مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال هفتم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۱، صفحات ۱۰۲-۹۵

اثر بسته‌بندی با فیلم سلوفان و انبارداری سرد بر کیفیت نگهداری و عمر انبارمانی میوه ازگیل ژاپنی (*Eriobotrya japonica*)

مصطفی عشورنژاد[۱] ، محمود قاسم نژاد[۲]

۱- نویسنده مسئول: دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، پست الکترونیکی: ashoornejad@gmail.com
۲- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

تاریخ دریافت: ۹۰/۶/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۱۳

چکیده

سابقه و هدف: کوتاه بودن عمر انباری میوه ازگیل ژاپنی و حساسیت بالا به از دست دادن آب و قهوه‌ای شدن از عوامل اصلی محدودیت عرضه میوه‌ها به بازارهای دورتر است. هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر بسته‌بندی با فیلم سلوفان به همراه نگهداری در دمای پایین بر طولانی کردن عمر انبارداری و حفظ کیفیت میوه ازگیل ژاپنی بود.

مواد و روش‌ها: میوه‌های مورد استفاده پس از یکنواختی در بسته‌های جداگانه با پوشش فیلم سلوفانی و شاهد (بدون پوشش) قرار داده شدند و در دمای ۷°C با رطوبت نسبی ۵±۸۵٪ انبارداری شدند. ویژگی‌هایی مانند کاهش وزن میوه‌ها، قهوه‌ای شدن بافت خارجی، مواد جامد محلول، اسیدیته، ویتامین C، فنل کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات فلاونوئیدی(کوئرستین و کاتچین) میوه‌ها طی ۲۸ روز انبارداری اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: میوه‌های بسته‌بندی شده با فیلم سلوفان شاخص قهوه‌ای شدن کمتر و کیفیت ظاهری بهتری در پایان انبارداری داشتند، ولی میوه‌های بدون پوشش، بازارپسندی خود را در مدت کوتاهی از دست دادند. کاهش وزن میوه‌های با پوشش سلوفان به طور معنی‌داری کمتر از میوه‌های شاهد بود. افزایش مواد جامد محلول و کاهش اسیدیته قابل تیتراسیونِ میوه‌های بدون پوشش به طور معنی‌داری بیشتر از میوه‌های با پوشش در طی انبارداری بود. میزان آسکوربیک اسید، فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه ازگیل در پایان انبارداری کاهش یافت، اما فیلم سلوفان مانع از کاهش شدید آن‌ها جلوگیری کرد. کاهش میزان فلاونوئیدها (کوئرستین و کاتچین) در پایان انبارداری در میوه‌های پوشانده شده با سلوفان کمتر بود.

نتیجه‌گیری: بسته‌بندی با سلوفان به همراه انبارداری در دمای پایین می‌تواند روشی برای افزایش عمر انباری میوه‌های ازگیل ژاپنی و عرضه طولانی‌تر آن‌ها به بازار معرفی شود.

واژگان کلیدی: ازگیل ژاپنی، انبارداری، بسته‌بندی، ترکیبات فلاونوئیدی، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

• مقدمه

ازگیل ژاپنی با نام علمی *Eriobotrya japonica* از خانواده گل‌سرخیان است که در شمار میوه‌های نافرازگرا دسته‌بندی می‌شود (۱). میوه ازگیل ژاپنی با طعم و مزه بسیار مطلوب، دارای مقدار بالای ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مانند کارتنوئیدها، فلاونوئیدها، ویتامین C و ترکیبات فنلی است. مصرف این محصول می‌تواند میزان ابتلا به بسیاری از بیماری‌ها مانند سرطان و بیماری‌های قلبی و عروقی را کاهش دهد (۳، ۲). موطن اصلی این میوه ژاپن است؛ گرچه ممکن است از زمان‌های قدیم از چین به ژاپن رفته باشد (۴). در سال‌های اخیر، مصرف این میوه در ایران افزایش یافته است، اگرچه آمار دقیقی درباره میزان تولید و سطح زیر کشت آن وجود ندارد. میوه در زمان رسیدن تغییر رنگ می‌دهد و به رنگ زرد درمی‌آید، این حالت معمولاً۹۰ روز پس از گل‌دهی اتفاق می‌افتد (۱). مهم‌ترین عامل محدودکننده گسترش سطح زیر کشت این میوه انبارداری بسیار کوتاه آن است که در دمای معمولی یک تا دو روز بیشتر نیست. زیرا میوه‌ها نسبت به ازدست دادن آب حساس هستند و بلافاصله قهوه‌ای می‌شوند(۵). بسیاری از عوامل و شرایط قبل و پس از برداشت، ارزش غذایی و عمر ماندگاری فراورده‌های باغی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. برداشت میوه‌ها به همراه خوشه و بسته‌بندی آن می‌تواند ماندگاری را طولانی کند(۴). دما از عوامل مهمی است که در افزایش عمر انباری

و حفظ کیفیت تازه‌خوری میوه‌ها و سبزی‌ها نقش کلیدی دارد (۱). دمای پایین می‌تواند عمر انبارداری میوه را افزایش دهد، اما نمی‌تواند به طور کامل از پوسیدگی یا کاهش وزن میوه جلوگیری کند (۴). دمای پایین باعث کاهش تنفس و تولید اتیلن می‌شود، اما اگر دما از ۵°C کمتر شود سرمازدگی در ازگیل ژاپنی رخ می‌دهد (۱).

یکی از مشکلات میوه ازگیل ژاپنی کاهش ارزش غذایی در طول دوره انبارداری و عرضه نامناسب آن به علت درصد رطوبت بالا، میوه‌ها بسیار فسادپذیر هستند و ماندگاری کمی دارند (۶، ۲). برای کاستن ضایعات و حفظ کیفیت محصول در سردخانه علاوه بر کاهش دما، توجه به موادی مانند بسته‌بندی ضروری به نظر می‌رسد (۷). به کارگیری پوشش‌های پلی‌اتیلنی یکی از بهترین و بی‌ضررترین روش‌ها برای جلوگیری از خرابی و پوسیدگی محصولات باغی است. عوامل مؤثر در پایداری ترکیبات ارزشمند ازگیل ژاپنی علاوه بر رقم آن، شرایط فیزیکی و شیمیایی در زمان انبارداری است. نگهداری با روش سنتی باعث می‌شود تا این محصول خیلی زود به پژمردگی، کم‌آبی و پوسیدگی دچار شود.

در حال حاضر، برای افزایش عمر انبارداری بسیاری از میوه‌ها و سبزی‌ها از بسته‌بندی استفاده می‌کنند. مهم‌ترین فواید بسته‌بندی شامل کاهش تنفس، کاهش تولید و حساسیت اتیلن، کند شدن روند نرم شدن میوه و تغییر ترکیبات داخلی میوه است(۸). کیفیت بسته‌بندی در فروش محصول اهمیت زیادی دارد. میوه‌های ازگیل در دمای معمولی عمر بسیار کوتاهی دارند، اما بسته‌بندی با پوشش‌های پلی‌اتیلنی و سلوفان به همراه دمای پایین می‌توان عمر انباری میوه را تا ۶۰ روز افزایش دهد (۱).

با توجه به این که ازگیل ژاپنی یک میوه فصلی با عمر انباری خیلی کم است، نگهداری و انتقال میوه‌ها به بازارهای دورتر بسیار مشکل است. ارائه راهکارهای مناسب برای حفظ کیفیت و رساندن آن به بازارهای دوردست با ویژگی‌های مطلوب و قابل پذیرش برای مصرف‌کننده ضروری به نظر می‌رسد. تا اکنون هیچ مطالعه‌ای روی آن صورت نگرفته است. هدف پژوهش حاضر، مطالعه اثر بسته‌بندی با پوشش سلوفانی به همراه نگهداری در دمای پایین بر طولانی کردن عمر انبارداری و حفظ کیفیت میوه‌های ازگیل ژاپنی بود.

• مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و اعمال تیمار: میوه‌های ازگیل ژاپنی (*Eriobotrya japonica*) از شهرستان رامسر پس از رسیدن، برداشت شدند و به آزمایشگاه علوم باغبانی دانشگاه گیلان انتقال یافتند. پس از یکنواختی از نظر اندازه، شکل ظاهری و انتخاب میوه‌های سالم، میوه‌ها در ظروف یک بار مصرف به ابعاد ۳×۱۳×۱۰ سانتی‌متر گذاشته و در سطح آن‌ها فیلم سلوفان کشیده شد. به طوری که تبادل بخار آب و گازهای تنفسی به حداقل برسد. سپس در دمای ۷°C با رطوبت نسبی ۵±۸۵ ٪ به مدت ۲۸ روز انبار شدند. سلوفان مورد استفاده از بازار داخلی مدل Saint-Petersburg مسکو با دانسیته ۱/۵ تا ۱/۵۲ g/cm3 با هایگروسکوپیک ۱۲/۸ تا ۱۳/۹ درصد بود. طی انبارداری با فاصله زمانی سه روز یک بار میوه‌ها خارج و صفات مختلف آن‌ها ارزیابی شدند. میوه‌های شاهد بدون هیچ گونه پوششی در دمای مذکور انبار شدند.

اندازه‌گیری کاهش وزن: برای اندازه‌گیری کاهش وزن میوه‌ها ۲۰ عدد میوه در هر تکرار (جمعاً ۴۵ میوه از هر تیمار) با فاصله هر ۴ روز یک بار در طول دوره ۲۸ روز انبارداری اندازه‌گیری شد. در نهایت، کاهش وزن میوه‌ها با کمک فرمول زیر محاسبه شد (۹).

۱۰۰ × (وزن اولیه) / (وزن ثانویه - وزن اولیه) = درصد کاهش وزن

اندازه‌گیری شاخص قهوه‌ای شدن: شاخص قهوه‌ای شدن میوه از طریق دیداری در طول دوره آزمایش با استفاده از مقیاس نمره‌دهی ۱ تا ۵ روی ۱۵ عدد میوه از هر تیمار و در هر تکرار انجام گرفت:

۰= نرمال(بدون قهوه‌ای شدن)
۱= قهوه‌ای شدن کمتر از ۱/۴
۲= قهوه‌ای شدن بین ۱/۴ تا ۱/۲
۳= قهوه‌ای شدن بین۱/۲ تا ۳/۴
۴= قهوه‌ای شدن بیش از ۳/۴ سطح میوه (۱۰).

تعیین TSS و اسیدیته: برای تعیین TSS از رفرکتومتر دیجیتالی (مدل CETI، بلژیک) استفاده شد. برای اندازه‌گیری اسیدیته، ۵ml آب میوه را با ۲۰ml آب مقطر مخلوط کرده وpH محلول اندازه‌گیری شد. عمل تیتراسیون محلول با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH=۸/۱ ادامه یافت، میزان هیدروکسید سدیم مصرفی یاداشت و اسیدیته قابل تیتراسیون محاسبه شد (۱۱).

اندازه‌گیری میزان ویتامین C : اندازه‌گیری میزان ویتامین C از طریق تیتراسیون با ۲و۶- دی کلروفنل ایندوفنل (2,6-Dichloro-phenol Indophenol) انجام و بر اساس میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن میوه تازه محاسبه شد (۱۱).

اندازه‌گیری میزان فنل کل: میزان فنل کل در عصاره گوشت با روش فولین سیکالتو و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل T80+ PG Instrument UV/Vis Spectrometer، انگلستان) در طول موج ۷۶۰ نانومتر قرائت شد. از اسید گالیک به عنوان استاندارد استفاده شد (۷).

اندازه‌گیری فلاونوئیدها: اندازه‌گیری فلاونوئیدها به کمک دستگاه HPLC انجام گرفت. برای این منظور ۱ml از بافر متانول به اسید استیک ۸۵ به ۱۵ درصد(V/V) افزوده شد و سپس به یک گرم از بافت ازگیل ژاپنی آسیاب شده اضافه شد. سپس نمونه‌ها در دمای ۴°C به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند. به دنبال آن ۱۰ دقیقه در ۱۰۰۰۰ دور سانتریفوژ شد، محلول رویی با فیلترهای 0.45µm صاف شده و سپس ۵۰ میکرولیتر از عصاره فیلتر شده را به دستگاه HPLC (مدل Waters، آمریکا) با آشکارساز UV (مدل Waters Dual λ Absorbance 2487) تزریق شد. میزان جذب در طول موج ۲۸۰ نانومتر (کاتچین) و ۳۵۰ نانومتر (کوئرستین) قرائت شد. برای تشخیص منحنی جذب این ترکیبات از نمونه‌های استاندارد هر کدام استفاده شد. استاندارد کاتچین از شرکت *Sigma-Aldrich* و استاندارد کوئرستین از شرکت *Extrasynthese* تهیه شدند (۱۲).

اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی: ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها از طریق خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد DPPH (۱و۱ دی‌فنیل۲-پیکریل هیدرازیل) تعیین شد (۱۳). سپس میزان جذب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل T80+ PG Instrument UV/Vis Spectrometer) در طول موج ۵۱۵ نانومتر قرائت شد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها به صورت درصد بازدارندگی DPPH با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

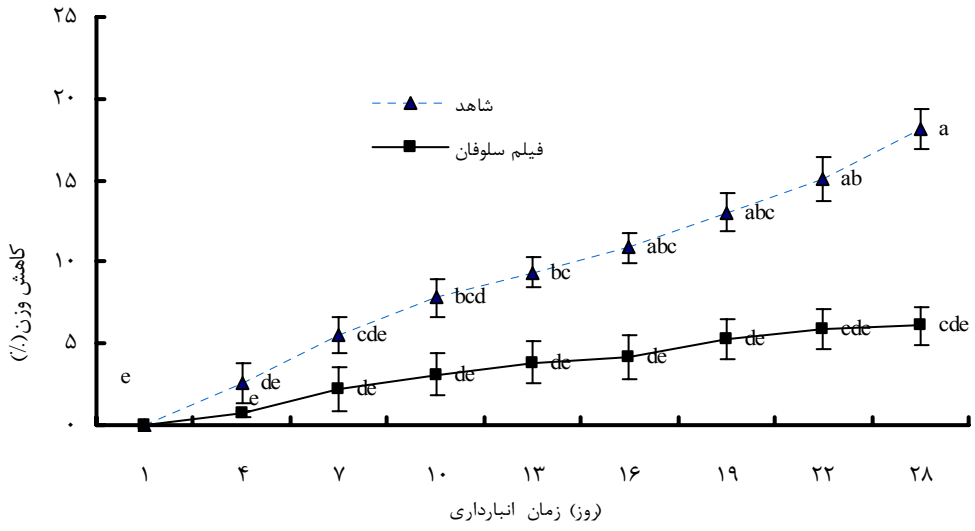
$$DPPH_{sc} = (A_{cont} - A_{samp}) / A_{cont} \times 100$$

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

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها: این پژوهش در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار طراحی و انجام شد. وجود اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها به کمک روش آماری مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ و با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 انجام شد.

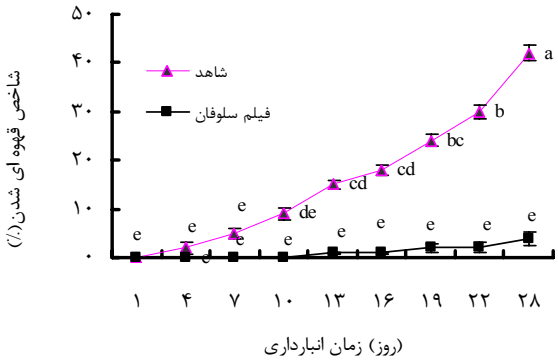
• یافته‌ها

کاهش وزن: نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد کاهش وزن میوه‌ها در طی انبارداری افزایش یافته است. اما میوه‌هایی که با فیلم سلوفان بسته‌بندی شدند، به طور معنی‌داری کاهش وزن کمتری در مقایسه با تیمار شاهد نشان دادند (شکل ۱).



شکل ۱. تغییرات کاهش وزن ازگیل ژاپنی طی انبارداری در دمای پایین با پوشش فیلم سلوفان و بدون پوشش

شاخص قهوه‌ای شدن: مشکل عمده میوه ازگیل ژاپنی قهوه‌ای شدن زود هنگام بافت و کاهش بازارپسندی آن است. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که میوه‌های بدون پوشش پس از ۴ روز انبارداری شروع به قهوه‌ای شدن کردند، اما میوه‌ها با پوشش فیلم سلوفان تا پایان انبارداری علائم شدیدی را نشان ندادند و تفاوت معنی‌داری در پایان انبارداری بین آن‌ها مشاهده شد (شکل ۲).

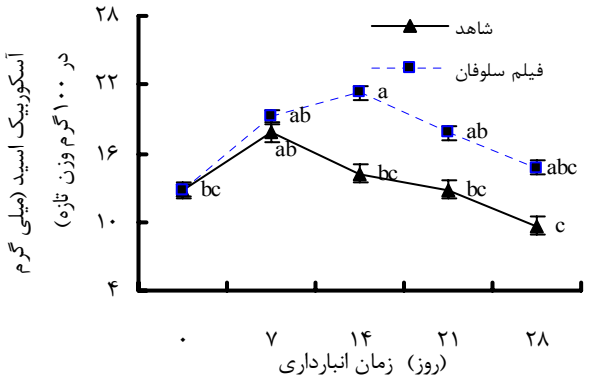


شکل ۲. تغییرات شاخص قهوه‌ای شدن ازگیل ژاپنی پس از ۲۸ روز انبارداری در دمای ۷°C

مواد جامد محلول(TSS)، اسیدیته قابل تیتراسیون(TA)، TSS/TA و pH: نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که میزان TSS طی دوره نگهداری در سردخانه در میوه‌های بسته‌بندی شده و شاهد افزایش و TA به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۱). تغییرات میزان TSS و TA در میوه‌های که در داخل پوشش فیلم سلوفان قرار داشتند، به طور معنی‌داری کمتر از میوه‌های بدون پوشش بود. میزان TSS/TA طی انبارداری افزایش یافت و این افزایش در میوه‌های بدون پوشش فیلم سلوفان بیشتر از میوه‌های بسته‌بندی شده بود (جدول ۱). pH میوه‌ها با افزایش دوره نگهداری افزایش یافت (جدول ۱).

آسکوربیک اسید: آسکوربیک اسید میوه‌ها در ابتدای دوره انبارداری اندکی افزایش و سپس تا پایان انبارداری کاهش یافت(شکل ۳). میوه‌هایی که در داخل پوشش فیلم سلوفان بودند، به طور معنی‌داری میزان آسکوربیک اسید بالاتری در پایان انبارداری نسبت به میوه‌های شاهد داشتند (شکل ۳).

فنل کل: میزان فنل کل میوه‌ها طی دوره انبارداری ابتدا افزایش و سپس تا پایان دوره انبارداری به شدت کاهش و افزایش یافت که به طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع تیمار بود (شکل ۴). تیمار میوه‌ها با پوشش فیلم سلوفان دارای حداقل میزان ترکیبات فنلی و تیمار میوه‌های بدون پوشش(شاهد) دارای حداکثر میزان فنل کل بودند (شکل ۴).

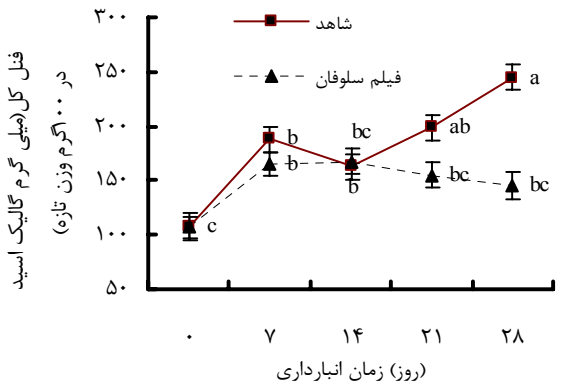


شکل ۳. تغییرات میزان اسکوربیک اسید ازگیل‌ژاپنی طی انبارداری در دمای پایین با پوشش فیلم سلوفان و بدون پوشش

جدول ۱. اثر پوشش فیلم سلوفان بر صفات کیفی مورد بررسی ازگیل ژاپنی در دمای سردخانه

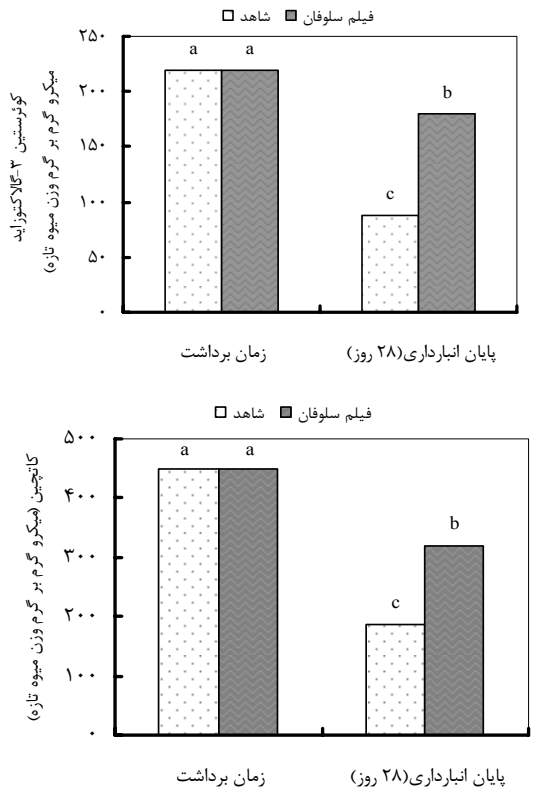
تیمار	زمان انبارداری(روز)	مواد جامد محلول	اسید قابل تیتر	شاخص طعم	pH
	۰	۶/۷d	۹/۹a	۰/۷۱c	۳/۶e
	۷	۷/۲cd	۴/۸bcd	۱/۷۱c	۳/۸be
شاهد	۱۴	۸cd	۳/۱cde	۲/۷۲bc	۴/۱bcd
	۲۱	۱۰ab	۱/۸de	۶/۲ab	۴/۸a
	۲۸	۱۰/۵a	۱/۷e	۸/۱a	۴/۸a
	۰	۶/۷d	۹/۹a	۰/۷۱c	۳/۶e
	۷	۶/۹d	۶/۴b	۱/۲۲c	۳/۸e
فیلم سلوفان	۱۴	۷/۲cd	۵/۲bc	۱/۳۷c	۳/۹cde
	۲۱	۷/۷cd	۲/۵cde	۳/۴۱bc	۴/۲bc
	۲۸	۸/۷bc	۲/۱de	۴/۳۵abc	۴/۴b

مقایسه میانگین‌ها با حروف مشابه در داخل هر ستون یعنی اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن وجود ندارد.



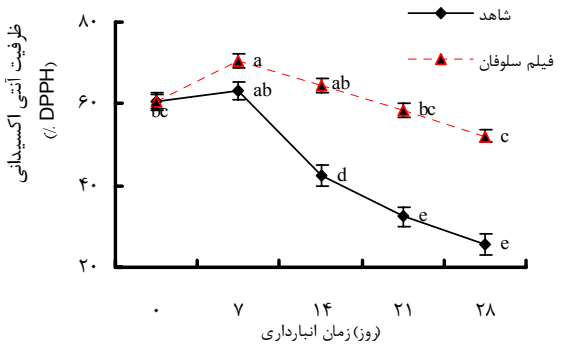
شکل۴. تغییرات میزان فنل کل ازگیل‌ژاپنی طی انبارداری در دمای پایین با پوشش فیلم سلوفان و بدون پوشش

نوع ترکیبات فنلی (کوئرستین و کاتچین): مقدار فلاونوئیدها (کوئرستین و کاتچین) که با دستگاه HPLC اندازه‌گیری شد، در پایان مدت نگهداری به طور معنی‌داری کاهش یافت. اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود داشت. تیمار میوه‌ها با پوشش فیلم سلوفان دارای حداکثر میزان کاتچین و کوئرستین و میوه‌های بدون پوشش دارای حداقل میزان کاتچین و کوئرستین در پایان انبارداری بودند (شکل۵).



شکل۵. میزان کاتچین و کوئرستین ۳-گالاکتوزاید میوه ازگیل‌ژاپنی در زمان برداشت و پایان انبارداری با پوشش فیلم سلوفان و بدون پوشش

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی: نتایج نشان داد که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ازگیل ژاپنی در ابتدای دوره انبارداری اندکی افزایش و سپس تا پایان انبارداری کاهش یافت، اما میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها به طور معنی‌داری در میوه‌های با پوشش فیلم سلوفان بیشتر از شاهد بود (شکل ۶). در واقع، پوشش فیلم سلوفان باعث حفظ ترکیبات آنتی‌اکسیدانی شد و در نتیجه، مانع از کاهش شدید ارزش غذایی میوه‌ها طی انبارداری جلوگیری کرد.



شکل۶. تغییرات میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ازگیل ژاپنی طی انبارداری در دمای پایین با پوشش فیلم سلوفان و بدون پوشش

• بحث

یکی از مهم‌ترین اهداف افزایش عمر ماندگاری میوه‌ها حفظ آبِ میوه‌ها و سبزی‌ها در مرحله پس از برداشت است که می‌تواند به دلیل کاهش سرعت تعرق و تنفس در میوه‌های بسته‌بندی شده با پوشش اتیلن باشد(۶). مهم‌ترین اختلال فیزیولوژیکی در کاهش عمر انبارداری میوه ازگیل ژاپنی کاهش وزن میوه‌هاست(۱۱). بسته‌بندی میوه‌ها باعث حفظ رطوبت درونی آن‌ها و جلوگیری ازکاهش وزن میوه‌ها می‌شود(۶، ۴). در این مطالعه بسته‌بندی میوه‌ها با پوشش فیلم سلوفان کاهش وزن کمتری نسبت به تیمار شاهد داشت که با یافته‌های محققان دیگر (۶) مطابقت دارد.

اثر تیمار بسته‌بندی روی کاهش شاخص قهوه‌ای شدن می‌تواند به طور غیر مستقیم به دلیل ترکیبی از غیر فعال‌کردن عوامل بیماری‌زا و کاهش تنفس و تولید اتیلن باشد(۵). گزارشات نشان می‌دهد که از دست دادن آب بافت، سبب فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز و اکسیدشدن ترکیبات پلی‌فنلی می‌شود که قهوه‌ای شدن بافت را به همراه دارد (۱۴). نتایج این مطالعه نشان داد که تیمار میوه‌ها با پوشش

فیلم سلوفان سبب کاهش قهوه‌ای شدن بافت خارجی میوه و افزایش ماندگاری آن طی انبارداری می‌شود. کاهش قهوه‌ای شدن بافت میوه می‌تواند به دلیل جلوگیری از کاهش وزن میوه‌ها و کاهش تنفس، اتیلن و هم‌چنین فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز توسط تیمار فیلم سلوفانی باشد که با یافته‌های محققان دیگر (۸، ۶) مطابقت دارد.

افزایش TSS در طول انبارداری فقط به افزوده شدن قند مربوط نیست، بلکه افزایش و کاهش مواد دیگری مانند اسیدها، پکتین‌های محلول و ترکیبات فنلی هم در این موضوع نقش دارد (۱۱). تغییرات کمتر میزان TSS و TA میوه‌هایی که در داخل پوشش فیلم سلوفان قرار داشتند، می‌تواند به دلیل از دست دادن آب کمتر میوه‌ها باشد. محققان گزارش کرده‌اند که مقدار TSS در میوه‌های سیب بدون پوشش که در زمان انبارداری آب بیشتری را از دست داده‌اند، افزایش یافته که این موضوع می‌تواند به دلیل فعالیت تنفسی شدیدتر و مصرف بیشتر اسید در میوه‌های بدون پوشش باشد (۱۵). میزان اسید میوه‌ها طی مدت نگهداری در انبار سرد کاهش یافت. اسید غالب در ازگیل ژاپنی مالیک اسید است که ۹۰٪ میزان اسیدهای آلی را شامل می‌شود (۴). کاهش میزان اسید طی نگهداری می‌تواند به دلیل تخمیر یا شکسته شدن اسید به قند در طول تنفس باشد(۶).

بالا رفتن نسبت TSS/TA در میوه‌های شاهد می‌تواند به دلیل افزایش درصد کاهش وزن میوه‌های بدون پوشش باشد. افزایش میزان TSS/TA در میوه‌ها ضمن نگهداری در سردخانه نتیجهٔ کاهش میزان TA و افزایش TSS است (۱۶). نسبت قند به اسید (TSS/TA) تعیین‌کننده طعم و مزه میوه‌هاست. حفظ طعم و مزه را می‌توان به کنترل از دست دادن آب و کاهش میزان تنفس نسبت داد که عوامل قبل و بعد از برداشت روی آن مؤثر است. این عوامل پیری را به تأخیر می‌اندازد. در نتیجه، از مصرف مواد ذخیره‌ای نظیر اسیدهای آلی جلوگیری و کیفیت تغذیه‌ای میوه در حد مطلوب حفظ می‌شود (۱۷، ۱۶، ۸). بالا رفتن pH میوه می‌تواند بیانگر مصرف اسیدهای آلی در طول زمان باشد، اما نوع تیمار بسته‌بندی تأثیر قابل توجهی بر pH عصاره میوه نداشته است.

آسکوربیک اسید اهمیت زیادی در ارزش غذایی میوه‌ها دارد که به دلیل اکسیداسیون نسبت به تجزیه بسیار حساس است (۷). میزان آسکوربیک اسید طی دوره انبارداری کاهش یا افزایش می‌یابد که به شرایط انبارداری و نوع تیمار بستگی دارد (۱۸). این نتایج نشان می‌دهد که پوشش میوه‌ها با فیلم سلوفان سبب حفظ آسکوربیک اسید در طول دوره انبارداری می‌شود. این موضوع ممکن است به دلیل تنفس و تولید اتیلن کمتر در زمان انبارداری باشد. تحقیقات انجام شده هم نشان می‌دهد که بسته‌بندی سبب حفظ یا کاهش تدریجی آسکوربیک اسید در طول دوره انبارداری می‌شود (۸).

میوه ازگیل ژاپنی به آنزیم قهوه‌ای شدن حساس است. کاهش مقدار فنل کل در ازگیل ژاپنی ممکن است به علت افزایش اکسیداسیون آنزیمی ترکیبات فنلی در طول انبارداری باشد (۵). محققان گزارش کرده‌اند که با افزایش زمان انبارداری، میزان فنل کل کاهش می‌یابد، اما دمای پایین از کاهش قابل توجه فنل طی انبارداری جلوگیری می‌کند(۲). در تحقیقی اعلام شده که استفاده از 1- MCP در افزایش عمر ماندگاری میوه در سردخانه غلظت فنل کل را طی دوره انبارداری کاهش می‌دهد، اما فعالیت آنزیم پلی فنول‌اکسیداز در تیمارهای شاهد افزایش می‌یابد که به افزایش قهوه‌ای شدن بافت منجر می‌شود(۱). در پژوهش حاضر هم مشخص شد پوشش فیلم سلوفان از فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز جلوگیری می‌کند و رابطه مثبتی بین درصد قهوه‌ای شدن و فنل کل مشاهده شد.

فلاونوئیدها از متابولیت‌های ثانویه مهم گیاهی هستند که به دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی نقش مهمی در بهبود بیماری‌های قلبی عروقی و کاهش تنش اکسیداتیو دارند (۲). میوه ازگیل ژاپنی غنی از ترکیبات فلاونوئیدی و کارتنوئیدها است (۲). برخی تیمارهای بعد از برداشت (مانند دمای انبارداری، اتمسفر کنترل شده یا تغییر یافته) فنول‌های مرتبط با کیفیت میوه را بهبود می‌بخشند (۱۹). گزارش‌های قبلی نیز نشان داده بود که میزان فلاونوئیدها در میوه‌های ازگیل ژاپنی در طی دوره انبارداری کاهش یافته است (۳، ۲). نتایج حاضر از این مطالعه نشان داد که پوشش فیلم سلوفان سبب حفظ ترکیبات فنلی در میوه‌ها می‌شود.

پوشش فیلم سلوفانی باعث حفظ ترکیبات آنتی‌اکسیدانی شد و در نتیجه از کاهش ارزش غذایی میوه ازگیل ژاپنی طی انبارداری جلوگیری کرد. میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها و سبزی‌ها با فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز و پراکسیداز کاهش می‌یابد (۱۹). رابطه مثبتی بین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی با میزان آسکوربیک اسید و ترکیبات فنلی مشاهده شد. محققان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه انبه را

قبل و بعد از دوره انبارداری بررسی و اعلام کردند که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آن تا ۲۰ روز پس از انبارداری تغییر نمی‌کند، ولی بعد از آن کاهش می‌یابد(۷). گزارش‌های نیز وجود دارد که نشان می‌دهد ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های ازگیل ژاپنی در طی انبارداری کاهش می‌یابد (۲).

در مجموع، پژوهش حاضر نشان می‌دهد که متناسب با طولانی شدن زمان نگهداری میوه ازگیل ژاپنی نه تنها ویژگی‌های ظاهری آن تغییر می‌کند و وزن آن کاهش می‌یابد، بلکه خواص آنتی‌اکسیدانی، ترکیبات فنلی و ویتامین C نیز کمتر می‌شود. این تغییرات در میوه‌های بدون پوشش بسیار شدیدتر است. اما بسته‌بندی با پوشش فیلم سلوفان همراه با دمای پایین انبارداری تا حد قابل توجهی از این تغییرات جلوگیری می‌کند. به طوری که میوه‌های نگهداری شده با پوشش سلوفان بالاترین میزان آسکوربیک اسید، ترکیبات فنلی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را پس از چهار هفته انبارداری در دمای ۷°C نشان دادند. این تیمار موجب پایداری نسبی این خواص می‌شود.

• References

1. Cai C, Xu C, Shan L, Li X, Zhou CH, Zhang W. Low temperature conditioning reduces postharvest chilling injury in loquat fruit. Postharvest Biol. Technol 2006; 41: 252-9.
2. Cao SF, Zheng YH, Yang ZF, Li N, Ma SJ, Tang SS. Effects of storage temperature on antioxidant composition and antioxidant activity of loquat fruit. Acta Hort 2007; 750: 471-6.
3. Ding CK, Chachin K, Ueda Y, Imahori Y, Wang CY. Metabolism of phenolic compounds during loquat fruit development. J Agric Food Chem 2001; 49: 2883-88.
4. Ding CK, Chachin K, Hamauzu Y, Ueda Y, Imahori Y. Effects of storage temperatures on physiology and quality of loquat fruit. Postharvest Biol Technol 1998; 14: 309-15.
5. Ding CK, Chachin K, Ueda Y, Wang CY. Inhibition of loquat enzymatic browning by sulfhydryl compounds. Food Chem 2002b; 76:213-18.
6. Ding CK , Chachin K, Ueda Y, Imahori Y, Wang CY. Modified atmosphere packaging maintains postharvest quality of loquat fruit. Postharvest Biol Technol 2002a; 24: 341-8.
7. Shivashankara KS, Sobe SI, Alhaq MI, Takenaka M, Shina T. Fruit antioxidant activity, ascorbic acid, total phenol, quercitin, and carotene of Irwin mango fruits stored at low-temperature after high electric field treatment. J Agric Food Chem 2004; 52: 1281-86.
8. Antonio P, Salvatore DA, Agabbio SC, Giovanni C. Effect of packaging and coating on fruit quality changes of loquat during three cold storage regimes. Advances Hort Sci 1996; 10 (3):120-5.
9. Fisk, CL, Silver AM, Strik BC, Zhao Y. Postharvest quality of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* 'Ananasnaya') associated with packaging and storage conditions. Postharvest Biol Technol 2008; 47: 338-45.
10. Wang YS, Tian SP, Xu Y. Effects of high oxygen concentration on pro- and antioxidant enzymes in peach fruits during post harvest periods. Food Chem 2005; 91: 99-104.
11. Ghasemnezhad M, Ashournezhad M, Gerailoo S. Changes in postharvest quality of loquat (*Eriobotrya japonica*) fruits influenced by chitosan. Hort Environ Biotechnol 2011; 52(1):1-6.
12. Bakhshi D, Arakawa O. Induction of phenolic compound biosynthesis with light irradiation in the flesh of red and yellow apples. J. Appli Hort 2006; 8(2):101-104.
13. Dewanto V, Adom KK, Liu RH. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. J Agric Food Chem 2002; 50:3010-14.
14. Hewajulige IGN, Wijeratnam RS, Wijesundera RLC, Abeysekere M. Fruit calcium concentration and chilling injury during low temperature storage of pineapple. J Sci Food Agric 2003; 83: 1451-54.
15. Anzueto CR. and Rizvi SH. Individual packaging of apples for shelf life extension. J Sci Food Agric 1985; 67: 143-52.
16. Feng J, Maguire K, Bruce RM. Discriminating batches of Hayward kiwifruit for storage potential. Postharvest Biol Technol 2006; 41: 128-34.
17. Robert DH. A comparison of ethane, ethylene and CO_2 peel permeance for fruit with different coatings. Postharvest Biol Technol 2005; 37:56-64.
18. Veltman RH, Kho RM, Schaik AC, Anders MG, Oosterhaven J. Ascorbic acid and tissue browning in pears (*Pyrus communis* L. cvs Rocha and Conference) under controlled atmosphere conditions. Postharvest Biol Technol 2000; 19(2): 129-37.
19. Francisco A, Barberan T, Espın JC. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. Sci Food Agric 2001, 81:853-76.

Effects of cellophane-film packaging and cold storage on the keeping quality and storage life of loquat fruit (*Eriobotrya japonica*)

Ashournezhad M[*1] *, Ghasemnezhad M*[2]

1- [*]Corresponding author: M.Sc in Horticultural Science, Dept. of Horticultural Science, University of Guilan.

E-mail: ashoornejad@gmail.com

2- Assistant prof, Dept. of Horticultural Science, University of Guilan, Rasht, Iran.

Received 17 Sept, 2011 **Accepted 4 Dec, 2011**

Background and Objective: Short storage life of loquat fruit and its high susceptibility to water loss and browning are the main factors limiting its marketability.The purpose of this study was to investigate the effects of cellophane-film packaging and cold storage on the keeping quality and storage life of loquat fruit (*Eriobotrya japonica*).

Materials and Methods: Samples of sorted loquat fruit were placed in packages either coated with cellophane film (experimental) or non-coated (control) and stored for 28 days at 7ºC and a relative humidity of 85% ± 5. The following variables were determined in the experimenrtal and control samples: weight loss, outside tissue browning, total soluble solids, titratable acidity, vitamin C, total phenol, antioxidant capacity, and flavonoid (quercetin and catechin) contents.

Results: In the experimental sample the browning index was lower and general quality appearance more desirable at the end of the storage period, while the control sample lost marketability after a short time. In addition, weight loss of the sample packaged with cellophane film was significantly lower than that of the control sample. Furthermore, the increase in the soluble solid content and decrease in titratable acidity were statistically significantly higher in the control sample compred to the cellophane-film packaged sample during storage. In both the experimental and control samples the ascorbic acid content, total phenol and antioxidant capacity in loquat fruit were lower at the end of the storage period; in the experimental sample the reductions were smaller. Finally, the magnititude of reduction in the flavonoid (quercetin and catechin) contents at the end of the storage was lower in the fruit sample packaged with cellophane film.

Conclusion: Packaging with cellophane-film, with stotage at low temperatures, can be a new method for extending storage life of loquat fruit.

Keywords: Antioxidant capacity, Flavonoid compounds, Loquat fruit, Packaging, Storage