پس از تهیه محلول‌های صمغ، اسانس و کلرور کلسیم به طور جداگانه میوه‌ها در این محلول‌ها به مدت ۳ دقیقه غوطه‌ور گردید (۱۹).

اعمال تیمار عوامل دوگانه: برای تیمار میوه‌ها با کلرور کلسیم و اسانس/صمغ یا صمغ و اسانس یک محلول پوششی مرکب استفاده شد؛ زیرا می‌توان محلول پوششی واحدی که مرکب از عواملی با ماهیت‌های مختلف (شامل صمغ، مواد کربوهیدراتی، روغنی، اسانس و اسیدی) می‌باشد را برای میوه‌های کامل و برش‌یافته به کار برد (۲۵ و ۲۷).

اعمال تیمار عوامل سه‌گانه: بدین منظور یک محلول شامل صمغ، کلریدکلسیم و اسانس زیره سبز با غلظت‌های معین برای تیمار میوه‌ها استفاده شد. به طوری‌که میوه‌ها کاملاً با محلول موردنظر آغشته گردید. سپس آن‌ها را از صافی تمیز عبور دادیم تا محلول اضافی خارج گردد. در نهایت میوه‌ها پس از خشک‌شدن در شرایط دمای اتاق به مدت یک ساعت، در ظروف پلاستیکی شفاف و اتیکت‌دار قرار گرفته و به سردخانه با دمای ۱±۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵-۹۰ درصد منتقل شده و به مدت ۱۵ و ۳۰ روز در این شرایط نگهداری شدند. پس از پایان دوره نگهداری، میوه‌ها به مدت یک روز در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. ارزیابی‌های کیفی در زمان برداشت، ۱۵ و ۳۰ روز پس از نگهداری در سردخانه به‌علاوه ۲۴ ساعت نگهداری در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد. تجزیه واریانس و مقایسات میانگین داده‌ها برای زمان‌های ۱۵ روز پس از نگهداری در دمای ۱±۲ درجه سانتی‌گراد و ۳۰ روز پس از نگهداری در دمای ۱±۲ درجه سانتی‌گراد به‌علاوه یک روز نگهداری در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به صورت جداگانه و با سه فاکتور صمغ، اسانس و کلرور کلسیم انجام گرفت.

اندازه گیری pH، اسیدیته قابل تیتراسیون و مواد جامد محلول کل: میزان pH با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتالی مدل CG824 اندازه‌گیری شد (۲۷). اندازه‌گیری اسیدهای قابل تیتراسیون به روش تیتر نمودن مخلوط عصاره میوه و آب مقطر در حضور هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال صورت گرفت. مقدار اسیدهای آلی کل بر حسب میلی‌گرم اسید مالیک در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره میوه بیان شد (۱۹ و ۲۶). همچنین مواد جامد محلول کل با استفاده از رفرکتومتر دستی مدل ATAGO و برحسب درجه بریکس قرائت شد (۱۹).

مقدار کاهش آب میوه: برای خشک کردن نمونه‌ها آن‌ها را درون کیسه‌های کاغذی قرار داده و سپس در آون با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت گذاشته شد. اختلاف وزن تر و وزن خشک میوه‌ها به عنوان محتوی آب درون میوه (بر حسب گرم) یادداشت شد (۳۲). برای محاسبه درصد رطوبت میوه از رابطه (۱) استفاده شد (۲۱).

$$\text{Moisture (\%)} = [\frac{(W1-W2)}{W1}] \times 100 \qquad \text{رابطه (۱)}$$

در رابطه (۱): W_1 وزن خشک (وزن اولیه) و W_2 وزن تر (وزن ثانویه) نمونه بر حسب گرم می‌باشند.

میزان پرولین: بر اساس روش بیتس و همکاران (۲) عصاره‌گیری در محلول آبی اسید سولفوسالیسیلیک ۳ درصد انجام شد. برای سنجش پرولین از معرف ناین‌هیدرین با حل کردن ۱/۲۵ گرم از

www.SID.ir

Archive of SID

آن در ۳۰ میلی‌لیتر اسیداستیک گلاسیال و ۲۰ میلی‌لیتر اسید فسفوریک ۶ مولار استفاده شد. جذب مخلوط شامل یک میلی‌لیتر عصاره شفاف، یک میلی‌لیتر آب مقطر، یک میلی‌لیتر معرف ناین‌هیدرین و یک میلی‌لیتر اسیداستیک گلاسیال را پس از طی مراحل باقی‌گذاردن در بن‌ماری به مدت یک ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد، سردنمودن در یخ، افزودن ۲ میلی‌لیتر تولوئن و به‌هم‌زدن در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت شده، و در نهایت مقدار پرولین آزاد بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر محاسبه گردید.

اندازه‌گیری شاخص مالون‌دی‌آلدهید: برای این منظور از ۰/۲ گرم بافت میوه در ۳ میلی‌لیتر محلول ۱۰ درصد تری‌کلرواستیک اسید عصاره‌گیری شد. مقدار ۲۰۰ میکرولیتر عصاره شفاف به یک میلی‌لیتر تیوباربیتوریک اسید ۰/۲۵ درصد اضافه شده و لوله‌های آزمایش به مدت ۳۰ دقیقه در بن‌ماری با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد. پس از سردشدن محلول مقدار جذب در دو طول موج ۵۳۲ و ۶۰۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید. میزان مالون دی‌آلدهید بر اساس تفاوت جذب به دست آمده و ضریب خاموشی $155\ mM^{-1}Cm^{-1}$ بر حسب واحد میلی‌مول بر گرم وزن تر محاسبه شد (۶).

تعیین میزان آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز: بر اساس روش دنگ و همکاران (۴) عصاره‌گیری از ۵ گرم بافت در بافر سدیم‌بورات با pH=۸/۸ شامل ۵ میلی‌مول بر لیتر بتامرکاپتواتانول و یک گرم پلی‌وینیل پیرولیدون انجام شد. جهت سنجش فعالیت آنزیم ۲۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی به ۲ میلی‌لیتر بافر سدیم‌بورات (با pH=۸/۸ و غلظت ۵۰ میلی‌مول بر لیتر) و یک میلی‌لیتر ال‌فنیل آلانین افزوده شده و لوله‌های آزمایش به مدت ۶۰ دقیقه در بن‌ماری با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس واکنش با افزودن ۱۰۰ میکرولیتر محلول آبی اسیدکلریدریک ۶ مول بر لیتر متوقف گردید. تغییرات جذب در طول موج ۲۹۰ نانومتر قرائت شد. واحد فعالیت آنزیم با استفاده از ضریب خاموشی ۹۶۳۰ بر حسب نانومول اسیدسینامیک تولیدشده بر ساعت در هر میلی‌گرم پروتئین محاسبه گردید.

اندازه‌گیری میزان فنل کل: مطابق با روش هوانگ و همکاران (۱۱) عصاره گیاهی از سائیدن ۳ گرم بافت میوه با ۳۰ میلی‌لیتر متانول، سانتریفیوژ نمودن در ۱۰۰۰۰ دور و مجدداً رقیق نمودن سوپرناتانت با ۳۰ میلی‌لیتر متانول به دست آمد. برای اندازه‌گیری فنل کل، ۰/۵ میلی‌لیتر عصاره متانولی به لوله‌های آزمایش محتوی ۵ میلی‌لیتر آب مقطر و ۰/۵ میلی‌لیتر معرف فولین ریخته شد. پس از ۸ دقیقه مقدار ۱/۵ میلی‌لیتر محلول سدیم کربنات ۲۰ درصد اضافه گردید. سپس لوله‌های آزمایش را تکان داده و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق باقی‌گذارده شد. جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۶۰ نانومتر قرائت شده و نتایج بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر ارائه گردید.

محتوای فلاوونوئید کل: بر اساس روش تشریح شده توسط مارینوا و همکاران (۲۱) مقدار یک میلی‌لیتر از عصاره متانولی به لوله‌های آزمایش محتوی ۴ میلی‌لیتر آب مقطر ریخته شد. سپس ۰/۳ میلی‌لیتر نیتریت سدیم ۵ درصد اضافه شده و به مدت ۵ دقیقه باقی‌گذارده شد. در ادامه ۰/۳ میلی‌لیتر آلومینیوم‌کلراید ۱۰ درصد به درون لوله‌ها ریخته و پس از ۶ دقیقه مقدار ۲ میلی‌لیتر هیدروکسیدسدیم یک مولار اضافه شد و سپس تا حجم نهایی ۱۰ میلی‌لیتر به آن‌ها آب مقطر افزوده گردید. محتویات لوله‌های آزمایش با تکان دادن، مخلوط شده و جذب آن‌ها در طول موج ۵۱۰ نانومتر قرائت شد. در نهایت نتایج بر حسب واحد میکرومول بر گرم وزن تر گزارش گردید.

آنالیز آماری: آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار و در مجموع ۹۶ تیمار انجام شد (جدول ۱). برای تجزیه و تحلیل از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ استفاده گردید و از آزمون مقایسه میانگین چند دامنه‌ای دانکن برای مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

pH و اسیدیته قابل تیتراسیون: نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثرات جداگانه هر سه عامل بر pH آب میوه و تأثیر اسانس زیره سبز بر اسیدیته قابل تیتراسیون ۱۵ روز پس از نگهداری معنی‌دار *($p<0.01$)* بوده است. همچنین اثر متقابل صمغ باریجه و کلرور کلسیم بر pH معنی‌دار *($p<0.05$)* گردید. میزان pH میوه‌های گیلاس پوشش‌یافته با یک درصد وزنی/حجمی صمغ باریجه توأم با یک درصد کلرور کلسیم، ۱۵ روز پس از نگهداری در کمترین حد بود (شکل ۱). در رابطه با تأثیر پوشش صمغ باریجه بر میزان pH آب میوه *($p<0.01$)* همچنین صمغ باریجه، اسانس زیره سبز *($p<0.05$)* و کلرورکلسیم *($p<0.01$)* بر اسیدیته قابل تیتراسیون تفاوت معنی‌داری میان میوه‌های پوشش‌یافته با غلظت‌های مختلف ۳۰ روز پس از نگهداری وجود داشت. پروسه‌های تجزیه‌ای مربوط به هیدرولیز، اکسیداسیون یا تخمیر غلظت یون‌های هیدروژن را تغییر می‌دهند (۲۴). تعداد زیادی از اسیدهای آلی در بافت‌های گیاهی وجود دارند. مقدار این اسیدها به طور معمول بیش از اندازه موردنیاز در چرخه کربس و سایر چرخه‌های متابولیکی است و زیادی آن در واکوئل به شکل آزاد یا نمک‌های پتاسیم ذخیره می‌شود. مقدار اسیدهای آلی پس از برداشت به سرعت کاهش می‌یابد که به علت شرکت اسیدهای آلی در تنفس یا تبدیل آن به قند است (۵). در این پژوهش میوه‌های تیمارشده با غلظت‌های ۳-۱ درصد وزنی/حجمی صمغ باریجه در مقایسه با میوه‌های بدون پوشش در هر دو زمان نگهداری، مقدار pH کمتر و در مقابل اسیدیته قابل تیتراسیون

www.SID.ir

Archive of SID

بیشتری داشتند. غلظت یک درصد وزنی/حجمی صمغ باریجه به طور مؤثری منجر به حفظ pH و اسیدیته میوه در مقایسه با شاهد و سایر غلظت‌های صمغ در هر دو زمان گردید (جداول ۲ و ۳)، هر چند تأثیر پوشش صمغ باریجه بر اسیدیته میوه ۱۵ روز پس از نگهداری معنی‌دار نبود. صمغ موجود در پوشش به مثابه مانعی در برابر گازهای تنفسی عمل نموده و ورود اکسیژن و خروج دی‌اکسیدکربن را محدود کرده و با تعدیل اتمسفر داخلی میوه‌های پوشش‌دار باعث کاهش تنفس می‌شود که نتیجه آن حفظ اسیدهای آلی و پایین ماندن pH می‌باشد (۱۹ و ۲۷).

جدول ۱- تیمارهای پوشش خوراکی
Table 1- Edible coating treatments

عوامل آزمایش Experimental factors			تکرارها Repeats			
صمغ باریجه (A)	اسانس زیره سبز (B)	کلرورکلسیم (C)	تکرار ۱ (Repeat 1)	تکرار ۲ (Repeat 2)	تکرار ۳ (Repeat 3)	تکرار ٤ (Repeat 4)
A1 (0% W/V)	B1 (0µl/l)	C1 (0%w/v)	A1B1C2	A1B1C2	A1B1C2	A1B1C2
	B2 (100µl/l)		A1B2C1	A1B2C1	A1B2C1	A1B2C1
	B3 (200µl/l)		A1B3C1	A1B3C1	A1B3C1	A1B3C1
	B1 (0µl/l)	C2 (1%w/v)	A1B1C2	A1B1C2	A1B1C2	A1B1C2
	B2 (100µl/l)		A1B2C2	A1B2C2	A1B2C2	A1B2C2
	B3 (200µl/l)		A1B3C2	A1B3C2	A1B3C2	A1B3C2
A2 (1% W/V)	B1 (0µl/l)	C1 (0%w/v)	A2B1C2	A2B1C2	A2B1C2	A2B1C2
	B2 (100µl/l)		A2B2C1	A2B2C1	A2B2C1	A2B2C1
	B3 (200µl/l)		A2B3C1	A2B3C1	A2B3C1	A2B3C1
	B1 (0µl/l)	C2 (1%w/v)	A2B1C2	A2B1C2	A2B1C2	A2B1C2
	B2 (100µl/l)		A2B2C2	A2B2C2	A2B2C2	A2B2C2
	B3 (200µl/l)		A2B3C2	A2B3C2	A2B3C2	A2B3C2
A3 (2% W/V)	B1 (0µl/l)	C1 (0%w/v)	A3B1C2	A3B1C2	A3B1C2	A3B1C2
	B2 (100µl/l)		A3B2C1	A3B2C1	A3B2C1	A3B2C1
	B3 (200µl/l)		A3B3C1	A3B3C1	A3B3C1	A3B3C1
	B1 (0µl/l)	C2 (1%w/v)	A3B1C2	A3B1C2	A3B1C2	A3B1C2
	B2 (100µl/l)		A3B2C2	A3B2C2	A3B2C2	A3B2C2
	B3 (200µl/l)		A3B3C2	A3B3C2	A3B3C2	A3B3C2
A4 (3% W/V)	B1 (0µl/l)	C1 (0%w/v)	A4B1C2	A4B1C2	A4B1C2	A4B1C2
	B2 (100µl/l)		A4B2C1	A4B2C1	A4B2C1	A4B2C1
	B3 (200µl/l)		A4B3C1	A4B3C1	A4B3C1	A4B3C1
	B1 (0µl/l)	C2 (1%w/v)	A4B1C2	A4B1C2	A4B1C2	A4B1C2
	B2 (100µl/l)		A4B2C2	A4B2C2	A4B2C2	A4B2C2
	B3 (200µl/l)		A4B3C2	A4B3C2	A4B3C2	A4B3C2

اسانس‌ها به عنوان یک پوشش خوراکی تبادلات گازی را کاهش می‌دهند و به این ترتیب تنفس کم شده و از تجزیه هیدرات‌های‌کربن جلوگیری می‌شود. فنل‌های موجود در اسانس به کاهش تنفس و تولید اتیلن کمک کرده و در مجموع سرعت فرآیندهای متابولیکی و مصرف اسیدهای آلی را می‌کاهند (۲۶). روند کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون در میوه‌های گیلاس پوشش‌دار شده با ۲۰۰ میکرولیتر بر لیتر اسانس در پایان دوره نگهدری به میزان ۱۱/۶۵ درصد کمتر از میوه‌های بدون پوشش بود که می‌تواند به‌عنوان یک دلیل عمده برای پایین‌ماندن pH در تیمار مذکور باشد (جدول ۳). غوطه‌ور نمودن میوه‌های گیلاس در محلول یک درصد وزنی/حجمی کلرور کلسیم مقدار pH را در هر دو زمان در پایین‌ترین حد و مقدار اسیدهای آلی را در بالاترین حد حفظ نمود؛ به طوری‌که در پایان دوره نگهداری میزان اسیدهای آلی گیلاس‌های تیمارشده با کلسیم در مقایسه با میوه‌های فاقد تیمار ۱۳/۵۲ درصد بالاتر بود (جدول ۳). در شرایط تنش اسیدهای آلی از

www.SID.ir

Archive of SID

گوشت به پوست میوه انتقال پیدا کرده و به عنوان پیش‌ماده برای ساخته شدن آنزیم‌های مقابله با تنش به کار برده می‌شوند. به نظر می‌رسد حفظ اسیدهای آلی کل در تیمارهای صمغ باریجه، اسانس زیره سبز و کلرور کلسیم به خاطر نقش فعال این مواد در مقابله با تنش انبارمانی باشد. همچنین با کم‌شدن تنفس بافت مصرف اسیدهای آلی طی دوره نگهداری کاهش می‌یابد (۱۰). پوشش خوراکی اسانس زیره سبز و کلرور کلسیم با کندنمودن فرآیند رسیدن و فعالیت‌های متابولیکی تنفس، سبب کاهش مصرف اسیدهای آلی و مانع افزایش pH شده است که نتایج این پژوهش با نتایج نبی‌فرخانی و همکاران (۲۶) روی میوه‌های گیلاس پوشش‌یافته با اسانس آویشن و ردریگز فریتاس و همکاران (۲۷) در سیب‌های پوشش‌دار شده با صمغ زانتان همراه با کلرور کلسیم از لحاظ تأثیر صمغ، اسانس و کلسیم موجود در پوشش بر حفظ pH و اسیدهای آلی میوه مطابقت دارد.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات جداگانه پوشش صمغ باریجه، اسانس زیره سبز و کلریدکلسیم بر صفات مختلف گیلاس رقم سیاه مشهد (*Prunus avium* Cv. Siah Mashhad) در زمان برداشت و ۱۵ روز پس از نگهداری در دمای ۱±۲ درجه سانتی‌گراد

Table 2- Mean comparison of main effects (galbanum gum, cumin essential oil and calcium chloride) for different attributes of sweet cherry (*Prunus avium* Cv. Siah Mashhad) at harvest time and 15 days of storage at 2±1 ºC

صفات/ تیمارها Attributes/ Treatments	pH	اسیدیته قابل تیتراسیون TA (mg/100ml)	مواد جامد محلول کل TSS (Brix)	آب درون میوه Water content (g)	درصد رطوبت Moisture percent (%)	پرولین Proline (mg/g F.W.)	شاخص مالون دی‌آلدهید MDA (mmol /g F.W.)	آنزیم فنیل آلانین‌آمونیالیاز PAL enzyme (nmol/ hour. mg protein)	فنل کل Total phenol (mg GAE/ g F.W.)	فلاوونوئید کل Total flavonoid (µmol/g F.W.)
زمان برداشت Harvest time	3.925	1.111	11	5.995	80.644	0.002498	0.0199	76.093	31.255	0.618
صمغ باریجه Galbanum gum: A										
A1 (0% W/V)	4.136a*	0.928a	13.417a	4.158c	74.571b	0.002500a	0.0225a	50.981c	20.569d	0.447c
A2 (1% W/V)	3.952b	1.011a	12.167b	5.399a	78.781a	0.002622a	0.0209a	92.153a	39.449a	0.745a
A3 (2% W/V)	4.031b	0.978a	11.667b	5.261ab	78.493a	0.002586a	0.0213a	88.538a	36.896b	0.761a
A4 (3% W/V)	4.047ab	0.929a	12.417b	4.770b	76.403ab	0.002501a	0.0224a	74.532b	29.201c	0.576b
اسانس زیره سبز Cumin essential oil: B										
B1 (0 µl/l)	4.132a	0.886c	12.688a	4.692a	76.329a	0.002523a	0.0219a	70.575b	30.296b	0. 601b
B2 (100 µl/l)	4.028b	0.933b	12.469a	4.883a	77.047a	0.002552a	0.0217a	76.417ab	31.552ab	0.631ab
B3 (200 µl/l)	3.964b	1.097a	12.094a	5.116a	77.811a	0.002582a	0.0217a	82.661a	32.743a	0.664a
کلریدکلسیم Calcium chloride: C										
C1 (0% W/V)	4.089a	0.919b	12.938a	4.567b	75.636b	0.002534a	0.0224a	66.745b	29.293b	0.572b
C2 (1% W/V)	3.993b	1.004a	11.896b	5.228a	78.489a	0.002571a	0.0212a	86.357a	33.766a	0.692a

*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان برای هر صفت در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون چنددامنه ای دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند

*Variables in the same column for each variable having different letters are significantly different ($p< 0.05$) based on Duncan's multiple range test.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات جداگانه پوشش صمغ باریجه، اسانس زیره سبز و کلریدکلسیم بر صفات مختلف گیلاس رقم سیاه مشهد (*Prunus avium* Cv. Siah Mashhad) ۳۰ روز پس از نگهداری در دمای ۱±۲ درجه سانتی‌گراد بعلاوه یک روز نگهداری در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد

Table 3- Mean comparison of main effects (galbanum gum, cumin essential oil and calcium chloride) for different attributes of sweet cherry (*Prunus avium* Cv. Siah Mashhad) after 30 days of storage at 2±1 ºC an additional one day at 20ºC

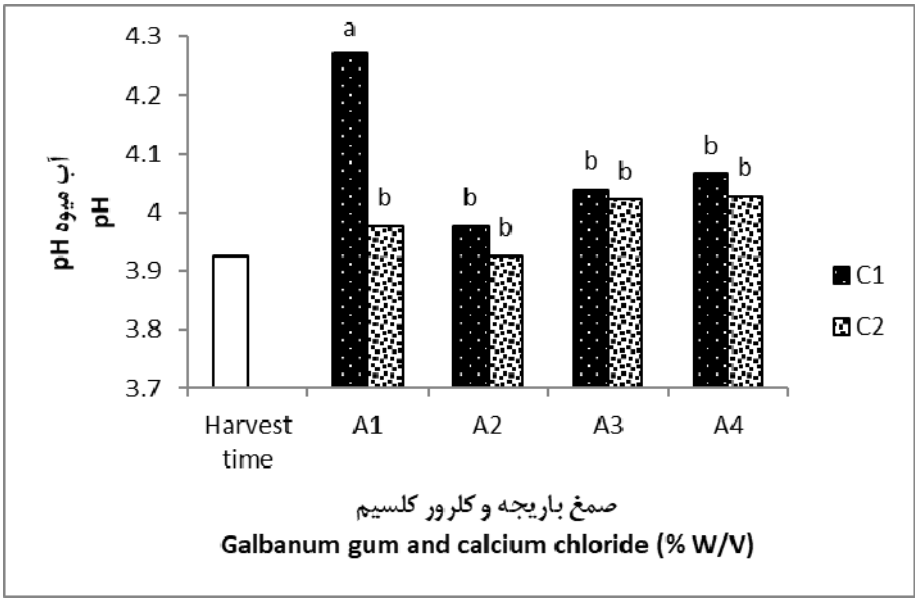
صفات/ تیمارها Attributes/ Treatments	pH	اسیدیته قابل تیتراسیون TA (mg/100ml)	مواد جامد محلول کل TSS (Brix)	آب درون میوه Water content (g)	درصد رطوبت Moisture percent (%)	پرولین Proline (mg/g F.W.)	شاخص مالون دی‌آلدهید MDA (mmol /g F.W.)	آنزیم فنیل آلانین‌آمونیالیاز PAL enzyme (nmol/ hour. mg protein)	فنل کل Total phenol (mg GAE/ g F.W.)	فلاوونوئید کل Total flavonoid (µmol/g F.W.)
صمغ باریجه Galbanum gum: A										
A1 (0% W/V)	4.595a*	0.757b	13.917a	4.025b	74.728a	0.002638a	0.0338a	30.700d	10.299c	0.186b
A2 (1% W/V)	4.429b	0.883a	12.917b	4.692b	76.728a	0.002792a	0.0327a	69.672a	25.061a	0.457a
A3 (2% W/V)	4.474b	0.839ab	12.833b	4.563a	76.636a	0.002703a	0.0329ab	58.621b	23.606a	0.498a
A4 (3% W/V)	4.572a	0.774b	13.667ab	4.176b	75.109a	0.002641a	0.0336ab	46.354c	15.237b	0.219b
اسانس زیره سبز Cumin essential oil: B										
B1 (0 µl/l)	4.526a	0.766b	13.594a	4.209a	75.238a	0.002670a	0.0337a	48.003b	15.675c	0.298b
B2 (100 µl/l)	4.536a	0.808ab	13.344a	4.396a	76.023a	0.002685a	0.0332a	51.428ab	18.501b	0.343a
B3 (200 µl/l)	4.493a	0.867a	13.063	4.475a	76.139a	0.002725a	0.0329a	54.579a	21.476a	0.379a
کلریدکلسیم Calcium chloride: C										
C1 (0% W/V)	4.534a	0.755b	13.813a	4.151b	74.877a	0.002639a	0.0344a	46.276b	15.049b	0.299b
C2 (1% W/V)	4.502a	0.873a	12.854b	4.569a	76.724a	0.002748a	0.0320b	56.276a	22.052a	0.380a

*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان برای هر صفت در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند

*Variables in the same column for each variable having different letters are significantly different ($p< 0.05$) based on Duncan's multiple range test

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- اثر متقابل پوشش صمغ باریجه × کلرورکلسیم بر میزان pH آب میوه ۱۵ روز پس از نگهداری در دمای ۱±۲ درجه سانتی‌گراد (A1= صفر درصد، A2= ۱ درصد، A3= ۲ درصد و A4= ۳ درصد وزنی/حجمی صمغ باریجه. C1= صفر درصد و C2= ۱ درصد وزنی/حجمی کلرورکلسیم)

Figure 1- Interaction between galbanum gum ×calcium chloride on pH of juice during 15 days of storage at 2±1 ºC (A1=0%, A2=1%, A3=2% and A4=3% W/V galbanum gum. C1=0% and C2=1% W/V calcium chloride)

مواد جامد محلول کل: طبق نتایج آنالیز واریانس تأثیر پوشش صمغ باریجه و کلرور کلسیم ۱۵ روز پس از نگهداری ($p<0.01$)، همچنین پوشش صمغ باریجه ($p<0.05$) و کلرور کلسیم ($p<0.01$) ۳۰ روز پس از نگهداری بر میزان مواد جامد محلول میوه معنی‌دار شد. پوشش صمغ باریجه و به ویژه غلظت ۲ درصد وزنی/حجمی مقدار مواد جامد محلول را در هر دو زمان در مقایسه با میوه‌های فاقد پوشش در سطوح پایین‌تر نگه‌داشتند هر چند که افزایش مواد جامد محلول به تدریج طی مدت نگهداری در کلیه تیمارها اتفاق افتاد (جداول ۲ و ۳). نتایج به دست آمده در این تحقیق نشان‌دهنده تأثیر پوشش صمغ باریجه در حفظ مواد جامد محلول در مقایسه با میوه‌های فاقد پوشش با نتایج دونگ و ونگ (۵) و محفودی و حمدی (۱۹) در گیلاس‌های پوشش‌دار شده با ۱۰ درصد صمغ بادام/ صمغ عربی و ۰/۱۵ درصد صمغ گوار مطابقت دارد. مقادیر بالای مواد جامد محلول در نمونه‌های شاهد ۱۵ و ۳۰ روز پس از نگهداری (۱۳/۴۱۷ و ۱۳/۹۱۷ درجه بریکس) نشانه پیشرفت فرآیند رسیدگی می‌باشد؛ زیرا افزایش مواد جامد محلول به دلیل شکستن کربوهیدرات‌ها و مواد پکتینی، هیدرولیز پروتئین‌ها و تجزیه قندها به واحدهای سازنده در طی فرآیند تنفس و پیشرفت پیری اتفاق می‌افتد. اما پوشش منجر به کاهش سرعت تنفس و تجزیه قندها به واسطه محدود نمودن مبادلات گازی می‌گردد و در مصرف قندها تأخیر ایجاد می‌شود و روند شکستن پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی، چربی‌ها و پروتئین‌ها کند می‌شود (۱۹). کلسیم با کاهش تنفس و تولید اتیلن سرعت وقوع پیری را کاهش داده و از افزایش مواد جامد محلول جلوگیری می‌کند (۵ و ۱۹). به طوری‌که محلول یک درصد وزنی/حجمی کلرور کلسیم سرعت افزایش مواد جامد محلول را پس از ۱۵ و ۳۰ روز نگهداری به ترتیب به میزان ۸/۰۵ و ۶/۹۴ درصد در مقایسه با شاهد کندتر نمود (جداول ۲ و ۳) که با نتایج دونگ و ونگ (۵) در استفاده از ۰/۱۵ درصد صمغ گوار توأم با ۰/۱ درصد کلرور کلسیم به عنوان پوشش میوه‌های گیلاس از نظر کندنمودن سرعت افزایش مواد جامد محلول هم‌سو می‌باشد.

میزان اتلاف آب میوه: بر اساس نتایج، اثرات جداگانه صمغ باریجه و کلرور کلسیم ($p<0.01$) بر میزان آب درون میوه و درصد رطوبت ۱۵ روز پس از نگهداری معنی‌دار شد. همچنین اثرات جداگانه صمغ باریجه و کلریدکلسیم ($p<0.01$) بر میزان آب درون میوه، و تأثیر کلسیم ($p<0.05$) بر درصد رطوبت در پایان مدت نگهداری معنی‌دار بوده است. کاهش مقدار آب در میوه‌های بدون پوشش بیشتر بود و کمترین میزان کاهش آب در پوشش یک درصد وزنی/حجمی صمغ باریجه ۱۵ و ۳۰ روز پس از نگهداری مشاهده شد (جداول ۲ و ۳). محصولات باغبانی آب زیادی دارند بنابراین در معرض اتلاف آب، افت کیفیت ظاهری و افت کیفیت بافت (نرم شدن، شل شدن، خم شدگی، کاهش تردی و میزان آب میوه) هستند (۱). پایین بودن رطوبت میوه‌های بدون پوشش را می‌توان به افت وزن بیشتر و فعالیت متابولیکی بالاتر آن‌ها نسبت داد. در حالی‌که استفاده از پوشش صمغ باریجه توانست مقدار آب میوه را در مقایسه با میوه‌های بدون پوشش

www.SID.ir

Archive of SID

بهتر حفظ نماید (جداول ۲ و ۳). واکس‌ها و دیگر پوشش‌های سطحی با ایجاد مانعی در برابر عبور هوا و بخار آب میزان تعرق و اتلاف آب محصولات را کاهش می‌دهند (۱). به عنوان مثال پوشش کیتوزان–رس درصد رطوبت پوست میوه‌های پرتقال را طی ۹۰ روز نگهداری حفظ نمود و مقدار کاهش رطوبت پوست میوه بدون پوشش ۱/۵۵ برابر نمونه کیتوزان–رس بود (۱۶). همچنین تیمار یک درصد وزنی/حجمی کلرور کلسیم سبب حفظ رطوبت میوه طی دوره نگهداری شد (جداول ۲ و ۳). گوجه‌فرنگی‌های تیمار شده با سولفات کلسیم ۵ میلی‌مولار در محلول غذایی نیز میزان کلسیم و رطوبت نسبی بالاتری داشتند. کلسیم در استحکام دیواره سلول‌ها، حفظ ساختار و کارکرد غشاء نقش کلیدی داشته و قابلیت نگهداری آب سلول را افزایش می‌دهد (۱۸).

محتوای پرولین: بر اساس نتایج تجزیه واریانس، محتوای پرولین بافت میوه گیلاس تنها تحت تأثیر کلرور کلسیم *($p<0.05$)* در انتهای دوره نگهداری قرار گرفت. در پایان دوره نگهداری تیمار یک درصد وزنی/حجمی کلرور کلسیم میزان پرولین میوه را ۳/۹۷ درصد در مقایسه با شرایط عدم کاربرد آن، و به مقدار ۹/۰۹ درصد در مقایسه با شروع نگهداری افزایش داد (جداول ۲ و ۳). در نعناع‌های برداشت شده و تیمارشده با یک و ۲ درصد کلرور کلسیم مقدار پرولین نمونه‌های شاهد و تیمارشده با هر دو غلظت کلسیم در روز ششم در مقایسه با روز سوم حدود ۴۲–۲۵ درصد بالاتر بود. گیاهان از استراتژی‌های دفاعی نظیر انباشت پرولین برای کاهش آسیب اکسیداتیو به غشاءها، DNA و پروتئین‌ها استفاده می‌کنند (۳۳). نقش مشخص اسید آمینه پرولین تنظیم فشار اسمزی می‌باشد و از اکسیداسیون درون سلولی در شرایط تنش جلوگیری می‌نماید و به همین دلیل پرولین در گیاهانی که تحت تنش قرار می‌گیرند، مانند نگهداری در سردخانه تجمع می‌یابد (۸ و ۳۳). میزان پرولین آزاد درون سلولی تنها به وسیله میزان سنتز آن‌ها تعیین نمی‌شود بلکه در شرایط تنش کاتابولیسم پلی‌آمین‌هایی نظیر پوترسین به وسیله دی‌آمین اکسیداز منجر به تجمع پرولین می‌شود. این پرولین به عنوان یک منبع نیتروژن آلی در میتوکندری توسط پرولین دهیدروژناز تجزیه می‌شود و در ارتباط مستقیم با سیستم انتقال الکترون و تولید ATP در فرآیند تنفس بوده و بخشی از انرژی مورد نیاز سلول را تأمین می‌کند (۱). به نظر می‌رسد تأثیر کلسیم بر انباشت پرولین به علت اثر آن بر آنزیم‌های مسیر سنتز اسیدهای آمینه نظیر گلوتامیل کیناز یا غیرفعال نمودن آنزیم‌های تجزیه کننده پرولین مثل پرولین اکسیداز باشد (۸).

شاخص مالون‌دی‌آلدهید: بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس، شاخص پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء تنها تحت تأثیر کلرور کلسیم *($p<0.05$)* در انتهای دوره نگهداری قرار گرفت. نتایج جداول ۲ و ۳ نشان می‌دهد که میوه‌های تیمار شده با محلول یک درصد وزنی/حجمی کلرور کلسیم مقدار شاخص مالون‌دی‌آلدهید را در ۱۵ و ۳۰ روز پس از نگهداری در پایین‌ترین حد خود حفظ کردند. در اثر افزایش سن و پیری بافت، تنش‌های محیطی و کاهش آنتی‌اکسیدان‌ها رادیکال‌های آزاد افزایش می‌یابند که نتیجه آن پراکسیده‌شدن لیپیدها و تشکیل مالون‌دی‌آلدهید می‌باشد (۵). در تحقیق حاضر هرچند که افزایش مقدار این شاخص با افزایش مدت نگهداری در کلیه تیمارها اتفاق افتاد، اما افزایش آن در تیمار غوطه‌وری میوه‌ها در یک درصد وزنی/حجمی کلرور کلسیم در ۱۵ و ۳۰ روز پس از نگهداری به ترتیب ۵/۳۶ و ۶/۹۸ درصد در مقایسه با شاهد کمتر بود (جداول ۲ و ۳). همچنین در میوه‌های گیلاس پوشش‌یافته با ۰/۱۵ درصد صمغ گوار توأم با ۰/۱ درصد کلرور کلسیم در مدت ۸ روز نگهداری روند افزایش میزان مالون‌دی‌آلدهید در مقایسه با شاهد و استعمال جداگانه صمغ بسیار کمتر بود (۸). وجود تعادل میان تشکیل رادیکال‌های آزاد و جاروب گردیدن آن‌ها یک مکانیزم کنترل فرآیندهای اکسیداتیو درون سلول است. آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی به طور مؤثری اکسیژن فعال را می‌زدایند که این امر منجر به برقراری تعادل در میزان رادیکال‌های آزاد و آنتی‌اکسیدان‌ها در بافت میوه شده و پراکسیده شدن غشاها را کاهش می‌دهد. کلسیم در افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و افزایش ماندگاری نقش دارد. آنزیم کاتالاز به نحو مؤثری تجزیه پراکسید هیدروژن را کاتالیز نموده و در ایجاد و حفظ بالانس بین تولید پراکسیدهیدروژن و حذف آن نقش ایفا می‌کند (۱۷). در تحقیق حاضر میوه‌های تیمار شده با یک درصد وزنی/حجمی کلرور کلسیم در مقایسه با نمونه‌های بدون تیمار محتوای پرولین بالاتری داشتند (جدول ۳). پرولین در فعال‌نمودن آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مثل کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز، خنثی‌نمودن رادیکال‌های آزاد و کاهش آسیب به لیپیدهای غشاء نقش دارد (۳۱).

فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز، میزان فنل و فلاوونوئید کل: بر اساس نتایج، اثرات جداگانه صمغ باریجه و کلرور کلسیم بر فعالیت آنزیم PAL و اثرات جداگانه هر سه عامل بر میزان فنل و فلاوونوئید کل *($p<0.01$)* معنی‌دار شد. همچنین تأثیر اسانس زیره سبز و اثر متقابل صمغ باریجه با کلرور کلسیم بر فعالیت آنزیم PAL و محتوای فنل کل *($p<0.05$)* ۱۵ روز پس از نگهداری معنی‌دار بوده است. در انتهای دوره نگهداری اثرات جداگانه هر سه عامل بر فعالیت آنزیم PAL، فنل و فلاوونوئید کل *($p<0.01$)* معنی‌دار گردید. همچنین اثر متقابل صمغ باریجه و کلرور کلسیم بر مقدار فعالیت آنزیم و فنل کل *($p<0.05$)* و نیز اثر متقابل صمغ باریجه با اسانس

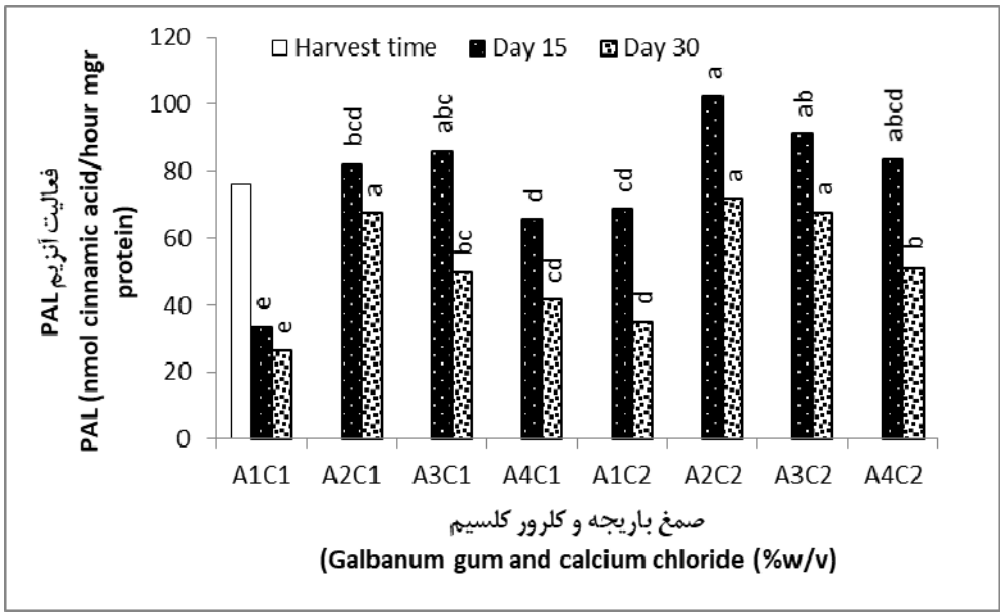
www.SID.ir

Archive of SID

زیره سبز ($p<0.05$) و صمغ باریجه با کلرور کلسیم ($p<0.01$) بر ترکیبات فلاوونوئیدی کل معنی‌دار گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که فعالیت آنزیم PAL و فنل کل تحت تأثیر غلظت‌های ۲ و ۳ درصد وزنی/حجمی صمغ باریجه، ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس زیره سبز و یک درصد وزنی/حجمی کلرور کلسیم ۱۵ روز پس از نگهداری افزایش یافت (جدول ۲) و تا پایان دوره انبارداری در نمونه‌های تیمار شده در مقایسه با عدم تیمار حفظ شد (جدول ۳). بالاترین میزان افزایش فعالیت آنزیم و محتوای فنل کل ۱۵ روز پس از نگهداری مربوط به تیمار ترکیبی ۱ درصد وزنی/حجمی صمغ باریجه توأم با یک درصد کلرور کلسیم بود که این تیمار به طور مؤثری تا انتهای دوره نگهداری از کاهش سریع فعالیت آنزیم و ترکیبات فنلی جلوگیری نمود و تیمار پوششی مذکور از نظر تأثیر بر ترکیبات فنلی کل اختلاف معنی‌داری با پوشش ترکیبی ۲ درصد وزنی/حجمی صمغ باریجه همراه با یک درصد کلسیم نداشت (شکل‌های ۲ و ۳). همچنین مشاهده می‌شود که در انتهای دوره نگهداری محتوای فلاوونوئید کل نمونه‌ها به طور مؤثری توسط پوشش ترکیبی ۲ درصد وزنی/حجمی صمغ باریجه توأم با ۲۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس یا ۱ درصد وزنی/حجمی کلرور کلسیم حفظ گردید که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای ترکیبی یک درصد وزنی/حجمی صمغ باریجه توأم با ۲۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس یا یک درصد وزنی/حجمی کلرور کلسیم نداشت (شکل‌های ۴ و ۵). پوشش‌دار نمودن میوه‌های آووکادو با ۱۰ درصد صمغ عربی، یک درصد کیتوزان و ۲ درصد ژل آلوئه‌ورا از کاهش بیش از حد فعالیت آنزیم PAL پس از ۷ روز نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد جلوگیری نموده است (۳). پوشش صمغ باریجه و اسانس زیره سبز با حفظ pH در سطح پایین (شکل ۱)، با توجه به فعالیت بالای آنزیم پلی‌فنول اکسیداز در pH قلیایی از افزایش فعالیت آن جلوگیری کرده و باعث حفظ فنل و فلاوونوئید در سطح بالاتری شدند. افزایش محتوای ترکیبات فنلی در تیمارهای صمغ باریجه، اسانس زیره سبز و کلرور کلسیم ۱۵ روز پس از نگهداری به دلیل فعالیت بالای آنزیم فنیل‌آلانین‌آمونیالیاز است. این آنزیم در شرایط تنش پس از برداشت فعال‌تر است و روی میزان تولید فنل و فلاوونوئید میوه اثر مثبت دارد (۴). احتمالاً بالابودن فعالیت آنزیم PAL در میوه‌های گیلاس پوشش‌دار شده با صمغ باریجه دلالت بر افزایش واکنش‌های دفاعی داشته باشد؛ زیرا نشان داده شده است آنزیم‌های PAL و POD در بافت‌های گیاهی مقاومت را القاء می‌نمایند (۴ و ۵). در میوه‌های گواوا پوشش‌دار شده با ۵ درصد صمغ عربی و یک درصد اسانس دارچین/علف لیمو سرعت کاهش ترکیبات فنل و فلاوونوئیدی در مدت ۳۵ روز نگهداری کاهش یافت (۲۵). اسانس گیاهان دارویی نقش مهمی در القاء سنتز ترکیبات فنلی از طریق افزایش فعالیت آنزیم PAL دارند. از طرف دیگر اسانس گیاهان دارویی مستقیماً خاصیت آنتی‌اکسیدانی داشته و ترکیبات فنلی و فلاوونوئیدی اسانس‌ها در این خاصیت آنتی‌اکسیدانی نقش داشته و از عمل رادیکال‌های آزاد و کاهش آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی درون میوه جلوگیری می‌نماید (۲۵). ترکیبات فنلی از طریق به دام‌انداختن رادیکال‌های آزاد، دادن هیدروژن، جذب اکسیژن منفرد، جذب یون‌های فلزی و موادی که مورد حمله سوپراکسید قرار می‌گیرند به عنوان آنتی‌اکسیدان عمل می‌نمایند (۶ و ۲۱). کلسیم می‌تواند محتوای ترکیبات فنلی تام را افزایش دهد و همچنین حفظ نماید. در میوه‌های زغال اخته تیمارشده با غلظت‌های ۴۰، ۶۰ و ۸۰ میلی‌مولار کلرور کلسیم فعالیت آنزیم PAL، محتوای فنل، فلاوونوئید و آنتوسیانین کل در حالتی وابسته به غلظت در مدت ۳ روز نگهداری افزایش یافت (۳۰)، در حالی‌که گیل و همکاران (۷) گزارش نمودند در میوه‌های گواوا که با ۴-۱ درصد نیترات کلسیم تیمار شده بودند روند تغییرات فنل کل به صورت کاهش بود که در انتهای دوره نگهداری محتوای ترکیبات فنلی در تیمارهای کلسیمی بیش از نمونه‌های شاهد بود. عمده بحث تأثیر کلسیم بر فعالیت آنزیم PAL، فنل، فلاوونوئید و آنتوسیانین کل توسط مدل جاکوباوالزکوز و همکاران (۱۲) تشریح می‌گردد. بر اساس این مدل ایجاد تنش زخم در هویج منجر به گسیختگی سلول‌ها و رهایش ATP سیتوزولی به فضای خارج سلولی شده که در ادامه توسط گیرنده‌های غشاء درک می‌شود. با جفت‌شدن ATP به رسپتور، غلظت کلسیم سیتوزولی افزایش یافته و آنزیم NADPH-اکسیداز فعال شده و تولید $\dot{O}_2^-$ افزایش می‌یابد. آنزیم سوپراکسیددیسموتاز اکسیژن منفرد را به آب تبدیل می‌نماید. این گونه‌های اکسیژن منفرد (ROS: $\dot{O}_2^-$, H_2O) به عنوان سیگنال‌های ملکولی جهت افزایش سرعت تنفس میتوکندریایی عمل می‌کنند و مقدار ROS افزایش می‌یابد. تجمع ROSها منجر به فعال شدن مسیر فنیل‌پروپانوئید و در نهایت افزایش ملکول‌های فنلی می‌شوند که خاصیت آنتی‌اکسیدان دارند.

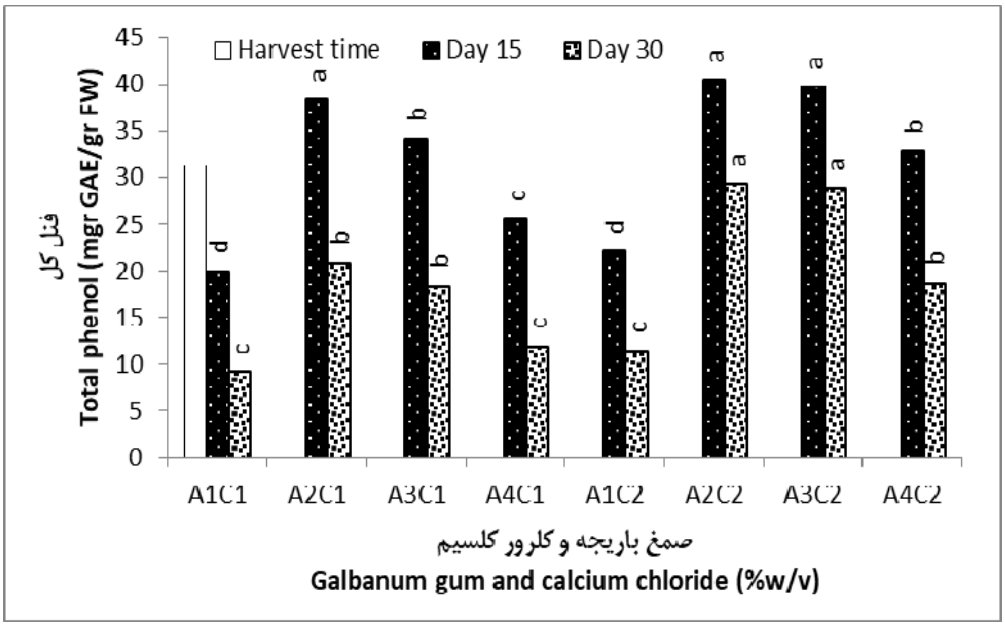
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- اثر متقابل پوشش صمغ باریجه × کلرورکلسیم بر میزان فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز بافت میوه گیلاس ۱۵ و ۳۰ روز پس از نگهداری در دمای ۱±۲ درجه سانتی‌گراد بعلاوه یک روز نگهداری در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد (A1= صفر درصد، A2= ۱ درصد، A3= ۲ درصد و A4= ۳درصد وزنی/حجمی صمغ باریجه. C1= صفر درصد و C2= ۱ درصد وزنی/حجمی کلرورکلسیم)

Figure 2- Interaction between galbanum gum ×calcium chloride coating on PAL enzyme activity of sweet cherry fruit texture 15 and 30 days of storage at 2±1 ºC an additional one day at 20 ºC (A1=0%, A2=1%, A3=2% and A4=3% W/V galbanum gum. C1=0% and C2=1% W/V calcium chloride)

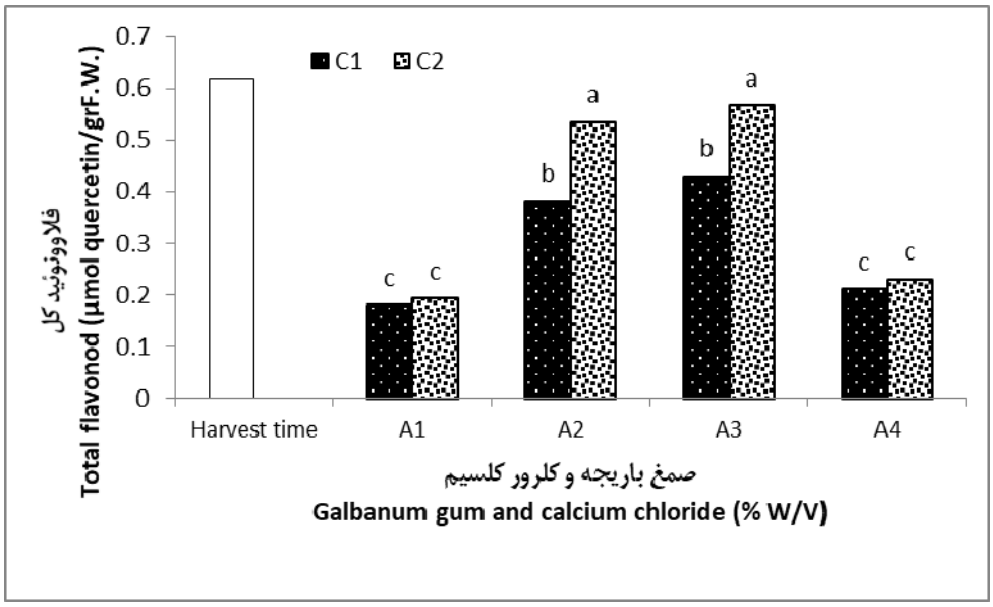


شکل ۳- اثر متقابل پوشش صمغ باریجه × کلرور کلسیم بر میزان فنل کل بافت میوه گیلاس ۱۵ و ۳۰ روز پس از نگهداری در دمای ۱±۲ درجه سانتی‌گراد بعلاوه یک روز نگهداری در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد (A1= صفر درصد، A2= ۱ درصد، A3= ۲ درصد و A4= ۳ درصد وزنی/حجمی صمغ باریجه. C1= صفر درصد و C2= ۱ درصد وزنی/حجمی کلرورکلسیم)

Figure 3- Interaction between galbanum gum ×calcium chloride coating on total phenol of sweet cherry fruit texture 15 and 30 days of storage at 2±1 ºC an additional one day at 20 ºC (A1=0%, A2=1%, A3=2% and A4=3% W/V galbanum gum. C1=0% and C2=1% W/V calcium chloride)

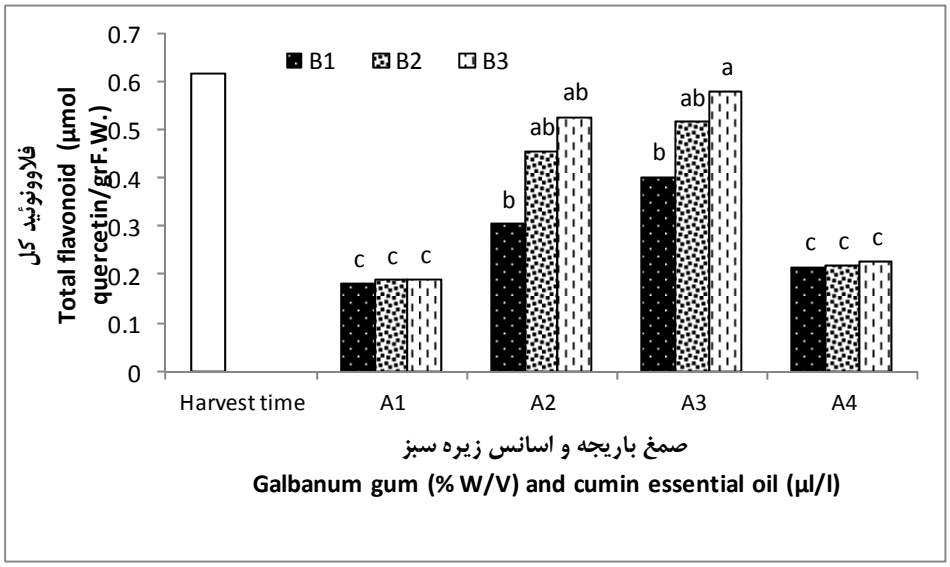
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٤- اثر متقابل پوشش صمغ باریجه × کلرورکلسیم بر میزان فلاوونوئید کل بافت میوه گیلاس ۱۵ روز پس از نگهداری در دمای ۱±۲ درجه سانتی‌گراد (A1= صفر درصد، A2= ۱ درصد، A3= ۲ درصد و A4= ۳ درصد وزنی/حجمی صمغ باریجه. C1= صفر درصد و C2= ۱ درصد وزنی/حجمی کلرورکلسیم)

Figure 4- Interaction between galbanum gum ×calcium chloride coating on total phenol of sweet cherry fruit texture 15 days of storage at 2±1 ºC (A1=0%, A2=1%, A3=2% and A4=3% W/V galbanum gum. C1=0% and C2=1% W/V calcium chloride)



شکل ٥- اثر متقابل پوشش صمغ باریجه×اسانس زیره سبز بر میزان فلاوونوئید کل میوه گیلاس ۳۰ روز پس از نگهداری در دمای ۱±۲ درجه سانتی‌گراد بعلاوه یک روز نگهداری در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد (A1= صفر درصد، A2= ۱ درصد ، A3= ۲ درصد و A4= ۳ درصد وزنی/حجمی صمغ باریجه. B1= صفر، B2= ۱۰۰ میکرولیتر بر لیتر و B3= ۲۰۰ میکرولیتر بر لیتر اسانس زیره سبز)

Figure 5- Interaction between galbanum gum ×cumin essential oil coating on total flavonoid of sweet cherry fruit 30 days of storage an additional one day at 20 ºC (A1=0%, A2=1%, A3=2% and A4=3% W/V galbanum gum. B1=0µl/l, B2=100µl/l and B3= 200µl/l cumin essential oil)

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

پوشش صمغ باریجه به همراه اسانس زیره سبز و کلرور کلسیم از طریق کاهش سرعت فرآیندهای آنزیمی و کندنمودن سرعت افزایش pH، مواد جامد محلول، اتلاف آب میوه، حفظ اسیدیته قابل تیتراسیون، افزایش فعالیت آنزیم PAL و محتوای فنل‌ها و فلاوونوئید کل منجر به حفظ کیفیت درونی و ماندگاری بهتر میوه گیلاس در مدت ۳۰ روز نگهداری گردید. غوطه‌وری میوه‌ها در محلول یک درصد وزنی/حجمی تأثیر به‌سزایی در کاهش پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء و افزایش پرولین بافت داشت. مطابق با این یافته‌ها، تغییر غلظت مواد به‌کاررفته در ترکیب پوشش می‌تواند تأثیرات بسیار چشمگیری بر محصول بگذارد، با این حال تحقیقات تکمیل‌کننده‌ای لازم است تا استراتژی‌های این میوه را در برخورد با غلظت‌های جزئی‌تر صمغ و غلظت‌های بالاتر اسانس مشخص کند. پوشش‌های ترکیبی یک درصد وزنی/حجمی صمغ باریجه با یک درصد وزنی/حجمی کلرور کلسیم همچنین یک درصد وزنی/حجمی صمغ باریجه با ۲۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس (به دلیل عدم اختلاف معنی‌دار با ۲ درصد وزنی/حجمی صمغ باریجه توأم با ۲۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس در نتایج و صرفه اقتصادی خرید صمغ) می‌تواند به عنوان یک روش سالم و مطلوب در تیمار پس از برداشت گیلاس مطرح باشد.

منابع

1- Asnaashari M., and Zokaei Khosroshahi M.R. 2011. Physiology and Postharvest Technology, 2nd ed. Bu-Ali Sina University Press. Hamedan. 658 Pages. (In Persian)
2- Bates L.S., Waldren R.P., and Teare L.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil, 39(1): 205-207.
3- Bill M., Sivakumar D., Korsten L., and Keith Thompson A. 2014. The efficacy of combined application of edible coatings and thyme oil in inducing resistance components in avocado (*Persea americana* Mill.) against *anthracnose* during post-harvest storage. Crop Protection, 64: 159-167.
4- Dang Q.F., Yan J.Q., Li Y., Cheng X.J., Liu S.C., and Chen X.G. 2010. Chitosan acetate as an active coating material and its effect on the storing of *Prunus avium* L. Food Science, 75(2): 125-131.
5- Dong F., and Wang X. 2018. Guar gum and ginseng extract coatings maintain the quality of sweet cherry. LWT - Food Science and Technology, 89: 117-122.
6- Ghanati F., Bakhtiari S., and Abdolmaleki P. 2010. The Effect of methyl jasmonate on secondary metabolites of the evergreen plant (*Calendula officinalis* L.). Modarres Science and Biotechnology, 1(1): 21-33. (In Persian)
7- Gill K.S., Dhaliwal H.S., Mahajan B.V.C., Paliyath G., and Boora R.S. 2016. Enhancing postharvest shelf life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) cv. Allahabad Safeda by pre-harvest application of hexanal containing aqueous formulation. Postharvest Biology and Technology, 112: 224-232.
8- Gobinathan P., Murali P.V., and Panneerselvam R. 2009. Interactive Effects of Calcium Chloride on Salinity-Induced Proline Metabolism in *Pennisetum typoidies*. Advances in Biological Research, 3(5-6): 168-173.
9- Hamedi H., Kargozari M., Shotorbani P., Babolani Moghadam N., and Fahimdanesh M. 2017. A novel bioactive edible coating based on sodium alginate and galbanum gum incorporated with essential oil of *Ziziphora persica*: The antioxidant and antimicrobial activity, and application in food model, Food Hydrocolloids, 72: 35-46.
10- Hosseini M.S., Zahedi S.M., Karimi M., and Ebrahimzadeh A. 2018. Postharvest application of spermidine polyamine on the storage quality and vase Life of mango (*Mangifera indica* L.) in dipped conditions. Horticultural Science, 31(4): 765-777. (In Persian with English abstract)
11- Huang H., Zhu Q., Zhang Z., Yang B., Duan X., and Jiang Y. 2013. Effect of oxalic acid on antibrowning of banana (*Musa* spp., AAA group, cv. 'Brazil') fruit during storage. Scientia Horticulture, 160: 208-212.
12- Jacobo Velazquez D.A., Martinez Hernandez G.B., Rodriguez S.C., Cao C.M., and Cisneros Zevallos L. 2011. Plants as biofactories: physiological role of reactive oxygen species on the accumulation of phenolic antioxidants in carrot tissue under wounding and hyperoxia stress. Agricultural and Food Chemistry, 59(12): 6583-6593.
13- Jalili H.T., Petronilho S., Villanerde J.J., Coimbra M.A., Rosario M., Domongues M., Ebrahimian Z., Silvestre A.J.D. and Rocha S.M. 2013. Assessment of the sesquiterpenic profile of *Ferula gummosa* oleo-gum-resin (galbanum) from Iran, Contributes to it's valuation as a potential source of sesquiterpenic compounds. Industrial Crops and Products, 44: 185-191.
14- Karimirad R., Behnamian M., and Dezhsetan S. 2018. Development and characterization of nano biopolymer containing cumin oil as a new approach to enhance antioxidant properties of button mushroom. Biological Macromolecules, 113: 662-668.
15- Khaliq G., Tengku Muda Mohamed M., Mohd Ghazali H., Ding P., and Ali A. 2016. Influence of gum arabic coating enriched with calcium chloride on physiological, biochemical and quality responses of mango (*Mangifera indica* L.) fruit stored under low temperature stress. Postharvest Biology and Technology, 111: 362-369.

www.SID.ir

Archive of SID

16- Khoshtaghaza M.H., and Taghinezhad E. 2016. Investigation effect of particle Nano coating on storage quality properties of Thomson orange. Food Science and Technology, 61(13): 121-134. (In Persian with English abstract)
17- Kou X., Wu M., Li L., Wang S., Xue Z., Liu B., and Fei Y. 2015. Effects of $CaCl_2$ dipping and pullulan coating on the development of brown spot on 'Huangguan' pears during cold storage. Postharvest Biology and Technology, 99: 63-72.
18- Levent Tuna A., Kayab C., Ashraf M., Altunlu H., Yokas I., and Yagmur B. 2007. The effects of calcium sulphate on growth, membrane stability and nutrient uptake of tomato plants grown under salt stress. Environmental and Experimental Botany, 59(2): 173-178.
19- Mahfoudhi N., and Hamdi S. 2015. Use of almond and gum arabic as novel edible coating to delay postharvest ripening and to maintain sweet cherry *(Prunus avium*) quality during storage. Food Processing and Preservation, 39(6): 1499-1508.
20- Mahmoodi R., Ehsani A., and Zare P. 2012. Characteristics of chemical, antibacterial and antioxidant component of cumin essential oil. Food research, 22(3): 311-321. (In Persian)
21- Marinova D., Ribarova F., and Atanassova M. 2005. Total phenolics and total flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. University of Chemical Technology and Metallurgy, 40(3): 255-260.
22- Mohammadzadeh Milani J., Kheiri Sh., Bagheri R., and Maleki G. 2017. Evaluation of emulsifying properties of charkhak *(Launaea acanthodes)* gum. Food Science and Technology, 62(14): 181-189. (In Persian with English abstract)
23- Moosavi A., and Hojjati M. 2011. Investigation on the quality characteristics, energy content and mineral elements of four commercial date varieties of Khuzestan province. Food Science and Technology, 8(1): 31-38. (In Persian with English abstract)
24- Mortazaienezhad F., and Sadeghian M.M. 2006. Comparison of bioactive compounds of medicinal herb *Ferula gummosa* Boiss. In three areas of Kashan. Research in Agricultural Sciences, 3(2): 172-177. (In Persian)
25- Murmu S.B., and Mishra H.N. 2018. The effect of edible coating based on arabic gum, sodium caseinate and essential oil of cinnamon and lemon grass on guava. Food Chemistry, 245: 820-828.
26- Nabifarkhani N., Sharifani M., Daraei Garmkhany A., Ganji Moghadam E., and Shakeri A.R. 2015. Effect of nano-composite and Thyme oil (*Thymus vulgaris* L) coating on fruit quality of sweet cherry (Takdaneh Cv) during storage period. Food Science and Nutrition, 3(4): 349-354.
27- Rodrigues Freitas I., Cortez Vaga W.R., Pizato S., Prentice Hernandez C., and Borges C.D. 2013. Xanthan gum as a carrier of preservative agents and calcium chloride applied on fresh cut apple. Food Safety, 33(3): 229-238.
28- Saftner R.A., Conway W.S., and Sams C.E. 1998. Effects of postharvest calcium and fruit coating treatments on postharvest life, quality maintenance and fruit surface injury in Golden Delicious apples. American Society for Horticultural Science, 123(2): 294-298.
29- Sanchez Gonzalez L., Pastor C, Vargas M., Chiralt A., and Gonzalez Martinez C. 2011. Effect of hydroxypropylmethylcellulose and chitosan coatings with and without bergamot essential oil on quality and safety of cold-stored grapes. Postharvest Biology and Technology, 60(1): 57-63.
30- Soleimani Aghdam M., Yousefpour Dokhanieh A., Hassanpour H., and Rezapour Fard J. 2013. Enhancement of antioxidant capacity of cornelian cherry (*Cornus mas*) fruit by postharvest calcium treatment. Scientia Horticulturae, 161(September 2013): 160-164.
31- Szabados L., and Savoure A. 2010. Proline: a multifunctional amino acid. Trends in Plant Science, 15(2): 89-98.
32- Tabatabaei J. 2009. Principles of Plant Mineral Nutrition, 1st ed. Kharazmi printing and offset, Tabriz. 388 pages. (In Persian)
33- Yousefizad L., Fathi R., and Ghanbari F. 2015. Effectiveness of $CaCl_2$, peppermint oil and salicylic acid treatments on shelf life of fresh mint during cold storage. Food Processing and Preservation, 39(6): 2639-2646.

www.SID.ir

Journal of Horticultural Science
Vol. 32, No. 4, Winter 2019, p. 665-680
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۶۸۰-۶۶۵
شاپا: ۴۷۳۰-۲۰۰۸

Effect of Galbanum Gum Coating Combined with Cumin Essential Oil and Calcium Chloride on Qualitative and Biochemical Characteristics of Sweet Cherry

M.R. Asghari[1]- Z. Azarsharif[2*]- H. Tajik[3]- A.R. Farrokhzad Nansa[4]

Received: 29-08-2018
Accepted: 10-11-2018

Introduction: Galbanum, an aromatic oleo-resin gum, is produced from Umbelliferae plant and genus *Ferula* with the common Persian name "Barije". *Ferula gummosa* Boiss. Plants are endemic flora of the mountain ranges of northern Iran. *Cuminum cyminum* is an edible medicinal plant, which is widely distributed in Iran, Turkey, India, Egypt and Central America countries. Calcium (Ca^{2+}) is a secondary messenger that plays pivotal roles (such as cell wall structure, signaling in fruit ripening and ethylene biosynthesis) in regulating physiological functions in fruits, vegetables and flowers during postharvest life. Sweet cherry is one of the most popular fruits among consumers because of its good taste and abundant nutrients and bioactive components such as phenolic compounds and flavonoids. This fruit is a highly perishable product due to its high respiration rate and rapid softening process at room temperature, which ultimately cause the color changes, weight loss, browning and changes of nutrients and restrict its shelf life. Several studies have demonstrated that the postharvest life of sweet cherries can be extended by different preservation techniques, such as refrigeration, synthetic chemical fungicides, modified atmosphere packaging, osmotic treatments, hypobaric treatments, heat treatments and edible coating. In the last several years, edible coatings have been widely studied for the preservation of fruits and vegetables. Edible coating with semipermeable films might extend the postharvest life of sweet cherry through a reduction of moisture migration, gas exchange, respiration and oxidative reaction rates.

Materials and Methods: Healthy, uniform in size, shape, color fruits were selected from sweet cherries collected from an orchard in Kahriz located in Urmia. Effects of galbanum gum (0, 1, 2 and 3% W/V), cumin essential oil (0, 100 and 200 µl/l) and calcium chloride (0 and 1% W/V) coating on the physiological and quality responses of sweet cherry (*Prunus avium* Cv. Siah Mashhad) fruit were investigated. The fruits were coated, and stored at 2±1 ºC and 90-95% relative humidity for 30 days and then transferred to 20 ºC for an additional 1 day. The quality of sweet cherries analyzed on the initial day, day 15 of storage at 2±1 ºC and day 30 of storage at 2±1 ºC with an additional one day at 20 ºC. Different qualitative and physicochemical attributes including pH, total soluble solid, titrable acidity, fruit water content and moisture percentage, proline, malondialdehyde, phenyl alanine amonialyase (PAL) enzyme activity and nutraceutical (total phenol and flavonoid) evaluations were performed. Statistical analysis of data was done by SAS (version 9.4) and mean comparisons were performed using Duncan's multiple range test.

Results and Discussion: Significant differences were observed in fruit coated with galbanum gum 1% W/V, cumin essential oil 200 µl/l and calcium chloride 1% W/V as compared to the control. The coating applications including gum, cumin essential oil and calcium chloride resulted in the slower rise of pH and TSS and were effective in maintaining higher titrable acidity, fruit water content, moisture percentage, PAL enzyme activity, total phenol and flavonoid. Coating with 1% W/V galbanum gum combined with 1% W/V calcium chloride resulted in highest increase of PAL enzyme activity and total phenol 15-day after storage, which effectively prevented rapid decline enzyme activity and phenolic compound to the end of storage. The combined coating of galbanum gum 2% W/V with $CaCl_2$ 1% W/V or 200 µl/l cumin essential oil significantly maintained total flavonoid 30-day after storage in 2±1 ºC an additional 1 day in 20ºC; These treatments are not significantly different with galbanum gum 1% W/V with $CaCl_2$ 1% W/V or 200 µl/l cumin essential oil. Concomitantly proline content (0.002748 mlgr/gr F.W.) was at higher levels and malondialdehyde (0.0320 mmol/gr F.W.) at lower levels in tissues of treated fruit with 1% W/V $CaCl_2$ compared with those of control fruit at the end of storage.

1, 2 and 4- Professor, Ph.D. Student and Associate Professor of Horticultural Science, Urmia University, Urmia, Iran, Respectively
(*- Corresponding Author Email: Zahra.azar45@yahoo.com)
3- Professor of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran

www.SID.ir

Archive of SID

Conclusion: Fruit and vegetables are highly perishable, and the causes of postharvest losses can generally be ascribed to physiological deterioration associated with the consumption of the internal water and reserve substances. In addition, increasing public concern towards healthy foods has contributed to the promotion of interest in the development of alternative (Safe) methods for controlling postharvest decay and deterioration. These results suggest that galbanum gum, cumin essential oil and $CaCl_2$ treatments delayed the development of senescence process 'Siah Mashhad' sweet cherry by reducing the rate of quality parameters deterioration and polyphenol compound and also maintaining the structural integrity of cell membrane. Application of 1% W/V galbanum gum coating combined with 1% W/V $CaCl_2$ might be enhanced low temperature tolerance by maintaining quality parameters, antioxidant compound and shelf life of sweet cherry fruits.

Keywords: Coating, Medicinal plant, Safe compound, Shelf life

www.SID.ir