Archive of SID

مقاله علمی پژوهشی/ نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۳۰ شماره ۱/ سال ۱۳۹۹/ صفحات۸۱ تا ۹۷

اثر زمان برداشت بر برخی از ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی میوه زغال‌اخته طی انبارمانی

نیر اسماعیلی[۱]، رحیم نقش‌بند حسنی[۲*] و فریبرز زارع نهندی[۲]

تاریخ در یافت: ۹۷/۳/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۲

[۱] دانشجوی فارغ التحصیل کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی دانشگاه تبریز

[۲] به‌ترتیب استادیار و دانشیار گروه علوم باغبانی دانشگاه تبریز

[*] مسئول مکاتبه: Email:rahnaghsh@yahoo.com

چکیده

زمینه مطالعاتی: میوه زغال‌اخته بالاترین مقادیر آنتوسیانین‌ها، فنل‌ها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی را در میان بسیاری از میوه‌های دیگر به‌خود اختصاص داده است. میزان ترکیبات شیمیایی و کیفیت میوه بستگی به عوامل متعددی دارد که یکی از مهمترین آن‌ها زمان برداشت است. **هدف:** این پژوهش به‌منظور بررسی اثر زمان برداشت بر برخی ویژگی‌های شیمیایی و خواص آنتی‌اکسیدانی میوه‌های زغال‌اخته طی انبارمانی آن انجام گرفت. **روش‌کار:** برای این منظور میوه یک ژنوتیپ تجاری زغال‌اخته در دو زمان برداشت (برداشت اول با میوه به رنگ قرمز روشن و برداشت دوم با میوه به رنگ قرمز تیره) برداشت شد. به‌منظور بررسی ویژگی‌های مختلف شیمیایی از قبیل میزان فنل کل، فلاونوئید کل، تانن‌های محلول، آنتوسیانین کل، کاروتنوئید کل ، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل و میزان مالون‌دی‌آلدهید طی نگهداری (۰، ۷، ۱٤ و ۲۱ روز) مورد ارزیابی قرار گرفتند. **نتایج** : با پیشرفت مرحله بلوغ و رسیدگی میوه در طول انبارمانی، میزان ترکیبات فنلی و فلاونوئیدکل، آنتوسیانین‌ها با افزایش طول دوره نگهداری در انبار در برداشت اول نسبت به برداشت دوم به‌طور معنی‌داری ($P< ۰/۰۱$) افزایش یافته، ولی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی با افزایش مدت زمان انبارمانی روند کاهشی داشته ($P< ۰/۰۱$) به‌طوری که در میوه‌های برداشت اول به‌میزان ٤۱/۱ ٪ و میوه‌های برداشت دوم ۷۱ ٪ کاهش یافت. همچنین با تاخیر در برداشت (دوم) و افزایش زمان نگهداری (هفته سوم) میوه‌ها، محتوای کاروتنوئیدها افزایش پیدا کردند. در طول انبارمانی میزان تانن‌های محلول میوه به‌طور معنی‌داری ($P< ۰/۰۱$) کاهش پیدا کرده، در حالی که میزان مالون‌دی‌آلدهید میوه‌ها افزایش پیدا کردند. با تاخیر در برداشت میوه میزان تانن‌های محلول کاهش یافت. در حالی که محتوای مالون‌دی‌آلدهید تحت تاثیر زمان برداشت قرار نگرفت. **نتیجه گیری کلی** : بطور کلی میوه‌های مربوط به برداشت دوم در مقایسه با میوه‌های برداشت اول دارای مقادیر بیشتری از نظر ترکیبات کاروتنوئیدی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در مقایسه با سایر ترکیبات بیوشیمیایی میوه زغال‌اخته در طول دوره انبار مانی بودند. مطابق نتایج حاصله مناسبترین زمان انبارمانی با قابلیت مناسب آنتی‌اکسیدانی برای میوه‌های زمان برداشت اول هفته اول انبارمانی (هفت روز) و برای میوه‌های برداشت دوم تا هفته دوم انبارمانی (چهارده روز) بودند.

واژگان کلیدی: انبارمانی، آنتی‌اکسیدان‌های میوه، پراکسیداسیون لیپیدی، رسیدگی میوه

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

زغال‌اخته با نام علمی (*Cornus mas* L.) و نام انگلیسی Cornelian cherry، متعلق به جنس *Cornus* و خانواده Cornaceae می‌باشد که در این خانواده حدود ٦٥ گونه وجود دارد (اید ۱۹۸۸). تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که میوه زغال‌اخته حاوی خواص آنتی‌اکسیدانی قابل توجهی می‌باشد که به‌عنوان یک میوه‌ی با ارزش بالا شناخته می‌شود (حسن‌پور و همکاران ۲۰۱۱). آنتی-اکسیدان‌های طبیعی در میوه زغال‌اخته شامل فنل‌ها، فلاونوئیدها، آنتوسیانین‌ها و همچنین ویتامین ث می‌باشد که سطوح ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های زغال‌اخته را تحت تأثیر قرار می‌دهند (حسن‌پور و همکاران ۲۰۱۱ و گوندوز و همکاران ۲۰۱۳). میوه زغال‌اخته بالاترین مقادیر آسکوربیک‌اسید، آنتوسیانین‌ها، فنل‌ها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی را در میان بسیاری از میوه‌های دیگر به-خود اختصاص داده است. میزان ترکیبات شیمیایی و کیفیت میوه بستگی به عوامل متعددی مانند تنوع ژنوتیپی، شرایط محصول، مرحله بلوغ، شرایط قبل و پس از برداشت، عمر قفسه‌ای و فرآوری دارد، که یکی از مهمترین آن‌ها زمان برداشت است (گوندوز و همکاران ۲۰۱۳). بنابراین آگاهی از زمان بلوغ میوه نقش مهمی در تعیین زمان نگهداری و حفظ کیفیت، حمل‌ونقل و تعیین میزان عرضه و تقاضا دارد (اثنی‌عشری و زکایی‌خسرو-شاهی ۲۰۰۰). زغال‌اخته معمولاً در مرحله‌ی قرمز تیره، که طعم مطلوبی دارد، برداشت می‌شود. مصرف‌کنندگان معمولاً این میوه را در دیگر مراحل بلوغ مصرف نمی‌کنند ازاین‌رو اثررسیدگی میوه بر میزان قابلیت آنتی‌اکسیدانی و کیفیت آن یک موضوع مهم می‌باشد (گوندوز و همکاران ۲۰۱۳). معمولاً محصولات با فعالیت آنتی-اکسیدانی بالاتر مقاومت بهتری در مقابل تنش‌های مختلف محیطی نشان می‌دهند، چنین میوه‌هایی کیفیت تغذیه‌ای و خصوصیات انباری بهتری دارند (لاتا ۲۰۰۸). میزان انبارمانی نیز روی شاخص‌های کیفی و ارزش غذایی میوه تأثیرگذار است (ایالا–زاوالا و همکاران ۲۰۰٤). بر اساس پژوهش انجام یافته در برخی از ژنوتیپ‌های زغال‌اخته در ترکیه در طی چهار مرحله بلوغ میوه شامل (مرحله زرد روشن، سرخابی، قرمز روشن، قرمز تیره)، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به‌تدریج با پیشرفت فرآیند رسیدگی میوه کاهش پیدا کرد(گوندوز و همکاران ۲۰۱۳). گزارش شده است، اگرچه محتوای فنل‌کل و فلاونوئید میوه‌های شلیل با تأخیر در برداشت به‌طور معنی‌دار کاهش می‌یابد، ولی هیچ کاهش معنی‌داری در قابلیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها مشاهده نمی‌شود. بنابراین پیشنهاد شد که وجود ترکیباتی مانند آنتوسیانین‌ها، کاروتنوئیدها و ویتامین ث نقش مهمی در قابلیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های شلیل برداشت شده در مراحل انتهایی بلوغ میوه ایفا می‌کنند (قاسمی و همکاران ۲۰۱۲). فعالیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌های توت‌فرنگی در مراحل بلوغ مورد بررسی قرار گرفت و گزارش شد که در برداشت‌های اول فصل مقدار سیتریک‌اسید، آسکوربیک-اسید، فنلیک‌اسید، آنتوسیانین و قابلیت آنتی‌اکسیدانی کمتر بوده و زمانی که میوه‌ها در اواسط تا اواخر فصل برداشت می‌شوند، کیفیت میوه و ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی بیشتر می‌شود (آریزا و همکاران ۲۰۱۵). همچنین افزایش قابلیت آنتی‌اکسیدانی با تأخیر در برداشت در میوه‌های سیب، گوردون و همکاران (۲۰۱۲) و کیوی، قاسم‌نژاد و همکاران (۲۰۱۱) گزارش شده است. در پژوهشی مشاهده شد که میزان فعالیت آنتی‌اکسیدان اندازه‌گیری شده در طی قرار گرفتن در سردخانه در ارقام پرتقال کاهش می‌یابد (اسکالزو و همکاران ۲۰۰٤). میوه زغال اخته به‌دنبال تیمار پس از برداشت با سالیسیلیک‌اسید فعالیت آنتی‌اکسیدانی افزایش یافت به-طوری که مقادیر ترکیبات فنلی و فلاونوییدها در میوه-های تیمار شده در مقایسه با شاهد بیشتر بودند (دخانیه و همکاران ۲۰۱۳). تیمار پس از برداشت میوه زغال‌اخته با کلرید کلسیم موجب افزایش قابل توجه ظرفیت آنتی-اکسیدانی میوه در طول دوره انبارمانی گردید (سلیمانی و همکاران ۲۰۱۳).

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به نقش این میوه در جلوگیری از شیوع بیماری-های از قبیل سرطان، قلبی و عروقی و اختلالات عصبی و همچنین ارزش غذایی بالای آن، تعیین زمان مناسب برداشت برای افزایش کیفیت و ماندگاری آن در طول دوره انبارمانی ضروری است. بنابراین، هدف از این پژوهش مطالعه اثر تیمار زمان برداشت بر تغییرات میزان قابلیت آنتی‌اکسیدانی و کیفیت میوه یک ژنوتیپ تجاری زغال‌اخته در طول دوره انبارمانی بود.

مواد و روش‌ها

میوه‌های موردنیاز برای انجام این پژوهش از یک باغ تجاری زغال‌اخته واقع در استان آذربایجان شرقی، شهرستان کلیبر تهیه گردید. میوه‌ها از یک ژنوتیپ تجاری زغال‌اخته تقریباً ۳۰ ساله به‌طور تصادفی از ٤ جهت مختلف درخت در دو زمان برداشت، شامل برداشت اول با میوه به رنگ قرمز روشن و برداشت دوم با میوه به رنگ قرمز تیره تهیه شدند. در هر زمان برداشت یک گروه از میوه‌ها مطابق مشخصات طرح آزمایشی برای ارزیابی ویژگی‌های کیفی و کمی در زمان قبل از انبارمانی مورد استفاده قرار گرفتند و بقیه میوه‌ها در ظروف بسته‌بندی پلاستیکی سوراخ‌دار به سردخانه با دمای ±۱ ٤ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵-۸۰ درصد و به مدت ۲۱ روز منتقل شدند. در طی دوره نگهداری میوه‌ها در سرخانه در سه زمان (۷، ۱٤ و ۲۱ روز) با سه تکرار و (٤۰ عدد میوه در هر تکرار و در هر مرحله ارزیابی تعداد ۱۰ عدد میوه) نمونه‌های میوه از سردخانه خارج شده و پس از قرار گرفتن به مدت یک ساعت در شرایط دمای آزمایشگاه اندازه‌گیری صفات مورد نظر انجام گردید.

صفات مورد ارزیابی

روش استخراج عصاره میوه

برای این منظور، دو گرم از بافت میوه فریز شده به‌وسیله نیتروژن مایع آسیاب کرده و سپس ٤ میلی‌لیتر محلول استخراج (متانول ۸۰٪ , حاوی هیدروکلریک‌اسید ۰/۵ نرمال) به آن اضافه شد. برای اندازه‌گیری محتوای ترکیبات آنتوسیانین‌کل از محلول استخراج (متانول ۹۹ درصد حاوی ۱ میلی‌لیتر هیدروکلریک‌اسید) استفاده شد. عصاره حاصل به مدت ۱ روز در یخچال نگهداری شده و سپس به مدت ۳ دقیقه در ۱۳۰۰۰دور سانتریفیوژ گردید. عصاره جدا شده فوقانی حاصل از سانتریفیوژ به میکروتیوب دیگری منتقل شده و برای اندازه‌گیری صفاتی مانند ترکیبات فنلی‌کل، محتوای فلاونوئید، آنتوسیانین و آنتی‌اکسیدان‌کل، مورد استفاده قرار گرفتند.

ترکیبات فنلی کل

محتوای فنل کل (TPC) با استفاده از معرف فولین سیوکالچئو اندازه‌گیری گردید (سینگلتون و روسی ۱۹٦۵). برای این منظور ۲۰ میکرولیتر عصاره میوه استخراج شده با متانول با ۱/۵۹ میلی‌لیتر آب مقطر و ۱۰۰ میکرولیتر فولین ۱۰ درصد مخلوط سپس ۳۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم ۷/۵ درصد اضافه شد. پس از ۲ ساعت نگهداری در تاریکی و دمای اتاق، میزان جذب عصاره نمونه‌ها در طول موج ۷٦۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (Jenway 6300, UK) خوانده شد. نتایج بر حسب میلی‌گرم معادل گالیک‌اسید در ۱۰۰ گرم وزن‌تر میوه بیان شد. از گالیک‌اسید به‌عنوان استاندارد استفاده شد.

محتوای فلاونوئید کل

محتوای فلاونوئید کل (TFC) عصاره‌ها با استفاده از روش رنگ‌سنجی کلرید آلومینیوم اندازه‌گیری شد (چنگ و همکاران ۲۰۰۲). روی ۲۰۰ میکرو لیتر از عصاره میوه متانولی،٦۰۰ میکرولیتر متانول ۹۵ درصد، ٤۰ میکرولیتر کلرید آلومینیوم ۱۰ درصد، ٤۰ میکرولیتر استات‌پتاسیم یک مولار و ۱/۱۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد. پس از ٤۰ دقیقه نگهداری در دمای اتاق، میزان جذب عصاره نمونه‌ها در طول موج ٤۱۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد و مقدار فلاونوئید نمونه‌ها به‌صورت میلی‌گرم معادل کوئرستین در ۱۰۰ گرم

www.SID.ir

Archive of SID

وزن‌تر میوه گزارش گردید از کوئرستین در غلظت‌های مختلف به‌عنوان استاندارد استفاده شد.

محتوای تانن‌های محلول میوه

محتوای تانن‌های محلول میوه‌ها به‌روش فولین–دنیز انجام شد (تایرا ۱۹۹٦). برای عصاره‌گیری تانن‌های محلول ۵ گرم از گوشت میوه با ۲۵ میلی‌لیتر متانول ۸۰٪ ساییده شد، سپس سانتریفیوژ گردید. به ۲۰ میلی‌لیتر آب دوبار تقطیر مقدار ۵ میلی‌لیتر عصاره تانن و ۵ میلی‌لیتر معرف فولین–دنیز اضافه شد. بعد از ۵ دقیقه ۲/۵ میلی-لیتر محلول سدیم کربنات اشباع به مخلوط حاصل اضافه گردید. پس از ۱ ساعت نگهداری جذب نمونه‌ها در طول موج ۷٦۰ نانومتر قرائت گردید. نتایج بر حسب میلی‌گرم معادل تانیک‌اسید در ۱۰۰ گرم وزن تر بیان شد. از تانیک‌اسید به‌عنوان استاندارد استفاده شد.

آنتوسیانین کل

محتوای آنتوسیانین کل در عصاره میوه با استفاده از روش اختلاف در pH های مختلف انجام شد (رولستاد ۱۹۹۳). میزان جذب نمونه‌ها در طول موج‌های ۵۲۰ و ۷۰۰ نانومتر در هر دو بافر(KCl-HCl) با پی‌اچ ۱ و ٤/۵ ، توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شده و با استفاده از فرمول‌های زیر، محتوای آنتوسیانین بر اساس میلی‌گرم معادل سیانیدین–۳–گلوکوزید در لیتر محاسبه شد.

$$Total\ Anthocyanin\ (mg.l^{-1}) = (A \times 449/2 \times DF \times 1000)/(26900 \times 1)$$
$$Absorbance\ (A) = \left(A_{520\ nm\ pH\ 1.0} - A_{700\ nm\ pH\ 1.0}\right) - \left(A_{520\ nm\ pH\ 4.5} - A_{700\ nm\ pH\ 4.5}\right)$$

کاروتنوئید کل

برای سنجش میزان کاروتنوئید کل از روش لیکچنتایر (۱۹۸۷) استفاده شد. یک گرم از بافت گوشت میوه در استن ۸۰٪ ساییده شد. پس از یک بار سانتریفیوژ عصاره با سرعت٤۰۰۰ دور در دقیقه محلول روشناور در دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ٦٦۳ نانومتر برای کلروفیل a، ٦٤۵ برای کلروفیل b و ٤۷۰ نانومتر برای کاروتنوئیدها قرائت شد. با استفاده از فرمول زیر، محتوای کاروتنوئیدها بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر نمونه به‌دست آمد.

$$C_{carotenoids} = 1000A_{470} - 1.82C_a - 85.02C_b/198$$

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

برای اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی از خاصیت خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد DPPH[1] استفاده شد. ۱۰۰ میکرولیتر عصاره با ۱/۹ میلی‌لیتر DPPH ٦۰ میکرومول بر لیتر مخلوط شد و پس از ۱۰ دقیقه نگهداری، میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۱۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد (ناکاژیما و همکاران ۲۰۰٤).

فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها به‌صورت درصد بازدارندگی DPPH از رابطه زیر محاسبه شد:

$$\%DPPH_{sc} = (A_{cont} - A_{samp})/A_{cont} \times 100$$

$\%DPPH_{sc}$ = درصد بازدارندگی، A_{cont} = میزان جذب DPPH و A_{samp} = میزان جذب (نمونه +DPPH)

می‌باشد.

مالون‌دی‌آلدهید

سنجش پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء با استفاده از روش هیث و پاکر (۱۹٦۸) اندازه‌گیری شد. ۱/۵ میلی‌لیتر محلول ۲۰ درصد حاوی تیوباربیتوریک‌اسید ۰/۵ درصد به ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره میوه اضافه شد و به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۹۵ درجه‌ی سانتی‌گراد در بن‌ماری قرار داده شد. بعد از آن نمونه‌ها درون یخ خرد شده قرار داده شده تا به دمای اتاق برسند. میزان جذب نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ۵۳۲ و ٦۰۰ نانومتر قرائت شد. در نهایت غلظت مالون‌دی‌آلدئید نمونه‌ها بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر گزارش شد.

$$MDA = A_{532} - A_{600}/155*1000$$

۱- diphenyl-2-picrylhydrazyl

www.SID.ir

Archive of SID

طرح آماری و تجزیه داده‌ها

پژوهش حاضر به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید. فاکتور اول زمان برداشت شامل دو سطح (۲۸ شهریور و ۲ مهر) و فاکتور دوم زمان انبارمانی با چهار سطح (۰، ۷، ۱٤ و ۲۱ روز) بود. داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS (23)، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و برای مقایسه میانگین‌ها از روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده و متقابل زمان برداشت و مدت انبارمانی روی صفات مورد اندازه‌گیری در سطح ۱ ($P<۰/۰۱$) و ۵ درصد($P<۰/۰۵$) معنی دار بودند (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر زمان برداشت (HT) و زمان انبارمانی (SP) بر برخی صفات فیزیولوژی میوه زغال-اخته

Table 1- Analysis of variation of the effect of harvest time and storage period on some of physiological attributes of Conelian cherry fruit

Source of Variation	df	Mean Squares						
		TPC	TFC	STC	TA	TC	TAC	MC
HT	1	115078.27*	162855.37**	3913.49**	32906.34**	103.96^{ns}	1842.9**	0.16^{ns}
ST	3	448884.44**	117636.26**	1469.53**	9398.98**	3240.52**	895.1**	0.70**
HT×ST	3	42685.43*	29054.93*	29.82^{ns}	5166.87**	1025.68*	207.1*	0.08^{ns}
Error	16	8136.78	8205.62	46.43	28.90	209.56	23.5	0.04
CV (%)		7.4	16.4	14	5.5	3.8	6.9	5.5

ns *,** are shown as non-significant, and significant at P<0.05 and P<0.01 respectively

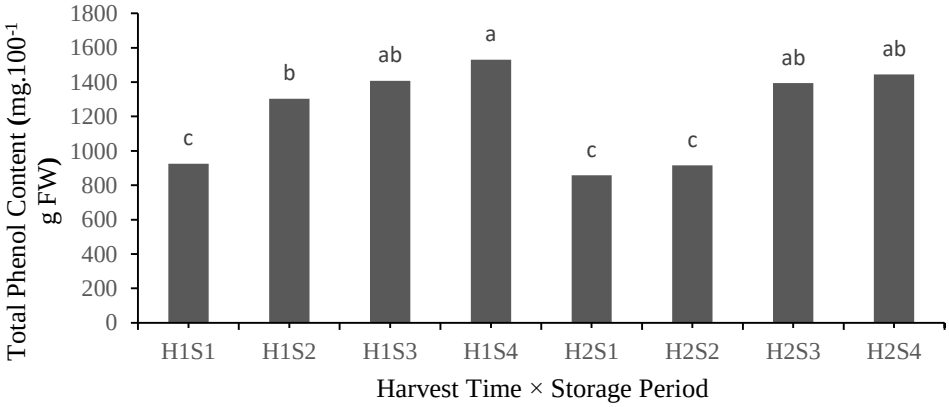
محتوای فنل کل

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل زمان برداشت در طول دوره انبارمانی نشان داد که بیشترین میزان فنل کل در هفته آخر انبارمانی در هر دو زمان برداشت میوه حاصل گردید (شکل ۱). نتایج حاصل با نتایج، گوندوز و همکاران (۲۰۱۳) که در آن محتوای فنل کل میوه‌های زغال‌اخته برداشت شده در ٤ مرحله رسیدگی، با تأخیر در برداشت میزان صفت یاد شده کاهش یافت همخوانی داشت. برخی آزمایش‌هایی که روی سیب انجام گرفته، نشان داد که میزان فنل کل پس از پایان دوره نگهداری طولانی مدت در انبار افزایش یافته است که ممکن است ناشی از تولید و عمل اتیلن باشد. این هورمون فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین آمونیالیاز، (آنزیم کلیدی در بیوسنتز ترکیبات فنلی و تجمع ترکیبات فنلی می‌باشد) را تحریک می‌کند (رایتنو و همکاران ۱۹۹۵). در طی انبارمانی میوه به‌دلیل تنش ناشی از دمای پایین به‌دنبال افزایش گونه‌های فعال اکسیژن بر میزان تجمع ترکیبات فنلی در سلول نیز افزوده می‌شود به‌طوری که میزان تجمع آنها در میوه‌های رسیده گوجه-فرنگی در مقایسه با میوه‌های نارس بیشتر گزارش شده است (دوی و همکاران ۲۰۱۷). در میوه‌های بیش‌ازحد رسیده هلو، افزایش میزان فنل‌های کل ممکن است ناشی از تغییرات شیمیایی و آنزیمی که منجر به‌تولید ترکیبات فنلی نامحلول در آب که به‌شکل پلیمریزاسیون ترکیبات فنلی آزاد صورت می گیرد، باشد (رمورینی و همکاران ۲۰۰۸). گزارش شده است که رابطه منفی بین تجمع ترکیبات پلی‌فنلی و دماهای بالا وجود دارد. در طول برداشت‌های اولیه (برداشت اوایل بهار) درجه حرارت پایین روزانه انباشتگی این ترکیبات فنلی را تحریک می‌کند (کشاوکانت و نایتونی ۲۰۰۷). نتایج حاصل از پژوهش دخانیه و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که به‌دنبال تیمار پس

www.SID.ir

Archive of SID

از برداشت میوه زغال‌اخته محتوای فنل کل میوه در طول دوره انبارمانی افزایش یافت. همچنین تیمار پس از برداشت میوه زغال‌اخته با کلریدکلسیم نیز سبب افزایش میزان فنل کل میوه گردید.



شکل ۱-اثرات متقابل زمان برداشت و طول دوره انبارمانی بر محتوای فنل کل میوه زغال‌اخته

Figure 1- Interaction effect of harvest time and storage period on phenolic content of cornelian cherry fruit

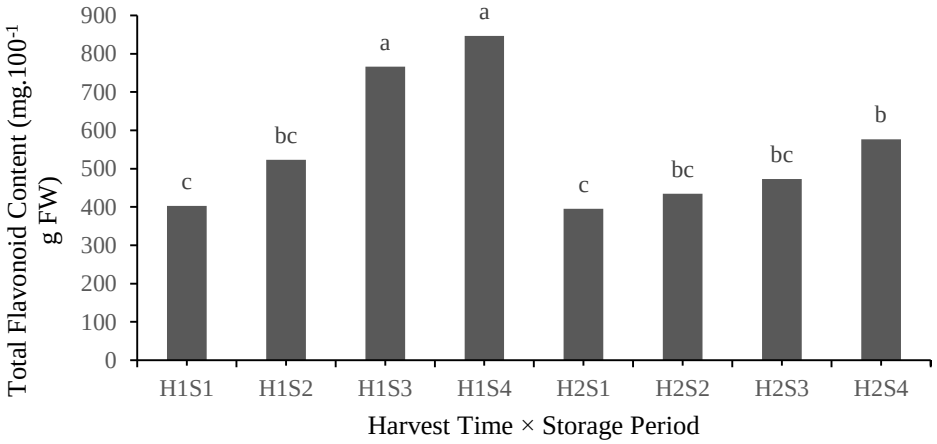
محتوای فلاونوئید کل

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، اثر ساده زمان برداشت، انبارمانی و همچنین برهمکنش بین آن‌ها بر محتوای فلاونوئید کل میوه زغال‌اخته به‌ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسات میانگین تیمارها نشان داد که با تأخیر در برداشت در محتوای فلاونوئید کل روند کاهشی دیده می‌شود. با افزایش مدت انبارمانی، بر میزان محتوای فلاونوئید کل میوه‌ها افزوده می‌شود. تولید و تجمع ترکیبات فلاونوییدی می‌تواند در پاسخ به‌بروز تنش‌های غیر زنده مانند تنش دمای پایین در طول دوره نگهداری میوه‌های انگور و پرتقال افزایش یابد (لووپیرو و همکاران ۲۰۰۵ و سانچز-بالستا و همکاران ۲۰۰۷). تیمار پس از برداشت میوه زغال‌اخته با کلریدکلسیم سبب افزایش میزان ترکیبات فلاونوییدی میوه در طول دوره نگهداری آن در سردخانه گردید (سلیمانی و همکاران ۲۰۱۳). میوه زغال‌اخته همچنین با توجه به‌اثرات متقابل، در زمان برداشت اول و طول دوره انبارمانی میزان فلاونوئید میوه‌ها افزایش یافت به‌گونه‌ای که بیشترین میزان آن در روزهای ۱۴ و ۲۱ روز انبارمانی در برداشت اول حاصل شد (شکل ۲). نتایج پژوهش حاضر با بررسی انجام یافته روی میوه‌های شلیل که محتوای فلاونوئید میوه‌ها با پیشرفت مرحله بلوغ کاهش یافت، به‌طوری‌که بالاترین مقدار فلاونوئید در برداشت اول و کمترین آن در برداشت انتهایی میوه بود، قاسمی و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت داشت. نتایج یاد شده نشان دهنده‌ی یک همبستگی منفی بین تجمع ترکیبات پلی‌فنلی و دمای بالا در زمان برداشت میوه بوده و همچنین یک رابطه همبستگی مثبت بین محتوای ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی (r^2=۰/۷۱) یافت شد (قاسمی و همکاران ۲۰۱۲). بر اساس گزارشی در میوه‌های مرکبات میزان فلاونوئید کل روندی به‌نسبت افزایشی در طول دوره رسیدن میوه داشت (فتاحی‌مقدم و همکاران ۲۰۱۱). در یک بررسی انجام شده روی میوه پرتقال‌خونی مشاهده شد که بیشترین میزان فلاونوئید کل در زمان بلوغ تجاری میوه و در پایان دوره انبارمانی حاصل می‌شود. با افزایش دوره نگهداری، فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین‌آمونیالیاز (PAL)

www.SID.ir

Archive of SID

در مراحل مختلف برداشت افزایش یافت. آنزیم فنیل-آلانین‌آمونیالیاز، یک آنزیم کلیدی در سوخت‌وساز فنیل-پروپانوئید بوده و تشکیل ترانس سینامیک‌اسید را از طریق دی‌آمینه کردن فنیل‌آلانین کاتالیز می‌کند. این آنزیم با تنش‌های مختلف زنده و غیرزنده تحریک می‌شود که نتیجه آن تجمع فنیل پروپانوئیدهایی از جمله اسیدهای فنلیک و فلاونوئیدها است (همدانی و همکاران ۲۰۱۳).



شکل ۲-اثرات متقابل زمان برداشت و طول دوره انبارمانی بر محتوای فلاونوئید کل میوه زغال‌اخته

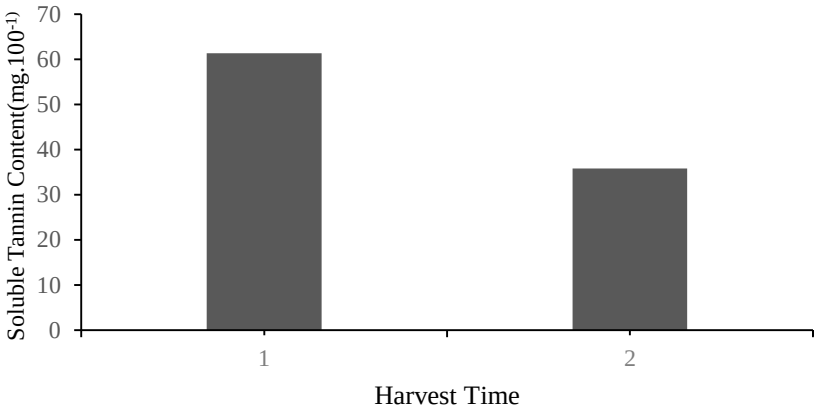
Figure 2- Interaction effect of harvest time and storage period on flavonoid content of cornelian cherry fruit

تانن‌های محلول

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، تأخیر در برداشت و افزایش مدت زمان نگهداری بر محتوای تانن میوه‌ها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). با توجه به مقایسه میانگین‌ها، برداشت اول بیشترین میزان آن را به‌خود اختصاص داد (شکل ۳). همچنین در طول دوره انبارمانی از میزان آن کاسته شد، به‌طوری‌که در زمان صفر انبارمانی بیشترین میزان تانن‌ها مشاهده گردید (شکل ٤). پژوهش حاضر با گزارش انجام یافته در طی مرحله بلوغ میوه‌های زغال‌اخته، محتوای تانن محلول میوه‌ها که وابسته به ژنوتیپ می‌باشد، کاهش می‌یابد، با نتایج گوندوز و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت داشت. تانن‌ها از ترکیبات پلی‌فنلی می‌باشند که به‌عنوان یک متابولیت ثانویه در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاه نقش مهمی دارند (قرین و همکاران ۲۰۱۵). در طی فرایند بلوغ میوه میزان تانن‌های محلول سلول در مقایسه با تانن‌های نامحلول کاهش می‌یابد (تسمر و همکاران ۲۰۱٦). گزارش شده است در میوه‌های خرمالو طی دوره نگهداری محتوای تانن‌های محلول کاهش پیدا کرده است. کاهش مقدار تانن‌های محلول در طول دوره انبارمانی، مربوط به تشکیل ترکیب پیچیده بین پکتین آزاد شده از دیواره سلولی و تانن‌ها می‌باشد (باقری و همکاران ۲۰۱۵).

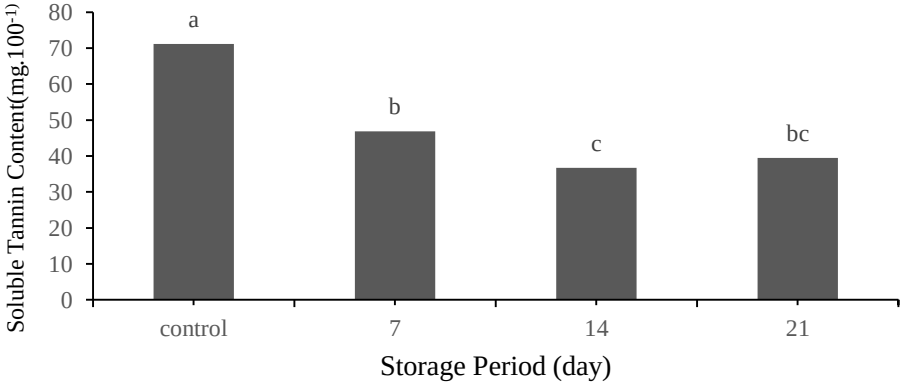
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳-تأثیر زمان برداشت بر محتوای تانن محلول میوه زغال‌اخته

Figure 3- Effect of harvest time on tannin content of cornelian cherry fruit



شکل ۴-تأثیر طول دوره انبارمانی بر محتوای تانن محلول میوه زغال‌اخته

Figure 4- Effect of storage period on tannin content of cornelian cherry fruit

آنتوسیانین کل

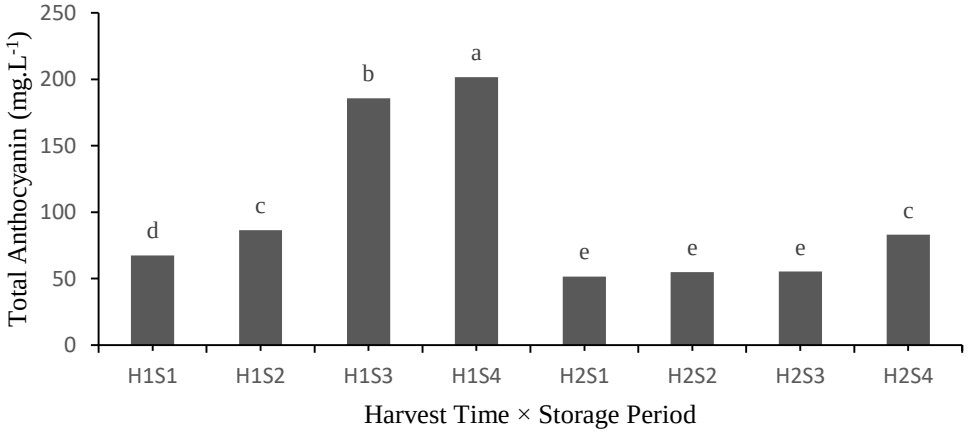
طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس، اثر ساده زمان برداشت، زمان انبارمانی و همچنین اثرات متقابل دوگانه آن‌ها بر روی محتوای آنتوسیانین کل میوه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱). به‌طوری‌که بر اساس نتایج مقایسات میانگین اثرات ساده، بیشترین مقدار این صفت در برداشت اول مشاهده شد. همچنین با افزایش طول دوره انبارمانی، بر مقدار آنتوسیانین کل افزوده (۱٤۲/٤۲میلی‌گرم بر لیتر) شد. بر اساس نتایج مقایسات میانگین اثرات متقابل زمان برداشت و انبارمانی، با افزایش طول دوره انبارمانی میزان آنتوسیانین کل در هر دو زمان برداشت روند افزایشی داشت ولی این روند افزایش در برداشت اول بیشتر بود به‌طوری بیشترین مقدار آن (۲۰۱/٦٦میلی‌گرم بر لیتر) در هفته سوم انبارمانی مشاهده شد (شکل ٥). بر اساس تحقیقی در میوه‌های زغال‌اخته در طی ٤ مرحله بلوغ (مرحله زرد روشن، سرخابی، قرمز روشن و مرحله قرمز تیره)، کمترین (٤/۹ میکروگرم بر گرم) مقدار آنتوسیانین کل در مرحله زرد روشن مشاهده شد و تا مرحله قرمز روشن محتوای آنتوسیانین کل افزایش یافت ولی در مرحله قرمز تیره روند کاهشی دیده شد. پژوهش حاضر با روند کاهش آنتوسیانین از مرحله قرمز روشن تا قرمز تیره، گوندوز و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت دارد. این کاهش محتوای آنتوسیانین به کاهش اسیدیته نسبت

www.SID.ir

Archive of SID

داده می‌شود. ساختار رنگیزه‌های آنتوسیانین با تغییر در اسیدیته تغییر شکل می‌دهند (کابریتا و همکاران ۲۰۰۰). ارزیابی محتوای آنتوسیانین در میوه‌های شلیل در طی ٤ مرحله مختلف بلوغ آشکار ساخت که محتوای آنتوسیانین در طی مراحل اولیه بلوغ بالاتر می‌باشد که این می‌تواند به‌محتوای کربوهیدرات‌های بیشتر به‌عنوان پیش سازهای آنتوسیانین مربوط باشد که باعث تبدیل ساکارز به مونوساکاریدهای مثل گلوکز و فروکتوز در طی پیشرفت میوه می‌شود (قاسمی و همکاران ۲۰۱۲).

همچنین کاهش در میزان آنتوسیانین‌ها می‌تواند به اثر رقت اندازه میوه‌های بزرگتر مربوط باشد. چون آنتوسیانین‌ها به شکل ساختار قندی هستند، بنابراین نوسانات محتوای کربوهیدرات‌ها به‌طور مستقیم غلظت آن را تحت تأثیر قرار می‌دهند (هوپکینز ۱۹۹۹). در میوه-های انار در طول مراحل مختلف (٥٤، ۸۲، ۱۱۰، ۱٤۰ و ۱٦٥ روز) بعد از تمام گلدهی[1]محتوای آنتوسیانین کل به‌طور پیوسته افزایش یافت (فالو و اپرا ۲۰۱۳).



شکل ۵- اثرات متقابل زمان برداشت و طول دوره انبارمانی بر آنتوسیانین کل میوه زغال‌اخته

Figure 5- Interaction effect of harvest time and storage period on anthocyanin content of cornelian cherry fruit

کاروتنوئید کل

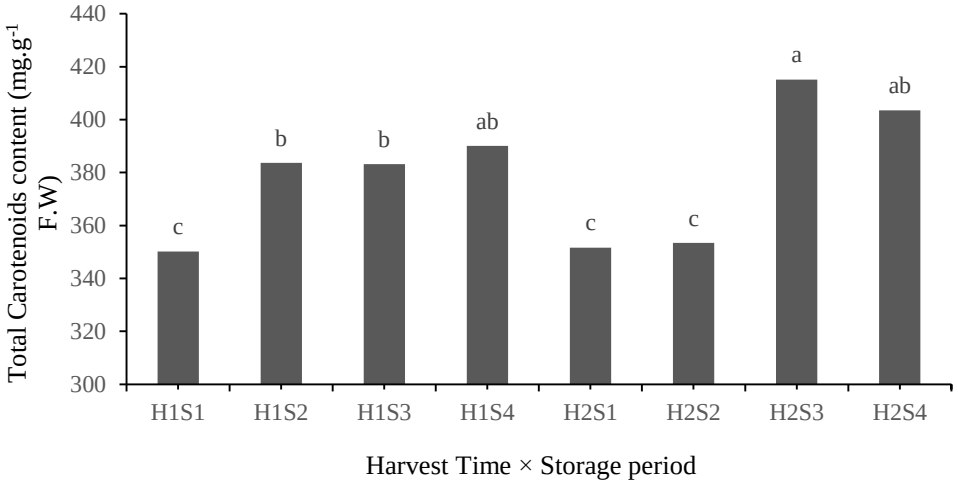
با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر ساده زمان انبارمانی در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل زمان برداشت و طول دوره انبارمانی در سطح احتمال ٥ درصد بر محتوای کاروتنوئید کل میوه‌ها معنی‌دار بود. ولی اثر زمان برداشت به‌تنهایی بر صفت مورد بررسی معنی‌دار نبود (جدول ۱). بر اساس نتایج مقایسات میانگین، با افزایش طول دوره انبارمانی محتوای کاروتنوئید میوه افزایش (٤۰۹/۳٦ میلی‌گرم بر لیتر) یافت. بیشترین محتوای کاروتنوئید میوه در اثر متقابل دوگانه (٤۱٥/۱۳ میلی‌گرم بر لیتر)، در برداشت دوم در هفته دوم و سوم انبارمانی و در برداشت اول در هفته سوم انبارمانی مشاهده شد (شکل٦). گزارش شده است که در طی مراحل بلوغ میوه‌های شلیل، فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده کلروفیل بیشتر شده، که درنتیجه محتوای کاروتنوئیدها با پیشرفت مرحله بلوغ به بالاترین مقدار خود می‌رسند (قاسمی و همکاران ۲۰۱۲). یافته‌های پژوهش ما با افزایش سطوح کاروتنوئیدها در طول دوره نگهداری و پیشرفت مرحله بلوغ در میوه‌های آلو، دیاز-مولا و همکاران (۲۰۰۹) و پرتقال، فتاحی‌مقدم و همکاران (۲۰۱۱) مشاهده شده است، مطابقت داشت. کاروتنوئیدها، ایزوپرنوئیدها یا تتراترپن‌های ٤۰ کربنی و چربی‌دوست هستند که در پلاستیدهای بافت‌های فتوسنتزی و غیر-

1 - Full bloom

www.SID.ir

Archive of SID

فتوسنتزی گیاهان قرار دارند. این رنگیزه از جرانیل پیرو-فسفات از مسیر ایزوپرونوئید در پلاست‌ها سنتز می‌شود (ایقرت و توینی ۲۰۰۲ و مارتی و همکاران ۲۰۰۵). کاروتنوئیدها عملکردهای متعددی در سوخت‌وساز گیاه دارند و علاوه بر عملکرد آن‌ها به‌عنوان رنگیزه‌های کمکی در جذب نور، محافظت نوری سیستم‌های فتوسنتزی و در تحمل تنش اکسیداتیو نقش دارند (لوری ۲۰۰۳). ترکیبات کاروتنوئیدی ممکن است تحت فرآیند ایزومریزاسیون (ایجاد شده با دما، نور و اسید) و اکسیداسیون (ناشی از نور، دما، فلزات و آنزیم‌ها) تجزیه شوند (پلازا و همکاران آ ۲۰۱۱). گزارش شده است که بعد از برداشت تجمع کاروتنوئیدها در انبار سرد بسته به دمای انبار ادامه می‌یابد (پلازا و همکاران ب ۲۰۱۱).



شکل ۶-اثرات متقابل زمان برداشت و طول دوره انبارمانی بر کاروتنوئید کل میوه زغال‌اخته

Figure 6- Interaction effect of harvest time and storage period on carotenoid content of cornelian cherry fruit

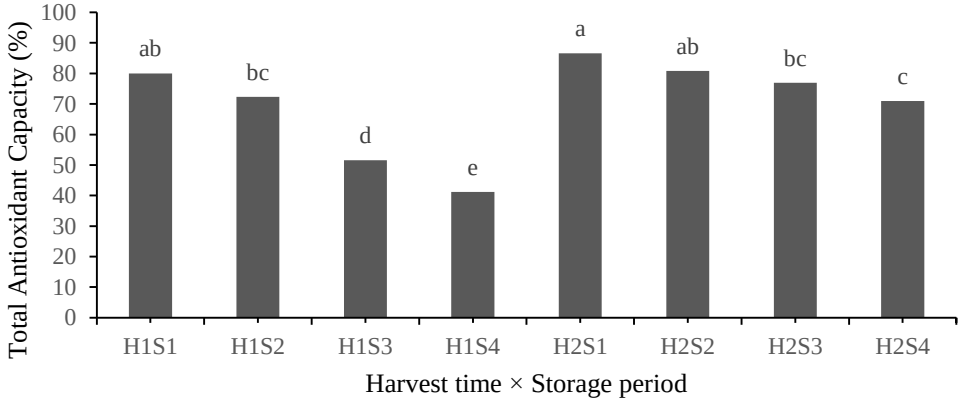
ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

با توجه به نتایج آماری تجزیه واریانس داده، اثر ساده زمان برداشت، انبارمانی و نیز اثر متقابل آن‌ها بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بر اساس مقایسات میانگین، ظرفیت آنتی-اکسیدانی در برداشت دوم بیشتر (۷۸/۷۸٪) از برداشت اول بود. همچنین در طی انبارمانی، با گذر زمان، از ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها کاسته شد. مقایسه میانگین اثر متقابل زمان برداشت و انبارمانی نشان داد، در طول دوره نگهداری میوه صفت مورد بررسی در هر دو مرحله برداشت میوه کاهش می‌یابد، بیشترین میزان آن در برداشت اول در زمان صفر انبارمانی (۸۰ ٪) و همچنین در برداشت دوم در روز صفر و هفته اول انبارمانی مقدار ۸۶/۵۵ ٪مشاهده شد و کمترین مقدار آن در انتهای انبارمانی برداشت اول مشاهده شد (شکل ۷). نتایج حاصل از این تحقیق با پژوهش انجام شده در میوه‌های زغال‌اخته در طی چهار مرحله بلوغ میوه، ظرفیت آنتی-اکسیدانی به‌تدریج با پیشرفت فرآیند رسیدگی میوه کاهش یافت، در نتیجه آن‌ها پیشنهاد کردند که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بیشتر در مراحل اولیه بلوغ ممکن است به-دلیل محتوای تانن های بالا در میوه باشد مغایرت داشت (گوندوز و همکاران ۲۰۱۳). تیمار پس از برداشت میوه زغال‌اخته با کلریدکلسیم موجب افزایش ظرفیت آنتی-اکسیدانی میوه در طول دوره نگهداری آن شد (سلیمانی و همکاران ۲۰۱۳). میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی توت‌فرنگی رقم سلوا در طول مراحل مختلف نمو آن تا

www.SID.ir

Archive of SID

مرحله رسیدگی کامل کاهش می یابد که البته کاهش یاد شده در میوه‌های برداشت شده در تابستان در مقایسه با میوه‌های برداشت شده در زمستان کمتر بود (فریرا و همکاران ۲۰۰۷). وانگ و جنگ (۲۰۰۱) دریافتند که کاهش میزان قابلیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌های توت‌فرنگی پرورش یافته در زمستان ناشی از تولید مقادیر کمتر ترکیبات فنلی در میوه بود. ارتباط بین خاصیت آنتی-اکسیدانی و مقدار ویتامین ث در مرکبات به اثبات رسیده است علی‌رغم وجود مقادیر زیاد ترکیبات فنلی، ۸۷ درصد خاصیت آنتی‌اکسیدانی در پرتقال به‌واسطه وجود ویتامین ث در این میوه می‌باشد (اینگا و مالکا ۲۰۰۶). آریل‌های انار در مرحله ۲۰ تا ۶۰ روز پیشرفت میوه ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پایین‌تری نشان دادند که بلافاصله بعد از ۸۰ روز میوه‌بندی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها افزایش پیدا کرد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی کم در مراحل اولیه توسعه میوه احتمالاً به‌دلیل کاهش غلظت ترکیبات فنلی و ویتامین ث، که ۷۳/۹ و ۸۰/۱ درصد به‌ترتیب ظرفیت آنتی اکسیدانی میوه انار را تحت تأثیر قرار می‌دهند. همچنین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالا در مراحل انتهایی بلوغ میوه ممکن است ناشی از افزایش غلظت آنتوسیانین‌ها باشد (کولکارانی و ارادهیا ۲۰۰۵). در روند بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های شلیل در طی مراحل مختلف پیشرفت میوه مشاهده شد که با پیشرفت مرحله بلوغ میوه محتوای ترکیبات فنلی کاهش یافت که در نتیجه کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه انتظار می-رفت، بنابراین پیشنهاد شد که افزایش ترکیباتی مانند آنتوسیانین‌ها، کاروتنوئیدها و همچنین ویتامین ث می-تواند دلیل اصلی عدم کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی این میوه‌ها باشد (قاسمی و همکاران ۲۰۱۲).



شکل ۷- اثرات متقابل زمان برداشت و طول دوره انبارمانی بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل میوه زغال‌اخته

Figure 7- Interaction effect of harvest time and storage period on total antioxidant capacity of cornelian cherry fruit

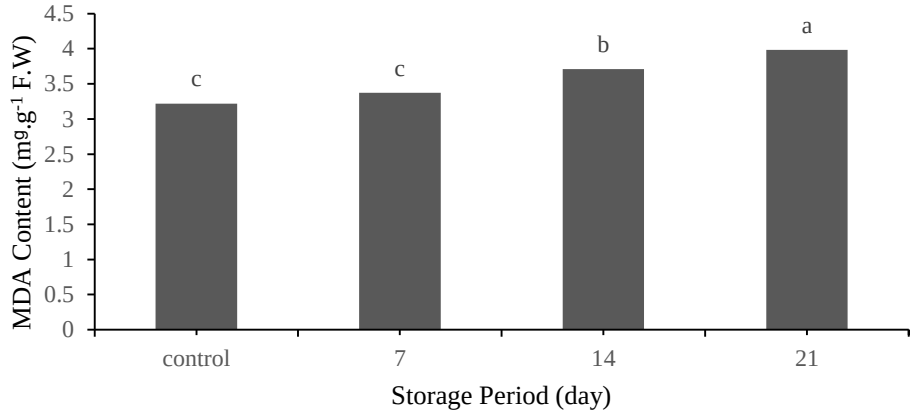
مالون‌دی‌آلدهید

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده مدت زمان‌های مختلف نگهداری در انبار روی میزان مالون-دی‌آلدهید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. درحالی‌که اثر ساده زمان برداشت و اثر متقابل دوگانه بین آن‌ها بر صفت مورد بررسی معنی‌دار نبودند (جدول ۱). مقایسه میانگین نشان داد که، در طول دوره انبارمانی، با گذشت زمان بر میزان این صفت افزوده می‌شود. به‌طوری‌که بیشترین میزان مالون‌دی‌آلدهید در انتهای انبارمانی تولید شد (شکل ۸). مالون‌دی‌آلدهید محصول نهایی اکسیداسیون اسیدهای‌چرب می‌باشد و می‌تواند به‌عنوان شاخص پراکسیداسیون لیپیدی غشای سلولی که در اثر تولید گونه‌های فعال اکسیژن به‌وجود می‌آید مورد توجه قرار گیرد (هودگنز و همکاران ۱۹۹۹). اثبات

www.SID.ir

Archive of SID

شده است که گونه‌های فعال اکسیژن به‌طور عمده در فرایند رسیدن میوه به‌خصوص، در تخریب غشای سلول دخیل هستند (روقیرس و همکاران ۱۹۹۸). از آنجایی که در طول فرایند رسیدن میوه گونه‌های فعال اکسیژن نه-تنها یکپارچگی غشا را تغییر می‌دهند، بلکه همچنین با اسیدهای‌چرب اشباع نشده واکنش می‌دهند که سبب تولید پراکسیداسیون لیپیدی می‌گردند (جیمنز و همکاران ۲۰۰۲). روند بررسی میزان تولید مالون‌دی‌آلدهید در میوه‌های کیوی نشان داد که با گذشت دوره انبارمانی میزان صفت یاد شده افزایش می‌یابد، میردهقان و همکاران (۲۰۰۷) که با نتایج حاضر مطابقت داشت.



شکل ۸.-تأثیر طول دوره انبارمانی بر محتوای مالون‌دی‌آلدهید میوه زغال‌اخته

Figure 4- Effect of storage period on MDA content of cornelian cherry fruit

نتیجه‌گیری کلی

این نتایج نشان داد که در ارتباط با اثر ساده تیمار زمان برداشت در میوه زغال‌اخته ژنوتیپ مورد بررسی، همزمان با پیشرفت روند رسیدگی میوه میزان قابلیت آنتی‌اکسیدانی میوه افزایش یافت. از طرف دیگر روند تغییرات میزان قابلیت آنتی اکسیدانی میوه در طول دوره انبارمانی در میوه‌های هر دو زمان برداشت روند نزولی داشت که در میوه‌های برداشت دوم روند کاهشی آهسته‌تری نسبت به برداشت اول مشاهده گردید. بنابراین میوه‌های زمان برداشت دوم با توجه به این که دارای قابلیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری نسبت به میوه‌های برداشت اول در طول دوره انبارمانی بودند کیفیت بهتری در انتهای دوره انبارمانی داشتند. مطابق نتایج حاصله مناسبترین زمان انبارمانی با قابلیت مناسب آنتی-اکسیدانی برای میوه‌های زمان برداشت اول هفته اول انبارمانی (هفت روز) و برای میوه‌های برداشت دوم تا هفته دوم انبارمانی (چهارده روز) بودند. با توجه به‌نتایج حاصله تغییرات میزان ترکیبات مختلف موثر در قابلیت آنتی‌اکسیدانی میوه زغال‌اخته تحت تاثیر زمان برداشت و طول دوره انبارمانی میوه قرار گرفت. به‌طوری‌که همزمان با طول دوره انبارمانی میزان ترکیبات کاروتنوئیدی در میوه‌های برداشت دوم در مقایسه با برداشت اول به‌طور معنی‌داری بیشتر شد و روند تغییرات میزان ترکیبات فلاونوئیدی و آنتوسیانین کل در طول دوره انبارمانی همانند ترکیبات کاروتنوئیدی بود. ولی محتوای مالون‌دی‌آلدهید میوه تحت تأثیر زمان برداشت قرار نگرفت و با افزایش طول دوره نگهداری افزایش یافت.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

Ariza M, Martínez-Ferri E, Domínguez P, Medina J, Miranda L and Soria C, 2015. Effects of harvest time on functional compounds and fruit antioxidant capacity in ten strawberry cultivars. Journal of Berry Research, 5, 71-80.

Asna Ashari M, and Zakai M, 2008. Physiology and Technology of postharvest. (First edition). Hamedan University Pub. Page 658. (In Farsi).

Ayala-Zavala JF , Wang SY, Wang CY, 2004 . Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. LWT - Food Science and Technology, 37(7), 687–695.

Bagheri, M, Esna-Ashari M, and Ershadi, A, 2015. Effect of postharvest calcium chloride treatment on the storage life and quality of persimmon fruits (*Diospyros kaki* Thunb.) cv. 'Karaj'. International Journal of Horticultural Science and Technology, 2, 15-26.

Cabrita L, Fossen T, and Andersen QM, 2000. Colour and stability of the six common anthocyanidin 3-glucosides in aqueous solutions. Food Chemistry, 68, 101-107.

Chang CC, Yang MH, Wen HM, and Chern JC, 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of food and drug analysis, 10(3), 178-182.

Díaz-Mula H, Zapata P, Guillén F, Martínez-Romero D, Castillo S, Serrano M, and Valero D, 2009. Changes in hydrophilic and lipophilic antioxidant activity and related bioactive compounds during postharvest storage of yellow and purple plum cultivars. Postharvest Biology and Technology, 51, 354-363.

Dea A, Ingrid B, Tanel K, Mati R, Marina H, Anne L, and Tonu P, 2017. Changes in Polyphenols Contents and Antioxidant Capacities of Organically and Conventionally Cultivated Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Fruits during Ripening. International Journal of Analytical chemistry, Article ID 2367453, 1-10.

Dokhanieh YA, Soleimani AM, Rezapour FJ, Hasanpour H, 2013. Postharvest salicylic acid treatment enhances antioxidant potential of cornelian cherry fruit. Scientia Horticulture, 154, 31-36.

Egert M, and Tevini M, 2002 . Influence of drought on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress in leaves of chives (*Allium schoenoprasum*). Environmental and Experimental Botany, 48, 43-49.

Eyde RH,1988 . Comprehending Cornus: Puzzles and progress in the systematics of the dogwoods. The Botanical Review, 54, 233-351.

Fattahi Moghadam J, and Hallaji Sani M, 2012. Determine the appropriate harvest time of Kiwifruit and its impact on quality of fruit after harvest. Journal of Horticultural Science, 26(2), 230-237. (In Farsi)

Fawole OA, and Opara UL, 2013 . Effects of maturity status on biochemical content, polyphenol composition and antioxidant capacity of pomegranate fruit arils (cv.'Bhagwa'). South African Journal of Botany, 85, 23-31.

Ferreyra RM, Viña SZ, Mugridge A, and Chaves AR, 2007 . Growth and ripening season effects on antioxidant capacity of strawberry cultivar Selva. Scientia Horticulturae, 112, 27-32.

Ghasemi Y, Nematzadeh GA, Ebrahimzadeh M, A. and Dehpour AA, 2012. Influence of harvesting date on some physicochemical properties of nectarine leaf and fruit. Journal of Medicinal Plants Research, 6, 5552-5556.

Ghasemnezhad M, Ghorban Alipour, R,and Fattahi Moghadam J, 2011. Effect of harvesting time on antioxidant capacity and keeping quality of *Actinidia deliciosa* cv. Hayward fruit. Journal of Crops Improvement, 13(1), 55-64. (In Farsi)

Gordon A , Friedrich M , Matta VM, da Moura C FH,. and Marx F, 2012 . Changes in phenolic composition, ascorbic acid and antioxidant capacity in cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) during ripening. Fruits, 67, 267-276.

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 Sci. Pol. Hortorum Cultus, 12, 59-66.

Hamadani M, Moradi H, and Ghanbari A, 2014. Effect of Harvest Time and Storage on Moro Blood Orange Fruit Quality (*Citrus sinensis* cv. Moro). Journal of horticulture science, 28(2), 252-259. (In Farsi)

Hassanpour H, Yousef, H, Jafar H, and Mohammad A, 2011. Antioxidant capacity and phytochemical properties of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) genotypes in Iran. Scientia Horticulturae, 129, 459-463.

www.SID.ir

Archive of SID

Heath, R. L. and Packer L, 1968 . Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Archives of biochemistry and biophysics, 125, 189-198.

Hodges DM, DeLong JM, Forney CF, and Prange RK, 1999 . Improving the thiobarbituric acid-reactive-substances assay for estimating lipid peroxidation in plant tissues containing anthocyanin and other interfering compounds. Planta, 207, 604-611.

Hopkins WG, 1999 . In:Introduction to plant physiology. (Third edition). John Wiley and Sons.

Jimenez A, Creissen G, Kular B, Firmin J, Robinson S, Verhoeyen M, and Mullineaux P, 2002 . Changes in oxidative processes and components of the antioxidant system during tomato fruit ripening. Planta, 214, 751-758.

Keshavkant S, and Naithani S, 2007. Low temperature stress induced changes in the phenolic contents and its regulatory enzymes in sal seedlings. Indian journal of plant physiology, 12, 146.

Kulkarni AP, and Aradhya SM, 2005 . Chemical changes and antioxidant activity in pomegranate arils during fruit development. Food Chemistry, 93, 319-324.

Lata B, 2007. Relationship between apple peel and the whole fruit antioxidant content: year and cultivar variation. Journal of agricultural and food chemistry, 55, 663-671.

Leja M, Mareczek A, and Ben J, 2003 . Antioxidant properties of two apple cultivars during long-term storage. Food Chemistry, 80, 303-307.

Lichtenthaler HK, 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in enzymology, 148, 350-382.

Lo Piero AR, Puglisi I, Rapisarda P, Petrone G, 2005. Anthocyanins accumulation and related gene expression in red orange fruit induced by low temperature storage. J. Agric. Food Chem., 53, 9083–9088.

Lurie S, 2003 . Antioxidants. In: Postharvest oxidative stress in horticultural crops. (First edition). CRC press. pp.131-150.

Marty I, Bureau S, Sarkissian G, Gouble B, Audergon J, and Albagnac G, 2005 . Ethylene regulation of carotenoid accumulation and carotenogenic gene expression in colour-contrasted apricot varieties (*Prunus armeniaca*). Journal of Experimental Botany, 56, 1877-1886.

Mirdehghan S, Rahemi M, Martínez-Romero D , Guillén F, Valverde J, Zapata P, Serrano M, and Valero D, 2007 . Reduction of pomegranate chilling injury during storage after heat treatment: role of polyamines. Postharvest Biology and Technology, 44, 19-25.

Nakajima Ji, Tanaka I, Seo S, Yamazaki M and Saito K, 2004 . LC/PDA/ESI-MS profiling and radical scavenging activity of anthocyanins in various berries. BioMed Research International, 2004, 241-247.

Plaza, L., Crespo, I., Pascual-Teresa, S., De Ancos, B., Sánchez-Moreno, C., Muñoz, M. and Cano, MP, 2011a . Impact of minimal processing on orange bioactive compounds during refrigerated storage. Food Chemistry, 124, 646-651.

Plaza L, Sánchez-Moreno, C, De Ancos, B, Elez-Martínez, P, Martín-Belloso O, and Cano, MP, 2011b . Carotenoid and flavanone content during refrigerated storage of orange juice processed by high-pressure, pulsed electric fields and low pasteurization. LWT-Food Science and Technology, 44, 834-839.

Remorini D, Tavarini S, Degl'Innocenti E, Loreti F, Massai R, and Guidi L, 2008 . Effect of rootstocks and harvesting time on the nutritional quality of peel and flesh of peach fruits. Food Chemistry, 110, 361-367.

Rogiers SY, Kumar GM, and Knowles NR, 1998 . Maturation and ripening of fruit of Amelanchier alnifolia Nutt. are accompanied by increasing oxidative stress. Annals of Botany, 81, 203-211.

Sanchez-Ballesta MT, Romero I, Jimenez JB, Orea JM, Gonzalez-Urena Á, Escribano MI, Merodio C, 2007. Involvement of the phenylpropanoid pathway in the response of table grapes to low temperature and high Involvement of the phenylpropanoid pathway in the response of table grapes to low temperature and high CO2 levels. Postharvest Biol. Technol.46, 29–35.

Scalzo RL, Iannoccari T , Summa C, Morelli R, and Rapisarda P, 2004 . Effect of thermal treatments on antioxidant and antiradical activity of blood orange juice. Food chemistry, 85, 41-

Singleton V, and Rossi JA, 1965 . Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American journal of Enology and Viticulture, 16, 144-158.

Soleimani AM, Dokhanieh AY, Hasanpour H, and Rezapour FJ, 2013. Enhancement of antioxidant capacity of cornelian cherry fruit by postharvest calcium treatment. 161, 160-164.

Taira S, 1996 . Astringency in Persimmon. In: Linskens, H.-F. and J. F. Jackson . Modern Method of Plant Analysis, Fruit Analysis. (eds). Springer-Verlang, Berlin, 18, 97-110.

www.SID.ir

Archive of SID

Tessmer MA, Besada C, Hernando I, Appezzato-da-Glória B, Quiles A, and Salvador A, 2016. Microstructural changes while persimmon fruits mature and ripen. Comparison between astringent and non-astringent cultivars. Postharvest Biology and Technology, 120, 52-60.

Wang SY, Zheng W, 2001. Effect of plant growth temperature on antioxidant capacity in strawberry. J. Agric. Food Chem. 49, 4977–4982.

Wrolstad RE, 1993 . Color and pigment analysis in fruit products. Agricultural Experiment Station Publication. Oregon State University.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Food Researches/vol.30 No.1/ 2020/pp 81-97
https://foodresearch.tabrizu.ac.ir

Effect of harvest time on some of antioxidant attributes of *Cornus mas L.* fruit during storage period

N Esmaeili[1], R Naghshiband Hassani [2*]and F Zare Nahandi[2]

Received: June 17, 2018 Accepted: January 22, 2019
[1]Former MSc Student, Department of Horticulture Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[2]Assistant Professor and associate Professor, respectively, Department of Horticulture Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[*]Corresponding author E-mail: rahnaghsh@yahoo.com

Introduction: Cornelian cherry fruits are considered as natural antioxidant source and fruits are quite rich in anthocyanins, flavonoids, flavanols, tannins, carotenoids, vitamins, organic acids and phenolics acids. Leaves, flowers and fruits have been used in traditional medicine. Earlier investigations on physical and chemical properties of cornelian cherry fruits and flowers, their antioxidant and cytotoxic efficacy reported phenol, ascorbic acid, anthocyanin and high concentration of essential minerals (Ca, K, Mg) contents (Eyde, 1988). Consumers usually prefer attractive fruits in markets. However, serious quality losses are encountered in fresh-consumed fruits throughout the shelf life. Flesh softening, decays, deteriorate in taste, flavor and aroma are the basic problems experienced in shelves. Such losses are directly proportional to pre and post-harvest practices (maturity stage, harvest damages and storage conditions - temperature, relative humidity) (Lurie, 2003). When the fresh-consumed fruits were harvested at optimal maturity stage, less quality losses are experienced throughout the cold storage and shelf life of the fruits. Thus, postharvest quality losses increase in fruits not able to be harvested at optimal maturity. It was reported in previous studies that maturity stage had significant effects on storage or shelf life performance of litchi, sweet cherries, banana, plums, peaches and apples (Lata, 2007). Study of the antioxidant properties of fruits during different stages of maturity is essential for obtaining high-quality product and extending shelf life. Harvest maturity and storage time are main factors that may lead to changes in sensory and nutritional qualities of cornelian cherries (Gunduz et al. 2013). Cornelian cherry fruit are frequently harvested at dark red stages, when their flavor is most desirable. Consumers do not usually eat cornelian cherry at any of the other maturation stages. Therefore, the effect of ripening and storage time on nutritional quality is a major issue (Soleimani et al. 2013). This research was conducted to investigate the effect of harvesting time on some physicochemical and antioxidant properties of Cornelian cherry fruits during its storage period.

Material and methods: Fruit were harvested commercially at 2 stages of harvesting time (first harvest, fruit with light red color and second with dark red) from a commercial orchard at Kalybar area of east Azerbaijan province. In each harvest time fruit picked from four direction of a cornelian cherry tree and then transferred to postharvest laboratory of department of horticulture sciences of university of Tabriz. After preliminary evaluation of harvested fruit and selection of intact fruit among them they divided to two group: one group were used to evaluate of the qualitative characteristics before storage and the other fruit were transferred to storage at a temperature of 4 °C and a relative humidity of 80-85% for 21 days. The study was carried out as a factorial experiment based on completely randomized design in order to study of various chemical properties such as total phenol, total flavonoid, soluble tannins, total anthocyanin, total carotenoids, total antioxidant capacity and malondialdehyde levels during storage (0, 7, 14 and 21 days).

www.SID.ir

Archive of SID

Results and discussion: The results showed that with progress in fruit maturity during storage, the amount of phenolic and flavonoid compounds, anthocyanins increased significantly ($P<0.01$) with the increase in the storage period in the first harvest compared to the second harvest, but the antioxidant capacity of fruit had a more significant ($P<0.01$) decreasing trend by the storage time than second harvest fruit. Anthocyanins are the major phenolic components of soft berry fruits, and their antioxidant activity has been found to be closely related to total phenolic content (Lopiero et al. 2005). The phenolic content and composition of fruits depend on environmental factors as well as post-harvest processing conditions (Lurie, 2003). Anthocyanin is a pigment responsible for red color development. Le Piero et al. (2005) reported increased anthocyanin pigment accumulation with the progress of ripening. Thus, anthocyanin pigment accumulation went on in early harvested fruits (H1) throughout the storage. However, anthocyanin pigment degradation was observed in full-ripe fruits. The phenolic compounds use in plant defense mechanisms, to counteract reactive oxygen species, in order to survive and prevent molecular damage, and damaging by microorganisms, insects and herbivores (Hopkins, 1999). Also, the carotenoids content increased by delay in harvest time and by prolonging the storage time of fruits. During the storage period, the amount of fruit soluble tannins decreased significantly ($P<0.01$), while the malondialdehyde content of the fruits increased. With delay in harvest the amount of soluble tannins of fruits reduced. Total antioxidant activity of fruit increased by the progress in fruit maturity stage during storage time as it decreased by the storage time for both maturity stages. The antioxidant activity of phenolics is mainly due to their redox properties, which allow them to act as reducing agents, hydrogen donors and singlet oxygen quenchers (Lurie, 2003). Taken together, our results have suggested that OA treatment significantly enhanced the antioxidant activity of the cornelian cherry fruits. It has been reported that the DPPH• scavenging activity is mainly attributed to the phenols, flavonoids, anthocyanins as well as ascorbic acid contents in cornelian cherry fruits (Dokhanieh et al. 2013). Lipid peroxidation as MDA content is a secondary end product of oxidative lipid degradation, has become the system of choice for estimating lipid peroxidation of fruit increased by storage period as the highest amount was observed by the end of storage period. Formation of lipid peroxides, their degradation, and the roles of these hydroperoxides may play in cellular metabolism and the most accurate approach to measure lipid peroxidation is to directly quantify the primary hydroperoxide products (Hodges et al. 1999).

Conclusion: In general, cornelian cherry fruit chemical composition and its antioxidant capacity affected by harvest maturity and storage time as fruit of the second harvest had higher amount of carotenoids and antioxidant capacity content compared to other constituents, than first harvest fruit during storage time. Progress in harvest maturity was accompanied by increased total phenol, flavonoid, anthocyanin and carotenoid contents as well as improved DPPH scavenging capacity. Our data suggested that the fruit of second harvest enhanced antioxidant potential could be due to the activation of biosynthesis of most of antioxidant compounds in fruit compared to first harvest during cold storage period.

Keywords: Storage time, Fruit antioxidants, Lipid peroxidation, Fruit ripening

www.SID.ir