Archive of SID

مقاله علمی پژوهشی/ نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۹ شماره ۴/ سال ۱۳۹۸/ صفحات ۱۳۹تا ۱۵۲

تأثیر غلظت‌های مختلف چیتوسان بر عمر انبارداری و کیفیت پس از برداشت میوه زغال اخته (*Cornus mass* L.)

مریم اسمعیلی[۱]، اصغر ابراهیم‌زاده*[۲]، حمید حسن‌پور[۳] و محمد باقر حسن‌پور اقدم[۲]

تاریخ دریافت: ۹۷/۹/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۸/۲/۱۹

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

[۲] به‌ترتیب استادیار و دانشیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

[۳]دانشیارگروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

*مسئول مکاتبه: Email: acebrahimzadeh@gmail.com

چکیده

زمینه مطالعاتی: امروزه کنترل ضایعات پس از برداشت و اولویت دادن به استفاده از روش‌های سالم نسبت به استفاده از سموم شیمیایی در پرورش محصولات باغبانی ضروری است. در سال‌های اخیر، استفاده از پوشش‌های خوراکی مانند چیتوسان به منظور کاهش ضایعات پس از برداشت، کاهش سرعت متبولیسم محصول، افزایش عمر انبارمانی و کنترل رشد میکروبی در انواع میوه‌ها رواج پیدا کرده است. **هدف:** هدف از پژوهش حاضر، تشخیص مناسب‌ترین غلظت چیتوسان در راستای حفظ خاصیت آنتی‌اکسیدانی محصول زغال اخته، شاخص‌های کمی، کیفی و ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی پس از برداشت میوه‌ها **بود. روش کار:** میوه‌های سالم و یکنواخت زغال اخته پس از برداشت با غلظت های مختلف چیتوسان (۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد) بمدت ۱ دقیقه تیمار شده و سپس در دمای ۱±٤ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۲۱ روز انبار شدند. نمونه‌برداری جهت مطالعات مختلف بعدی در روزهای ۷، ١٤ و ۲۱ صورت گرفت. **نتایج:** نتایج آزمایش نشان داد که اثر متقابل زمان و غلظت چیتوسان بر میزان فعالیت آنزیم گایاکول‌پراکسیداز معنی‌دار نیست. با این حال تیمار چیتوسان در حفظ میزان اسیدیته قابل تیتراسیون، آنتوسیانین کل، فنل کل، فلاونوئید کل، خاصیت آنتی‌اکسیدانی و فعالیت آنزیم کاتالاز بیشترین تأثیر را داشت. همچنین فعالیت آنزیم‌های پلی‌فنل‌اکسیداز و فنیل آلانین آمونیالیاز در غلظت صفر درصد بیشتر بود. **نتیجه گیری نهایی:** با توجه به نتایج کلی آزمایش، معلوم شد که تیمار ۱ درصد چیتوسان نسبت به سایر غلظت‌های آن در حفظ صفات فیزیکوشیمیایی میوه‌های زغال اخته بهتر عمل نمود.

واژگان کلیدی: ارزش غذایی، چیتوسان، زغال اخته، صفات کمی و کیفی

مقدمه

زغال اخته با نام علمی .*Cornus mas* L و از تیره Cornaceae (یلماز و همکاران ۲۰۰۹)، جنس *Cornus*، شامل انواع مختلف از نوع بوته‌ای و درختچه‌ای می‌باشد که بیشتر برای اهداف زینتی استفاده می‌شود. فقط برخی از گونه‌ها برای مصارف خوراکی و یا در تهیه فرآورده-هایی همپون کمپوت، سس، شیرینی، ژله، مربا و نوشیدنی‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند (میلسپائوف ۱۹۷٤و اسداو ۱۹۹۰). برخی از گونه‌های زغال اخته نیز به منظور استفاده از خواص دارویی آن

www.SID.ir

Archive of SID

پرورش داده می‌شوند (بیجلیک و همکاران ۲۰۱۱) چرا که بخش‌های مختلف این گیاه غنی از اسیدآسکوربیک (ویتامین ث)، اسیدهای آلی، قند، فنل، فلاونوئید، تانن و سایر ترکیبات زیست فعال می‌باشند (مولداوان و همکاران ۲۰۱٦) که می‌توان در صنایع داروئی، آرایشی و بهداشتی از آن استفاده کرد (ممداو و کراکر ۲۰۰۲). برگ، پوست و میوه‌های زغال اخته فعالیت ضد میکروبی در برابر استافیلوکوکوس اورئوس، اشرشیا کولای، پروتئوس ولگاریس و سودوموناس آئروژینوزا دارد (اسدو ۱۹۹۰). به علت خواص بی‌شمار و خصوصا آنتی-باکتریایی، آنتی‌هیستامینی، آنتی‌میکروبی و آنتی-مالاریایی که زغال اخته دارد، توجه زیادی به ویژگی‌های کیفی میوه‌های زغال اخته شده‌است (مولداوان و همکاران ۲۰۱٦).

کاربرد تکنیک‌ها و روش‌هایی برای حفظ کیفیت میوه‌ها پس از برداشت از قدیمی‌ترین کارها در طول زندگی انسان‌ها بوده است (پالیاث و همکاران ۲۰۰۹)، چرا که مشتری پسند بودن محصولات باغبانی بر اساس کیفیت و ظاهر محصول صورت می‌گیرد و ارتقاء کیفیت همراه با کاهش هزینه و افزایش تجارت از جمله مهم‌ترین کارهایی است که باید صورت بگیرد (مونتوجرمی ۲۰۰۷). دانشمندان و متخصصان رشته فیزیولوژی پس از برداشت استفاده از پوشش‌های خوراکی مانند چیتوسان را یکی از بهترین تکنیک‌ها جهت افزایش عمر پس از برداشت محصول و حفظ کیفیت محصولات باغی می-دانند (جیانگ و شائوییینگ ۲۰۱۳). چیتوسان پلی‌مر خطی آلفا (۱←٤) می‌باشد که به ۲ – آمینو – ۲ – دئوکسی – D – ß – گلوکوپیرانوز متصل شده است (رینادو ۲۰۰٦). خاصیت ضد قارچی (آلان و هادویگر ۱۹۷۹) ، کاهش تنفس، ایجاد تأخیر در روند رشد میکروبی، ایجاد یک لایه‌ی نیمه‌تراوا که فرآیند رسیدن میوه را با تغییر در میزان دی‌اکسیدکربن، اکسیژن و اتیلن را به تأخیر می-اندازد، از مزایای استفاده از پوشش دهنده‌های خوراکی می‌باشد (ال غائوث و همکاران ۱۹۹۱). دمای پایین کارآیی چیتوسان در حفظ کیفیت پس از برداشت محصولات را بیشتر می‌کند (جیانگ و شائوییینگ ۲۰۱۳). طی سال‌های اخیر مطالعات زیادی در مورد تأثیر پوشش چیتوسان بر عمر پس از برداشت بسیاری از محصولات صورت گرفته است اما، اطلاعات راجع به تأثیر تیمار چیتوسان روی میوه زغال اخته در مدت زمان انبارداری اندک می‌باشد. لذا هدف از انجام این آزمایش بررسی تاثیر غلظت‌های مختلف چیتوسان روی افزایش عمر پس از برداشت میوه و حفظ خصوصیات کمی و کیفی میوه زغال اخته در طول دوره نگه‌داری بود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

برداشت میوه‌های زغال اخته (*Cornus mas* L.) صبح زود از باغی در شهرستان هوراند در شمال‌غرب ایران (مشخصات جغرافیایی ٤۷ درجه و ۳۷ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۸ دقیقه عرض شمالی) صورت گرفت. میوه‌های سالم و یکنواخت از نظر رنگ، اندازه و شکل انتخاب شده و به آزمایشگاه انتقال یافتند. تیمار نمونه‌ها در آب مقطر به عنوان شاهد، چیتوسان ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد صورت گرفته و غوطه‌وری به مدت ۱ دقیقه برای هر تیمار انجام گرفت. بعد از اتمام تیمار، نمونه‌ها در دمای اتاق قرار گرفتند تا کاملاً خشک شوند و سپس در دمای ۱±٤ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۲۱ روز انبار شدند. نمونه‌برداری در روزهای ۷، ۱٤ و ۲۱ صورت گرفت و نمونه‌ها هر بار پس از خروج از سردخانه و جهت انجام آزمایش بلافاصله در نیتروژن مایع فریز می‌شدند و برای انجام آنالیزهای بعدی در دمای منفی ٤۰ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری می‌شدند.

pH ، TA و TSS

آب میوه‌ها پس از عصاره‌گیری برای اندازه‌گیری pH، TA و TSS مورد استفاده قرار گرفت. میزان pHآب میوه‌ها با استفاده از دستگاه pH meter (AZ-8601, China)قرائت گردید. جهت اندازه‌گیری TA از

www.SID.ir

Archive of SID

تیتراسیون با محلول هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال استفاده شد. برای اندازه‌گیری مقدار مواد جامد محلول نیز از دستگاه رفراکتومتر دستی مدل ATAGO استفاده گردید.

اندازه‌گیری محتوای فنل کل، فلاونوئید کل، آنتوسیانین کل

ارزیابی فنل کل با استفاده از معرف فولین – سیوکالتو و استاندارد اسید گالیک انجام شد. در این اندازه‌گیری که بر اساس روش سینگلتون و روسی (۱۹٦۵) صورت گرفت، میزان فنل کل بر اساس میلی‌گرم اسید گالیک در گرم وزن تر میوه بیان شد. اندازه‌گیری فلاونوئید کل بر اساس روش شین و همکاران (۲۰۰۸) صورت گرفت و بر حسب میلی‌گرم کاتچین در گرم وزن تر بیان گردید. جهت اندازه‌گیری آنتوسیانین کل نیز از روش اختلاف جذب در pHهای مختلف استفاده شد (گیوستی و رولاستد ۲۰۰۱). برای تهیه بافر یک (pH=1) از محلول پایه حاوی کلرید پتاسیم ۰/۲ مولار و برای تهیه بافر دو (pH=4/5) نیز از محلول پایه حاوی اسید استیک ۰/۲ مولار استفاده شده و قرائت آنتوسیانین کل در دو طول موج ۵۲۰ و ۷۰۰ نانومتر صورت گرفت. میزان آنتوسیانین کل نیز بر اساس استاندارد سیانیدین ۳- گلوکوزید و طبق فرمول زیر محاسبه شد:

$(A)=(A_{520}\ pH1–A_{700}\ pH1) – (A_{520}\ pH\ 4.5–A_{700}\ pH\ 4.5)$

فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل (DPPH)

برای اندازه‌گیری توانایی عصاره‌ها در مهار رادیکال‌های آزاد (DPPH) جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت گردیده (چیو و همکاران ۲۰۰۷) و بر اساس معادله زیر درصد مهار کنندگی محاسبه گردید:

$$\%DPPH = \frac{\text{Abs control} - \text{Abs sample}}{\text{Abs control}} \times 100$$

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT)

سنجش آنزیم کاتالاز با استفاده از روش ابی (۱۹۸٤) انجام گرفت. فعالیت آنزیم کاتالاز به صورت کاهشی طی ۱ دقیقه در طول موج ۲٤۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر محاسبه شد. به منظور سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز از ضریب خاموشی ($۳٦,٦\ mM^{-1}cm^{-1}$) استفاده شد.

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های (GPX)، (PPO) و (PAL)

برای اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز از روش آپادهیای و همکاران (۱۹۸۵)، به صورت افزایشی در طی ۱ دقیقه و در طول موج ٤۹۰ نانومتر محاسبه گردید. اندازه‌گیری فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز به صورت افزایشی در ۳ دقیقه و در طول موج ۳۳٤ نانومتر محاسبه شد (سینگ و همکاران ۱۹۹۹). همچنین سنجش فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز (PAL) بر اساس تشکیل سینامیک اسید و در طول موج ۲۹۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید و واحد فعالیت این آنزیم با استفاده از ضریب خاموشی سینامیک اسید ($9630\ mM^{-1}\ cm^{-1}$) بر حسب واحد $nmol\ trans-\ cinamic\ acid\ mg^{-1}\ protein\ min^{-1}$ محاسبه گردید (کارتکیان و میچل ۲۰۰٦).

تجزیه و تحلیل آماری

این پژوهش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار انجام گردید. داده‌های حاصل از این آزمایش با نرم افزار SAS نسخه ۹/۲ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. برای رسم نمودارها از Excell 2013 و برای مقایسه میانگین نیز از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده گردید.

نتایج و بحث

pH، TA و TSS

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل مدت زمان انبارداری و غلظت چیتوسان بر میزان pH، اسیدیته قابل تیتراسیون و میزان مواد جامد محلول نمونه‌ها زغال اخته در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. با گذشت زمان و در هفته آخر مدت زمان انبارداری میزان pH در نمونه‌های تیمار شده زغال اخته افزایش یافت به طوری که بیشترین

www.SID.ir

Archive of SID

میزان pH در هفته سوم و متعلق به تیمار چیتوسان ۰/۵ درصد بود. تیمار پوششی چیتوسان با تشکیل اتمسفر تغییر یافته‌ی درونی یا به عبارت دیگر تغییر غلظت O_2 و CO_2 درونی، روند تغییر در میزان pH و اسیدیته‌ی قابل تیتراسیون را در میوه کندتر می‌کند و از این طریق به طور مؤثری روند پیری آن را به تأخیر می‌اندازد (بای و همکاران ۱۹۸۸ و لووینگ و کاتس۱۹۸۲). میزان اسیدیته-ی قابل تیتراسیون نیز با گذشت زمان و طی مدت زمان انبارداری کاهش چشم‌گیری پیدا کرد و در آخر دوره انبارداری بیشترین میزان آن مربوط به تیمار ۱/۵ درصد چیتوسان بود (جدول ۱). معمولاً در طی فرآیند رسیدن، اسیدهای آلی میوه در اثر تنفس و یا تبدیل به قندها کاهش می‌یابند که کاهش آن‌ها رابطه مستقیمی با فعالیت‌های متابولیسمی دارد (راحمی ۱۳۸۹). طی پژوهشی معلوم شد که میزان اسیدیته قابل تیتراسیون در اثر تیمار میوه-های تمشک با ژل آلوئه‌ورا طی مدت زمان انبارداری کاهش می‌یابد (حسن‌پور ۲۰۱۵). پوشش دهی میوه کنار با چیتوسان توانست سفتی میوه و میزان مواد جامد محلول کل را تحت تاثیر مثب خود قرار دهد (رستگار و لشکری ۱۳۹۶). در این پژوهش میزان مواد جامد محلول طی مدت زمان انبارداری افزایش پیدا نمود که بیشترین میزان افزایش نیز مربوط به نمونه‌های شاهد بود. با افزایش غلظت چیتوسان، روند افزایشی در میزان TSS میوه کندتر می‌شود که احتمالاً باید با تغییرات هیدرولیکی در مقدار نشاسته و میزان از دست دهی آب محصول در طول دوره پس از برداشت در ارتباط باشد (کایز ۱۹۹۷). از جمله دیگر دلایل مؤثر در افزایش میزان مواد جامد محلول می‌توان به کاهش آب میوه و یا تجزیه قندهای ساده به قندهای مرکب مانند پلی‌ساکاریدها اشاره کرد (راحمی، ۱۳۸۹). همچنین مرحله بلوغ زغال اخته تأثیر قابل توجهی بر میزان TSS داشت به طوری که همزمان با رسیدن محصول، میزان آن افزایش پیدا کرد (گوندوز و همکاران ۲۰۱۳).

جدول ۱- اثر تیمار پوششی غلظت‌های مختلف چیتوسان بر pH، اسیدیته قابل تیتراسیون و مواد جامد محلول زغال اخته در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد

Table 1- Effect of different concentration of chitosan coating treatment on pH, TA and TSS in cornelian cherries stored in 5°C

Treatment	Day	pH	TA	TSS
Control	0	3.15^{g}	3.15^{a}	13^{f}
	7	3.27^{ef}	1.32^{e}	14.5^{e}
	14	3.29^{e}	1.26^{de}	21.5^{a}
	21	3.5^{bc}	0.48^{i}	21.66^{a}
0.5%	0	3.15^{g}	3.15^{a}	13^{f}
	7	3.19^{fg}	1.72^{c}	12.33^{f}
	14	3.3^{e}	1.5^{b}	15^{de}
	21	3.86^{a}	0.47^{i}	20^{b}
1%	0	3.15^{g}	3.15^{a}	13^{f}
	7	3.27^{de}	1.31^{de}	12.66^{f}
	14	3.43^{cd}	1.32^{de}	15.16^{de}
	21	3.41^{cd}	0.58^{h}	16.16^{cd}
1.5%	0	3.15^{g}	3.15^{a}	13^{f}
	7	3.4^{d}	1.36^{d}	11^{g}
	14	3.28^{ef}	1.16^{f}	16^{cd}
	21	3.54^{b}	0.75^{g}	17^{c}

Different letter(s) in the column shows significant difference based on Duncan's multiple range test.

www.SID.ir

Archive of SID

اندازه‌گیری فنل کل، فلاونوئید کل، محتوای آنتوسیانین کل و آنتی‌اکسیدان کل

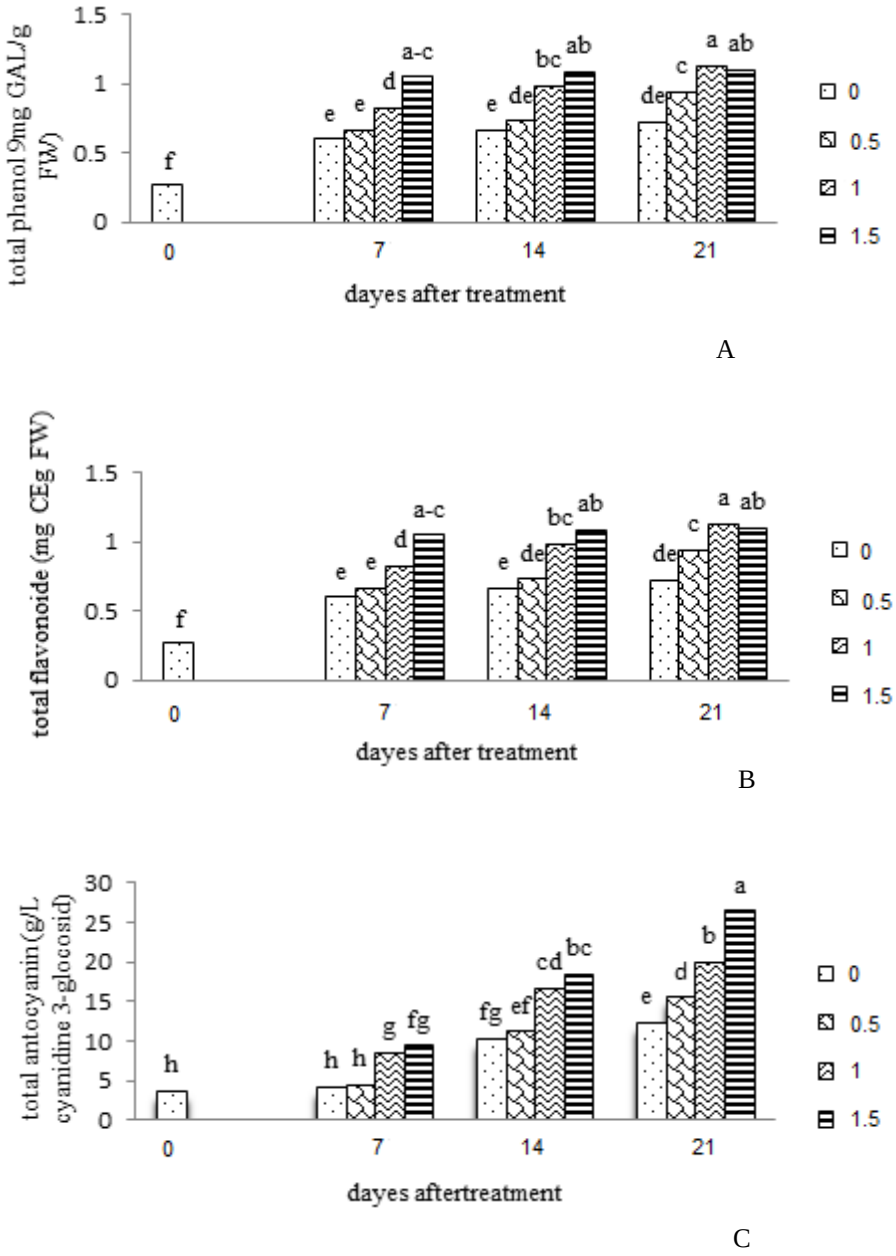
اثر متقابل مدت زمان انبارداری و غلظت چیتوسان روی میزان فنل کل، فلاونوئید کل، محتوای آنتوسیانین کل نمونه‌های میوه زغال اخته تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد نشان داد. تیمار با چیتوسان و افزایش میزان غلظت آن موجب افزایش میزان فنل کل (شکل۱-A) شد به طوری که بیشترین میزان فنل کل در طی دوره انبارداری متعلق به تیمار ۱/۵ درصد چیتوسان بود و این امر احتمالاً به واسطه‌ی کاهش میزان تنفس ناشی از کاهش نفوذ پذیری به گاز دی اکسید کربن طی مدت زمان انبارداری صورت گرفته که در نتیجه از اکسیداسیون فنل‌ها ممانعت به عمل آمده است. از طرفی معلوم شده است که تیمار پوششی چیتوسان با فعال کردن آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز که آنزیم کلیدی در مسیر بیوسنتز فنل‌ها می‌باشد، باعث افزایش میزان پلی فنل‌ها می‌گردد (رومانازی ۲۰۱۷). میزان فنل کل در میوه‌های زغال اخته تیمار شده با کلرید کلسیم (سلیمانی اقدم و همکاران ۲۰۱۳) و همچنین در میوه‌های توت فرنگی تیمار شده با چیتوسان در طی انبارداری روند افزایشی داشت (وانگ و گائو ۲۰۱۳). همانند فنل کل، فلاونوئید کل نیز در طی مدت زمان انبارداری روند افزایشی داشت و در آخر دوره انبارداری، تیمار پوششی چیتوسان ۱ درصد با افزایش ۲,۳ برابری بیشترین میزان فلاونوئید را به خود اختصاص داد (شکل۱-B). ترکیبات فلاونوئیدی آنتی-اکسیدان‌های مهمی می‌باشد که در اثر تیمار با اسید سالسلیک در میوه‌های زغال اخته در طی مدت زمان انبارداری افزایش یافتند (دخانیه و همکاران ۲۰۱۳). با توجه به شکل۱-C، میزان آنتوسیانین کل طی دوره انبارداری و با افزایش غلظت چیتوسان در میوه‌های زغال اخته نیز افزایش پیدا کرد و بیشترین مقدار آن با افزایش ۷/۱٤ برابری نسبت به روز اول مربوط به تیمار چیتوسان ۱/۵ درصد بود. در بررسی انجام شده توسط سلیمانی اقدم و همکاران (۲۰۱۳) مشخص شد که تیمار میوه‌های زغال اخته با کلرید کلسیم باعث افزایش قابل توجهی در مقدار فنل کل، فلاونوئید کل و مقدار آنتوسیانین کل گردید. تیمار میوه‌های زغال اخته با اسید سالسلیک نیز موجب افزایش معنی‌دار در میزان آنتوسیانین کل گردید که احتمالاً به دلیل افزایش فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز بوده است در نتیجه میزان آنتوسیانین کل و فنل کل نیز افزایش یافتند (دخانیه و همکاران ۲۰۱۳).

فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل (DPPH)

اثر متقابل بین غلظت چیتوسان و مدت زمان انبارداری روی در میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در سطح معنی‌دار ۵ درصد در میوه‌های زغال اخته را نشان داد. با توجه به نتایج مقایسه میانگین (شکل ۲) میزان فعالیت آنتی-اکسیدانی طی مدت زمان انبارداری افزایش یافت که غلظت‌های بالاتر چیتوسان اثر مثبتی بر حفظ و افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های زغال اخته داشت. میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی با میزان فنل کل، فلاونوئید و میزان آنتوسیانین رابطه مستقیمی دارد و در پژوهش حاضر نیز افزایش در میزان پارامترهای نام برده شده باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل می‌گردد. طی مطالعات جداگانه انجام شده توسط سلیمانی اقدم و همکاران (۲۰۱۳) و همچنین دخانیه و همکاران (۲۰۱۳) در میوه-های زغال اخته به ترتیب پوشش کلرید کلسیم و اسید سالسلیک توانست میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی را به صورت مؤثری طی مدت زمان انبارداری افزایش دهد. تیمار میوه‌های تمشک با ژل آلوئه ورا نیز توانست پتانسیل آنتی‌اکسیدانی را در طی مدت زمان انبارداری افزایش دهد (حسن‌پور ۲۰۱٤).

www.SID.ir

Archive of SID



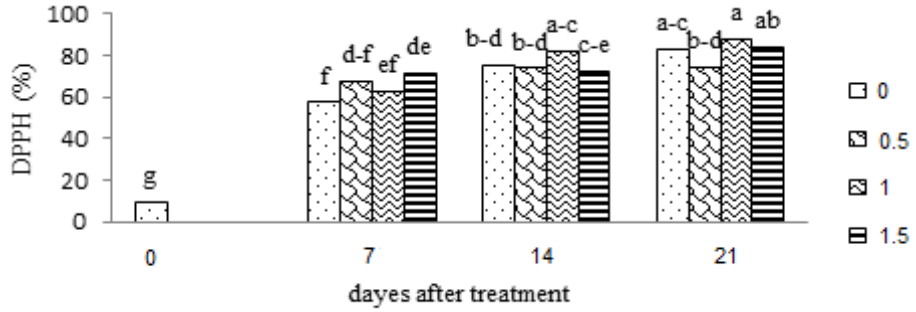
شکل ۱- اثر غلظت‌های مختلف تیمار چیتوسان بر فنل کل A، فلاونوئید کل B و آنتوسیانین کل C میوه های زغال اخته

Figure 1- Effect of chitosan different concentrations on total phenolics (A), total flavonoids (B), and anthocyanin content in cornelian cherry fruits

Different letter(s) shows significant difference based on Duncan's multiple range test.

www.SID.ir

Archive of SID



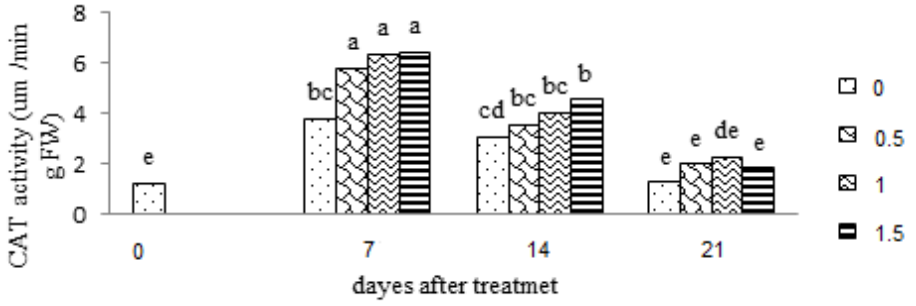
شکل ۲- ظرفیت آنتی‌اکسیدان نمونه‌های زغال اخته تیمار شده با غلظت‌های مختلف چیتوسان

Figure 2- Effects of different levels chitosan treatment (0, 0.5, 1 and 1.5 %) on antioxidant capacity of cornelian cherry

Different letter(s) in the column shows significant difference based on Duncan's multiple range test.

فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT)

نتایج تجزیه واریانس بیانگر تفاوت معنی‌دار میزان آنزیم کاتالاز در میوه‌های زغال اخته تیمار شده با غلظت‌های مختلف چیتوسان در زمان‌های مختلف و در سطح احتمال ۵ درصد بود. میزان فعالیت آنزیم کاتالاز طی مدت زمان انبارداری کاهش یافت اما در بین غلظت‌های مختلف ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد چیتوسان تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. با این حال در روز ۲۱ انبارداری غلظت ۱ درصد چیتوسان با مقدار ۲/۲٤ um/min g FW بیشترین میزان فعالیت را داشت (شکل۳). آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از مهم‌ترین بخش‌های سیستم آنتی‌اکسیدانی گیاه هستند که با کاهش انرژی رادیکال‌های آزاد، توقف تولید رادیکال-های آزاد و یا گسیخته شدن واکنش‌های زنجیره‌ای اکسید کننده باعث به حداقل رسیدن آسیب توسط رادیکال‌های آزاد می‌شوند و آنزیم کاتالاز نیز یکی از این آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌باشد (وانگ و گائو ۲۰۱۳). چیتوسان با بهبود فعالیت کاتالاز نقش بسیار مهمی در برابر اکسیداسیون ایفا می‌کند. در مطالعه‌ای تأثیر چیتوسان بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در طول دوره‌ی انبارداری مشخص شد که میزان فعالیت آنزیم کاتالاز طی مدت انبارداری کاهش می‌یابد که میزان این کاهش در میوه-های تیمار یافته با چیتوسان ۱ و ۲ درصد نسبت به میوه-های شاهد کمتر بود (پتریکیون و همکاران ۲۰۱۵).



شکل۳- میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در نمونه‌های زغال اخته تیمار شده با غلظت‌های مختلف چیتوسان

Figure 3- CAT activity rate in cornelian cherry fruits under different concentrations of chitosan

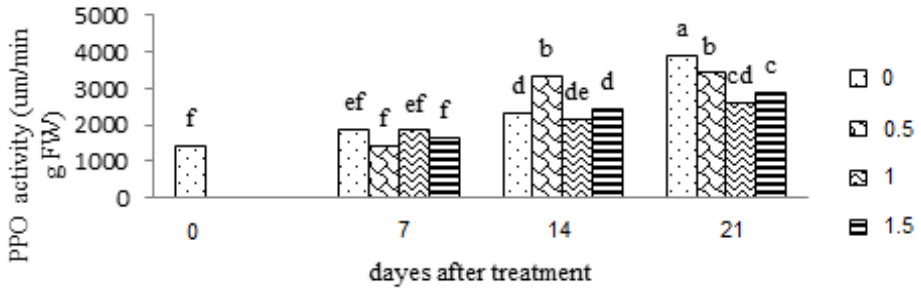
Different letter(s) in the column shows significant difference based on Duncan's multiple range test.

www.SID.ir

Archive of SID

فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز

تجزیه واریانس بیانگر تفاوت معنی‌دار میزان آنزیم پلی فنل اکسیداز در میوه‌های زغال اخته تیمار شده با غلظت-های مختلف چیتوسان در سطح احتمال ۱ درصد بود. میزان فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز طی مدت زمان انبارداری افزایش یافت با این حال میزان این افزایش در نمونه‌های پوشش‌دار با چیتوسان کمتر بود (شکل ٤) چرا که پوشش‌های خوراکی با تغییر اتمسفر، نفوذپذیری انتخابی در برابر عبور اکسیژن و دی اکسید کربن ایجاد کرده و باعث حفظ دی اکسید کربن بیشتر از حد طبیعی شده در نتیجه باعث کاهش تنفس و واکنش‌های اکسیداسیونی فنل‌ها می‌گردد. افزایش میزان دی اکسید کربن و یا بالعکس کاهش میزان اکسیژن موجب کاهش فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز می‌گردد (دووان و همکاران ۲۰۰۷). آنزیم پلی فنل اکسیداز عامل اصلی در قهوه‌ای شدن آنزیمی و اکسید شدن ترکیبات فنلی است که باعث تبدیل شدن آن‌ها به اورتوکینون‌ها می‌گردد. بر اساس مطالعه‌ای که در سیب گلاب کهنز صورت گرفت، میزان فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز در نمونه های پوشش‌دار و بدون پوشش با چیتوسان روند صعودی داشت (صحرایی خوش گردش و همکاران، ۱۳۹۳).



شکل۴- میزان فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز در نمونه‌های زغال اخته تیمار شده با غلظت‌های مختلف چیتوسان

Figure 4- PPO activity rate in cornelian cherry fruits under different concentrations of chitosan treatment

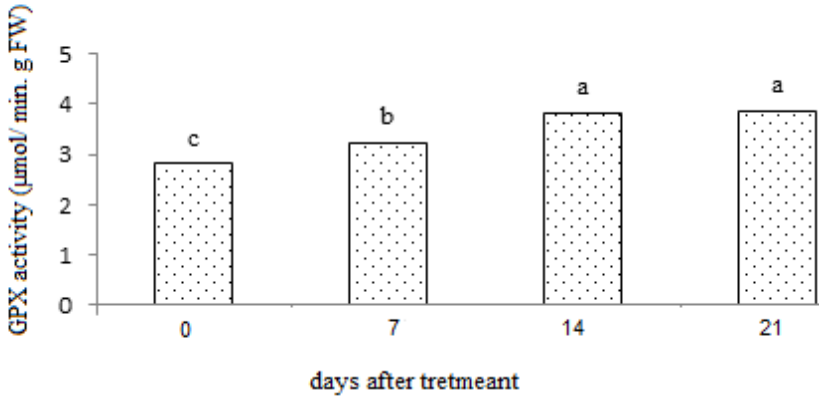
Different letter(s) in the column shows significant difference based on Duncan's multiple range test.

فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز

اثر متقابل زمان و غلظت چیتوسان بر میزان فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز معنی‌دار نبود و فقط اثر ساده زمان معنی‌دار بود. در این مطالعه فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز طی مدت زمان انبارداری روند افزایشی داشته و بیشترین میزان فعالیت این آنزیم متعلق به نمونه‌های روز ۲۱ بود. در مطالعه‌ای که بر روی نمونه‌های توت فرنگی صورت گرفت نیز مشخص گردید که میزان فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز در نمونه‌های مورد آزمایش افزایش پیدا کرد اما، تیمار با چیتوسان از فعالیت بالای این آنزیم ممانعت به عمل آورد (پتریکیون و همکاران ۲۰۱۵).

www.SID.ir

Archive of SID



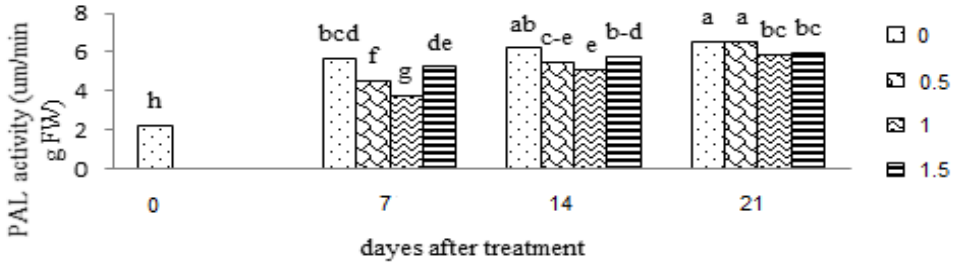
شکل۵- میزان فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز در نمونه‌های زغال اخته تیمار شده با غلظت‌های مختلف چیتوسان

Figure 5- GPX activity rate in cornelian cherry fruits under different concentrations of chitosan treatment

Different letter(s) in the column shows significant difference based on Duncan's multiple range

فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز

تفاوت معنی‌دار فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز در نمونه‌های میوه‌های زغال اخته تیمار شده با غلظت‌های مختلف چیتوسان در زمان‌های مختلف در سطح احتمال ۱ درصد مشاهده شد. طی مدت زمان انبارداری میزان فعالیت آنزیم PAL روند افزایشی داشته و بیشترین میزان فعالیت آن مربوط به نمونه‌های شاهد بود. متابولیت‌های ثانویه گیاهی عموماً پاسخ دفاعی گیاهان در برابر پاتوژن‌ها و عوامل اکولوژیکی هستند (تسای و همکاران ۲۰۰۶). بیوسنتز این ترکیبات راهی مؤثر و آسان در برابر فاکتورهای محیطی می‌باشد. به عنوان مثال تجمع ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی از گیاهان در برابر اشعه UV-B محافظت می‌کند (سلیمانی اقدم و همکاران ۲۰۱۳). در مطالعه‌ای فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز در میوه‌های زغال اخته تیمار شده با کلرید کلسیم و در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد به صورت معنی-داری افزایش پیدا کرد (سلیمانی اقدم و همکاران ۲۰۱۳). در پژوهشی دیگر که توسط دخانیه و همکاران (۲۰۱۳) صورت گرفت، در میوه‌های زغال اخته تیمار شده با اسید سالسیلیک و در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد و طی مدت ۲۱ روز صورت گرفت میزان فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز افزایش پیدا کرد.



شکل۶- میزان فعالیت آنزیم PAL در میوه های زغال اخته تیمار شده با غلظت‌های مختلف چیتوسان

Figure 6- PAL activity in cornelian cherry fruits under different concentrations of chitosan treatment

Different letter(s) in the column shows significant difference based on Duncan's multiple range

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

میوه زغال اخته سرشار از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مانند فنل‌ها، فلاونوئیدها، آنتوسیانین‌ها و اسید آسکوربیک می‌باشد اما، همانند سایر میوه‌ها در طول دوره پس از برداشت ارزش غذایی و ظاهری این میوه نیز کاهش می‌یابد که استفاده از چیتوسان به عنوان یک ماده با ماهیت طبیعت دوست و غیر شیمیایی تا حد زیادی می‌تواند از کاهش ارزش غذایی میوه جلوگیری کنند. در حالت کلی همانطور که در این آزمایش نیز مشخص شد میوه‌های تیمار شده با چیتوسان نسبت به میوه‌های شاهد فعالیت آنتی‌اکسیدانی و آنزیمی بیشتری داشتند. تیمار پس از برداشت چیتوسان با تأثیر مثبت بر میزان فنل کل، فلاونوئید کل، آنتوسیانین کل، میزان DPPH، افزایش فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدانی کاتالاز، و ممانعت از فعالیت آنزیم PPO و PAL در حفظ کیفیت و افزایش عمر پس از برداشت میوه زغال اخته مؤثر بود.

منابع مورد استفاده

صحرایی خوش گردش ع، بدیعی ف و یاسینی اردکانی ع، ۱۳۹۳. تأثیر پوشش نانو امولسیون حاوی کیتوزان بر افزایش ماندگاری سیب گلاب رقم گلاب کهنز در مدت انبارداری، مهندسی بیوسیستم ایران، ٤٥(٢)، ١٢٠-١١٣.

راحمی م، ۱۳۸۹. فیزیولوژی پس از برداشت. مرکز نشر دانشگاه شیراز.

رستگار س و شکری م، ۱۳۹٦. تاثیر چیتوسان و کلرید کلسیم بر روند تغییرات برخی ویژگیهای کمی و کیفی میوه کنار در مدت نگهداری، نشریه پژوهش های صنایع غذایی، ۳۷(۲)، ۱۷۳-۱٦۳.

Aebi H, 1984. Catalase in vitro. Methods in Enzymology 105: 121-126.

Allan C R and Hadwiger L A, 1979. The fungicidal effect of chitosan on fungi of varying cell wall composition. Experimental mycology 3(3): 285-287.

Asadov S, 1990. Zoghal (*Cornus mas* L.) (in Turkish). Elm Baku.

Bai R K, Huang M Y and Jiang Y Y, 1988. Selective permeabilities of chitosan-acetic acid complex membrane and chitosan-polymer complex membranes for oxygen and carbon dioxide. Polymer bulletin 20(1): 83-88.

Bijelić S, Gološin, B, Todorović J N and Cerović S, 2011. Morphological characteristics of best Cornelian cherry (*Cornus mas* L.) genotypes selected in Serbia. Genetic resources and crop evolution *58*(5): 689-695.

Bounous G and Zanini E, 1987. The variability of some components and biometric characteristic of the fruit of six tree and shrub species. In Lampone, Mirtillo, Altri Picolli Frutti (Eds.), Attri convegno (pp. 189–197). 4-5 Giugni, Rome, Italy: Trente. cherry (*Cornus mas* L.) genotypes selected in Serbia. Genetic resources and crop evolution 58: 689-695.

Dai Q, Borenstein A R, Wu Y, Jackson J C and Larson E B, 2006. Fruit and vegetable juices and Alzheimer's disease: The Kame Project. The American journal of medicine 119(9): 751-759.

Dokhanieh A Y, Aghdam M S, Fard J R and Hassanpour H, 2013. Postharvest salicylic acid treatment enhances antioxidant potential of cornelian cherry fruit. Sciatica Horticulture 154: 31-36.

Duan X, Su, X, You Y, Qu H, Li Y and Jiang, Y, 2007. Effect of nitric oxide on pericarp browning of harvested longan fruit in relation to phenolic metabolism. Food Chemistry 104(2): 571-576.

Duthie G G, Gardner P T and Kyle J A, 2003. Plant polyphenols: are they the new magic bullet. Proceedings of the Nutrition Society 62(3): 599-603.

EL Ghaouth A, Arul J, Ponnampalam R and Boulet M, 1991. Use of chitosan coating to reduce water loss and maintain quality of cucumber and bell pepper fruits. Journal of Food Processing and Preservation, 15(5): 359-368.

www.SID.ir

Archive of SID

Giusti M M and Wrolstad R E, 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. Current protocols in food analytical chemistry 1-13.

Gunduz K, Saracoglu O, Özgen M and Serce S, 2013. Antioxidant, physical and chemical characteristics of cornelian cherry fruits (*Cornus mas* L.) at different stages of ripeness. Acta Scientiarun Polonorum Hortorum Cultus 12(4): 59-66.

Hassanpour H, 2015. Effect of Aloe vera gel coating on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activities and decay in *raspberry* fruit. LWT-Food Science and Technology 60(1): 495-501.

Jianglian D and Shaoying Z, 2013. Application of chitosan based coating in fruit and vegetable preservation: a review. Journal of Food Processing and Technology *4*(5): 227-230.

Karthikeyan K G and Micheal T, 2006. Occurrence of antibiotics in wastewater treatment facilities in Wisconsin, USA. Science of total environment (1-3): 196-207.

Kays S J, 1997. Postharvest Physiology of Perishable Plant Products. Van Nostrand Rein Hold Book, AVI Publishing Co. New York 149-316 pp.

Lowings P H and D F, 1982. The preservation of fresh fruit and vegetables. Proc. Institute Food Science and Technology, Ann. Symp., Nottingham, UK. Kays S J, 1997. Postharvest Physiology of Perishable Plant Products. Van Nostrand Rein Hold Book AVI Publishing Co. New York 149-316 pp.

Mamedov N and Craker L E, 2002. Cornelian cherry: a prospective source for phytomedicine. In XXVI International Horticultural Congress: The Future for Medicinal and Aromatic Plants 629: 83-86.

Moldovans B, Popa A and David L, 2016. Effects of storage temperature on the total phenolic content of Cornelian Cherry (*Cornus mas* L.) fruits extracts. Journal of Applied Botany and Food Quality, 89.

Montgomery D C, 2007. Introduction to statistical quality control.

Paliyath G, Murr D P, Handa A K and Lurie S, 2009. Postharvest biology and technology of fruits, vegetables, and flowers. John Wiley and Sons 19-50.

Petriccione M, Mastrobuoni F, Pasquariello M S, Zampella L, Nobis E, Capriolo G and Scortichini M, 2015. Effect of Chitosan Coating on the postharvest quality and antioxidant Enzyme system response of Strawberry fruit during cold storage. Foods 4: 501-523.

Rinaudo M, 2006. Chitin and chitosan: properties and applications. Progress in polymer science, 31(7): 603-632.

Romanazzi G, Feliziani E, Baños S B and Sivakumar D, 2017. Shelf life extension of fresh fruit and vegetables by chitosan treatment. Critical reviews in food science and nutrition 57(3): 579-601.

Shin Y, Ryu J A, Liu R H, Nock J F and Watkins C B, 2008. Harvest maturity, storage temperature and relative humidity affect fruit quality, antioxidant contents and activity, and inhibition of cell proliferation of strawberry fruit. Postharvest Biology and Technology 49(2): 201-209.

Shui G and Leong L P, 2006. Residue from star fruit as valuable source for functional food ingredients and antioxidant nutraceuticals. Food Chemistry 97(2): 277-284.

Singh P, Garg A, Rama M and Agrawal D, 1999. Effect of replacing barley grain with wheat bran on intake and utilization of nutrients in adult sheep. Small ruminant research the official journal of the international goat association 31(3): 215-219.

Singleton V L and Rossi J A, 1965. Colorimetry of total phenolic with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16(3): 144-158.

Soleimani-Aghdam M, Yousefpour-Dokhanieh A, Hassanpour H and Pezapour-Fard J, 2013. Enhancement of antioxidant capacity of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) fruit by postharvest calcium treatment. Scientia Horticulturae, 161: 160-164.

www.SID.ir

Archive of SID

Updhyaya A, Sankhla D, Davis T D, Sankhla N and Smidth B N, 1985. Effect of paclobotrazol on the activities of some enzymes of activated oxygen metabolism and lipid peroxidation in senescing soybean leaves. Journal of Plant Physiology 121: 453-461.

Wandel M and Bugget A, 1997. Environmental concern in consumer evaluation of food quality. Food Quality and Preference 8(1):19–26.

Wang S Y and Gao H, 2013. Effect of chitosan-based edible coating on antioxidants, antioxidant enzyme system, and postharvest fruit quality of strawberries (*Fragaria x aranassa* Duch.). LWT-Food Science and Technology 52(2): 71-79.

Yilmaz K U, Ercisli S, Zengin Y, Sengul M and Kafkas E Y, 2009. Preliminary characterisation of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) genotypes for their physico-chemical properties. Food Chemistry 114(2): 408–412.

Zhang M, Dong J, Jin H, Sun L and Xu M, 2011. Ultraviolet-B-induced flavonoids accumulation in Betula pendula leaves is dependent upon nitrate reductasemediated nitric oxide signaling. Tree Physiology 31: 798–807.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Food Researches/vol.29 No.4/ 2020/pp 139-152
https://foodresearch.tabrizu.ac.ir

The effects of different chitosan concentrations on storage life and postharvest quality of cornelian cherry (*Cornus mass* L.)

M Esmaili [1], A Ebrahimzadeh[2]*, H Hassanpour [3] and MB Hassanpour Aghdam[2]

Received: December 12, 2018 Accepted: May 9, 2019
[1]MSc student, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Maragheh University, Maragheh, Iran
[2]Assistant Professor and Associate Professor, respectively, Department of Horticultural Science, Maragheh University, Maragheh, Iran
[3]Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
*Corresponding Autho : Email: acebrahimzadeh@gmail.com

Introduction: Controlling the postharvest losses and the utilization of safe methods versus chemical compounds is a remarkable priority in the production of horticultural produce. Using techniques to preserve agricultural produce quality dates back to many decades ago (Paliath et al., 2009). This is essential to keep the visual characteristic and quality of products. In some ways, the procedures employed improve the quality and organoleptic properties of the crops. This is end goes to the reduced production charges and the higher incomes (Duan et al., 2007). Postharvest scientists are attempting to employ the materials to cover the fruits and to keep the harvest time quality or even to improve the quality and visual attributes. During the recent years, the application of edible coatings such as chitosan has been increased to reduce the postharvest loses, lowering the respiration rate, shelf life improvement, firmness keeping and for the control of microbial growth rates in fruit crops. Chitosan is an aliphatic organic polymer with a characterized antifungal (Allan and Hadwiger, 1979) property. Furthermore, chitosan coating lowers the respiration rate, prevents microbial growth and delays the fruit ripening by the control of CO_2, O_2 and ethylene exchange balance (EL Ghaouth et al., 1991). Moreover, low temperature storage intensifies the chitosan keeping qualities on stored fruits. Cornelian cherry fruits contain high amounts of ascorbic acid (vitamin C), organic acids, phenolics,taninns and some other bioactive compounds. Hence, the fruits have considerable nutritional and medicinal benefits effects (Moldovans et al., 2016). Furthermore, the fruits have precious antimicrobial properties (Asadov, 1990).
In the present study, we tried to evaluate the effects of different chitosan concentration to keep the antioxidant potential of cornelian cherry and of the quality attributes during postharvest period.
Material and methods: *Cornus mass* L. fruits were harvested from an orchard from northwest of Iran (Hourand country). In advance, the fruits were homogenized for the size, color and shape and were transferred to the Lab. The fruits were treated with 0.5,1 and 1.5 % chitosan solution and distilled water as control for 1 minute. The fruits let too dry at ambient temperature and were stored at 4±1°C for 21 days. TSS, TA and pH were evaluated in fruit juice soon after. Samples were taken during the first, 7, 14 and 21th days after treatment. The fruits were kept at cold storage and immediately the common measurements like pH, TSS and TA were conducted. Then after the fruits were freezed in liquid nitrogen and kept in - 40 °C for further studies. Total phenolics, Flavonoids and anthocyanin were measured by folin- ciocaltea (Gallic acid as standard), flavonoids based on catechin and total anthocyanin by the absorbance difference in divers pH ratios, respectively. DPPH method was employed for the antioxidant potential of fruits. Besides CAT, GPX, PPO and PAL enzymes were quantified as well. The data were analyzed by SAS (ver.9.2) software as CRD with three replications.

www.SID.ir

Archive of SID

Excel 2013 was employed for the tables figuration and the means were compared by the Duncan's multiple range test.

Results and discussion: ANOVA results revealed that interaction of storage time × chitosan concentration meaningfully ($P < 0.01$) influenced pH. TA and TSS of fruits. The top pH was acquired by 0.5% chitosan at the third week. Chitosan modifies fruit surface atmosphere and hence by the variations in CO_2 and O_2 alters the TA and pH values. Maturity stage influences TSS values and with ripening progress, TSS was increased (Gunduz et al., 2012). In a similar experiment, with chitosan concentration adding up, TSS increase was slowed down seemingly due to the hydrolytic changes in the starch content and water loss during the storage period (Kays, 1997). Interaction of time and chitosan concentration was statistically influenced ($P < 0.01$) total phenolics, flavonoids and total anthocyanin content. Total phenolics had the highest amount with 1.5% chitosan seemingly due to CO_2 barrier induced by chitosan which reduces the phenolics oxidation.

Moreover, chitosan coating activates PAL enzyme in phenolics biosynthesis (Romanazzi et al., 2017). Total flavonoids were increased by storage time, and by 1% of chitosan treatment. Flavonoids are crucial antioxidants and besides phenolics were increased in the fruits during the storage time and with SA treatment (Dokhanieh et al., 2013). Total anthocyanins followed the same pattern as well. Antioxidant potential of fruits was also impacted by storage time and chitosan as well ($P < 0.05$). Antioxidant potential is directly related to phenolics, flavonoids and anthocyanins content of fruits and vegetables. So that, the increased total amounts of the mentioned metabolites resulted in improved DPPH activity. There is evidence that other coatings such $CaCl_2$ and SA improved the metabolites and antioxidant potential (Dokhanieh et al., 2013; Soleimani-Aghdam et al., 2013). CAT, PPO, GPX and PAL were influenced by the time× chitosan interaction as well. CAT activity was declined during the storage period. But, there was no significant difference between 0, 1 and 1.5% chitosan treatments. Chitosan application improves the selective permeability of membrane for CO_2 and O_2 exchange and hence reduce the phenolics oxidation. These all reduce the PPO activation and function (Duan et al., 2007). GPX activity was increased during the storage, So, that the highest GPX activity was belonged to the sampling at 21th days. PAL activity was responsive to the interaction of time × chitosan concentration and the enzyme activity was increased in time dependent pattern during the storage. The top data was recorded for the untreated fruits.

Conclusions: Cornelian cherry fruits are rich in antioxidant compounds like phenolics, flavonoids, anthocyanins and ascorbic acid. During the storage period and like other horticultural products (fruits and vegetables), the nutritional and visual quality of cornelian cherry fruits reduces dramatically. Chitosan as an environment-friendly and non-chemical compound preserves the quality attributes of fruits. Over all, in the present experiment, chitosan treated fruits had more antioxidant potential and enzymatic activity than untreated ones.

Moreover, chitosan improved the total quantities for phenolics, flavonoids and anthocyanins. DPPH antioxidant potential was improved by chitosan application. Furthermore, CAT, PPO and PAL were correspondingly responded to chitosan treatment in favor of fruits quality.

In short, chitosan has a considerable potential to be considered as a good edible coating to improve the postharvest life and quality attributes of cornelian cherry fruits.

Keywords: edible coatings, chitosan, cornelian cherry, antioxidant, quality attributes

www.SID.ir