فنآوری تولیدات گیاهی/ جلد ۱۹/ شمارهٔ ۱/ صفحات ۱۵۹-۱۴۳/ بهار و تابستان ۹۸
DOI: 10.22084/ppt.2019.4468.1287
Archive of SID

اثر پرتو فرابنفش و نوع بسته‌بندی بر محتوای آنتوسیانین، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فراوانی آلودگی میکروبی انار رقم ملس ساوه طی نگهداری در انبار سرد

The Effect of UV Irradiation and Packaging Type on Anthocyanin Content, Antioxidant Activity and Microbial Population in Pomegranate Fruit (cv. Malas Saveh) During Cold Storage

محمود اثنی‌عشری[۱*]، لیلا فتحی[۲]، احمد ارشادی[۳] و دوستمراد ظفری

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۳/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۷/۱۱

چکیده

محتوای آنتوسیانین، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و تعداد پرگنه‌های قارچ و باکتری در آب میوه و هم‌چنین کیفیت ظاهری میوه انار رقم ملس ساوه تحت چهار تیمار بسته‌بندی شامل قرار دادن میوه‌ها در جعبه‌های چوبی دارای شکاف و بدون شکاف با استفاده از پوشش پلی‌اتیلن و بدون آن و سه تیمار پرتو فرابنفش با حداکثر طول موج ۲۵۴ نانومتر شامل پرتودهی میوه‌ها به‌مدت صفر، ۵ و ۱۵ دقیقه با شدت ۱/۴۳۵ وات بر مترمربع طی ۱۲۰ روز انبارداری در دمای ۱±۵ درجه سانتی‌گراد و به فاصله هر یک ماه یک بار اندازه‌گیری شدند. تیمار بسته‌بندی و نیز پرتو فرابنفش اثر معنی‌داری بر محتوای آنتوسیانین آب میوه انار طی انبارداری نداشتند، اما اثر متقابل این دو تیمار در ماه اول بر میزان آنتوسیانین اندازه‌گیری شده معنی‌دار شد. میوه‌های دارای پوشش پلی‌اتیلن در مقایسه با میوه‌های بدون پوشش از فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری برخوردار بودند. بیش‌ترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نیز در تیمار ۵ دقیقه پرتوتابی به‌دست آمد. در بین سطوح پرتوتابی، تعداد پرگنه‌های باکتری و قارچ در میوه‌های شاهد بیشتر از دو سطح دیگر پرتودهی بود. استفاده از پوشش پلی‌اتیلن تأثیر قابل‌توجهی در کاهش آلودگی باکتریایی میوه‌ها داشت، درحالی‌که این پوشش باعث افزایش آلودگی قارچی آن‌ها شد، ولی پرتوتابی میوه‌ها اثرات منفی پوشش پلی‌اتیلن در خصوص آلودگی قارچی را شدیداً کاهش داد. به‌طورکلی پرتو فرابنفش بدون اثرگذاری منفی روی محتوای آنتوسیانین و فعالیت آنتی‌اکسیدانی و نیز عطر و طعم میوه انار در کاهش پوسیدگی قارچی آن طی انبارداری مؤثر بود. استفاده از پوشش پلی‌اتیلن هم‌چنین منجر به حفظ کیفیت ظاهری میوه انار رقم ملس ساوه در انبار شد.

واژه‌های کلیدی: پوشش پلی‌اتیلن، پرگنه‌های قارچ و باکتری، پوسیدگی قارچی، آب میوه

۱، ۲ و ۳. به‌ترتیب استاد، دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۴. دانشیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
*: نویسنده مسئول Email: m.esnaashari@basu.ac.ir
www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

انار (*Punica granatum* L.) درختچه‌ای متعلق به خانواده پونیکاسه است که به‌طور وسیع در بسیاری از کشورهای گرمسیری و نیمه‌گرمسیری کشت می‌شود (میرجلیلی، ۱۳۸۱). در سال‌های اخیر، استفاده از مواد غذایی غنی از مواد آنتی‌اکسیدان موردتوجه پژوهشگران قرارگرفته است. در این بین آب میوه‌های قرمزرنگ ازجمله انار، انگور و توت‌فرنگی به خاطر فعالیت آنتی‌اکسیدانی اهمیت فراوانی یافته‌اند. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آب انارهای تجاری سه برابر بیشتر از شراب قرمز و چای سبز گزارش شده است (*گیل*[1] و همکاران، 2000). فعالیت آنتی‌اکسیدانی انار به حضور ترکیبات فنلی متعدد ازجمله ایزومرهای پونیکالاژین، مشتقات الاژیک اسید، آنتوسیانین‌های مختلف و فلاونوئیدها (کوئرسیتین و کامپفرول) مرتبط است، این ترکیبات دارای ویژگی جذب رادیکال‌های آزاد بوده و از اکسیدشدن لیپیدها ممانعت می‌کنند (*آناند*[2] و همکاران، 2004). قسمت‌های مختلف میوه انار ازجمله پوست و حبه‌ها منابع غنی از آنتوسیانین هستند. تاکنون شش نوع آنتوسیانین در حبه انار گزارش شده که عبارتند از: سیانیدین ۳-گلیکوزید، سیانیدین ۳و۵-دی گلیکوزید، پلارگونیدین ۳-گلیکوزید، پلارگونیدین ۳و۵-دی گلیکوزید، دلفینیدین ۳-گلیکوزید و دلفینیدین ۳و۵-دی گلیکوزید (آنتوسیانین اصلی عصاره تازه میوه). هم‌چنین وجود چهار نوع آنتوسیانین در پوست میوه انار گزارش شده که فقط حاوی مشتقات پلارگونیدین و سیانیدین هستند (*علی قورچی و برزگر*، 2009).

از مشکلات عمده انبارمانی انار، فساد میوه در اثر رشد عوامل بیماری‌زای قارچی و هم‌چنین کاهش وزن و کیفیت ظاهری میوه در اثر تعرق و از دست‌دهی آب می‌باشد (طلایی و همکاران، ۱۳۸۳). یکی از عوامل مهمی که پس از برداشت محصولات موجب کاهش آسیب و حفظ کیفیت آن‌ها می‌گردد بسته‌بندی مناسب است (عزیزی، ۱۳۸۹). استفاده از پوشش‌های پلی‌اتیلنی به‌منظور کاهش اتلاف آب و حفظ کیفیت محصول روی تعداد زیادی از میوه‌ها آزمایش شده و امروزه در مقیاس تجاری در برخی از محصولات ازجمله مرکبات مورداستفاده قرار می‌گیرد (*بن یهوشا*[3] و همکاران، 1998). انار یک میوه‌ی نافرازگرا است و باوجود آن‌که در مرحله پس از برداشت، دارای تنفس کمی می‌باشد میوه‌ای با درجه فسادپذیری بالا است (*الیاتم و کادر*[4]، 1984؛ *کادر* و همکاران، 1984). تاکنون بیش از ۲۵ گونه و جنس قارچ یا باکتری به‌عنوان عوامل پوسیدگی و ترشیدگی میوه انار در سراسر جهان گزارش شده است. مهم‌ترین پاتوژن‌هایی که باعث پوسیدگی و فساد میوه انار در شرایط انباری توصیه شده برای آن (دمای پنج تا هشت درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵٪) می‌شوند شامل *آسپرژیلوس*، *آلترناریا*، *پنی‌سیلیوم* و به‌ویژه *بوتریتیس سینرا* می‌باشند (شاکری و همکاران، ۱۳۸۶).

بیماری‌های پس از برداشت در سبزی‌ها و میوه‌ها می‌توانند ناشی از فعالیت بسیاری از قارچ‌ها باشند که مسئول ضایعات مهم اقتصادی هستند. امروزه در تکنولوژی پس از برداشت میوه‌ها به‌جای استفاده از ترکیبات شیمیایی به تکنیک‌های دیگری مثل کنترل بیولوژیکی و روش‌های فیزیکی ازجمله استفاده از اتمسفر کنترل شده و پرتوتابی پرداخته می‌شود. با توجه به محدودیت استفاده از قارچ‌کش‌ها در محصولات غذایی، این تکنیک‌های جایگزین که هیچ ماده شیمیایی در آن‌ها استفاده نمی‌شود سودمند شناخته شده‌اند (*استنسواند*[5]، 1998). از روش‌های جدیدی که در چند دهه اخیر به‌منظور ضدعفونی محصولات ابداع شده و به‌سرعت جای خود را در میان سایر روش‌های نگهداری باز نموده است استفاده از روش پرتودهی می‌باشد (ودادی و ناصریان، ۱۳۸۳). پرتو فرابنفش ازجمله تیمارهای فیزیکی است که می‌تواند برای کنترل بیماری‌های پس از برداشت استفاده شود. این پرتو یونیزه‌کننده نبوده و نفوذ آن در بافت میوه بسیار ضعیف است، بنابراین بیش‌تر برای ضدعفونی سطحی محصولات به کار می‌رود. پرتو فرابنفش تنها در طول‌موج‌های ۵۰ تا ۳۰۰ نانومتر در نسوج میوه نفوذ می‌کند (*لوپز-روبیرا*[6] و همکاران، 2005). باتوجه به مصرف روزافزون میوه‌ی انار به‌دلیل داشتن ترکیبات مفید برای سلامتی بشر، ایجاد شرایط مناسب نگهداری این میوه و دستیابی به یک روش مطمئن و کاربردی برای کاهش بیماری‌های قارچی و افزایش عمر انباری این محصول لازم است. در این پژوهش تأثیر بسته‌بندی و پرتو فرابنفش روی برخی ویژگی‌های انباری انار رقم ملس ساوه موردبررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

میوه‌های رسیده انار رقم ملس ساوه که از ایستگاه تحقیقات انار ساوه در سال ۱۳۸۹ تهیه شده بود براساس معیارهای ظاهری ازجمله اندازه (قطر تقریبی ۹-۸ سانتی‌متر)، شکل، وزن (تقریباً

1. Gil
2. Anand
3. Ben. Yehoshua
4. Elyatem and Kader
5. Stensvand
6. Lopez.Rubira

www.SID.ir

Archive of SID

۳۰۰-۲۵۰ گرم) و رنگ پوست به‌طور یکسان انتخاب گردیدند و دقت شد که گلوگاه میوه‌ها سالم و عاری از پرچم باشد.

تیمارهای بسته‌بندی و پرتودهی

این پژوهش در قالب یک آزمایش فاکتوریل با دو فاکتور و براساس طرح پایه کاملاً تصادفی و در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول نوع بسته‌بندی در چهار سطح اعمال گردید. بدین منظور میوه‌ها در جعبه‌های چوبی بدون شکاف و دارای شکاف (به عرض یک سانتی‌متر دور تا دور جعبه) با استفاده از پوشش پلی‌اتیلن با ضخامت ۰/۰۲ میلی‌متر و بدون پوشش پلی‌اتیلن قرار داده شدند. جعبه‌های چوبی دارای ابعاد ۲۰×۲۲×۳۸ سانتی‌متر با گنجایش ۱۶ انار بودند. میوه‌ها به‌صورت دوردیفه همراه با سه جداگر از جنس کاغذ فشرده که در سه لایه شامل کف، وسط و بالای جعبه تعبیه شدند قرار گرفتند. فاکتور دوم استفاده از پرتو فرابنفش بود که در سه سطح اعمال شد. پرتودهی میوه‌ها با پرتو فرابنفش نوع C (UV-C) با حداکثر طول‌موج ۲۵۴ نانومتر که از لامپ‌های ۹۰ سانتی‌متری (Osram ساخت کشور آلمان) با شدت پرتو ۱/۴۳۵ وات بر مترمربع صورت گرفت. برای این منظور میوه‌ها به‌مدت صفر (شاهد)، ۵ و ۱۵ دقیقه در فاصله ۲۵ سانتی‌متری از لامپ‌ها قرار داده شدند. به‌منظور یکنواختی در پرتوتابی، میوه‌ها ۱۸۰ درجه چرخانده شدند تا هر دو طرف میوه به‌طور یکسان پرتوتابی شوند. بدین ترتیب تعداد ۳۶ جعبه و درمجموع ۵۷۶ عدد میوه برای این پژوهش منظور گردید. بعد از اعمال تیمارها، میوه‌ها به سردخانه با دمای ۱±۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ تا ۹۵٪ منتقل گردیدند. در ابتدای انبارداری و نیز در زمان‌های ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ روز پس‌ازآن، میزان آنتوسیانین کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی آب میوه‌ها اندازه‌گیری شدند و در کنار آن مشاهدات مربوط به فراوانی آلودگی میکروبی و بررسی کیفیت ظاهری میوه‌ها نیز انجام گردیدند. به علت محدودیت تعداد میوه، اندازه‌گیری‌های مربوط به ابتدای انبارداری روی ۹ میوه (۳تکرار و هر تکرار ۳ میوه) انجام گردید.

اندازه‌گیری محتوای آنتوسیانین کل

اندازه‌گیری میزان آنتوسیانین براساس روش *ویلاریال*[1] و همکاران (2009) و از طریق اسپکتروفتومتری انجام شد که در نهایت غلظت آنتوسیانین برحسب میکرومول در کیلوگرم میوه تازه به‌دست آمد.

اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی

فعالیت آنتی‌اکسیدانی براساس درصد مهارکنندگی دی‌پی‌پی‌اچ، طبق روش *مون ترو*[2] (1998)، اندازه‌گیری گردید.

بررسی فراوانی آلودگی میکروبی

بررسی‌های میکروبی با تهیه عصاره رقیق شده آب انار و کشت آن روی محیط‌های ویژه کشت باکتری (نوترینت آگار[3]) و قارچ (پوتیتو- دکستروز- آگار[4]) صورت گرفت. شمارش پرگنه‌ها، ۷۲ ساعت پس از کشت که با یک پیش‌آزمایش مناسب‌تر بود انجام شد. با مقایسه تعداد پرگنه در شاهد و نمونه‌های تحت تیمار، اثر پرتو فرابنفش بر جمعیت میکروبی آب انار تعیین گردید.

کیفیت ظاهری

کیفیت ظاهری میوه‌ها ازنظر تازگی و طراوت با روش نمره دادن از یک تا پنج و براساس ۱= ضعیف، ۲= متوسط، ۳= خوب، ۴= خیلی خوب و ۵= عالی ارزیابی شد. بدین‌منظور براساس شکل ظاهری میوه‌ها (داشتن پوست سالم و خشک نبودن پوست میوه در اثر از دست دادن آب در انبار سرد و نیز عدم‌وجود پوسیدگی در سطح آن) به‌صورت مشاهده‌ای ارزیابی‌ها صورت گرفت.

تجزیه آماری: ابتدا وضعیت نرمال بودن داده‌ها بررسی شد و در صورت نیاز با استفاده از رابطه $\arcsin\sqrt{X}$ برای نرمال‌سازی داده‌ها استفاده شد. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS ۹/۱ و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

اندازه‌گیری‌های پیش از انبارداری

نتایج ارزیابی برخی خصوصیات میوه و تعداد پرگنه‌های باکتری و قارچ در شروع انبارداری در جدول ۱ نشان داده شده است.

مقدار آنتوسیانین کل آب میوه

براساس نتایج تجزیه واریانس، تیمار بسته‌بندی و نیز پرتو فرابنفش اثر معنی‌داری بر محتوای آنتوسیانین آب میوه انار طی انبارداری نداشتند، اما اثر متقابل این دو تیمار در ماه اول بر میزان آنتوسیانین اندازه‌گیری شده معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در ماه اول انبارداری، بالاترین و

1. Villarreal

2. Montero
3. Nutrient Agar (NA)
4. Potato Dextrose Agar (PDA)

www.SID.ir

Archive of SID

پایین‌ترین میزان آنتوسیانین کل آب میوه به‌ترتیب متعلق به میوه‌های پرتوتابی نشده (شاهد) بدون پوشش پلی‌اتیلن و میوه‌های با ۵ دقیقه پرتوتابی بدون پوشش بود که هر دو در جعبه‌های دارای شکاف بسته‌بندی شدند. در ماه دوم نیز بیشترین و کمترین مقدار آنتوسیانین به‌ترتیب مربوط به میوه‌های با ۱۵ دقیقه پرتوتابی دارای پوشش و میوه‌های پرتوتابی نشده بدون پوشش بود که هر دو در جعبه‌های دارای شکاف نگهداری گردیدند (جدول۳).

میزان آنتوسیانین کل در میوه‌های پرتوتابی نشده در ماه چهارم انبارداری نسبت به ماه اول کاهش یافت، اما در تیمارهای ۵ و ۱۵ دقیقه پرتودهی افزایش نشان داد. غلظت بالای دی‌اکسیدکربن در شرایط کنترل اتمسفر از فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالاز جلوگیری کرده و درنتیجه سنتز رنگیزه آنتوسیانین را پس از برداشت متوقف می‌نماید (*دیردر*[1] و همکاران، 1998). می‌توان توقف سنتز آنتوسیانین را به بالا رفتن غلظت دی‌اکسیدکربن درون پوشش‌ها نسبت داد. بنابراین اندازه‌گیری غلظت گازهای درون پوشش و انجام تحقیقات بیش‌تری در این زمینه ضروری به نظر می‌رسد. طبق نتایج رنجبر و همکاران (۱۳۸۶) شدت رنگ آب میوه انار در میوه‌های بدون پوشش طی انبارداری افزایش نشان داد. احتمالاً افزایش آنتوسیانین آب میوه‌ی انار رقم ملس ساوه در این مطالعه، با غلیظ شدن آب میوه به علت از دست دادن آب طی انبارداری نیز مرتبط باشد. *ارکان*[2] و همکاران (2008) گزارش کردند که میزان آنتوسیانین کل در میوه توت‌فرنگی تحت پرتو فرابنفش با مقادیر ۰/۴۳، ۲/۱۵ و ۴/۳۰ کیلوژول بر مترمربع و فواصل زمانی ۱، ۵ و ۱۰ دقیقه پرتوتابی و نیز میوه شاهد طی انبارداری افزایش یافت. آب انار یک منبع غنی از فنل‌هاست که به‌عنوان ترکیبات کوپیگمنت شناخته شده و باعث ثبات آنتوسیانین‌ها می‌گردند. در حقیقت حضور فنل‌ها به‌عنوان کوپیگمنت مانع تخریب آنتوسیانین تحت تأثیر پرتو فرابنفش می‌شود (*باکوسکا*[3] و همکاران، 2003). کوپیگمنتاسیون به شدت تحت تأثیر ساختار و غلظت مولکول آنتوسیانین و به‌ویژه کوپیگمنت، پی‌اچ، دما، نور و اشعه UV می‌باشد (*مازا*[4] و *بروللارد*[5]، 1990). رادبه (۱۳۹۰) در بررسی ثبات رنگ آب انار و آنالیز کمی و کیفی آنتوسیانین‌های آن به این نتیجه رسید که به‌طورکلی آنتوسیانین‌ها در دمای پایین (۵ درجه سانتی‌گراد) نسبت به دماهای بالاتر (۲۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد) کمتر تجزیه می‌شوند. همچنین نوع رقم، زمان برداشت و زمان انجام آزمایش می‌تواند به‌طور معنی‌داری محتوای آنتوسیانین میوه انار را تحت تأثیر قرار دهند (*میگوئل*[6] و همکاران، 2004).

1. Dierder
2. Erkan
3. Bakowska
4. Mazza
5. Brouillard
6. Miguel

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: برخی خصوصیات میوه و تعداد پرگنه‌های باکتری و قارچ طی ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از کشت عصاره آب میوه‌ی انار رقم ملس ساوه در شروع انبارداری

Table 1: Some fruit properties and the number of bacterial and fungal colonies over 24, 48 and 72 hours after the culture of pomegranate juice extract at the beginning of storage

میانگین Mean	صفات اندازه‌گیری شده Evaluated properties
13/83	آنتوسیانین (میکرومول در کیلوگرم وزن میوه تازه) Anthicyanin (μM kg^{-1} fruit FW)
45.10	فعالیت آنتی‌اکسیدانی (درصد بازدارندگی DPPH) Antioxidant activity (% DPPH inhibition)
0	باکتری، NA، ۲۴ ساعت Bacterium, NA, 24 hours
0.66	باکتری، PDA، ۲۴ ساعت Bacterium, PDA, 24 hours
0	قارچ، NA، ۲۴ ساعت Fungus, NA, 24 hours
0	قارچ، PDA، ۲۴ ساعت Fungus, PDA, 24 hours
25	باکتری، NA، ۴۸ ساعت Bacterium, NA, 48 hours
47.33	باکتری، PDA، ۴۸ ساعت Bacterium, PDA, 48 hours
0.33	قارچ، NA، ۴۸ ساعت Fungus, NA, 48 hours
0	قارچ، PDA، ۴۸ ساعت Fungus, PDA, 48 hours
26	باکتری، NA، ۷۲ ساعت Bacterium, NA, 72 hours
56.66	باکتری، PDA، ۷۲ ساعت Bacterium, PDA, 72 hours
0.33	قارچ، NA، ۷۲ ساعت Fungus, NA, 72 hours
0	قارچ، PDA، ۷۲ ساعت Fungus, PDA, 72 hours

NA: محیط ویژه کشت باکتری، PDA: محیط ویژه کشت قارچ
NA: Specific bacterial growth medium, PDA: Specific fungal growth medium

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آب میوه

براساس نتایج تجزیه واریانس، اثر بسته‌بندی بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی (درصد بازدارندگی DPPH) آب میوه در ماه دوم و اثر پرتو فرابنفش بر این ویژگی در ماه‌های دوم و سوم معنی‌دار شد و اثر متقابل دو تیمار بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی آب میوه معنی‌دار نگردید (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن بود که در ماه دوم انبارداری، میوه‌های دارای پوشش پلی‌اتیلن (در جعبه‌های دارای شکاف و بدون شکاف) دارای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری نسبت به میوه‌های بدون پوشش پلی‌اتیلن در هر دو نوع جعبه بودند. هم‌چنین در ماه دوم، میوه‌های با ۵ و ۱۵ دقیقه پرتوتابی، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بیش‌تری نسبت به میوه‌های شاهد داشتند. در ماه سوم انبارداری، بالاترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به میوه‌های پرتوتابی شده به‌مدت ۵ دقیقه بود (جدول ۵).

روند تغییرات ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و میزان آنتوسیانین کل میوه انار تحت تأثیر نوع بسته‌بندی تقریباً مشابه بود، با این تفاوت که نوع بسته‌بندی اثر بیشتری بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی داشت و این تأثیر روی آنتوسیانین جزئی و غیر معنی‌دار شد. به نظر می‌رسد سنتز آنتوسیانین طی انبارداری می‌تواند دلیلی بر بالا بودن فعالیت آنتی‌اکسیدانی و عدم سنتز کافی آن گویای پایین بودن ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آب میوه انار باشد. *آکینو*[1] و همکاران (2010) گزارش کردند که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌های انار پرتوتابی نشده و میوه‌های دارای پوشش نسبتاً ثابت بود، اما کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌های با پوشش طی عمر قفسه‌ای مشاهده شد.

طی مطالعه‌ای که توسط *ارکان* و همکاران (2008) روی تأثیر پرتو فرابنفش بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فعالیت آنزیم‌های

1. D'Aquino

www.SID.ir

Archive of SID

آنتی‌اکسیدانی و پوسیدگی میوه توت‌فرنگی انجام شد مشخص گردید که میوه‌های با ۵ دقیقه پرتوتابی دارای پوشش پلی‌اتیلن و میوه‌های شاهد بدون پوشش که در جعبه‌های دارای شکاف بسته‌بندی شدند به‌ترتیب بالاترین و پایین‌ترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را داشتند. در سومین دوره اندازه‌گیری نیز میوه-های با ۵ دقیقه پرتوتابی بدون پوشش و میوه‌های با ۱۵ دقیقه پرتودهی دارای پوشش که در جعبه‌های شکاف‌دار نگهداری گردیدند به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را داشتند. ضریب همبستگی ساده بین میزان آنتوسیانین کل آب میوه و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در ماه‌های دوم و چهارم انبارداری درسطح ۵ درصد معنی‌دار شد (r =۰/۴۱).

در یک مطالعه مشخص شد که استفاده از تیمار UV-C موجب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی آریل‌های انار نسبت به شاهد گردید. تیمار فرابنفش با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و کاهش فعالیت پراکسیداز (POD) و افزایش فعالیت فنیل آلانین آمونیالاز (PAL) باعث تولید ترکیبات فنلی بیشتر و جلوگیری از تخریب فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی ازجمله آنتوسیانین‌ها شد (مقومی، ۱۳۹۱).

فراوانی آلودگی میکروبی

الف. آلودگی باکتریایی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر بسته‌بندی و پرتو فرابنفش بر تعداد پرگنه‌های باکتری آب میوه‌ی انار کشت شده به‌مدت ۷۲ ساعت روی محیط‌کشت‌های NA و PDA در برخی از دوره‌های انبارداری معنی‌دار و در برخی غیرمعنی‌دار بود، اما اثر متقابل دو تیمار فوق روی آلودگی باکتریایی آب میوه کشت شده روی محیط NA در همه دوره‌ها به‌غیر از ماه سوم و کشت شده روی PDA در همه دوره‌ها به‌غیر از ماه دوم معنی‌دار بود (جداول ۶ و ۷). براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها قبل از شروع انبارداری، تعداد پرگنه باکتری در نمونه‌ها بیشتر از تعداد پرگنه قارچ بود. در اولین ماه انبارداری، در میوه‌های پرتوتابی نشده بیش‌ترین تعداد پرگنه باکتری روی محیط‌کشت NA در میوه‌های بدون پوشش پلی‌اتیلن که در جعبه‌های فاقد شکاف نگهداری گردیدند مشاهده شد، اما در میوه‌های با ۵ و ۱۵ دقیقه پرتوتابی، نوع بسته‌بندی اثری بر آلودگی باکتریایی نداشت. در دومین ماه انبارداری نیز آلودگی باکتریایی میوه‌های پرتوتابی نشده که درون جعبه‌های فاقد شکاف بسته‌بندی شدند بیش‌تر از میوه‌های داخل جعبه‌های شکاف‌دار بود، اما آلودگی میوه‌های با ۱۵ دقیقه پرتوتابی وقتی درون جعبه‌های فاقد شکاف نگهداری گردیدند کم‌تر از میوه‌های داخل جعبه‌های شکاف‌دار بود. تعداد پرگنه باکتری در میوه‌های دارای پوشش پلی‌اتیلن که به‌مدت ۵ دقیقه با پرتو فرابنفش تیمار شدند و در جعبه‌های شکاف‌دار بسته‌بندی گردیدند نسبت به میوه‌های بدون پوشش داخل جعبه‌های حاوی شکاف کمتر بود. در ماه آخر انبارداری، میوه‌های شاهد بدون پوشش نسبت به میوه‌های پوشش‌دار آلودگی باکتریایی بیش‌تری داشتند، ولی با ۱۵ دقیقه پرتوتابی وقتی در جعبه‌های فاقد شکاف انبار شدند کم‌ترین آلودگی را نشان دادند (جدول ۸).

در اولین ماه انبارداری نوع بسته‌بندی اثری بر آلودگی باکتریایی نمونه‌های شاهد و ۵ دقیقه پرتوتابی شده روی محیط کشت PDA نداشت، اما در تیمار ۱۵ دقیقه پرتوتابی، بیش‌ترین تعداد پرگنه باکتری در میوه‌های دارای پوشش پلی‌اتیلن موجود در جعبه‌های فاقد شکاف مشاهده شد. در سومین ماه انبارداری نیز آلودگی باکتریایی میوه‌های بدون پوشش که در معرض پرتو فرابنفش قرار نگرفته بودند بیش‌تر از میوه‌های پوشش‌دار بود. وقتی میوه‌ها به‌مدت ۱۵ دقیقه پرتوتابی شدند نوع بسته‌بندی اثری بر آلودگی باکتریایی آن‌ها نداشت. در ماه آخر انبارداری، میوه‌های موجود در جعبه‌های بدون شکاف و بدون پوشش پلی‌اتیلنی که پرتوتابی نشده بودند در آلودگی باکتریایی بیش‌تری نشان دادند. در بازه زمانی ۵ دقیقه، میوه‌های درون جعبه‌های فاقد شکاف نسبت به جعبه‌های شکاف‌دار، تعداد پرگنه باکتری بیش‌تری داشتند (جدول ۹).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲: تجزیه واریانس اثر بسته‌بندی و پرتو فرابنفش بر مقدار آنتوسیانین کل آب میوه‌ی انار رقم ملس ساوه طی انبارداری
Table 2: Analysis of variance of the effect of packaging and UV irradiation on pomegranate fruit (cv. Malas Saveh) juice Anthocyanin content during storage

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares			
		ماه اول 1st month	ماه دوم 2nd month	ماه سوم 3rd month	ماه چهارم 4th month
بسته‌بندی Packaging	6	0.60ns	1.51ns	1.26ns	0.52ns
پرتو فرابنفش UV irradiation	2	0.50ns	0.25ns	0.05ns	0.47ns
بسته‌بندی × پرتو فرابنفش Packaging × UV irradiation	6	0.91*	0.46ns	0.54ns	0.65ns
خطای آزمایشی Experimental error	24	0.31	0.69	1.30	0.65
ضریب تغییرات CV	-	11.98	16.21	20.86	17.12

ns: غیرمعنی‌دار، *: معنی‌دار در سطح ۵ درصد
ns: Non-significant, *: Significant at the level of 5%

نمونه‌های شاهد نسبت به نمونه‌هایی که ۵ و ۱۵ دقیقه پرتوتابی شدند، میزان آلودگی باکتریایی بیش‌تری روی هر دو محیط نشان دادند. *پالا* و *توکلوکو*[1] (2011) گزارش کردند که پرتو فرابنفش بار میکروبی در آب میوه انار را کاهش می‌دهد. در مطالعه‌ای که *لوپز – روبیرا* و همکاران (2005) روی عمر قفسه‌ای و کیفیت اولیه فرآورده انار با استفاده از اتمسفر تغییر داده شده و تیمار اشعه فرابنفش انجام دادند مشخص کردند که استفاده از UV-C تأثیری روی مخمرها و کپک‌ها نداشت. محققین ذکر شده اثر مقادیر مختلف UV-C روی آریل از نظر رشد میکروبی نامشخص اعلام کردند. مقومی (۱۳۹۱) نیز گزارش نمود که استفاده از پرتو UV-C در کاهش جمعیت باکتریایی آریل‌ها مؤثر بود.

ب. آلودگی قارچی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر بسته‌بندی و پرتو فرابنفش بر تعداد پرگنه‌های قارچ آب میوه‌ی انار کشت شده به‌مدت ۷۲ ساعت روی محیط‌کشت‌های NA و PDA در غالب دوره‌های انبارداری معنی‌دار بود، اما اثر متقابل دو تیمار فوق روی آلودگی قارچی آب میوه کشت شده روی هر دو محیط در تمامی دوره‌های انبارداری معنی‌دار بود (جداول ۱۰ و ۱۱). براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها میوه‌های شاهد دارای پوشش که در جعبه‌های بدون شکاف نگهداری شدند بیش‌ترین میزان آلودگی قارچی را روی محیط‌کشت NA نشان دادند، ولی پرتوتابی میوه‌ها در بازه زمانی ۵ دقیقه باعث شد که در ماه‌های اول و سوم انبارداری، بیش‌ترین تعداد پرگنه قارچ در میوه‌های بدون پوشش موجود در هر دو جعبه‌های شکاف‌دار و بدون شکاف ایجاد شود. زمانی‌که میوه‌ها به‌مدت ۱۵ دقیقه پرتوتابی شدند تأثیر نوع بسته‌بندی بر آلودگی قارچی از یک روند مشخص تبعیت نکرد (جدول ۱۲).

در ماه اول انبارداری، میوه‌های شاهد پوشش‌دار که در جعبه‌های فاقد شکاف نگهداری شدند از بیش‌ترین آلودگی قارچی روی محیط PDA برخوردار شدند، ولی میوه‌های فاقد پوشش نگهداری شده در جعبه‌های فاقد شکاف که به‌مدت ۵ دقیقه پرتوتابی شده بودند بیش‌ترین تعداد پرگنه قارچ را نشان دادند. پرتوتابی به‌مدت ۱۵ دقیقه به‌همراه استفاده از پوشش پلی‌اتیلن اثرات مشخصی بر شدت آلودگی قارچی نداشت، به‌طوری‌که بیش‌ترین و کم‌ترین آلودگی قارچی به‌ترتیب مربوط به میوه‌های پوشش‌دار و بدون پوشش موجود در جعبه‌های واجد شکاف بود. در دومین ماه انبارداری، نوع بسته‌بندی بر آلودگی قارچی میوه‌هایی که به‌مدت ۵ دقیقه پرتوتابی شده بودند اثر نداشت، اما در تیمار شاهد و ۱۵ دقیقه پرتوتابی، بیش‌ترین آلودگی قارچی به‌ترتیب در میوه‌های بدون پوشش موجود در جعبه‌های فاقد شکاف و میوه‌های پوشش‌دار موجود در جعبه‌های شکاف‌دار مشاهده شد. در سومین ماه انبارداری، فقط میوه‌های شاهد دارای پوشش که در جعبه‌های فاقد شکاف نگهداری شدند بالاترین آلودگی قارچی را نشان دادند، اما در پرتوتابی به‌مدت ۵ و ۱۵ دقیقه، نوع بسته‌بندی اثری روی آلودگی قارچی نمونه‌ها نداشت (جدول ۱۳).

طی انبارداری، بیش‌ترین میزان آلودگی قارچی میوه‌های شاهد دارای پوشش پلی‌اتیلن مشاهده شد. طلایی و همکاران (۱۳۸۳) طی مطالعه روی تأثیر تیمارهای آب گرم و پوشش

1. Pala and Toklucu

www.SID.ir

Archive of SID

پلی‌اتیلن بر انبارمانی و کیفیت میوه انار رقم ملس ساوه مشاهده کردند که استفاده از پوشش‌های پلی اتیلنی به‌طور معنی‌داری سبب تحریک رشد قارچ‌ها و افزایش آلودگی گردید، به‌طوری‌که میوه‌های بدون پوشش پلی‌اتیلن دارای کم‌ترین میزان آلودگی بودند. مستوفی و اصغری مرجانلو (۱۳۸۹) طی بررسی‌های خود اعلام کردند که بیش‌ترین آلودگی قارچی میوه توت‌فرنگی در نمونه‌های پرتوتابی نشده مشاهده گردید.

جدول ۳: مقایسه میانگین اثر نوع بسته‌بندی و پرتو فرابنفش و اثر متقابل آن‌ها بر مقدار آنتوسیانین کل (میکرومول در کیلوگرم وزن میوه تازه) آب میوه‌ی انار رقم ملس ساوه طی نگهداری در انبار سرد

Table 3: Mean comparison of the effect of packaging, UV irradiation and their interaction on pomegranate fruit (cv. Malas Saveh) juice total Anthocyanin content (μM kg^{-1} fruit FW) during cold storage

تیمارها Treatments	ماه پس از انبارداری Month after storage			
	1	2	3	4
P_1	19.29[b]	23.91[a]	33.89[a]	21.29[a]
P_2	20.92[ab]	32.10[a]	29.15[a]	20.53[a]
P_3	25.50[a]	23.16[a]	26.69[a]	25.85[a]
P_4	22.60[ab]	29.55[a]	34.60[a]	23.53[a]
U_1	23.02[a]	25.32[a]	31.78[a]	21.46[a]
U_2	19.91[a]	28.57[a]	30.17[a]	22.30[a]
U_3	23.31[a]	27.66[a]	31.29[a]	24.64[a]
P_1U_1	19.27[bc]	26.25[ab]	39.47[a]	16.86[a]
P_1U_2	21.90[abc]	26.26[ab]	31.89[a]	20.11[a]
P_1U_3	16.71[c]	19.24[b]	30.30[a]	26.91[a]
P_2U_1	20.88[bc]	28.92[ab]	29.96[a]	20.39[a]
P_2U_2	18.27[c]	30.21[ab]	25.23[a]	20.94[a]
P_2U_3	23.63[abc]	37.19[a]	32.26[a]	20.25[a]
P_3U_1	31.77[a]	18.18[b]	27.34[a]	28.63[a]
P_3U_2	15.86[c]	26.55[ab]	24.36[a]	19.90[a]
P_3U_3	28.88[ab]	24.77[ab]	28.38[a]	29.04[a]
P_4U_1	20.18[bc]	27.94[ab]	30.38[a]	19.96[a]
P_4U_2	23.62[abc]	31.26[ab]	39.21[a]	28.26[a]
P_4U_3	24.02[abc]	29.44[ab]	34.21[a]	22.37[a]

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم‌اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند. P_1، P_2، P_3 و P_4 به‌ترتیب نشانگر جعبه بدون شکاف محتوی میوه‌های بدون پوشش پلی‌اتیلن، جعبه بدون شکاف با میوه‌های پوشش‌دار، جعبه شکاف‌دار با میوه‌های بدون پوشش و جعبه شکاف‌دار با میوه‌های پوشش‌دار می‌باشند. U_1، U_2 و U_3 به‌ترتیب بیانگر پرتوتابی شده با پرتو فرابنفش به‌مدت صفر (شاهد)، ۵ و ۱۵ دقیقه می‌باشند

Means in each column having the same letters are not significantly different at the level of 5%. P_1, P_2, P_3 and P_4 indicate box without gap containing non-polyethylene-covered fruits, box without gap containing polyethylene-covered fruits, box with gap containing non-polyethylene-covered fruits and box with gap containing polyethylene-covered fruits, respectively. U_1, U_2 and U_3 show UV irradiated for 0.0 (Control), 5 and 15 minutes, respectively

جدول ۴: تجزیه واریانس اثر بسته‌بندی و پرتو فرابنفش بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی آب میوه‌ی انار رقم ملس ساوه طی انبارداری

Table 4: Analysis of variance of the effect of packaging and UV irradiation on pomegranate fruit (cv. Malas Saveh) juice Antioxidant activity during storage

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares			
		ماه اول 1st month	ماه دوم 2nd month	ماه سوم 3rd month	ماه چهارم 4th month
بسته‌بندی Packaging	3	39.93[ns]	170.82[*]	67.59[ns]	111.70[ns]
پرتو فرابنفش UV irradiation	2	18.39[ns]	378.12[**]	847.24[*]	8.56[ns]
بسته‌بندی × پرتو فرابنفش Packaging × UV irradiation	6	16.81[ns]	27.10[ns]	278.07[ns]	39.40[ns]
خطای آزمایشی Experimental error	24	58.59	43.60	234.96	160.03
ضریب تغییرات CV	-	11.75	10.21	23.39	15.10

ns: غیرمعنی‌دار، *: معنی‌دار در سطح ۵ درصد، **: معنی‌دار در سطح ۱ درصد

ns: Non-significant, *: Significant at the level of 5%, **: Significant at the level of 1%

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵: مقایسه میانگین اثر نوع بسته‌بندی، پرتو فرابنفش و اثر متقابل آن‌ها بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی (درصد بازدارندگی DPPH) آب میوه‌ی انار رقم ملس ساوه طی نگهداری در انبار سرد

Table 5: Mean comparison of the effect of packaging, UV irradiation and their interaction on pomegranate fruit (cv. Malas Saveh) juice antioxidant activity (DPPH inhibition percentage) during cold storage

ماه پس از انبارداری Month after storage				تیمارها Treatments
4	3	2	1	
88.33[a]	65.28[a]	62.61[b]	66.49[a]	P_1
82.84[a]	69.42[a]	65.76[ab]	64.15[a]	P_2
83.97[a]	64.04[a]	60.08[b]	67.21[a]	P_3
79.83[a]	63.27[a]	70.19[a]	62.65[a]	P_4
82.78[a]	63.65[ab]	58.24[b]	63.70[a]	U_1
84.38[a]	74.68[a]	68.65[a]	65.93[a]	U_2
84.06[a]	58.18[b]	67.10[a]	65.75[a]	U_3
83.23[a]	58.46[ab]	58.26[cd]	65.50[a]	P_1U_1
87.09[a]	74.26[ab]	65.93[abc]	67.46[a]	P_1U_2
94.68[a]	63.13[ab]	63.65[cb]	66.52[a]	P_1U_3
83.96[a]	63.01[ab]	61.90[cb]	61.18[a]	P_2U_1
84.36[a]	79.84[ab]	68.84[abc]	65.46[a]	P_2U_2
80.20[a]	65.44[ab]	66.56[abc]	65.83[a]	P_2U_3
83.80a	56.59ab	50.06d	67.56a	P3U1
84.94a	81.94a	63.50bc	69.53a	P3U2
83.17a	53.60ab	66.68abc	64.55a	P3U3
80.15a	76.58ab	62.75bc	60.57a	P4U1
81.15a	62.69ab	76.31a	61.29a	P4U2
78.20a	50.57b	71.51ab	66.09a	P4U3

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند. P_1، P_2، P_3 و P_4 به‌ترتیب نشانگر جعبه بدون شکاف محتوی میوه‌های بدون پوشش پلی‌اتیلن، جعبه بدون شکاف با میوه‌های پوشش‌دار، جعبه شکاف‌دار با میوه‌های بدون پوشش و جعبه شکاف‌دار با میوه‌های پوشش‌دار می‌باشند. U_1، U_2 و U_3 به‌ترتیب بیانگر پرتوتابی شده با پرتو فرابنفش به‌مدت صفر (شاهد)، ۵ و ۱۵ دقیقه می‌باشند

Means in each column having the same letters are not significantly different at the level of 5%. P_1, P_2, P_3 and P_4 indicate box without gap containing non-polyethylene-covered fruits, box without gap containing polyethylene-covered fruits, box with gap containing non-polyethylene-covered fruits and box with gap containing polyethylene-covered fruits, respectively. U_1, U_2 and U_3 show UV irradiated for 0.0 (Control), 5 and 15 minutes, respectively

جدول ۶: تجزیه واریانس اثر بسته‌بندی و پرتو فرابنفش بر تعداد پرگنه‌های باکتری آب میوه‌ی انار کشت شده به‌مدت ۷۲ساعت روی محیط‌کشت NA طی انبارداری

Table 6: Analysis of variance of the effect of packaging and UV irradiation on the number of bacterial colonies in pomegranate fruit (cv. Malas Saveh) juice 72 hours after culture on NA growth medium during storage

میانگین مربعات Mean squares				درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
ماه چهارم 4th month	ماه سوم 3rd month	ماه دوم 2nd month	ماه اول 1st month		
27.92**	1.31ns	13.25**	7.79**	3	بسته‌بندی Packaging
10.13ns	0.90ns	1.01ns	5.45**	2	پرتو فرابنفش UV irradiation
48.14**	1.27ns	26.58**	7.64**	6	بسته‌بندی × پرتو فرابنفش Packaging × UV irradiation
3.67	0.57	2.42	0.61	24	خطای آزمایشی Experimental error
37.70	36.04	33.58	29.88	-	ضریب تغییرات CV

ns: غیرمعنی‌دار، **: معنی‌دار در سطح ۱ درصد

ns: Non-significant, **: Significant at the level of 1%

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷: تجزیه واریانس اثر بسته‌بندی و پرتو فرابنفش بر تعداد پرگنه‌های باکتری آب میوه‌ی انار کشت شده به‌مدت ۷۲ساعت روی محیط‌کشت PDA طی انبارداری

Table 7: Analysis of variance of the effect of packaging and UV irradiation on the number of bacterial colonies in pomegranate fruit (cv. Malas Saveh) juice 72 hours after culture on PDA growth medium during storage

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares			
		ماه اول 1st month	ماه دوم 2nd month	ماه سوم 3rd month	ماه چهارم 4th month
بسته‌بندی Packaging	3	0.92ns	4.52ns	24.24**	0.25**
پرتو فرابنفش UV irradiation	2	0.39ns	17.76**	4.94ns	0.01ns
بسته‌بندی × پرتو فرابنفش Packaging × UV irradiation	6	1.86**	5.60ns	8.01*	0.42**
خطای آزمایشی Experimental error	24	0.46	2.86	2.46	0.02
ضریب تغییرات CV	-	35.43	35.38	46.31	41.35

ns: غیرمعنی‌دار، *: معنی‌دار در سطح ۵ درصد، **: معنی‌دار در سطح ۱ درصد

ns: Non-significant, *: Significant at the level of 5%, **: Significant at the level of 1%

جدول ۸: مقایسه میانگین اثر نوع بسته‌بندی، پرتو فرابنفش و اثر متقابل آن‌ها بر تعداد پرگنه‌های باکتری آب میوه‌ی انار رقم ملس ساوه در محیط‌کشت NA طی نگهداری در انبار سرد

Table 8: Mean comparison of the effect of packaging, UV irradiation and their interaction on the number of bacterial colonies in pomegranate fruit (cv. Malas Saveh) juice cultured on NA growth medium during cold storage

تیمارها Treatments	ماه پس از انبارداری Month after storage			
	1	2	3	4
P_1	17.76^{a}	13.66^{b}	4.10^{ab}	61.10^{a}
P_2	6.10^{b}	23.43^{b}	7.54^{a}	9.43^{c}
P_3	3.98^{b}	39.99^{a}	3.43^{b}	35.99^{ab}
P_4	5.21^{b}	19.54^{b}	5.21^{ab}	26.77^{b}
U_1	14.26^{a}	22.35^{a}	6.35^{a}	51.77^{a}
U_2	4.01^{b}	27.18^{a}	4.26^{a}	27.68^{ab}
U_3	6.51^{b}	22.93^{a}	4.60^{a}	20.52^{b}
P_1U_1	42.10^{a}	28.10^{bc}	4.76^{b}	122.43^{a}
P_1U_2	5.43^{bcd}	8.43^{def}	2.10^{b}	58.77^{abc}
P_1U_3	5.77^{bcd}	4.43^{f}	5.43^{ab}	2.10^{f}
P_2U_1	1.77^{cd}	40.10^{b}	11.43^{a}	6.77^{ef}
P_2U_2	4.43^{cd}	23.10^{bcde}	7.43^{ab}	5.10^{ef}
P_2U_3	12.10^{b}	7.10^{ef}	3.76^{b}	16.43^{def}
P_3U_1	8.10^{bc}	11.77^{cdef}	3.10^{b}	76.43^{ab}
P_3U_2	1.43^{d}	74.77^{a}	5.10^{ab}	4.10^{ef}
P_3U_3	2.43^{cd}	33.43^{bcd}	2.10^{b}	27.43^{cde}
P_4U_1	5.10^{cd}	9.43^{def}	6.10^{ab}	1.43^{f}
P_4U_2	4.77^{cd}	2.43^{f}	2.43^{b}	42.77^{bcd}
P_4U_3	5.77^{bcd}	46.77^{b}	7.10^{ab}	36.10^{bcd}

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند. P_1، P_2، P_3 و P_4 به ترتیب نشانگر جعبه بدون شکاف محتوی میوه‌های بدون پوشش پلی‌اتیلن، جعبه بدون شکاف با میوه‌های پوشش‌دار، جعبه شکاف‌دار با میوه‌های بدون پوشش و جعبه شکاف‌دار با میوه‌های پوشش‌دار می‌باشند. U_1، U_2 و U_3 به‌ترتیب بیانگر پرتوتابی شده با پرتو فرابنفش به‌مدت صفر (شاهد)، ۵ و ۱۵ دقیقه می‌باشند.

Means in each column having the same letters are not significantly different at the level of 5%. P_1, P_2, P_3 and P_4 indicate box without gap containing non-polyethylene-covered fruits, box without gap containing polyethylene-covered fruits, box with gap containing non-polyethylene-covered fruits and box with gap containing polyethylene-covered fruits, respectively. U_1, U_2 and U_3 show UV irradiated for 0.0 (Control), 5 and 15 minutes, respectively

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۹: مقایسه میانگین اثر نوع بسته‌بندی، پرتو فرابنفش و اثر متقابل آن‌ها بر تعداد پرگنه‌های باکتری آب میوه‌ی انار رقم ملس ساوه در محیط‌کشت PDA طی نگهداری در انبار سرد

Table 9: Mean comparison of the effect of packaging, UV irradiation and their interaction on the number of bacterial colonies in pomegranate fruit (cv. Malas Saveh) juice cultured on PDA growth medium during cold storage

ماه پس از انبارداری Month after storage				تیمارها Treatments
4	3	2	1	
49.21^{a}	25.10^{a}	23.32^{a}	4.43^{ab}	P_1
15.32^{a}	8.43^{b}	22.32^{a}	5.87^{a}	P_2
11.54^{a}	24.66^{a}	35.21^{a}	3.54^{ab}	P_3
2.32^{b}	2.66^{b}	17.88^{a}	2.65^{b}	P_4
35.52^{a}	20.93^{a}	35.77^{a}	3.68^{a}	U_1
11.27^{a}	14.35^{a}	23.85^{b}	3.60^{a}	U_2
12.02^{a}	10.35^{a}	14.43^{b}	5.10^{a}	U_3
131.43^{a}	44.43^{a}	38.43^{a}	5.43^{b}	P_1U_1
14.77^{bc}	5.77^{bc}	22.43^{ab}	4.10^{b}	P_1U_2
1.43^{d}	25.10^{ab}	9.10^{b}	3.76^{b}	P_1U_3
2.43^{d}	12.10^{bc}	45.10^{a}	1.43^{b}	P_2U_1
25.43^{b}	11.77^{bc}	12.77^{b}	4.10^{b}	P_2U_2
18.10^{bc}	1.43^{c}	9.10^{b}	12.10^{a}	P_2U_3
5.43^{cd}	25.77^{ab}	32.43^{ab}	4.43^{b}	P_3U_1
3.10^{d}	37.77^{a}	53.43^{a}	3.43^{b}	P_3U_2
26.10^{b}	10.43^{bc}	19.77^{ab}	2.76^{b}	P_3U_3
2.77^{d}	1.43^{c}	27.10^{ab}	3.43^{b}	P_4U_1
1.77^{d}	2.10^{c}	6.77^{b}	2.76^{b}	P_4U_2
2.43^{d}	4.43^{c}	19.77^{ab}	1.76^{b}	P_4U_3

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند. P_1، P_2، P_3 و P_4 به ترتیب نشانگر جعبه بدون شکاف محتوی میوه‌های بدون پوشش پلی‌اتیلن، جعبه بدون شکاف با میوه‌های پوشش‌دار، جعبه شکاف‌دار با میوه‌های بدون پوشش و جعبه شکاف‌دار با میوه‌های پوشش‌دار می‌باشند. U_1، U_2 و U_3 به‌ترتیب بیانگر پرتوتابی شده با پرتو فرابنفش به‌مدت صفر (شاهد)، ۵ و ۱۵ دقیقه می‌باشند

Means in each column having the same letters are not significantly different at the level of 5%. P_1, P_2, P_3 and P_4 indicate box without gap containing non-polyethylene-covered fruits, box without gap containing polyethylene-covered fruits, box with gap containing non-polyethylene-covered fruits and box with gap containing polyethylene-covered fruits, respectively. U_1, U_2 and U_3 show UV irradiated for 0.0 (Control), 5 and 15 minutes, respectively

جدول ۱۰: تجزیه واریانس اثر بسته‌بندی و پرتو فرابنفش بر تعداد پرگنه‌های قارچ آب میوه‌ی انار کشت شده به‌مدت ۷۲ساعت در محیط‌کشت NA طی انبارداری

Table 10: Analysis of variance of the effect of packaging and UV irradiation on the number of fungal colonies in pomegranate fruit (cv. Malas Saveh) juice 72 hours after culture on NA growth medium during storage

میانگین مربعات Mean squares				درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
ماه چهارم 4th month	ماه سوم 3rd month	ماه دوم 2nd month	ماه اول 1st month		
1.07**	0.54^{ns}	3.17**	61.61**	3	بسته‌بندی Packaging
0.41*	2.05**	6.46**	13.48*	2	پرتو فرابنفش UV irradiation
1.27**	4.30**	5.29**	124.25**	6	بسته‌بندی × پرتو فرابنفش Packaging × UV irradiation
0.12	0.35	0.37	3.70	24	خطای آزمایشی Experimental error
30.45	41.78	47.42	42.24	-	ضریب تغییرات CV

ns: غیرمعنی‌دار، *: معنی‌دار در سطح ۵ درصد، **: معنی‌دار در سطح ۱ درصد

ns: Non-significant, *: Significant at the level of 5%, **: Significant at the level of 1%

کیفیت ظاهری میوه‌ها

براساس نتایج تجزیه واریانس، اثر بسته‌بندی روی کیفیت ظاهری میوه در همه دوره‌های انبارداری به‌غیر از ماه دوم معنی‌دار بود، اما پرتو فرابنفش در هیچ‌یک از دوره‌های انبارداری روی این ویژگی اثر معنی‌دار نداشت و اثر متقابل دو تیمار روی کیفیت ظاهری میوه فقط در ماه سوم انبارداری معنی دار شد (جدول ۱۴). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین کیفیت ظاهری میوه‌ی انار در اولین ماه انبارداری

www.SID.ir

Archive of SID

مربوط به میوه‌های دارای پوشش پلی‌اتیلن موجود در جعبه‌های حاوی شکاف بود که اختلاف معنی‌داری با میوه‌های بدون پوشش نگهداری شده در جعبه‌های فاقد شکاف داشت. در سومین و چهارمین ماه انبارداری نیز بیش‌ترین کیفیت ظاهری میوه متعلق به میوه‌های دارای پوشش پلی‌اتیلن بود و اثر نوع جعبه (شکاف‌دار و بدون شکاف) در این رابطه جزئی بود. به‌جز دومین ماه انبارداری، میوه‌های دارای پوشش پلی‌اتیلن (بدون توجه به نوع تیمار پرتوتابی) همواره دارای کیفیت ظاهری بالاتری نسبت به میوه‌های بدون پوشش بودند (جدول ۱۵).

جدول ۱۱: تجزیه واریانس اثر بسته‌بندی و پرتو فرابنفش بر تعداد پرگنه‌های قارچ آب میوه‌ی انار کشت شده به‌مدت ۷۲ساعت در محیط‌کشت PDA طی انبارداری

Table 11: Analysis of variance of the effect of packaging and UV irradiation on the number of fungal colonies in pomegranate fruit (cv. Malas Saveh) juice 72 hours after culture on PDA growth medium during storage

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares			
		ماه اول 1st month	ماه دوم 2nd month	ماه سوم 3rd month	ماه چهارم 4th month
بسته‌بندی Packaging	3	56.98**	1.79**	1.07ns	4.78**
پرتو فرابنفش UV irradiation	2	3.62ns	2.38**	0.42ns	0.08ns
بسته‌بندی × پرتو فرابنفش Packaging × UV irradiation	6	141.59**	2.61**	1.54**	1.90**
خطای آزمایشی Experimental error	24	2.43	0.35	0.35	0.45
ضریب تغییرات CV	–	33.72	40.53	42.36	43.54

ns: غیرمعنی‌دار، **: معنی‌دار در سطح ۱ درصد

ns: Non-significant, **: Significant at the level of 1%

جدول ۱۲: مقایسه میانگین اثر نوع بسته‌بندی، پرتو فرابنفش و اثر متقابل آن‌ها بر تعداد پرگنه‌های قارچ آب میوه‌ی انار رقم ملس ساوه در محیط‌کشت NA طی نگهداری در انبار سرد

Table 12: Mean comparison of the effect of packaging, UV irradiation and their interaction on the number of fungal colonies in pomegranate fruit (cv. Malas Saveh) juice cultured on NA growth medium during cold storage

تیمارها Treatments	ماه پس از انبارداری Month after storage			
	1	2	3	4
P_1	33.99^{b}	7.65^{a}	1.76^{a}	0.98^{bc}
P_2	93.88^{a}	0.32^{c}	4.43^{a}	2.54^{a}
P_3	2.32^{c}	0.43^{bc}	2.54^{a}	0.43^{c}
P_4	33.10^{b}	1.98^{b}	1.54^{a}	1.43^{ab}
U_1	67.85^{a}	0.76^{b}	3.85^{a}	1.76^{a}
U_2	25.77^{b}	0.26^{b}	2.93^{a}	0.68^{b}
U_3	28.85^{ab}	6.76^{a}	0.93^{b}	1.60^{ab}
P_1U_1	1.4^{c}	0.43^{b}	1.43^{b}	0.43^{d}
P_1U_2	98.1^{b}	0.43^{b}	3.10^{b}	0.76^{cd}
P_1U_3	2.4^{c}	22.10^{a}	0.76^{b}	1.76^{bc}
P_2U_1	262.8^{a}	0.10^{b}	12.43^{a}	6.43^{a}
P_2U_2	1.1^{c}	0.43^{b}	0.43^{b}	0.10^{cd}
P_2U_3	17.8^{c}	0.43^{b}	0.43^{b}	1.10^{cd}
P_3U_1	2.8^{c}	0.10^{b}	0.10^{b}	0.10^{cd}
P_3U_2	1.8^{c}	0.10^{b}	7.43^{a}	0.76^{cd}
P_3U_3	2.4^{c}	1.10^{b}	0.10^{b}	0.43^{d}
P_4U_1	4.4^{c}	2.43^{b}	1.43^{b}	0.10^{cd}
P_4U_2	2.1^{c}	0.10^{b}	0.76^{b}	1.10^{cd}
P_4U_3	92.8^{b}	3.43^{b}	2.43^{b}	3.10^{b}

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند. P_1، P_2، P_3 و P_4 به‌ترتیب نشانگر جعبه بدون شکاف محتوی میوه‌های بدون پوشش پلی‌اتیلن، جعبه بدون شکاف با میوه‌های پوشش‌دار، جعبه شکاف‌دار با میوه‌های بدون پوشش و جعبه شکاف‌دار با میوه‌های پوشش‌دار می‌باشند. U_1، U_2 و U_3 به‌ترتیب بیانگر پرتوتابی شده با پرتو فرابنفش به‌مدت صفر (شاهد)، ۵ و ۱۵ دقیقه می‌باشند

Means in each column having the same letters are not significantly different at the level of 5%. P_1, P_2, P_3 and P_4 indicate box without gap containing non-polyethylene-covered fruits, box without gap containing polyethylene-covered fruits, box with gap containing non-polyethylene-covered fruits and box with gap containing polyethylene-covered fruits, respectively. U_1, U_2 and U_3 show UV irradiated for 0.0 (Control), 5 and 15 minutes, respectively

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۳: مقایسه میانگین اثر نوع بسته‌بندی، پرتو فرابنفش و اثر متقابل آن‌ها بر تعداد پرگنه‌های قارچ آب میوه‌ی انار رقم ملس ساوه در محیط‌کشت PDA طی نگهداری در انبار سرد

Table 13: Mean comparison of the effect of packaging, UV irradiation and their interaction on the number of fungal colonies in pomegranate fruit (cv. Malas Saveh) juice cultured on PDA growth medium during cold storage

تیمارها Treatments	ماه پس از انبارداری Month after storage			
	1	2	3	4
P_1	33.77^{b}	4.98^{a}	1.54^{b}	0.54^{b}
P_2	86.10^{a}	1.10^{b}	4.32^{a}	4.54^{a}
P_3	2.88^{c}	0.54^{b}	0.98^{b}	1.10^{b}
P_4	39.77^{b}	3.21^{ab}	1.76^{b}	6.21^{a}
U_1	62.02^{a}	4.43^{a}	3.01^{a}	3.85^{a}
U_2	27.77^{a}	0.51^{b}	2.18^{a}	2.60^{a}
U_3	32.10^{a}	2.43^{ab}	1.26^{a}	2.85^{a}
P_1U_1	1.4^{cd}	13.76^{a}	0.10^{b}	0.76^{de}
P_1U_2	98.4^{b}	0.10^{c}	4.43^{b}	0.10^{de}
P_1U_3	1.4^{cd}	1.10^{c}	0.10^{b}	0.76^{de}
P_2U_1	243.4^{a}	1.43^{c}	10.10^{a}	9.76^{a}
P_2U_2	2.1^{cd}	1.10^{c}	1.43^{b}	0.76^{de}
P_2U_3	12.8^{c}	0.76^{c}	1.43^{b}	3.10^{bcde}
P_3U_1	1.1^{cd}	0.10^{c}	0.10^{b}	0.43^{e}
P_3U_2	7.1^{cd}	0.10^{c}	1.76^{b}	1.76^{cde}
P_3U_3	0.4^{d}	1.43^{c}	1.10^{b}	1.10^{de}
P_4U_1	2.1^{cd}	2.43^{c}	1.76^{b}	4.43^{abcd}
P_4U_2	3.4^{cd}	0.76^{c}	1.10^{b}	7.76^{ab}
P_4U_3	113.8^{b}	6.43^{b}	2.43^{b}	6.43^{abc}

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند. P_1، P_2، P_3 و P_4 به ترتیب نشانگر جعبه بدون شکاف محتوی میوه‌های بدون پوشش پلی‌اتیلن، جعبه بدون شکاف با میوه‌های پوشش‌دار، جعبه شکاف‌دار با میوه‌های بدون پوشش و جعبه شکاف‌دار با میوه‌های پوشش‌دار می‌باشند. U_1، U_2 و U_3 به‌ترتیب بیانگر پرتوتابی شده با پرتو فرابنفش به‌مدت صفر (شاهد)، ۵ و ۱۵ دقیقه می‌باشند

Means in each column having the same letters are not significantly different at the level of 5%. P_1, P_2, P_3 and P_4 indicate box without gap containing non-polyethylene-covered fruits, box without gap containing polyethylene-covered fruits, box with gap containing non-polyethylene-covered fruits and box with gap containing polyethylene-covered fruits, respectively. U_1, U_2 and U_3 show UV irradiated for 0.0 (Control), 5 and 15 minutes, respectively

جدول ۱۴: تجزیه واریانس اثر بسته‌بندی و پرتو فرابنفش بر کیفیت ظاهری میوه‌ی انار طی انبارداری

Table 14: Analysis of variance of the effect of packaging and UV irradiation on the visual quality of pomegranate fruit (cv. Malas Saveh) during storage

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares			
		ماه اول 1st month	ماه دوم 2nd month	ماه سوم 3rd month	ماه چهارم 4th month
بسته‌بندی Packaging	3	2.35^{*}	0.16^{ns}	0.72^{**}	1.16^{**}
پرتو فرابنفش UV irradiation	2	0.19^{ns}	0.41^{ns}	0.14^{ns}	0.10^{ns}
بسته‌بندی × پرتو فرابنفش Packaging × UV irradiation	6	0.81^{ns}	0.19^{ns}	0.27^{*}	0.11^{ns}
خطای آزمایشی Experimental error	24	0.76	0.14	0.08	0.09
ضریب تغییرات CV	-	23.49	9.87	8.18	9.41

ns: غیرمعنی‌دار، *: معنی‌دار در سطح ۵ درصد، **: معنی‌دار در سطح ۱ درصد

ns: Non-significant, *: Significant at the level of 5%, **: Significant at the level of 1%

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۵: مقایسه میانگین اثر نوع بسته‌بندی، پرتو فرابنفش و اثر متقابل آن‌ها بر کیفیت ظاهری میوه‌ی انار رقم ملس ساوه طی نگهداری در انبار سرد

Table 15: Mean comparison of the effect of packaging, UV irradiation and their interaction on the visual quality of pomegranate fruit (cv. Malas Saveh) during storage

تیمارها Treatments	ماه پس از انبارداری Month after storage			
	1	2	3	4
P_1	3.13^{b}	3.61^{a}	3.43^{b}	3.06^{b}
P_2	3.58^{ab}	3.77^{a}	3.86^{a}	3.57^{a}
P_3	3.80^{ab}	3.91^{a}	3.34^{b}	3.03^{b}
P_4	4.36^{a}	3.88^{a}	3.88^{a}	3.74^{a}
U_1	3.86^{a}	3.72^{ab}	3.70^{a}	3.28^{a}
U_2	3.62^{a}	3.65^{b}	3.50^{a}	3.45^{a}
U_3	3.67^{a}	4.00^{a}	3.68^{a}	3.32^{a}
P_1U_1	3.63^{ab}	3.53^{b}	3.86^{ab}	3.20^{bcd}
P_1U_2	2.43^{b}	3.30^{b}	3.10^{d}	3.00^{d}
P_1U_3	3.33^{ab}	4.00^{ab}	3.33^{bcd}	3.00^{d}
P_2U_1	3.50^{ab}	4.00^{ab}	3.86^{ab}	3.20^{bcd}
P_2U_2	3.63^{ab}	3.60^{b}	3.73^{abc}	3.86^{a}
P_2U_3	3.63^{ab}	3.73^{ab}	4.00^{a}	3.66^{abc}
P_3U_1	4.00^{ab}	3.53^{b}	3.10^{d}	3.00^{d}
P_3U_2	3.43^{ab}	3.86^{ab}	3.20^{cd}	3.10^{cd}
P_3U_3	3.96^{ab}	4.33^{a}	3.73^{abc}	3.00^{d}
P_4U_1	4.33^{a}	3.83^{ab}	4.00^{a}	3.73^{ab}
P_4U_2	5.00^{a}	3.86^{ab}	4.00^{a}	3.86^{a}
P_4U_3	3.76^{ab}	3.96^{ab}	3.66^{abc}	3.63^{abc}

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند. P_1، P_2، P_3 و P_4 به‌ترتیب نشانگر جعبه بدون شکاف محتوی میوه‌های بدون پوشش پلی‌اتیلن، جعبه بدون شکاف با میوه‌های پوشش‌دار، جعبه شکاف‌دار و میوه‌های بدون پوشش و جعبه شکاف‌دار با میوه‌های پوشش‌دار می‌باشند. U_1، U_2 و U_3 به‌ترتیب بیانگر پرتوتابی شده با پرتو فرابنفش به‌مدت صفر (شاهد)، ۵ و ۱۵ دقیقه می‌باشند

Means in each column having the same letters are not significantly different at the level of 5%. P_1, P_2, P_3 and P_4 indicate box without gap containing non-polyethylene-covered fruits, box without gap containing polyethylene-covered fruits, box with gap containing non-polyethylene-covered fruits and box with gap containing polyethylene-covered fruits, respectively. U_1, U_2 and U_3 show UV irradiated for 0.0 (Control), 5 and 15 minutes, respectively

در این مطالعه مشخص گردید که استفاده از پوشش پلی‌اتیلن در حفظ کیفیت ظاهری میوه انار طی نگهداری در انبار سرد مؤثر بود. این یافته‌ها با نتایج بررسی‌های رنجبر و همکاران (۱۳۸۶) مطابقت داشت. *آکینو* و همکاران (2010) و *ناندا*[1] و همکاران (2001) نیز گزارش کردند که استفاده از پوشش در بسته‌بندی منجر به حفظ طراوت و تازگی میوه‌های انار طی انبارداری می‌شود. در این بررسی، پرتو فرابنفش تأثیری بر کیفیت ظاهری میوه‌ی انار نداشت. در مطالعاتی که روی اثر پرتو فرابنفش بر کیفیت ظاهری میوه‌ها و سبزی‌های مختلف انجام شده مشخص گردیده است که استفاده از پرتو فرابنفش با مقدار بالا یا مدت زمان طولانی ممکن است روی کیفیت ظاهری میوه‌ها و سبزی‌های مختلف تأثیر منفی داشته باشد اما برای رسیدن به نتایج دقیق تحقیقات بیش‌تری در این زمینه لازم است (*شاما*[2] و *آلدرسون*[3]، 2005).

نتیجه‌گیری کلی

میوه انار به‌عنوان یک منبع مغذی و مفید تحت تیمار UV-C به فواصل زمانی صفر، ۵ و ۱۵ دقیقه و نیز تیمارهای مختلف بسته‌بندی قرار گرفت. نوع جعبه (دارای شکاف یا بدون شکاف) تأثیر چندانی بر فاکتورهای اندازه‌گیری شده نداشت و اختلافات مشاهده شده عمدتاً مرتبط با استفاده از پوشش پلی‌اتیلن در اطراف میوه‌ها بود. پوشش پلی‌اتیلن در حفظ کیفیت ظاهری میوه‌ها بسیار مؤثر بود. این پوشش با ایجاد میکروواتمسفر حاوی رطوبت زیاد در اطراف محصول سبب حفظ طراوت و شادابی پوست انار شد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های شاهد نسبت به میوه‌های پرتوتابی شده به نسبت پایین بود. هم‌چنین بروز آلودگی‌های باکتریایی و قارچی در میوه‌های شاهد بیش‌تر از دو سطح دیگر پرتودهی بود. استفاده از پوشش پلی‌اتیلن تأثیر بسیار خوبی در کاهش آلودگی باکتریایی میوه‌ها داشت. اگرچه پوشش پلی‌اتیلن باعث افزایش آلودگی قارچی میوه‌ها شد، ولی پرتوتابی آن‌ها این اثرات منفی را شدیداً کاهش داد. به‌طوری‌کلی در این آزمایش مشخص گردید که پرتوتابی میوه‌ها به‌مدت ۵ دقیقه و سپس نگهداری آن‌ها در پوشش پلی‌اتیلن درون جعبه‌های حاوی شکاف بهترین نتیجه را در برداشت.

1. Nanda
2. Shama
3. Alderson

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

رنجبر، ح.، حسن‌پور، م.، عسگری سرچشمه، م. ع.، سمیع‌زاده لاهیجی، ح. ا. و بنی اسدی، ع. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر تیمارهای کلریدکلسیم، آب گرم و پوشش پلی‌اتیلن بر روی عمر انبارمانی و کیفیت میوه انار (رقم ملس ساوه). فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران، ۴ (۲): ۹-۱.

رنجبر، و. ا.، اسدی، ی.، حسینی‌نیا، م. ا. و بهزادی شهر بابکی، ح. ۱۳۸۳. راهنمای انار (کاشت، داشت و برداشت). نشر آموزش کشاورزی، ۱۵۴ صفحه.

شاکری، م.، میرحسینی، م. ر. و دهقانی، ف. ۱۳۸۶. بررسی و تعیین روش‌های کنترل پوسیدگی میوه انار در انبار. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، ۷۴: ۱۷۱-۱۶۵.

طلایی، ع.، عسگری سرچشمه، م. ع.، بهادران، ف. و شرافتیان، د. ۱۳۸۳. مطالعه آثار تیمارهای آب گرم و پوشش پلی‌اتیلن بر روی عمر انبارمانی و کیفیت میوه انار (رقم ملس ساوه). مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۵ (۲): ۳۷۷-۳۶۹.

عزیزی، ز. ۱۳۸۹. اثر کلریدکلسیم، اسید سالیسیلیک و نوع بسته‌بندی بر عمر قفسه‌ای و برخی ویژگی‌های کیفی سه رقم تجاری فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای (*C. annuum* L.). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا. ۱۳۸ صفحه

مستوفی، ی. و اصغری مرجانلو، ا. ۱۳۸۹. تأثیر پرتوتابی با UV-C بر کنترل پوسیدگی خاکستری و کیفیت پس از برداشت توت‌فرنگی (سلوا). مجله علوم باغبانی ایران، ۴۱ (۱): ۴۶-۳۹.

مقومی، م. ۱۳۹۱. مطالعه ویژگی‌های کیفی آریل انار ارقام ملس ساوه و مویار تحت تأثیر برخی تیمارهای پس از برداشت. پایان‌نامه دکتری باغبانی دانشکده پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران. ۱۸۶ صفحه

میرجلیلی، ع. ۱۳۸۱. شناخت انار. نشر آموزش کشاورزی. ۲۳۵ صفحه.

ودادی، س. و ناصریان، ب. ۱۳۸۳. تعیین دز مناسب پرتودهی جهت کاهش بار میکروبی زعفران. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، ۶۵: ۵۷-۵۳.

Alighourchi, H. and Barzegar, M. 2009. Some physicochemical characteristics and degradation kinetic of anthocyanin of reconstituted pomegranate juice during storage. Journal of Food Engineering, 90: 179-185.

Anand, P., Kulkarni, A., Somaradhya, M. and Soundar, D. 2004. Isolation and identification of a radical scavenging antioxidant punicalagin from pith and capillary membrane of pomegranate fruit. Food Chemistry, 214: 56-67.

Bakowska, A., Kucharska, A. Z. and Oszmianski, J. 2003. The effects of heating. UV irradiation, and storage on stability of the anthocyanin–polyphenol copigment complex. Food Chemistry, 81: 349-355.

Ben-Yehoshua, Sh., Rodov, R. V., Fishman, S. and Peretz, I. 1998. Packaging of ftuits and vegatables: Reducing condensation of water in Bell paper and mangoes. Acta Horticulturae, 464: 387-392.

D'Aquino, S., Palma, A., Schirra, M., Continella, A., Tribulato, E. and Malfa, S. L. 2010. Influence of film wrapping and fludioxonil application on quality of pomegranate fruit. Postharvest Biology and Technology, 55: 121-128.

Dierder, M. H., Aria, I. G. and Kader, A. A. 1998. Effect of carbon dioxide on anthocyanins, Phenylalanine Ammonialyase and Glucosyltransferase in the arils of stored pomegranates. Journal of American Society for Horticulture Science, 123 (1): 136-140.

Elyatem, S. M. and Kader, A. 1984. Post-harvest physiology and storage behaviour of pomegranate fruits. Scientia Horticulturae, 24: 287-298.

Erkan, M., Wang, C. Y. and Krizek, D. T. 2001. UV-C irradiation reduces microbial populations and deterioration in *Cucurbita pepo* fruit tissue. Environmental and Experimental Botany, 45: 1-9.

Erkan, M., Wang, S. Y. and Wang, C. Y. 2008. Effect of UV treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activity and decay in strawberry fruit. Postharvest Biology and Technology, 48: 163-171.

Gil, M. I., Tomas-Barberan, F. A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D. M. and Kader, A. A. 2000. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48: 4581-4589.

Jaiswal, V., DerMarderosian, A. and Porter, J. R. 2010. Anthocyanins and polyphenol oxidase from dried arils of pomegranate (*Punica granatum* L.). Food Chemistry, 118: 11-16.

Kader, A. A., Chardas, A. and Elyatem, S. 1984. Responses of pomegranate to ethylene treatment and storage temperature. California Agriculture, 38: 14-15.

Lopez-Rubira, V., Conesa, A., Allende, A. and Artes, F. 2005. Shelf life and overall quality of minimally processed pomegranate arils modified atmosphere packaged and treated with UV-C. Postharvest Biology and Technology, 37: 174-185.

Mazza, G., Brouillard, R. 1990. The mechanism of copigmention of anthocyanins in aqueous solution. Phytochemistry, 29: 1097-1102.

Miguel, G., Fontes, C., Antunes, D., Neves, A. and Martins, D. 2004. Anthocyanin concentration of Assaria pomegranate fruits during different cold storage conditions. Journal of Biomedicine and Biotechnology, 5: 338-342.

www.SID.ir

Archive of SID
Montero, T., Molla, E., Martin-Cabrejas, M. E. and Lopez-Andreu, F. J. 1998. Effect gibberellic acid on strawberry phenylanine-ammonia Lyase enzyme activites. Journal of Science and Food Agriculture, 77: 230-234.

Nanda, S., Sudhakar Rao, D. V. and Krishnamurthy, S. 2001. Effect of shrink film wrapping and storage temperature on the shelf life and quality of pomegranate fruits cv. Ganesh. Postharvest Biology and Technology, 22: 61-69.

Pala, C. U. and Toklucu, A. K. 2011. Effect of UV-C light on anthocyanin content and other quality parameters of pomegranate juice. Journal of Food Composition and Analysis, 24 (6):790-795.

Patil, S., Bourke, P., Frias, J. M., Tiwari, B. K. and Cullen, P. J. 2009. Inactivation of *Escherichia coli* in orange juice using ozone. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 10: 551-557.

Shama, G. and Alderson, P. 2005. UV hormesis in fruits: a concept ripe for commercialisation. Food Science and Technology, 16 (4): 128-136.

Stensvand, A. 1998. Evaluation of new fungicides and a biocontrol agent against grey mould in strawberry. Annals Applied Biology, 19: 70-71.

Villarreal, N. M., Martinez, G. A. and Civello, P. M. 2009. Influence of plant growth regulators on polygalacturonase expression in strawberry fruit. Plant Science, 176: 749-757.

www.SID.ir

فنآوری تولیدات گیاهی/ جلد ۱۹/ شمارهٔ ۱/ صفحات ۱۵۹-۱۴۳/ بهار و تابستان ۹۸
Archive of SID

The Effect of UV Irradiation and Packaging Type on Anthocyanin Content, Antioxidant Activity and Microbial Population in Pomegranate Fruit (cv. Malas Saveh) During Cold Storage

Esna-Ashari[1*], M., Fathi[2], L., Ershadi[3] A. and Zafari[4], D.

Abstract

Anthocyanin content, antioxidant activity and the bacterial and fungal colonies in pomegranate fruit juice as well as visual quality of the fruits (cv. Malas Saveh) were evaluated through 120 days of cold storage (5±1°C). Four packaging styles including gapped and closed wooden boxes with and without polyethylene fruit coverage, and three irradiation treatments comprising 0.0 (control), 5.0 and 15 minutes UV (1.435W.m^{-2} intensity) exposure time were applied. Packaging and UV irradiation treatments had no significant effects on anthocyanin content, but the interaction between these two factors was significant in this respect. Fruits with polyethylene coverage had the higher antioxidant activity compared to the non-covered samples. In addition, the greatest antioxidant capacity was obtained from the 5 minutes UV exposure time. Between the irradiation levels, the numbers of bacterial and fungal colonies were higher in the control fruits than the two other treatments. Using polyethylene coverage considerably reduced the bacterial contamination, while this increased the fungal infection, but irradiation of fruits greatly decreased the negative effect of polyethylene coverage on fungal infection. Overall, UV irradiation significantly controlled fungal infection without putting the negative effects on anthocyanin content, antioxidant activity as well as pomegranate fruit taste and flavor. In addition, utilization of polyethylene coverage could keep the visual quality of pomegranate (cv. Malas Saveh) fruit in cold storage.

Keywords: Polyethylene coverage, Bacterial and fungal colonies, Fungal rot, Fruit juice

1, 2 and 3. Professor, MSc Graduated Student and Associate Professor, Respectively, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
4. Associate Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
*: Corresponding author Email: m.esnaashari@basu.ac.ir

www.SID.ir