اجرا و ارزیابی عملکرد سیستم بسته بندی با اتمسفر تغییر یافته فعال- بدون Co_2 برای نگهداری میوه‌های انار

محمد رضا صفی زاده[*1]

[1]استادیارگروه تولیدات گیاهی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب- دانشگاه شیراز

[*]نویسنده مسئول: safizade@shirazu.ac.ir

چکیده

روشی ساده برای ایجاد بسته بندی در اتمسفر تغییر یافته (MAP)[1] با حضور O_2 و بدون حضور Co_2 ابداع گردید تا اثرات غلظت‌های مختلف O_2 بر ویژگی‌های کیفی انار رقم 'رباب نیریز' که به مدت ۴ ماه در دمای ۵ درجه سلسیوس نگهداری شدند ارزیابی گردد. میوه‌ها به صورت جداگانه در لایه پلی آمیدی/ پلی اتیلنی کم نفوذ به صورت MAP- فعال بدون حضور Co_2 (۱ ٪ O_2 + ۹۹ ٪ N_2)، MAP- غیر فعال و رو باز در هوای آزاد بسته بندی شدند. هر ۳۰ روز، چهار تکرار هر تیمار برای کاهش وزن، آب پوست، مقدار آب میوه، مواد جامد محلول[2](TSS)، اسید قابل تیتر[3](TA) ، نشت الکترولیت، مقدار اتانول، شادابی، رنگ انار دانه[4] ، بد بویی و مزه مورد ارزیابی قرار گرفتند. میوه‌هایی که در MAP قرار گرفته بودند دارای بیشترین آب پوست و کمترین کاهش وزن بودند. نشت الکترولیت در میوه‌هایی که درMAP قرار گرفتند نسبت به میوه‌های هوای آزاد بیشتر افزایش داشت. TA وTSS تحت تاثیرترکیب گاز قرار نگرفتند. شادابی در میوه‌هایی که در MAP قرار گرفتند در مقایسه با هوای آزاد حفظ شد. تولید اتانول با زمان افزایش یافت و انارهایی که در ۱، ۳، و ۵ ٪ O_2 قرار گرفتند نسب به آنهایی که در MAP- غیر فعال یا هوای آزاد قرار گرفتند دارای اتانول بیشتری بودند. واکاوی نتایج به دست آمده از ارزیابی حسی نشان داد که، میوه‌های MAP- فعال، MAP -غیر فعال و هوای آزاد به ترتیب تا ۲، ۳ و ۴ ماه دارای نمره قابل قبول مزه و بد بویی بودند.

کلمات کلیدی: اتانول، انبار سرد، کیفیت میوه، لایه پلی‌مری

مقدمه

MAP همراه با نگهداری در دمای سرد به طور موفقیت آمیز برای طولانی نمودن عمر نگهداری میوه و سبزی‌های آبدار مورد استفاده قرار گرفته است. MAP بر این اساس استوار است که محتوای گازی محیط درون بسته را که از بر همکنش نفوذ پذیری لایه پلی مری به گازها (Co_2, O_2) و سرعت تنفس فرآورده ایجاد می‌شود را تغییر می‌دهد (Mahajan and Mezdad, 2014). تغییر اتمسفر غیر فعال با استفاده از ترکیب هوای طبیعی داخل بسته انجام می‌گیرد و نسبت به سرعت تنفس فرآورده به ترکیب دلخواه گاز می‌رسد. اگر سرعت تنفس فرآورده و ویژگی‌های نفوذ پذیری لایه به نحو صحیح انجام شود، اتمسفر مورد نظر از طریق مصرف O_2 و تولید Co_2 که محصول نهایی تنفس است در بسته ایجاد می‌گردد، اما تنظیم اتمسفر غیر فعال با محدودیت همراه است. برای مثال دسترسی به لایه‌های مناسب که بتوانند امکان همزمانی انتشار گازها و جبران اثر دما را فراهم کنند وجود ندارد؛ بنابراین ایجاد اتمسفر فعال در مقایسه با تغییراتمسفر غیر فعال ترجیح دارد (Caleb *et al.*, 2011). نگهداری انار در ترکیب‌های مختلف اتمسفر کنترل شده مثل ۱۰ kPa O_2, ۵ kPa Co_2 ; ۵ kPa O_2، ۵ kPa Co_2؛ ۵kPa O_2 ، ۱۰kPa Co_2؛ سبب شده است کاهش وزن، پوسیدگی قارچی، سرمازدگی و سوختگی پوست[5] کاهش یابد. افزایش غلظت Co_2 و کاهش O_2 در اتمسفر اطراف میوه انار، باعث کاهش میزان تنفس ، مانع تولید اتیلن و به تاخیر انداختن پیری شده است و از این رو عمر قفسه ای افزایش یافته است؛ اما در صورت قرارگیری محصول در غلظت‌های بسیار کم یا بسیار زیاد، ممکن است اثرات ناخوشایند مثل رنگ پریدگی یا زوال رنگ انار دانه و بد طعم شدن را ایجاد کند(Pareek *et al.*,

[1]- Modified Atmosphere Packaging
[2] -Total Soluble Solid
[3] -Titratable acid
[4]- Aril
[5]- Husk scald

IrHC2019

2015). دستگاه‌های بسته بندی MAP- فعال که بتوانند غلظت‌های مناسب و کنترل شده گازهای O_2، Co_2 و N_2 را در لایه پلی مری ایجاد کنند بسیار گران قیمت هستند و به همین دلیل بسیاری از کاربران بسته بندی میوه در ایران از این روش استفاده نمی‌نمایند.

هدف از این پژوهش معرفی یک روش ساده برای ایجاد اتمسفر تغییر یافته فعال با O_2 و بدون Co_2 و ارزیابی اثر غلظت‌های مختلف O_2 بر ویژگی‌های کیفی میوه‌های انار در طی انبارمانی طولانی بود. بدین منظور، روش تغییر اتمسفر فعال که فقط با نسبت‌های O_2 و بدون Co_2 فراهم شده بود با روش تغییر اتمسفر غیر فعال و هوای آزاد مقایسه شدند.

مواد و روش‌ها

تعداد ۱۶۰ عدد میوه انار رقم 'رباب نیریز' به طور تصادفی به ۵ گروه ۳۲ عددی تقسیم شدند.۴ گروه از میوه‌ها بصورت تکی در پاکت‌های پلی آمید/ پلی اتیلن(تهیه شده از شرکت مقدم اصفهان) به ضخامت ۷۰ میکرومتر و ابعاد ۱۵×۲۵ سانتی متر قرار داده شدند. نفوذ پذیری لایه پلاستیک به اکسیژن و دی اکسید کربن بر اساس اعلام شرکت مقدم اصفهان به ترتیب $۹/۶ \times ۱۰^{-۸}$ و $۷/۸ \times ۱۰^{-۸}$ مول بر متر مربع بر ثانیه و بخار آب $۵/۲۳ \times ۱۰^{-۴}$ گرم بر متر مربع بر ثانیه گزارش شده بود. اولین گروه از پاکت‌های میوه (۳۲ عدد) با هوا ($۲۱\% O_2$ و $۰/۰۳\% Co_2$) پر شدند و سپس درب پاکت‌ها به طور دستی با دستگاه دوخت حرارتی مسدود شدند. به نحوی که در ابتدا درب پاکت میوه تا حد نهایی مانده به یک منفذ برای ورود سوزن تزریق گاز، مسدود شد. سپس از طریق سوزن که به لوله پمپ هوای معمولی و یا کپسول مخلوط گاز متصل بود، گاز به داخل منفذ و پاکت تزریق شد. پس از پرشدن حجم نهایی و یکسان مخلوط گاز، بی درنگ سوزن به عقب کشیده شد و منفذ با دستگاه دوخت مسدود شد. این گروه از میوه‌ها به عنوان بسته بندی با اتمسفر تغییر یافته غیر فعال[۶] در نظر گرفته شدند. دومین، سومین، و چهارمین گروه از پاکت‌های میوه به ترتیب با کدهای $O_{2\ 1\%}$، $O_{2\ 3\%}$ و $O_{2\ 5\%}$ نام گذاری شدند و به ترتیب با مخلوط‌های گازی ($۹۹\% N_2 + ۱\% O_2$)، ($۹۷\% N_2 + ۳\% O_2$) و ($۹۵\% N_2 + ۵\% O_2$) پر و دوخت شدند. این سه گروه به عنوان تغییر اتمسفر فعال بدون Co_2 در نظر گرفته شدند. با هدف کنترل نشت گاز و اجتناب از هر گونه خطا، هرکدام از پاکت-های میوه در زیر آب غوطه ور شدند و در صورت نشت گاز، پاکت‌ها تعویض شدند. پنجمین گروه از میوه‌ها بدون هیچ پوششی و با کد هوای آزاد به صورت تکی در توری پلاستیکی قرار داده شدند. آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی طراحی گردید. چهار تکرار برای هر تیمار و در هر تکرار برای هر زمان، ۸ عدد میوه مورد ارزیابی قرار گرفتند. بسته‌های میوه در انباری با دمای ۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۵-۸۰ درصد برای مدت ۴ ماه نگهداری شدند. نمونه‌های میوه پس از ۱، ۲، ۳ و ۴ ماه از انبار خارج شده و پس از ۳ روز نگهداری در دمای ۲۰ درجه سلسیوس انکوباتور (Eyela, Japan)، مورد ارزیابی قرار گرفتند.

درصد کاهش وزن ، آب پوست و آب میوه بر اساس تفاوت وزن اولیه یا تر و وزن ثانویه یا خشک تعیین گردید. اسید قابل تیتر ۵ میلی‌لیتر از آب میوه توسط هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH= ۸/۱ سنجیده شد و نتایج به صورت گرم اسیدسیتریک در هر ۱۰۰ گرم آب میوه بیان شد. مواد جامد محلول کل توسط قند سنج (ATAGO, PAL-22S, Japan) اندازه گیری گردید و به صورت درصد بریکس گزارش شد. تخمین محتوای اتانول در ۳ میلی‌لیتر آب میوه توسط روش (Sumbhate *et al.* 2012) سنجیده شد و به صورت میکرو لیتر اتانول در هر میلی‌لیتر آب میوه بیان گردید. مقدار درصد نشت الکترولیت به عنوان معیاری برای زوال پوست متاثر از سرمازدگی و پیری توسط روش اختلاف نشت یون اولیه و ثانوی انجام گرفت.

ارزیابی حسی میوه‌ها توسط یک گروه ۱۰ نفره غیر متخصص زن و مرد که آموزش‌های لازم را فرا گرفتند پس از هر دوره انبار انجام گرفت. این گروه، درجه ویژگی‌های طعم، رنگ دانه‌ها، شادابی و بد بویی میوه‌ها را بر اساس مقیاس ۵-۱ نمره دادند. نمره ۱ بیانگر ضعیف/نبود و نمره ۵ بیانگر عالی/ برجسته در نظر گرفته شدند. نمره‌های کمتر از ۳ برای طعم، رنگ دانه‌ها و شادابی، و نمره بالا تر از ۳ برای بدبویی از نظر تجارتی غیر قابل قبول شناخته شدند. این آزمایش بصورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی انجام گردید. فاکتورها شامل چهار زمان نگهداری بصورت ماهیانه و فاکتور دوم شامل پنج سطح تیمار بسته بندی که در چهار تکرار و در تکرار هر تیمار هشت عدد میوه مورد استفاده قرار گرفت. داده‌های جمع‌آوری شده پس از انجام آزمایش توسط نرم افزار SAS (V9.1) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

نتایج و بحث

[۶] Passive- MAP--

IrHC2019

میوه‌های هوای آزاد دارای بیشترین مقدار کاهش وزن بودند که پس از ۴ ماه نگهداری به مقدار ۶/۳۹ درصد رسید. در مقابل، کاهش وزن میوه‌هایی که در پاکت‌های پلاستیکی قرار داده شده بودند به طور معنی‌دار کاهش یافت (کمتر از ۱ درصد)، اما تفاوت معنی‌داری بین کاهش وزن میوه پاکت‌های پلاستیکی مشاهده نشد(جدول ۱). گزارش شده است که بسته بندی میوه‌های شادآب در اتمسفر تغییر یافته، انتشار بخار آب را محدود می‌سازد و در نتیجه یک فشار بخار و رطوبت نسبی زیاد در داخل پاکت ایجاد می‌شود(Serrano *et al.*, 2006). کم شدن کاهش وزن در این مطالعه مربوط به ویژگی کم گذر پذیری لایه پلاستیکی بسته‌ها به حرکت بخار آب می‌باشد که باعث افزایش رطوبت نسبی و تراکم ذره‌های آب در داخل بسته-ها شده است. شبیه به این نتایج برای انارهای رقم 'واندر فول' که در پاکت‌های دو لایه پلی اولفین نهاده شده بودند نیز گزارش شده است (Mphahlelea *et al.*, 2016). تیمارهای MAP و نگهداری در هوای آزاد بر مقدار آب میوه‌ها تاثیری نداشتند، اما به طور معنی‌دار بر مقدار آب پوست اثر داشتند به نحوی که انعکاسی از کاهش وزن میوه‌ها را نشان دادند. میوه-های هوای آزاد که بیشترین مقدار کاهش وزن را نشان دادند کمترین مقدار آب پوست را داشتند (جدول ۱). غلظت‌های متفاوت اکسیژن در اطراف فضای بسته‌های مختلف اثر معنی‌دار بر میزان TSS و TA نداشتند. بیشتر پژوهش‌هایی که نگهداری انار در هوای آزاد را با MAP مقایسه کرده بودند موافق نتایج ما می‌باشد که تغییرات در TSS و TA انار در طول دوره نگهداری انبار سرد اساساً تحت ترکیب گازی قرار نمی‌گیرد (D'Aquino *et al.*, 2010). نتایج این پژوهش نشان داد که میوه-های هوای آزاد که در شرایط اتمسفر کنترل شده لایه پلاستیک قرار نداشتند، کمترین میزان نشت یونی را نشان دادند. یا به عبارت دیگر بسته بندی در شرایط MAP- فعال و غیر فعال تاثیری در پایداری غشاء سلولی نداشته است (جدول۱). حدس زده می‌شود که چسبیدن لایه پلی‌آمیدی/ پلی‌اتیلنی به میوه‌ها و شرایط رطوبت زیاد باعث نشت شیره گیاهی از پوست میوه‌ها شده است و شرایط نشت یونی بیشتری برای میوه‌های MAP فراهم آورده است. چنانچه Pesis و همکاران (۲۰۰۰) دریافتند فیلم‌هایی که شرایط رطوبت نسبی کمتری در داخل بسته‌های میوه ایجاد نموده بودند، میزان نشت شیره کمتر و شاخص سرمازدگی کمتری نسبت به فیلم پلی اتیلنی داشتند.

«جدول۱»- کاهش وزن، رطوبت پوست، مقدار آب میوه، مواد جامد محلول کل، اسید قابل تیتر و نشت یون انارهای رقم 'رباب نیریز' پس از ۴ ماه نگهداری در دمای ۵ در جه سلسیوس افزون بر ۳ روز در دمای ۲۰ درجه سلسیوس.

تیمارها	کاهش وزن (%)	رطوبت پوست (%)	آب میوه (%)	مواد جامد محلول کل (%)	اسید قابل تیتر (%)	نشت الکترولیت (%)
هوای آزاد	6.39 a †	68.04 c	28.45 ab	19.33 ab	0.49 ab	57.34 b
MAP غیر فعال	0.76 b	73.30 a	30.67 ab	19.83 ab	0.45 ab	63.93 ab
۱ درصد اکسیژن	0.81 b	71.16 b	31.50 a	19.83 ab	0.43 b	65.96 a
۳ درصد اکسیژن	0.78 b	74.18 a	26.72 b	20.17 b	0.50 a	64.03 ab
۵ درصد اکسیژن	0.74 b	72.46 ab	31.65 a	19.67 a	0.46 ab	67.75 a

†مقا دیر هر ستون که دارای حروف متفاوت می‌باشند بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد بطور معنی‌دارمتفاوت هستند.

تفاوت معنی‌داری بین نمره شادآبی تیمارهای MAP مشاهده نگردید. اما نمره شادآبی میوه‌های هوای آزاد به تدریج در طول نگهداری کاهش یافت و پس از ماه دوم با بسته‌های MAP تفاوت قابل ملاحظه ای (P = < ۰/۵) نشان دادند (جدول۲). شبیه به همین نتایج میوه‌های انار که در دمای ۶ درجه سلسیوس در شرایط MAP قرار گرفته بودند تا ۱۸۰ روز نمره ظاهر قابل قبول را دارا بودند ولی میوه‌های هوای آزاد فقط تا ۱۲۰ روز ظاهر بازارپسند خود را حفظ

«جدول۲»- ارزیابی حسی انارهای رقم 'رباب نیریز' تحت اتمسفرتغییر یافته غیر فعال ، اتمسفرتغییر یافته فعال و هوای آزاد در طول ۴ ماه نگهداری در دمای ۵ در جه سلسیوس افزون بر ۳ روز در دمای ۲۰ درجه سلسیوس.

IrHC2019

معیارهای کیفیت	تیمارها	دوره انبار مانی (ماه) ۱	۲	۳	۴
شادابی	هوای آزاد	5.0 a	4.3 b	3.5 b	3.2 b
	MAP غیر فعال	5.0 a	4.6 a	4.5 a	4.5 a
	۱ درصد اکسیژن	5.0 a	4.7 a	4.6 a	4.7 a
	۳ درصد اکسیژن	5.0 a	4.7 a	4.6 a	4.6 a
	۵ درصد اکسیژن	5.0 a	4.7 a	4.6 a	4.5 a
رنگ دانه	هوای آزاد	4.7 a	4.7 a	4.3 a	4.3 a
	MAP غیر فعال	5.0 a	4.6 a	3.8 b	3.5 b
	۱ درصد اکسیژن	5.0 a	4.2 b	3.3 c	2.7 c
	۳ درصد اکسیژن	5.0 a	4.0 b	3.3 c	2.7 c
	۵ درصد اکسیژن	5.0 a	4.1 b	3.3 c	2.6 c
بد بویی	هوای آزاد	1.0 a	1.6 a	1.7 c	1.8 c
	MAP غیر فعال	1.0 a	1.6 a	2.1 b	3.2 b
	۱ درصد اکسیژن	1.0 a	1.8 a	3.2 a	3.8 ab
	۳ درصد اکسیژن	1.0 a	1.7 a	3.0 a	3.5 ab
	۵ درصد اکسیژن	1.0 a	1.7 a	3.0 a	3.5 ab
طعم	هوای آزاد	5.0 a	4.7 a	4.1 a	4.2 a
	MAP غیر فعال	5.0 a	4.6 a	3.3 b	2.7 b
	۱ درصد اکسیژن	5.0 a	4.5 a	2.6 c	1.5 c
	۳ درصد اکسیژن	5.0 a	4.5 a	2.7 c	1.8 c
	۵ درصد اکسیژن	5.0 a	4.5 a	2.7 c	1.7 c

†مقا دیر هرگروه ستون که دارای حروف متفاوت می‌باشند بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد بطورمعنی‌دارمتفاوت هستند. *نمره: ۱، ضعیف/نبود؛ ۳، قابل قبول؛ ۵، عالی/ برجسته.

نمودند (Selcuk and Erkan, 2015). این کارایی شادابی در بسته‌های MAP ، مربوط به اشباع اتمسفر داخلی بسته‌ها می‌باشد که به علت گذر پذیری کم فیلم باعث تجمع رطوبت و کاهش شیب بخار آب بین میوه و اتمسفر داخلی بسته‌ها شده است. نوع بسته بندی و تغییرات غلظت اکسیژن اطراف میوه‌ها نیز اثر معنی‌داری بر نمره ارزیابی طعم، بد بویی و رنگ انار دانه‌ها گذاشت. میوه‌های هوای آزاد تا ماه چهارم نمره ارزیابی قابل قبولی از نظر طعم، بد بویی و رنگ انار دانه‌ها کسب کردند، اما میوه‌های MAP -فعال فقط تا ماه دوم و میوه‌های MAP -غیر فعال تا ماه سوم دارای نمره‌های ارزیابی قابل قبول طعم و بدبویی بودند. رنگ انار دانه‌ها که تابعی از شرایط فیزیولوژیکی طعم میوه‌ها را نشان می‌دادند در بسته‌های MAP -فعال تا ماه سوم و در بسته‌های MAP -غیر فعال تا ماه چهارم دارای نمره قابل قبول بودند. تعدادی از پژوهشگران اظهار داشته اند که بد طعمی و بد بویی انار و انار دانه‌های آن زمانی اتفاق می‌افتد که در شرایط O_2 کم و یا Co_2 زیاد نگهداری گردند (Selcuk and Erkan, 2015). هم چنین نشان داده شده است که در بسته‌های اتمسفر کنترل شده، بین تجمع تعدادی از ترکیبات فرار که علت اولیه توسعه بد طعمی می‌باشند مثل استالدئید، اتانول و استات اتیل رابطه مستقیمی با زمان وجود دارد (Belay *et al.*, 2017). با افزایش زمان نگهداری میزان اتانول میوه‌های انار افزایش یافت و پس از ماه اول میوه‌هایی که در هوای آزاد قرار داشتند اتانول کمتر و در میوه‌هایی که در MAP قرار داشتند به طور معنی‌دار میزان اتانول بیشتری در بافت‌های آنها تجمع یافت (جدول ۳). نتایج این آزمایش نشان می‌دهد که غلظت اولیه اکسیژن اطراف میوه‌ها و کاهش آن در طول زمان نگهداری در بسته‌های MAP -فعال و غیر فعال تعیین کننده ایجاد متابولیت‌های تخمیری در میوه‌های انار می‌باشد. شبیه به همین نتایج Ayhan و Estürk (۲۰۰۹) گزارش نمودند که بیشترین نمره بد بویی انار دانه‌ها در بسته‌هایی که میزان O_2 کمتری نسبت به ظروف دربسته و هوای آزاد داشتند مشاهده کرده‌اند.

IrHC2019

«جدول۳»- تغییرات مقدار اتانول(میکرو لیتر در میلی‌لیتر) انار رقم 'رباب نیریز' در طول نگهداری در ۵ در جه سلسیوس و ۳ روز اضافی در دمای ۲۰ در جه سلسیوس.

	مدت انبار مانی (ماه)			
تیمارها	۱	۲	۳	۴
هوای آزاد	99.62 a	95.83 c	104.53b	109.59 b
MAP غیر فعال	98.29 a	99.04 b	106.81ab	133.84 a
۱ درصد اکسیژن	101.47 a	102.05 a	110.51 a	138.02 a
۳ درصد اکسیژن	100.29 a	100.75 ab	109.11 ab	137.46 a
۵ درصد اکسیژن	98.47 a	100.00 ab	107.14 ab	136.80 a

†مقا دیر هر ستون که دارای حروف متفاوت می‌باشند بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد بطور معنی‌دارمتفاوت هستند.

REFERENCES

Ayhan, z. and Estürk, O. 2009. Overall quality and shelf life of minimally processed and modified atmosphere packaged ''ready-to-eat'' pomegranate arils. Journal of Food Science 74: C399-C405.

Belay, Z.A., Caleb, O.J. and Opara, U.L. 2017. Impact of low and super-atmospheric oxygen concentration on quality attributes, phytonutrient content and volatile compounds of minimally processed pomegranate arils (cv. Wonderful). Postharvest Biology and Technology 124: 119-127.

Caleb, O.J., Opara, U.L. and Witthuhn, C.V. 2011. Modified atmosphere packaging of pomegranate fruit and arils: a review. Food and Bioprocess Technology 5: 15-30.

D'Aquino, S., Palma, A., Shirra, M., Continella, A., Tirbulato, E. and La Malfa, S. 2010. Influence of film wrapping and fludoxionil application on quality of pomegranate fruit. Postharvest Biology and Technology 55: 121-128.

Mahajan, P.V., Caleb, O.J., Singh, Z., Watkins, C.B. and Geyer, M. 2014. Postharvest treatments of fresh produce. Philosophical Transactions of the Royal Society **A** 372: 1471- 2962.

Mphahlelea, R.R., Fawolea, O.A. and Opara, U.L. 2016. Influence of packaging system and long term storage on physiological attributes, biochemical quality, volatile composition and antioxidant properties of pomegranate fruit. Scientia Horticulturae 211: 140-151.

Pareek, S., Valero, D. and Serrano, M. 2015. Postharvest biology and technology of pomegranate.). A review : Journal of the Science of Food and Agriculture 95: 2360-2379.

Pesis, E., Aharoni, D., Aharon, Z., Ben-Arie, R., Aharoni, N. and Fuchs, Y.2000. Modified atmosphere and modified humidity packaging alleviate chilling injury symptoms in mango fruit. Postharvest Biology and Technology 19: 93-101.

Selcuk, N. and Erkan, M. 2015. Changes in phenolic compounds and antioxidant activity of sour-sweet pomegranates cv. 'Hicaznar' during long- term storage under modified atmosphere packaging. Postharvest Biology and Technology 109: 30-39.

Serrano, M., Mrtinez-Romero, D., Guillén, F., Castllo, S. and Valero, D. 2006. Maintenance of broccoli quality and functional properties during cold storage as affected by modified atmosphere packaging. Postharvest Biology and Technology 39: 61-68.

Sumbhate, S., Nayak, S., Goupale, D., Tiwari, A. and Gadon, R.S. 2012. Colorimetric method for the estimation of ethanol in alcoholic-drinks. Journal of Analytical Techniques 1: 1-6.

IrHC2019

Creating and Evaluating the Performance of Active-free Co_2 Modified Atmosphere Packaging System for Storing Pomegranate Fruits

Mohammad Reza Safizadeh[1*]

[1] Department of Plant Production, College of Agriculture and Natural Resources, Shiraz University, Darab, Iran

*Corresponding Author: safizade@shirazu.ac.ir

Abstract

A simple method was introduced to creative modified atmosphere packaging (MAP) with O_2 and without Co_2 to determine the effects of different O_2 concentration on quality attributes of pomegranate fruits (cv. Rabab Ney-Riz) stored at 5°C for 4 months. Fruits were individually packaged in a high barrier polyamide/polyethylene film under active-MA- free Co_2 (1% O_2 + 99 % N_2; 3 % O_2 + 97 % N_2; 5% O_2 + 95 % N_2), passive-MA and open top in air. Every 30 days four replicate of each treatment were evaluated for weight loss, peel moisture, juice content, titratable acid (TA), total soluble solid (TSS), electrolyte leakage, ethanol content, freshness, aril color, off-odor and taste. Fruits stored in MAP had maximum peel water and minimum weight loss compared those stored in air. Electrolyte leakage greatly enhanced in MAP-stored than in air-stored fruits. TA and TSS were not influenced by gas composition. Freshness was better maintained in MAP-stored than in air stored fruits. Ethanol build up was increased with time and pomegranates kept in 1, 3, and 5% O2 generally had higher ethanol concentration than those kept in passive-MAP or air. Evaluation of results from sensory analysis showed that scores of taste and off-odor remained acceptable until 2, 3 and 4 months in active-MAP, passive-MAP and open air, respectively.

***Key words*:** Cold storage; Ethanol; Fruit quality; Polymer film

IrHC2019